



No. 2

国際協力事業団

ケニア共和国

公共事業・住宅省

国際協力事業団

ケニア共和国

サバキ橋架け替え計画基本設計調査報告書

平成6年1月

株日本
会社建
工設企
業画
コ株

ケニア共和国

サバキ橋架け替え計画

基本設計調査報告書

平成6年1月

日本工営株式会社

株式会社建設企画コンサルタント

407
6/5
GRS

94-051

無調二
CR(2)
94-001

国際協力事業団

ケニア共和国

公共事業・住宅省

ケニア共和国

サバキ橋架け替え計画

基本設計調査報告書

JICA LIBRARY



1115585101

平成6年1月

日本工営株式会社

株式会社建設企画コンサルタント

国際協力事業団

26749

序文

日本国政府は、ケニア共和国政府の要請に基づき、同国のサバキ橋架け替え計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成5年7月25日より同年8月28日まで、本州四国連絡橋公団第三建設局大三島管理事務所維持補修課長佐々木雅敏氏を団長とし、日本工営株式会社・株式会社建設企画コンサルタントの団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ケニア政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成5年11月8日より同年11月19日まで実施された報告書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成6年1月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

伝達状

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介 殿

今般、ケニア共和国におけるサバキ橋架け替え計画基本設計調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

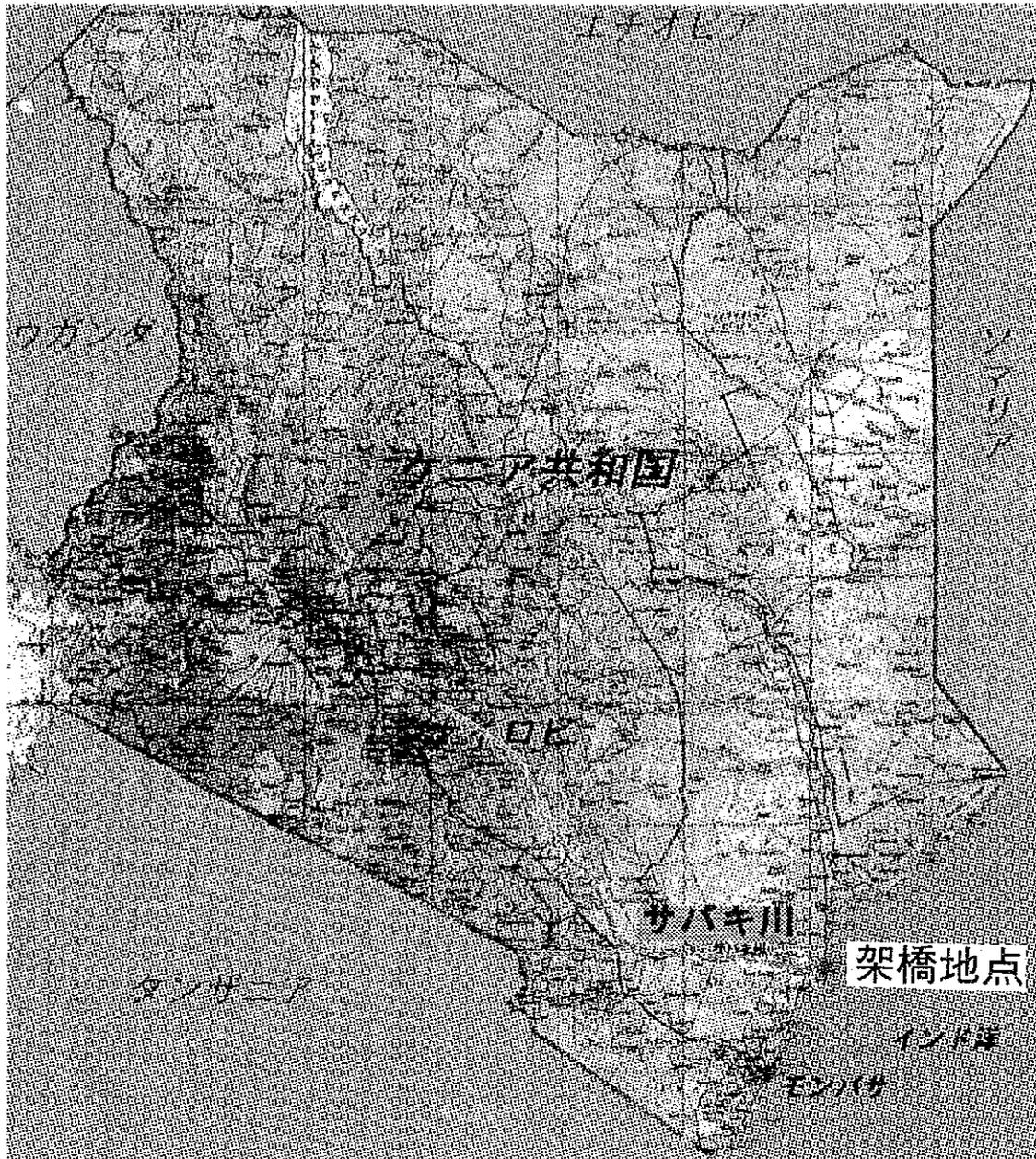
本調査は、貴事業団との契約に基づき、当共同企業体が、平成5年7月19日より平成6年1月20日までの6ヶ月に亘り実施してまいりました。今回の調査に際しましては、ケニア国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

なお、同期間中、貴事業団を始め、外務省、建設省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、お礼を申し上げます。また、ケニアにおける現地調査期間中は、公共事業・住宅省道路局関係者、JICAケニア事務所および在ケニア日本国大使館の貴重な助言と協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

貴事業団におかれましても、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成6年1月

日本工営株式会社
株式会社建設企画コンサルタント
ケニア共和国
サバキ橋架け替え計画基本設計調査団
業務主任 多田 一正

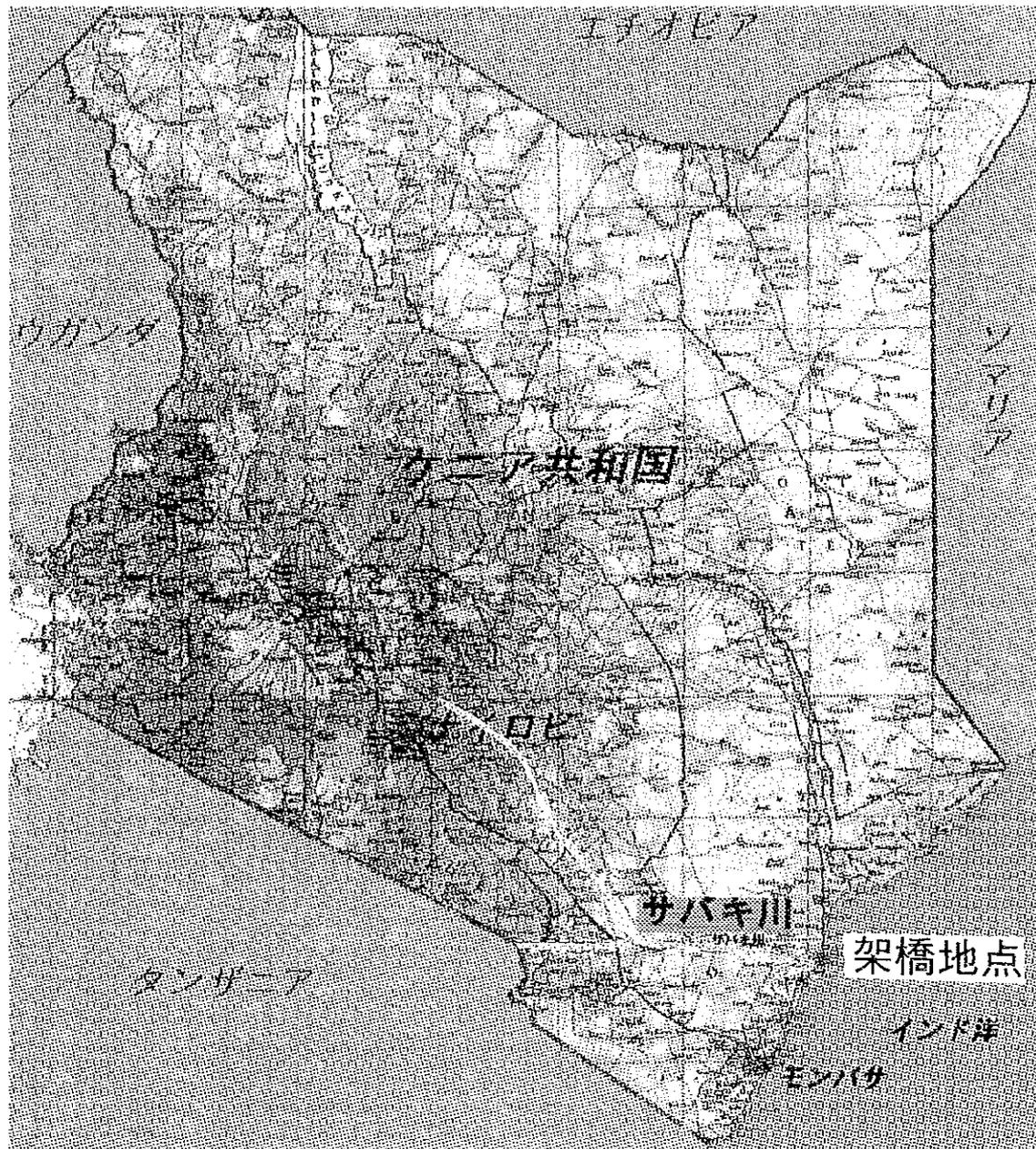


ケニア国の概要

面積	5.8万km ²	国内総生産額	74億ドル (1992年)
人口	2570万人 (1992年)	1人当り国内生産額	290ドル (1992年)
人口伸率	3.8% (1992年)	GDP伸率	0.4% (1992年)
言語	英語、スワヒリ	インフレ率	27.5% (1992年)

サバキ橋架け替え計画調査

プロジェクト位置図



ケニア国の概要

面積	58万km ²	国内総生産額	74億ドル (1992年)
人口	2570万人 (1992年)	1人当り国内生産額	290ドル (1992年)
人口伸率	3.8% (1992年)	GDP伸率	0.4% (1992年)
言語	英語、スワヒリ	インフレ率	27.5% (1992年)

サバキ橋架け替え計画調査

プロジェクト位置図

要 約

ケニア共和国はサブサハラ諸国の中でも比較的工業化の進んだ国の1つである。しかし、国内総生産額（GDP）の約1/3、輸出の2/3を農業セクターに依存しており、その経済は天候および世界の一次産品市況によって大きな影響を受けやすい特徴を有している。1980年代のケニア経済は天候とコーヒー価格の高値に恵まれ、概ね堅調に推移していた。しかし、1980年代後半に入ると、主要輸出産品の価格低下に起因して同国の経済は不安定な状況になり、1992年度のGDP成長率は独立以来最低の0.4%と落ち込んだ。

このような経済状況の打開を主眼にして策定された第6次5ヶ年計画には、基本目標として、農業の活性化、国際収支・通貨の安定、地域格差の是正等を掲げている。また、これを支える運輸部門では、既存施設の維持・管理を最優先とし、新規投資は開発ポテンシャルの高い事業のボトルネックの解消、地方開発計画の推進等に限定されている。同部門はGDPの約6%を占めており、この内道路サブ・セクターの割合は50%程度であり、ケニア経済改善の基盤となる重要部門である。同部門を統括する機関は公共事業・住宅省の道路局である。同局は道路整備に関わる短長期計画として第6次5ヶ年計画の目標に沿って第3次道路整備計画を策定した。この計画は既設道路の改修および維持・管理を主眼としており、総事業費の内約70%を外国援助を利用して実施する計画である。本調査の対象事業であるサバキ橋架け替え計画は、上記整備計画の橋架け替えリストに優先事業としてリストアップされている。

現サバキ橋は、モンバサを起点とする国内幹線道路B8号線上のマリンディの北約8kmに位置する橋長134.4mの自定式鋼製吊橋であり、現橋の問題点は以下の4項目であると考えられる。

- 1) 主要構造部材の著しい腐食と破断により構造上の耐荷力が減少しているにもかかわらず、過積載車両やフルトレーラーが不法通行しており、非常に危険な状態にある。
- 2) 取付道路を含むB8ルート全線が2車線であるにもかかわらず、現橋は1車線であり、機能上交通容量が不十分である。このために、渡橋待ちや橋上の走行速度制限を強いられている。
- 3) 架橋位置は歩行者数が多いにもかかわらず、現橋に歩道がないため、歩行者に対して非常に危険である。
- 4) 計画洪水量に対して現橋流下断面は不十分であり、現橋流出の可能性がある。

現サバキ橋以南にあった交通上のボトルネックは1991年までに全て解消されたため、その後サバキ橋における交通量は増加し、同橋は現在B8ルートに残された唯一の交通上のボトルネックとなっている。さらにサバキ橋以北に位置するタナ河流域は高い農業開発ポテンシャルがあ

本計画の実施に必要な事業費は総額19.04億円、うち日本側負担額18.95億円、ケニア側負担額0.09億円と見積られる。

本計画は、日本国政府とケニア共和国政府との交換公文締結後に実施される。実施には、コンサルタント契約の締結、実施設計、入札図書作成まで約4ヶ月を必要とし、その後入札審査、工事契約を締結し、建設工事を開始する。工事期間は約26ヶ月を必要とする。

本計画の実施により現サバキ橋を新橋に架け替えることによる直接効果は次のように整理される。

- 1) 現橋の耐荷力不足問題に対し、新橋は現行橋梁設計活荷重であるHAおよびHB30ユニットを適用し計画されている。よって本計画により、維持・修繕費用の節約、現サバキ橋を通過する車両の現橋の耐荷力に応じて積載荷物を積み下ろすために発生する費用の節約、落橋確率の低減による調査対象地域の社会・経済活動の安定が計られる。
- 2) 現橋の交通容量不足問題に対し、新橋は2車線で計画されている。よって本計画により、輸送時間の短縮、走行費用の節約および交通事故の減少、交通快適度の増大および運転手の疲労度の軽減が見込まれる。
- 3) 現橋は歩道がなく、歩行者に対し危険な現状にあるため、新橋は両側に歩道を計画した。よって本計画により、人身事故および橋を利用する家畜に対する事故の減少が期待される。
- 4) 現橋の流下断面は計画洪水量に対して不十分で、流出の可能性がある。このため新橋は計画洪水量に必要な流下断面の確保のみならず、堆砂余裕と流木等の流下余裕を合わせた2.0mの桁下余裕を考慮し計画されている。よって本計画により、橋梁流出確率の低減による調査対象地域の社会・経済活動の安定が計られる。

本計画の実施によって期待される間接効果としては、計画対象地域、特にタナ河流域の農業開発の促進、生産・輸送計画の安定度の向上、地域格差の是正、市場圏の拡大、都市人口の分散、流通過程の合理化、治安の悪化が進んでいる同地域の民生安定および国家意識の向上、計画地における医療・教育施設への接近性の向上等が考えられる。

現橋は危険な状態であり、早急に架け替えるべきである。さらに、本計画の実施は日本国政府無償資金協力の枠組みの中で実施可能であり、実施後はケニア側によって施設の維持管理が問題なく行われるものと考えられる。これらに加え、上記効果を勘案すれば、本計画を日本の無償資金協力により実施することは有意義であり、本計画の早期実現が望まれる。

ケニア共和国
サバキ橋架け替え計画
基本設計調査

基本設計調査報告書

目次

	頁
プロジェクト位置図	
要約	
第1章 緒論	1-1
第2章 計画の背景	2-1
2.1 ケニア共和国の概要	2-1
2.1.1 一般概要	2-1
2.1.2 経済概要	2-2
2.2 運輸セクターの概要	2-4
2.3 開発計画	2-7
2.4 要請の経緯と内容	2-9
第3章 計画地の概要	3-1
3.1 調査対象地域	3-1
3.2 調査対象地域の概要	3-2
3.2.1 自然条件概要	3-2
3.2.2 社会・経済状況	3-3
3.2.3 社会環境状況	3-3
3.2.4 道路現況	3-4
3.2.5 B8ルート上の主要橋梁	3-5
3.2.6 調査対象地域における開発計画の概要	3-5
3.3 計画地の概要	3-9
3.3.1 計画地の自然条件概要	3-9
3.3.2 計画地の交通量	3-11
3.3.3 現サバキ橋の概要	3-13

	頁
第4章 計画の内容	4-1
4.1 目的	4-1
4.2 要請内容の検討	4-1
4.2.1 要請内容の妥当性	4-1
4.2.2 類似計画と他の援助計画	4-2
4.2.3 実施運営計画	4-5
4.2.4 技術協力の必要性の検討	4-9
4.2.5 協力実施の基本方針	4-9
4.3 計画橋梁の内容	4-10
4.3.1 架橋位置	4-10
4.3.2 計画橋長	4-11
4.3.3 幅員構成	4-11
4.3.4 橋梁形式	4-12
4.3.5 取付道路	4-12
4.3.6 現橋撤去の必要性	4-14
4.3.7 計画内容	4-14
4.3.8 ケニア政府負担工事の範囲	4-14
4.3.9 維持管理計画	4-15
第5章 基本設計	5-1
5.1 設計の基本方針	5-1
5.2 設計条件の設定	5-2
5.3 橋梁形式の選定	5-5
5.3.1 上部工形式の選定	5-5
5.3.2 下部工の選定	5-9
5.4 基本設計の内容	5-11
5.4.1 上部工の設計	5-11
5.4.2 下部工の設計	5-12
5.4.3 取付道路の設計	5-12
5.4.4 基本設計図	5-13
5.6 概略工事数量	5-20

	頁
5.7 施工計画 -----	5-20
5.7.1 施工方針 -----	5-20
5.7.2 建設事情および施工上の留意点 -----	5-23
5.7.3 施工管理計画 -----	5-23
5.7.4 資機材調達計画 -----	5-25
5.7.5 実施工程 -----	5-27
5.7.6 概算事業費 -----	5-29
第6章 事業の効果と結論 -----	6-1
6.1 事業効果 -----	6-1
6.2 結論 -----	6-2

添付資料

Annex-1 調査団の構成 -----	A-1
Annex-2 調査日程表 -----	A-2
Annex-3 面会者リスト -----	A-5
Annex-4 収集資料リスト -----	A-6
Annex-5 協議議事録 -----	A-8
Annex-6 ボーリング柱状図 -----	A-16
Annex-7 将来交通量の子測結果 -----	A-21
Annex-8 サバキ橋現況写真 -----	A-22
Annex-9 計画橋長の検討 -----	A-27
Annex-10 河川水位変動図 -----	A-39
Annex-11 施工計画図 -----	A-40

— 図目次 —

	頁
図2.1 代表的気候帯の降雨と気温	2-2
図3.1 調査対象地域の行政区分と道路網図	3-1
図3.2 マリンディの月平均降雨量と気温	3-2
図3.3 調査対象地域の開発計画	3-8
図3.4 架橋位置の推定土層図	3-10
図3.5 交通量調査地点	3-11
図3.6 現サバキ橋の一般図	3-14
図3.7 主ケーブルのワイヤーロープの現状	3-15
図4.1 道路サブセクターへの外国援助（1993/94年）	4-4
図4.2 公共事業・住宅省の組織図	4-5
図4.3 道路局組織図	4-5
図4.4 道路局予算の変遷	4-6
図4.5 架橋位置図	4-10
図4.6 取付道路の比較検討	4-13
図5.1 上部工の代替案	5-7
図5.2 代替案の比較検討	5-10
図5.3 上部工断面図	5-11
図5.4 取付道路断面図	5-13
図5.5 平面・縦断図	5-14
図5.6 橋梁一般図	5-15
図5.7 上部工構造図	5-16
図5.8 橋台（A 1）構造一般図	5-17
図5.9 橋台（A 2）構造一般図	5-18
図5.10 橋脚構造一般図	5-19
図5.11 施工管理体制	5-24
図5.12 事業実施工程表	5-29

