

ケニア共和国
ナイロビバイパス建設計画調査
(実施設計)

要 約

平成4年9月

国際協力事業団

社 編 一
C. R. (3)
92-073

JICA LIBRARY



1104006101

24820

ケニア共和国

ナイロビバイパス建設計画調査

(実施設計)

要 約

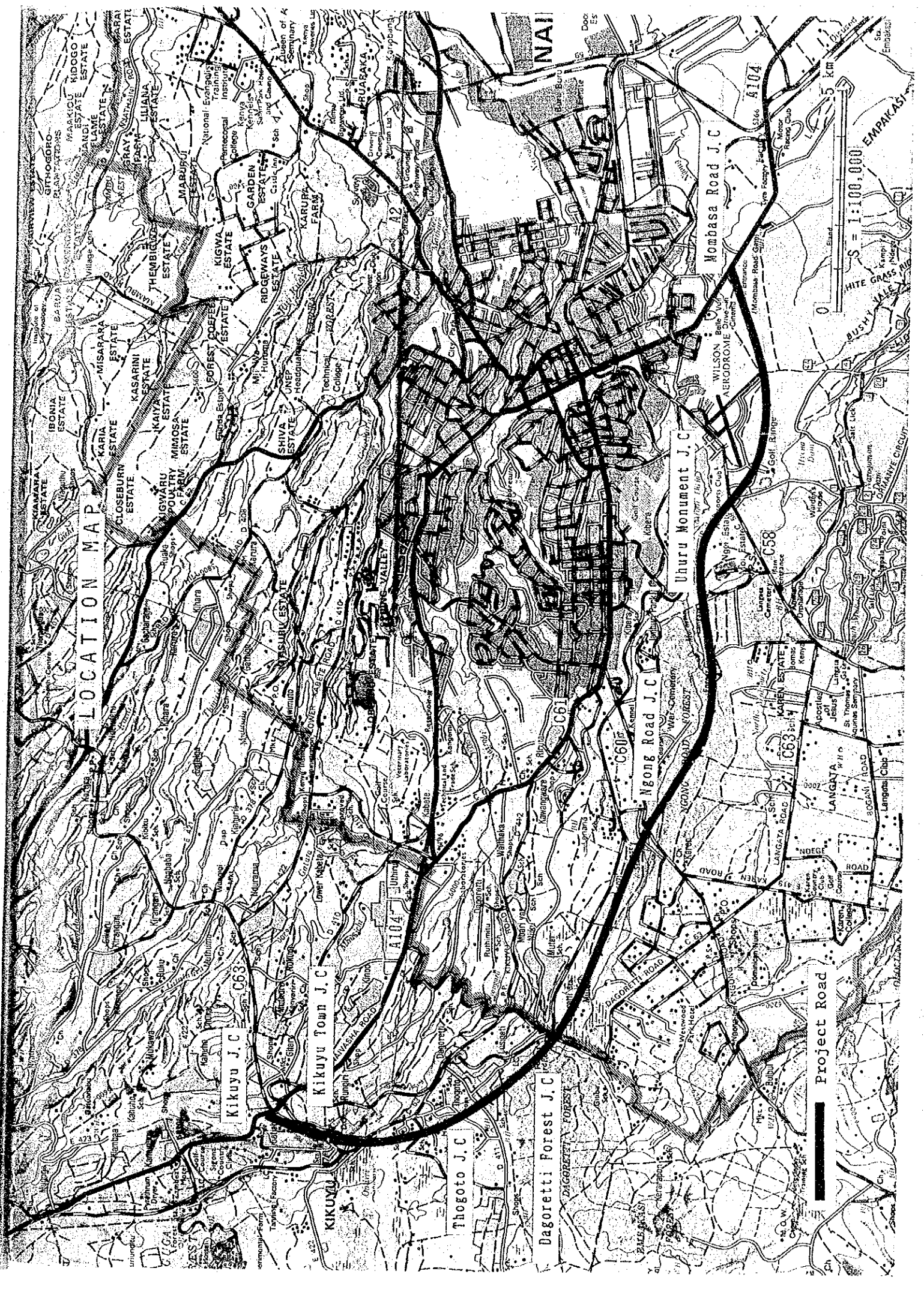
平成4年9月

国際協力事業団

国際協力事業団

24820

LOCATION MAP



Project Road



5 km

S = 1:100,000

EMPAKASI

EMBAKASI

目 次

1.	はじめに	1
1.1.	プロジェクト経緯	1
1.2.	プロジェクト道路位置	1
1.3.	地 勢	1
1.4.	天 候	2
1.5.	対象道路沿線土地利用状況	3
1.6.	フィージビリティ・スタディのレビュー	3
2.	実施設計の概要	5
2.1.	一 般	5
2.2.	調査団の組織と工程	5
2.3.	交通量調査	5
2.4.	道路設計	9
2.4.1.	一 般	9
2.4.2.	平面線計	10
2.4.3.	縦断線計	12
2.4.4.	土 工	18
2.4.5.	ジャンクションの設計	19
2.4.6.	標準横断構成	21
2.4.7.	舗装設計	27
2.4.8.	橋梁及びカルバートの設計	29
2.4.9.	道路施設	31
3.	測 量	32
3.1.	第1次現地調査	32
3.2.	第1次国内作業	32
3.3.	第2次調査	32
3.4.	第3次調査	32
3.5.	納入成果品	33
4.	土質及び材料調査	34
4.1.	調査概要	34
4.2.	路線上の地盤調査結果	34
4.3.	材料調査結果	35

5. 水文及排水調査	3 6
5.1 概 要	3 6
5.2 水文調査	3 6
5.3 排水調査	3 6
5.4 排水設計	3 6
5.5 路面排水用集水池	3 7
6. 公共施設調査	3 8
7. 工事計画	3 9
8. 工事費	4 2

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からなる。

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拔2,000m以上の丘陵地となっている。ナイロビの南東部は海拔1,800mのアチ及びカピチ平原が広がっており、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间となるもので、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18℃前後である。

(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月は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。

(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 : 4.2km²
 - 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 : 6.0km²
 - 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) ~ダゴレットティ道路ジャンクション (C63)
 - a) 調査対象面積 : 6.6km²
 - 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 : ダゴレット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 : 7.0km²
 - b) 主たる施設 : 鉄道、ダゴレットティ森林、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ー

フィージビリティスタディのレビュー (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。

レビュー報告書は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。

以後F/Sの将来交通量予測が道路設計の基本となった。

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) 横断構成 : 1.5+2 @ 3.5+ 1.0+11.0 (or 3.0) + 1.0+2 @ 3.5+ 1.5
- (7) 交差点数 : 7ヶ所

(8) 主要構造物

バイパス本線橋	: 2
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

バイパス本線の路肩に16ヶ所計画された。

2.2 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. 2.1~2.3に示すとおりである。

2.3 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）のレビュー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。パイプラインの稼働開始は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

