



ケニヤ共和国
運輸通信省

ナイロビ バイパス建設計画調査
報告書

(概要版)

1988年2月

国際協力事業団

開	—
C R	(3)
88-025	

ナイロビバイパス建設計画調査報告書(概要版)

国際協力事業団

ICD

ARY

(1746)

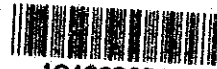


ケニヤ共和国
運輸通信省

ナイロビバイパス建設計画調査
報告書

(概要版)

JICA LIBRARY



1042036[2]

1988年2月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	'88. 4. 7	407
登録 No.	17461	73.7
		SDF

序 文

日本国政府は、ケニヤ国政府の要請に基づき、同国ナイロビ市に於けるナイロビバイパス建設計画のフィージビリティ・スタディーを行うことを決定し、国際協力事業団が本件調査を実施した。

当事業団は、日本技術開発㈱、日本工営㈱から成る共同企業体を構成し伊藤博一氏を団長とする調査団を1986年11月から1987年11月までの間、2回にわたり現地に派遣した。

調査団は、ケニヤ国政府関係者と緊密な討議を重ねると共に、広範な現地調査と資料分析等を実施し、帰国後、更に解析検討作業を行って本報告書を取りまとめた。

本報告書がプロジェクトの進展に寄与するとともに、ケニヤ国と我が国との友好親善に役立つことを願うものである。

終りに、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ヤ国政府及び日本国政府関係機関並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63年2月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介

通貨換算

Currency Unit = Kenyan shillings

US\$1.0 = Kshs 16.0 = ¥150.0 (August, 1987)

度量衡

1 meter (m) = 3.28 feet (ft)

1 cubic meter (m³) = 35.29 cubic feet (ft³)

1 kilometer (km) = 0.62 mile

1 square kilometer (km²) = 0.39 square miles

1 hectare (ha) = 2.47 acres

1 metric ton = 2,204 pounds (lbs)

略語

Kshs	:	Kenyan shillings
K£	:	Kenyan pound (1 K£ = 20 Kshs)
¥	:	Japanese Yen
MOTC	:	Ministry of Transport and Communications
JICA	:	Japan International Cooperation Agency
Km/h	:	Kilometers per hour
JIS	:	Japan Industrial Standards
AASHTO	:	American Association of State Highway and Transportation Officials
CBR	:	California Bearing Ratio
GDP	:	Gross Domestic Products
AADT	:	Average Annual Daily Traffic
PCU	:	Passenger Car Unit
VPD	:	Vehicle Per Day
O-D	:	Origin-Destination
VOC	:	Vehicle Operating Cost
NPV	:	Net Present Value
B/C Ratio	:	Benefit/Cost Ratio
IRR	:	Internal Rate of Return

ナイロビバイパス建設計画調査

I. 序

当該道路建設プロジェクトは、ナイロビ市（面積：681平方キロメートル）を通過する国際幹線道路A104（ウガンダ・ザイール等の諸国に通じるアフリカ横断道路の一部）も含め市内の交通混雑の解消を図り、将来の交通需要増加に応えるのを目的とする延長29.2kmのバイパス建設計画である。

本プロジェクトの実現を推進させるためケニヤ政府は、日本政府に対し、ナイロビバイパス建設プロジェクトに関するフィジビリティ調査を依頼した。

日本政府は、その実施機関である国際協力事業団に調査団の編成を命じ、1986年11月から現地調査が開始され、1987年11月までの間現地調査が行われた。

その後、国内作業が行われ、1988年2月に最終報告書がまとめられた。

II. プロジェクトの概要

以下にプロジェクト道路の最適ルート案、建設計画、建設工費、投資計画、経済評価及び勧告等を述べる。

II. 1 最適ルート

(1) 選定理由

ナイロビナショナルパークの東北端に近接するモンバサ道路（A104）から発し、ダゴレットティ森ジャンクションまでは現道改良案と新設道路案の二つの比較案を、ダゴレットティ森ジャンクションからナイバシャ道路（A104）までは三つの比較案を各々選定し、技術的、経済的調査検討を行った結果、図-1位置図に示す最適ルートを選定した。

(2) ルートの特性

この最適案は、モンバサ道路から分岐した後、アフリカ横断道路の計画予定地を通過し、ランガッタ道路（C58）を陸軍の宿営地の東端において陸橋で越え、住宅団地を避けて、モトイネ川の右岸を通過する。更に、路線はンゴングロード森を抜けモトイネ川とンゴング道路を橋梁で越え、続いてンゴングロード森の中を流れるモトイネ川の左岸を走る。

ンゴングロード森を抜け部落端を通過し、ダゴレッティ道路（C63）に至り、更にダゴレッティ道路を越え、5%の縦断勾配をもってダゴレッティ森の東端を登る。ダゴレッティ森を抜け、トゴト村の住宅密集地を避け、アーリアンス男子及び女子の各高校の西側を迂回し、オンディリ湿地をわづかに横切り、C63に交差する。その後、鉄道の下を抜けキクユジャンクションでナイバシャ道路（A104）に接続する。なおプロジェクト道路は往復分離の四車線道路で延長は29.2kmである。

表-1 計画道路諸元

設計速度	100 - 70km/h
道路用地幅	60m
車道幅員	7m (3.5m × 2)
最小曲線半径	600m
最急縦断勾配	5%
建築限界高	5.2m

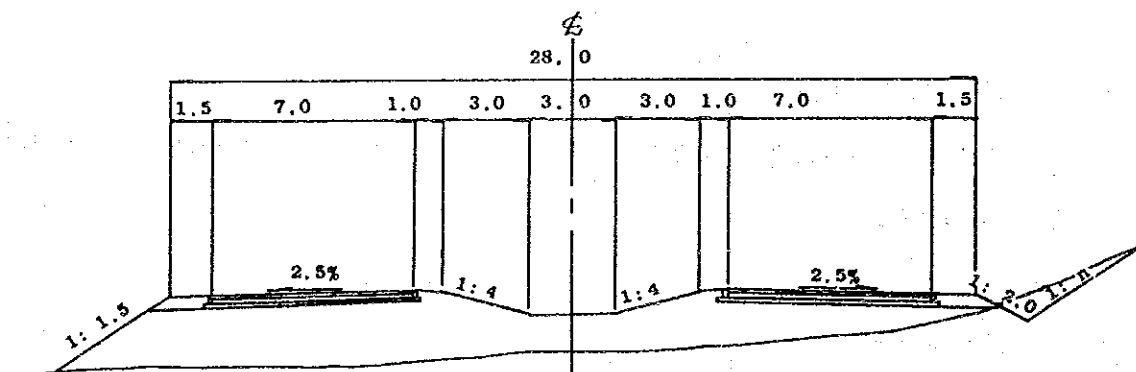


図-2 標準横断図

II. 2 建設計画と建設費

建設計画と建設費及び投資計画は以下のとおりである。

(1) 建設計画

表-2 建設計画

年 度	第1年度	第2年度	第3年度	第4年度	第5年度
月 数	3 6 9 12	15 18 21 24	27 30 33 36	39 42 45 48	51 54
詳 細 設 計	1 <input type="text"/> 12				
用 地 取 得	7 <input type="text"/> 15				
入札及び工事契約		13 <input type="text"/> 25			
建 設			26 <input type="text"/>		55

(2) 建設費

建設費は、概略設計、建設計画、施行計画により以下のように見積った。

表-3 建設費

(単位：百万ケニヤシリング)

	外 貨	内 貨	合 計
1. 直 接 建 設 費	204.39	134.47	338.86
2. 技 術 サ ー ビ ス 費	20.44	13.44	33.88
3. 用 地 取 得, 補 償 費	0.	22.81	22.81
4. 物 的 予 備 費	20.44	13.44	33.88
小 計	245.27	184.16	429.43
5. 物 価 上 昇 分	18.44	68.56	87.00
合 計	263.71	252.72	516.43

(US 1.0ドル = 16.0ケニヤシリング = 150円)

(3) 年度別投資計画

年度別投資計画は、建設計画に従って以下のように計画した。

表-4 年度別投資計画

(単位：百万ケニヤシリング)

年 度	外 貨	内 貨	合 計
第1年度	6.6	4.52	11.12
第2年度	2.95	28.51	31.46
第3年度	18.54	35.51	54.05
第4年度	147.73	118.27	266.00
第5年度	87.89	65.91	153.80
計	263.71	252.72	516.43

(4) 維持補修費

年度別維持補修費として、上記の建設費とは別に毎年 414,500ケニヤシリングを計上し、さらに五年毎の定期的なオーバーレイ費用としてプロジェクトライフの期間中 22,500,500ケニアシリング/5年を計上した。

II. 3 経済評価

最適案の経済分析結果を以下に示す。

(百万ケニヤシリング)

割引率	コスト	便益	B/C比	内部収益率
12%	279.4	424.8	1.52	18.26 %

感度分析の結果は次のとおりである。

ケース	内部収益率
(1) コスト：20%上昇	
便 益： —	15.58 %
(2) コスト： —	
便 益：20%低下	14.86 %
(3) コスト：20%上昇	
便 益：20%低下	12.22%

II. 4 勧告

- (1) 本プロジェクトは技術的、経済的、社会的に妥当であり、その実施の為の方策が計られることを強く勧告する。
- (2) 本プロジェクトの線形計画や設計においては、高度な技術を要する問題を含んでいる。他方、道路建設工事においては、特殊な技術や機器を必要としないので、外国企業と現地企業との協同企業体により実施することが妥当であると勧告する。
- (3) 本プロジェクトの詳細設計においては、各種道路との交差点において特に複雑な技術的問題を含んでいる為、経験豊富で十分な資格を有する技術者の雇用を勧告する。
- (4) 本プロジェクトの実施には多額の資金が必要であり、それを可能とする方策としては、適切な外国資金の調達を勧告する。
- (5) 本プロジェクト実施の第4年次目の建設費として、266百万ケニヤシリングの投資計画となっており、これは政府予算の中で相当な割合を占めると思われるが、この充当を計られることを勧告する。
- (6) ケニヤ測量局が作成した地形図（縮尺：1/5,000）と運輸通信省の測量課が本プロジェクトのために作成した地形図（縮尺：1:2,500）の間には標高において約10m程度の誤差があるため、この誤差は今後ケニヤ当局によって解明されるべきである。因みに本フィージビリティスタディの予備設計はMOTC提供の地形図を用いて実施した。従って、詳細設計時にはこの点に十分注意を払うことを勧告する。

目 次

第I章 序論	1
I. 1 調査の目的	1
I. 2 調査の範囲	2
第II章 計画の背景	3
II. 1 ケニヤの概要	3
II. 2 ケニヤの運輸	3
第III章 計画地域	5
III. 1 自然条件	5
III. 2 社会経済の概要	6
III. 3 道路網と交通	8
第IV章 プロジェクト	11
IV. 1 計画立案の手順	11
IV. 2 比較路線	12
IV. 2. 1 路線選定の基本方針	12
IV. 2. 2 比較路線の比較評価	12
IV. 2. 3 最適路線の選定	12
IV. 3 交通量予測	14
IV. 3. 1 予測の手順	14
IV. 3. 2 交通調査の区分と範囲	15
IV. 3. 3 現況交通システムの評価	15
IV. 3. 4 将来ネットワークの検討	16
IV. 3. 5 将来交通量予測	19
IV. 4 幾何構造設計基準	26
IV. 5 概略設計	28

IV. 5. 1	路線設計	28
IV. 5. 2	地質及び土質	32
IV. 5. 3	舗装設計	36
IV. 5. 4	交差点設計	37
IV. 5. 5	構造設計	37
IV. 6	建設工程と建設費	38
IV. 6. 1	工事期間と目標年	38
IV. 6. 2	建設工程	38
IV. 6. 3	投資計画	38
IV. 6. 4	維持補修費	38
第V章 経済評価		43
V. 1	経済費用の推計	43
V. 2	経済便益の推計	46
V. 3	経済評価	48
第VI章 総合評価		49

第 I 章 序 論

第 I 章 序 論

I-1 調査の目的

本報告書は、アフリカ横断道路の1部として、ウガンダ・ザイール方面に伸びる国道A104上、ナイロビ市内部における交通の渋滞を緩和し、さらに将来発生を予想される交通問題の解消を目的としたバイパス建設計画についてのフィジビリティ調査に関する報告書である。

ケニヤ政府は、ナイロビバイパス建設計画のフィジビリティ調査の実施を日本政府に要請し、それに応じて日本政府は同計画のフィジビリティ調査を行うことを決め、日本政府の技術協力の実施機関である国際協力事業団にその実施を付託した。

同事業団は、1986年6月、日月俊昭氏（建設省中国地方建設局）を団長とする事前調査団を、現地調査およびケニヤ政府関係者との協議の目的のためケニヤに派遣した。同調査団の報告にもとづいて、事業団は、伊藤博一氏を団長とし、日本技術開発株式会社及び、日本工営株式会社の専門家で構成するフィジビリティ調査チームを編成した。同チームは、1986年11月以降ナイロビに滞在し調査を実施し、1987年3月、8月、11月、にプロGRESS、インテリム、ドラフトファイナルの各報告書を事業団に提出した。

調査の全体的な目的は、国際幹線道路A104から分岐し、ナイロビ市郊外を通過し、再びA104に接続するバイパス建設のため、技術・社会経済分析に基づく、最も経済的な道路の構成、施工、建設水準を勧告するものである。

I-2 調査の範囲

調査は、プログレス・ステージ、インテリム・ステージ、及びファイナル・ステージの三段階に亘って実施した。

プログレス・ステージ：5ヶ月間ケニヤにおいて、収集データ等に基づく人口、産業等社会経済調査、交通調査、比較路線及び最適路線の選定、沿線の土質調査、現道インベントリ一調査及び道路網調査を行い、プログレス・レポートの作成を行った。