— 表目次 —

	頁
表2.1 ケニア共和国の運輸部門の生産額	2-4
表2.2 道路種別および表層タイプ別の延長	2-4
表2.3 車両登録台数の変化	2-5
表2.4 鉄道輸送 (1988 - 1992)	2-6
表2.5 モンバサ港の貨物取り扱い量	2-6
表2.6 2大空港の旅客・貨物取り扱い量	2-6
表2.7 石油輸送量	2-7
表3.1 州別の社会／経済／道路状況	3-2
表3.2 調査対象地域の社会／経済／道路指標	3-3
表3.3 社会環境整備状況	3-4
表3.4 調査対象地域の区分別道路延長	3-5
表3.5 類似橋梁諸元と目視調査結果	3-6
表3.6 調査対象地域における現在進行中の開発計画と将来開発計画	3-5
表3.7 河川水および井戸水の水質分析結果	3-11
表3.8 交通量調査結果	3-12
表3.9 サバキ橋における年平均日交通量	3-12
表3.10 交通量の伸び率	3-13
表4.1 道路サブセクターへの外国援助 (1993/1994年)	4-3
表4.2 公共事業・住宅省の現地貨支出内訳 (1988/89～1992/93)	4-8
表4.3 道路部の支出	4-8
表4.4 コンクリート橋と鋼橋の比較検討	4-12
表5.1 代替案の比較検討	5-8
表5.2 その他の建設資材調達計画	5-27

第1章 緒論

第1章 緒論

ケニア共和国は日本国政府に対し、1993年6月、沿岸州（Coastal Province）キリフィ郡（Kirifi District）の海岸線に沿って走る国内幹線道路（National Trunk Road - B8）上に位置するサバキ橋の架け替え事業に対して無償資金協力を要請した。

この要請を受けて、日本国政府は無償資金協力の枠組内で本事業の実施可能性を検証するために基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は、本州四国連絡橋公団第三建設局大三島管理事務所維持補修課長佐々木雅敏氏を団長とする基本設計調査団を1993年7月25日から同年8月28日に亘ってケニア共和国へ派遣した。

調査団は、ケニア政府関係者と要請内容について協議するとともに、調査対象地域であるB8ルート周辺およびタナ河流域の開発計画の把握、サバキ橋の現況、建設資機材の調達状況および建設事情等に関する調査および資料収集を実施した。また、主な現地調査として、架橋地点の自然条件調査、新橋の架橋位置、幅員、計画高、橋梁規模および形式の予備的検討等を実施した。さらに、ケニア政府とこれらの内容に関わる協議を行うとともに、ケニア政府側の負担範囲を確認した。

帰国後、現地調査結果を踏まえ、架け替え計画の意義、内容、効果および無償資金協力案件としての妥当性を検討するとともに、橋梁形式、規模等について検討を加え、それに基づき基本設計を実施した。基本設計では、施設の構造検討、概略工事数量の算定、施工計画、概略事業費の算定、事業の評価等の作業を実施した。

これらの検討結果は、基本設計調査報告書に取りまとめられた。

なお、調査団の構成、現地調査日程、面会者および収集資料リスト、協議議事録は、巻末の資料編にAnnex1～5として添付した。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

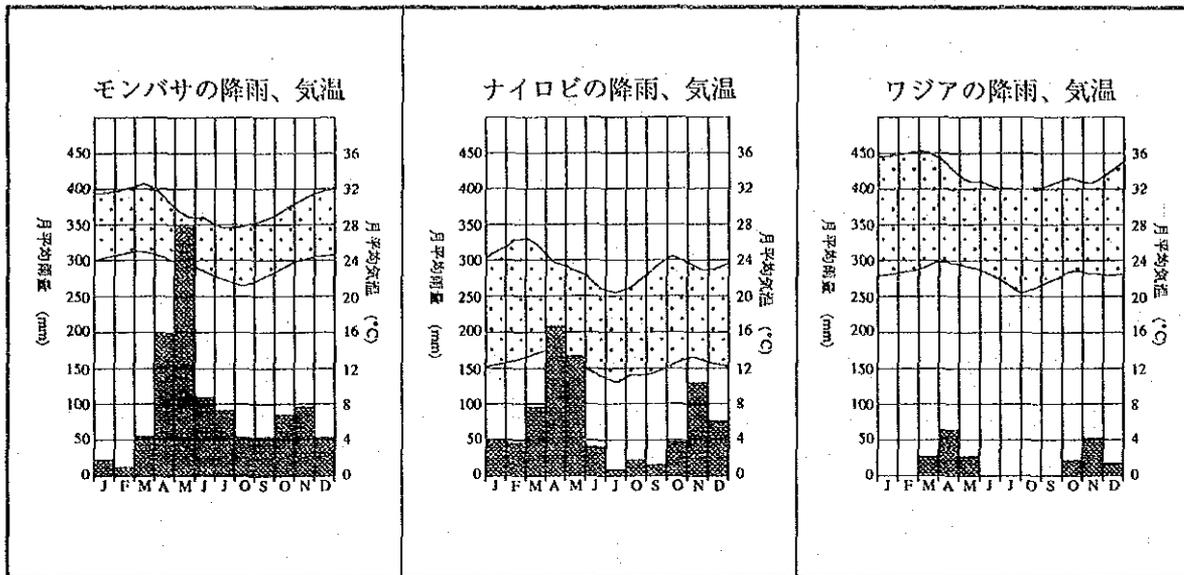
2.1 ケニア共和国の概要

2.1.1 一般概要

1963年英国より独立したケニア共和国は、総面積58万3千km²で日本の面積の約1.6倍を有し、アフリカ東海岸の東経34°~42°、北緯4°40'~南緯4°40'に位置している。東はインド洋、ソマリア、北はエチオピア、スーダン、西はウガンダ、南はタンザニアと境界を接している。

東部海岸地帯から内陸部に入ると、地勢は海拔1,000~2,000mの草原で、小灌木の高原サバンナ地帯になり、茫漠たる高原がウガンダ国境にまで広がっている。総面積の大半を占める北東辺境地帯は、ほとんど降雨をみない半砂漠地帯で、農業地帯は海拔1,000~2,500mの南部高原地帯に位置している。

国土の海拔が大きく変化するため気候もそれに伴い地域により多様に変化し、それらは3つに大別される。すなわち、インド洋沿いの熱帯性気候、南西部高原地帯の内陸性気候と北西辺境地帯の半乾燥気候である。ケニア第二の都市モンバサ (Mombasa) は熱帯性気候帯に位置し、その年平均降雨量は1,200~1,600mm、年平均気温は26℃~28℃で、雨期は3~6月の大雨期と10~11月の小雨期に分けられる。一方、ケニアの首都であるナイロビ (Nairobi) は海拔1,700mの高地で内陸性気候帯に属し、年平均雨量は800~1,200mmであり、気温は18~20℃で年間を通じてしのぎ易い。さらに半乾燥地帯の代表的な都市ワジラ (Wajir) では、年平均気温は28℃以上であるが、降雨量は200mm未満で非常に少ない。図2.1に代表的気候帯の降雨と気温を示す。



(出典：Technical Data Manual For Design of Bridges Volume 2 Climatological Data)

図2.1 代表的気候帯の降雨と気温

1991年におけるケニアの人口は2,480万人、その増加率は年間3.7%で、人口増加率の高いアフリカ諸国の中でも特に高い値を示している。その内、農業生産に依存している地方部の人口は83%を占めており、残りの17%が都市部の人口である。1980年の都市人口比率が14%であったことから、ケニアでは急激に都市部への人口の流入が進んでいる。ちなみに、首都ナイロビ、第二の都市モンバサの人口密度は各々2,285人/km²、2,359人/km²と判断できる。

2.1.2 経済概要

ケニアはサブサハラ諸国の中では比較的工業化の進んだ国の一つであるが、GDPの約1/3、輸出の2/3をコーヒー、茶、園芸作物などの農業セクターに依存しており、特にコーヒー、茶の2品目だけで輸出の約50%を占めている。なお、国土の大半を占める北東辺境部が半砂漠地帯であるので、農業の中心は南西部高原と一部の海岸地域に限定されている。このようにケニア経済は天候条件および世界の一次産品市況によって大きな影響を受けやすいという特徴を有する。

1980年代前半から後半にかけてのケニア経済は、農業が天候とコーヒー価格の高値に恵まれ、製造業も農業生産好調の影響、原油価格の低下、貿易自由化の効果によって堅調に推移し、全体として平均5.1%のGDP成長率を達成した。しかし、1989年になると、輸出の約40%を占めるコーヒー価格の下落が影響して、農業成長率は3.9%

に低下し、全体のGDP成長率は4.9%に低下した。さらに1990年に入ると、主要輸出品目であるコーヒー、茶の価格がともに低迷し、農業成長率は-1.1%に落ち込み、GDPの成長率も4.3%まで低下した。その後GDPの成長率は1991年に2.2%、1992年は0.4%と低下し、独立以来最悪の値を示している。

前述のようにケニア経済は不安定な状況にあり、現象面で以下のような4つの困難に直面している。

— 巨額な財政赤字

ケニアの財政構造は、税収等の経常歳入と外国からの援助を歳入として経常支出および開発支出を賄う仕組みであるが、財政収支は恒常的な赤字である。

— 国際収支赤字の増大

ケニアの国際収支の構造は、輸入が輸出の2倍近いため、恒常的な貿易収支の大幅赤字を観光収入や無償援助などの貿易外収支、移転収支で埋め、さらに不足額を政府借款等の長期資本流入で補う仕組みである。しかし、コーヒー、紅茶等の輸出価格の大幅下落により貿易赤字は増大し、外貨準備も減少している。

— 対外債務の増大とデット・サービス・レシオ（債務返済比率）の上昇

1988年末の長期対外債務残高は59.96億ドルであり、1980年の35.07億ドルから70%増加している。またデッド・サービス・レシオも上昇基調にあり、1989年で33.4%と高水準である。

— インフレの深刻化

消費者物価上昇率は石油危機後の1985年まで2桁インフレであったが、1986年5.7%、1987年には7.1%と比較的落ち着いていた。しかし、原油価格の上昇、為替レートの切下げ、通貨供給量の増大等により、1990年15.8%、1991年19.6%、1992年27.5%と悪化の一途をたどっている。

さらに、1991年11月のパリCG会議（援助国会議）での世銀の構造調整商品借款の停止に端を発し、各国からの2国間援助も低調となった。これがケニア経済に及ぼした影響は甚大なものがあり、外貨不足、生産材の不足、失業の増大、インフレの拡大と景気の後退に拍車をかける結果となっている。

2.2 運輸セクターの概要

ケニアにおける運輸部門は伝統的に2つの重要な役割を果たしてきた。1つは国家開発の基盤であり、他の1つは隣国へ直結した重要な輸送機関としての役割である。この運輸部門は、道路、鉄道、水/海運、航空とパイプラインの5つのサブセクターで構成されている。1992年の運輸部門の全生産額は27,590百万ケニアシリングで前年度と比較すると11%の伸率に留まっており、1991年の伸率20%と比較すると9.0%の減少である。この原因は高いインフレ率、外貨不足等、上記国内経済の疲弊である。この運輸部門の中で、道路サブセクターは50%弱を占め、ケニアの発展の基盤となる最重要部門である。

ケニアの運輸部門の生産額を表2.1に示す。

表2.1 ケニア共和国の運輸部門の生産額

単位：百万ケニアシリング

サブセクター	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年 (占有率)
道路	7104.0	8,430.0	9,554.0	11,958.0	13,680.0 (49.6%)
鉄道	1,358.0	1,474.0	1,926.0	2,284.0	2,334.0 (8.5%)
水/海運	1,598.0	2,222.0	2,688.0	3,092.0	3,500.0 (12.7%)
航空	3,100.0	3,852.0	5,738.0	6,820.0	7,312.0 (26.5%)
パイプライン	554.0	584.0	622.0	606.0	764.0 (2.7%)
合計	13,714	16,562.0	20,528.0	24,760.0	27,590.0 (100.0%)

(出典：Economic Survey 1993)

1) 道路

ケニアの道路は区分道路 (Classified Road) と未区分道路 (Unclassified Road) に大別され、総延長150,600kmである。区分道路は10,859.8kmの延長を持つ特別道路を加えて計62,572.5km (1991年) の総延長を有する。これはさらに6つの道路種別に分けられる。これら6道路種別の延長を表2.2に示す。

表2.2 道路種別および表層タイプ別の延長 (単位：km)

	1985		1987		1989		1991	
	アスファルト 道路	砂利/ 未舗装道路	アスファルト 道路	砂利/ 未舗装道路	アスファルト 道路	砂利/ 未舗装道路	アスファルト 道路	砂利/ 未舗装道路
国際幹線道路	2,328.5	1,241.8	2,441.9	1,241.8	2,607.9	971.0	2,607.9	971.0
国内幹線道路	1,217.5	1,548.1	1,273.2	1,548.1	1,171.2	1,569.3	1,364.2	1,377.7
主要道路	1,931.7	5,852.1	1,965.0	5,852.1	2,242.9	5,534.7	2,424.6	5,402.5
2次道路	713.9	10,261.8	713.9	10,261.8	968.6	10,027.5	1,148.4	10,006.8
地方道路	378.1	25,848.7	378.1	25,848.7	512.0	25,262.7	593.4	25,816.2
特別道路	161.0	2,787.9	161.0	2,787.9	184.2	10,635.7	184.9	10,674.9
合計	6,730.7	47,540.4	6,933.1	47,540.4	7,686.8	54,000.9	8,323.4	54,249.1

(出典：Third Highway Sector Program 1992-2000)

初期の道路開発計画は道路使用者へ安定したサービスを供給することに力点が置かれ、主に幹線および主要道路の建設が実施された。その後は、地方開発の促進政策に従い、地方の低規格道路の改修が重点的に実施された。現在は第6次5ヶ年計画の枠組みに沿い、既設道路の維持・修繕が優先的に実施されている。

道路延長の低い伸び率に対し、車両登録台数は表2.3に示すように過去5年間で年平均5.2%の伸び率を示している。この中で伸び率の高い車両はバスと乗用車であり、これらの多くは商用と自家用の2つの目的に使用されている。過去のデータを長期的に見ると、トラックはその他の車種に比べて比較的低い伸びであるが、トレーラーはトラック以上の勢いで増えており、車両の大型化が進んでいるといえる。

表2.3 車両登録台数の変化

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
乗用車	115,316	116,852	122,300	126,188	127,351	133,335	141,791	149,696	157,696
ピックアップバン等	59,358	59,618	64,805	69,441	69,457	73,718	78,501	83,400	88,300
トラック	23,634	23,335	24,769	26,186	25,190	27,916	29,706	31,183	32,583
バス	5,724	5,959	7,001	8,217	8,218	9,172	10,756	12,006	13,208
モーターサイクル	16,870	16,823	17,944	18,987	18,990	20,121	21,252	22,347	23,447
トラック、三輪自動車等	17,367	17,493	18,454	19,415	19,415	20,345	21,582	22,643	23,843
トレーラー	10,893	10,839	11,337	11,784	11,814	12,272	12,915	13,533	14,157
合計	249,162	250,919	266,610	280,218	280,435	296,879	316,503	334,808	353,234

(出典：Third Highway Sector Program 1992-2000)

ケニアはアフリカ諸国の中では比較的良く整備された道路網を有している。しかし、政府の道路予算不足による維持・修繕の不足、過積載車両の通行等のため、道路の路面状態はその大半が非常に悪く、既設構造物の劣化が著しい。その結果、車両走行の安全性の低下を含む低いサービス水準と高い車両運行費を招いている。

2) 鉄道

ケニアの鉄道はケニア鉄道公団 (Kenya Railways Corporation) によって運行されている。その延長は1,919km (1991年) におよぶが、1981年よりほとんど変化していない。過去5年間の鉄道貨物および旅客輸送量を表2.4に示すが、貨物・旅客ともに近年減少している。

表2.4 鉄道輸送 (1988 - 1992)

	単位	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年
貨物	千トン	3,255	3,317	3,581	3,286	2,821
	百万トン・km	1,755	1,910	1,808	1,865	1,627
旅客	千人	4,037	3,347	3,109	2,635	2,563
	百万人・km	828	732	699	658	557

(出典：Economic Survey 1993)

3) 水/海運

ケニアの海岸線の延長は約400kmあり、大部分の海岸に珊瑚礁が発達している。この400kmにモンバサ、マリンデイ、ラム、キリファイ、シモニの5つの港がある。マリンデイ港を除いた4港は入江の穏やかな場所に位置しており、海象条件に恵まれているが、潮位差は比較的大きく約3.6mである。これら5港を出入船舶数および登録トン数で比べると、各々89%、99%がモンバサ港に集中している。モンバサ港の過去5年間の貨物取り扱い量を表2.5に示す。

表2.5 モンバサ港の貨物取り扱い量

	単位：千トン				
	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年
輸入貨物	4,867	5,200	5,192	5,310	5,810
輸出貨物	1,783	1,995	2,297	1,792	2,083
合計	6,650	7,195	7,489	7,102	7,893

(出典：Economic Survey 1993)

4) 航空

ケニアには、ナイロビにあるジョモケニアッタ国際空港とモンバサのモイ国際空港の2大国際空港のほかに、12の主要空港がある。しかし、航空旅客・貨物の97%をこの2大空港で取り扱っている。これら2大空港の過去5年間の取り扱い量を表2.6に示すが、旅客・貨物量ともに世界的な景気後退、国内経済の疲弊を反映して低迷している。

表2.6 2大空港の旅客・貨物取り扱い量

	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年
旅客(千人)	2521.9	2648.9	2653.5	2616.9	2581.8
貨物(千トン)	62.0	66.4	58.1	56.4	62.6

(出典：Economic Survey 1993)

5) パイプライン

ケニアは非産油国であるため原油は全て中近東諸国を中心とする産油国から輸入される。輸入原油はモンバサで精製され、1978年に完成した延長425kmのパイプラインでナイロビをはじめとする内陸諸都市へ輸送されている。表2.7に過去5年間の石油輸送量を示すが、総量の変動はほとんどない。

表2.7 石油輸送量

単位：千立方メートル

種別	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年
ガソリン	607.3	618.0	623.7	584.8	577.1
ケロシン	187.6	237.3	235.1	218.3	213.1
軽油	677.8	684.3	692.9	661.8	640.0
ジェット燃料	325.4	337.3	431.7	366.2	430.1
合計	1,798.1	1,876.9	1,983.4	1,831.1	1,860.3

(出典：Economic Survey 1993)

2.3 開発計画

ケニア共和国は、1989/90年度から経済安定化と構造調整に政策の中心をおいた第6次5ヶ年計画(1989~1993年)を実施している。本5ヶ年計画は基本的に1989年ケニア政府がIMF・世銀の助力を伴い作成した「1989-91年に向けての政策の骨子(Policy Framework Paper)」に準拠している。この計画の基本テーマは「進歩への参加(Participation for Progress)」を掲げ、基本目標として以下の8項目を柱としている。

