社会開発調査部報告書

No. 3

ケニア共和国

ナイロビバイパス建設計画調査

実施設計報告書

平成4年9月

国際協力事業団

社開
CR(3)
92-073

JICA LIBRARY
1104007[8]
24821

ケニア共和国

ナイロビバイパス建設計画調査

実施設計報告書

平成４年９月

国際協力事業団

国際協力事業団
24821

序　文

日本国政府は、ケニア共和国政府の要請に基づき、同国のナイロビバイパス建設計画にかかる実施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、平成元年１１月から平成４年６月までの間、６回にわたり、日本技術開発株式会社の桑田幸氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

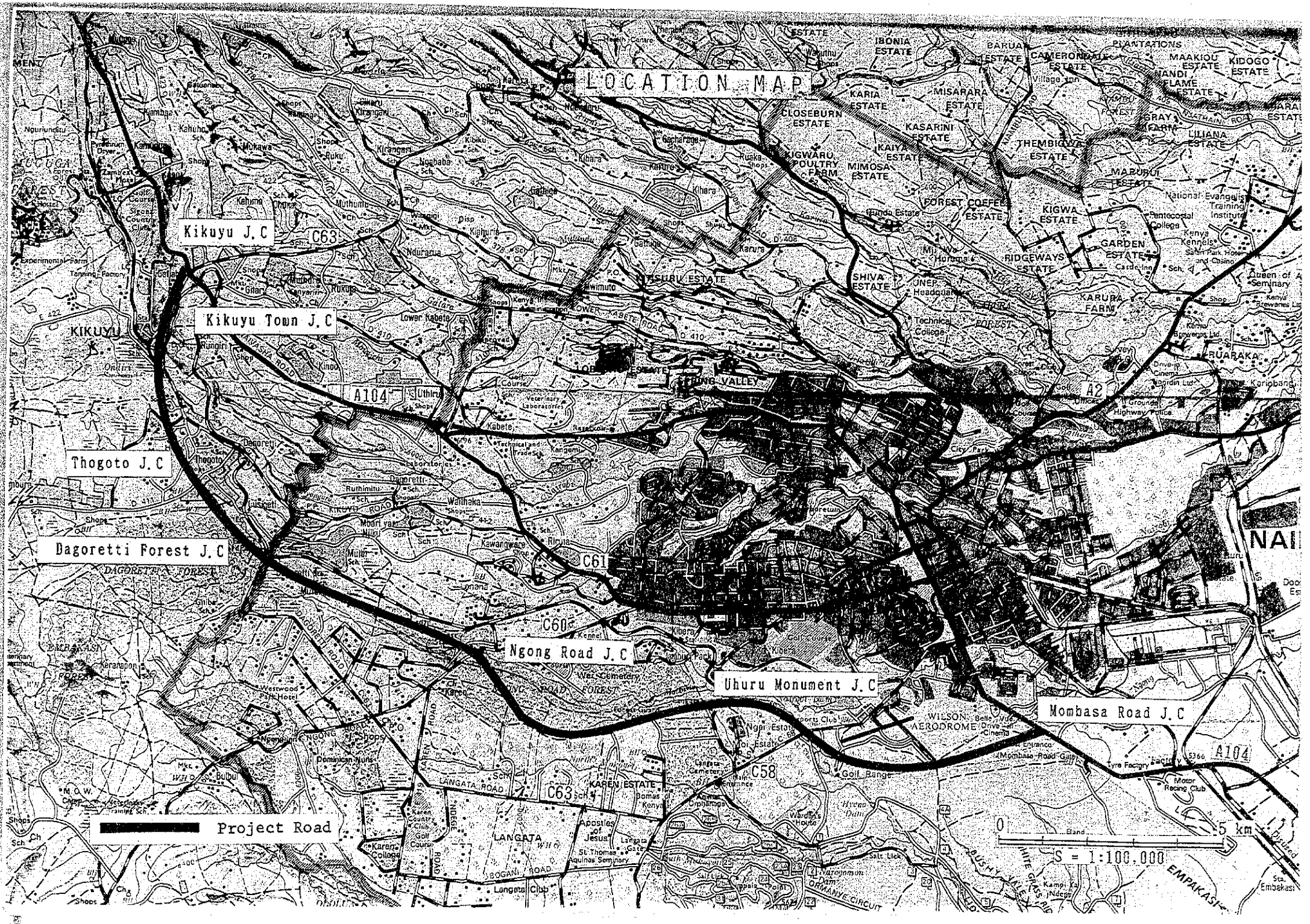
調査団は、ケニア政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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４年９月

国際協力事業団
総裁　柳谷謙介


LOCATION MAP
Kikuyu J.C
Kikuyu Town J.C
Thogoto J.C
Dagoretti Forest J.C
Ngong Road J.C
Uhuru Monument J.C
Mombasa Road J.C
Project Road
0
5 km
S = 1:100,000
KIKUYU
C63
A104
C61
C60
C58
A2
KIGWARU POULTRY FARM
CLOSEBURN ESTATE
KARIA ESTATE
MISARARA ESTATE
KASARINI ESTATE
KAIYA ESTATE
MIMOSA ESTATE
FOREST COFFEE ESTATE
KIGWA ESTATE
THEMBIGWA ESTATE
MARURUI ESTATE
GARDEN ESTATE
RIDGEWAYS ESTATE
SHIVA ESTATE
KARURA FARM
KIRSURU ESTATE
SPRING VALLEY
KAREN ESTATE
LANGATA
WILSON AERODROME
RUARAKA
NAI

目　　次

1. はじめに …… 1－1
1.1 プロジェクト経緯 …… 1－1
1.2 プロジェクト道路位置 …… 1－1
1.3 地　勢 …… 1－1
1.4 天　候 …… 1－2
1.5 対象道路沿線土地利用状況 …… 1－3
1.6 フィージビリティ・スタディのレビュウ …… 1－3
2. 実施設計の概要 …… 2－1
2.1 一　般 …… 2－1
2.2 設計基準 …… 2－2
2.3 調査団の組織と工程 …… 2－3
3. 測　量 …… 3－1
3.1 第1次現地調査 …… 3－1
3.2 第1次国内作業 …… 3－3
3.3 第2次調査 …… 3－4
3.4 第3次調査 …… 3－8
3.5 納入成果品 …… 3－9
4. 交通量調査 …… 4－1
5. 土質及び材料調査 …… 5－1
5.1 調査概要 …… 5－1
5.2 路線上の地盤調査結果 …… 5－1
5.3 材料調査結果 …… 5－2
6. 水文及排水調査 …… 6－1
6.1 一　般 …… 6－1
6.2 水文調査 …… 6－1
6.3 排水調査 …… 6－1
6.4 排水設計 …… 6－2
6.5 路面排水用集水池 …… 6－4
7. 公共施設調査 …… 7－1
7.1 一　般 …… 7－1
7.2 公共施設の現況 …… 7－1
8. 道路設計 …… 8－1
8.1 一　般 …… 8－1
8.2 平面線形 …… 8－3
8.3 縦断線形 …… 8－4
8.4 土工設計 …… 8－7

8.5　交差点設計 …… 8－14
8.6　標準横断図 …… 8－22
8.7　舗装設計 …… 8－28
9.　橋梁及びボックスカルバート構造設計 …… 9－1
9.1　一　般 …… 9－1
9.2　設計基準 …… 9－1
9.3　構造物のタイプと位置及び寸法 …… 9－1
9.4　構造物のタイプの選定 …… 9－3
10.　道路施設設計 …… 10－1
11.　建　設 …… 11－1
11.1　一　般 …… 11－1
11.2　工事の分割 …… 11－1
11.3　建設工法の計画 …… 11－2
12.　工事費積算 …… 12－1

別添A　変速車線、その他
B　パイプカルバート
C　排水池
D　排水計算
E　公共施設
F　構造物
G　事業計画
H　測量

1. はじめに

1.1 経 緯

ケニア政府は日本政府に対し、ナイロビバイパスの実施設計調査に係る技術協力の要請を行った。国際協力事業団（ＪＩＣＡ）は建設省の足立義雄氏を団長とする事前調査団を1989年２月に現地に派遣し、ケニア公共事業省及び関連省庁の担当者と調査の作業仕様を協議の上とり決めた。

1989年10月にＪＩＣＡの調査団はＳ／Ｗに基づいて、インセプションレポートを提出した。予備設計はバイパス本線、関連道路及び交差点について実施した。（位置図参照）、詳細設計に先立って、予備設計はケニアにおいて日本人技術者とケニア側のカウンターパートとの密接な協議を行いながら実施された。

フィージビリティ・スタディ時以来社会情勢の変化、交通事故の増加等のため交差道路は全て立体交差点で処理された。

又、予備設計の終了後に、Ngong の森の中のバイパス路線の一部分は自然林を保護すべく森と民地の境界へシフトされた。

1.2 プロジェクト道路の位置

ナイロビバイパスは往復分離の４車線のＡクラスの国際幹線道路である。延長約29.2kmで中央州のキアンブ郡のキクユ地区と首都ナイロビ市に亘って位置する。バイパスはナイロビナショナルパークの東のゲート近くのモンバサ道路（Ａ104)に発し、キクユ町の西の辺りのナイロビーナクル道路（Ａ104)で終る。

1.3 地 勢

ケニアは大きく４つの地域、即ち海岸地方、中央地方、リフトバレー地方そして、ビクトリア湖岸地方である。

ナイロビ及びその周辺部はリフトバレーの東側の高地に位置しており、ナイロビの北西部は海抜 2,000m以上の丘陵地となっている。ナイロビの南東部は海抜 1,800のアチ及びカピチ平原に広がっており、地勢は西から東へゆるやかに傾斜している。

ナイロビの南東約50～60kmのマチヤコス地域には岩山が連っており、ナイロビの北西部は農地と街路を除いて、未開地は樹木で被われている。

一方、アチ平原は乾季には非常に堅固になるブラックコットンソイルで被われている。

プロジェクト対象地域はアチ川流域に属しており、多くの川が横切っており（モトイネ川、モコヨチ川、ナイロビ川その他）、リフトバレーの東の高地から処々沖積地を形成している東部へ流れている。

1.4 気 候

バイパスの予定ルートはアフリカ横断道路の一区間となるもので、大体赤道に沿って位置している。

プロジェクト対象地域はケニアの中央地域の標高 1,700m～ 2,000mの高地に位置しており、インド洋に面するケニアの東海岸から約 500km離れている。従って、プロジェクト対象地域は貿易風の影響を受けず、3月～6月及び10月～12月の二回の雨季を除いて気候は乾燥しており、おだやかである。

(i) 気 温

気温は年間を通じ、変化は僅かである。プロジェクト地域の4つの気象観測所の記録によると過去の平均気温は以下のとおりである。

STATION NAME	MEAN TEMPERATURE		
	MAX	MIN	ALTITUDE
Nairobi (J.K.A.)	24.4°	12.3°	1,624m
Wilson Airport	24.8°	13.1°	1,683m
Dagoretti	23.4°	11.9°	1,798m
Muguga K.A.R.I.	20.9°	10.8°	1,096m

(ii) 風

風は年間を通じ、プロジェクト地域ではおだやかに吹いており、5月～9月恒常的におだやかな風が吹く。10月～4月には朝よりも午頃に比較的強い風が吹き、風速は最大約 6.5m／sec である。

4ヶ所の測候所の平均風速は以下のとおりである。

STATION NAME	WIND SPEED	
	0600 G.M.T	1200 G.M.T
Nairobi (J.K.A.)	6 knots	10 knots
Wilson Airport	6 knots	10 knots
Dagoretti	5 knots	9 knots
Muguga K.A.R.I.	—	—

(iii) 降雨量

プロジェクト地域の年間降雨量は 800mm～ 1,100mmであり、大雨季（3月～6月）、小雨季（10月～12月）があるのはケニアの他の地方と同様である。

1.5 土地利用

バイパスの区間別の現在の土地利用状況の調査結果は以下のとおりである。

(1) リンク1：A104（モンバサ道路）～ウフルモニュメント・ジャンクション（C58）

a）調査対象面積　：4.2㎢

b）主たる施設　：新住宅地、ナイロビナショナルパーク、ウィルソン空港、独立記念塔

c）土地現況　：未開発の過疎住宅地

d）開発ポテンシャル：高密度の住宅地及び公共施設用地

(2) リンク2：ウフルモニュメント・ジャンクション（C58）～ンゴング道路ジャンクション（C60）

a）調査対象面積　：6.0㎢

b）主たる施設　：ナイロビダム、新住宅地、ランガッタ刑務所、陸軍キャンプ、モイ住宅団地、ランガッタ共同基地、カレン住宅団地、ンゴングの森

c）土地現況　：高密度住宅地域、森林保護区

d）開発ポテンシャル：住宅地

(3) リンク3：ンゴング道路ジャンクション（C60）～ダゴレッティ道路ジャンクション（C63）

a）調査対象面積　：6.6㎢

b）主たる施設　：カレン住宅団地、モトイネ川、ムツイニ小学校、鉄道

c）土地現況　：低所得者住宅地域、森林保護区

d）開発ポテンシャル：給水施設を伴う中規模住宅地域区画整理

(4) リンク4：ダゴレッティ道路ジャンクション（C63）～ソゴトジャンクション、～キクユジャンクション（A104）

a）調査対象面積　：7.0㎢

b）主たる施設　：鉄道、ダゴレッティ森林、地方道D411、キクユDNK高校、アライアン男子高校、アライアン女子高校、ナイロビ大学、チャーチ大学、ソゴト工科専門学校、キクユ病院、オンドリ湿地、地方道E422

c）土地現況　：低所得者住宅地域、中流階級住宅地、教育施設

d）開発ポテンシャル：住宅地、教育（ソゴト）及び商業（キクユ）ゾーン

1.6 フィージビリティスタディのレビュウ

フィージビリティスタディのレビュウ（特に交通予測と交通計画）及びナイロビバイパスの段階施工の可能性調査はMOPWの道路部と開発計画部の担当技師と調査団が協調して実施した。

調査作業の各段階おいて、JICA調査団はMOPWの当該技師と協議し、合意の

上で調査作業を実施した。

レビュウ報告書は1989年10月に調査団から提出され、ＭＯＰＷのチーフエンジニア（道路）により承認された。

フィージビリティ・スタディのレビュウの詳細は "THE STUDY REPORT-1, ON REVIEW OF TRAFFIC DEMAND FORECAST AND TRAFFIC PLANNING POSSIBILITY OF STAGE CONSTRUCTION" に述べられている。

2. 実施設計の概要

2.1 一　般

幾何構造設計は "Road Design Manual Part I" に基づいてＭＯＰＷとＪＩＣＡ調査団との間で協議しながら実施された。以下にプロジェクトの概要を示す。

(1) 道路延長　：約29.2km

(2) 道路規格　：Ａクラス、国際幹線道路（高速）

(3) 対象区間　始点：モンバサ道路（Ａ104)との交差点から 400mリコニ道路に入った地点

終点：カベテ・リムール道路（104)

(4) 設計速度　：80－100 km／時

(5) 車線数　：往復分離４車線（車道幅 7.0m、路肩幅 1.5m）

(6) 交差点数　：７ヶ所

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
ンゴング道路ジャンクション
ダゴレッティフォーレストジャンクション
ソゴトジャンクション
キクユタウンジャンクション
キクユジャンクション

(7) 主要構造物

モンバサ道路ジャンクション橋	：1
ウフルモニュメントジャンクション橋	：1
鉄道橋	：1
歩道橋	：2
跨道橋	：2
ボックスカルバート	：16

(8) バス停留所

モンバサ道路ジャンクション橋	：2
ウフルモニュメントジャンクション橋	：2
ンゴング道路ジャンクション	：2
ムツイニイ	：2
ダゴレッティ道路ジャンクション	：2
ソゴトジャンクション	：2
アライアン高枝	：2
キクユタウンジャンクション	：2
計	16

2.2 設計内容

（ｉ）平面図及び縦断図（縮尺１：1,000）

平面線形及び縦断線形は縮尺１：1,000 の図上にて設計された。

（ii）交差点

現地踏査及びＦ／Ｓのレビュウ後、ＭＯＰＷと協議を行い交差点設計を実施した。

（iii）工事数量及び工事費積算

工事数量及び工事費は４車線一括施工案で実施した。

（iv）標準横断図

バイパス本線、交差点ランプ、アプローチ道路、橋及びボックスカルバートの横断形状は "Road Design Manual Part I"に基づいて、ＭＯＰＷ側と協議の上決定した。

（ｖ）舗装構造

舗装構造設計は、地質調査、土質試験結果に基づいて "Road Design Manual PartⅢ" に従って実施し、ＭＯＰＷの土質・材料調査部に相談の上、"Road Note No.29"と "ＡＡＳＨＴＯガイドブック" 及び日本のアスファルト舗装要綱の設計方法によって、チェックした。