インテリム・ステージ：3ヶ月半、ケニヤ及び日本において交通調査結果の集計解析、将来交通量の予測、路線の概略設計及び図面、工事数量、施工方法、工事工程等を検討し、インテリム・レポートの作成を行った。

ファイナル・ステージ：1ヶ月間ケニヤ、3ヶ月日本では、算出された事業費、便益を基に、経済分析、経済評価を行い一方、ドラフト・ファイナル・レポートに関するMOTCのコメントに応え、同レポートの調整を行った。以上の結果としてのファイナル・レポートは、下記4部報告書からなっている。即ち

第1部：概要書

第2部：主報告書

第3部：附属書

第4部：図面集

第1部概要書は、調査の概要、交通量、社会経済的背景、比較路線の比較評価、経済評価等に関する結論、全般の勧告を述べている。

第2部主報告書は、地勢、社会経済、交通調査及び将来交通量予測、バイパス路線の技術的検討、経済分析、評価等について詳しく述べている。

第3部附属書には、会議記録、収集資料データ、その他1部往復書簡を含んでいる。

第4部図面集は、最適路線の標準横断面図、平面図、縦断面図、インターチェンジ・橋梁・涵渠等の構造図等を編集している。

第II章 計画の背景

第Ⅱ章 計画の背景

Ⅱ. 1 ケニヤの概要

ケニヤは、約 583,000km²の面積を持ち東はインド洋・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に境している。

中南部から北部ケニヤにまたがるニイカ高原は海拔 1,000m～ 1,500mに及ぶ、また中央高地は概ね海拔 1,700m以上 海岸地方は、200m以下である。

湖水地方及びケニヤ地方は、年降雨量 1,200mm一方、海岸地方は、800mm～ 1,000mmである。北部・北東部は 500mm以下である。

植生は、北部・北東部においては、灌木の疎成する半乾燥地帯からなり、中央ケニヤの大部は、熱帯林、南部は草原からなっている。

トウモロコシ、大豆、砂糖キビ、コーヒー、紅茶及び家畜からなる基幹農業はケニヤ国民に豊富に食糧を供給している。また、高品質の収穫物は、国際市場へと輸出されている。総人口は、1986年現在 2,100万と推定されている。また今世紀末には67%増の 3,500万になると予想されている。

Ⅱ. 2 ケニヤの運輸

ケニヤは、鉄道・道路を通じてモンバサ港とウガンダ、ルアンダ及び東部ザイールを結び、国際輸送幹線の役目を果たしている。

ケニヤの輸送網は、モンバサからナイロビ・ビクトリア湖地方を経由さらにウガンダに達する東西幹線が特徴となっている。

ケニヤの道路、総延長は、54,584km、そのうち幹線 6,391km、準幹線 8,782kmであり、その他が2級、低級、私設等合わせ39,411kmである。

道路舗装は全体で12.3%であるといわれている。ケニヤの鉄道は、幹線、準幹線、支線、私鉄線、引込線を合わせて、2,651kmである。

モンバサ港は、インド洋に面する玄関港である。なお、キリフィ・マリンディ・ラムー港は、それに続く位置にある。またビクトリア湖水には、キスム、ホマ湾、ケンダ湾等がある。

ケニヤは、2国際空港を有している。即ちナイロビのジョモケニヤッタ国際空港とモンバサのモイ国際空港である。また、キスム・マリンディ・ウィルソン等の中型空港もある。

ナイロビ市は、1986年現在約120 万の人口を持ち、年々5%以上の増加を示している。
同市は国の社会経済の中心であり、その中央商店街における交通車輛の数は、年を追って増加している。

第三章 計画地域

第Ⅲ章 計画地域

Ⅲ. 1 自然条件

計画地域の気候は、熱帯性である。

気候は、3月～5月及び11月～12月の雨期と他は乾期に分れている。しかしナイロビは赤道に近く、高地に位置しているため気温は年間を通じて温暖清涼であり、年平均20度Cで、26度C～15度Cの間にある。

バイパス計画地域は、海拔 1,660m～ 2,000mの西部台地から東部平原へと移るなだらかな草原に占められている。

ナイロビ市附近は、リフトバレー（大地溝帯）の東部台地に位置している。ナイロビの西部及び北部は高地であり、海拔は概ね 2,000mである。同市の南部及び東部は海拔概ね 1,800mのアチイ、及びカピリーと呼称する平原上に広がっている。西部から東部にかけて、地形は緩く傾斜しており、岩石山塊はナイロビの東方約50km内至60kmのマチヤコス地区に在る。同市の西北高地部は、主に農地として使用されている。アチイ平原の表面は粘性のブラックコットンソイルで覆われている。

バイパスのルートは、ナイロビ市の南にあるナイロビ国立公園の東ゲートの附近で幹線道路のA104から西に分岐する。その後ルートはウィルソン空港の西端及び国立公園を越えて西に伸び、幹線道路のC58との交差点を越えて、ゴングロード森を通過し、更に幹線道路C60交差する。更にルートはケニヤ鉄道の南部を平行に走りC63と交差し、ダゴレッティ森の北部を通過し、再び、C63に交る。最終点として、キクユ部落の北方においてA104（ナイバシヤ道路）に接合する全長29.2kmの4車線道路である。

III. 2 社会経済の概要

(1) 経済活動

ケニアの経済は、好天候と世界的コーヒーの値上り、および原油の値下りの恩恵を受けて、1984年の早魃による荒廃からも立ち直っている。GNP成長率は、1984にわづか0.9%であったが、1985年には、4.1%の成長であった。

経済発展と基盤の充実を目ざして、ケニア政府は、1984~2000年のGNPの年成長率を5.6%と設定した。

農業と製造業は、ケニア経済の基幹産業であり、GNPの32%、14%をそれぞれ占めている。

(2) 政府財政

歳入不足は財政に対して、1984/85の45.8%から1985/86年は34%になった。外国からの借款及び贈与は、1982/83年の84.5%から1985/86年は50%に下降した。産業の開発状況からみて、ケニア経済の改善は容易でないことがうかがえる。財政の不足は、GDP及び歳入のそれぞれ5%、20%であるが、これは、それほど危険状態というわけではない。歳入に対する負債の率は1986年に30%に達している。

(3) 国際経済

1985年、国際貿易の不振による財政不足は69百万ケニアポンドに達し、収支バランスは悪化した。その不足を補うため、国際機関からの借り入れ、(短期及び長期借入れ)を計っている。

貿易のバランス 1981-1985

百万ケニアポンド

項目	1981	1982	1983	1984	1985
輸出	537.23	568.64	652.18	776.91	802.34
輸入	932.41	900.30	905.62	1,097.21	1,201.13
バランス	△395.18	△331.66	△253.44	△320.30	△398.72

出典 Economic Survey, 1986

コーヒー、紅茶、石油製品が主要輸出物である。1985年のそれらの割合は、それぞれ29.7%、24.7%及び14.0%であり、コーヒー、紅茶の価格はそれぞれ44.07ksh/kg、30.36ksh/kgである。2000年までに、コーヒー 7.2%、紅茶 4.6%を含み、全体輸出を5.1%増やすことが計画されている。石油製品の輸出、観光、輸送事業の発展が期待されている。

III. 3 交通網と輸送

(1) 一般

ケニアの交通網は、海の玄関、モンバサを發し、首都ナイロビ、ビクトリヤ湖水地方を経てウガングに及ぶ東西幹線道路に特色がある。1985年現在、輸送部門の収益は、GDPの5%であり、1984年のそれを19%アップし、同国の経済回復に伴い上昇を続けている。

若干の部門について、その概要を述べると下記の通りである。

a) 道路は先に述べた通り、幹線 6.391km、準幹線 8.782km、その他合わせて54.584 kmで舗装率は12.3%といわれている。鉄道は幹線 1.450kmその他支線、引込線、私設分として 1.201km、総延長、2.651kmと公表されている。レール、運転施設はかなり老朽してみえる。ディーゼル車の採用も計られているが走行速度は、かなり低いように見受けられる。

港湾については、先に述べた通り、インド洋に面するモンバサ港、その他キリフィ、マリンディ、ラム等の下級港がある。ビクトリヤ湖に沿っては、キスム、ホマベイ、ケンドベイ等の諸港がある。港湾施設の老朽に伴い、輸送は停滞しがちであるといわれている。。

b) 1987年現在、モンバサ、ナイロビ間には 449kmの送油管が敷設されている。同施設は最新式の型式で、5種類の軽油製品を輸送している。

c) 国際空港としては、先に述べた通り、ナイロビのジョモケニヤック空港及びモンバサのモイ空港がそれであり、そのほかキスム、マリンディ、ウィルソン空港等の中級空港がある。私設を含めると、総計 460空港があるといわれている。

1985年には、空路輸送は 1.152百万人・km、貨物は 136.3百万km・kgでその利用率は60%と云われている。

d) JICAの調査によると、1982年の鉄道、道路の分担比は、人・km単位でそれぞれ12.1%及び87.9%となっている。貨物は ton・km単位、45%及び55%となっている。鉄道は、両単位当りとも、1981年～85年間で、それぞれ 6.9%及び 4.8% downward している。

1981～85年間の道路輸送の増加は、4.7%と推定され、鉄道輸送の衰退を示している。

輸送に関する、いくつかのデータが示されている。即ち

- a) 1979～88年のGDPの実質成長率は、3.2%
- b) 1977～84年の石油、ディーゼル油等の燃料販売の増加率は、2%
- c) 1977～84年の車の運転者登録の増加率は、2.6%
- d) 1982～83年のMOTCの80地点の交通量調査によると、下表のリストがある。

(i) 車種別

車種	乗用車	軽貨物	中貨物	重貨物	バス	総計
成長率 (%)	17	6	22	22	1	6

(ii) 地域別

地域	海岸	東部	東北	中央	リフト溪谷	西部
成長率 (%)	4	7	4	8	2	8

(iii) 道路別

道路	幹線(A・Bクラス)	1級	2級	下級	総計
成長率 (%)	4	8	6	9	5

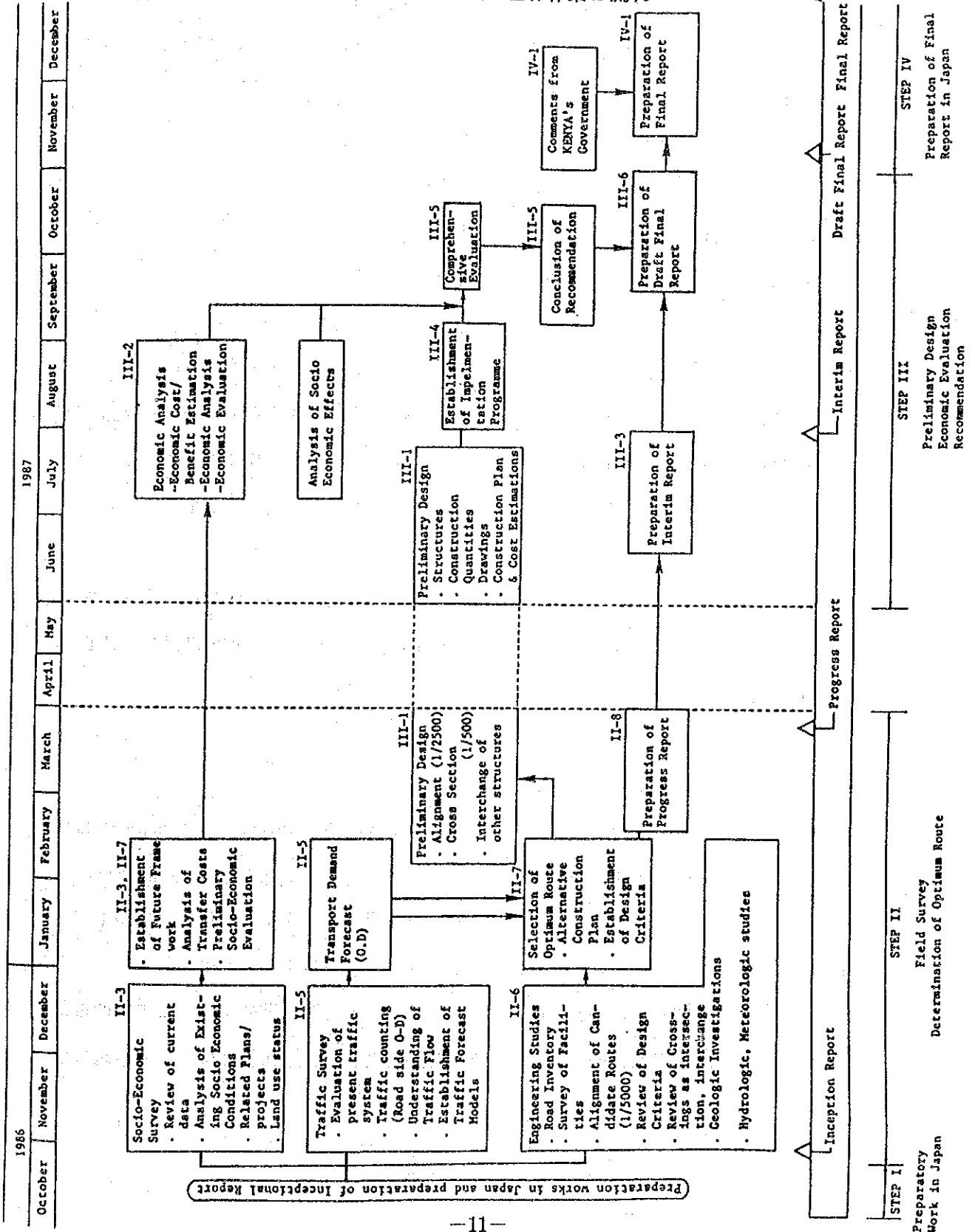
第IV章 プロジェクト

第IV章 プロジェクト

IV. 1 計画立案の手順

フィジビリティ・スタディは、下表の手法に基づいて実施された。

図IV-1 調査全体作業の流れ



IV. 2 比較路線

IV. 2. 1 路線選定の基本方針

下記諸事項ならびに技術的見地から比較路線の選定を行った。即ち

- (1) ナイロビ市委員会の建設計画等を含む開発計画に調和すること。
- (2) 一級道路のランガタ道路 (C 58) , シンゴング道路 (C 60) 及びダゴレット道路 (C 63) と連絡すること。
- (3) バイパス道路計画地区の他の道路計画に調和すること。
- (4) 一級国道 C 58及び, C 63の拡幅改良の可能性との調和。
- (5) 自然環境の破壊をしないこと。
- (6) バイパス道路は, アフリカ横断道路の1部であること。