- 雇用創出を主眼にした経済活動の拡大
- 農業及び工業の活性化
- 貿易収支改善のための輸出の振興
- 費用負担原理の適正化
- 民間活力の導入
- 民間部門の活性化
- 国際収支・通貨の安定、債務管理
- 地域格差の是正

また本5ヶ年計画では、GDPの年間平均伸率を5.4%に設定し、経済活動の拡大、国際収支の安定、地域格差の是正を進める上で、農業部門の開発及び活性化、また、これを支える運輸部門のネットワークの充実に力点を置いている。

さらに、運輸部門の政策として以下の5項目を掲げている。

- 既存施設の維持・管理を最優先とし、新規投資は開発ポテンシャルの高い事業におけるボトルネック解消を目的とするものに限る。
- 地方開発計画を推進させる。
- 僻地および交通不便地域へ適切な水準の運輸・通信手段を提供する。
- 建設・維持工事に際しては、労働集約的手法を採用し、雇用機会の創出につとめる。
- 隣接国と接続する道路を整備する。

上記第6次5ヶ年計画を踏まえて、公共事業・住宅省は1992年に第3次道路整備計画(1992~2000)を策定し、発表した。この第3次計画は、効果的な経済協力およびそれによる共通の課題の達成を念頭におき、国際機関である世銀、アフリカ開発銀行のみならずDAC諸国からの2国間援助をも考慮して策定された。その主要課題は以下の6項目を柱としている。

- 全ての既存道路の整備水準を許容水準まで高める維持・修繕を実施する。
- 道路改良およびオーバーレイ等により道路資本の保全を図る。
- 既設道路リンクを厳選し、改良を実施する。
- 全国規模(特に地方部)で接近性の向上を図る。
- 道路局の体制を強化する。
- 道路の安全性の向上を図る。

第3次道路整備計画は開発計画と定期補修計画の2つに大別されている。本計画実施に必要な総事業費723.6億ケニアシリングの68%を外国援助で、残りをケニア政府資金で賄う計画である。

開発計画

開発計画は1,318kmの補強と改修および2,903kmのアスファルト舗装への格上げ計画、砂利道の改修および橋梁の架け替え計画等で構成されており、総事業費564億ケニアシリングの内、75%を外国援助で、残り25%をケニア政府資金で実施する計画である。

定期補修計画

定期補修計画は実施中の再舗装計画と新規再舗装計画に大別され、実施中の再舗装計画はケニア政府資金(総事業費83.8億ケニアシリング)で実施し、アスファル

トによる再舗装（延長3,823km）と砂利による再舗装（延長10,108.6km）をともに外国資金（総事業費75.8億ケニアシリング）で実施する計画である。

本調査の対象事業であるサバキ橋の架け替え計画は、上記開発計画の橋梁架け替えリストの中に最優先事業としてリストアップされている。

2.4 要請の経緯と内容

1962年に建設された現サバキ橋は、国内幹線道であるB 8号線上のマリンディの北約8kmに位置する。橋梁構造は中央径間92.40m、側径間25.0m（マリンディ側）、17.1m（ガルセン側）の非対称形の自定式鋼製吊橋であり、車線は1車線である。本橋はサバキ河の河口近傍に位置し、塩害の影響を受けやすいにもかかわらず、不十分な維持・管理が原因で損傷が著しく、構造的に非常に危険な状態にある。このため数年前から公共事業・住宅省によって重量制限が行われている。一方、サバキ橋以北のタナ河の沿岸は農業を中心に大規模な開発が実施中である。サバキ橋以南にある老朽化した橋は1991年までに新橋に架け替えられ、サバキ橋を利用する交通量は年々増加している。このため、現サバキ橋は損傷に起因した耐荷力不足と一車線による交通容量不足により、B 8道路上のボトルネックとなっている。

現在進行中のB 8道路の一部であるマリンディーガルセンーブラ間の道路改良工事が完了するとさらに交通量の増大が予想されており、一車線で老朽化した現サバキ橋は近い将来B 8号線の重大なボトルネックになることは確実である。

上記現状を踏まえ、公共事業・住宅省は、現サバキ橋の架け替え計画を最優先事業として第3次道路整備計画の中に位置づけた。しかし、1992年のGDPの伸率0.4%は第6次5ヶ年計画に掲げた年平均伸率の日標値である5.4%を大きく下回り、ケニアの経済は著しい困難に直面している。本計画の緊急性および重要性、国内経済の疲弊した現状に鑑み、ケニア共和国政府は本事業の実施に対して日本政府へ無償資金協力を要請した。

要請内容は、上部工 - 2径間連続プレストレストコンクリート箱桁（橋長110m、総幅員12.9m）で下部工 - 2基の橋台と場所打ち杭を伴う円柱式橋脚の新サバキ橋を現サバキ橋の下流側に建設するものである。

本計画の目的は、短期的には現サバキ橋の荷重制限、交通容量の機能改善であり、中長期的には開発ポテンシャルの高い沿岸州の開発促進である。

第3章 計画地の概要

第3章 計画地の概要

3.1 調査対象地域

現サバキ橋は、モンバサから海岸線に沿って北上する国内幹線道路B8号線上のマリンディ（モンバサから125km）から北へ約8kmの所に位置し、サバキ河を渡河する橋梁である。行政区分上は沿岸州（Coast Province）のキリフィ郡（Kilifi District）に属す。調査対象橋梁であるサバキ橋の位置、近傍の道路網図および行政区分を図3.1に示す。

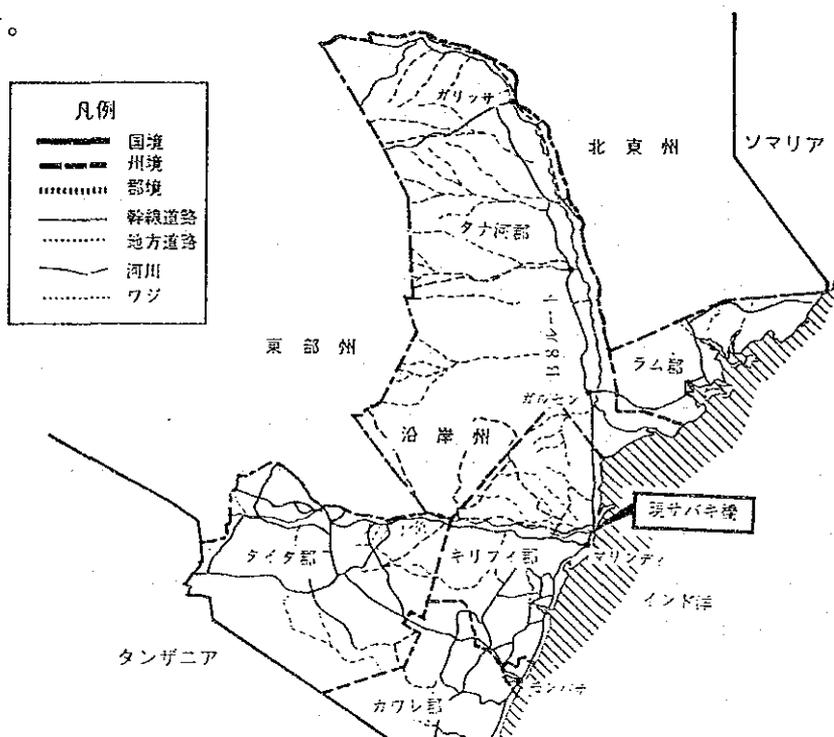


図3.1 調査対象地域の行政区分と道路網図

ケニアにおける沿岸州の社会・経済的位置付けを、表3.1に示す。沿岸州の面積、農地面積、所得ともにケニア全土の約14%を占めているが、人口は8%強、道路延長はケニア総延長の約9%で、道路密度は $7\text{km}/\text{km}^2$ であり、同地域は比較的人口が少なく、道路整備が遅れているといえる。また沿岸州の所得の77%をモンバサが占めており、これを除くと、ケニア総計の約3%に過ぎない。したがって、道路整備事業は沿岸州の開発基盤となるものであり、しいては地域格差の是正、農業部門の活性化を掲げる第6次5ヶ年計画の目標の達成に沿ったものであると考えられる。

表3.1 州別の社会/経済/道路状況

	面積 (占有率)		人口 ¹⁾ (占有率)		農地面積 (占有率)		所得 (占有率)		道路延長 道路密度	
	千km ²	%	千人	%	km ²	%	百万kshs	%	k m	km/km ²
ナイロビ特別区	0.6	0.10	827	5.40	0.7	0.12	16,640	33.11	385	56
中央州	13.2	2.27	2,345	15.31	13.1	2.30	5,258	10.46	7,736	59
沿岸州	83.6	14.35	1,342	8.76	83.0	14.59	7,075	14.08	5,859	7
東部州	159.9	27.45	2,719	17.75	155.7	27.37	3,380	6.72	12,991	8
北東部州	126.9	21.78	373	2.43	126.9	22.31	344	0.68	4,852	4
ニヤンガ州	16.1	2.76	2,643	17.25	12.5	2.20	4,329	8.61	7,200	57
地溝帯州	173.9	29.85	3,240	21.15	168.8	29.67	7,765	15.45	20,055	12
西部州	8.4	1.44	1,832	11.96	8.2	1.44	5,470	10.88	4,049	49
合計	582.6	100.00	15,321	100.00	568.9	100.00	50,261	100.00	63,127	11

注：1) 1979年の国勢調査に基づく

(出典：Statistical Abstract 1991)

計画地であるサバキ橋架橋位置に着目し、道路網の現況と想定される交通流を勘案して、本調査における調査対象地域をキリフィ、ラムおよびタナ河の3郡と考える。

3.2 調査対象地域の概要

3.2.1 自然条件概要

調査対象地域の気象はタナ河郡北部全域が半乾燥地帯であるのを除くと大半は熱帯性気候帯であり、その中心部にマリンディが位置する。マリンディの月平均降雨量と月平均最高最低気温を図3.2に示す。同地域における年平均降雨量は1,060mmと比較的多く、雨期は南東のモンスーンによる4月から6月までの大雨期と、北東モンスーンによる10月と11月の小雨期の年2回ある。一方、気温は年平均26℃、湿度60～80%で一年を通じて比較的蒸し暑い。

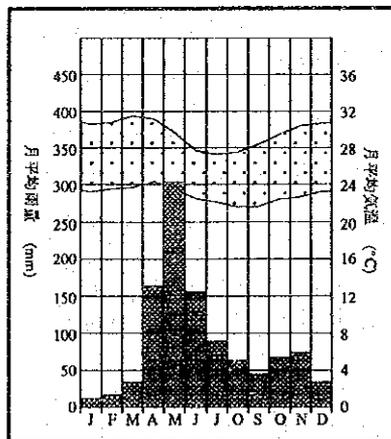


図3.2 マリンディの月平均降雨量と気温

(出典：Technical Manual For Design of Bridges, Volume 2 ; Climatological Data)

キリフィ郡の海岸線から幅5～20kmの地域、ラム郡の全域、およびタナ河郡のタナ河に沿った河口より約250kmまでの地域は、海拔45m以下の海岸平野あるいはタナ河流域の低地と称される湿地帯である。一方、海岸高地は海拔150～420mの地域で豊富な降雨と肥沃な土壌に恵まれており、農業適地である。タナ河郡の半乾燥平原は海拔100～600mで疎に低灌木に覆われており、牧畜、灌漑開発の可能性を有する地域である。

調査対象地域の地質の大半が第四紀堆積層で構成されている。さらに、土壌分布の視点からは、海岸線からおおむね幅50kmの粘土混じりの粗砂の地域、タナ河に沿って幅約10kmに分布する河床堆積物から成る沖積土層、その両側の幅5～10kmに位置する通称黒綿土 (Black Cotton Soil)、およびこれら以外の地域に分布する粘土混じりの砂質ローム層の4種類に大別されている。

3.2.2 社会・経済状況

表3.2に調査対象地域の社会／経済／道路指標を示す。調査対象地域における唯一の特産品は塩で、ケニア国全体の消費量の60%をラム地方で生産している。

表3.2 調査対象地域の社会／経済／道路指標

	面積 (占有率)		人口 ¹⁾ (占有率)		農地面積 (占有率)		所得 (占有率)		道路延長 k m	道路密度 km/km ²
	千km ²	%	千人	%	km ²	%	百万kshs	%		
キリフィ郡	12.5	14.95	430	32.04	12.4	14.94	660	9.33	1,688	13.5
タナ河郡	38.7	46.29	92	6.86	38.7	46.63	78	1.10	1,071	2.7
ラム郡	6.8	8.13	42	3.13	0.2	0.24	95	1.34	483	7.1
調査対象地域合	58	69.38	564	42.03	51.3	61.81	833	11.77	3,242	5.6
沿岸州合計	83.6	100.00	1,342	100.00	83.0	100.00	7,075	100.00	5,859	7.0

注：1) 1979年の国勢調査に基づく

(出典：Statistical Abstract 1991)

3.2.3 社会環境状況

調査対象地域の医療施設、通信／電力、教育施設、上水道等の社会環境整備状況を、表3.3に示す。同地域の医療に関わる問題として、医療施設の老朽化、薬および医師の不足、および医療施設利用への貧弱なアクセス等が挙げられる。通信／電力整備水準は非常に低く、B 8 ルートに沿ったモンバサーマリンディ間の地域を除くと、大半の地域は未整備の状況である。一方、教育施設に関わる問題点としては、医療施設の問題点と同様、施設の老朽化、道路事情に起因する長い通学時間、教員の不足およびそれらに起因した低い就学率である。さらに、上水道の整備状況もモンバサーマリンディ間の地域を除くと一般的に非常に遅れているといえる。

表3.3 社会環境整備状況

郡名	面積	人口	医療施設数	通信/電力	教育施設の数	上水道
キリフィ郡	12.5千km ²	43千人	3 - 病院 6 - 保健所 34 - 診療所	電話/電力線はB8ルートに沿ってのみ敷設されている。	181 - 幼稚園 14 - 青年工芸学校 262 - 小学校 41 - 中学校 1 - 農業訓練センター 1 - 農業専門学校	527kmのハイラインと64kmの配水ラインとがある。
外河郡	38.7千km ²	92千人	3 - 病院 3 - 保健所 26 - 診療所	外河郡には、電力供給システムはなく、大半は個人所有の発電機による電力を使用している。	111 - 小学校 11 - 中学校	地区の中心にのみ給水システムがあるがその他の地域は、溜池井戸を使用している。
ラム郡	6.8千km ²	42千人	2 - 病院 2 - 保健所 11 - 診療所	ラム郡にも、電力供給システムはなく、大半は個人所有の発電機による電力を使用している。	46 - 小学校 6 - 中学校 3 - 青年工芸学校	給水システムはなく、伝統的な集水法や井戸が使われている。

(出典：District Development Plan 1989 - 1993)

3.2.4 道路現況

調査対象地域における道路延長は表3.4に示すとおり延長3,242.2kmであるが、道路密度は全国平均値11km/km²を下回る5km/km²であり、アスファルト舗装率も全国平均値13.4%を下回る9.6%で、同地域の道路整備状況は非常に遅れている。さらに、一部の幹線道路を除く現道の多くは道路施設が貧弱である。例えば、適切な排水構造物がない為雨期には冠水して交通遮断が生じ、社会/経済活動に著しい支障を及ぼす現状である。

同地域における唯一の幹線道路は国内幹線道路8号線（B8ルート）である。B8ルートはケニア第二の都市であるモンバサからキリフィ、マリンディを経由して、その後タナ河右岸を通過して北上し、A3ルートとのジャンクションに至るまでの延長422.2kmの道路である。本路線は、全線2車線であるが、延長の30%（モンバサ—マリンディ間）のみアスファルト舗装で、残りは23%が砂利舗装、47%が未舗装である。アスファルト舗装されたモンバサ—マリンディ間の日交通量は1,500~4,000台と多く、道路状況は比較的良好であり、同区間には過去日本の援助で建設された新ニアリー橋、ムトアパ橋、キリフィ橋の3橋が位置する。マリンディからA3のジャンクションまでは日交通量が1,000~100台と低下する。その大部分が砂利あるいは未舗装道路で、雨期には冠水する区間が多くあり、現在マリンディーガルセン—ブラ間を優先区間とし、改良計画が進められている。

表3.4 調査対象地域の区別道路延長

道路区分	キリフィ郡		タナ河郡		ラム郡		調査対象地域合計		沿岸州合計	
	アスファルト舗装	砂利/未舗装	アスファルト舗装	砂利/未舗装	アスファルト舗装	砂利/未舗装	アスファルト舗装	砂利/未舗装	アスファルト舗装	砂利/未舗装
国際幹線道路 (A)	48.1	0.0	25.5	89.0	0.0	0.0	73.6	89.0	395.6	177.8
国内幹線道路 (B)	103.5	52.1	24.5	242.1	0.0	0.0	128.0	294.2	145.6	294.2
主要道路 (C)	28.2	197.3	29.0	0.0	0.0	93.4	57.2	290.7	116.0	481.8
2次道路 (D)	2.6	398.2	0.0	35.0	0.0	72.1	2.6	505.3	2.6	1,030.9
地方道路 (E)	48.3	724.9	0.0	626.0	0.0	263.9	48.3	1,614.8	79.6	2,496.1
特別道路 (F)	4.4	80.2	0.0	0.0	0.0	53.9	4.4	134.1	21.1	617.6
合計	235.1	1,452.7	79.0	992.1	0.0	483.3	314.1	2,928.1	760.5	5,098.4

(出典：District Development Plan 1989-1993)

3.2.5 B 8 ルート上の主要橋梁

1980年以前のモンバサーマリンディ間のB 8 ルート上には、モンバサ島と本島を結ぶ幅員5.5mで老朽化した鋼製浮橋のニアリー橋、モンバサから15km地点に1車線でベイリー桁を補剛桁とした150mの吊橋ムトアパ橋、およびモンバサから55kmに位置しフェリーによる渡河手段のキリフィ入江の3つの交通上のボトルネックがあった。これらボトルネックは、交通量の伸びに伴いモンバサ側より順次日本の援助で近代的な橋に架け替えられた。これら3橋の諸元と目視調査結果を表3.5に示す。

3.2.6 調査対象地域における開発計画の概要

調査対象地域、特にタナ河流域は高い開発ポテンシャルを有するが、社会基盤整備が立ち遅れているためその開発は遅れている。よって、ケニア政府は第5次および第6次5ヶ年計画に掲げた農業部門の開発/活性化、地域格差の是正、雇用の創出等の枠組みに沿って、タナ河流域の農業開発と移住/定住計画を推し進めている。調査対象地域における現在進行中の開発計画と将来開発計画およびそれらの位置を各々表3.6と図3.3に示し、現在進行中の主要開発計画の概要を以下に示す。