（vi）構造物

橋梁、カルバートのタイプ、幅員及び設置場所についてはＭＯＰＷとケニア鉄道と協議の上決定した。

（vii）地質・土質及び材料調査

地質・土質及び材料調査はＭＯＰＷの土質・材料調査部との協議に基づいて実施した。調査項目は以下のとおりである。

・既存道路の法面勾配調査
・土工調査
・構造物基礎岩盤調査
・路床土調査
・舗装及びセメント安定処理用、砂利、砕石調査
・砕石用石山調査

（viii）水文・排水調査

水文・排水調査は現場にて実施し、排水設計は関係当局から収集したデータと調査結果を基に実施した。

（ix）公共施設調査

ナイロビバイパスに係る公共施設の情報は関係当局から収集し、その結果を設計に反映した。

（ｘ）その他

実施設計に先立ち、以下の調査設計作業を1989年～1991年まで実施した。

1. Ｆ／Ｓレビュウ
2. 段階施工の可能性調査

3. 航空写真測量及び地形図作成

4. 予備設計

2.3 調査団の組織と工程

設計業務は日本政府の作業監理委員会の監理下にＪＩＣＡ調査団によって実施された。

公共事業者がＪＩＣＡ調査団のカウンターパート機関である。

調査業務は、調査団とＭＯＰＷのカウンターパートとの密接な協力のもとに実施された。

作業の流れ、組織及び工程はFig. 2. 2及び2. 3に示すとおりである。

Figure 2.1 OVERALL WORK FLOW

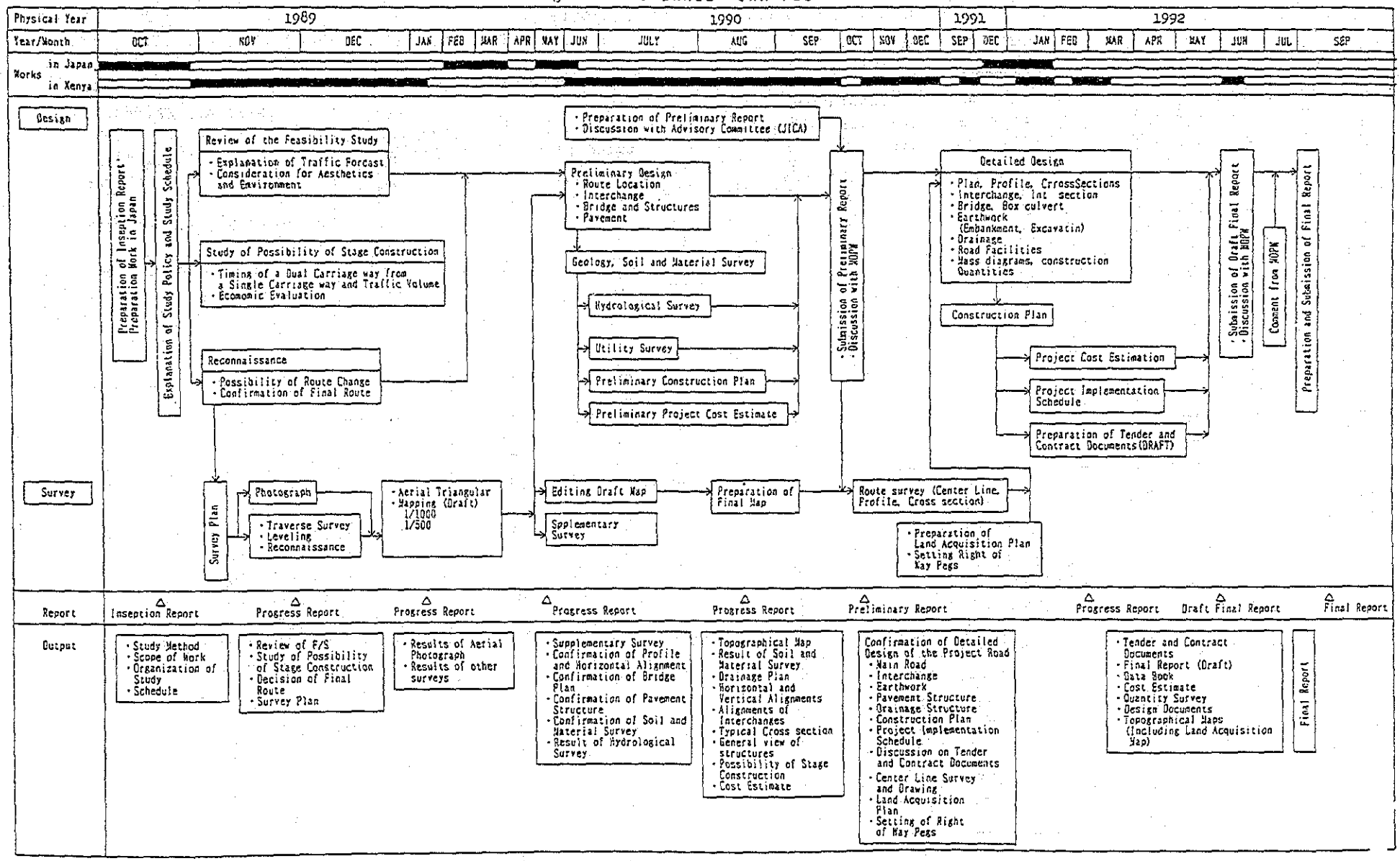


Figure 2.2 Organisation of the Detailed Design Study

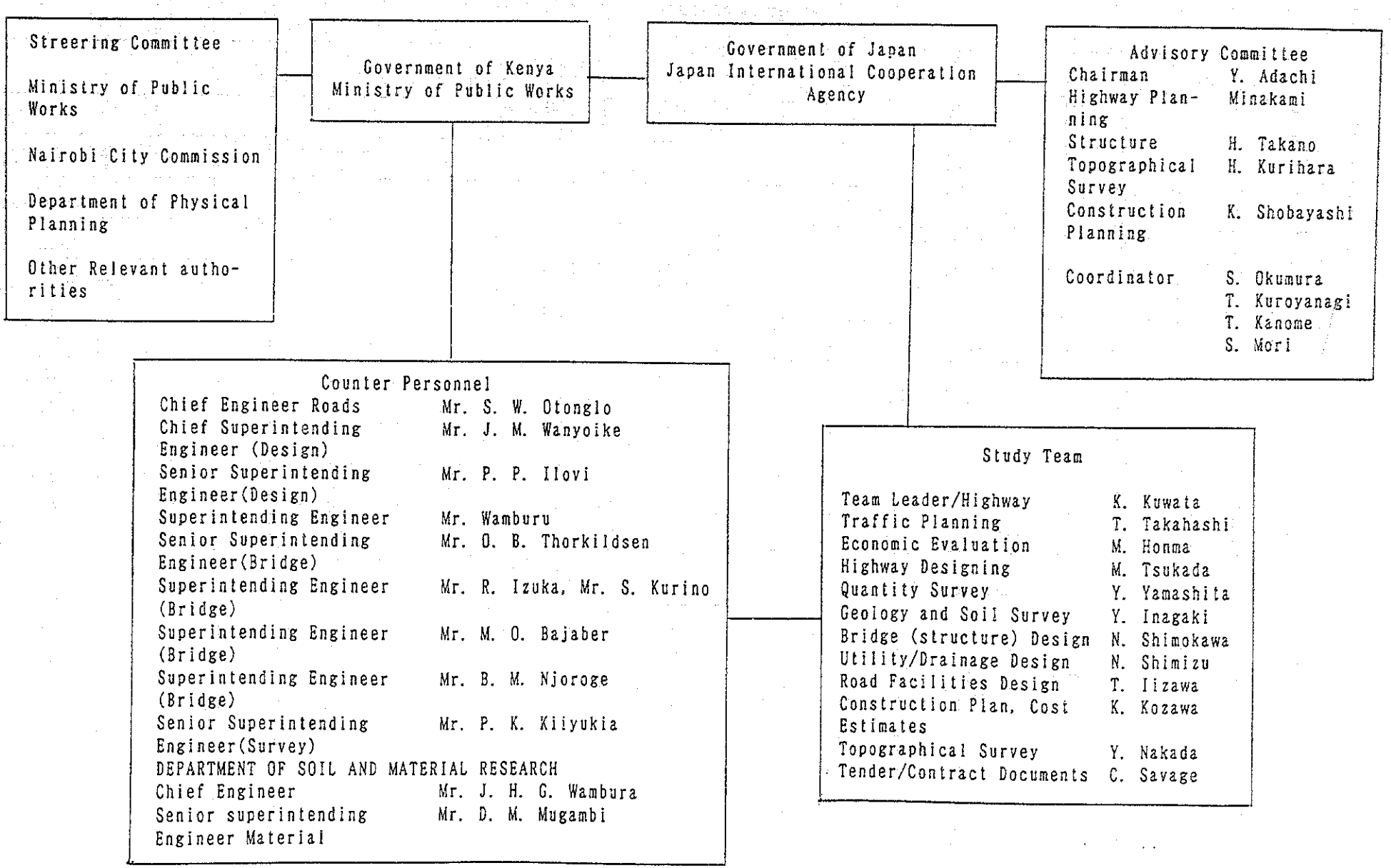
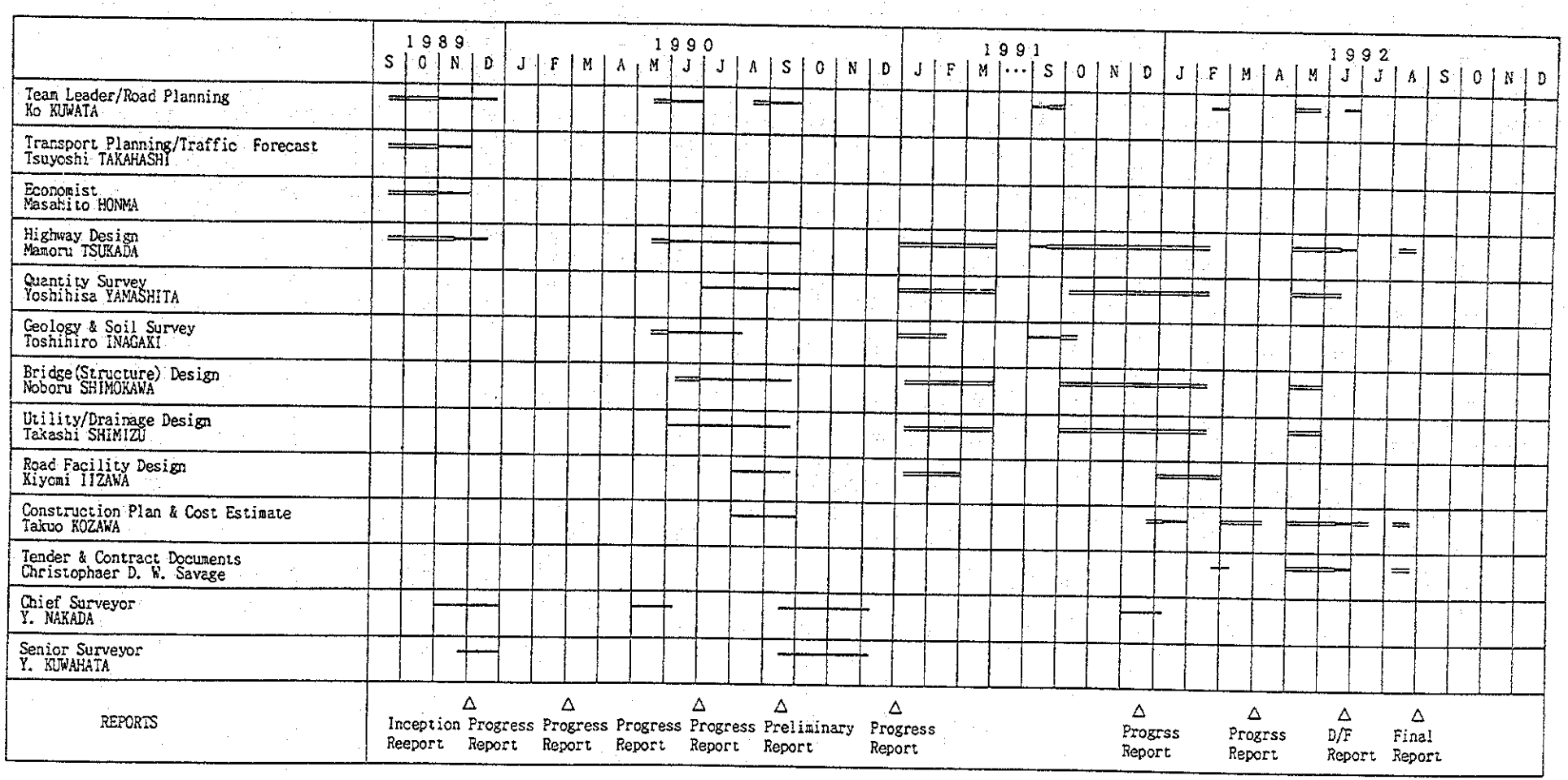


Figure 2.3 ASSIGNMENT SCHEDULE OF THE SUTDY TEAM



３．地形測量

３．１　第１次現地調査

第１次現地調査では、地上測量および空中写真撮影を実施した。　作業は再委託により現地コンサルタントが実施した。

地上測量は、１９８９年１１月２７日に開始、１９９０年１月９日に終了した。　また、空中写真撮影作業は１９８９年１２月に実施された。

（１）対空標識設置

空中写真撮影に先立ち、５０点のＧＰＳ点および多角点の配点計画位置を選点・踏査し測量標識の設置をすると共に、対空標識を設置した。　配点位置は、図３－１に示すとおりである。

（２）空中写真撮影

空中写真撮影作業は、対空標識設置直後の１９８９年１１月１１日に開始され、同年１２月１８日に終了した。

撮影作業の概要は、以下のとおりである。

・本線部分　　：縮尺１／６，０００、７コース、写真枚数９８枚

・インターチェンジ部分：縮尺１／４，０００、７コース、写真枚数８０枚

撮影範囲ならびに画質について図化作業に支障がないか写真検査終了後、２倍伸し写真一組が、写真処理が済んだコース毎に順次地上測量班に手渡された。

調査団は、後続の地形図作成作業のための写真複製を行うために、ネガフィルム、撮影標定図、撮影記録等を持ち帰った。

（３）基準点測量

後続の図化作業の際の空中写真の標定と測量杭の打設の与点とするために、充分な精度をもった水平・垂直基準点を必要数増設した。

調査対象地域は、その３分の１が高い樹木地帯の中に位置し、残り３分の２が住宅地区に近接していたので、従来の多角測量方式ではなく汎地球測位システム（ＧＰＳ）を用いた衛星測量方式を採用した。　衛星測量方式においては２観測点間の視通を必要とせず、また短期間で所期の測量成果が得られる。

（４）概査

地上測量作業に先立ち、以下の６項目に関し概査を実施した。

a）ＧＰＳ測量の与点とするための、ケニア測量局が設置した既存の基準点の現地確認と相対的位置関係の検証および成果の入手。

１４８－Ｓ１と１４９－Ｓ３の２点を水平基準点測量作業の与点と選定した。また、ケニア測量局のもう一つの点ＳＫＰ２０８とＭＯＰＷが独自に本庁舎の屋上に設置した点について相対的位置関係を検証した。

b）既存の水準点の現地確認とケニア測量局から入手した標高値の修正を行った。計画路線沿いに新規水準点１６点を選点し、後日の識別を容易にするために地表にマーキングを施した。

c）合計３１点の新規ＧＰＳ点の設置位置を選定し、測量標識を埋設し対空標識

を設置した。　全点について、後日の識別を容易にするために地表にマーキングを施した。

ＧＰＳ点GM３１を、多角測量の閉合点予備点としてＧＰＳ２８の近くに設置した。　ＧＰＳ点GM３１には、対空標識を設置しなかった。

d）計画路線全線にわたり多角点を選点した。　しかしながら、天然林が密に繁茂している地区では、計画路線の出来るだけ近い位置に代替点を選点せざるを得なかった。　全点について測量標識を埋設し、後日の識別を容易にするために地表にマーキングを施した。　概ね１５０ｍ間隔で選点を実施したが、林地内ではもう少し短い間隔で選点を実施した。

e）４級および簡易水準測量予定路線の検分、決定、変更。

f）追加の標定点の選点。

ＰＰ１からＰＰ２０までの２０点を標定点として選点し、測量標識を埋設し対空標識を設置した。　これらの点もまた、後日の識別を容易にするために地表にマーキングを施した。

（５）ＧＰＳ観測

ＧＰＳ測量は、トリンブル４０００ＳＸを４基使用して実施した。　１基をMOPW屋上に設置して固定局とし、残る３基を移動局とし新設点の同時観測を順次行った。

観測作業は、午前０時から５時３０分の間に行われ、各測点において１時間１０分程度の時間を要した。　作業条件が最良ではなかったので、数点の観測値が調整計算の結果廃棄され、後日従来の測量方式である多角・水準測量にて再測された。この中には、ＧＰ４、５、６および３０が含まれている。　ＧＰＳ７は一般の立ち入りが禁止されている軍用地内にあり、また、ＧＰＳ６は夜間の観測が野生動物により非常に危険なナイロビ自然公園の敷地内にあった。

（６）多角測量

中心線測量を始めとする路線測量の与点とするために、ＧＰＳ測量により増設した基準点を与点として、最初にＧＡおよびＧＢと名付けた二つの測量環の、さらにはそれから枝別れして、計画路線の近辺に位置するＧＰＳ点間を連結する比較的短区間の多角測量を実施した。

新設した多角点およびＧＰＳ点の座標は、表３－１、２、３、４、５および６に示すとおりである。

また、ＧＰＳ点間の多角測量路線ごとの調整計算後の成果は、以下に示すとおりである。

多角路線	与点		辺調	精度
	始点	終点	（ｍ）	
TR1	GPS01	GPS08	7,279.583	1:363,988
TR2	GPS08	GPS10	1,827.537	1: 19,694

TR3	GPS10	GPS13	6,183.156	1: 89,722
TR4	GPS13	GPS14	1,601.744	1: 23,722
TR5	GPS14	GPS15	1,880.118	1:132,110
TR6	GPS15	GPS18	3,636.849	1:102,349
TR7	GPS18	GPS25	7,566.902	1: 16,241
TR8	GPS25	GM31	4,101.550	1: 57,464
TRP8	GB56	PR8	32,846	Polar
TRG04	GA15	GA23	3,835.642	1: 61,627
TRG07	GA29	GPS7	155.428	Polar
TRG30	GPS28	GPS29	2,842.315	1: 17,634

（７）水準測量

計画路線の両端付近にある二つの水準点（ＩＶ／１０およびＶＡ１９）を与点として４級水準測量を実施した。　２点間を結ぶ水準路線の両端から同時に作業を開始し、ほぼ中間点で閉合し、その閉合差は約４５kmの路線長に対し０．０９８ｍであった。　各々に対し、０．０４９ｍを平均調整した。

各水準点の標高地は、以下に示すとおりである。

水準点	標高（ｍ）	水準点	標高（ｍ）
BM1	1,648,421	BM9	1,828,938
BM2	1,659,400	BM10	1,857,014
BM3	1,681,516	BM11	1,881,356
BM4	1,706,623	BM12	1,889,368
BM5	1,759,279	BM13	1,992,390
BM6	1,791,323	BM14	1,993,366
BM7	1,808,321	BM15	2,020,891
BM8	1,813,900	BM16	2,036,587

作成する地形図の高さの精度維持のために、簡易水準測量を実施し、標高点を伸し写真上に刺針表示した。

簡易水準測量路線には、４級水準測量の際に行われなかったＧＰＳ点数点の標高取り付けのための水準路線も含んでいた。　また、水準点間に設置された標定点を含む多角点全てを通過する取り付け水準測量も実施した。

水準測量路線は、図３－３に示す。

３．２　第１次国内作業

（１）空中三角測量

本線部分の１／１，０００地形図作成作業のために７６モデル、インターチェン

ジと交差点部分の１／５００地形図作成作業のために６０モデルの空中三角測量を実施した。

写真座標の測定は、ステレオ・コンパレーターによって独立に２回の測定を実施した。　２回測定の較差が０．０２㎜以下の場合はその平均値を採用し、較差が制限値を超えた場合は、なお１回の測定を行って全部の平均値を採用した。

空中三角測量は、ＰＡＴ－Ｍ４３ブロック調整プログラムをもちいて、独立モデル法により行った。

（２）図化および編集

図化作業は、２級Ａ図化機を用いて実施した。

対地標定終了後の、図紙上の展開点とモデル上の同一点との平面位置の誤差は、図上０．５５㎜以内であり、高さの誤差は、等高線間隔の３分の１以内であり、いずれも制限値以内であった。

基準点ならびに標高点は、図上５㎝間隔で配置・描画した。　標高点の測定は２回行い、２回測定の較差が０．１ｍ以下であったのでその平均値を標高点の値とした。

等高線間隔は、１／１，０００地形図においては主曲線１ｍ、計曲線５ｍとし、１／５００地形図においては主曲線０．５ｍ、計曲線２．５ｍとした。　地形がなだらかな箇所では、各々０．５ｍ、０．２５ｍの補助曲線を測定・描画した。

図化作業終了後、ＭＯＰＷの図式および同適用規定に従い編集作業を行った。１９９０年５月中旬に１／１，０００および１／５００地形図の編集素図が完成し、後述する補備測量の際に、ＭＯＰＷに提示した。

編集素図の接図例は、図３－４に示すとおりである。

３．３　第２次調査

（１）補備測量（現地作業）

１／１，０００地形図４６面および１／５００地形図３２面の編集素図の第２原図ならびに陽画焼きを用いて、補備測量を実施した。　補備測量の目的は、細部の描画洩れの現地確認、空中写真撮影後の開発行為による地形・地物の変化の補足調査であった。

特に、ゴング・フォレスト地区においては、セオドライト、スティールテープ等を用いて単点測量を実施し、高さについての追加データを取得した。　また、ＧＡ６０付近で若干の水準測量を追加実施した。

（２）製図（国内作業）

補備測量成果を整理し、さらには地物、地形、標高点、等高線等を再察後、清絵法により１／１，０００および１／５００地形図の原図を作成した。　地形図原図の接図例は図３－４に示すとおりである。

第２原図を作成し、その上に計画道路の中心線を挿描した。

（３）中心杭の打設、縦断測量（現地作業）

計画道路本線部の線形に沿って中心杭を打設した。　作業は、１９９１年１月から３月にかけて実施した。　また、同期間に本線部の縦断測量も実施した。　主要点には全てコンクリート製の標識に置き換えた。