IV. 2. 2 比較路線の比較評価

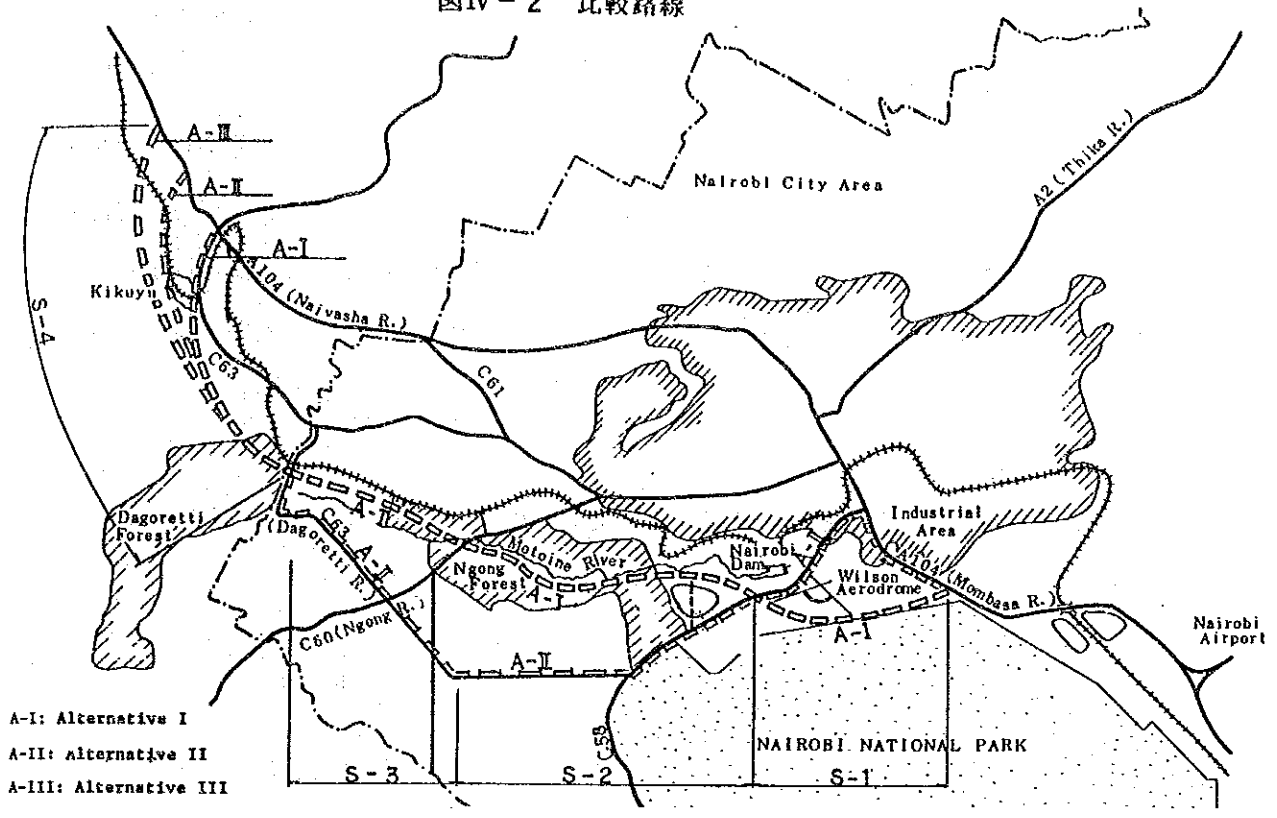
モンバサ道路の始点からダゴレット森までの2比較路線, それ以降ナイバシャ道路までの3比較路線は図IV-2に示されている。ルート比較は主として次の5事項を考慮して行った。即ち, ルート長, 技術的検討, 施工性, 環境保護, 土地取得補償, 建設を含めた費用等である。

第1区から第3区までは, 最適ルートの選定に採点法を用いた。第4区では予備設計を行い, これに基づき技術, 施工数量, 工費等を考慮して選定を行った。選定の結果は, 表IV-1, 比較路線の評価に示されている。

IV. 2. 3 最適路線の選定

最適路線の選定は, 当初段階において, 主報告書第7章に述べたように地質, ルート状態, 他の幹線や取付道路との道路網上の整合, 及びコントロール条件等を考慮してこれを行った。また上記第7章表VII 1-4-1では, 建設費比較, 単位距離当り建設費さらに建設効果即ち輸送台・km当り建設費を考慮した。その結果最適路線として最短ルートの比較路線A-1を選定した。このルートに関して, 幹線道路A104 (ナイバシャ道路) 上のキクユ交差点前後は近い将来MOTCによって4車線に改良される計画があり, バイパス計画にとって有望な材料である。

図IV-2 比較路線



表IV-1 比較路線の評価

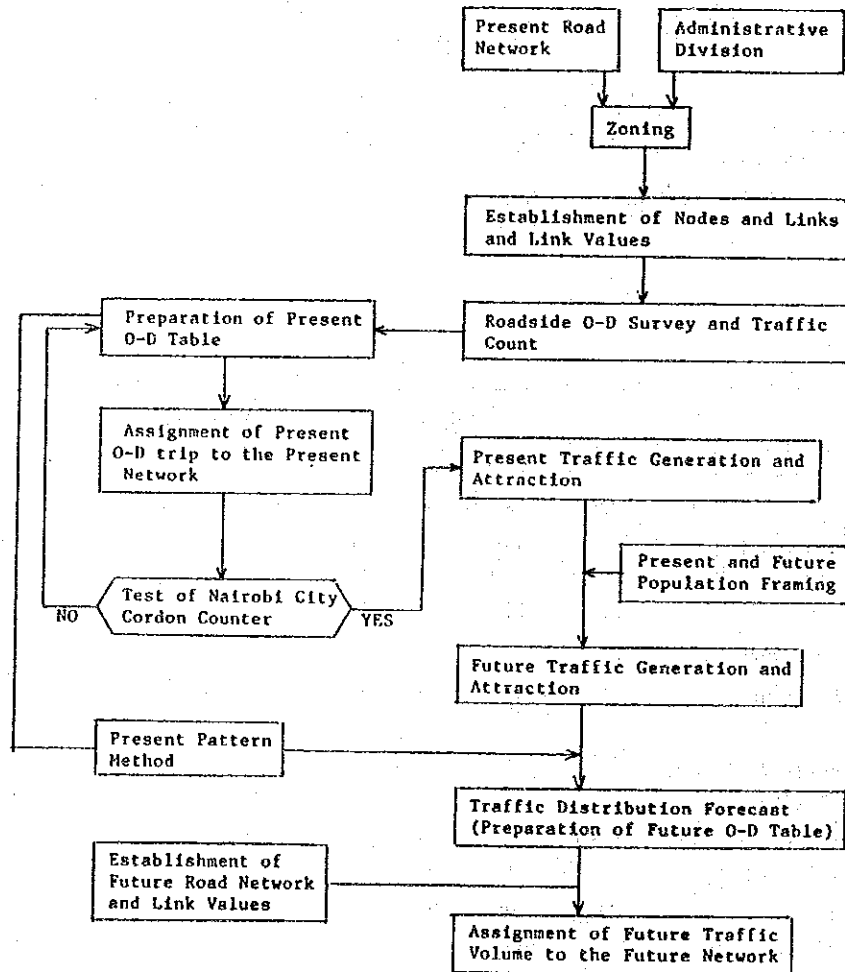
Description	WT	Section 1		Section 2		Section 3		Section 4		
		A-I	A-II	A-I	A-II	A-I	A-II	A-I	A-II	A-III
Length	(15)	15	12	15	13	15	13	15	12	12
Road Network	(5)	4	4	4	3	4	3	3	3	3
Engineering Aspect	(20)	14	10	13	12	12	15	12	11	13
Difficulty of Implementation	(15)	10	6	12	7	10	7	10	9	10
Social Environment Impact	(10)	7	4	9	6	9	4	6	6	7
Cost	(35)	28	20	21	18	21	21	24	21	21
	(100)	78	56	74	59	71	65	70	62	66

IV. 3 交通量予測

IV. 3. 1 予測の手順

交通量予測は次の手順によって実施した。(1) 交通量及び特性は、交通量調査結果によって分析した。(2) 将来交通需要は上記(1)の結果及び主要な経済指標、地域開発計画の予測に基づいて予測した。(3) 将来交通量をプロジェクト道路を含む道路ネットワークに配分し、(4) 予想される交通問題の解消を計った。上記の手順の全般的なフレームワークを図IV-3に示す。

図IV-3 交通需要予測のフローチャート



IV. 3. 2 交通調査の区分と範囲

バイパス上の将来交通量を予測するためには、ナイロビ市及び周辺の全体的な交通流動を明確にする必要があり、以下の交通調査を、MOTCの交通調査班や警察の協力を得て実施した。

調査区分	調査目的
a) 路側OD調査	OD表の作成と交通分析
b) 交通量観測	OD表の補完と交差点分析
c) 車輛速度調査	道路網の評価, 交通分析, 便益計算

交通調査地点の踏査及び確認は、警察やMOTCの交通調査員の協力を得て実施した。実施した代表地点の交通調査の結果は表IV-2, IV-3調査地点別現況交通混雑度を示している。

IV. 3. 3 現況交通システムの評価

(1) 混雑度が1.0を越える区間

表IV-2に示すようにA104, ンゴング道路(C61), ルサカ道路の三路線上にみられる。このうちA104については、都心部の1)ウフル道路, 2)アガカーン高校附近の二車線区間と3)キクユ以西の坂の多い二車線区間である。2)の区間については四車線化が近い将来事業化される見通しであり問題は解消するものとみられる。1), 3)の区間はナイロビバイパスの建設により交通混雑度が解消に転ずることが期待される。

特に3)の区間は大型車混入率が30%と高く、更に坂道であることから大巾な交通容量低下による影響が顕著であると見られる。

ンゴング道路についても、早期四車線化の事業化直前の段階であり、この拡巾整備による渋滞の解消が期待されている。

ルサカ道路は、工業団地へのアクセス道路でもあることから、高い混雑度を示している。この区間の混雑解消のためには、バイパス道路の起点(ウィルソン空港付近)と工業ゾーンのセンターをアクセス道路で連絡することにより問題は解消するであろう。

(2) 混雑度が 1.0に近い区間

A104, A2, C61, ランガッタ道路 (C58), アウターリングロード (C59) の1部で混雑度が 0.7を越え 1.0に近いリンクがみられる。

このうちA104 については、1) ミュージアムヒル付近, 2) カベッテ〜キクユ区間でみられる。バイパスの建設によって交通状態が改善される。一方、2) については四車線化が事業化の段階でもあることから問題の解消が期待される。

同様にC61のダゴレッティコーナーからカベッテの区間も混雑度 0.7を越えているが、A104 の整備とバイパスの建設により、これ以上の混雑度にはならないことが期待される。

ランガッタ道路のンチャヨスタジアムから動物保護院までの間も高い混雑度を示しているが将来四車線化が予定されているので問題は解消するとみられる。

A2道路の都心部とアウターリングロード (C59) の一部については、今すぐ渋滞が発生するわけではないが、将来ナイロビの都心を東側に迂迴する東バイパスの必要性があるとみられている。

IV. 3. 4 将来ネットワークの検討

(1) 目標年次

ナイロビバイパスが早やければ供用可能な1991年迄に、ナイロビ市域及びその周辺地域で建設が確実視されている新設道路、拡幅改良道路のうち、交通量配分対象路線を以下列挙する。

(2) 拡幅改良道路

ー A104 (アッパー・パークランド・エステート〜整形外科病院区間)

ー A104 (カベッテ〜キクユ区間)

ー ンゴング道路 (ウフル道路とハイレセラシエ通りとの交差点
〜ダゴレッティコーナー区間)

ー ランガッタ道路 (ウフル道路〜動物保護院区間)

(3) 新設道路

ー リンク道路 (ンゴング道路とランガッタ道路の間)

表IV-2 調查地點別現況交通混雜度 (1)

Station No.	1	2	3	4	5	6	7
Date	14-23/11/86	24/11/86	21/11/86	25/11/86	17/11/86	19/11/86	14/11/86
Road Name	A104 at Aga Khan H.S	C62 at Ruaraka Trading Centre.	A2 at Safari Park Hotel	C59	Lusaka Road	A104 at Drive-in Cinema	C58
Direction	Both	Both	NRB-Thika	Thika - NRB	Both	Nairobi	Mombasa
A.A.D.T.	Both	Both	NRB-Thika	Thika - NRB	Both	Nairobi	Mombasa
1. Car, Taxi	9,254	1,473	3,114	2,963	12,174	4,939	7,014
2. Light G.V.	3,308	898	1,722	1,998	7,011	2,063	2,555
3. Medium G.V.	522	267	589	661	866	562	544
4. Heavy G.V.	487	108	169	146	692	292	60
5. Bus	859	150	355	365	116	88	386
6. Matatu	1,393	368	744	912	469	332	729
7. Motorcycle	132	40	54	64	415	60	58
Total	15,955	3,304	6,747	7,109	21,743	8,336	11,346
PCU Rate							
1. Medium G.V.							
Heavy G.V./Bus	3.1	2.0	3.5	3.5	2.0	2.0	2.0
2. Matatu	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
3. Motorcycle	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
AADT Total							
Traffic (PUB)	20,508	3,993	9,875	10,463	23,444	9,414	12,671
Traffic Capacity							
12Hrs	10,000	9,300	14,600	14,600	11,100	13,800	11,100
24Hr/12Hr Rate	1.27	1.22	1.17	1.17	1.15	1.23	1.27
24Hrs	12,700	11,300	17,100	17,100	12,800	17,000	14,100
Congestion Rate	1.61	0.35	0.58	0.61	1.83	0.55	0.90