表3.6 調査対象地域における現在進行中の開発計画と将来開発計画

郡名	主要な実施中の事業	主要な将来開発計画
キリフィ郡	キリフィ地方農業開発計画 医療水準改善計画(UNDP,IDA) 総合給水開発計画(ドイツ政府) 教育施設改善計画 マリンディガレン道路改修計画	マリンディ地区道路改修計画 キリフィ地方農業開発計画 病院建設計画 食料増産計画
タナ河郡	タナデルタ灌漑計画 ブラ灌漑/定住計画 小規模灌漑計画 イターゴクワ給水計画 ドイツ定住計画(ドイツ政府) キリフィ道路改良計画	園芸作物拡張計画 コソク改良開発計画 小規模灌漑計画(タナ河口部、ガレン) 土壌保全計画 マリンディ灌漑計画
ラム郡	都市部給水拡張計画 モエ/キワガ地区給水計画 ウイワ地区給水計画 ケキガ湖給水計画 米増産計画 ヒンディ/マゴゴ地区定住計画 ラム郡マリンディ建設計画	ラム町道路改修計画 モエ/マリンディ改修計画 給水施設の建設計画

(出典：District Development Plan 1989-1993)

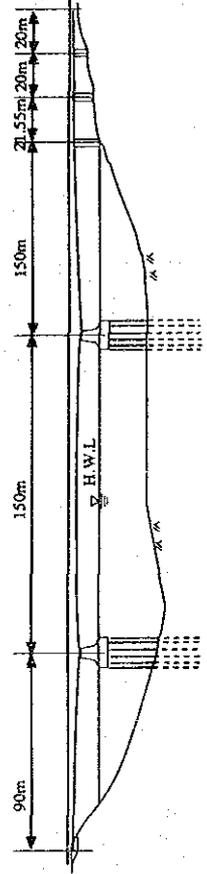
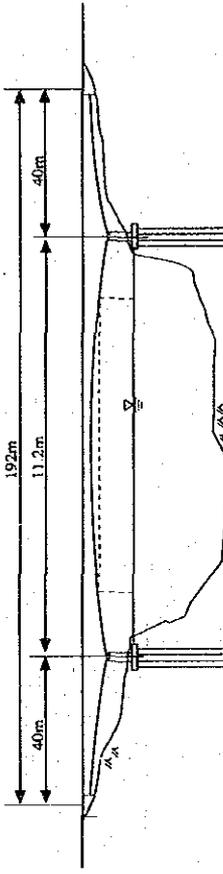
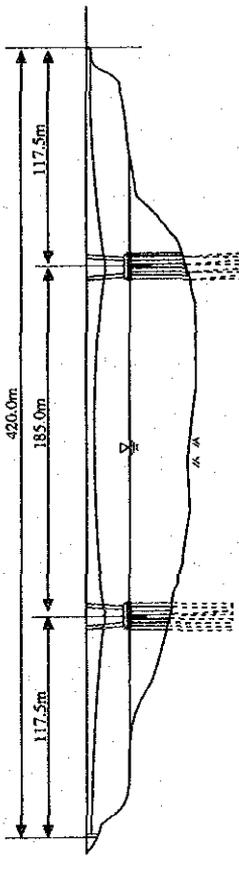
橋名	橋梁形式及び寸法諸元	目視調査結果
新ニイアリー橋 1980年 竣工	 <p>形式：3径間連続PC箱桁 総幅員：26.4m = 歩道・地覆2.95m x 2 + 車道9.50m x 2 (4車線) + 中央分離帯1.5m 工期：36ヶ月</p>	<ul style="list-style-type: none"> 伸縮継手として“マウラージョイント”を採用したが、損傷を受けやすく頻繁に補修が行われている。 桁コンクリートの表面に遊離石灰が観察されたが、その表面は良好である。
ムトアパ橋 1981年 竣工	 <p>形式：3径間連続PC箱桁 総幅員：12.0m = 歩道・地覆2.250m x 2 + 車道7.5m (2車線) 工期：24ヶ月</p>	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートの乾燥収縮長期クリープにより桁の垂れ下がりが発生し、その値は約25cmになる。しかしその進行は既に終了しているものと思われる。 度重なる伸縮継手の補修が実施された。
キリアイ橋 1990年 竣工	 <p>形式：3径間連続PC箱桁 総幅員：12.9m = 歩道・地覆2.45m x 2 + 車道8.0m (2車線) 工期：36ヶ月</p>	<ul style="list-style-type: none"> 完成してまだ2年しか経過しておらず、特別の損傷は観察されなかった。 照明燈の電線が盗難に遭い、機能していない。

表3.5 類似橋梁諸元と目視調査結果

ケニア共和国 サバキ橋架け替え計画調査

一 タナデルタ灌漑計画

この計画は、水田面積2,200haの灌漑を実施するものである。具体的には、この灌漑に大規模企業農園方式に基づいて機械化稲作を導入することにより、年間13,200トンの収穫量を目標とするものである。第一期の工期は1987～1996年であるが、その後の将来計画は灌漑面積12,000haである。

一 ブラ灌漑／定住計画

当初16,000haを灌漑し、そこに5,100家族を入植させる計画で1981年から実施されているが、現在既に10,000家族が入植しており、綿、とうもろこし、野菜等を栽培している。

一 ヴイツ定住計画

ドイツ政府の援助を基に5,150家族を定住させる計画であるが、現在既に3,000家族が定住しており、綿、とうもろこし、豆を栽培している。

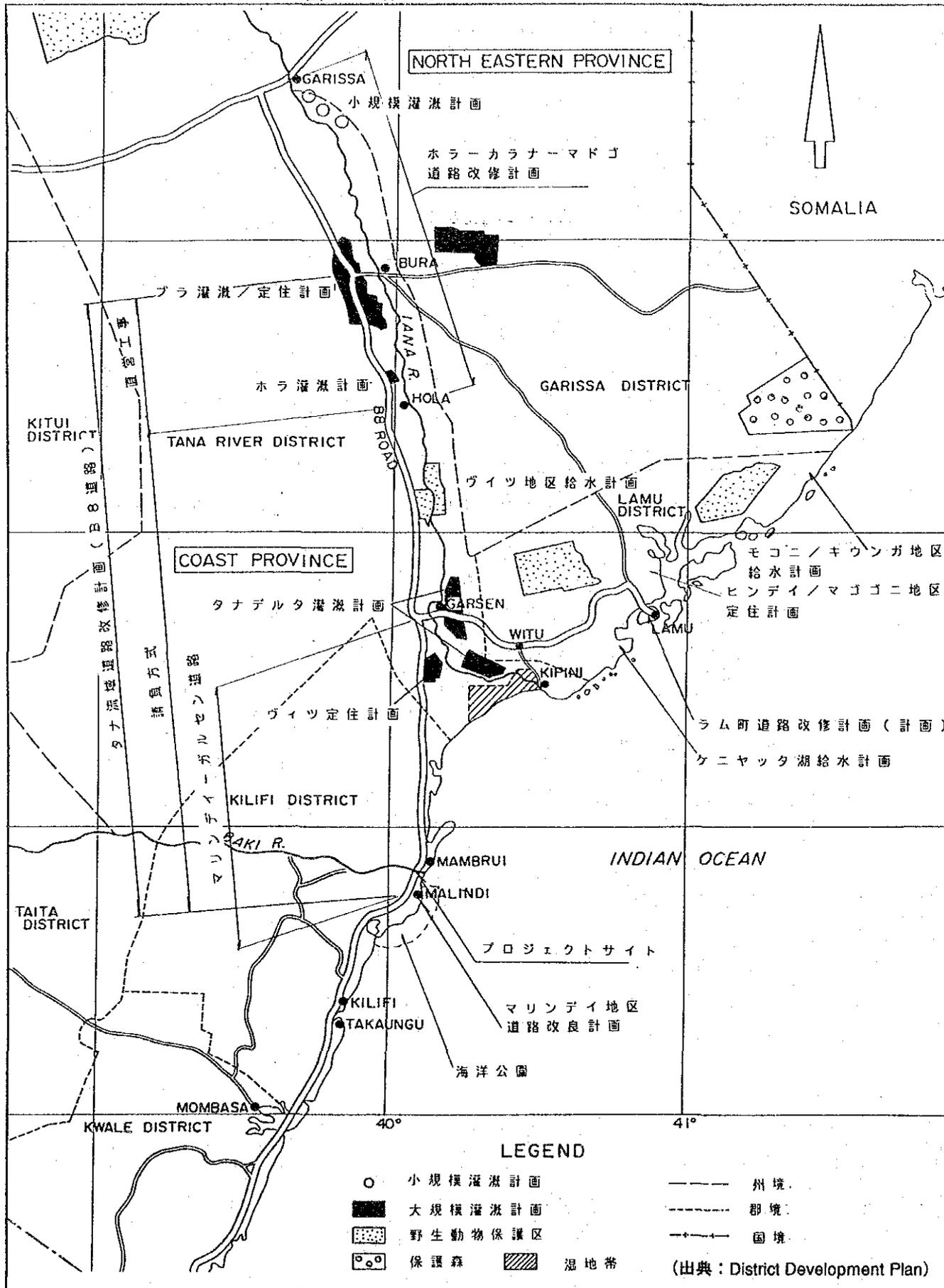
上記地域へのアクセスはマリンディからサバキ橋を通るB 8ルートが唯一のルートで、その重要性に鑑み現在改良計画が進められている。その概要を以下に示す。

一 マリンディーガルセーブラ道路改良計画

現道の線形改良、排水構造物の設置およびアスファルト舗装（車道6.5m、路肩1.5m）を行ない、全天候型道路に改良するものである。工期は1994年～1997年で、現在施工業者の選定作業が行なわれている。

この道路改良工事の終了およびタナ河の農業開発計画の進行に伴い、今後B 8ルート上の交通量はさらに増大するものと予想されている。

図3.3 調査対象地域の開発計画



3.3 計画地の概要

3.3.1 計画地の自然条件概要

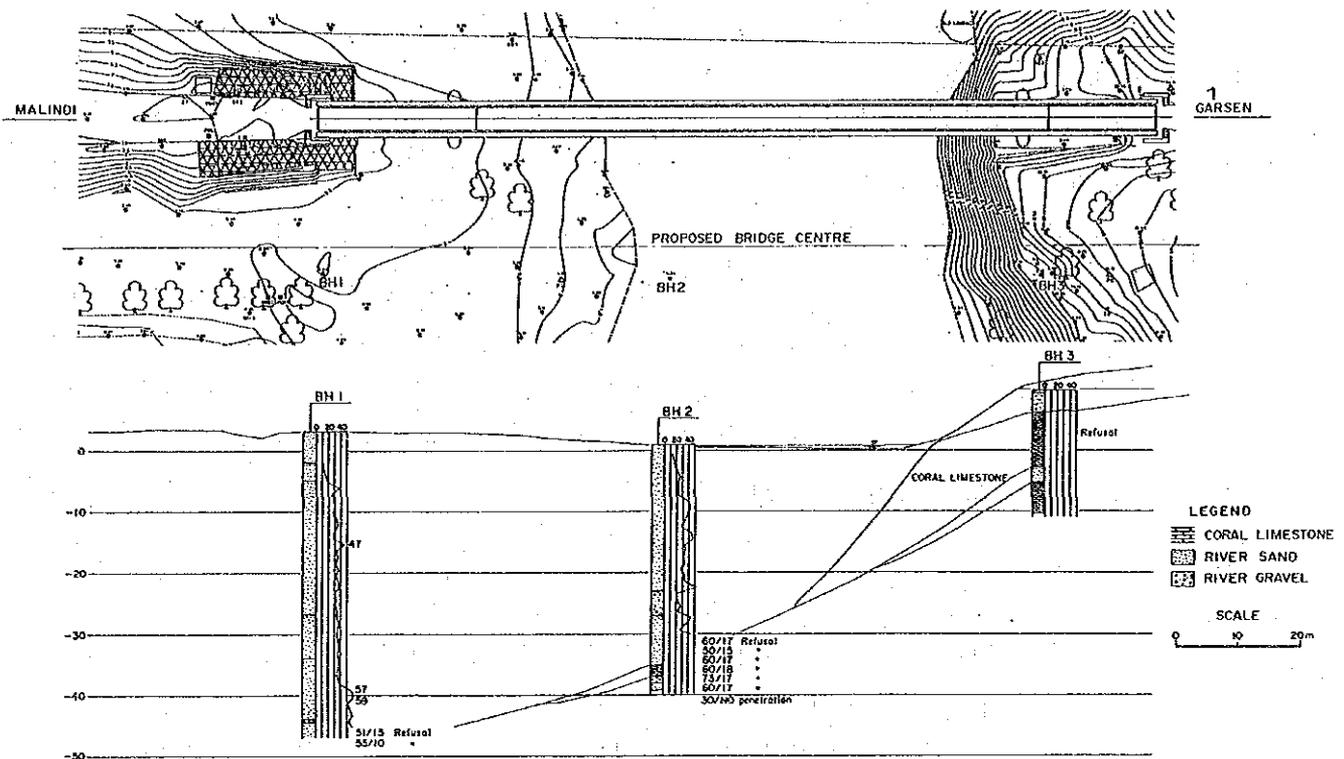
1) 地勢

計画地におけるサバキ河両岸はなだらかな丘陵地となっており、標高は10～15mである。本河は架橋地点で向きを東から南東に変えてインド洋に流れ込んでいる。架橋位置左岸部は水衝部となっており、架橋地点はサバキ河の狭隘な湾曲部に位置する。左岸側の現橋橋台付近ではコーラルの石灰岩の露頭が見られる。右岸一帯は河の蛇行で取り残された砂州が広がり、デルタとなっている。

2) 地質

計画地近傍の地質はおおむね第4紀洪積世の砂質堆積物であり、マリンディ一帯の海岸線には、化石を有するコーラルの石灰岩、礫の露頭、海成作用によって形成され固結した海砂、石膏が見られる。サバキ河の河口からマンブルイの間の海岸線に沿っては、サバキ河の流砂が風によって運ばれ堆積し、未固結の砂となって約30mの高さの砂丘を形成している。

架橋位置の地質は、左岸側のコーラルの石灰岩層を除くとおおむね砂堆積層である。この石灰岩層は急な角度でマリンディ側に傾斜しており、河床部では締まった砂の河川堆積物層が35～45mまでつづき、その下に石灰岩層と砂層の互層がある。石灰岩の許容支持力は約30トンと推定され、河床部の基層はN値30以上の締まった砂層と分類される。架橋位置におけるボーリング調査結果をAnnex-6に、その結果に基づき作成された架橋位置の推定土層図を図3.4に示す。



(出典：本調査による)

図3.4 架橋位置の推定土層図

3) サバキ河

サバキ河の源流はリフトバレーの東端に発つするアチ川であり、支川にキボコ川、ツアボ川を抱する流域面積38,000km²の大河である。降水量に対する年間流出率は2.3%と低い、これは河川流入前にその大部分が地下に浸透するか蒸発しているためである。計画地における既往最大の洪水は1961年11月にケニア全土を襲った大雨によるもので、既往最大洪水位はこの時の5.2mであると推定されている。

近年流砂による河床の上昇が観察されており、このため給水用取水堰が使用不能になるなどの被害がでている。河口一帯の海岸線はサバキ河からの土砂の流出により、この20年で約1km沖合いに延伸している。

4) 潮位

架橋予定地点は河口から約1km上流に位置し、潮の干満の影響を受け、満潮時には海水の流入が見られる。モンバサでの最高潮位 (HHWL) は3.93mであり、これは平均海水面 (MSL) - 測量基準高 - から+2.08mにあたる。

サバキ河の河川水および近傍の井戸水の水質分析結果を表3.7に示す。分析結果によると、満潮時の河川水の塩分濃度 (NaCl換算値) は1.28%と高い値を示しており、コンクリートの混合水としては使用できない事が判明した。

表3.7 河川水および井戸水の水質分析結果

指標	単位	河川水（満潮時）	河川水（下潮時）	近傍の井戸水
硫酸基 (SO ₄)	mg/l	853.6	38.8	97.0
塩基 (Cl)	mg/l	7,739.5 [1.28%]	237.6 [0.04%]	458.4 [0.57%]
全アルカリ量 (CaCO ₃)	mg/l	209	245	384
PH		8.0	8.3	7.5

注：[] 内はNaCl換算濃度

(出典：本調査による)

5) 地震

ケニアの地震調査報告書の震度分布図によると、計画地域はナイロビ北部の地溝帯を震源地とする地震に影響にされる”ゾーンVI”に位置する。したがって、橋梁設計に地震の影響を考慮する必要がある。

3.3.2 計画地の交通量

1) 現在交通量

公共事業・住宅省・道路局の計画部は定期的に全国規模で交通量観測を実施しており、計画地近傍のB 8ルート上では図3.5に示すように観測点B 8/8とB 8/7で車種別交通量観測が実施されている。よって本調査ではこれら調査結果を補足するために、同一地点で12時間交通量調査を実施した。これら調査結果に基づく日交通量を表3.8に示す。

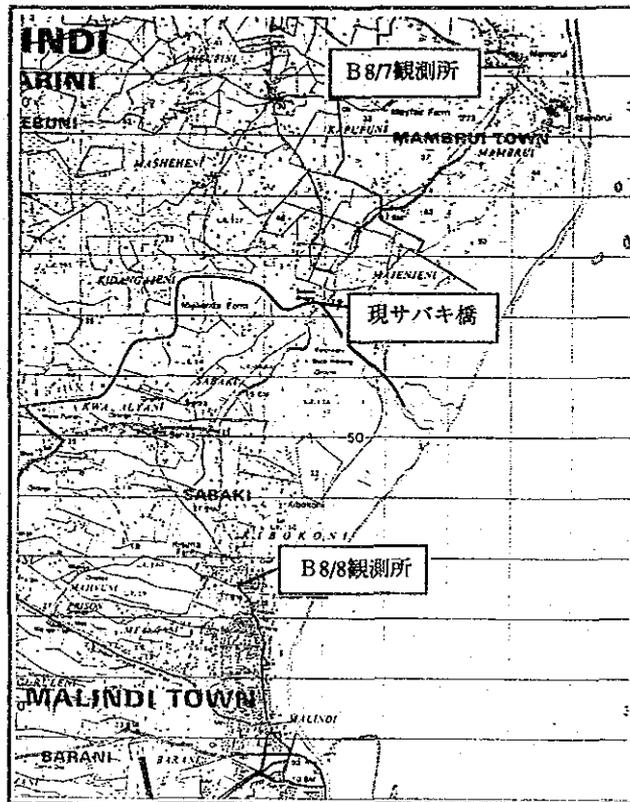


図3.5 交通量調査地点

表3.8 交通量調査結果

車種	観測点 B8/7			観測点 B8/8		
	昼間	夜間 ¹⁾	合計	昼間	夜間 ¹⁾	合計
乗用車	85	12	97	687	99	786
軽トラック	142	35	177	465	115	580
中型トラック	165	87	252	197	104	301
大型トラック	31	27	58	25	21	46
バス	18	1	19	39	2	41
合計			603			1,754

注： 1) 夜間交通量は1991年に計画部がB8/8において実施した24時間交通量観測結果に基づき推算した。

上記観測は観光客が多いハイシーズンである8月に実施されており、また観測点B8/8の交通量はマリンデイ市街地に隣接しているため、サバキ橋を利用しない乗用車、軽トラック等市街地内交通量も混入している。よって、B8/8における観測交通量を基に季節変動、市街地内交通量の控除補正を行い、サバキ橋の年平均日交通量を推算し、その結果を表3.9に示す。

表3.9 サバキ橋における年平均日交通量

車種	B8/8の推算日交通量	市街地内交通量補正 ¹⁾	季節変動補正 ²⁾	年平均日交通量
乗用車	786	20%	80%	126
軽トラック	580	30%	80%	139
中型トラック	301	65%	80%	157
大型トラック	46	100%	80%	37
バス	41	100%	80%	33
合計	1,754			492