３．４　第３次調査

（１）第３次調査の概要

第３次調査で実施した作業の概要は、以下のとおりである。

a）インターチェンジ部の中心杭の打設

b）インターチェンジ部中心線沿いの主要点の打設および標識設置

c）ゴング・フォレスト内の本線線形変更部分についての中心杭、主要点の打設および標識設置

d）インターチェンジ部、本線線形変更部分の縦断測量

e）縦断図の展開

f）横断測量および横断図の展開

g）幅杭の打設、引照杭の打設

h）点ノ記の作成

i）用地収用図の作成

（２）作業の実施

a）障害物のため中心線の位置に杭を打設できない箇所について短距離の多角測量を実施した。　地形により、中心線に到達できない箇所では、参照点を仮設した。

b）杭打設点、標識設置点の座標は、ポケット・コンピューターを用いて室内用プログラムを用いて算出した。　また、この種のコンピューターはプリンターが取り外し可能なので、進入困難な箇所での仮杭の打設の際には、野外でも使用した。　プリント・アウトを野外に持参して、正確な位置に打設されているか否かを確認し、さらには、隣接する基準点に取り付け検測を行った。

c）潅木伐採が少々困難であったが、光波測距儀、オート・レベル、ポケット・コンピューター等を用いて、現地コンサルタントからの測量技術者６ティームにより実施された。

d）第３次の作業に用いられた基準点は、第１次、第２次測量作業時に設置された基準点であり、縦断測量のための水準測量は正確にこれら与点に閉合された。

e）横断測量は、測距・測角儀を用いて行われ、室内計算後計算結果について点検された。　データは、コンピューターに入力されフロッピーディスクに記録された。　横断図は、ナイロビにて現地コンサルタントにより作成された。図郭線および基本水準線は、ウィルドＴＡ１０により自動描画された。　基線近辺のデータに関しては、技術者によって展開・製図された。

f） 主要点の標識は写真撮影され、明細簿に添付された。

g） 幅杭は、セオドライトおよび測量テープを用いて打設された。　引照杭は測距・測角儀を用いて既設の測量標識を与点として打設された。　幅杭の位置は１／１，０００地形図第２原図に挿描され、用地収用図が調整された。

h） ケニア測量局による既存の地籍図を収集し、参考資料として敷地界および敷地番号を用地収用図に編集・挿描した。　しかしながら、敷地が細分化されている可能性が多分にあり、測量局が細分化に対応した修正作業を行っていないので、土地収用の補償の際には充分な留意が必要であると考えられる。

３．５　納入成果品

地形および路線測量の成果品は、以下のとおりである。

a） 空中写真撮影

密着焼写真	縮尺１／６，０００	一式
	縮尺１／４，０００	一式
伸し写真	縮尺１／３，０００	一式
ネガフィルム		一式
		（ＭＯＰＷに納入済）

b） 空中三角測量

成果簿	１／１，０００図化用	一冊
	１／　５００図化用	一冊
密着焼写真およびポジフィルム	縮尺１／６，０００	一式
	縮尺１／４，０００	一式

c） 中心線挿描地形図

縮尺１／１，０００	一式
縮尺１／　５００	一式

d） 縦断図　一式

e） 横断図　一式

f） 用地収用図　一式

g） 測量データブック（１、２、３巻）　各２０部

4. 交通量調査

実施設計に先立って、調査団は1989年11月にＦ／Ｓ（交通量調査及び交通量予測）のレビュウ及び段階施工の可能性調査を行った。これらの作業結果はＭＯＰＷのChief Engineer（道路）によって承認された。従って、道路設計のための将来交通量はＦ／Ｓ時の交通量予測に依った。

1991年、ナイロビ～キスム／エルドレッド間のオイルパイプラインプロジェクトが具体化した。パイプラインの稼動開始は1993年と計画された。Ｆ／Ｓ報告書によると2000年のナイロビバイパス上のオイルタンクローリーの交通量（Ｐ．Ｃ．Ｕ換算）は全交通量の２～３％である。重車輌に占めるオイルタンクローリーの割合はMaterial Branch Report No.333 によると約33％である。この傾向は最近の交通現況調査でも変っていない。

従って、パイプラインの供用開始に伴うオイルタンクローリーの交通量の低減は道路設計に大きな影響を与えるものではない。

4.1 舗装設計のための交通量

舗装設計における主たるファクターは標準換算軸（ＥＳＡ）の設計対象期間における合計数である。

設計対象期間におけるＥＳＡの合計数はＦ／Ｓ時における将来交通量予測結果から計算した。

(1) 設計対象期間のＥＳＡの総数

１）バイパス供用開始時（1997年とする）のＥＳＡの日交通量

供用開始時のＥＳＡの日交通量はＦ／Ｓ報告書の表Ⅵ－４－４“バイパスの区間別の将来交通量の伸び”の中の普通貨物車（Ｍ．Ｖ．）、重量車（Ｈ．Ｖ．）、タンクローリー（Ｏ．Ｔ．）及びバス（Ｂ．）から求められる。

重量車のうちオイルタンクローリーの数は“MATERIALS BRANCH REPORT No.333とNo.435”から予測された。

２）オイルタンクローリーの重量車に対する比率

MATERIAL REPORT No.333の13ページの第16章要約及び表－9.2.11(a)“ナイロビ／キスム／アラバ道路（Ａ104 、Ｂ１、Ａ１）の区間別、時間別、タイプ別12時間昼間日交通量”によると重量車とオイルタンクローリーの比率は２：１である。この比率を重量車のうちのオイルタンクローリーの台数と重量車の台数算出に適用した。

３）バイパス上の商業車の車種別台数

区間別の商業車車種別台数は以下のとおりである。

AADT (Both Directions, 1986

Section	1	2	3	4
M.V.	588	575	224	295
H.V.	327	310	249	275
O.T.	164	155	249	275
B.	313	172	104	112

AADT (Both Direction), 2000

Section	1	2	3	4
M.V.	965	771	659	683
H.V.	711	666	685	734
O.T.	355	333	342	367
B.	255	37	41	48

4）標準車輌等値換算係数

MATERIAL BRANCH REPORT No.455 の表9.2.1平均換算係数によるとナイロビ市近郊のA104 における標準車輌等値換算係数は以下のとおりである。

Vehicle	Equivalence Factor
M.V.	0.9
H.V.	8.57
O.T.	12.8
B.	0.45

5）基準年1986年及び2000年の日平均ＥＳＡの数

日平均ＥＳＡ in 1986

	EF	1		2		3		4	
		AADT	ESA	AADT	ESA	AADT	ESA	AADT	ESA
M.V.	0.9	558	529	575	517	224	201	295	265
H.V.	8.57	327	2,802	310	2,656	249	2,133	275	2,356
O.T.	2.8	164	2,099	155	1,984	125	1,600	137	1,753
B.	0.45	313	140	172	77	104	46	112	50
計			5,570		5,234		2,980		4,424

日平均ＥＳＡ in 2000

	EF	1		2		3		4	
		AADT	ESA	AADT	ESA	AADT	ESA	AADT	ESA
M.V.	0.9	965	868	771	694	659	593	683	615
H.V.	8.57	711	6,090	666	5,708	685	5,870	734	6,290
O.T.	2.8	355	4,548	333	4,262	342	4,378	367	4,698
B.	0.45	255	114	37	17	41	18	48	22
計			11,620		10,681		10,859		11,625

6）ＥＳＡ（1986－2000）の伸び率／年

$t_{2000} = t_{1986} \times (1 + i)^{14}$

$i = (t_{2000} / t_{1986})^{1/14} - 1$ …… 増加率（年）

Section	1	2	3	4		
	5,570	5,234	3,980	4,424	……	1986
	11,620	10,681	10,859	11,625	……	2000
i（%）	5	5	7	7		

7）供用開始時（1997）のＥＳＡ／日

$t_{1997} = t_{1986} \times (1 + i)^{n}$

t＝初年度の平均日ＥＳＡ

i＝伸び率／年

n＝年（1997－1986）

Section	t_{1986}	i（%）	n	ESA/day in 1997
1	5,570	5	11	9,526
2	5,234	5	11	8,951
3	3,980	7	11	8,337
4	4,424	7	11	9,311

8）パイプラインにより輸送されるオイル量に等しいオイルタンクローリーの数

ＫＰＣ（ケニヤパイプライン）によって計画されたパイプラインによるオイル輸送量は以下のとおりである。

1993年　1,080,000kℓ／年

2008年　1,815,000kℓ／年

パイプラインによって輸送されるオイル量に等しいオイルタンクローリーの数は以下のとおり。

1993年　1,080,000kℓ÷20kℓ／台＝54,000台／年

2008年　1,815,000kℓ÷20kℓ／台＝90,750台／年

但し、オイルタンクローリー容量：20kℓ

ＥＳＡの数（オイルタンクローリー）

1993年　54,000×12.8＝　691,200／年

2008年　90,750×12.8＝ 2,161,600／年

日平均ＥＳＡの数（オイルタンクローリー）

1993年　691,200÷ 365＝ 1,893

2008年　1,161,600÷ 365＝ 3,182

オイルタンクローリーのＥＳＡ（1993～2008）の減少比率：ｉ

$i = (3,182 / 1,893)^{1/15-1}$

$= 3.5\%$

バイパス供用開始年（1997年）のオイルタンクローリーの減少ＥＳＡ／日

$t_{1997} = 1,893 \times (1 + 0.035)^4$

$= 2,172$

2000年のオイルタンクローリーの減少ＥＳＡ／日

$t_{2000} = 1,893 \times (1 + 0.035)^7$

$= 2,408$

ａ）設計対象期間（Ｔ）のＥＳＡの総計

日平均ＥＳＡ（t_1）

区　間	1997	2000
1	9,526	11,028
2	8,951	10,363
3	8,377	10,263
4	9,311	11,407

設計対象期間（Ｔ）のＥＳＡの総計はＭＯＰＷの方法により求めると以下のとおりである。

$$T = 365 \times t_1 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

但し、

t_1　：初年度の日平均標準軸数（ＥＳＡ）

ｉ　：年増加率（小数点）

ｎ　：設計期間　　1997～2000の３年

2000～2007の７年

1997～2007年間の設計対象期間におけるオイルタンクローリーの換算標準軸数の総計

1997－2000（３年）

$$T_1 = 365 \times 2,172 \times \frac{(1+0.035)^3 - 1}{0.035} = 2.4 \times 10^6$$

2000－2007（7年）

$$T_2 = 365 \times 2,048 \times \frac{(1+0.035)^7 - 1}{0.035} = 6.8 \times 10^6$$

区間毎のＥＳＡの総計（Ｔ）

1997－2000 (3 years)

Section	t_{1997}	i (%)	T	$(T/2 - T_1) \times 0.8$
1	9,526	5	10,961,210	2.4×10^6
2	8,951	5	10,299,580	2.1×10^6
3	8,377	7	9,829,894	1.9×10^6
4	9,311	7	10,925,855	2.4×10^6

2000－2007 (7 years)

Section	t_{2000}	i (%)	T	$(T/2 - T_2) \times 0.8$
1	11,028	3	30,843,096	6.9×10^6
2	10,363	3	28,983,224	6.2×10^6
3	10,263	5	30,499,922	6.7×10^6
4	11,407	5	33,899,700	8.1×10^6

＊　Ｆ／Ｓレポートの表Ⅵ－２－２の交通需要予測によると増加率は2000年以後減少する。

ＥＳＡの総計（1977－2007）

区　間

1　　$1.4 + 6.9 = 9.3 \times 10^6$

2　　$2.1 + 6.2 = 9.3 \times 10^6$

3　　$1.9 + 6.7 = 8.5 \times 10^6$

4　　$2.4 + 8.1 = 10.5 \times 10^6$

5. 土質及び材料調査

5.1 調査概要

路線上の地盤調査及び材料調査はフィジビリティースタディー時の調査結果を踏まえ、一次調査を1990年6 月20日から10月30日に実施し、ルート変更に伴う追加調査を1991年 9月20日から10月30日にかけて実施した。土工及び路盤調査の内容は、9 箇所のボーリング調査、47箇所のテストピット調査及び土質試験等であり、さらにBlack cotton soil(膨潤土) に関する土質試験を実施した。

材料調査としては、路盤材、表層及びコンクリート骨材の調査として、主に礫質材と岩石材の調査を実施した。調査内容は、当初購入材を予定していたが、既存採取場の調査の結果から供給に問題があると判断されたため、新期採取場の調査として5 箇所のボーリング調査、96箇所のテストピット調査及び各材料試験を実施した。

調査結果の詳細は、MATERIAL REPORT に示した通りであるが、ここではその概要を記載した。

5.2 路線上の地盤調査結果

計画路線上の地質はBlack cotton soil(黒綿土) 地区、Red Soil地区、Pyroclastic tuff(火砕岩質凝灰岩) 地区、Trachyte地区及びその他地区に大別される。

Black cotton soil(黒綿土) 地区はNairobi 国立公園及びNgong Road Forest の所々に分布し、風化岩盤上に層厚0.3 ～1.0mで膨潤土であるBlack cotton soil が分布し、ＣＢＲ値が著しく低いこと、膨張収縮を示すため基礎地盤としての問題があることから、良質土への置き換えが必要となる地区である。Red Soil地区は計画路線の主体を占める地区で、火山性の風化土で硬い粘性土からなる。基礎地盤としてはおおむね良好だが、乾燥状態では浸食されやすい特徴を持ち、法面の浸食には注意が必要である。Pyroclastic tuff(火砕岩質凝灰岩) 地区はLangata のMoi Otiende Estate付近及びNgong Road Forest 付近等に分布し、Pyroclastic tuff(火砕岩質凝灰岩) は軟岩から中硬岩に区分されるため、切土掘削ではリッピングが必要となり、道路の計画縦断を決定する際に留意した。Trachyte地区は、Carnivore レストランからMoi Otiends Estate付近とDagoreti Forest の一部に分布する。KIKUYU付近では強風化のため土砂状となりRed Soilに覆われているが、当地区では全般に新鮮で硬岩に区分されるため、切土掘削に発破が必要となる。その他の地区としてはLangata 刑務所近くがゴミ捨て場になっておりゴミが堆積している。また、Ngong Road Junction 付近、Dagoretti 付近及び Ondiri 湿地には沖積層が分布する。一般に沖積層は硬いが、Ondiri湿地近くでは層厚は薄い(1.5m)ものの、非常に軟らかい腐植土が分布する。また、Kikuyuの一部にはC63 Roadの盛土が分布している。

橋梁の基礎地盤としては、上記の地盤状況を反映し、ほぼ良好な地盤となっているが、Kikuyu Town Overbridgeでは風化Red soilと強風化trachyteが分布し、深度9m付近まではＮ値がN=4 ～ 24 と低い値を示す。

盛土材料は主にRed Soil及び風化岩となり、良質土であるが、散水による含水量調整が必要である。設計上の土量変化率はSoil: C = 0.85、Soft rock : C = 1.0 、

Hard rock : C = 1.2 と判断した。

切土及び盛土のり面勾配は既存ののり面調査の結果からRed Soilが主体を占め、非常に浸食されやすいため、安定勾配は切土では37°、盛土では30～35°が適当であると判断した。Alliance Boys High School 近くの高盛土の安定及び沈下は検討の結果から1:1.5 の勾配で安定し、沈下量も少ないと判断された。

路床のCBR 値は10～30くとなり、MOPWの基準に基づくSoil ClassではS4～S6に区分された。

5.3 材料調査結果

礫質材としてはlateritic gravelの分布が計画路線周辺で確認されたが、層厚が薄く本線に用いるためには量が少なすぎかつ採取効率が悪い。品質としても路盤に用いるためには改良が必要となる。

岩石材料としては計画地近傍のTrachyteは風化が著しく、品質に問題がある。適地としてはAthi River Town から2km のNamanga-Arusha (A 104)脇に位置するKitenge-laサイトであり、材質はPhonolite からなり、FIがやや基準値を上回るがその他は良好な品質を示し、表層やコンクリート骨材として利用可能である。

砂は計画地周辺には分布せず、購入材とする必要がある。また、施工用の水の確保は、計画路線がMotoine 川に沿っているため、容易である。

6. 水文調査および排水調査計画

6.1 概要

道路表面排水設計、および横断排水構造物の計画設計のため水文調査と既存排水施設の調査をおこなった。

6.2 水文調査

水文調査は、フィージビリティスタディで行われた水文調査の降雨データの確認をし、新たにデータの補足をして行った。降雨データの収集は、ケニア国内の気象観測所を管理する Metrological Department より行い、次のデータを収集した。

(1) The Rainfall Frequency Atlas of Kenya (January, 1978)

(2) Rainfall data at Dagoretti Head Quarter (January,1978 to May, 1990)

(3) Rainfall data at Wilson Airport Station (February,1980 to May, 1990)

Wilson Airport観測所、および Dagoretti Head Quarter観測所はナイロビバイパスの近傍に位置している。また両観測所のデータを比較し、降雨量の多い結果を示す Dagoretti Head Quarter 観測所のデータを採用して解析を行った。

フィージビリティスタディで採用した The Rainfall Frequency Atlas of Kenya (January, 1978) の降雨強度曲線は、新たに得られた1978年から1990年までの最大降雨量データと比較し問題の無いことを確認したうえで採用した。

6.3 排水施設調査

排水施設調査はナイロビバイパスから流出する道路路面排水を既存水路が整備されていない地域に流出し、近隣地域に悪影響を及ぼすことを避ける目的で行った。

道路路面排水はナイロビダム、ナショナルパーク内の池、およびルート沿いの各河川、水路に排水するが、Thogoto College 周辺の地域ではルートが凹地を通過し排水先が無いため路面排水用の集水池を計画した。

排水計画はその流末により、ルートに沿って次に示す11の区域に分割される。

(1) CH. 0+000 ～ CH. 5+280

ンゴング川支流を流末とする区域。

(2) CH. 5+280 ～ CH. 6+660

ナショナルパーク内の池を流末とする地域。

(3) CH. 6+660 ～ CH. 8+180

ナイロビダムを流末とする地域。

(4) CH. 8+180 ～ CH. 22+380

モトイネ川を流末とする地域。

(5) CH.22+380 ～ CH. 23+640

北側の鉄道を横断するパイプカルバートを流末とする地域。

(6) CH.23+640 ～ CH. 24+890

新設する路面排水集水池を流末とする地域。

(7) CH.24+890 ～ CH. 26+200

既存のパイプカルバートを流末とする地域。

(8) CH.26+200 ～ CH. 27+320

オンドリ沼地を流末とする地域。

(9) CH.27+320 ～ CH. 27+800

北側の鉄道を横断するパイプカルバートを流末とする地域。

(10) CH.27+800 ～ CH. 28+080

北側の鉄道を横断するパイプカルバートを流末とする地域。

(11) CH.28+080 ～ End

C63道路横のクリークを流末とする地域。

6.4 排水設計

集水面積は1／5000、1／50000の地形図ならびに現地調査により求めた。近接する既存のボックスカルバート、橋梁および水路についても地域住民から出水時の状態について聞き取り調査を行うとともに、流出量計算結果とも比較してその機能を評価し、新設の横断水路構造物断面設計の参考とした。流出量はケニア国で一般に使用されている The TRRL(EA) flood mode およびThe rainfall Frequency Atlas Method の25年降雨強度曲線をもとに計算した。

主要道路横断水路ボックスカルバートの断面は次のように決定した。

(1) CH.13+978水路ボックスカルバート

下流側の既存木橋の桁下断面を参考にして決定した。

(2) CH.14+943水路ボックスカルバート

既存水路の断面を参考にして決定した。

(3) CH.15+560, Ngong Rd. J/C B-ランプ 水路ボックスカルバート

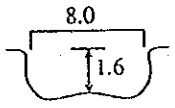
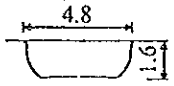
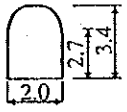
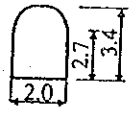
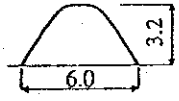
1985年に既存ボックスカルバートがオーバーフローしていることを勘案して決定した。

(4) CH.26+335水路ボックスカルバート

雨期に下流側ボックスカルバート上流が池になることを勘案して決定した。

パイプカルバートについては流出量計算によるほか、特別な場合を除き最小900mmの断面とした。その他の小規模排水施設は 1/2,000、1/5,000 の地形図、航空写真により集水面積を計算し、現地調査により流出係数を決定して合理式により流出量を計算し、また排水能力はマニングの式により計算した。

表 6.1　水路ボックスカルバートの断面計画

測点	既存構造物の形状 m	計画流出量 m^3/sec.	確率降雨年 年	計画断面 m	設計通水量 m^3/sec.
CH.13 + 978		26.1	25	3.0 × 3.0	65.5
CH.14 + 943		30.6	25	2.0 × 3.0	33.9
CH.15 + 560		38.4	25	3.5 × 3.0	93.3
Ngong Rd J/C B-RAMP CH.0 + 157		38.4	25	3.5 × 3.0	100.1
CH.26 + 335		101.4	25	2-3.5 × 3.5	358.3

6.5 路面排水用集水池

Thogoto collegeとオンドリ沼地の間の盆地は流末排水路が無いため、出水により池状になる履歴を有している。この地域を道路が通過するが、路面排水の流入によりその状況は拡大すると考えられる。このため道路建設による流出係数の増大分を補う目的で、一時的に路面排水を溜める集水池を計画した。

プレリミナリーデザイン段階においては同地域に建設中であった下水用浸透池を参考にして浸透池の計画をしたが、その後の土質調査の結果、浸透能力が著しく小さい土質であることが判明したため集水池に変更した。(Appendix-C 参照)

7. 公共施設調査

7.1 概要

都市内道路建設において既存公共施設の移設は、各々異なる方針、技術基準、改良計画を持つ管理機関との協議、調整が必要となる。

今回、ナイロビバイパス全区間について支障となる既存公共施設について現地調査を行うと共に、次に示す関係機関より当該施設の資料を収集した。

(1) Water and Sewerage Department of Nairobi City Commission

(2) Water Department of Ministry of water Development

(3) Kenya Posts & Telecommunications

(4) Kenya Power & Lighting Co.,Ltd.