1/ Source : MOTC "Traffic Census Estimated Daily Traffic and Historical Traffic Flow Data 1985"

表IV-3 調查地點別現況交通混雜度 (2)

Station No.	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Date	18/11/86	26/11/86	1/12/86	28/11/86	29/11/86	24/11/86	28/11/86	25/11/86	1/12/86
Road Name	C61	A104 At The Rest- Club	C58	C60	A104 Naivash/Rd.	C64	C63	C98	C63
Direction	Both	Both	Both	Both	Both	Both	Both	Both	Both
A.A.D.T.									
1. Car Taxi	5,940	1,885	1,641	2,088	1,173	2,667	753	2,360	2,653
2. Light G.V.	2,314	968	698	1,225	1,005	1,371	368	1,249	1,047
3. Medium G.V.	354	880	219	310	423	195	98	1,193	171
4. Heavy G.V.	63	602	26	11	433	24	11	114	116
5. Bus	706	239	84	133	322	201	37	125	59
6. Matatu	747	274	236	312	292	438	30	448	54
7. Motorcycle	96	27	19	37	27	18	9	38	37
Total	10,220	4,875	2,923	4,116	3,675	4,914	1,306	5,527	4,139
PCU Rate.									
1. Medium G.V.	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Heavy G.V./Bus	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
2. Matatu	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
3. Motorcycle									
AADT Total	11,668	6,720	3,361	4,708	4,986	5,544	1,463	7,164	4,494
Traffic (PCU)									
Traffic Capacity	7,700	8,200	6,500	9,000	6,400	8,000	10,100	11,400	7,400
12Hrs									
24Hr /12Hr Rate	1.23	1.23	1.21	1.26	1.27	1.22	1.24	1.17	1.27
24Hrs	9,500	9,900	7,900	11,300	8,100	9,800	12,500	13,300	9,400
Congestion Rate	1.23	0.68	0.43	0.42	0.62	0.57	0.12	0.54	0.48

IV. 3. 5 将来交通量予測

(1) 将来交通量予測のための比較ネットワーク

バイパスの比較案としては、起点のウィルソン空港近傍よりダゴレッティ森の東端までは同一路線とし、この地点よりキクユ以北で現道A104にすりつくまでのルートとして最短案、最長案、中間案の3案が提案されている。中間案は機能的には最長案とほぼ同じであると判断されたため、ここでの配分対象としては、最短案及び最長案とした。

さらに各案について、4車線の場合と2車線の場合を想定して以下の通りのケース設定をした。

比較案A-0	Without Bypass	目標年次2000年
" A-3-2	バイパス最長案(2車線)	"
" A-3-4	" (4車線)	"
" A-1-2	バイパス最短案(2車線)	"
" A-1-4	" (4車線)	"

比較案A-0は、現況幹線道路と建設中もしくは計画中の道路によって構成されている。

(2) 将来交通量の予測結果

将来発生集中交通量の増加に伴って、比較案A-0における混雑度1.0を越えるボトルネックリンクの数は、A104, C58/63, C60/61などの代表的な道路上で15リンク、全ネットワークで30とカウントされた。

交通混雑減少を目指すバイパスの効果を、表VI-4に示すようなボトルネックリンク数で表示すれば、比較案A-1-4が最も効果的である。従って2000年の交通需要に対応するには、最短ルートの4車線バイパスを建設することが最も妥当であると判断された。

表. IV-4 比較案別ボトルネックリンク数

比較案	将来バイパス 交通量 AADT In PCU	混雑度 1.0以上のボトルネックリンク数					
		代 表 的 道 路					全ネット ワーク
		バイパス	A 104	C58/63	C60/61	小 計	
A-0	—	—	5	4	6	15(100%)	30(100%)
A-1-4	18-26×10 ³	—	3	1	4	8(53%)	24(80%)
A-3-4	11-24×10 ³	—	4	1	4	9(60%)	25(83%)
A-1-2	11-12×10 ³	3	5	3	4	15(100%)	31(103%)
A-3-2	8-11×10 ³	1	5	3	5	14(93%)	30(100%)

表IV-5はバイパス交通量のリンク別増加率を示している。ケニヤにおける道路設計マニュアルによると交通量が 8,000AADTを越えた場合には4車線道路の建設が考慮されるため、4車線に変更する年は1992年の後半になるであろうことを示している。

従って、供用開始年より4車線道路とすることが交通計画の視点からの提言と言える。

また、バイパスが4車線道路として完成した場合にも更に、以下の施策が、ナイロビ市の交通混雑の解消の為に必要であろう。

- (1) 東バイパスの建設
- (2) ナイロビの東部地域への放射道路の改善,
Jogoo Road拡幅, koma Rock Road拡幅,
- (3) 公共交通の強化
- (4) Uhuru Highway のラウンドアバウトの交通容量増強, 改良
- (5) ナイロビ都心の駐車施設の改良

表IV-5 リンク別バイパス将来交通量の増加

	B.P. Link-1 (131-132)				B.P. Link-2(132-133)				B.P. Link-3(133-134)				B.P. Link-4 (134-22)			
	Both direction		Both direction		Both direction		Both direction		from 22 to 134		from 134 to 22		Both direction			
	AA DT	pcu	AA DT	pcu	AA DT	pcu	AA DT	pcu	AA DT	pcu	AA DT	pcu	AA DT	pcu	AA DT	pcu
Car, taxi	898	1.0	898	1.0	1,208	1.208	3,468	3.468	3,468	3.468	1.0	3,812	3.812	3,812	3.812	
Light goods V.	414	1.0	414	1.0	934	0.934	1,675	1.675	1,675	1.675	1.0	1,846	1.846	1,846	1.846	
Medium goods V.	588	2.0	1,176	2.0	575	1.150	224	0.448	448	0.448	3.8	295	1.112	295	1.112	
Heavy goods V.	491	2.0	982	2.0	465	0.930	374	0.748	748	0.748	3.8	412	1.583	412	1.583	
Bus	313	2.0	626	2.0	172	0.344	104	0.208	208	0.208	3.8	112	0.429	112	0.429	
Matatu	-	1.5	-	1.5	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	
Total	2,704		4,096		3,354	4,566	5,845	6,547	6,547	6,547		6,477	8,782	8,782	8,782	
	100.0		100.0		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0	100.0	
Car, taxi	5,790	1.0	5,790	1.0	4,517	4,517	5,274	5,274	5,274	5,274	1.0	3,853	3,853	3,853	3,853	
Light goods V.	4,200	1.0	4,200	1.0	3,534	3,534	3,620	3,620	3,620	3,620	1.0	2,628	2,628	2,628	2,628	
Medium goods V.	943	2.0	1,886	2.0	771	1,542	259	0.518	518	0.518	3.8	383	1,459	383	1,459	
Heavy goods V.	855	2.0	1,710	2.0	749	1,498	597	1,194	1,194	1,194	3.8	701	2,711	701	2,711	
Bus	449	2.0	898	2.0	287	0.574	121	0.242	242	0.242	3.8	148	0.571	148	0.571	
Matatu	-	1.5	-	1.5	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	
Total	12,237		14,484		9,858	11,665	9,871	10,848	10,848	10,848		7,713	11,222	11,222	11,222	
	452.6		353.6		293.9	255.5	168.9	165.6	165.6	165.6		119.1	127.8	127.8	127.8	
Car, taxi	12,750	1.0	12,750	1.0	8,780	8,780	9,371	9,371	9,371	9,371	1.0	5,498	10,921	10,921	10,921	
Light goods V.	8,272	1.0	8,272	1.0	6,547	6,547	5,220	5,220	5,220	5,220	1.0	3,039	6,588	6,588	6,588	
Medium goods V.	965	2.0	1,930	2.0	771	1,542	659	1,318	1,318	1,318	3.8	380	1,444	380	1,444	
Heavy goods V.	1,066	2.0	2,131	2.0	999	1,998	1,027	2,054	2,054	2,054	3.8	520	1,976	520	1,976	
Bus	255	2.0	510	2.0	37	0.074	41	0.082	82	0.082	3.8	21	80	21	80	
Matatu	-	1.5	-	1.5	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	
Total	23,308		25,594		17,134	18,941	16,318	18,045	18,045	18,045		12,037	19,341	22,831	22,831	
	862.0		624.9		510.8	414.8	279.2	275.6	275.6	275.6		298.6	260.0	260.0	260.0	
Annual average growth rate of 4-lane Bypass (from 1986 to 2000)	16.6%		14.0%		12.4%	10.7%	7.6%	7.5%	7.5%	7.5%		8.1%	7.0%	7.0%	7.0%	

(3) 転換交通量

本バイパスの目的が、国際幹線道路A104からナイロビの通過交通を転換させ、しかも都市内道路の混雑解消という2目的を持つため、バイパス利用交通をその目的に対応する様に区分し、各々の改善効果を便益の対象とする。

更に、本プロジェクトの便益計算は数量化が可能な項目について保守的に行うことを基本としている。そのため、バイパスの将来交通量の中には、バイパス完成に伴って追加的に発生するが、その数値の確実性が得がたくかつ、舗装された都市の道路にとっては、数量的にも無視し得る程少ない開発交通や誘発交通は対象とせず、現道からの転換交通のみを対象としている。

表IV-6は区間別バイパス利用交通量の交通種別構成比、バイパスへの転換率を示したものである。同表及び付録表A-VI-5に示す区間別OD内訳表をもとに、バイパスの利用形態を分析し、交通特性を整理するとともに、A104からバイパスへの転換交通量を分析した。

以下にその分析結果の概要を示す。

- a) バイパス利用交通量の交通種別内訳は、各区間ともナイロビ市内々交通、内外交通で90%強を占め、ナイロビ市域通過交通は1,200～1,360台/日程度であり、全量の10%に満たない。
- b) バイパスへの転換率は、ゾーン間の希望線の方向とバイパスルート方向が合致する方向ほど高くなる傾向にある。
- c) 交通種別の転換率は上記b)で示した理由から、バイパスの起終点の延長線上にトリップエンドの両端を持つ通過交通の転換率が高く、100%に近い値を示している。
- d) また内外交通の転換率は約80%、内々交通の転換率は約50%と、バイパスルート方向とゾーン間の希望線の方向のズレが大きくなる組合せほど、バイパスへの転換率が低くなる傾向が認められる。これは、最短時間経路を選択するという配分手法が反映された結果と考えられることができる。
- e) バイパス全区間利用交通のうち、A104からの転換交通量は通過交通及び空港地区や工業地区等バイパス起点周辺に発生点を持ち、バイパス終点以北に目的を持つ内外交通が考えられる。

このような観点から、OD内訳を分析した結果表IV-7に示すように、通過交通1,213台/日、内外交通5,069台/日の合計6,282台/日がバイパス全区間を通過する転換交通量であった。これらのバイパスへの転換率は全て100%であった。

- f) 従って上記6,282台/日を除いた交通量が、その他の転換交通量になる。

(表IV-7参照)

A104 からバイパス全線利用の転換交通以外の転換交通はバイパスのリンク別に10,040-17,030台/日、2000年となっている。これらのトリップは、大部分がナイロビ市内を発生地点とするトリップであり、そのODペアの方向がバイパスルートと等しいものほどバイパスへの転換率が高くなっており、逆にODペアの方向がバイパスルートと異なるに従い転換率が少なくなっている。

(付録表A-VI-5参照)

更にナイロビ市の南西部や南東部の人口増加地と都心や工業地域を結ぶ将来の伸びの大きいODペアは、バイパスルートとそのODペアの方向が近いため、より高い転換率でバイパスに転換している。

以上は2000年のバイパス利用交通量の分析結果であるが、便益計算の開始年を1991年としているため、1991年のバイパスの利用交通量も表IV-7に示す。

なお、1991年の交通量は2000年の交通量と1986年の交通量の直線比例によって求めている。

表IV-6 リンク別バス利用型態 (2000年)

Bypass Link	Link 1		Link 2		Link 3		Link 4	
	Traffic Volume (100 VPD)	Distribution ratio (%)	Traffic Volume (100 VPD)	Distribution ratio (%)	Traffic Volume (100 VPD)	Distribution ratio (%)	Traffic Volume (100 VPD)	Distribution ratio (%)
Internal Traffic	138	60	80	47	61	38	75	39
External Traffic	82	35	79	46	90	55	105	54
Through Traffic	12	5	12	7	12	7	13	7
Total	232	100	171	100	163	100	193	100
		64	49	47	47	47	51	51
		84	80	80	78	78	74	74
		95	98	98	100	100	99	99
		71	62	63	63	64	64	64

Note:

Internal Traffic : Zone pairs having both trip ends inside Nairobi City

External Traffic : Zone pairs having their trip ends both inside and outside of Nairobi City