注： 1) 過去に計画部によって実施されたB8/8、サバキ橋、B8/7における交通量調査結果に基づき算定した。

2) キリフィ橋F/S報告書に示されたB8ルートの日別交通量の変動に基づき算定した。

2) 将来交通量

将来交通量は、上記年平均日交通量を基に、自然増加による伸びと、B8ルート道路改修工事、サバキ橋の架け替えの終了に伴い発生する誘発交通を考慮して算定した。目標年次は1997年にサバキ橋の架け替えが終了するものと想定し、それから10年後の2007年とする。

自然増加による交通量の伸び率は、道路局が実施したサバキ橋のF/S報告書の中で使用された値を適用し、誘発交通量はマリンディーガルセン道路改良計画設計報告書の中で使用された値を本調査で用いた。これら数値を表3.10に示す。

表3.10 交通量の伸び率

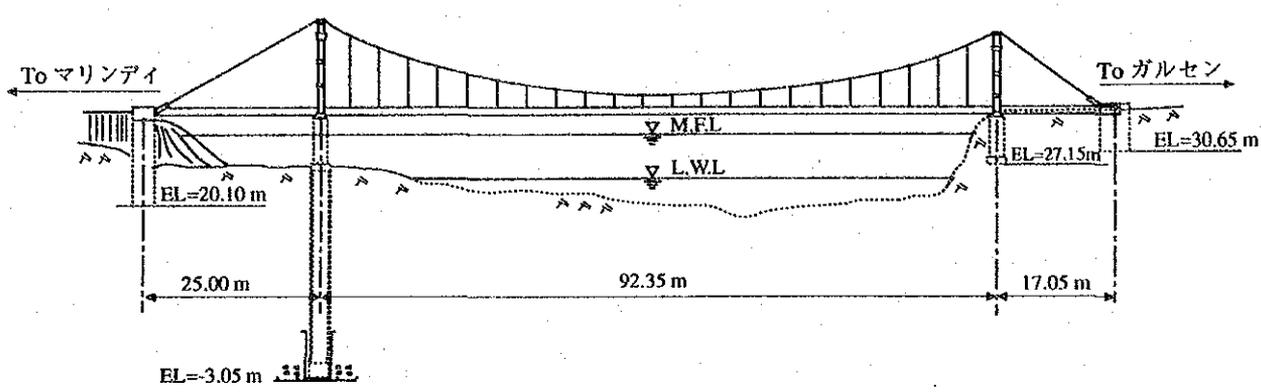
車種	自然増による伸率	自然増による交通量に対する誘発交通量率
乗用車	4.3%	25%
軽トラック	3.2%	25%
中型トラック	4.0%	20%
大型トラック	3.9%	20%
バス	3.2%	20%

上記乗率を使用して将来交通量を推算し、その結果をAnnex-7に示す。それによると目標年度2007年における年平均日交通量は乗用車換算値で3,200台となる。

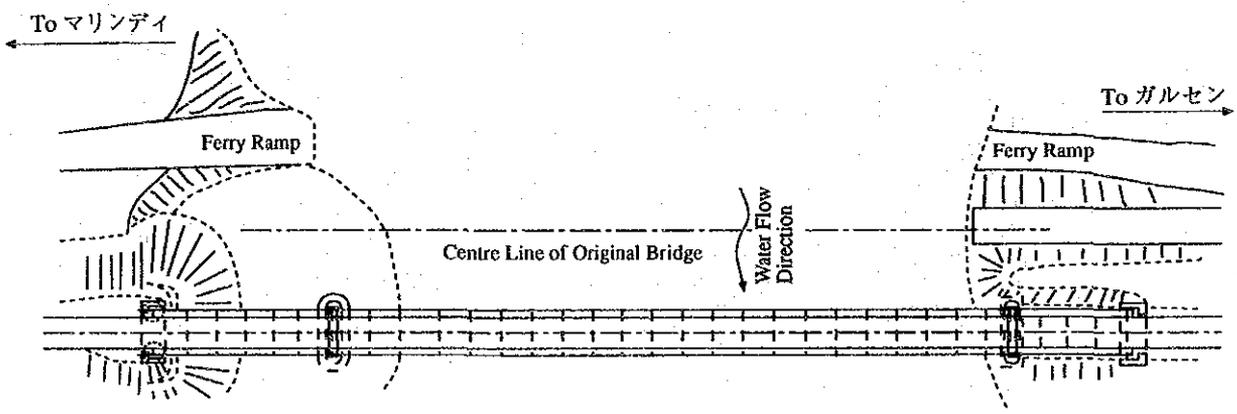
3.3.3 現サバキ橋の概要

1961年11月の洪水により旧サバキ橋が流出したため、サバキ河主流部に橋脚を設けず単支間でわたる吊橋が計画され、1962年に中央径間94m、側径間25m（マリンディー側）、17m（ガルセン側）の非対象形で自定式鋼製吊橋形式の現サバキ橋が完成した。適用設計活荷重はBS153のHA荷重で、幅員3.6mの一車線である。本橋はプレートガーダーの補剛桁を使用し、その桁は鋼棒を使ったハンガーによって支持され、ハンガーは、直径44mmのロックドコイル7本で構成される主ケーブルに力を伝達している。床版はデッキプレートの上にコンクリートを打設した鉄筋コンクリート床版である。現サバキ橋の一般図を図3.6に示し、現況写真をAnnex-8に示す。

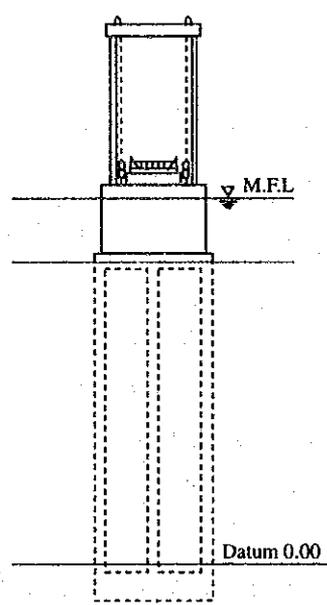
現サバキ橋の問題点は、1) 構造部材の著しい腐食と損傷による構造上の問題、2) 取付道路が2車線であるにもかかわらず、橋梁幅員が1車線しかないことによる機能上の問題、3) 計画洪水量に対する流下断面不足の可能性が挙げられる。1)、2)の問題に関しては以下で検討し、3)に関しては4.3.2節で検討する。



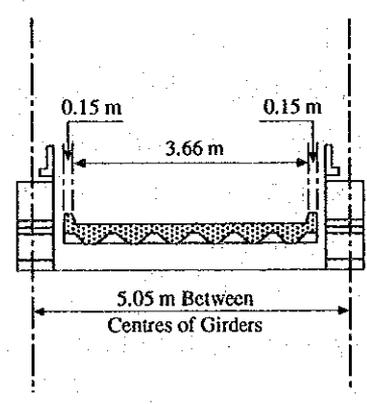
側面図



平面図



塔部断面図



断面図

ケニア共和国
サバキ橋架け替え計画調査

図3.6 現サバキ橋の一般図

1) 構造上の問題

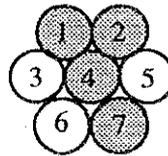
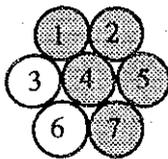
鋼製吊橋である現サバキ橋は河口より約3km上流に位置するため塩害の影響を受け易いにもかかわらず、定期的な維持・修繕がなされなかったことから、多くの部材が著しく腐食している事が判明した。また過積載車両の衝突により変形したと思われる部材の損傷も見られる。現サバキ橋の主要な損傷は以下のとおりである。

- タワー、補剛桁、ハンガーの腐食
- アンカーボルトの腐食と衝突による変形
- 主ケーブルのワイヤーロープの破断と腐食
- ケーブルバンドのずれ
- 基礎工（マリンディ側）の沈下

上記損傷のうち致命的なものは7本のロックドコイルワイヤーで構成されている主ケーブルのワイヤーの破断と腐食である。損傷の最も著しい箇所はガルセン側塔頂部付近であり、その損傷状況を図3.7に示す。

山側メインケーブル

海側メインケーブル



- : 耐荷力不足のケーブル
- : 耐荷力を有するケーブル

ロープ番号： 状態

- 1 : 29本のワイヤーの内15本は破断しており、残り14本は著しく腐食している。
- 2 : 2本のワイヤーが破断しており、残りのワイヤーは腐食が著しい。
- 4, 5, 7 : 29本全てのワイヤーが著しく腐食している。
- 3, 6 : 比較的良好である。

ロープ番号： 状態

- 1 : 29本のワイヤーの内15本は破断しており、残り14本は著しく腐食している。
- 2, 7 : 29本のワイヤーが全て腐食している。
- 4 : 正確には目視できないが、多くのワイヤーが破断・腐食しているようである。
- 3, 5, 6 : 比較的良好であるが、表面は著しく腐食している。

図3.7 主ケーブルのワイヤーロープの現状

(出典：Sabaki Bridge : Investigation of Cable Damages and Assessment of Residual Load Bearing Capacity)

この損傷によりサバキ橋は耐荷力不足を生じており、最大積載車両は約15トン程度と現在算定されているが、目視できないワイヤーが破断していると考えると7トン程度と推算している報告書もある。

塔頂部付近のワイヤーの損傷が特に著しい原因として以下の2項目が考えられる。

- ・ 非対象形吊橋のため、ガルセン側の主ケーブルに応力が集中し、超過応力の繰返しによる疲労破断が発生している。
- ・ ワイヤーの亜鉛メッキの不良また施工中のロープの取扱い不備により、ワイヤーの水密性がなくなり、雨水の浸透で内部に錆が発生した。

これら破断したワイヤーの修復は困難であり、ケーブル内部の腐食進行防止も不可能と考えられ、吊橋としての現在の構造系のみでは最終的にはケーブルの破断によって落橋に至るものと想定される。よって補修により現橋の利用を考えた場合、構造系を吊構造から桁構造に変更して利用する案が考えられる。すなわち、現橋の両側に桁を設け、これを横桁で連絡し、この横桁で吊橋の補剛桁を支持する形式である。

しかし、この補修案では増し桁部は鋼桁となるため維持管理の問題が残り、必要な車線拡幅に対応できない。よって、現橋を上記方法で補修して一車線橋梁として使用し、さらに一車線の新橋を併設して使用する案もある。しかし、2車線の新橋建設案と工費比較した場合、明らかに前者より後者の方が経済的である。したがって現橋補修案は現実的な案ではなく、新橋建設が望ましい。

2) 機能上の問題

現サバキ橋の機能上の問題は、前後取付道路が2車線であるにもかかわらず、現橋が一車線の狭幅員であり、現橋の交通容量が不足していることに集約される。これに加え、現橋の耐荷力不足のため、現橋の前後にゲートが設けられ、自由通行を規制しており、最低でも渡橋まで1～2分は待たされ、ピーク時には10分以上待たされている現状である。さらに、衝撃荷重低減のため橋上の走行速度規制を実施しており、140mの橋梁を通行するのに約30秒程度要する。

上記のように、現サバキ橋はB8ルート上唯一の交通上のボトルネックであり、車線追加が必要である。しかし、現橋を利用した拡幅は不可能であり、現橋を補強し一車線橋梁の併設する案も2車線橋梁建設に比べ不経済である。よって、対応策としては2車線橋梁の建設が望ましい。

第4章 計画の内容

第4章 計画の内容

4.1 目的

既設サバキ橋は調査対象地域において唯一の幹線道路であるB8ルート上に位置している。同橋は一車線のため交通容量が不足しておりかつまた構造部材の損傷により耐荷力不足を生じているため、交通上のボトルネックとなっている。このサバキ橋を2車線の近代的な橋に架け替えることによって、幹線道路としての機能を早期に回復して、高い開発ポテンシャルのあるタナ河流域の開発を促進し、市民生活の安定と経済活動の向上に貢献することを本計画の目的とする。

4.2 要請内容の検討

4.2.1 要請内容の妥当性

本計画対象橋梁であるサバキ橋は塩害の影響を受けやすいにもかかわらず、不十分な維持・管理が原因で構造部材に著しい損傷を受けている。これら損傷の中で致命的なものは主ケーブルの破断と腐食である。主ケーブルの破断により耐荷力は減少し、現在15トンの荷重制限を実施しているが、実際の耐荷力は約7トン程度との報告もある。この荷重制限がB8ルートの交通荷重上のボトルネックとなっている。このような現状にもかかわらず、塩や砂を満載した30~40トンの過積載車両および40~45フィートコンテナを積載したセミトレーラーやフルトレーラーが不法に通行しているため、致命的な損傷である主ケーブルの腐食は現在も進行中で、現サバキ橋は非常に危険な状態にある。さらに、万一サバキ橋が落橋した場合、それに代替する迂回路がないため、調査対象地域の社会/経済活動に計り知れぬ悪影響を及ぼすものと考えられる。よって、本計画の緊急性は非常に高いものと判断される。

サバキ橋以南のB8ルート上にあった老朽化した橋梁やフェリーによる渡河等の交通上のボトルネックは1991年までに全て解消された。その後、サバキ橋における交通量は増加し、現在B8ルートに残された唯一の交通容量上のボトルネックとなっている。また、サバキ橋以北に位置するタナ河流域は開発ポテンシャルが高く、第6次5ヶ年計画に沿って現在その開発が進められているため、同地域の開発に伴いサバキ橋における交通量はさらに増加するものと予想され、今後現サバキ橋は交通容量の視点からB8ルート上の重大なボトルネックとなる事が考えられる。したがって、本計画はこれら交通量の増大に対処するため、その必要性が高いと考えられる。

本計画実施に伴う波及効果は直接効果と間接効果に大別される。直接効果は、落橋確率低減による社会経済活動の安定、維持修繕費用の節約、走行費用の節約、輸送時間の短縮、交通快適度の増大、荷痛みの減少と積下し費用の節約、交通事故の減少である。一方間接効果は、タナ河流域の農業開発の促進、生産・輸送計画の安定度の向上、地域格差の是正、市場圏の拡大、都市人口の分散、流通過程の合理化、さらに治安悪化が進んでいる同地域北部の民生安定、医療・教育施設への接近性の向上等が考えられる。

本計画に起因した環境に及ぼす重大な影響はないものと予想されるが、計画地はマリンディ海洋保護区に近接しているので、工事中の泥水処理対策等には注意を要する。

4.2.2 類似計画と他の援助計画

現サバキ橋の位置するB8ルートの未整備区間であるマリンディーガルセナーホラーブラ間の道路改修計画は現在進行中で、1992年6月にコンサルタント選定を終了しており、現在工事業者の選定作業を実施している。工事開始予定は1994年4月で、工期は29ヶ月の予定である。本計画のF/S調査は1980年、詳細設計は1984年に実施されたが、これら設計・調査は道路改良を主眼にして実施されたため、サバキ橋の架け替え計画は除外されており、また予算の制約から工事対象からも除かれている。

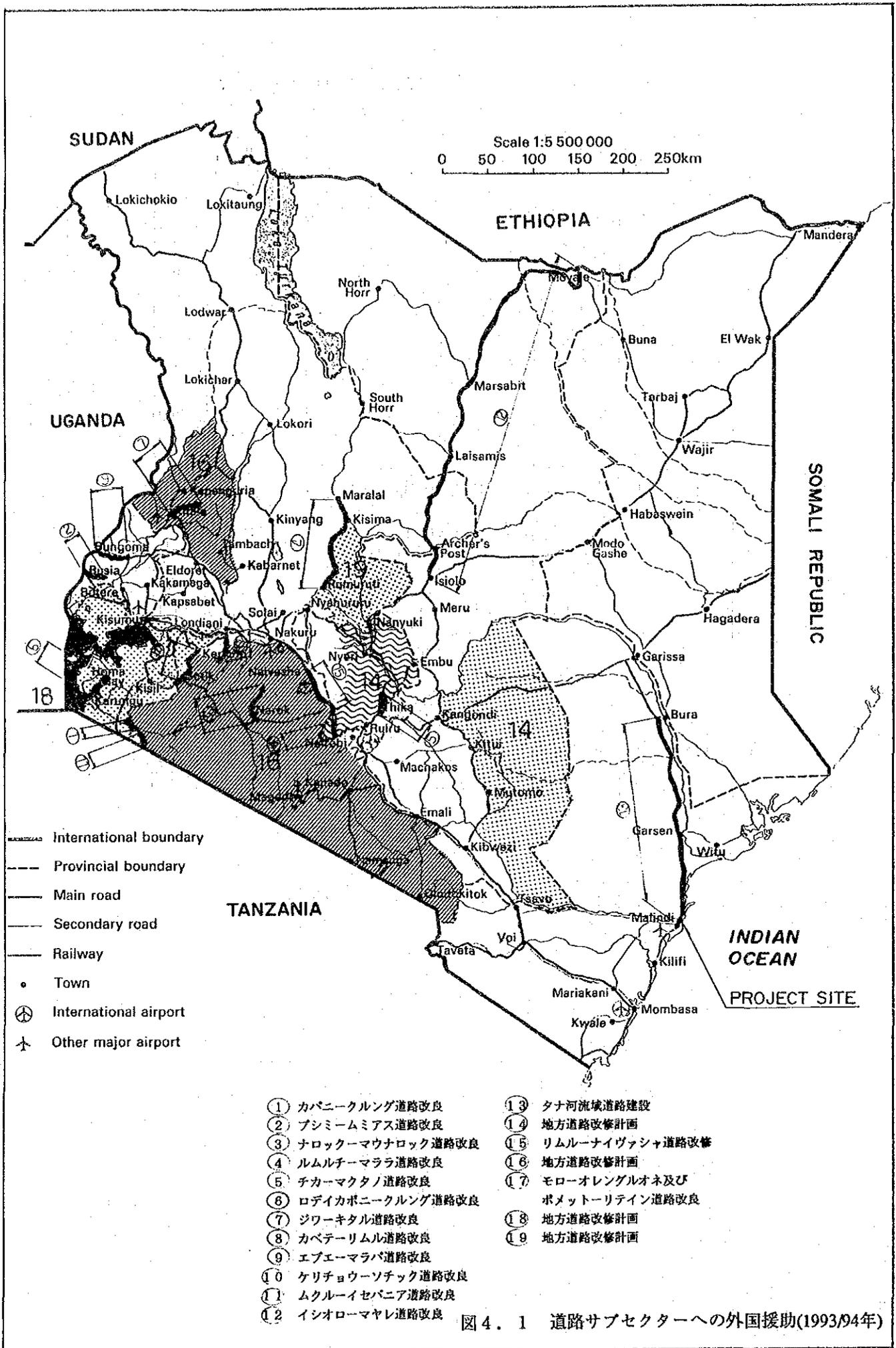
会計年度1993/1994における道路サブセクターに関与する外国援助の主なものを表4.1と図4.1に示す。この内アフリカ開発銀行（ADB）とヨーロッパ開発基金（EEC）のみが国際機関からの援助で、残りは全て2国間援助である。国際機関からの援助対象案件は主に幹線道路の改修計画であり、2国間援助の対象は日本による上記タナ河流域道路改修計画を除くとその大半が地方道路改修計画である。ちなみに日本の援助額は2国間援助額の約20%を占めている。なおこれらの援助は第2次道路整備計画に基づくもので、第3次道路整備計画は現在審議中である。