(5) Kenya Railways Corporation

(6) Kenya Wildlife Service

(7) City Engineer's Dept., Highway

(8) Kenya Rifles Ministry of Defense

今回は関係機関より収集、提示された関連資料により想定される移設費用の積算をおこなったが、今後 MOPW においては、各関係機関と具体的な予算措置、移設方法等につき協議、調整が必要と考えられる。

7.2 既存公共施設

ナイロビバイパスに関わって、支障となる公共施設の一覧を表 7.1 に示す。

表 7.1　既存公共施設一覧表 (1/2)

測点	施設名	規格	状況
CH.0 + 000 to CH.0 + 500 (Mombasa Road J/C)	水道管 電話線 電力線 電話線 通電柵	DN 600S	架空線 架空線 地下埋設
CH.5 + 900	電力線	66 KV	架空線
CH. 6 + 650 to CH.7 + 500 (Uhuru Monument J/C)	電話線 電話線 電力線 道路照明 下水管 棚	66 KV Dia. 300 m	地下埋設 架空線 架空線 地下埋設
CH. 7 + 150 CH. 7 + 475 CH. 7 + 910 CH. 8 + 660 CH. 8 + 820 CH. 9 + 400 CH.11 + 160 to CH. 13 + 800	下水管 下水管 水道管 電話線 電力線 水道管 水道管 水道管 電力線	Dia. 535 mm Dia. 535 mm DN 250 UPVC 66 KV DN 400S 16"S 8" PVC地下埋設 4" GI 66 KV	地下埋設 地下埋設 地下埋設 架空線 架空線 地下埋設 地下埋設 架空線
CH.15 + 500 (Ngong Rd J/C)	電話線 電話線 電力線	2 × 11 KV	地下埋設 架空線 架空線
CH. 16 + 160 CH. 19 + 550	電力線 電力線	11 KV 66 KV	架空線 架空線
CH. 20 + 850 to CH. 21 + 240 (Dagoretti Forest J/C)	電話線 電力線 水道管 電話線	11 KV 500 mm INLET	架空線 架空線 地下埋設 地下埋設
CH. 22 + 390 CH. 22 + 640 CH. 22 + 680 CH. 22 + 880 CH. 22 + 960 CH. 23 + 010 CH. 23 + 020 to CH. 23 + 160	水道管 水道管 電力線 水道管 水道管 水道管 水道管	3/4" 3/4" 66 KV 3/4" 1/2" 1/2" 3/4"	地下埋設 地下埋設 架空線 地下埋設 地下埋設 地下埋設 地下埋設
CH. 23 + 160 CH. 23 + 170 CH. 23 + 180 to CH. 23 + 500 (Thogoto J/C)	水道管 水道管 電話線 電力線 電力線 電力線 電力線	2-1/2" 2-1/2" 66 KV, 11 KV 66 KV	地下埋設 地下埋設 架空線 架空線 架空線 架空線 架空線

表 7.1　既存公共施設一覧表 (2/2)

測点	施設名	規格	状況
CH. 23 + 560	電力線	11 KV	架空線
CH. 23 + 800	下水管	Dia. 225 m	地下埋設
	電力線	11 KV	架空線
CH. 24 + 580	電力線	11 KV	架空線
CH. 24 + 720	電力線	11 KV	架空線
CH. 24 + 800	電力線	11 KV	架空線
	水道管	1-1/2"	地下埋設
CH. 24 + 810	水道管	1-1/2"	地下埋設
	電話線	3/4"	架空線
CH. 24 + 900	水道管	11 KV	地下埋設
CH. 24 + 950	電力線	11 KV	架空線
CH. 25 + 020	水道管	1/2"	地下埋設
	電力線	11 KV	架空線
CH. 25 + 120	電力線	66 KV	架空線
CH. 25 + 260	電力線	11 KV	架空線
CH. 25 + 380	電話線		架空線
CH. 25 + 420	水道管	1-1/2"	地下埋設
CH. 25 + 480	電力線	66 KV	架空線
CH. 25 + 480	水道管	1-1/2"	地下埋設
CH. 26 + 660	水道管	6"	地下埋設
	水道管	2 × 2"	地下埋設
CH. 26 + 680	電話線		架空線
CH. 26 + 700	水道管	1"	地下埋設
CH. 26 + 570	水道管	3/4"	地下埋設
	電力線	11 KV	架空線
CH. 26 + 560 to CH. 26 + 960	電話線		地下埋設
CH. 26 + 860	水道管	1/2"	地下埋設
CH. 26 + 860	電力線	11 KV	架空線
CH. 26 + 900	水道管	3/4"	地下埋設
CH. 26 + 960 to CH. 27 + 360	電話線		架空線
CH. 27 + 020	鉄道		
CH. 27 + 240	水道管	1"	地下埋設
CH. 27 + 300	水道管	1"	地下埋設
CH. 27 + 300 to CH. 28 + 400	水道管	2"	地下埋設
CH. 27 + 360 to CH. 27 + 780	電話線		架空線
CH. 27 + 420	電力線	11 KV	架空線
CH. 27 + 240 to CH. 27 + 720	電力線	11 KV	架空線
CH. 27 + 680	水道管	1"	地下埋設
CH. 27 + 720	水道管	1"	地下埋設
CH. 27 + 960 to CH. 28 + 020	電力線	11 KV	架空線
CH. 28 + 220	水道管	3/4"	地下埋設

8. 道路設計

8.1 概　要

設計の基本となる幾何構造については、「Road Design Manual Part I」を基本としたがマニアルに不足する事項についてはＪＩＣＡチームよりＭＯＰＷに提案を行い設計値を定めた。

(1) 本線幾何構造値一覧

道路規格		Class A
設計速度		
	Mombasa road J.C～Uhuru monument J.C（平地部）	100km／hr
	Uhuru monument J.C～Kikuyu J.C（丘陵地）	80km／hr
車 線 幅		3.50m
車 線 数		4 車線
路 肩 幅	右　側	1.00m
	左　側	1.50m
中央分離帯		
	Mombasa road J.C～Uhuru monument J.C	11.00m
	Uhuru monument J.C～Kikuyu J.C	3.50m
片 勾 配		2.5%
最急縦断勾配		5 %
最小平面曲線半径		600m
用 地 幅		60m
建築限界	（車道高さ）	5.50m
	（水平方向）路肩端より	1.50m

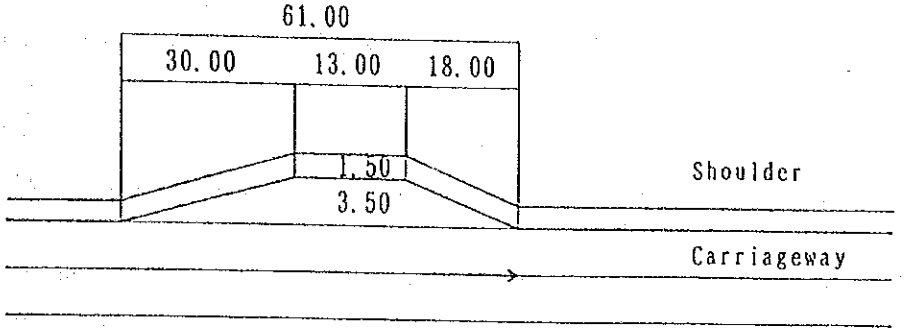
(2) ジャンクション幾何構造一覧

設計速度		40～50km／hr
車 線 幅	1 車線slip　道路	4.00m
	2　　〃	8.00m又は6.00m
路 肩 幅	右　側	1.00m
	左　側	1.50m
片 勾 配		2.5%
最小平面曲線半径		30m
最急縦断勾配		7 %

変速車線長　（テーパー長含む）

	V＝80km／hr	V＝ 100km／hr
加速車線長	200m	230m
減速車線長	90m	120m

(3) バスストップの形状



(4) サービス道路（側道）

設計速度	20km／hr～30km／hr
幅　員	4.00 or 6.00m

8.2 平面線形

平面線形は、F／S時に設計された線形位置を反映している。但し次の区間については特にコントロールされている。

・Mombasa road J.C～Uhuru monument J.C

この区間はトランスアフリカンハイウェイと鉄道の敷地を含む 120mのうち市街地側（右側）60mの中心にセンターを設置

・CH 9 ＋500 ～CH15＋300 (Ngong road J.C)

この区間はNgong forestの自然林を横切る区間であり環境保護の立場から極力道路によって影響を受ける範囲を少なくするためにNgong forestの端部の樹林の少ない位置にプレリミナリイDesign終了後ケニア政府関係機関の要請により線形変更を行った。

又同時にパイプラインの計画線形との調整も行った。

8.3 縦断線形

(1) 基本的考え方

縦断線形は基本的には交差道路に大して全て立体交差であり、建築限界は 5.5mを確保した。本線の最急縦断勾配は5％を使用した。

縦断線形の決定に際しては次の条件が考慮された。

- 横断道路又は道路その他施設のアンダーパス
- 排水構造物の横断
- 切盛土のバランス
- 道路の規格と平面線形とのバランス
- 主として使用される要素として、その長さ、勾配、区間がどの程度がふさわしいか。

上記の配慮条件はコスト特に土量に密接に関係する。

勾配の少ない道路は車の走行に対しては望ましく、一方投資額の増加につながるが将来のランニングコスト、維持管理費の低減につながる。

上記の条件を配慮しながら最終的には技術者の総合的な判断によった。

(2) 各区間毎の概要

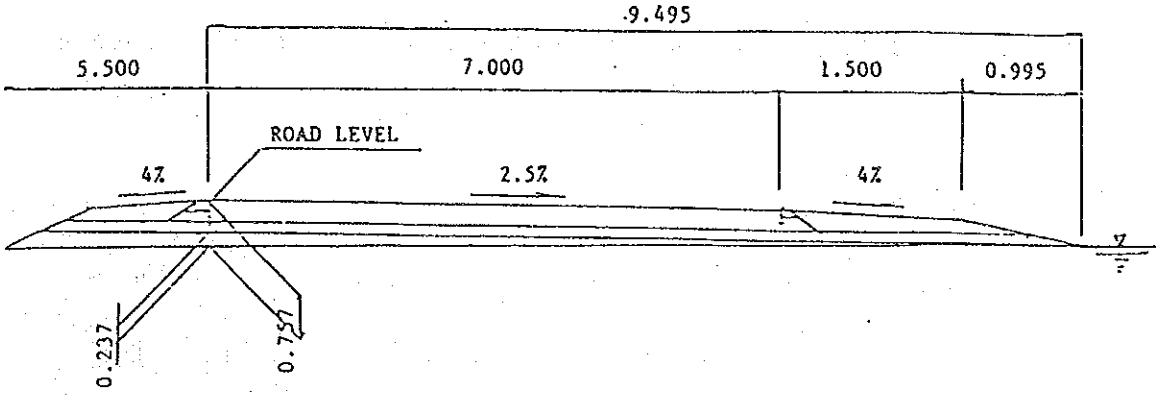
・ Mombasa road J.C～Uhuru monument J.C

J.Cの形式はクローバーリーフであり、本線上で(D. E ランプ) 織込み (ウィービング) が生ずるため本線の縦断線形 (縦断曲線) は充分な見通し距りが確保できる大きさが必要である。

◎ この区間のナショナルパークを通過する約6kmの地盤はBlack cotton soil 60cm～70cmの厚さで被覆されている。Black cotton soil は盛土材としては使用できないため一度除去した後にCH9～CH10+400 付近の土取場からの良質材と置換する必要がある。このため次の2つの条件を満足することが必要である。

・盛土材を極力低くするため最少の盛土高とする。

・舗装高は現地盤に滞水するため水面より高くする。次にその基本図を示す。



・ Uhuru monument J.C区間

J.C区間の前後は非常に固い岩が露出している。従って土工工事の掘削は爆薬が必要となる。その上周辺は Uhuru gardens団地等住宅地が密集しており、本線をアンダー形式にして発破の使用による掘削は無理なため、Uhuru monument J.Cは盛土形式とした。

・ Uhuru monument J.C～Ngong road J.C

この区間はCH9+500 ～CH15+300 のNgong forestの自然林を保護するためにforestの端部へ平面線形を移動修正した。そのためCH9+400 ～CH10+300 の区間に5%最急縦断勾配を使用している。またMombasa road J.C～Uhuru monument J.C間の盛土量を確保するためCH10+300 ～CH11+100 間は切土区間としている。CH11+100 ～CH15+300 の間は自然林保護のため極力現地盤と同じ高さとしてその影響面積が少ないよう配慮した。又CH9+400 には現地調査の結果現地盤より 1.2m下にϕ= 400mmの水道管が埋設されている。従って縦断計画にあたってはこのパイプの移設のないよう盛土形式とした。

・ Ngong road J.C～Dagoretti forest J.C

この区間は標高 1,820～1,880 mの高さを延長5km平均勾配 1.2%とゆるやかに通過しているところであり、切土、盛土が連続している。線形のコントロール条件としては切土部については軟岩までの深さ7m程度とし、盛土部については横断す

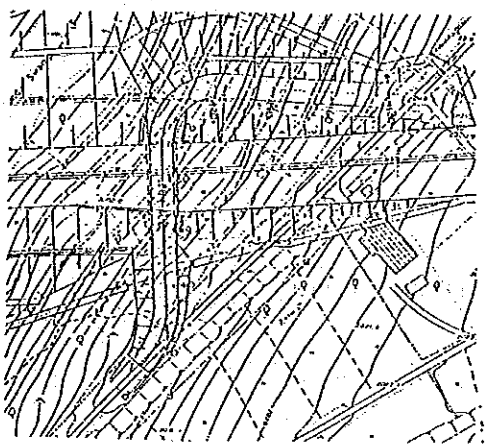
るボックスカルバートをコントロールとして、土量がバランスするよう配慮した。

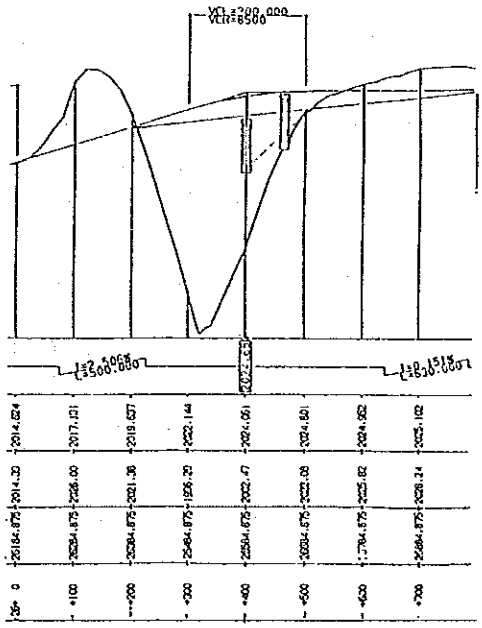
- Dagoretti forest J.C～Thogoto J.C

この区間の標高は(1,881～1,995 m) 15m、延長 2,800m、平均勾配 4.1%とナイロビバイパス中もっとも急な区間である。地形的には平坦部から山岳部の境界の部分に相当する。切土高も高く12.5m、硬岩区間もCH21＋100 ～CH21＋500 でバイパスの中で最大規模の切土区間となる。

- Thogoto J.C ～Kikuyu J.C

この区間の道路計画高は土量のバランスとボックスカルバートの計画高によって決定され、 Ondri湿地部の高さは横断道路のボックスカルバートの高さ、及びKikuyu town ジャンクションランプとC63との取付け部の2つの条件から決定される。そして盛土高は32mとなった。なお、この区間については下図の様にボックスカルバートを移動して本線を3m程度下げ盛土量を減らすことは可能であるが、ボックスカルバートが盛土上に設置され沈下の可能性があることからMOPWと協議の上現道上にボックスカルバートを設置することとした。





- Kikuryu town J.C～Kikaya J.C

この区間はC63のは付替部分となり、計画高は現道に合してある。

8.4 土工設計

8.4.1 のり面勾配

切土および盛土のり面勾配は、MOPWの設計要領に示されている値を基本的に採用した。しかしながら、赤土部での切土のり面勾配は、周辺の既存のり面状況を調査した結果、設計要領で示す値よりもゆるくした。表8.4.1および表8.4.2に設計で採用した切土および盛土のり面勾配を示す。

表 8.4.1 切土のり面勾配

種別	係数
土砂	1 : 1.4
風化岩	1 : 0.5
硬岩	1 : 0.2

表 8.4.2 盛土のり面勾配

種別	係数
h < 3 m	1 : 2
3 < h	1 : 1.5

H : 盛土高さ

切土のり面は図 8.4.1 に示すように直高 5mごとに幅 2m の小段を設け、のり肩部はラウンデングを計画した。

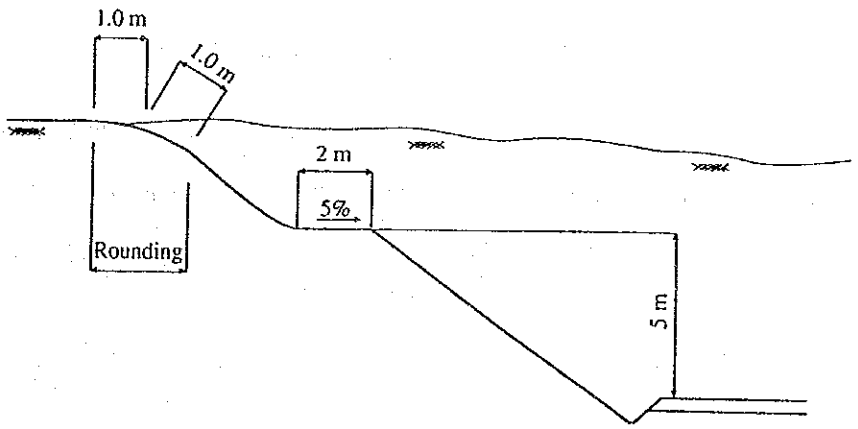


図 8.4.1 一般切土断面

8.4.2　伐開除根および表土はぎ取り

図 8.4.2に示すように、伐開除根は道路用地全幅にわたって行なわず、のり肩、のり尻より3mまたは水路より2mまでの幅で行う、また、表土はぎ取りは道路建設範囲について10ｃｍの深さで行う。