Through Traffic : Zone pairs passing through Nairobi City

表IV-7 リンク別バイパス将来転換交通量

Unit: AADT

Bypass Link No.	Converted Traffic from	Year in 1991					Year in 2000						
		Car	L.G.V.	M.G.V.	H.G.V.	BUS MA.	Total	Car	L.G.V.	M.G.V.	H.G.V.	BUS MA.	Total
1	(1)	237	150	122	388	11	908	351	222	132	496	12	1,213
	(2)	1,009	1,336	415	424	18	3,202	1,778	2,309	460	502	20	5,069
	(1)+(2)	1,246	1,486	537	812	29	4,110	2,129	2,353	592	998	32	6,282
	from other roads	3,990	1,799	186	13	135	6,123	10,621	5,919	373	68	223	17,026
	Total	5,236	3,285	723	825	164	10,233	12,750	8,272	965	1,066	255	23,308
2	(1)	237	150	122	388	11	908	351	222	132	496	12	1,213
	(2)	1,009	1,336	415	424	18	3,202	1,778	2,309	460	502	20	5,069
	(1)+(2)	1,246	1,486	537	812	29	4,110	2,129	2,353	592	998	32	6,282
	from other roads	3,009	1,626	38	4	4	4,681	6,651	4,194	179	1	5	10,852
	Total	4,255	3,112	575	816	33	8,791	8,780	6,547	771	999	37	17,134
3	(1)	237	150	122	388	11	908	351	222	132	496	12	1,213
	(2)	1,009	1,336	415	425	18	3,202	1,778	2,309	460	502	20	5,069
	(1)+(2)	1,246	1,486	537	812	29	4,110	2,129	2,353	592	998	32	6,282
	from other roads	3,871	1,136	105	78	4	5,194	7,242	2,867	67	29	9	10,036
	Total	5,117	2,622	642	890	33	9,304	9,371	5,220	659	1,027	41	16,318
4	(1)	237	150	122	388	11	908	351	222	132	496	12	1,213
	(2)	1,009	1,336	415	425	18	3,202	1,778	2,309	460	502	20	5,069
	(1)+(2)	1,246	1,486	537	812	29	4,110	2,129	2,353	592	998	32	6,282
	from other roads	5,727	1,940	89	103	16	7,875	8,792	4,235	91	103	16	13,059
	Total	6,973	3,426	626	915	45	11,985	10,921	6,588	683	1,101	48	19,341

Note: L.G.V. : Light Goods Vehicle
M.G.V. : Medium Goods Vehicle
H.G.V. : Heavy Goods Vehicle
MA. : Matatu

(1) : Through-Traffic of Nairobi converted from A104 to Bypass
(2) : Converted from A104 to Bypass of both or either O-D inside Nairobi (External Traffic)

IV. 4 幾何構造設計基準

適用すべき設計基準と標準横断面は、ケニヤ国運輸通信省の“道路設計指針その1”及びMOTCとの協議により以下の如く決定した。

<u>本線</u>	
設計速度	100-70km/h
車線幅員	3.5m
路肩幅員	
右	1.0m
左	1.5m
中央分離帯	11.0- 3.5m
横断勾配	2.5%
縦断勾配 (最大)	
平地	3.0%
丘陵地	4.0%
山地	7.0%
最少曲線半径	600m
道路敷	60m
<u>交差点ランプ</u>	
項目	
設計速度	50-40km/h
車線幅員	
一車線ランプ	4.0m
二車線ランプ	6.0m
路肩幅員	
右	1.0m
左	1.5m (一車線ランプ)
	1.0m (二車線ランプ)
横断勾配	2.5%
最少曲線半径	50.0m

加速車線長

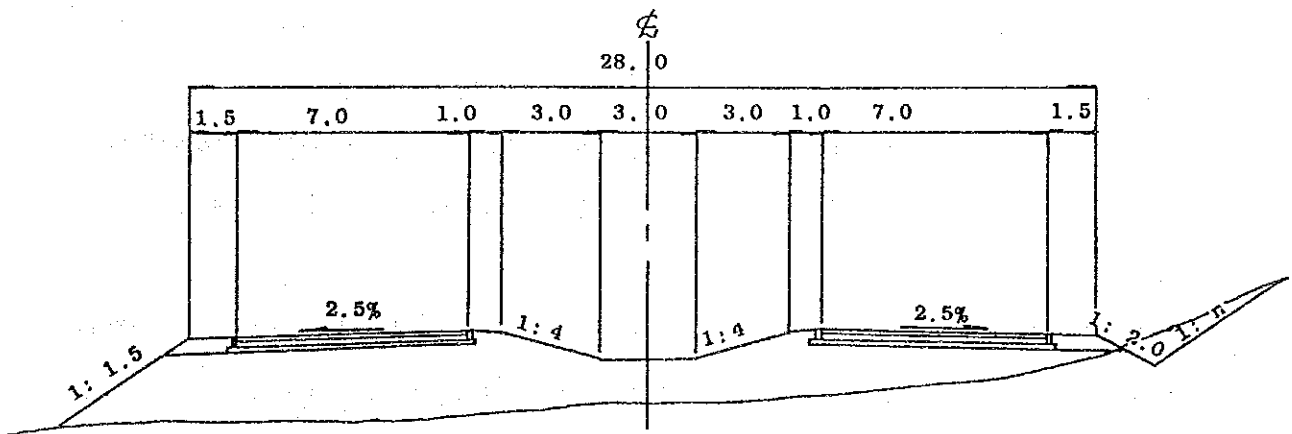
設計速度 100km/h 240m

設計速度 80km/h 210m

減速車線長

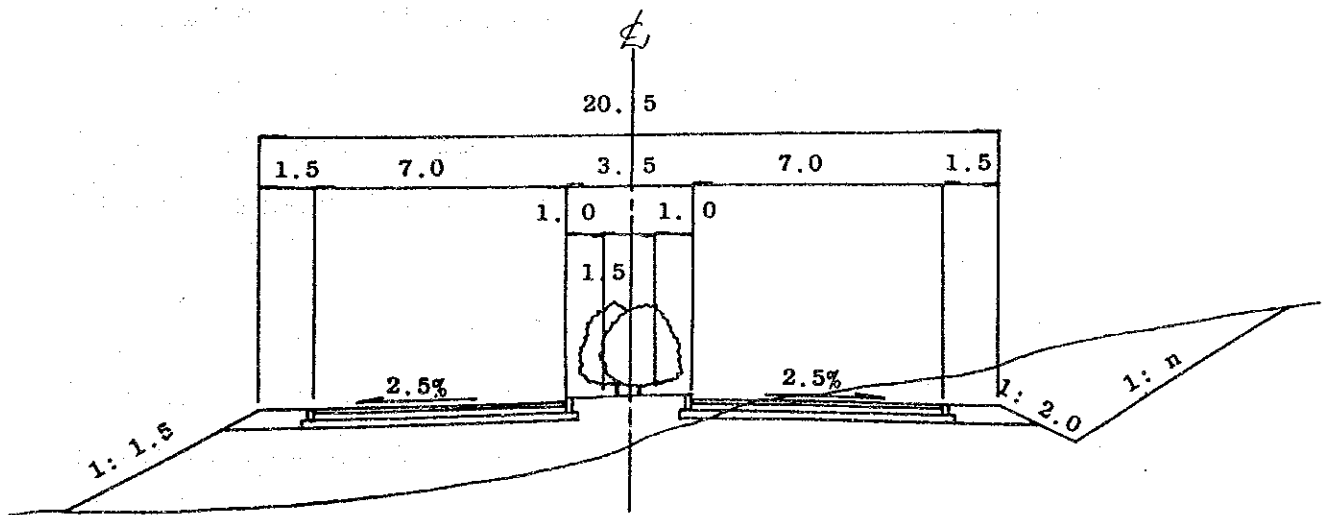
設計速度 100km/h 150m

設計速度 80km/h 130m



(CENTRAL RESERVE, $W_c = 11.0^m$)

標準横断面図



(CENTRAL RESERVE, $W_c = 3.5^m$)

IV. 5 概略設計

当該プロジェクト道路の概略設計は当 JICA チームが実施した予備設計（5,000分の1地形図使用）に基づいて、2,500分の1の地形図を用いて実施された。

なお、幾何構造設計は道路設計指針その1の地方道路の幾何構造基準及びMOTCとJICAチームとの協議の上で実施された。

IV. 5. 1 路線設計

ナイロビバイパスはナイロビナショナルパークの東北端のモンバサ道路A104上に始まり、ナイバシャ道路A104のキクユジャンクションで終る。

始点からランガッタエステートまでの平面線形は公共事業、住宅、地域計画省の地域計画部によるナイロビのストラクチャープラン（地域計画部参照番号 No.42-28 85-9）によって計画された。

それから先の平面線形は土地収用費の低減を図るために国有地のンゴングロードの森及びダゴレットティの森の中を出来るだけ通過するように計画された。

平面及び縦断線形の概要は図VI-4及び図VI-5に示すとおりである。

(1) モンバサ道路ジャンクション — ウフルモニュメントジャンクション（ランガッタ道路ジャンクション）区間

公共事業、住宅、地域計画省作成のナイロビストラクチャープランを参照し、並列するアフリカ横断道路敷と鉄道予定敷の中に納まるように独立記念塔と既存のレストランをそこなわないように考慮して設計を実施した。

縦断線形は雨水の路面排水を容易にするように現地盤より若干高くなるように、又、ナショナルパークの端を通過後ランガッタ道路（C58）を高架で越えるように持ち上げて設計された。

(2) ウルフ・モニュメントジャンクション～ンゴング道路ジャンクション

バイパスは住宅団地を避けながらモトイネ川の右岸に沿って走り、ンゴング道路の森の南端沿いに延伸し、モトイネ川とンゴング道路の交差部を越える。この区間は住宅団地と森林事務所を考慮しつつ計画された。

(3) ンゴング道路ジャンクション — ダゴレットティ道路ジャンクション

バイパスはンゴング道路とモトイネ川を越えモトイネ川の左岸に移りンゴング道路の森を貫いて延伸し、森を貫けると数多くの住宅を避けながらモトイネ川の左岸の斜

面の頂を走り、鉄道に接近しつつ、タゴレッティの森の裾でタゴレッティ道路（C63）を越える。

この区間では現道の拡巾による改良を試みたが、現道沿いに家が連担しており、住民立ち退きに多大の金額と時間、それに混乱を生じることからJICAチームはMOTCと協議の上、予備設計の段階で、計画路線はモトイネ川の左岸の端を通過することに決定した。

（4）タゴレッティ道路ジャンクション — キクユジャンクション

この区間の始点の地勢は急峻で、表土の下には地質調査の結果、堅固な岩の存在が確認された。従って、縦断勾配は5%とし、土工数量、特に岩掘削量の低減を図った。

計画路線はタゴレッティの森を登り、森の東北の端を通過し、住宅密集地を避けながらトゴト村を通過する。その後、アライアンス男子及び女子高校の学校コミュニティをこわさぬように、又、有名教会を破壊せぬように両高校の西側を迂回し、その後、オンディリ湿地を出来るだけ避けながらその東端を高盛土で横切り、C63号線と合流する。その後、既存の鉄道の下を通過し、ナイバシャ道路A104にキクユジャンクションで合流する。