表4.1 道路サブセクターへの外国援助（1993/1994年）

供与国/機関	事業名	援助額 (千ケニア・ウント)
国際機関		37,570.0
アフリカ開発銀行	カニニクニク道路改良	2,800.0
アフリカ開発銀行	ブシヤミミ道路改良	4,800.0
アフリカ開発銀行	ナロクワマナロク道路改良	3,800.0
アフリカ開発銀行	ムルチマラ道路調査	1,100.0
アフリカ開発銀行	チカマクノ道路改良	2,900.0
アフリカ開発銀行	ロデイカニニクニク道路改良	3,000.0
アフリカ開発銀行	ジワキル道路改良	3,400.0
ヨーロッパ開発基金	カベテリム道路改良	2,500.0
ヨーロッパ開発基金	エプエマラ道路改良	1,770.0
ヨーロッパ開発基金	ケリョウソック道路改良	4,000.0
ヨーロッパ開発基金	ムクルイハニア道路改良	6,000.0
ヨーロッパ開発基金	インロマレ道路建設	1,500.0
二国間		30,785.1
日本	ナ河領域道路建設	6,387.3
スウェーデン	地方道路改修計画	4,805.0
イタリア	リムルナイウアシャ道路改良	4,400.0
オランダ	地方道路改修計画 モロレンゲルオネ及び ホットリテイン道路改良	4,206.8 3,255.0
デンマーク	地方道路改修計画	2,600.0
スイス	地方道路改修計画	2,088.0
その他、カナダ、 アメリカ、ドイツ、サウジアラビア	地方道路改修計画等	3,043.0
合計		68,355.1

(1ケニアバウンド = 20ケニアシリング)

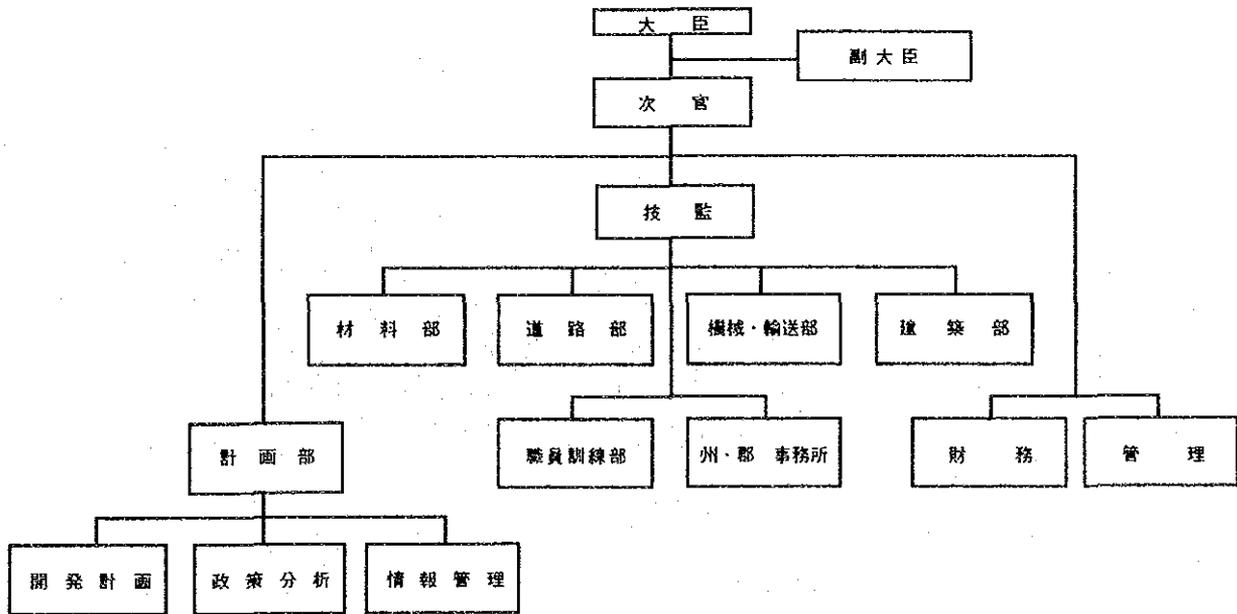
(出典：Development Estimates for the Year 1993/1994)



4.2.3 実施運営計画

1) 実施機関

ケニアにおける公共事業行政を統括する機関は公共事業・住宅省であり、同省は道路局を含む5局と中央計画部および各州、郡事務所より構成されている。公共事業・住宅省の道路局は、延長62,572kmの区分道路の設計・施工および維持管理を所管しており、設計部、施工部、舗装道路維持部、未舗装道路維持部の4部門と計画課、州および郡道路技師で構成されている。公共事業・住宅省と道路局の組織を図4.2および図4.3に示す。



(出典：Third Highway Sector Program)

図4.2 公共事業・住宅省の組織図

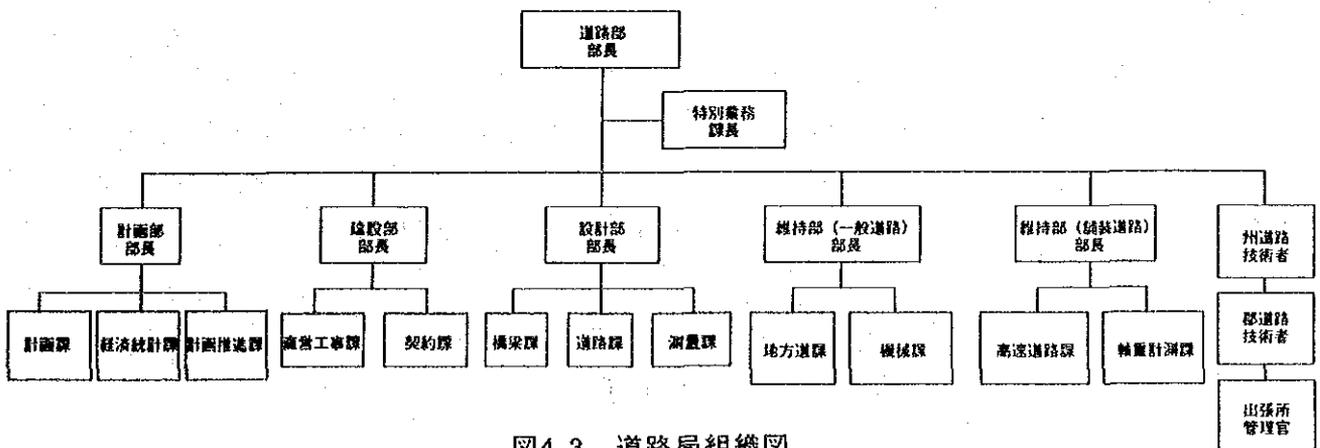


図4.3 道路局組織図

(出典：Third Highway Sector Program)

2) 公共事業・住宅省の予算

道路局の職員総数は現在12,279人で、この内訳は、174名の技師、1,059名の道路監督員、1,867名のプラント、建機のオペレーターを含む技工および技術員、7,924名の一般職員である。この人員構成は、技師クラスの不足と道路監督員クラスの過剰が指摘されているが、道路局全体の運営に大きな影響を及ぼすものではない。

過去20年間の道路建設費および維持管理費の変遷を図4.4に示す。1980年代はほとんど予算額の変化はなかったが、第6次5ヶ年計画が開始された1989年に入り、建設費は一時大幅に増加した。しかし1993年には、予算総額は外国援助額の減少に伴い前年度の約5%減となった。

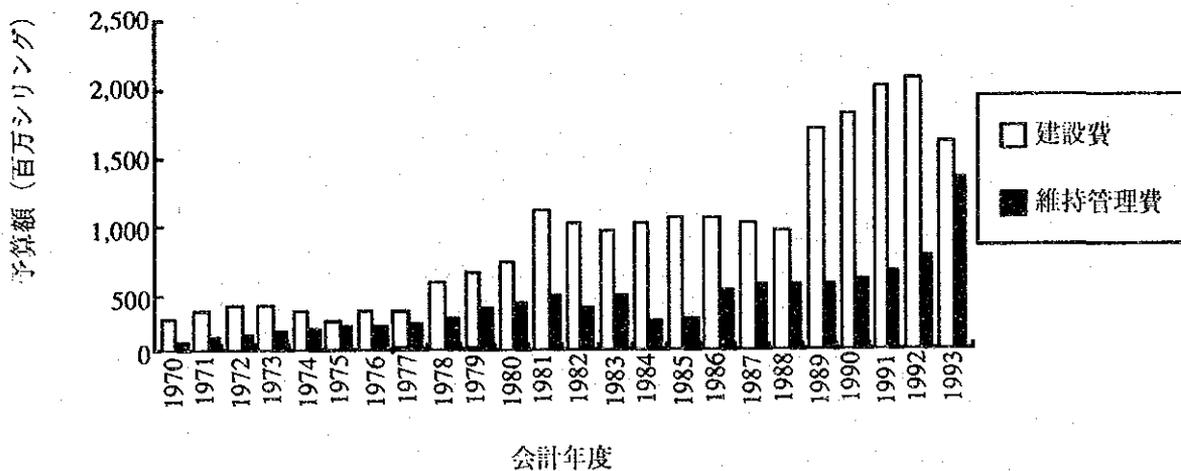


図4.4 道路局予算の変遷

(出典：Third Highway Sector Program)

公共事業・住宅省の予算は、職員の給料、施設や車両の維持管理費および既存道路の一般的な維持管理費等から成る一般支出 (Recurrent expenditure) と新規道路の建設や既存道路の大きな改良工事のための建設支出 (Development expenditure)、そして有料道路からの収入による維持補修費 (Tool Collections) の3種類に分けられる。一般支出と建設支出は国会の承認を必要とするが、有料道路の収入は大蔵省の承認で使用できる公共事業・住宅省の唯一の自主財源である。

一般支出の財源はほぼ全額がケニア政府の一般収入 (内貨) である。一般支出の内の35~40%が道路部門に割り当てられている。

建設支出は90%以上が道路部門に割り当てられている。建設支出の財源は、内貨と外国の資金から構成されており、建設支出の約40%が内貨である。外国からの資

金は無償資金と借款で賄われている。

92/93年度の建設支出内貨分は約10.4億ケニアシリングで、外貨は約16億ケニアシリングであった。外貨の占める割合は年々高くなり、92/93年度は60%であるが、93/94年度は65%に達する見込である。本計画のケニア側の負担分(約470万ケニアシリング)は、この一般支出から賄われことになる。

有料道路の収入は有料道路の維持修理費に使われており、有料道路以外への使用は認められていない。これら3種類の支出を表4.2に示す。

3) 道路局の予算

表4.3に道路部門の支出を示す。一般支出の道路部門予算の約35%が道路の維持補修費に使われており、橋梁関係の支出はその5%程度である。その他は大都市への補助金や各州事務所の経費に使用されている。ちなみに90/91年度の内訳は以下のとおりである。

幹線道路の補修	41,200,000	ケニアシリング
その他主要道路の補修	119,729,400	ケニアシリング
路面記号、標識の整備	4,000,000	ケニアシリング
フェリーの運行費用	7,108,100	ケニアシリング
小 計	172,037,500	ケニアシリング
(橋梁の維持補修費は860万ケニアシリング程度)		
ナイロビ他6都市への補助金	3,176,000	ケニアシリング
各州事務所の管理費	329,416,700	ケニアシリング
合 計	504,630,200	ケニアシリング

新サバキ橋が完成した場合の維持管理費用はこの一般支出から賄われる。

表4.2 公共事業・住宅省の現地貨支出内訳（1988/89～1992/93）

1000 ケニアシリング

項目	1988/89		1989/90		1990/91		1991/92		1992/93	
	一般支出	建設支出	一般支出	建設支出	一般支出	建設支出	一般支出	建設支出	一般支出	建設支出
総務・計画部	286,501	1,210	382,857	556	313,720	1,100	337,975	—	371,812	216
住宅部	96,423	47,096	107,302	28,700	94,009	33,960	99,600	26,625	99,004	35,173
その他	350,139	41,058	367,922	25,391	411,594	23,650	491,992	17,460	645,825	58,506
道路部	488,320	1,073,229	465,736	984,089	504,630	894,084	618,267	1,024,554	661,077	1,041,994
合計	1,221,383	1,162,593	1,323,817	1,038,736	1,323,953	952,794	1,547,834	1,068,639	1,777,718	1,135,890
有料道路料金	130,628		216,932		281,330		328,900		326,052	

(出典：国道局資料による)

表4.3 道路部の支出

1000 ケニアシリング

項目	1988/89		1989/90		1990/91		1991/92		1992/93	
	一般支出	建設支出								
内貨分	488,320	1,073,229	465,736	984,089	504,630	894,084	618,267	1,024,554	661,077	1,041,994
外貨分	—	1,109,267	—	1,016,686	—	1,114,789	—	1,326,550	—	1,596,860
合計	488,320	2,182,496	465,736	2,000,775	504,630	2,008,873	618,267	2,351,104	661,077	2,638,854

(出典：国道局資料による)

4) 実施・維持管理体制

本計画実施に際してのケニア共和国側の最高責任者は公共事業・住宅省大臣であるが、実務的な責任者は道路局の道路局長である。さらに道路局長は担当技師（プロジェクトエンジニア）を任命し、この担当技師が現場作業に関わるケニア側の責任者となるものと考えられる。

一方、本計画竣工後の維持管理は、新ニアリー橋、ムトアバ橋、キリフィ橋の維持管理を担当している公共事業・住宅省の沿岸州事務所およびキリフィ郡事務所が担当することになる。これら橋梁の維持管理業務を通じて培われた経験を基に、新サバキ橋の維持管理も問題なく実施されるものと考えられる。ちなみに、州事務所の93/94年度の橋梁維持・管理予算は1,983,800ケニアシリングであり、携わる技術者は23名である。

4.2.4 技術協力の必要性の検討

国際協力事業団は、公共事業・住宅省の道路局橋梁課へ1980年より長期橋梁専門家を派遣しており、歴代の専門家により橋梁計画の手引きや設計基準の整備、サバキ橋の耐荷力調査、橋梁台帳の一部作成等がなされ、ケニアの橋梁技術の向上に貢献している。よって、今後とも専門家派遣を継続し、未整備の問題、すなわち、橋梁台帳の完備、施工管理マニュアルの作成、維持修繕手法の紹介等に対して協力していくことが望まれる。

4.2.5 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上の検討によりその効果、緊急性、重要性およびケニア政府の実施能力等が確認されたこと、本計画の効果が無償資金協力の制度に合致していること等から、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断された。よって、日本の無償資金協力を前提として、以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。

4.3 計画橋梁の内容

4.3.1 架橋位置

図4.5の架橋位置図が示すように、現サバキ橋はサバキ河が南西から東南に向きを変える湾曲部に位置し、左岸側が水衝部となっている。また同橋は橋長を短くするため、右岸側河川高水敷に取付道路を築造し、人工的な狭隘部を形成している。架橋位置を上流側（I案）に計画した場合の問題点は以下のとおりである。

- 左岸側に小規模な沢があるので橋長が長くなる。
- 水衝部の中心に左岸側橋台が位置するため洗掘等の問題を残す。
- 現橋より上流14mの位置に高圧送電線が通っており、これを移設する必要が生じる。
- 現橋上流には旧橋の橋台が残存しており、工事の支障となることが懸念される。

一方、下流案（II案）は左岸側の取付道路が民家数軒にかかり移転の必要性が生じるが、左岸側橋台部にはコーラルの石灰岩の露頭が見られ比較的安定しており、また水工学的にもI案より好ましい。したがって、架橋位置は下流側とし、取付道路の延長の短縮、工事中の現橋への影響を勘案した上で、新橋の中心を現橋の中心から21mとして計画した。

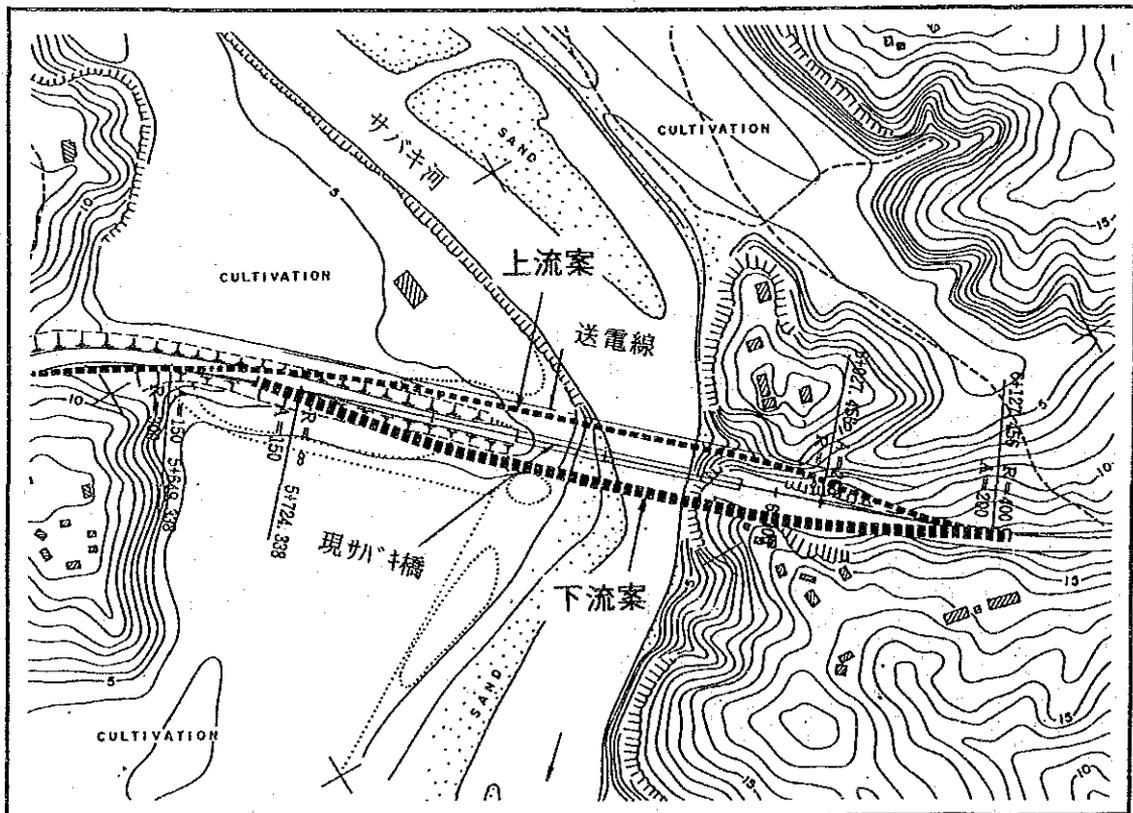


図4.5 架橋位置図

4.3.2 計画橋長

計画橋長決定に際しては、まず計画架橋位置における50年確率計画洪水流量を算定し、その計画洪水量から望ましい河積、すなわち計画橋長および計画洪水位を算定した。また計画洪水流量に対する現橋河積の流況を検討し、既設サバキ橋の撤去の必要性を評価した。

計画洪水流量は、現サバキ橋から約8km上流に位置する測水所（3HA06）の30年間の水位データおよび、1961年11月旧サバキ橋が流出した時の既往最大洪水による架橋位置の既往最大水位に基づき、 $2,500\text{m}^3/\text{sec}$ と算定した。