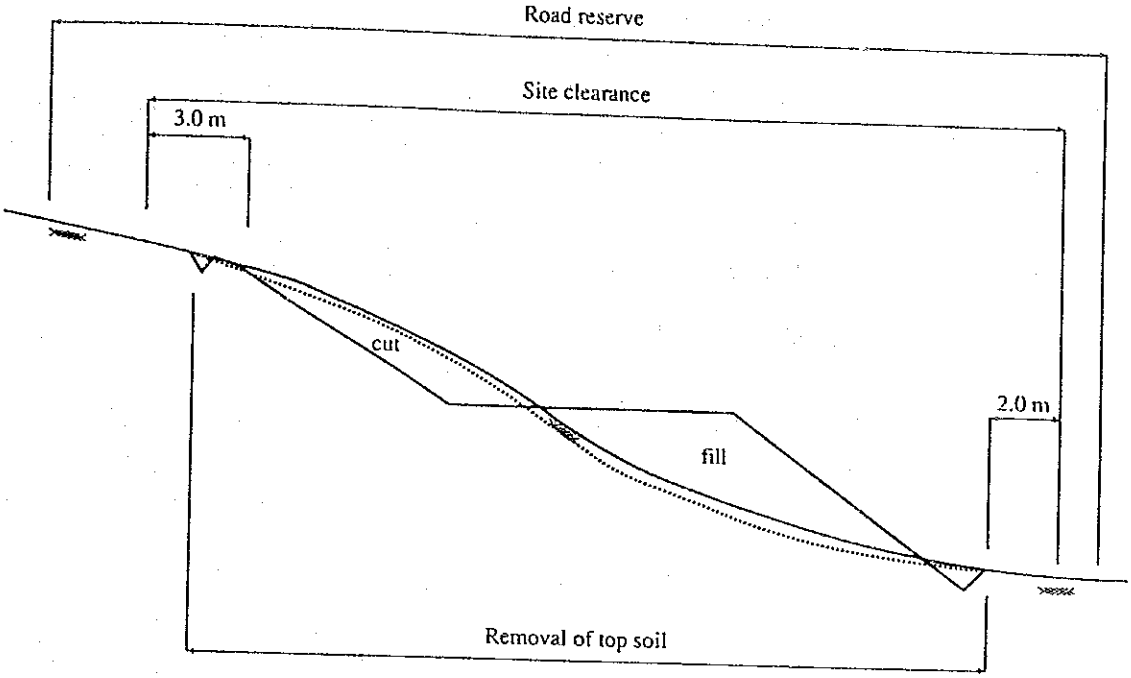
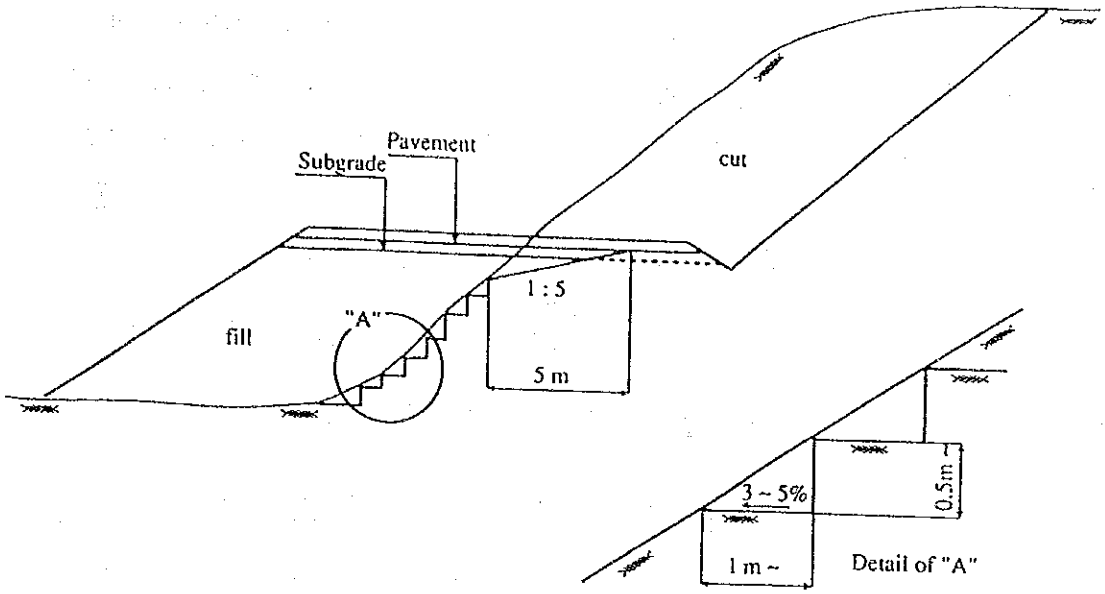


図 8.4.2

8.4.3　傾斜地での盛り土施工

MOPW の標準仕様書では1：5以上の傾斜地では段切りをした後盛土施工するよう規定している、この段切りの具体的な施工法を図8.4.3に示す。



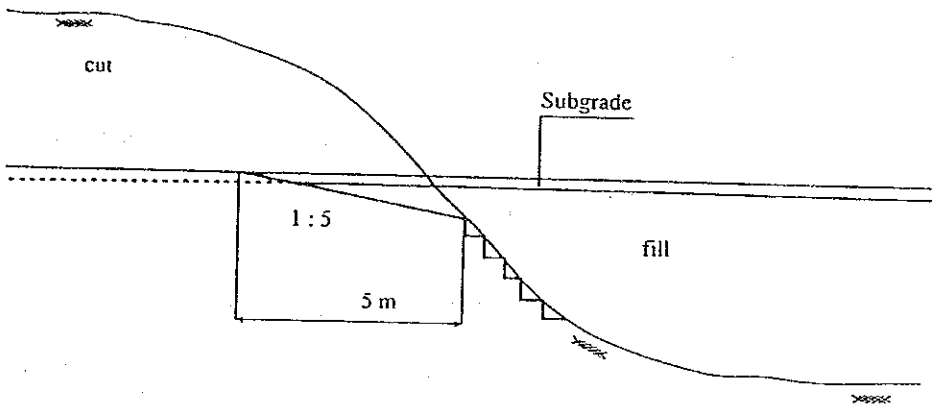


図 8.4.3　傾斜地における段切施工

8.4.4 土工計画

(1) 土量変化率

MOPW の標準仕様書では、地山から締固め土への土量変化率を一律0.8としているが、切り土断面が一般的なケニア国の道路工事に比べて大きいこと、また、このため風化岩、硬岩の発生量が多いことを勘案して表8.4.3に示す、日本における一般的な変化率を採用した。

表 8.4.3 土量変化率

種 別	係数
土砂	0.85
風化岩	1.00
硬岩	1.20

(2) 土取場

土量バランス上必要となる客土材は、ルート周辺での土取り場の確保が困難であるため、図8.4.4に示すように、道路用地幅に対し余裕のある切り土区間より増掘りをして確保することとした。（以後 Side Borrow と言う。）

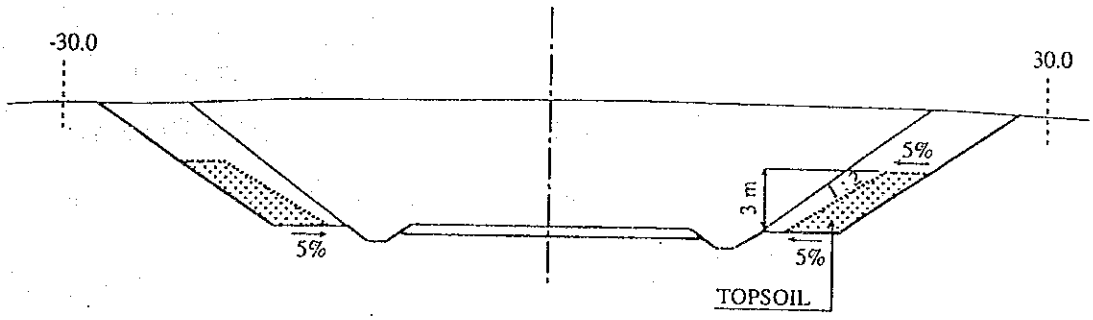


図 8.4.4 標準的なサイドボロー断面

土量配分計画においてこのSide Borrow はCH.9+800からCH.10+260の区間を設定した。設定の理由は次のとうりである。

- 自然林を避ける。
- Black cotton soilの分布する地域を避ける。
- 硬岩掘削を避ける。
- 客土材を大量に必要とするMombasa Road J/Cに極力近い地区とする。

また、CH.24+380に計画している道路排水用集水池より発生する掘削土は、土量配分計画において客土材として取り扱った。

(3) マスカーブ

累加土量計算書にもとずいてマスカーブを描き土量配分計画を行った。この結果、各盛土量、捨土量および土運搬は表8.4.4に示す結果を得た。

表 8.4.4 盛土量、捨土量、土運搬量

項 目	単 位	数 量
盛土工（普通土）	m^3	1,458,000
盛土工（硬岩）	m^3	105,000
捨土工（普通土）	m^3	0
捨土工（硬岩）	m^3	0
土運搬	$m^3 \cdot km$	3,432,000

尚、平均土運搬距離は搬土距離1000m以内の土量配分ブロックで0.64km、1000m以上のブロックで5.67kmとなっている。

(4) 土捨場

捨土の対象となる不良土、表土の量を表8.4.5に示す。

表 8.4.5　表土はぎ取り量及び盛土不適材量

項　目	区間	数量 (m^3)
表土はぎ取り		* 52,300
ブラックコットンソイル	CH 0 + 000 ～ 5 + 600	152,500
"	CH 11 + 000 ～ 11 + 280	4,500
"	CH 11 + 420 ～ 11 + 640	2,500
"	CH 11 + 800 ～ 12 + 200	8,600
"	CH 12 + 760 ～ 13 + 50	1,100
"	CH 13 + 740	200
"	CH 16 + 240 ～ 16 + 980	10,300
ゴ　ミ	CH 8 + 850 ～ 9 + 30	9,800
合　計		241,800

* 表土はぎ取り量は全体で106,700m^3であるが、その内54,400m^3は新たに表土工として再利用される、このため捨て土対象量は52,300m^3となる。

表土はぎ取り土は利用価値があるため道路周辺に捨土することができる。しかしながらBlack cotton soil やゴミについては受入先を見つけることが困難であることから、土捨場を確保する必要がある。具体的な土捨場は次のように設定した。

- CH.0+000 ～ CH.5+600のBlack cotton soil はMombasa Road J/Cのループ内に整形して捨てる。
- CH.11+000 ～ CH.11+280のBlack cotton soil および、その他のBlack cotton soil は道路横にあるBlack cotton soilに覆われた草地に整形して捨てる。
- CH.8+850 ～ CH.9+030にあるゴミはMombasa Road J/Cのループ内に整形して捨てる。

捨て土され整形されたBlack cotton soil およびゴミの表面は、表土工、植生工により美化する。

8.4.5　植生工および表土工

植生工は次の条件により計画する。

- 植生工対象のり面は1：0.5以下の勾配を持ったのり面とする。
- 植生工に使用する草の種別は "runner" タイプのものとする。

表土工は次の箇所に計画する。

- 表土工を必要とする盛土のり面には75ｍｍの表土工を計画する。

- 増掘りをおこなった土取り場には図 8.4.4 に示すように表土を置き緑化を計る。
- 土捨場の Black cotton soil 表面には厚さ200mmの表土工を計画する。
- CH.8+850 ～ CH.9+30間の道路用地内にあるゴミの表面には厚さ600mmの表土工を計画する。
- ジャンクションの交通島、ランガッタ道路の中央分離帯には表土を置く。

8.5 交差点の設計

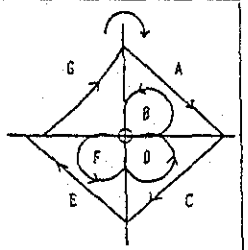
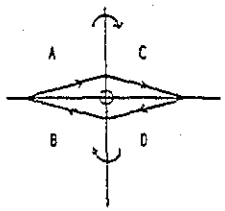
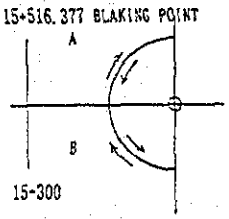
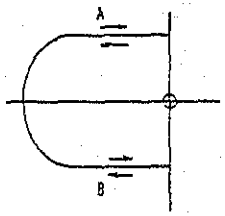
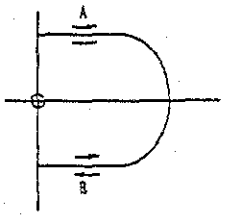
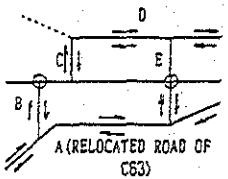
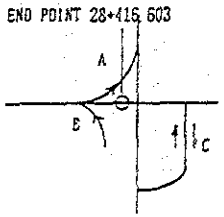
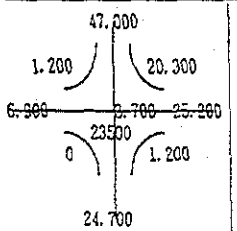
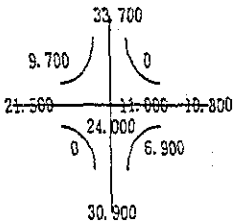
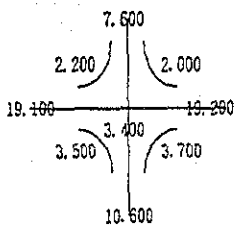
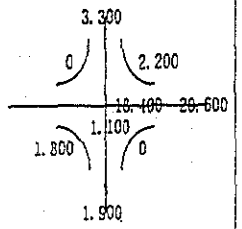
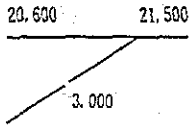
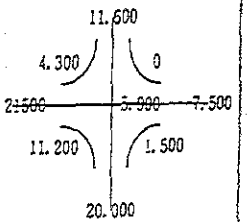
8.5.1 全体概要

Nairobi bypassは完全立体取付形式でジャンクションは以下の7ヶ所である。

- モンバサロードジャンクション
- ウフルモニュメントジャンクション
- ンゴングロードジャンクション
- ダゴレッティフォーレストジャンクション
- ソゴトジャンクション
- キクユタウンジャンクション
- キクユジャンクション

以上のジャンクションの設計条件は一覧表で次ページに示してあるとおりである。

CONSIDERATIONS OF INTERSECTOINS

NAME OF JUNCTION	MOMBASA ROAD J.C	UHURU MONUMENT J.C	NGONG ROAD J.C	DAGORETTI FOREST J.C	THOGOTO J.C	KIKUYU TOWN J.C	KIKUYU J.C	
INTERVAL (m)	397.588	6297.369	9006.295	5413.668	2239.368	3430.587	1320.000	496.603 / 28601.478
DESIGN SPEED — MAIN ROAD	80Km/hr	100Km/hr	80Km/hr					
DESIGN SPEED — SLIP ROAD	50Km/hr		40Km/hr					40 ~ 50Km/hr
NAME OF ACCESS ROAD	MOMBASA ROAD, LIKONI ROAD	LANGATA ROAD(C58)	NGONG ROAD(60)	DAGORETTI ROAD(C63)	THOGOTO ROAD(D411)	DAGORETTI ROAD(C63)	KABETE LIMURU ROAD(A104)	
SKETCH OF JUNCTION NAME OF SLIP ROAD								
TRAFFIC VOLUME AADT IN 2000					NO DATA			
COMPOSITION OF WIDTH — APPROACH ROAD (m)	MOMBASA ROAD(A104) 4 LANE S C M C S 3.50+7.00+28.50+7.00+3.50 LIKONI ROAD S C S 1.50+7.00+1.50=10.00	LANGATA ROAD(C58) 4 LANE P G C M C 2.00+4.75+7.50+6.50+7.00 G P +4.75+2.00=34.50 TEMPORARY ROAD S C S 1.50+3.50+1.00=6.00	NGONG ROAD(C60) 2 LANE S C S 1.50+7.00+1.50=10.00 WITH RIGHT TURN LANE S C S 1.50+10.50+1.50=13.50	DAGORETTI ROAD(C63) 2 LANE S C S 1.50+7.00+1.50=10.00 WITH RIGHT TURN LANE S C S 1.50+10.50+1.50=13.50	THOGOTO ROAD(D411) 2 LANE S C S 1.25+6.00+1.25= 8.50 WITH RIGHT TURN LANE S C S 1.25+ 9.00+1.25=11.50	DAGORETTI ROAD(C63) A.B.C.D.E 5 SLIP ROAD A SLIP ROAD(RELOCATED ROAD) S C S CH 00~1+324 1.50+7.00+1.50=10.00 S C S CH 1+324~500 1.50+4.00+1.00=6.50 B SLIP ROAD S C S 1.50+3.50X2+1.50=14.00 C SLIP ROAD S C S 1.50+8.00+1.50=11.00 D SLIP ROAD CH 00~629 S C S 1.50+7.00+1.50=10.00 S C S CH 629 ~768 1.25+6.00+1.25= 8.50 E SLIP ROAD 1.50+7.00+1.50=10.00	KABETE LIMURU ROAD(A104) 4 LANE S C M C S 1.50+10.50+1.60+7.00+1.50 =22.10(INCLUDING CLIMBING LANE)	
P:PEDESTRIAN G:GREEN BELT C:CARRIAGE WAY M:MEDIAN STRIP — SLIP ROAD	A.B.C.D.E.F.G 6 SLIP ROAD ONE LANE S C S 1.50+4.00+1.00=6.50	A.B.C.D 4 SLIP ROAD ONE LANE S C S 1.50+4.00+1.00=6.50	A.B 2 SLIP ROAD TWO LANE S C S 1.50+8.00+1.50=11.00	A.B 2 SLIP ROAD TWO LANE S C S 1.50+8.00+1.50=11.00	A.B 2 SLIP ROAD TWO LANE S C S 1.00+6.00+1.00= 8.00		A.B.C 3 SLIP ROAD A SLIP ROAD 1 LANE S C S 1.50+4.00+1.00=6.50 B SLIP ROAD 1 LANE S C S 1.50+3.50+1.00= 6.00 C SLIP ROAD 2 LANE S C S 1.50+8.00+1.50=11.00	