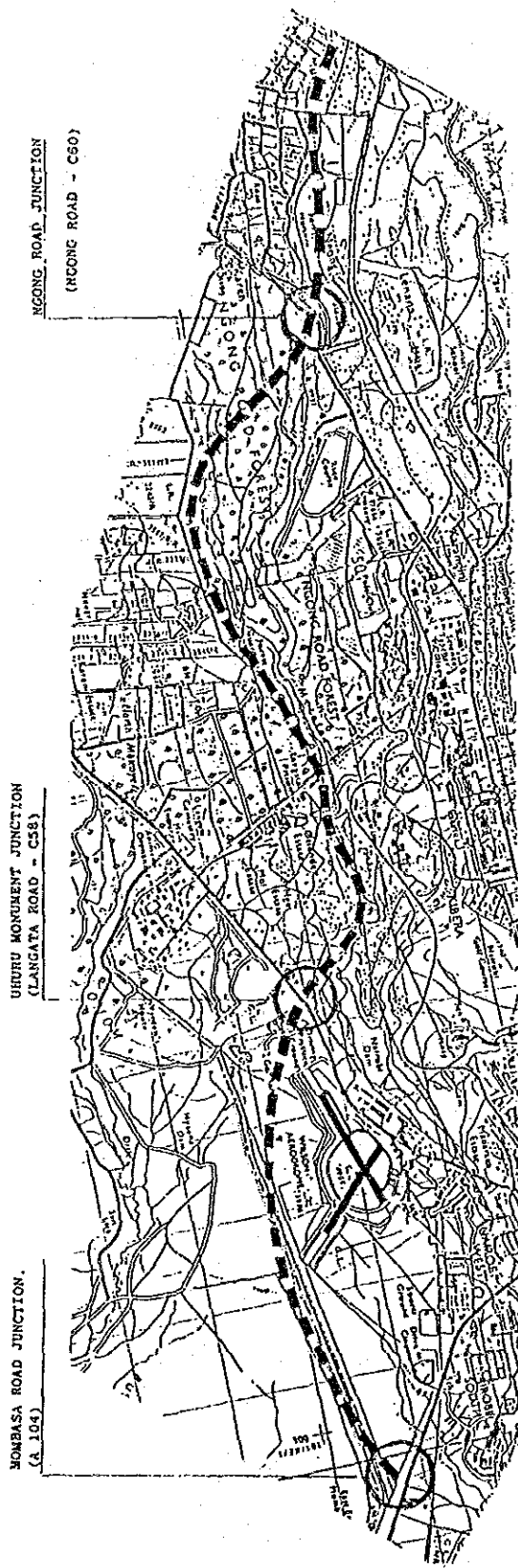
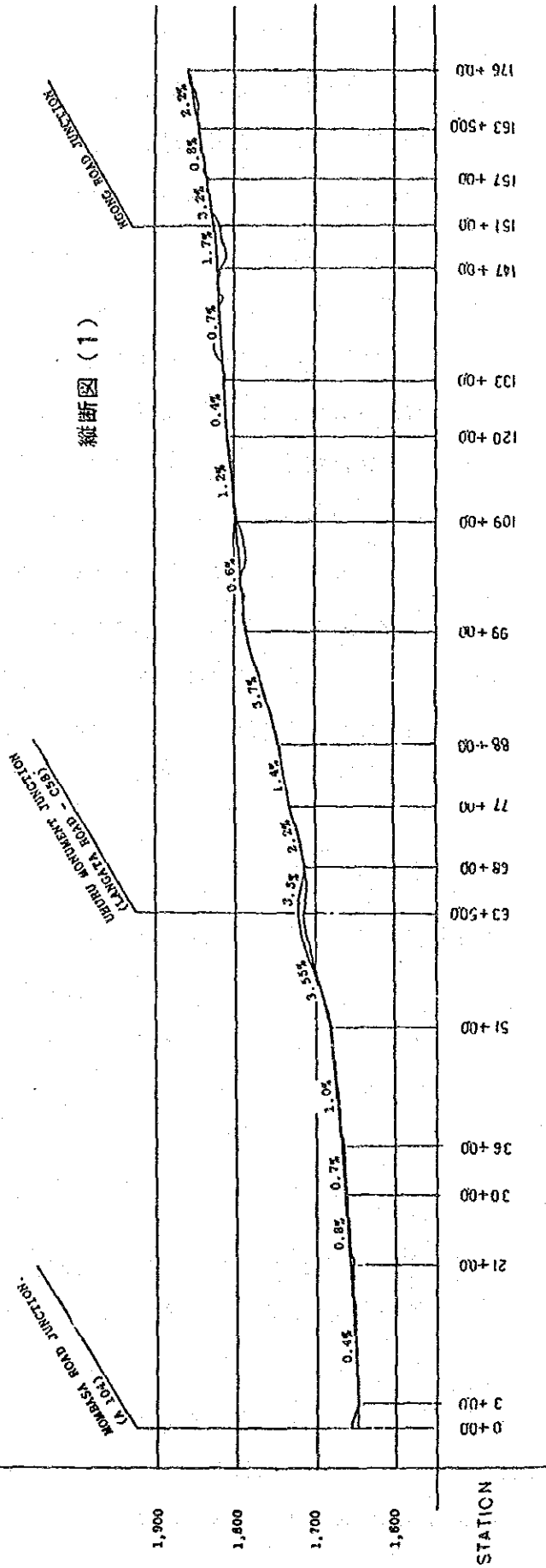
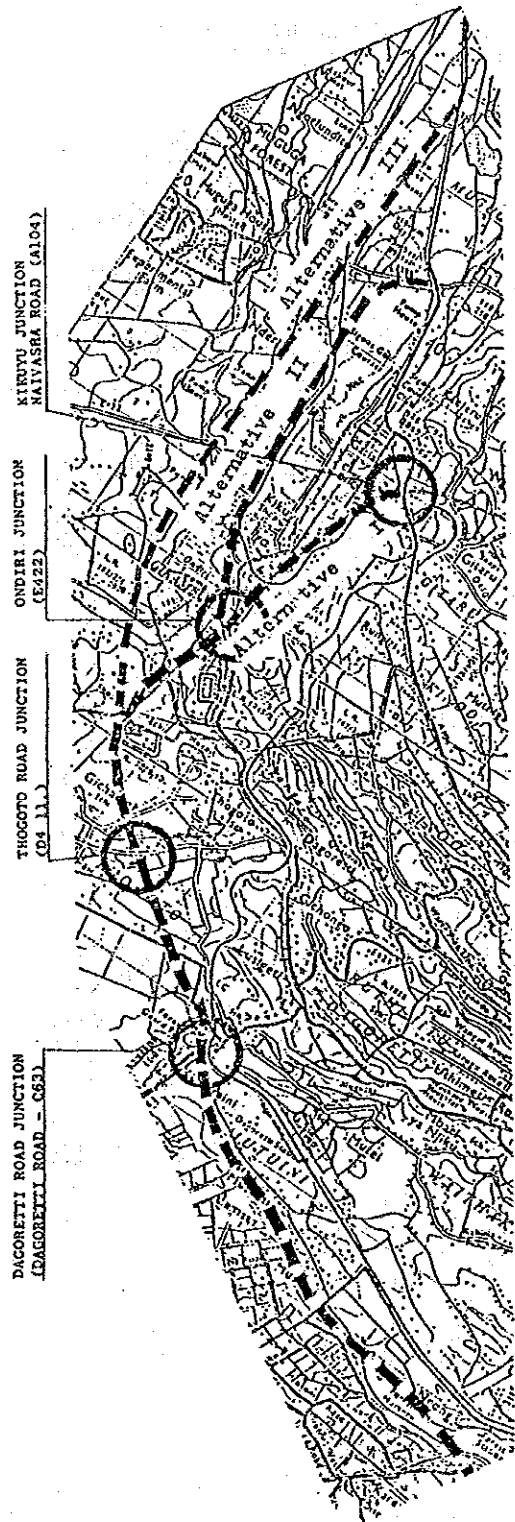


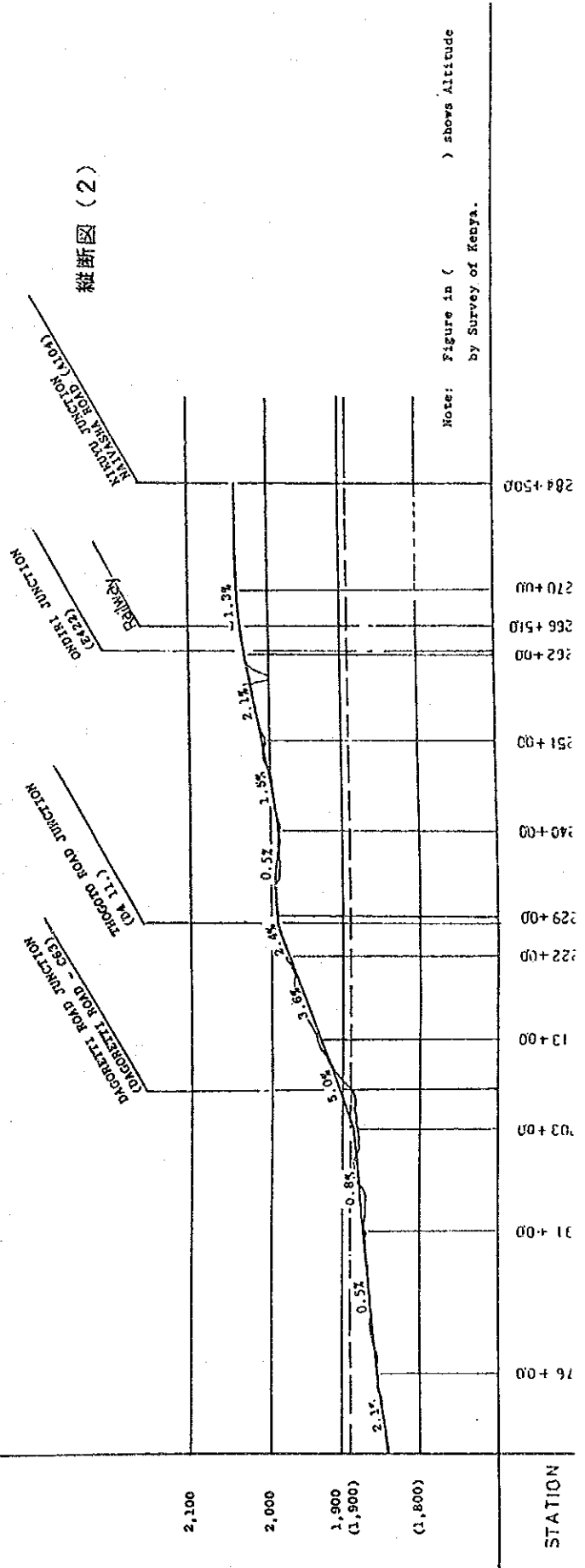
図 IV - 4 平面図 (1)



縦断面図 (1)



図IV-5 平面図 (2)



IV. 5. 2 地質及び土質

プロジェクト地域はアチ川流域に存し、数多くの河川（モトイネ川、モコヨチ川、ナイロビ川、その他）によって開析されており、その河川は沖積台地を随所に形成しながらリフトバレー東の高地から東に向かって流れている。

ケニヤを中心とする東アフリカ地域の地質はモザンビークベルトに属するプレカンブリア紀の結晶片岩が基盤を構成し、地質構造は南北に延びる大地溝帯によって特徴づけられる。この地溝帯を通る多数の断層によって基盤岩は分断されていると同時に第三紀以降の活発な火成活動によって、大地溝帯を中心とする地域は厚く火山岩類によって被覆されている。

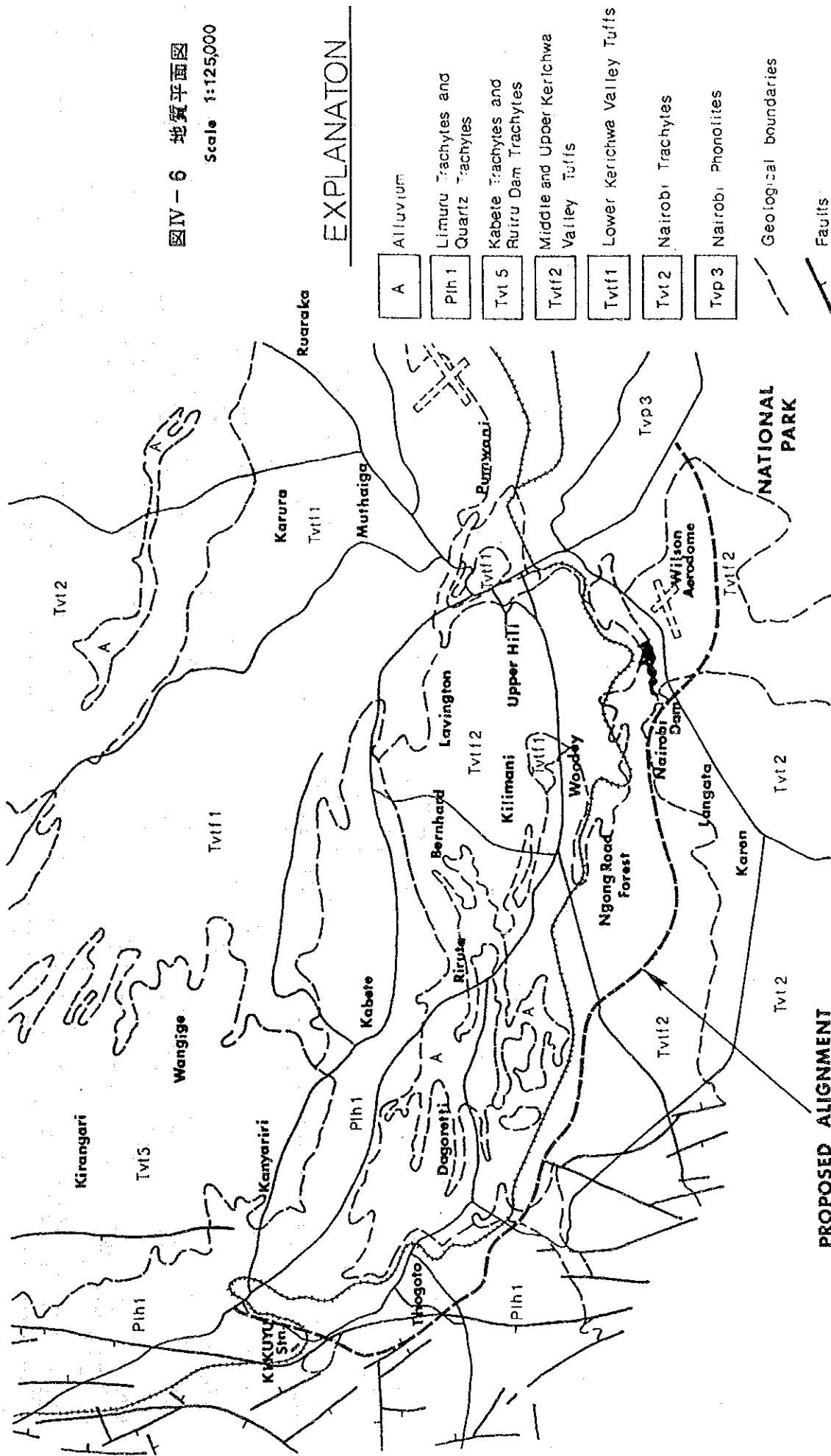
ナイロビを中心とするリフトバレー東側の高地もこの範にもれず、第三紀から第四紀にかけて数次にわたり噴出したホノライト、粗面岩、凝灰岩等の火山岩が分布している。又、プレカンブリア紀の結晶片岩類の分布はナイロビ東方50～60kmのマチャコス山塊付近より東方に限定される。

表層部を被覆する土壌についてみると、ナイロビ市の西部から北部の標高の高い地域において火山灰、風化火山岩等を起源とする土壌によって構成されているが、東・南側のアチ平原地域においては、ブラックコットンソイルと称する粘着性、吸水膨潤性に富んだ土壌が分布する。

又、調査地域周辺は多数のアチ川排水体系に属する河川によって開析されており、河川沿いには断続的に沖積層の分布がみられる。この沖積地盤は雨期において局部的にスワンプ状を呈する軟弱地盤地帯も認められる。