この計画洪水量に基づき、ガリッサ側の橋台位置を固定しマリンダイ側の橋台位置を変化させることにより計画河積を変え、計画地点の流況を検討した。その検討結果、橋長155mの以下の場合、計画架橋地点で限界水深が発生し、下流に射流が生じることが判明した。射流の発生は洗堀等の危険性を伴うので極力避ける必要があり、安全率を勘案の上、下流域に射流の発生しない橋長170mを採用した。この時の計画洪水位は上下流水位の平均値である6.5mを採用した。これらの検討結果はAnnex-9に添付されている。また、本報告書に使用している水理解析に関する技術用語をAnnex-9に示す。

4.3.3 幅員構成

本計画の幅員構成は、取付道路部の幅員と橋梁部幅員の2種類である。

1) 取付道路の幅員

計画目標年度である2007年における将来予測交通量が3,200台（乗用車換算値）であることから、ケニアの道路設計指針に準換すると、取付け道路はタイプIIIに分類される。本計画ではこのタイプIIIの設計道路幅員である6.5mを採用する。一方、タイプIIIの設計路肩幅は1.0mであるが、計画地において歩行者数が多いことを考慮し、1.5mを適用する。ちなみに、上記適用断面構成はタナ河道路改良計画のそれと同一である。

2) 橋梁部の幅員

B8ルート上の類似橋梁に適用している歩車道分離断面を採用することを基本とし、上記道路幅員を踏まえて、車道幅は6.5mの車道と両側に縮小路肩0.5mを設けた計7.5mとし、歩道はすれ違い可能な最小幅員である1.5m幅で両側に設けるものとして計画する。

4.3.4 橋梁形式

一般に、橋梁形式は使用材料によって鋼橋とコンクリート橋の2つの橋種に大別され、望ましい橋種は、建設費および維持管理費を含めた経済性を重視し、構造特性、施工性、美観、工期、環境に対する影響等を勘案して選定される。重要な評価項目である建設費は、被援助国の技術力、熟練工の有無およびその技術水準、調達可能な資機材の有無および架橋位置の自然条件等に左右される。さらに無償資金協力案件では、橋種選定の中で被援助国への技術移転、自助努力の啓蒙、雇用機会の創出をも考慮する必要がある。

上記に示した評価項目に従い、コンクリート橋と鋼橋について、長所と短所を比較検討した結果を表4.4に示す。この検討の結果、本計画ではコンクリート橋を採用することが妥当であるものと判断される。

表4.4 コンクリート橋と鋼橋の比較検討

評価項目	コンクリート橋	鋼橋
建設費	割安である。	割高である。
維持管理費	橋体工はメンテナンスフリーであり、鋼橋に比べ割安である。	定期的に再塗装が必要でありコンクリート橋に比べ割高となる。
工期	比較的長期間を要する。	下部工施工中に上部工の製作・輸送が可能で、架設も比較的短期間に終了する。
ケニアの技術力、技術水準	独自で設計・建設する技術はないが、ムトアバ、ニイアリー、キリフィ橋等援助案件でPC橋の建設実績はある。	長大スパンの鋼橋の建設実績はない。
調達可能な資機材の有無	現地材であるセメント、鉄筋、砂、碎石、型枠材等が使用可能である。	上部橋体工は全て輸入材である。
技術移転の機会	建設工事は全て現場で行うので、技術移転の機会が多い。	桁は日本あるいは第3国で製作されるので、技術移転の機会は少ない。
自助努力の啓蒙	現地調達可能な材料を活用するので自助努力の啓蒙を促す。	自助努力の啓蒙を促す要素は少ない。
雇用機会の創出	建設工事は全て現場で行うので、雇用機会を創出する。	コンクリート橋に比べて雇用機会は少ない。

4.3.5 取付道路

サバキ橋前後の道路改良計画が現在進行中であることおよびその実施時期を考慮すると取付道路については図4.6に示すような2案が考えられる。

A案：新サバキ橋の建設が先行し、上記道路改良計画の実施が遅れた場合は、暫定的処理として幾可構造基準を満足していない線形を適用し、最低限の長さで現道に取付ける。この場合、マリンディ側でS字形の線形となり事故の多発が予想され、また将来ケニア側によって幾可構造を満たすように改修が必要となる。

B案：新サバキ橋の建設および上記道路改良計画がおおむね同時期に実施される場合は、幾可構造基準を満たしている線形を適用し、計画路線にすり付ける。この場合、本計画の実施範囲は橋梁端から200mまでとし、それ以外はケニア側の負担範囲とする。

ケニア側からの最新情報によれば、上記道路改良計画は1994年4月に工事着工の予定であり、同計画の中でB案に沿った調整が可能との事である。よって本計画では、現実的で望ましいB案を採用し、計画に折り込む。

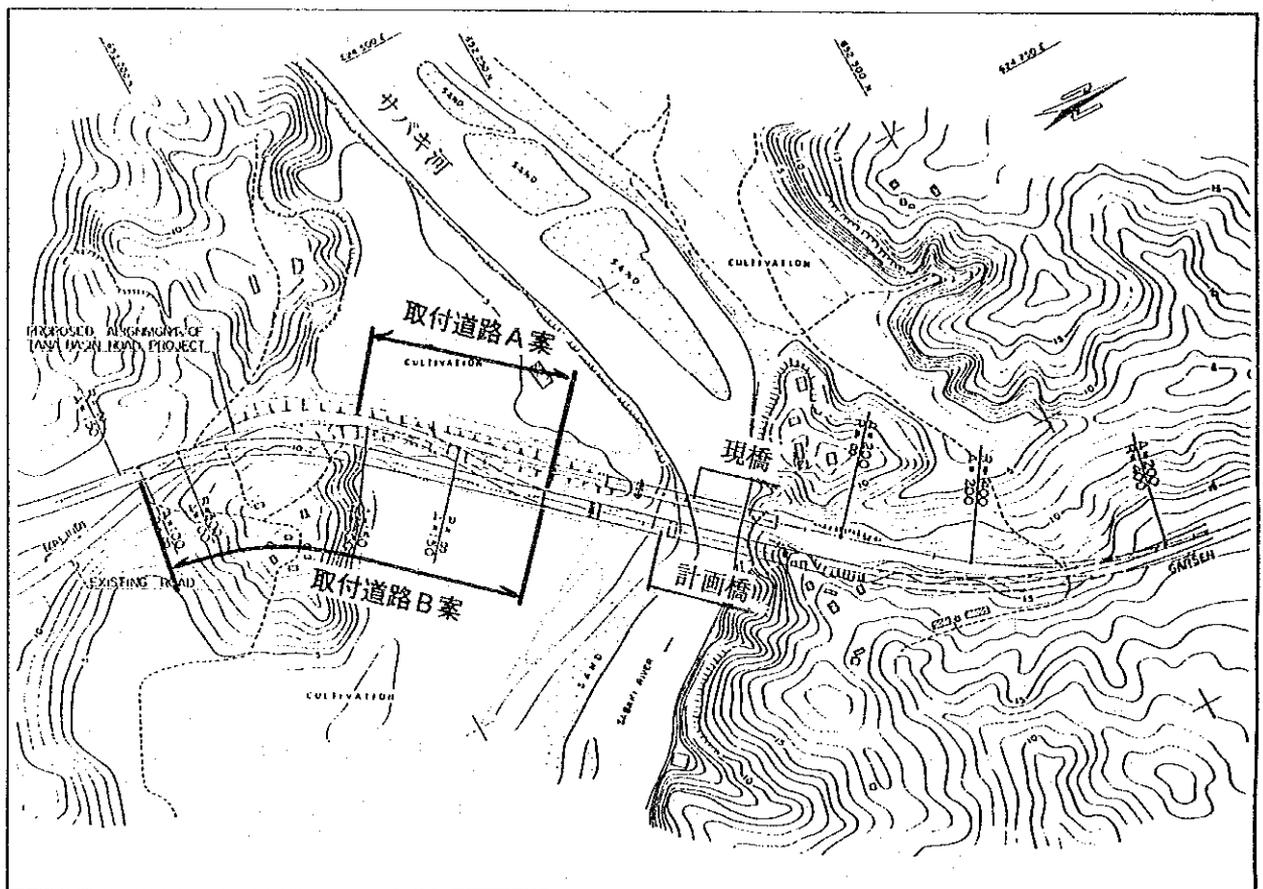


図4.6 取付道路の比較検討

4.3.6 現橋撤去の必要性

本調査の水理解析（Annex-9 計画橋長の検討参照）の結果から推定される計画洪水量に対して現橋の流下断面は不十分であり、現橋の桁下余裕および橋長はともに十分安全なものではないと判断される。

一方、新橋は上記の計画洪水量に見合った橋長と桁下余裕を確保して計画されることになる。新橋（橋長170m）は現橋（橋長110m）に対して橋軸中心間隔で21m下流側に建設されるものである。

したがって、新橋建設後、仮に現橋が撤去されなかった場合、洪水時には、上流側に位置する現橋の地点において流下断面不足により限界水深が発生し、それより上流では堰上げ背水、また下流では射流が発生する（即ち、現橋位置で比エネルギー線が不連続となる）。この結果、新橋位置付近で、跳水によるエネルギーの威勢（損失）が生じることが予想される。このエネルギー損失は、新橋の下部工に対して洗掘現象を生じさせる原因となり、新橋下部工は非常に危険な状況を呈することとなる。このため、新橋建設後、早期に現橋および取付け道路（盛土構造）を撤去することが必要不可欠である。

現橋は自錠式鋼吊橋であり、その解体撤去には以下に示す問題点が存在する。

- 1) 自錠式鋼吊橋の解体撤去は高度な技術力を要する。
- 2) 新橋に損傷を与えない撤去工法を採用する必要がある。

これらの問題点を勘案して、現橋撤去は次節に述べるように本計画に取り込むこととする。

4.3.7 計画内容

上記検討結果より、本計画の内容を整備すると次のとおりである。

- ・ 橋長170mの新サバキ橋の建設
- ・ マリンダイ側の取付道路約170mの建設
- ・ ガルセン側の取付道路約200mの建設
- ・ 兩岸の護岸工および橋脚周りの護床工の設置
- ・ 旧橋の撤去

4.3.8 ケニア政府負担工事の範囲

本計画におけるケニア共和国側の負担工事は以下のとおりである。

- ・ キャンプヤードおよびプラントヤードの確保
- ・ 取付道路の道路敷地の取得
- ・ 取付道路敷地内の支障物件の補償
- ・ 送電線支柱の撤去
- ・ 既設取付道路の一部撤去

4.3.9 維持管理計画

取付道路を含めた橋梁の維持管理の一環として、定期点検や異常時点検が必要である。定期点検では、雨期の前に、特に橋面の排水と橋台、橋脚回りの洗掘などをチェックし、雨期明け後に洪水によって被害を受けなかったかをチェックする。異常時点検は異常洪水などが発生した場合に実施する。点検はサバキ橋のみを行うのではなく管内にあるキリファイ橋、ムトワバ橋と一緒に実施するように計画すべきである。本橋の日常維持作業は以下のとおりである。

- ・ 橋面上の土砂の清掃
- ・ 橋面排水柵の清掃
- ・ 沓周りの清掃
- ・ 伸縮継手の掃除
- ・ 取付道路法面の除草等

本計画では維持修繕が少ない構造とすることを基本とするが、公共事業・住宅省の維持管理費を参考として新サバキ橋に要する維持管理費を算定すると、以下に示すように10年間に約1,777千ケニアシリングの維持補修費が必要になると考えられる。

項目	金額 (千ケニアシリング)
伸縮継手の清掃と補修	110
沓周り及び排水管の清掃	120
ハンドレールの補修	220
橋面舗装の補修	547
取付道路部分の舗装沈下の補修	390
橋台周りの護岸の補修	390
計	1,777

第5章 基本設計

第5章 基本設計

5.1 設計の基本方針

本計画の基本設計に際して、架橋位置の自然条件、ケニア共和国の建設事情、現地で入手可能な資機材、道路局の維持・管理能力等のみならず、日本国無償資金協力の枠組みを勘案の上、以下の事項を設計の基本方針とする。

- 1) 鋼橋は、架橋位置が河口に近いいため塩害の影響を受け易く、かつ技術移転の要素も少なく、また建設費、維持・管理費もコンクリート橋に比べ割高となり望ましくない。一方、コンクリート橋はキリフィ橋等で建設実績があり、現地材料を最大限に活用でき、雇用機会の増大が図れる等の長所がある。よって、本計画ではコンクリート橋を基本に計画する。
- 2) 計画架橋位置はサバキ河の湾曲部でかつ取付け道路が盛土構造であるため人工的な狭隘部を形成している点が地勢的特色である。一方、サバキ河は流木・堆砂量および計画洪水量 ($2,500\text{m}^3/\text{sec}$) が、現橋の橋長に対して比較的大きいことが挙げられる。よって、この特色を踏まえて水工学的に望ましい支間割、橋脚形状、局部洗掘の影響を考慮した根入れの検討をするものとし、さらに流木・堆砂量を考慮して桁下余裕の検討を行い、これら検討結果に基づき橋梁規模の決定を行う事を基本とする。
- 3) 計画架橋位置は河口に近く海水の流入がみられ、飛沫塩分を受け易く、かつ気候も高温多湿である。よって、構造物の耐久性を考慮してセメントのタイプ選定、コンクリートの配合および被り厚の決定等に充分留意する。
- 4) 維持・管理費については、できるだけこれを低減するような設計を行うものとする。特に本計画では、橋体工のみならず、耐久性のある伸縮継手、維持・管理の容易な排水柵、高欄の選定等に努める。
- 5) 上部構造にコンクリート構造を採用した場合、地質調査結果に基づく支持層が河床から-30mと深いため、比較的大規模な基礎工が必要となる。しかし、計画地の水位は0.5m~3.5mと大きく変動し、さらに計画地はマリンディ海洋保護区に隣接しているため、施工環境は厳しい。これらの条件下で、基礎工形式の選定に際

しては、経済性のみならず、確実な支持力が得られること、施工は乾期に終了すること、環境への影響が少ないことの3点に特に留意した選定を基本とする。

- 6) 施工の経済性を念頭に置いたうえ、可能な限り短い工期で確実に工事が終了するように設計することを基本とする。具体的には、現地資機材の最大活用、注文生産資機材の削減、一般的／汎用性のある建機の選定、現橋の最大限の利用、雨期の活用等に留意し、工期短縮に努めるものとする。

5.2 設計条件の設定

本計画の設計基準・条件については、道路局との協議に基づき、次のように設定した。

1) 適用基準

ケニア共和国公共事業・住宅省道路局作成の以下の基準を本計画の設計に適用することを原則とする。

- 道路設計指針 1編 幾可構造
- 道路設計指針 3編 舗装設計
- 道路設計指針 4編 橋梁設計
- 橋梁設計指針(素案)
- 橋梁設計のための技術資料 1編 水文編
- 橋梁設計のための技術資料 2編 気象編
- 橋梁設計のための技術資料 3編 土質/地震編
- 道路・橋梁標準示様書

ただし、上記基準・指針の内の不明確な箇所や適用条項がない場合は、日本道路協会発行の道路橋示方書あるいは英国のBS5400を適宜採用する。

2) 幾可構造

上記基準に基づき、以下の幾可構造を本計画に採用した。

- 道路幾可構造
 - 地形 丘陵地
 - 設計速度 80km/h
 - 道路区分 タイプB
 - 道路断面 タイプIII
 - 最大縦断勾配 5%
 - 最少曲線半径 350m
 - 最少曲線長 200m
 - 最少視距 135m
 - 最少縦断曲線半径 4,800m

— 幅員

	道路部	橋梁部
車道	6.5m	6.5m
路肩	1.5m	0.5m
歩道	-	1.5m
横断勾配	2.5%	2.5%
舗装	アスファルト舗装	アスファルト舗装

3) 桁下余裕高

本計画における桁下余裕は、流木等の流下余裕高と堆砂余裕高に大別される。流下余裕高は日本の河川構造令に準拠すると1.2mであるが、サバキ河は改修がなされていない自然河川であり、大木等の流下が観測されているため、安全を考慮して1.5mとする。一方堆砂余裕高は、過去の堆砂量に基づき将来堆砂量を推算し、堆砂余裕高を0.5mと決定した。

4) 設計活荷重

道路設計指針4編に規定している国内幹線道路に対する橋梁設計活荷重、HA荷重およびHB荷重30ユニットを本計画の設計活荷重とする。

5) 地震荷重

ケニア共和国地震調査報告書によると、ナイロビ北部の地溝帯を震源地とする地震により計画地域もその影響を受ける。橋梁に作用する地震時水平震度を上記報告書の算定式から求めると0.04となる。しかし、本計画では、構造物の重要性・規模を考慮し、B8ルート上の類似橋梁であるキリフィ橋等の設計に使用された値である0.05を適用する。

6) その他の荷重

(1) 主荷重

設計において常時作用する荷重として以下を考える。

- a) 死荷重
- b) 衝撃
- c) 土圧
- d) 水圧
- e) 浮力／揚圧力
- f) コンクリートのクリープの影響

- g) コンクリートの乾燥収縮の影響
- h) コンクリートの温度変化

(2) 従荷重

主荷重と組合わせて以下の荷重を考慮する。

- a) 風荷重 b) 地震荷重 c) 流水圧

(3) 特殊荷重

特殊荷重として以下の荷重を考慮する。

- a) 施工時の荷重 b) 支点移動の影響 c) その他

7) 材料の単位重量

死荷重を計算する場合の材料の単位体積重量は以下のとおりとする。

鉄筋コンクリート	2,500kg/m ³
無筋コンクリート	2,350kg/m ³
プレストレストコンクリート	2,500kg/m ³
舗装用アスファルトコンクリート	2,300kg/m ³
鋼材	7,850kg/m ³

8) 設計手法

上部工、橋台、橋脚および場所打ち杭を含む橋梁部材は、弾性法を使用して構造解析を行い、断面力を算定し、設計荷重作用時（BS基準の使用限界状態）に部材に発生する応力が許容応力以内にあるかをチェックする。また終局荷重作用時（BS基準の終局限界状態）に部材が破壊しないかを照査する手法を用いる。

9) 材料強度

使用する主要材料の強度は次のとおりである。

コンクリート：

設計基準強度	主桁	400kgf/cm ²
	橋台・橋脚	240kgf/cm ²
	場所打ち杭	300kgf/cm ²

鉄筋（BS4449に規定されたグレード410/250を使用）

引張強度	4,100kgf/cm ² （グレード410）
	2,500kgf/cm ² （グレード250）

PC鋼材 (JISG3536、3109)

引張強度	主桁縦方向	165kgf/mm ²	SWPR1
	床版	190kgf/mm ²	SWPR7B
	主桁鉛直方向	120kgf/mm ²	SBPR934/1180

5.3 橋梁形式の選定

5.3.1 上部工形式の選定

上部工形式は、地形、地質、洪水流量等から決まる基本的な架橋位置の条件に基づき数案の代替案を作成し、各代替案の構造的性、施工性、経済性、工期等を検討し、これら検討結果に基づき代替案の中から最適な上部工形式を選定する。