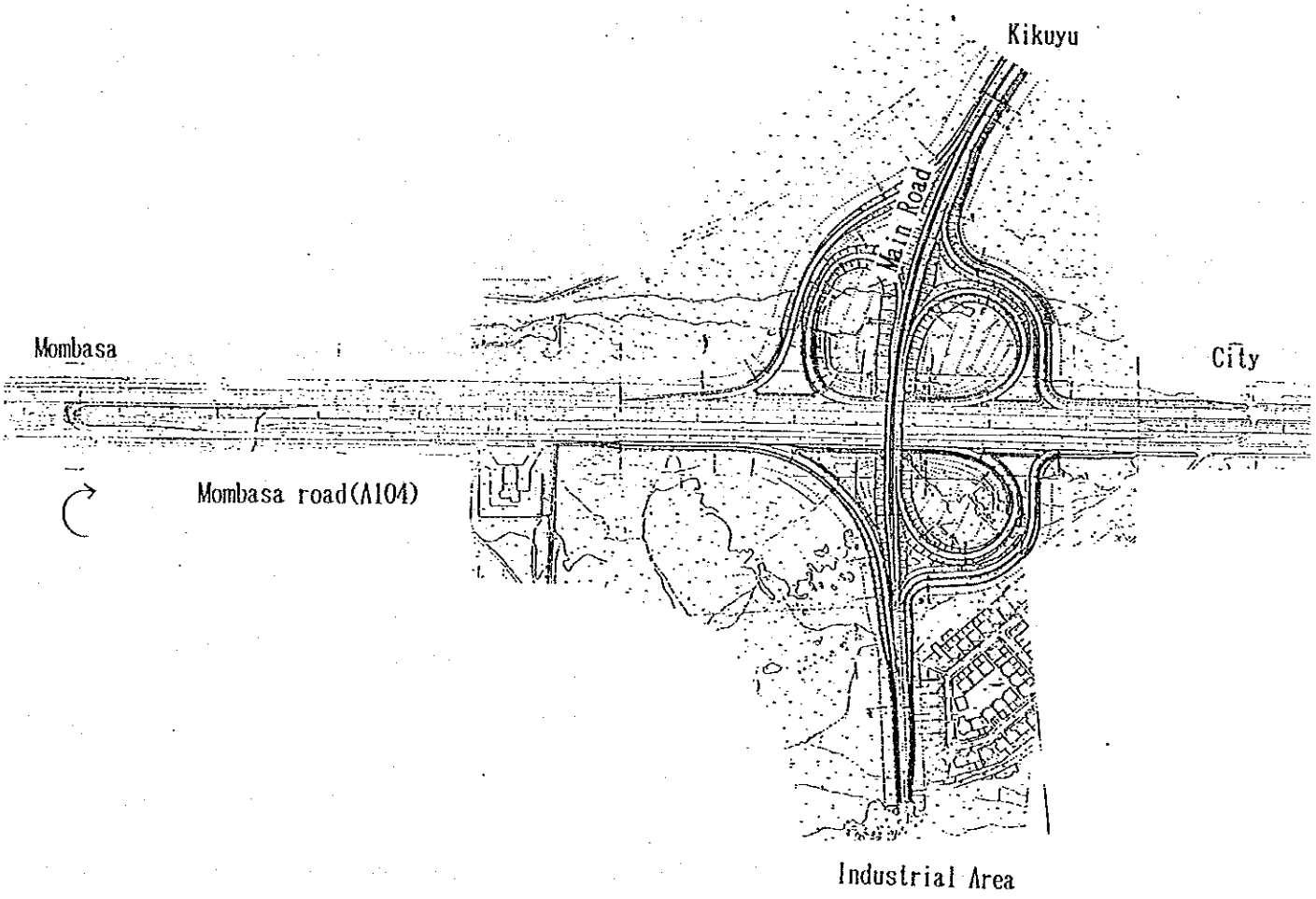
8.5.2　ジャンクション形式の概要

以下に各ジャンクションの概要を示す。

(1)　Mombasa road J.C

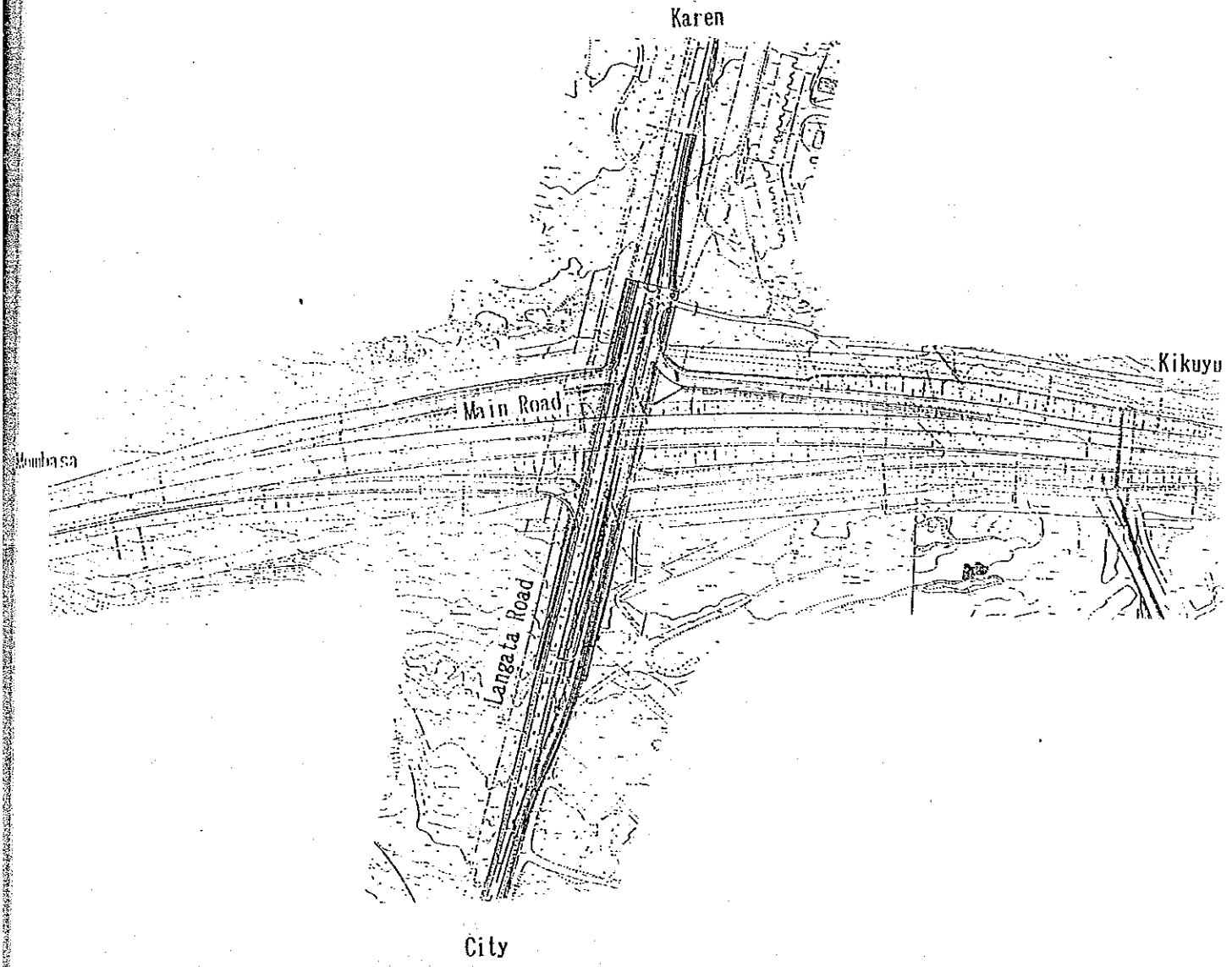
7本のslip road を持つクローバーリーフタイプの J.Cである。F／S時は交通量の関係もあり4本のランプ形式のジャンクションであったがＭＯＰＷの要請により3本ランプが追加され、市内からKikiyu方向へのＡ104 での右折Ｕターン路での連結を省いて全ての方向へ直結される形式となった。

中心線の位置はLikoni道路（工業団地とＡ104 を結ぶ計画道路2車線）に接続する。



(2) Uhuru monument J.C

ダイヤモンド形式で Langata道路に接続している。 Langata道路は 2 車線から 4 車線に改良される計画であり、ランプ取付部は 4 車線将来改良断面で施工される。



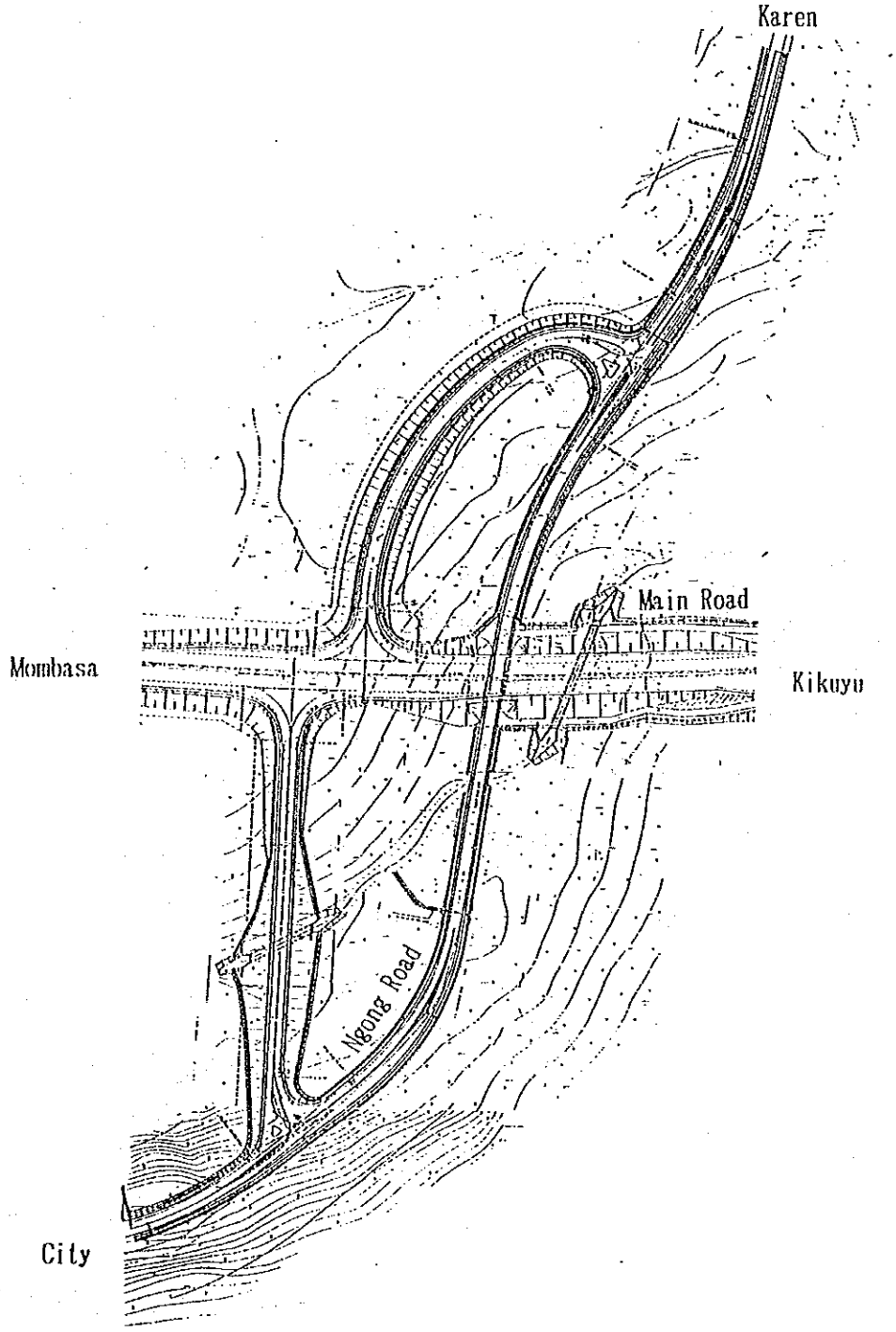
(3) Ngong road J.C

Ngong road（C63）に取付く J.Cである。

ランプの取付位置は次の条件を考慮して決定した。

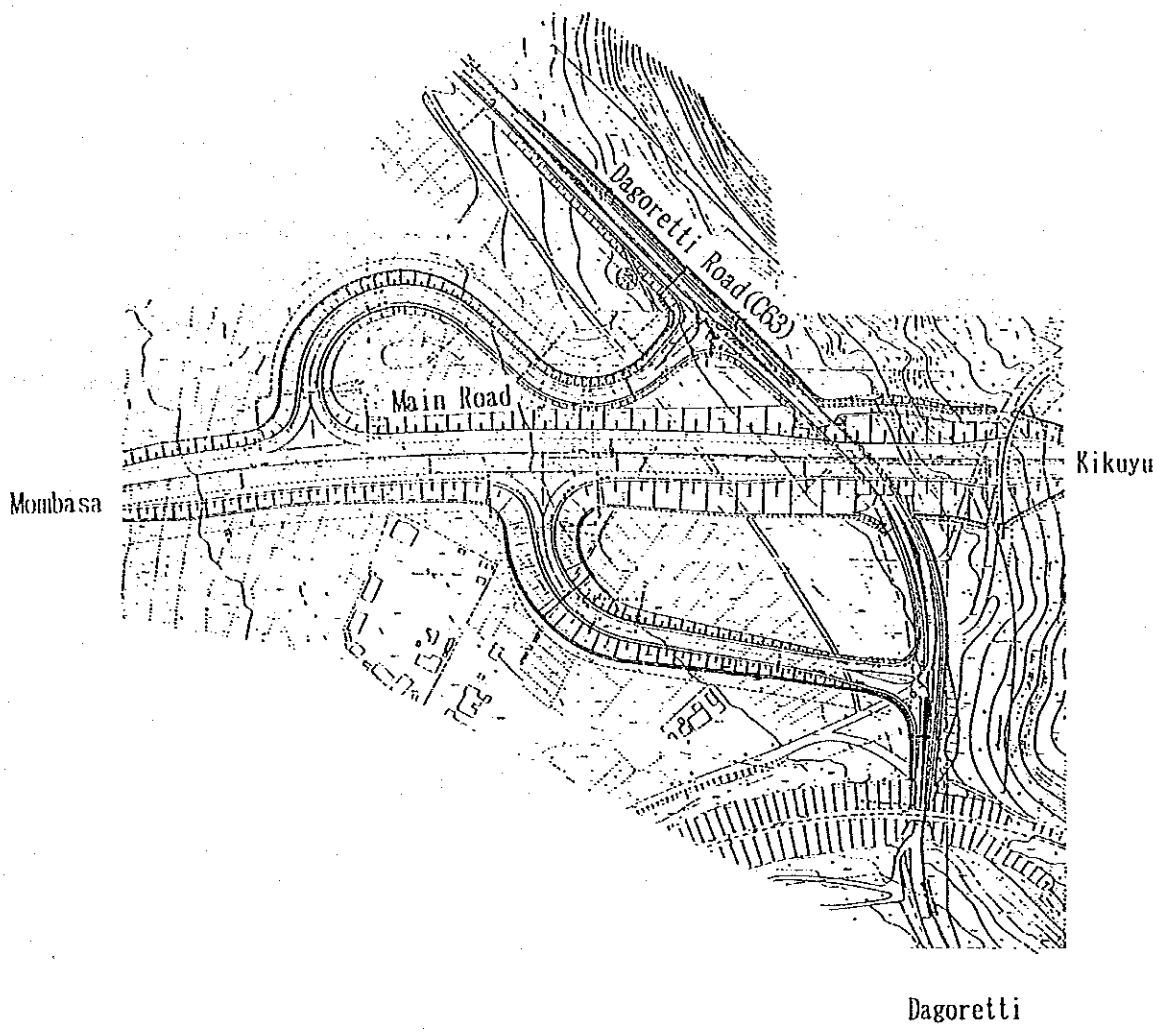
・Ngong道路の急勾配区間をさける。

・本線下のボックスカルバートからの視距 120mを確保する。



(4) Dagoretti forest J.C

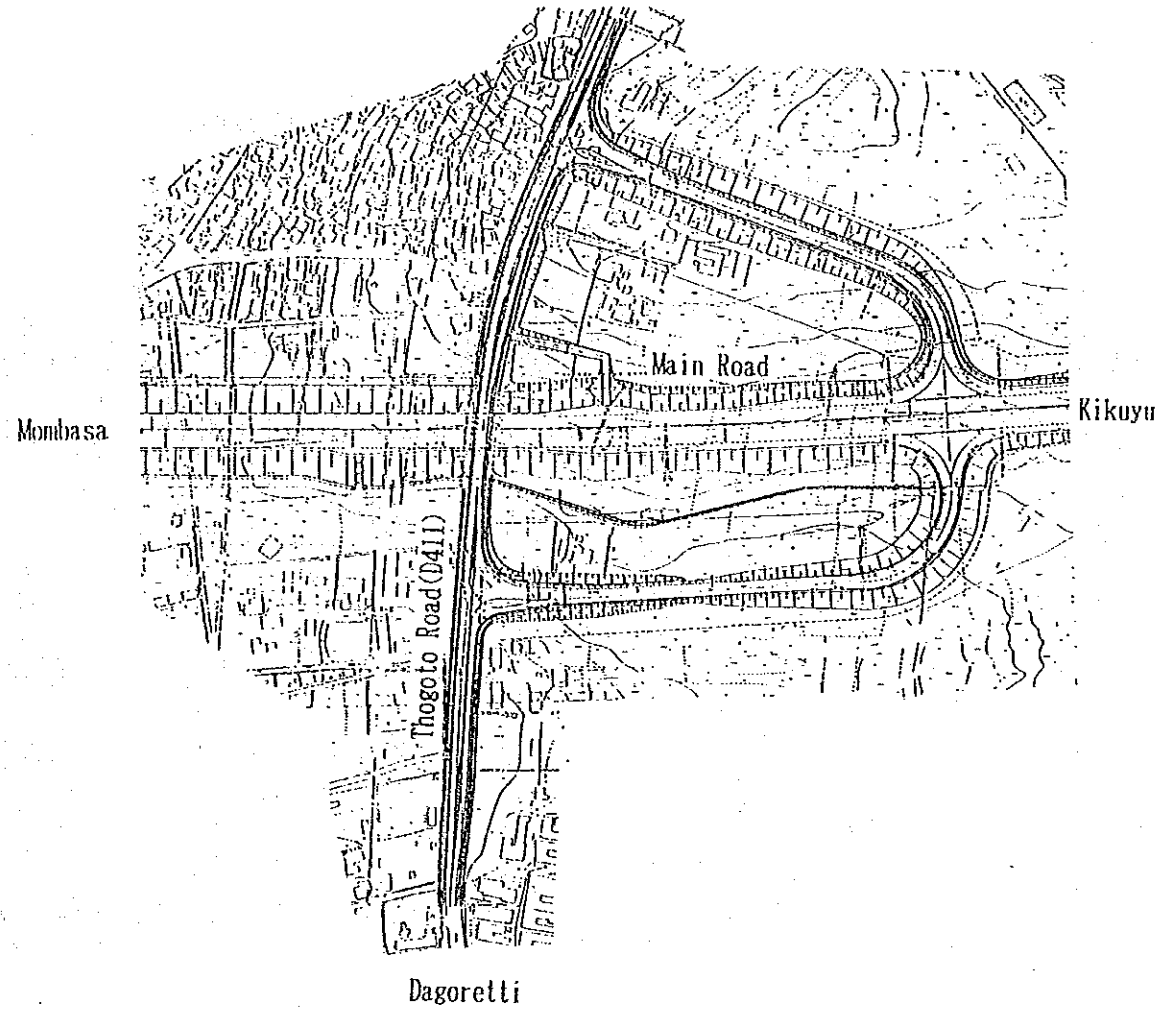
上記Ngong road J.Cの条件と同様である。本線上の取付位置は５％の急勾配区間をさけた位置としてある。又、急勾配側の加速車線長、減速車線長は長くする必要がある。