以上、ナイロビ及びその周辺部の地質状況は図VI-6に、当該プロジェクト道路の地質状況は図VI-7およびVI-8に示すとおりである。

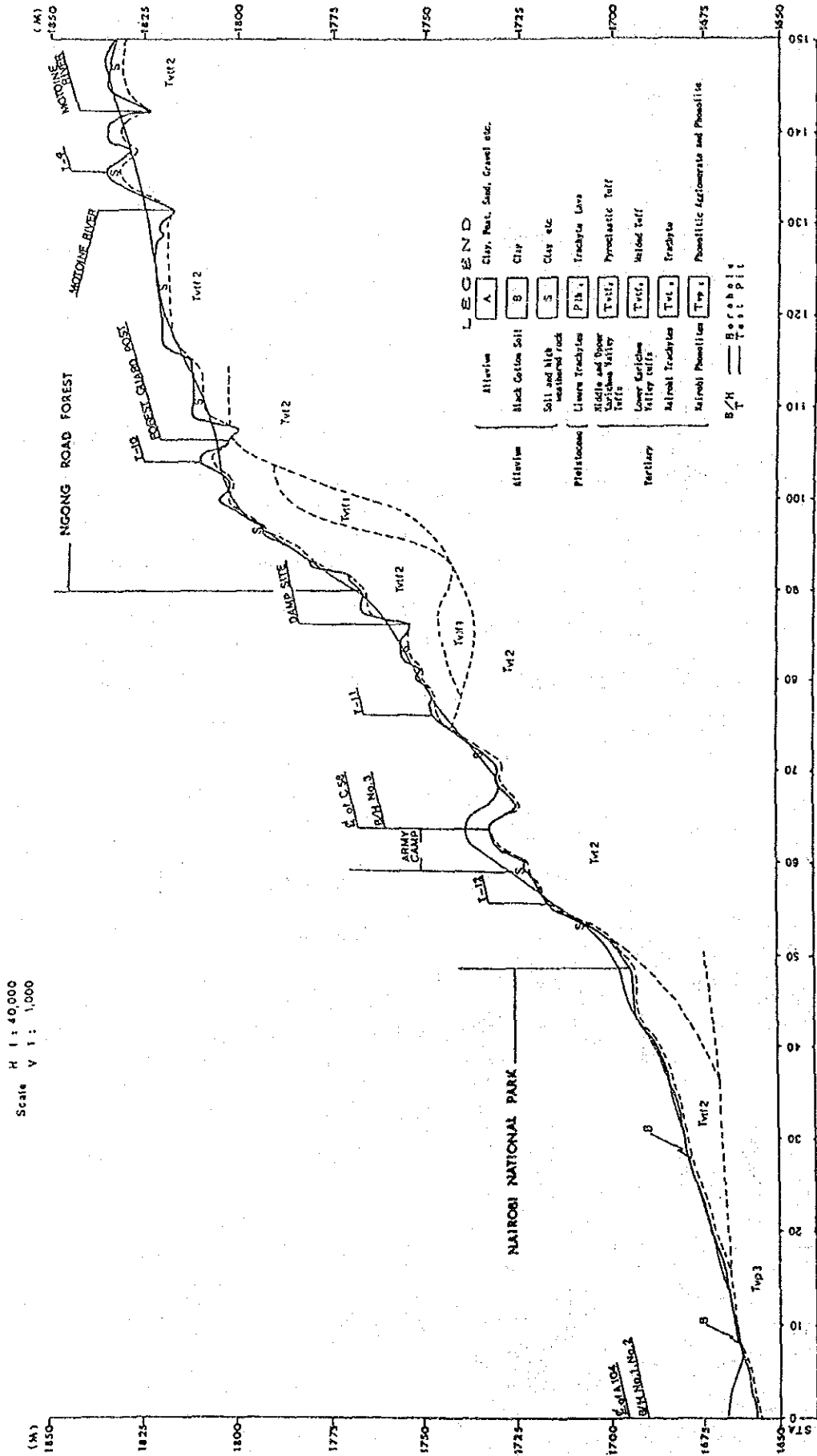
图IV-6 地質平面图
Scale 1:125,000



EXPLANATION

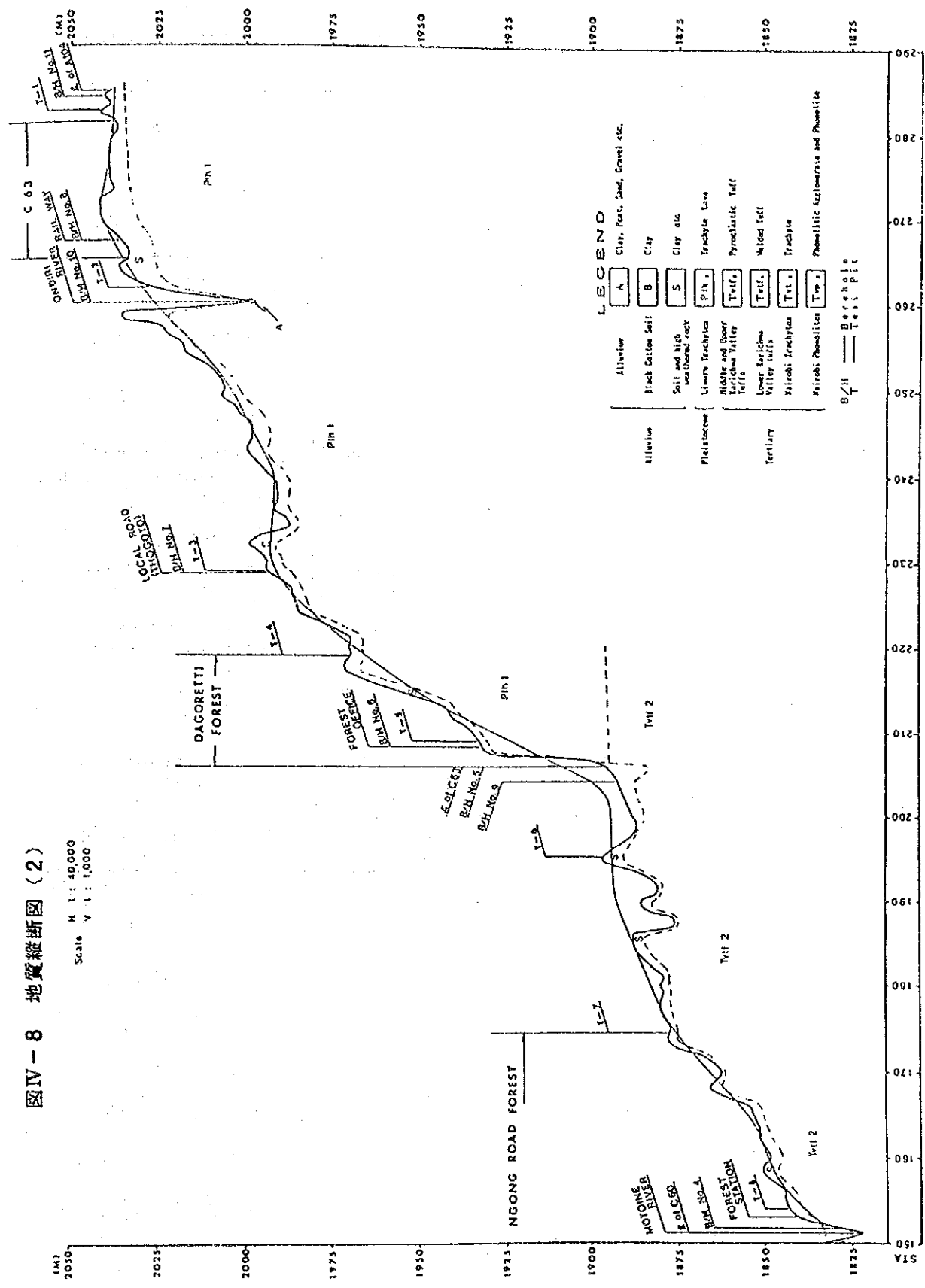
A	Alluvium
Plh 1	Limuru Trachytes and Quartz Trachytes
Tvl 5	Kabete Trachytes and Ruiru Dam Trachytes
Tvl 2	Middle and Upper Kerichwa Valley Tufts
Tvl 1	Lower Kerichwa Valley Tufts
Tvl 2	Nairobi Trachytes
Tvp 3	Nairobi Phonolites
- - -	Geological boundaries
- / -	Faults

圖IV-7 地質縱斷圖(1)



圖IV-8 地質縱斷圖(2)

Scale H 1 : 40,000
Scale V 1 : 1,000



IV. 5. 3 舗装設計

舗装設計はケニアのMOTC編，道路設計指針その三によって行った。又JICAチームはMOTCの材料試験室と舗装材料，舗装設計の方法等について協議を行った。その結果，舗装構造は以下のように提案された。

区間別舗装構造

区 間	交通区分	路床土クラス	Proposed	舗装構造
STA 0 + 0.0 -STA 90 + 0.0	T ₁	S5	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">100mm</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">200mm</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">175mm</div>	Surface Cement Stabilized Material Cement improved Material (or crushed stone)
STA 90 + 0.0 -End	T ₁	S4	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">100mm</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">200mm</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">225mm</div>	Surface Cement Stabilized Material Cement improved Material (or crushed stone)
STA 207 + 0.0 -STA	T ₁	S6	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">100mm</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">200mm</div>	Surface Cement Stabilized Material
STA 214 + 0.0 -STA	T ₁	S6		

IV. 5. 4 交差点設計

(1) 交差点形状及び交通制御方式

当該プロジェクト道路と主要道路の交差する個所に交差点を計画した。

交差点形式と交通制御方式は以下にまとめたとおりである。

交差点名称	交差道路名	交差点形式と交通制御方式
モンバサジャンクション	モンバサ道路	ハーフクロバー
	(A104)	リーフ型
ウフルモニュメントジャンクション	ランガッタ道路	ダイヤモンド形
	(C58)	全方向交通に対応
ンゴング道路ジャンクション	ンゴング道路	複合T型
	(C62)	全方向交通に対応
ダゴレッティ森ジャンクション	ダゴレッティ道路	複合T型
	(C60)	全方向交通に対応
キクユジャンクション	ナイバシャ	直結型
	(A104)	全方向交通に対応

IV. 5. 5 構造設計

橋梁、道路用ボックスカルバート、水路用ボックスカルバートについて概略設計を実施した。

MOTCの構造設計技術者と協議をし、設計基準は日本道路協会の道路土工指示準拠した。橋梁設計荷重はTC-20を採用し地震荷重は考慮していない。

構造物のタイプは低建設費と以下の項目を考慮して検討選定した。

1. 地元業者による工事の可能性
2. 地元材料及び輸入容易な材料による建設
3. 建設後の維持管理の容易さ
4. 自然景観を壊さぬような構造物

IV. 6 建設工程と建設費

IV. 6. 1 工事期間と目標年

ナイロビバイパスの建設期間は約4.5年と計画された。最初の二年間は事前作業、即ち詳細設計、土地収用、入札及び契約業務に必要な期間である。後半の2.5年は実建設工事に当てる。

IV. 6. 2 建設工程

建設工程は図IV-9およびIV-10バーチャートに示すとおりである。

IV. 6. 3 投資計画

建設工程によって年投資計画は以下の如く立てられる。

年	外貨 (百万Kshs)	内貨 (百万Kshs)	合計 (百万Kshs)
1	6.60	4.52	11.12
2	2.95	28.51	31.46
3	18.54	35.51	54.05
4	147.73	118.27	266.00
5	87.89	65.91	153.80
計	263.71	252.72	516.43

IV. 6. 4 維持補修費

道路維持補修費は以下の項目について算出した。

年間通常維持管理費及び定期維持補修費清掃費及び補修費から構成される年間維持補修費は“BREAKDOWN OF ROAD MAINTENANCE RATES FOR 1987/88 FINANCIAL YEAR.MOTC”に基づいて算出した。オーバレイの定期維持補修費は建設終了後5年毎に計上した。

— 年間通常維持補修費：6.600Kshs/Km/年は二車線道路当りの費用である。通常維持補修費は大蔵省からの財源割当のレベルによって割当てられる。本線は四車線道路で計画し、ランプは二車線道路で計画されている。従って、年間の通常維持補修費は以下の如く計上した。

本線

$$6.600\text{Kshs/Km}/\text{年} \times 2 \times 29.220\text{Km} = \text{Kshs. } 385,700$$

ランプ

$$6.600\text{Kshs/Km}/\text{年} \times 1 \times 4,365\text{Km} = \text{Kshs. } 28,800$$

計 Kshs. 414,500/年

一 定期維持補修費

定期維持補修費は5, 10, 及び15年後のオーバーレイ費として計上した。

なお、オーバーレイ厚は35mmとし5年毎に行うものとした。従って、各オーバーレイ費は以下の如くに見積られる。

$$\text{本線} \quad 1.500 \text{ Kshs/ m}^2 \times 0.035 \text{ m} \times 7 \text{ m} \times 2 \times 29.220\text{m} = \text{Kshs. } 21,476,700$$

ランプ (1車線)

$$1.500 \text{ Kshs/ m}^2 \times 0.035 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 3,345 \text{ m} = \text{Kshs. } 702,500$$

ランプ (2車線)

$$1.500 \text{ Kshs/ m}^2 \times 0.035 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 1,020 \text{ m} = \text{Kshs. } 321,300$$

計 Kshs. 22,500,500

定期維持補修費

5年後 Kshs. 22,500,500

10年後 Kshs. 22,500,500

15年後 Kshs. 22,500,500

图IV-10 建设工程 (2/2)

Construction Schedule (2/2)

DESCRIPTION	UNIT QUANTITY	1st. Year												2nd Year												3rd Year												4th. Year												5th Year											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4. Section III																																																													
Clearing and grubbing	m ²	16.5																																																											
Excavation	m ³	50,330																																																											
Embankment	m ³	165,400																																																											
Subgrade	m ²	53,300																																																											
Crusher-run subbase	m ²	21,750																																																											
Cement stabilized base	m ²	75,430																																																											
Asphalt surface course	m ²	7,710																																																											
Drainage work	m	L.S.																																																											
Box culvert No.3-1 for drain.	m	62																																																											
Box culvert No.3-2 for drain.	m	37																																																											
Box culvert No.4 for road	m	24																																																											
Road furniture	L.S.																																																												
5. Section IV																																																													
Clearing and grubbing	m ²	31.6																																																											
Embankment	m ³	510,510																																																											
Subgrade	m ²	230,530																																																											
Crusher-run subbase	m ²	35,210																																																											
Cement stabilized base	m ²	24,960																																																											
Asphalt surface course	m ²	12,490																																																											
Drainage work	L.S.																																																												
Box culvert No.4 for drain.	m	119																																																											
Box culvert No.2 for road	m	43																																																											
Box culvert No.3 for road	m	37																																																											
Box culvert No.4-1 for road	m	33																																																											
Box culvert No.4-2 for road	m	26																																																											
Bridge No.3	m	15																																																											
Road furniture	L.S.																																																												
Completion																																																													

表IV-8 建設費

Unit: 1,000 Kshs.