1) 代替案作成の基本条件

- コンクリート橋を基本とする。(節4.3.4参照)
- 橋長は170mとする。(節4.3.2参照)
- 架橋位置でサバキ河は大きく湾曲しているため、河川の主流部は左岸より幅約60m程度である。よってこの主流部には、水工学的視点から橋脚を設けず、単径間で渡河することが望ましい。
- 最小径間は流木等の影響を考慮して30mとする。
- 通常洪水時の主流部の水深は約3.5mあり、支保工を使用した上部工の施工は不可能である。(Annex-10河川水位変動図参照)
- 河床部における支持層は約-30mと深いので、全体工費に占める下部工費の割合が大きくなる事が予想される。よって、水工学的要因により決まる最低径間長のみならず、全体工費低減のため、橋脚数を少なくする事が望ましい。

2) 代替案の作成

上記基本条件を勘案し、プレストレス・コンクリート(PC)箱桁を主案にした以下の4つの代替案を作成した。

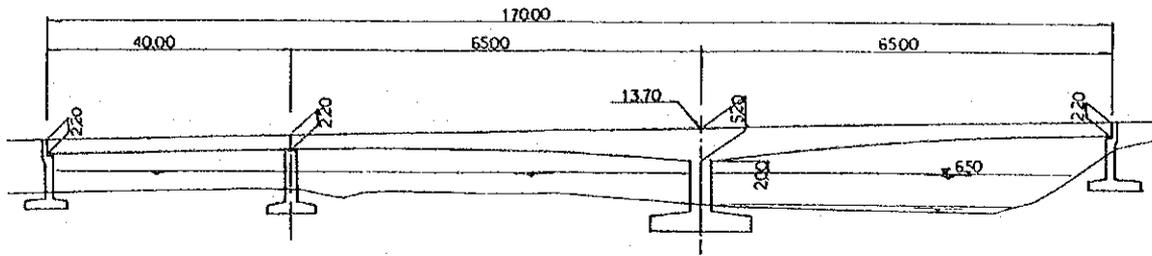
第1案	T型ラーメン橋	(65m + 65m) + 単純箱桁橋(40m)
第2案	3径間連続PC箱桁橋	(50m + 70m + 50m)
第3案	3径間連続不等径間PC箱桁橋	(60m + 70m + 40m)
第4案	T型ラーメン橋	(65m + 65m) + 単純PCポストテンション桁橋(40m)

上記代替4案の概略側面図を図5.1に示す。

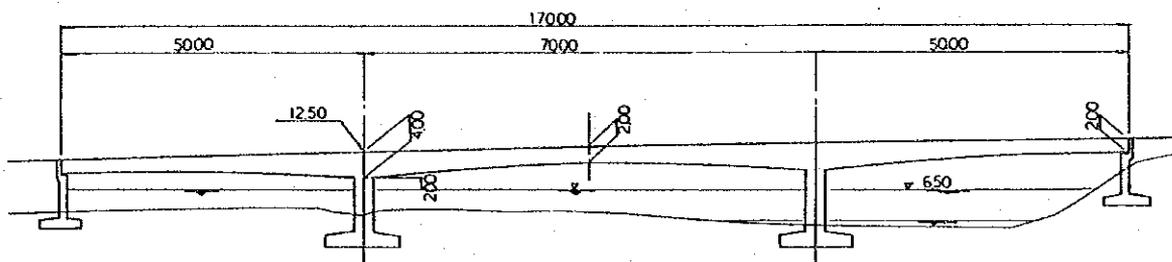
3) 最適上部工形式の選定

上記代替4案を構造特性、水工特性、施工性、経済性、走行性、美観／景観、維持・管理の面から評価し、それらの結果を表5.1に示す。各案の評価結果に基づき、構造特性、水工特性、施工性、経済性が優れており、走行性、美観、維持・管理にも特に問題がない第1案を最適案として選定した。

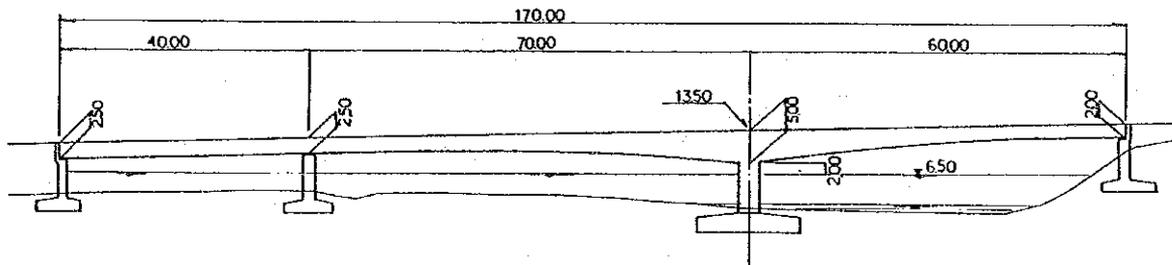
第1案 T型ラーメン橋 + 単純箱桁橋 (65m + 65m + 40m)



第2案 3径間連続PC箱桁橋 (50m + 70m + 50m)



第3案 3径間連続不等径間PC箱桁橋 (60m + 70m + 40m)



第4案 T型ラーメン橋 + 単純PCポストテンション桁橋 (65m + 65m + 40m)

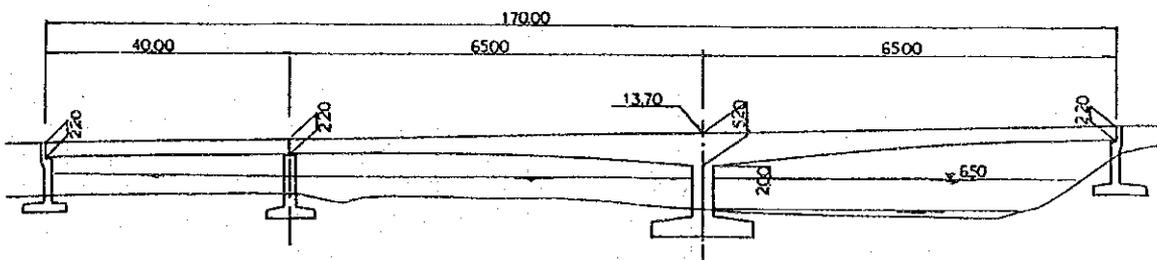


図5.1 上部工の代替案

表5.1 代替案の比較検討

評価項目	第1案 T型ラーメン+単純箱桁	第2案 3径間連続PC箱桁	第3案 3径間連続不等径間PC箱桁	第4案 T型ラーメン橋+PC
構造特性	Tラーメン部は橋脚と一体なので構造的に優れている。単純桁を有するが構造上特に問題はない。	橋脚と剛結されていて構造的に優れている。しかし橋脚高が桁長に比べ低いので、温度変化、乾燥収縮による力が作用し、下部工の負担が大きくなる。	構造的には第2案より優れている。しかし、構造解析が複雑で施工管理が難しい。	第1案に同じ。
水工特性	橋脚が主流部から最も離れており、水理上優れている。 杭本数 12+4+6	橋脚が流心に位置しており、水理上最も好ましくない。 杭本数 10+10+6	橋脚が流心をかろうじて避けることができる。 杭本数 12+4+6	第1案に同じ。
施工性	ワーゲン2台を使用することにより、第2案に比べ施工性は改善される。側径間は支保工施工となる。橋脚の施工性も第2案に比べやや改善される。 仮設備：仮栈橋と締切工	ワーゲン4台を使用するが、橋長が比較的短いので効率が悪い。施工期間が他の3案に比べて長くなる。 仮設備：第1案に同じ	ワーゲン2台を使用する。施工性は第1案と同じく良い。しかし、不等径間ラーメンなので管理が難しい。 仮設備：第1案に同じ	T桁の施工性が箱桁に比べ劣る。 仮設備：第1案に同じ
工事費比率	100	110	105	102
走行性	伸縮継手が3ヶ所で第2案に比べやや劣る。	伸縮継手が2ヶ所で最も走行性が良い。	第2案に同じ。	第1案に同じ。
美観/景観	桁高が剛結橋脚上で高くなり、第2案に比べ美観的にやや劣る。	桁高が他の案に比べ低くできるので、美観上優れている。	第1案に同じ。	美観上他の3案に比べ最も劣る。
維持・管理	沓が増えるが第2案と同じく維持管理をほとんど必要としない。	維持管理をほとんど必要としない。	第2案に同じ。	沓の数が最も多く、維持・管理上、最も劣る。
総合評価	設計、施工上の難しさが無い。橋脚も流心を避けることができる。施工実績も多く設計、施工費、工期の面からもこの案が最も優れている。	構造的、美観的そして維持・管理上優れている。施工実績も多く設計、施工は特に難しい点はない。しかし橋脚が流心に位置し、水理上好ましくない。	第2案に比べ橋脚を流心から外すことができるが、不等径間ラーメンのため設計、施工とも高度な技術と経験が必要とする。	第1案の単純箱桁をT桁にしたものであるが、美観上他の3案に比べて劣る。

5.3.2 下部工の選定

本計画の下部工は2基の橋台と2基の橋脚である。左岸側橋台は現地盤下-3.5mで支持層となるコーラルの石灰岩が確認されているので、直接基礎の逆T式橋台（H=10m）を採用した。これ以外の下部工の基礎工、特にTラーメンの脚は地盤条件、施工条件等を考慮し、数案の代替案を作成して構造的、経済性、工期等の検討を加え、最適な基礎工形式を選定した。ただし、脚形状は、架橋位置が河川湾曲部に位置するので、局部洗掘、渦流の発生防止を考慮し、できるだけ円形とするものとする。

1) 基礎工代替案作成の基本条件

- 上部工反力は4,500トンであり比較的大きい。
- 支持層は、河床下約-30mで、N値35~40のコーラル礫の混じった締まった砂層と想定される。
- 計画地は年2回雨期があり、それに伴い架橋位置におけるサバキ河の水位は最高約3.5mから最低約1.0mと大きく変動する。
- 高水敷においても地下水位は高い。
- 現橋に併設して新橋を建設する計画なので、近接施工の影響を考慮する必要がある。
- 架橋位置はサバキ河の湾曲部および狭隘部に位置しているので、水工学的問題、特に局部洗掘、乱流の発生を考慮する必要がある。
- 架橋位置はマリンディ海洋保護地区に隣接するので、環境に対する影響を考慮する必要がある。

2) 代替案の作成

上記の基本条件を勘案し、以下の3つの代替案を作成した。

- 第1案 リバースサーキュレーションによるRC場所打ち杭
- 第2案 鋼管を使用した打ち込み杭
- 第3案 ケーソン基礎

上記3案の概略図と評価結果を図5.2に示す。

3) 最適基礎工の選定

第1案は、経済性、構造特性、近接施工の影響の観点から最も優れていると考えられる。施工性、仮設備の規模にかかわる問題も特に重大な問題ではない。さらに、工期の問題も、1乾季内で施工可能で、環境に対する影響も対処可能である。よって、第1案のリバースによるRC場所打ち杭を最適案として選定した。

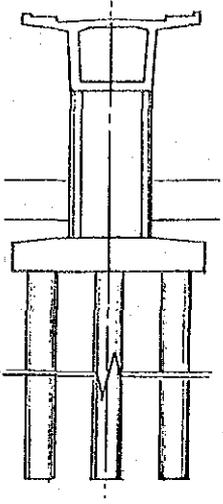
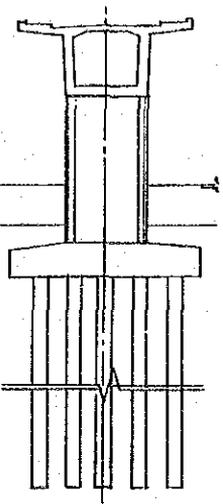
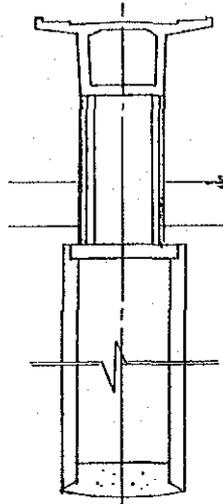
評価項目	第1案 場所打ち杭	第2案 鋼管杭	第3案 井筒
概略図	 12本	 24本	 12本
構造特性	比較的剛性が大きく、安定度も高い。支持層は確実に確認できるが、スライム処理に注意を要する。	水平力に対し剛性が小さく、大きな支持力が期待できない。継手の管理、塩害対策が必要となる。	剛体基礎であり、大きな支持力を期待できる。
施工性	地盤条件による問題は特にないが、水上施工のため、施工速度は第2案より劣る。	コーラル礫混じり砂層や締まった砂層の打抜きができない可能性もあるが、3案の中で最も施工性は良い。	施工中、ケーソンの傾斜、移動が生じる可能性があり、かつ水中掘削を行うので、施工性は3案の中で最も悪い。
仮設備の規模	リバース機、クローラークレーン泥水槽、仮締切り等が必要となり、第2案に比べ、比較的大規模である。	杭打機、仮締切りのみで、3案の中で最も軽設備で対応できる。	クラムシエルの他に沈下を促進させるウエイト等が必要で、規模は最も大きくなる。
工期	60日程度	35日程度	70日程度
工事費比率	100	110	125
近接施工の影響	特に問題はなし。	特に問題はないが、振動による影響を観測する必要がある。	特に問題はなし。
環境に対する影響	泥水処理、管理に十分な注意を要する。	左岸側住民への騒音、振動の問題が残る。	掘削土の処理に注意を要する。
総合評価	工費、構造特性は3案の中で最も優れている。環境に対する影響も対処可能で、さらに工期の問題も1乾季を使って施工可能である。よって、3案の中で最も優れていると判断できる。	工期、仮設備に対して利点はあるが、施工性、環境に対する問題が残る、経済性、構造特性に劣る。	構造特性は優れているが、施工性、仮設備の規模、工期、経済性に劣る。

図5.2 代替案の比較検討

5.4 基本設計の内容

5.4.1 上部工の設計

PC箱桁T型ラーメンは片持架設で施工するものとし、その桁高は柱頭部で5.2m（橋長比1/12.5）、桁端部で2.2m（同1/30）の変断面とする。一方、単純PC箱桁橋は固定支保工を使用して架設し、その桁高は2.2m（同1/18）の等断面とする。

上床版はPC構造とし、主桁は1室1主桁を採用する。その他詳細は以下のとおりである。

- PC鋼材は主桁の軸方向に対してはPC鋼より線（SWPR7B）を採用し、支点上で1腹部当たり30本、桁端部で16本を配置する。
- 床版はPC鋼線（SWPR1）を0.5m間隔で配置する。
- 鉛直部材（腹部）はPC鋼棒（ $\phi 32\text{mm}$ 、SBPR934/1180）を支点及び桁端部付近に約0.7m間隔で配置する。
- 沓は鋼製BP沓を使用する。
- 伸縮継手は鋼製フィンガージョイントとする。
- 歩道部ハンドレールは亜鉛メッキした形鋼を使用する。
- 車道舗装は50mm厚のアスファルトコンクリートとする。
- 歩道舗装は30mm厚のアスファルトコンクリートとする。
- 歩道下には将来設置予定の照明、電話線等のためのダクトを設ける。

上部工断面を図5.3に示す。

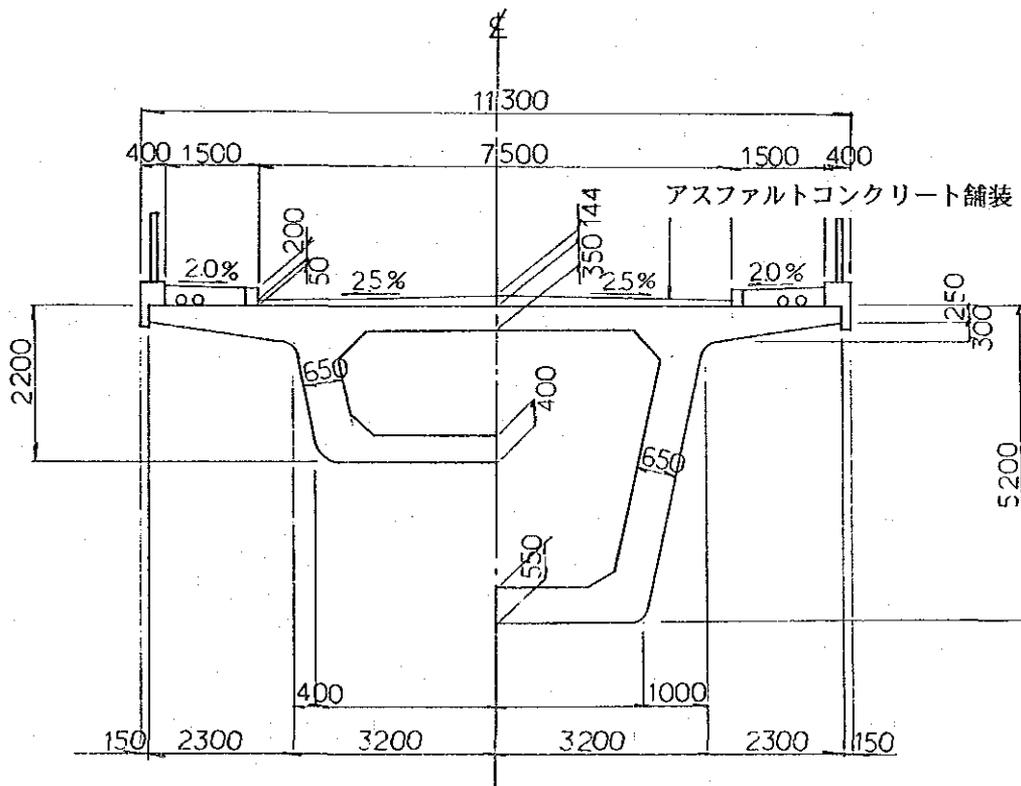


図5.3 上部工断面図

5.4.2 下部工の設計

橋梁下部工は、上部工の構造および反力、河川および地質条件から決定される。基本条件は以下のとおりである。

- P 2 橋脚は、上部工からの荷重によってその規模が決定されるが、脚形状は流況、渦流発生を考慮しできるだけ円に近い形状とする。
- 河床からの根入れ深さは、局部洗掘を考慮し河床から 2 m 以上確保できるように計画する。
- 橋脚および A 1 橋台の基礎工は直径 1.5 m の場所打ち杭とする。
- 洗掘が予想される橋脚には護床工を設ける。
- 左岸側橋台の支持層はコーラルの石灰岩とし、河床部の杭の支持層は深さ 30 m 以上で N 値 30 以上の締まった砂層を想定する。

本計画における下部工の形式・規模は以下のとおりである。

	下部工形式	構造高	基礎工形式 (本数・長さ)
A 1 橋台	逆 T 式	10.0m	場所打ち杭 (6本 x 40m)
P 1 橋脚	円柱	9.5m	場所打ち杭 (4本 x 40m)
P 2 橋脚	中空円柱	8.0m	場所打ち杭 (12本 x 30m)
A 2 橋台	逆 T 式	10.0m	直接基礎

5.4.3 取付道路の設計

取付道路の線形は、幾可構造基準およびタナ河道路改良計画による計画線形に基づき計画した。

舗装構造は、橋梁完成から 20 年間の交通量を踏まえ、“道路設計指針 3 編”に示された“タイプ 7”を採用する。ちなみに、路床は施工厚 300mm のタイプ S 4 材料 (コーラル混じり砂礫) を採用する。

表層：	アスファルトコンクリート舗装	50mm
路盤：	粒調碎石	150mm
下部路盤：	石灰安定処理	150mm

盛土法勾配は、“道路設計指針 1 編”から 1:1.5 とする。取付道路の標準断面を図 5.4 に示す。また図 5.5 に平面・縦断計画を示す。