(5) Thogoto J.C

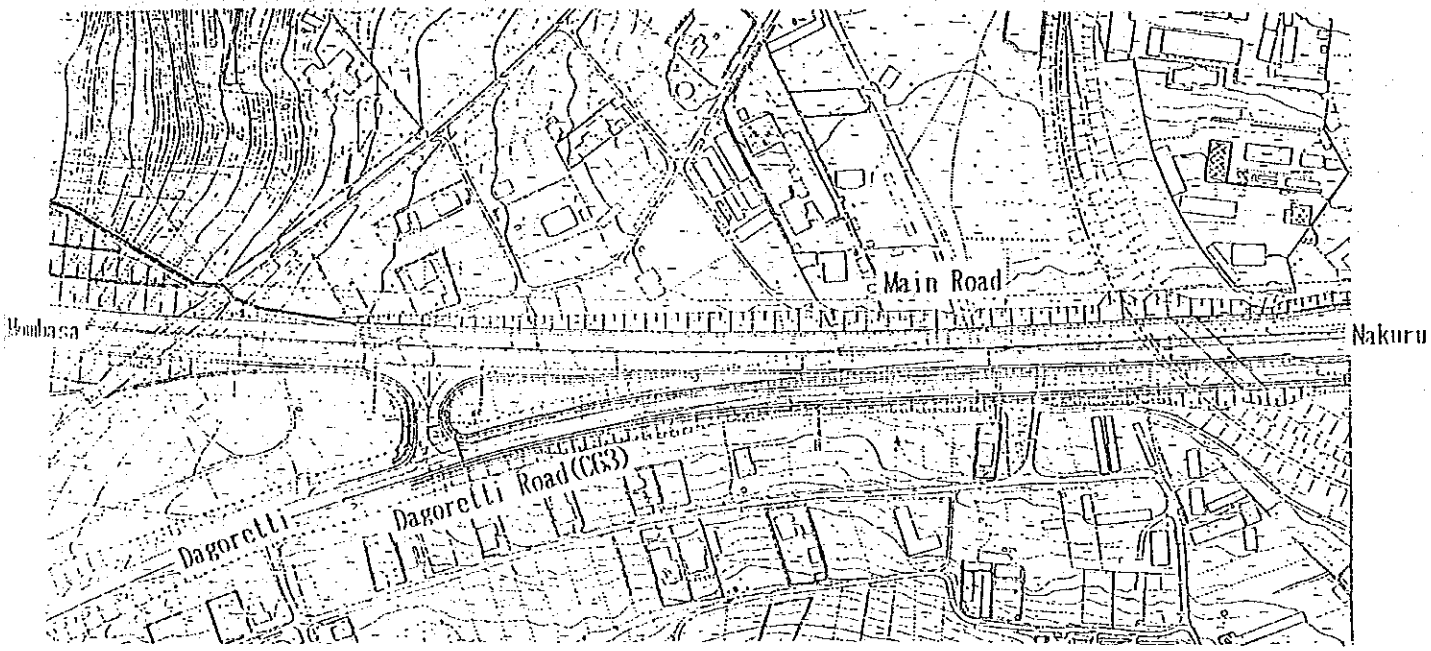
設計条件はNgong road J.Cと同様

設計規格は取付道路規格がDであるため他の J.Cよりランプ規格を下げ経済性に留意した。



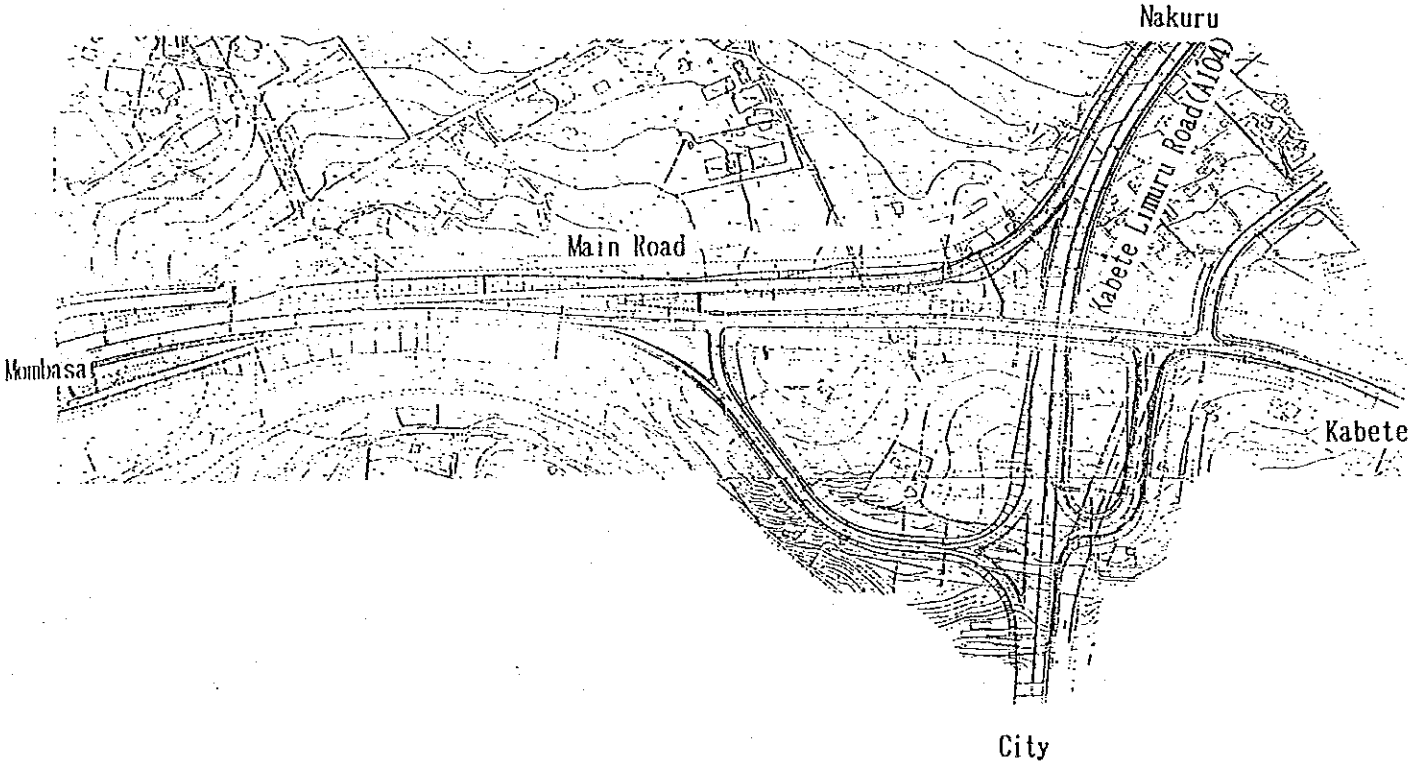
(6) Kikuyu town J.C

Kikuyu town J.C はＭＯＰＷによって要請されたものである。現在 Kikuyu town は人口10,000人であり、この先の発展が予測されここでの接続が考慮された。この地区は本線によって２つに分断されることから２つのエリアの連結の必要性があり、この条件による J.Cの形式をＪＩＣＡ設計チームにより提案、ＭＯＰＷと協議の上、Dagorett road(C63) を付替える形式で設計された。



(7) Kikuyu J.C

Kikuyu J.Cは現在工事中の Kabete Limuru道路（A104)に接続するNakuru方向への接続を主交通とする形式で予備設計時に設計された。しかし今回ＭＯＰＷの要請によりナイロビを囲む環状道路の一部としての役割りを重視して、北廻り４車線延伸方向の可能性のある形式に変更された。



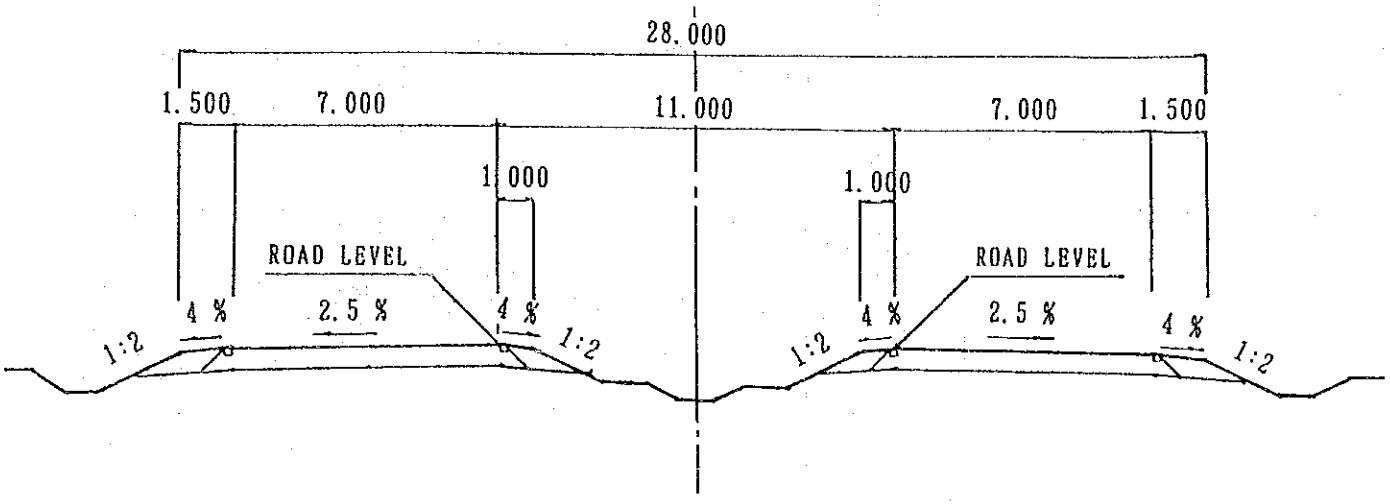
8.6 標準横断構成

Nairobi bypassの標準横断構成はRoad design Manual Part Ⅰに基づきＭＯＰＷと協議の上決定された。

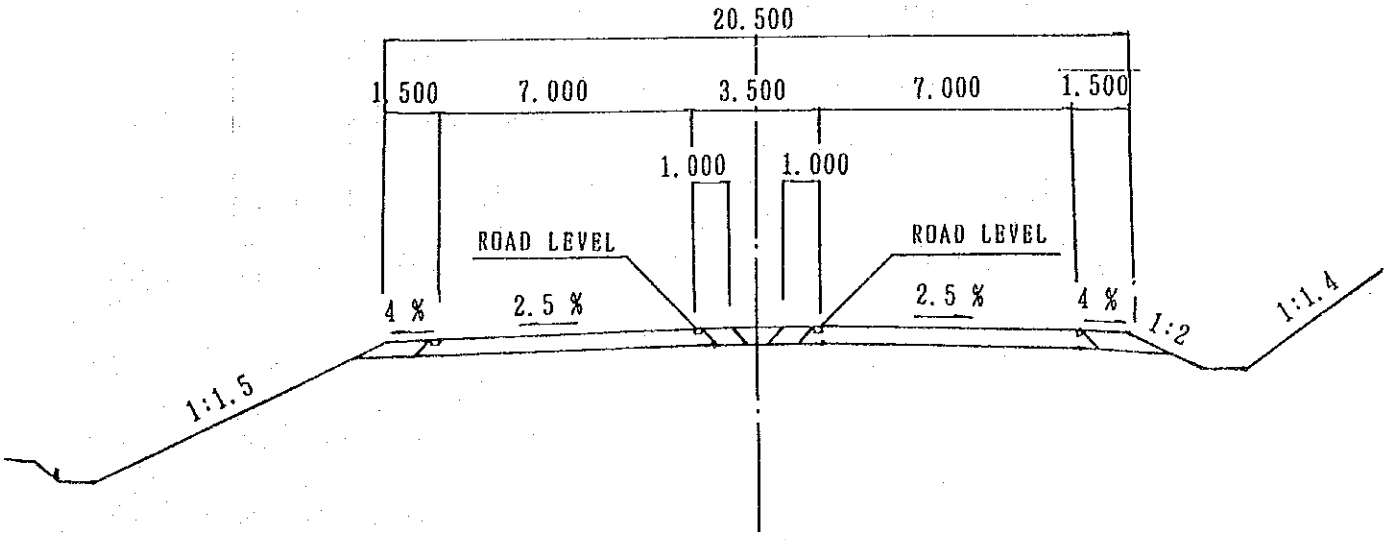
中央分離帯の幅は、Uhuru monument J.C～Kikuyu J.C間は岩掘削、高盛土等の工費節減のため縮小断面とした。

M A I N R O A D

Mombasa road junction ~ Uhuru monument junction

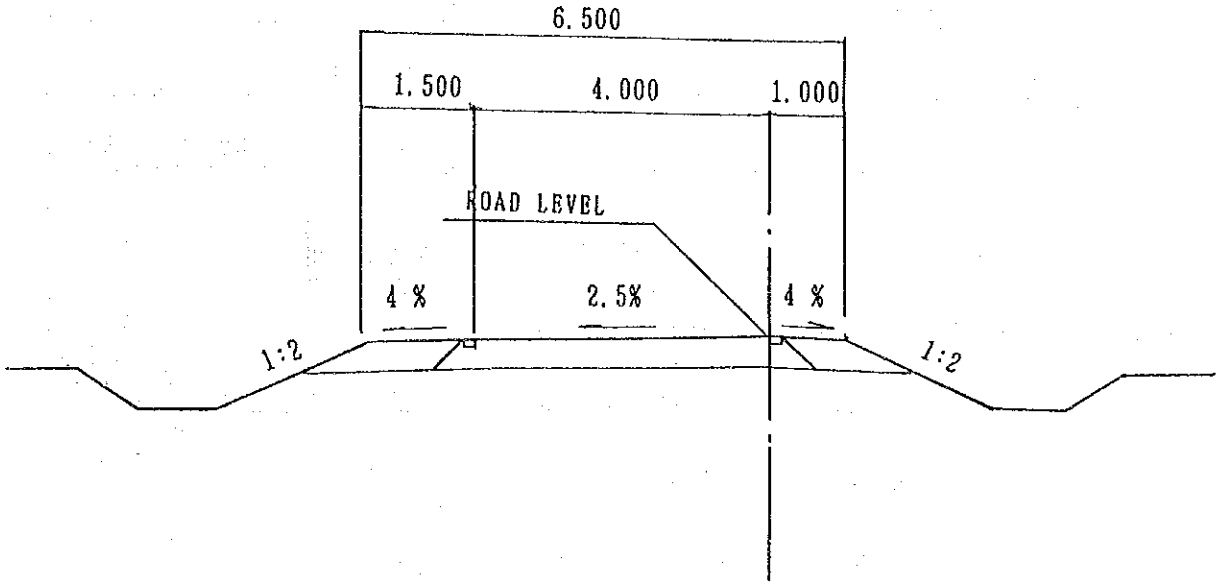


Uhuru monument junction ~ Kikuyu junction

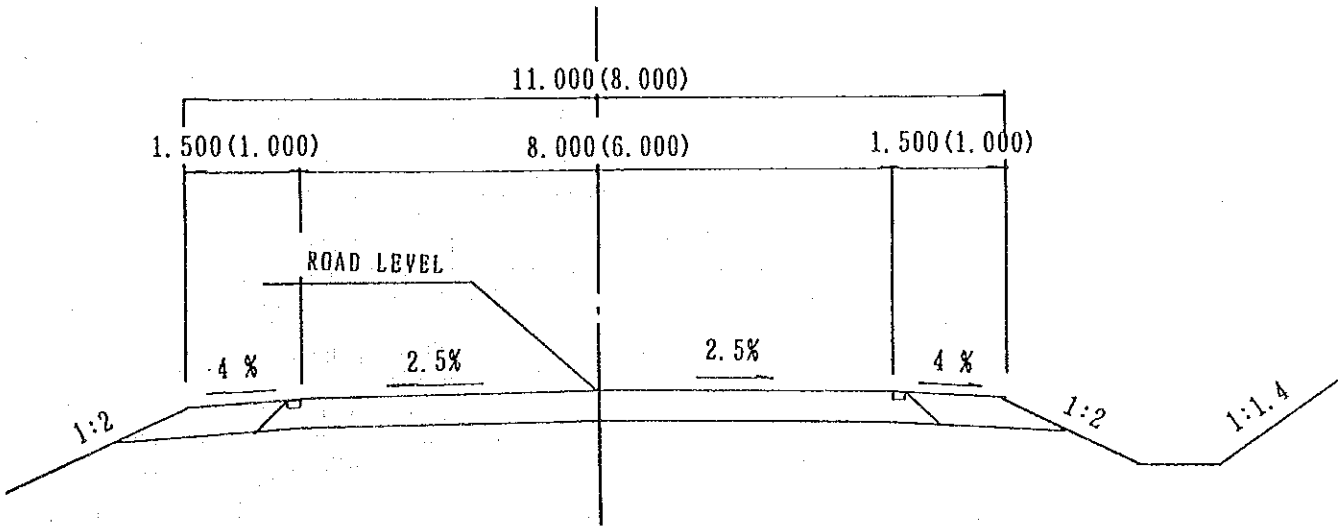


S L I P R O A D

One lane



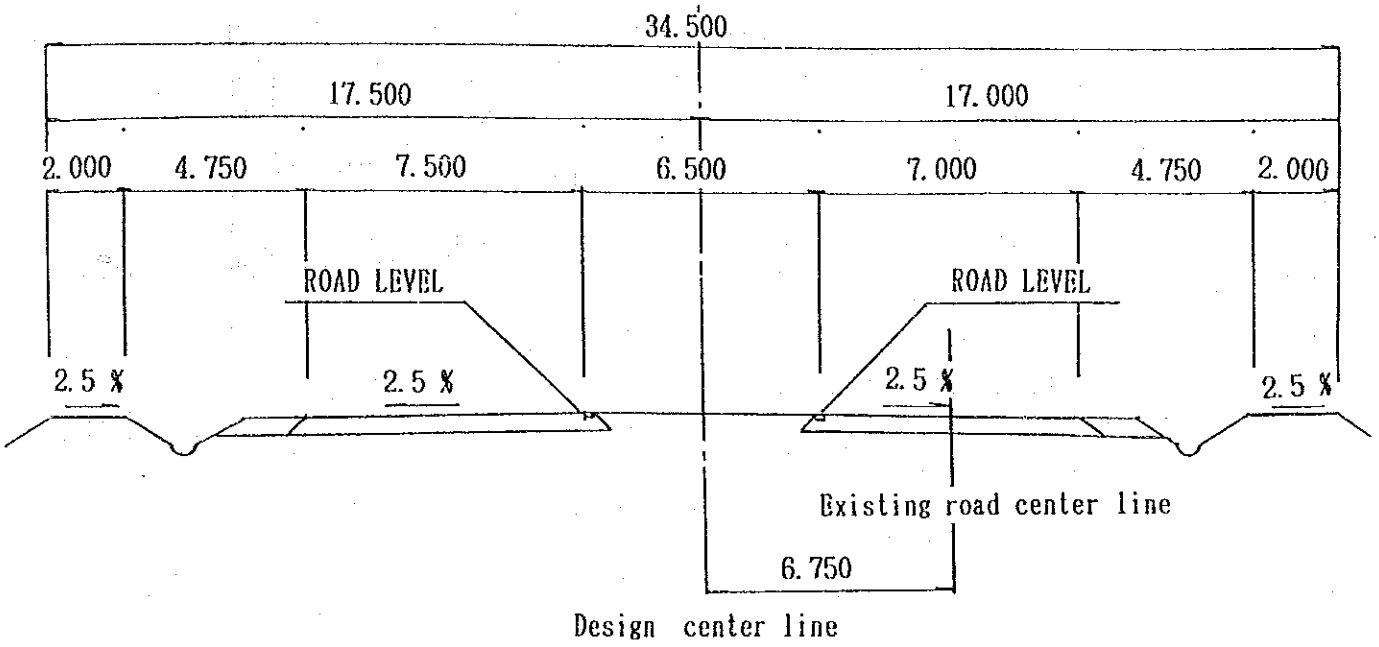
Two lane



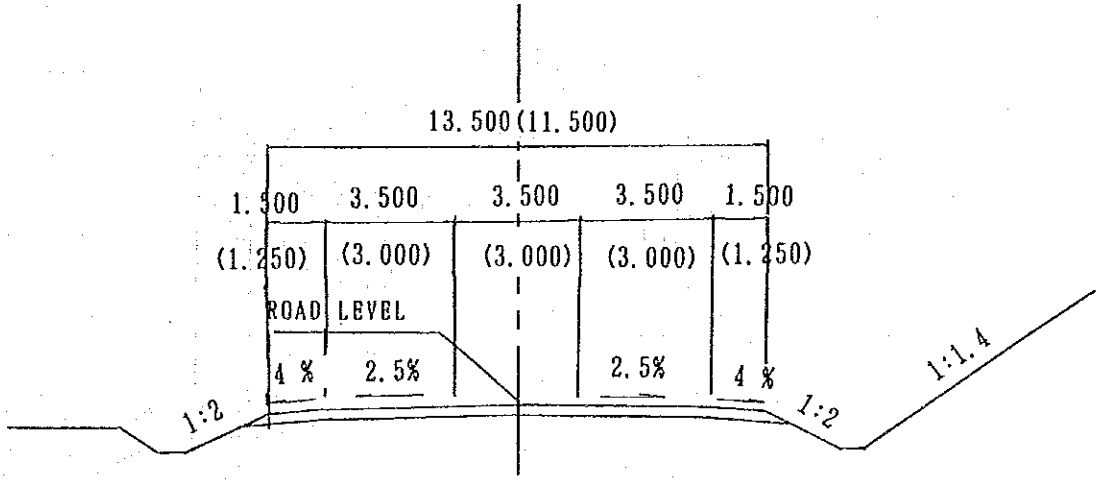
Note ( ) show at Thogoto junction

A P P R O A C H R O A D

Uhuru monument J,C (Langata road)