Description	Foreign Currency	Local Currency	Total
1. Direct Construction Cost			
1.1 General	0	16,136	16,136
1.2 Site clearing and topsoil stripping	2,962	1,410	4,372
1.3 Earthwork	59,976	31,267	91,243
1.4 Pavement work	110,325	44,956	155,281
1.5 Drainage work	2,802	9,163	11,965
1.6 Road Furniture	6,440	11,026	17,466
1.7 Box Culvert	14,035	12,871	26,906
1.8 Bridge	7,848	7,640	15,488
Sub-total (1.1 to 1.8)	204,388	134,469	338,857
2. Engineering Services			
Detailed design, super- vision and administration	20,439	13,447	33,886
3. Land Acquisition and Compensation	0	22,805	22,805
4. Physical Contingency	20,439	13,447	33,886
Total (1 to 4)	245,266	184,168	429,434
5. Price Escalation	18,443	68,556	86,999
Grand Total	263,709	252,724	516,433

第V章 經濟評估

第V章 経済評価

経済評価の手順は図V-1に示すとおりである。

V. 1 経済費用の推計

(1) 初期投資

516,433,000 シリングを1987年8月の概略設計に基づいて計上した。

全長29.22 kmと4.4 kmのランプウェイを持つ4車線道路としては、km当り、17,670,000シリングは妥当な値と考えられる。

財務費516,433,000 シリングは、下記工程を経て、経済コストに転換する。

- 用地取得費の削減
- 租税、関税の削減
- 未熟練労働者のシャドウプライスの調整
- 物価上昇の除去

上記の結果、初期経済投資額は338,374,000 シリングになる。

(2) 維持費

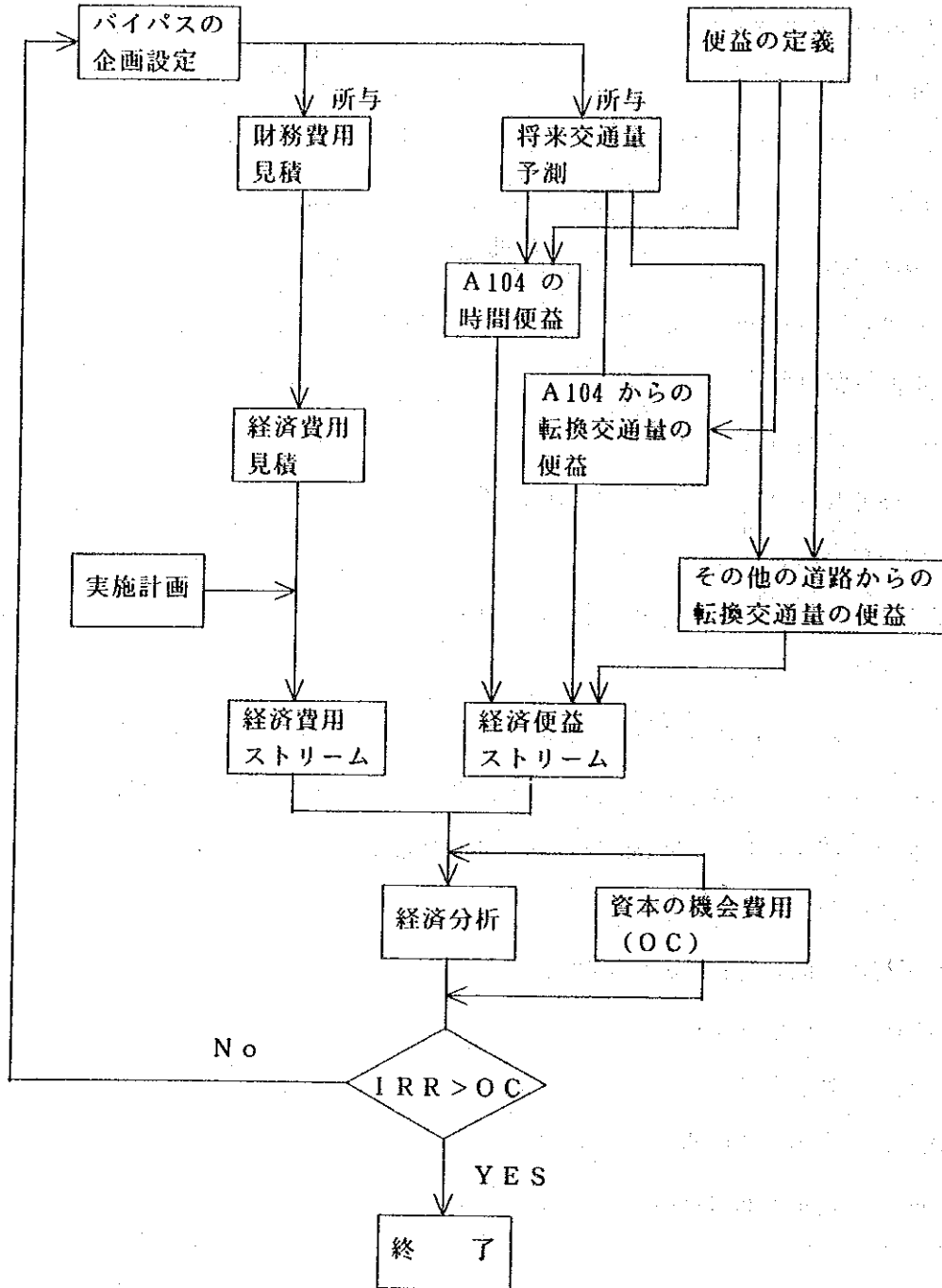
バイパスの年間維持費は414,500 シリングと見積っている。同額は経済コストとして、271,498 シリングに相当する。5年毎の定期的舗装費として22,500,000シリングを見積ったが、経済コストとして14,838,000シリングとなる。

(3) 実施計画

暫定実施計画を下記のように設定した。

- 1988年 実施設計開始
- 1992年 施工完了
- 1993年 全面供用開始
- 1992年 後半5ヶ月供用

図IX. 1 経済評価のフローチャート



(4) 経済費用ストリーム

表V-1
経済費用ストリーム

Unit: Economic, mid 1987, 10³ Shill.

Project Year	Fiscal Year	Initial Capital Investment Cost	Maintenance Cost	Total Cost	Discounted by 12%	<u>1/</u>
1	1988	4,418	0	4,418	4,418	
2	89	8,263	0	8,263	7,378	
3	90	41,479	0	41,479	33,067	
4	91	214,092	0	214,092	152,386	
5	92	127,344	0	127,344	80,929	
6	93	0	272	272	154	
7	94	0	272	272	138	
8	95	0	272	272	123	
9	96	0	272	272	110	
10	97	0	14,738	14,738	5,315	
11	98	0	272	272	88	
12	99	0	272	272	78	
13	2000	0	272	272	70	
14	1	0	272	272	62	
15	2	0	14,738	14,738	3,016	
16	3	0	272	272	50	
17	4	0	272	272	44	
18	5	0	272	272	40	
19	6	0	272	272	35	
20	7	0	14,738	14,738	1,711	
		$\Delta 84,344$ <u>2/</u>		$\Delta 84,344$	$\Delta 9,793$	
	20	311,252 <u>3/</u>	47,478	358,730	279,419	

1/ : Opportunity cost of capital See IX.3.1

2/ : Residual value, Δ : Minus

3/ : Included price change

V. 2 経済便益の推計

(1) 便益の定義

考えられる多くの便益の中から直接便益の中で、論理的に計量化できるものとして次の3点が便益として取り上げられた。

- a) プロジェクトの有無によるA104の残存交通の所要時間差
- b) A104とバイパスを使用する場合の車輛の走行費用差と所要時間差
- c) 他の道路とバイパスを使用する場合の輸送費用差

(2) 車輛の走行費用

車輛の走行費用はナイロビにおける車輛工場、運送業者やディーラーへの調査による最新のデータ及び日本国建設省で用いられる計算式に基づき分析された。

車輛の走行費用は車種別に、速度別に道路勾配別に道路状況別に経済価格表示のkm当りの費用として計算された。

(3) 時間価値

時間価値は乗用車の乗客及びバスやマタツなどマストランジットの乗客の労働時間と非労働時間毎に推計された。

a) 乗用車の乗客

－労働時間, 68セント/分

－非労働時間, 41セント/分

b) マストランジットの乗客

－労働時間, 17セント/分

－非労働時間, 4セント/分

(4) 経済便益ストリーム

便益の計算の為に、道路の設計速度や、速度制限や交通量速度曲線や道路容量を用いた走行費用や時間価値が用いられた。

計算された経済便益のストリームは表V-2に示されている。

表V-2 経済便益ストリーム

mid 1987, 10³ Shill.

Project Year	Fiscal Year	Time Benefit at A104	Benefit of Converted Traffic at Bypass from A104	Benefit of Converted Traffic at Bypass from other Roads	Total Benefit	Discounted by 12%
1	1988	0	0	0	0	0
2	89	0	0	0	0	0
3	90	0	0	0	0	0
4	91	0	0	0	0	0
5	92	5,755	6,033	3,820	15,608	9,919 <u>3/</u>
6	93	14,840	16,760	11,697	43,297	24,568
7	94	15,943	19,399	14,925	50,267	25,467
8	95	17,128	22,455	19,045	58,628	26,520
9	96	18,400	25,991	24,301	68,692	27,744
10	97	19,767	30,085	31,008	80,860	29,159
11	98	21,236	34,824	39,567	95,627	30,789
12	99	22,814	40,309	50,487	113,610	32,660
13	2000	24,509	46,663	64,421	135,593	34,803
14	1	25,489	48,530	66,998	141,017	32,317
15	2	26,509	50,471	69,678	146,658	30,009
16	3	27,569	52,490	72,465	152,524	27,866
17	4	28,672	54,589	75,364	158,625	25,875
18	5	29,819	56,773	78,378	164,970	24,027
19	6	31,012	59,044	81,513	171,569	22,311
20	7	32,252	61,405	84,774	178,431	20,717
Σ	20	361,714	625,821	788,441	1,775,976	424,751

1/ : discounted to initial year, 1988

2/ : 12%, opportunity cost of capital, PL2 refer to IX.3.1

3/ : estimated yearly benefit of 42%, considering partial utilization, based on implementation schedule

V. 3 経済評価

(1) 純現在価値

経済費用ストリームと経済便益ストリームに基づく純現在価値は $145,332 \times 10^3$ シリングと計算された。

(2) 便益費用比

経済費用ストリームと経済便益ストリームに基づく便益費用比は1.52と計算された。

(3) 内部収益率

計算された内部収益率は18.26 %である。

(4) 感度分析

a) 概略設計に基づく費用の許容され得る変化として、表V-1に示す費用が20%高くなった場合

内部収益率 15.58 %

b) 表V-2に示す経済便益ストリームが20%減少した場合

内部収益率 14.86 %

c) 表V-2に示す経済便益ストリームが20%減少し、表V-1に示す経済費用ストリームが20%高くなった場合

内部収益率 12.22 %

(5) 定性的便益

間接便益

- 経済発展への効果
- 輸送網の改良効果
- 高規格道路の導入
- 地方開発の効果

(6) A104 からバイパスに1991年及び2000年には4,110 台及び6,282 台/日の交通量が転換し、A104 の交通混雑の解消により望ましい効果が認められる。

第VI章 総合評価

第VI章 総合評価

1. 本プロジェクトは技術的、経済的、社会的に妥当であり、その実施の為の方策が計られることを強く勧告する。
2. A104 の交通混雑の解消効果が1991年および2000年にADTで4,110 台、6,282 台のA104 からバイパスへの交通転換によって予測されており、本プロジェクトの建設は正に妥当であると考えられる。
3. バイパスが無い場合は、将来2000年における交通混雑度は都心部のA104 上で2.30、ンゴング道路で1.29、ランガッタ道路で1.18になると予測されている。従ってバイパス建設はナイロビ市にとって是非とも必要となつてこよう。
4. 本プロジェクトの経済評価によると、費用便益の流れに基づく内部収益率は18.26 %と計算されており、これはプロジェクトとして十分認められる値と思われる。
5. 計画道路の線形計画や設計においては高度な技術によって解決すべき問題を含んでいる。他方、道路の建設工事においては特殊な技術や機器を必要としないゆえ、外国企業と現地企業の協同企業体により実施することが妥当であると考察する。
6. 本プロジェクトの詳細設計においては、各種道路との交差点において特に複雑な技術的問題を含んでいるゆえ、経験豊富で十分な資格を有する技術者の雇用が望ましい。
7. 本プロジェクトの実施には多額の資金が必要であり、それを可能とする方策として適当な外国資金の調達も考えられる。
8. 本プロジェクトの第4年次目の建設費として266 百万ケニアシリングの投資計画となっており、これは政府予算の中で相当の割合を占めると思われるが、これを充当されるよう計られたい。

JICA