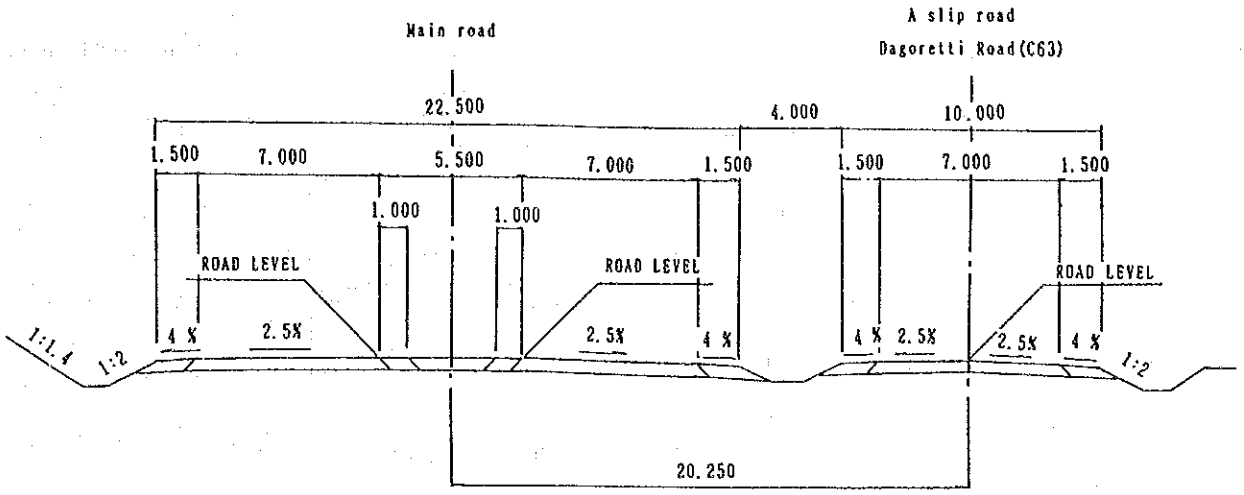
Ngong Road J,C Dagoretti Forest J,C Thogoto J,C



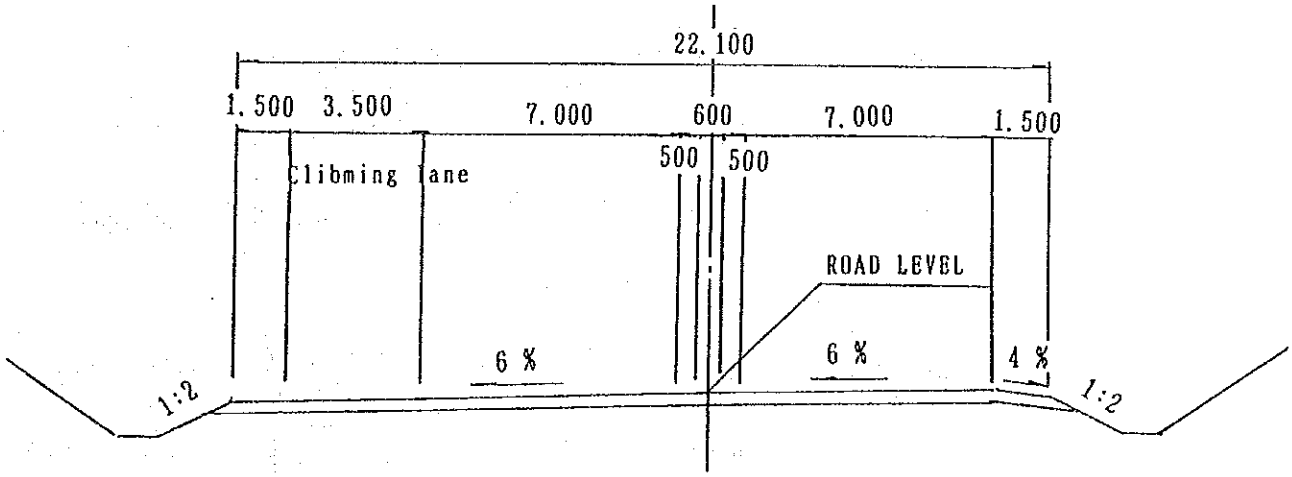
To be improved at section with right turn lane

Note ( ) show at Thogoto junction

Kikuyu Town J,C

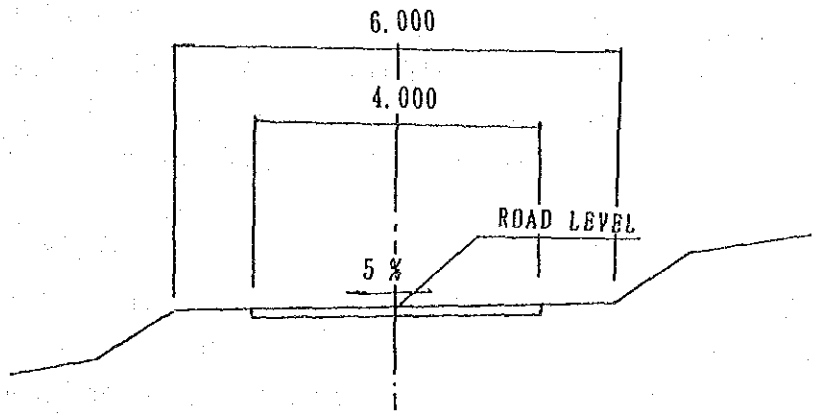


Kabete-Limuru road

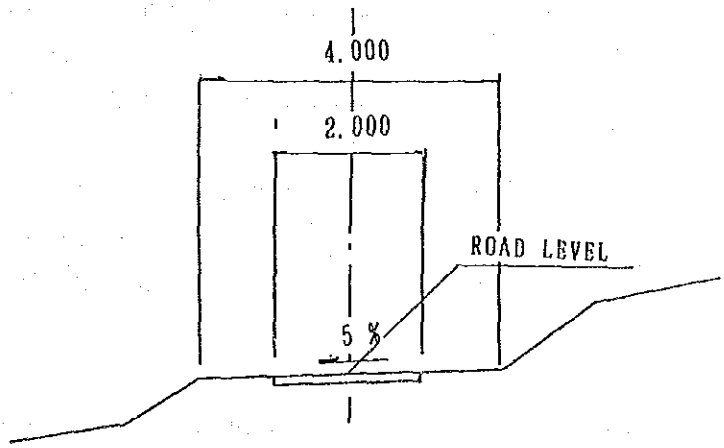


S E R V I C E R O A D

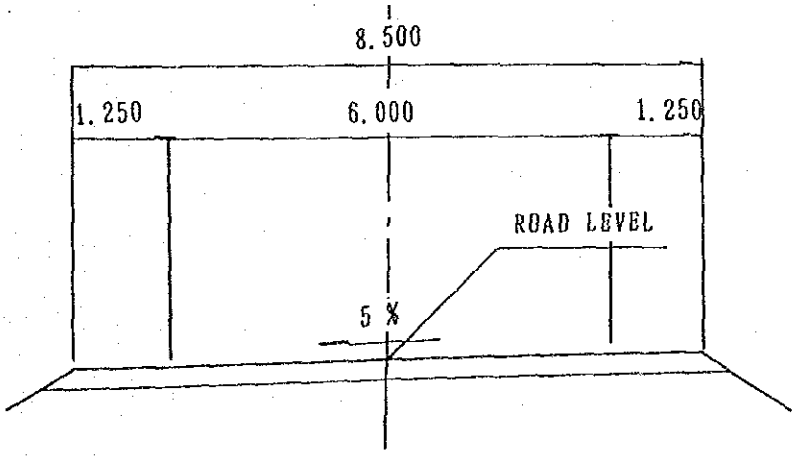
For vehicle



For pedestrian



Approach road at box culvert



8.7 舗装設計

8.7.1 一 般

舗装設計は「Road Design Manual Part Ⅲ」に準拠しＭＯＰＷの地質・土質／材料試験室と密接な協議を行いつつ実施した。

舗装設計はRoad Design Manual Part Ⅲ, Road Note No.29、ＡＡＳＨＴＯガイドライン、アスファルト舗装要綱の４つの方法で実施し、比較を行った。その後調査団とＭＯＰＷが協議を行いRoad Note No29による舗装設計を採用した。

舗装設計に係る一大要素としては設計対象期間の累積標準軸数（ＥＳＡ）である。累積標準軸数はＪＩＣＡチームがレビュウし、1989年末にＭＯＰＷが承認したＦ／Ｓの将来交通予測の結果から計算した。

8.7.2 バイパス本線

1991年に Nairobi～Kisumu／Eldret間のオイルパイプライン計画が具体化した。パイプラインはナイロビバイパスの完成前に営業開始する。従って、舗装設計はこの計画を考慮して実施した。

舗装構造特に路盤のタイプについては検討を加え比較した。その後リーンコンクリート（高品質セメント安定処理）による路盤が材料の入手、施工方法、アスファルトの酸化による路盤底面までのクラック防止、工事費、そして外貨の節約等を考慮して、採用された。

本線の舗装構造は以下のとおりである。

表層（アスファルトコンクリート）	:	120mm
路盤（リーンコンクリート）	:	200mm
下層路盤（粒度調整砕石）	:	150mm

8.7.3 ランプ

インターチェンジのランプの舗装は本線の場合と同じ方法により行った。

累積標準軸数はＦ／Ｓの交通量予測によった。

ランプの舗装構造は以下のとおりである。

	層　厚（mm）		
	下層路盤	上層路盤	表　層
Junction			
Mombasa	150	200	100
Uhuru Monument	150	180	100
Ngong Road	150	180	100
Dagoretti	150	180	100
Thogoto	150	180	100
Kikuyu Town	150	180	100
Kikuyu	150	200	120
Main Road	150	200	120

舗装材料

下層路盤：粒度調整砕石

上層路盤：リーンコンクリート（高品質セメント安定処理）

表　　層：アスファルトコンクリート

8.7.4　アプローチ道路

ジャンクションへのアプローチ道路の舗装構造は原則として既存の構造と同じものとする。但しUhuru Monumentジャンクションの下を通過するC58を除く。

路線C58はナイロビ市で往復分離4車線化の計画がある。従って、舗装構造はナイロビバイパスのF／S時の交通量予測を基に行った。の各ジャンクションへのアプローチ道路及びC58の舗装構造は以下のとおりである。

（Cクラス道路）

表層（サーフェースドレッシング）：　25mm

路盤（リーンコンクリート）　：　200mm

下層路盤（粒度調整砕石）　：　150mm

8.7.5　サービス道路

バイパスに沿ったサービス道路は原則的には既存の道路と同じ舗装構造になるが、Road Design Manunal PartⅢに基づいて設計した。

設計条件　：　日交通量　T＝15～50台／日（両方向）

舗　　装　：　砂利舗装　厚さ；150mm

9. 橋梁及びカルバートの設計

9.1 一 般

本線橋梁２橋、鉄道橋１橋、跨道橋２橋、歩道橋２橋、そして、道路用カルバート７ヶ、歩行者用カルバート４ヶ、排水カルバート５ヶについてＭＯＰＷの担当技術者と協議の上設計作業を行った。

9.2 設計基準

設計基準はＢＳ5400（鉄道橋についてはＢＳ153 ）を適用した。又地震、気温、風、降雨量等設計に必要な技術的データーやRoad Design Manual Part ⅣについてもＭＯＰＷの担当技術者と協議を行い参考とした。

構造物の幅員、クリアランス等についてはRoad Design Manual Part Ⅰに準拠し、かつ、ＭＯＰＷの担当者と協議して決定した。

鉄道橋の設計基準は調査団とケニア鉄道の技術者の間で協議し、ＢＳ5400をその設計基準とした。

9.3 構造物のタイプと位置及び寸法

(1) 橋 梁

ナイロビバイパスに係る橋梁のタイプ、位置、寸法等は以下のとおりである。

Table 9.1

Type	No.	Location	Length (m)	Width (m)
For Road	1	Mombasa Road JC Bridge (Starting point of Bypass Road)	57.0	17.0
	2	Uhuru Monument JC Bridge (Crossing of C58 Road)	58.0	20.5
	3	Railway Bridge Over Bypass in CH27＋20.0m	56.85	11.4
Over Bridge	2	Over Bypass CH15＋ 980.0m	30.1	6.0
	4	Over Bypass CH15＋ 920.0m	28.1	10.0
Footpath	1	Over Bypass CH1 ＋ 180.0m	38.20	3.0
	2	Over Bypass CH1 ＋ 220.0m	48.40	3.0

(2) ボックスカルバート

ボックスカルバートのタイプ、位置、寸法は以下のとおりである。

Tabl 9.2

Type	No.	Location	Length (m)	Width b × h (m)
For Road	1	Crossing of Ngong Road CH15+540.0	32.3	10.0×5.5
	2	Crossing of CH19+500.0	37.5	8.0×5.5
	3	Crossing of Rump for Dagoretti JC CH20 +930.0	32.0	10.0×5.5
	4	Crossing of D411 Thogoto Road CH23+193.0	26.7	8.5×5.5
	5	Crossing of Public Road(E) CH23+169.4	26.7	8.5×5.5
	6	Crossing of Public Road CH24+980.0	25.5	8.5×5.5
	7	Crossing of D422 Ondiri Road CH26+464.0	50.2	8.5×5.5
Over Bridge	1	Ruora River in Ngong Forest CH13+978.0	59.0	3.0×3.0
	2	Motoine River in Ngong Forest CH14+934.0	34.2	3.0×2.0
	3	Motoine River in Ngong Forest CH15+560.0	67.0	3.5×3.0
	4	Motoine River in Ngong Forest CH 0 +157.0(Ngong JC-Rump)	40.0	3.5×3.0
	5	Ondiri River CH26+355.0	132.0	3.5×3.5 (Double)
Footpath	1	CH18+400.0	28.0	3.3×3.0
	2	CH20+200.0	21.5	3.0×3.0
	3	CH22+880.0	21.5	3.0×3.0
	4	CH26+220.0	22.1	3.0×3.0

9.4 構造物のタイプの選定

1）構造物のタイプについては低コストを考慮すると共に特に以下の項目について検討討し、選定した。

a）現地業者の施工の可能性

b）建設材料の入手（現地・輸入）のし易さ

c）建設後の維持管理のし易さ

d）自然環境に影響を与えないこと

スパン10mまでの橋梁に関するケニアのスタンダードがあったが、全ての橋梁がスパン10m以上であったので、カルバートも含めてＢＳ5400を適用して設計を行った。全ての構造物は現場踏査の後、既存の構造物を検討し、ＭＯＰＷの担当技術者と協議を行い、その上で計画・設計が実施された。

2）構造物のタイプとその選定理由は以下のとおりである。

A）本線橋及び鉄道橋

i）上部工

上部工のタイプはAppendix　Ｆ－１に示す如く建設費の点から鉄筋コンクリートＴ型ガーダータイプとした。鉄道新橋はバイパス及び付替Ｃ63号線を跨ぐため長大スパンとなった。既存の鉄橋は工事中の代替橋として使用する。

ii）下部工

a）橋　台

橋台のタイプはAppendix　Ｆ－２に示す如く建設費の見地から逆Ｔ型を採用した。

b）橋　脚

橋脚は建設費と景観上、面取りした四角柱を採用した。

c）基　礎

殆どの橋梁基礎は堅固な土か岩盤のためベタ基礎とした。但し、No.３号橋は赤土が深く、杭基礎を採用した。

B）歩道橋

低工事費と維持管理のし易さの面から鉄筋コンクリート製とした。

C）道路用ボックスカルバート

Appendix　Ｆ－３に示すようにコスト低減を考えて設計した。

D）排水用ボックスカルバート

内容寸法は第６章の排水設計に示す根拠に基づいて決定して、カルバートの設計を行った。

E）歩行者用カルバート

歩行者用カルバートはバイパスにより二つに分断された道路をつなぐものとして設計された。

10. 道路施設

10.1 概　要

ナイロビの道路施設は Road Design Manual Part I January 1979 の Chapter 8, Manual for Traffic Signs in KENYA Part I and II June 1975に基づいて計画を行った。

10.2 道路施設

(1) 交通島と縁石

本線、ランプ及び付替道路には視線誘導及び舗装止のためFlush Kerbの設置を行った。本線、ランプの交通島及びバス停には車の乗り入れ防止のめ Raised Kerbの設置を行った。付替道路の交通島は舗装を行い Hached and Chevron Markingsを行った。

(2) Marker Posts

Marker Postsはランプの平面線形が急カーブで危険と思われる場所のガードレールの上に設置するものとする。

(3) ガードレール

ガードレールはRoad Design Manual Part Iに示す図8.5.1のガードレール設置するためのチャートを基に計画した。

チャートで示すＧＮＩ値が60以上又は必要と思われる場所に設置する。

(4) フェンスとゲート

フェンスはバイパスがAlliance high schoolの牧場を通ることにより家畜等が道路内に入ることを防止するために設置した。

(5) 案内標識とマーキング

案内標識とマーキングは Manual for Traffic Signs in KENYA Part I and II June 1975 及びＭＯＰＷとの協議を行って計画した。

(6) 植　栽

中央分離帯幅が 3.5m巾の区間については低木を、ガードレール設置区間は４ｍにその他は５ｍ間隔に対向車のライト減光のため植栽するものとする。路肩にガードレールを設置している場所には視線誘導のため低木を４ｍ間隔に植栽するものとする。中央分離帯幅が11mの区間及び Mombasa road Junction内には景観を考慮して木及び低木を植栽するものとする。詳細の植栽方法については図面による。

11. 工事計画

11.1 概要

ナイロビバイパス工事の行程は予算処置、準備作業、契約作業、工事の進行、現地の気象条件等をふまえて次のように提案される。

1992年8月	詳細設計の完了
1992年9月から1993年7月	借款締結作業、用地買収補償、コンサルタントの選定、資格審査
1993年8月	入札
1994年5月	用地買収補償の完了
1994年6月	工事契約の締結、工事着手
1996年11月	工事完了（30か月）

この工事計画の立案に当たっては以下の事項を前提とした。

(1) 事業主体はケニア国公共事業省である。

(2) 工事監督には外国コンサルタントが雇用される。

(3) 事業費は日本の海外経済協力基金（OECF）からの借款とケニア国の国家予算によりまかなわれる。

(4) 工事業者の選定はOECFの定める要綱に従い入札参加資格が認められた国々を対象とする国際入札方式とする。

11.2 工事の分割

ナイロビバイパスの建設方式はプレリミナリステージでの段階建設に関する検討結果にもとづき、MOPWにより一括施工が選択されている。また計画道路の工事区分割は、当道路の重要性、国際入札におけるOECFからの借款枠、工事の手順を考慮して単一の工事区とする。当工事の工事の内容は次のように区分される。

No.1	一般事項
No.2	伐開除根および表土はぎ取り
No.5	土工事
No.7	構造物掘削、埋め戻し
No.8	カルバートおよび用排水工
No.9	交通保安対策