Figure 2.1 OVERALL WORK FLOW

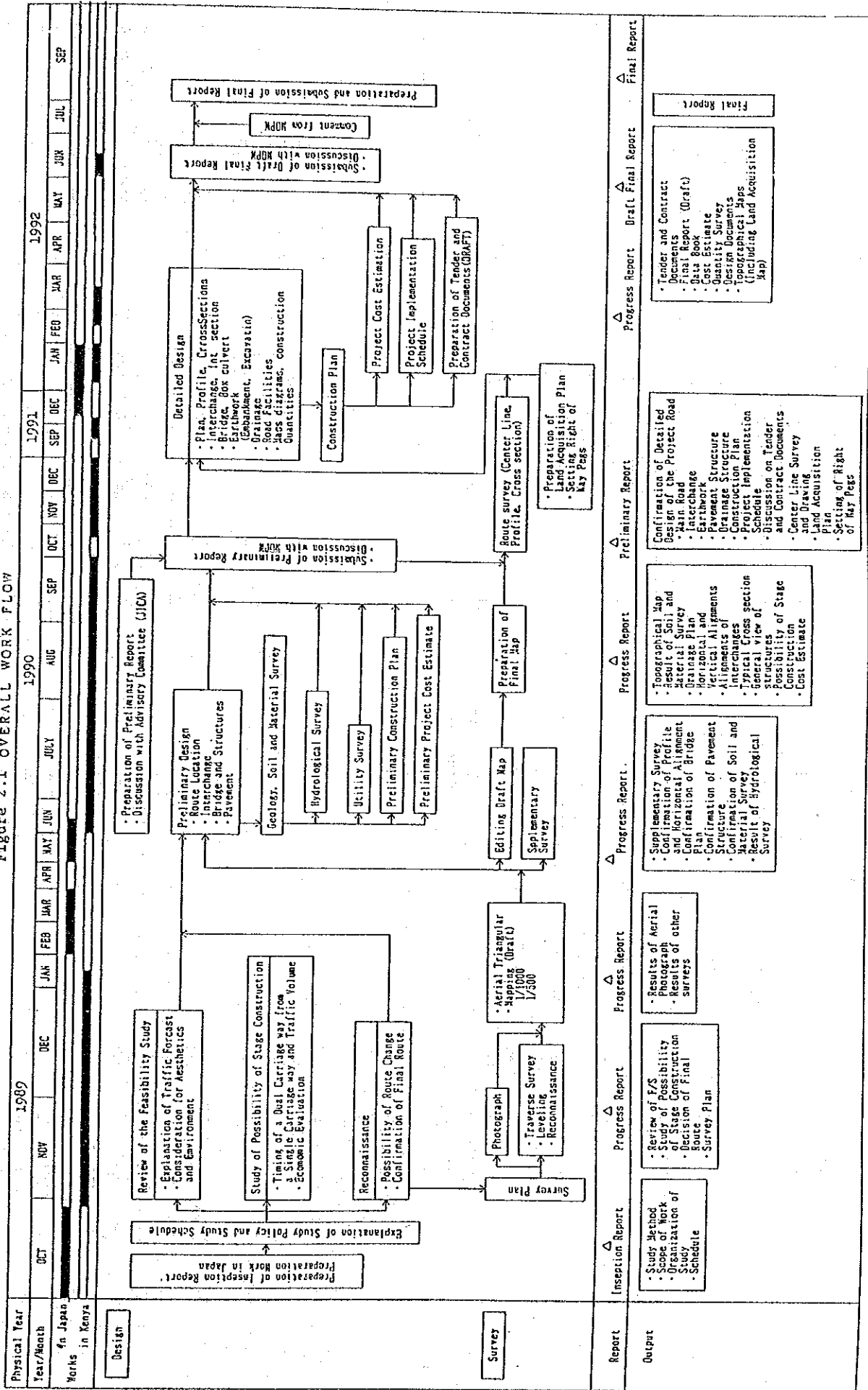


Figure 2.2 Organisation of the Detailed Design Study

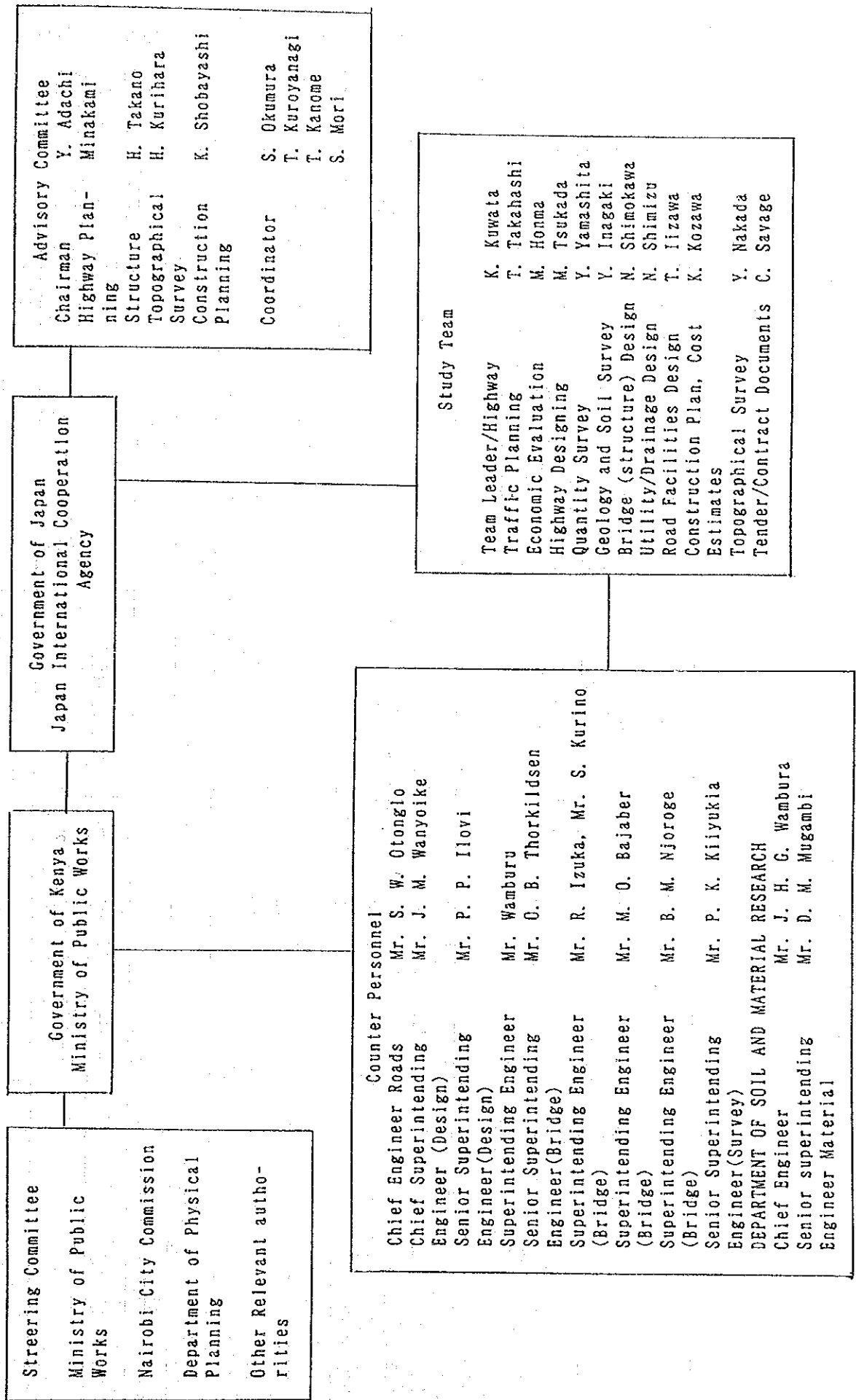


Figure 2.3 ASSIGNMENT SCHEDULE OF THE STUDY TEAM

Task	1989				1990				1991				1992				Final Report												
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	A	M	J	J	A	M	A		M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Team Leader/Road Planning No. KUMATA																													
Transport Planning/Traffic Forecast Tsuayoshi TAKAHASHI																													
Economist Masahito HONMA																													
Highway Design Mamoru TSUKADA																													
Quantity Survey Yoshihisa YAMASHITA																													
Geology & Soil Survey Toshihiro INAGAKI																													
Bridge (Structure) Design Noboru SHIMOKAWA																													
Utility/Drainage Design Takashi SHIMIZU																													
Road Facility Design Aiyomi IIZAWA																													
Construction Plan & Cost Estimate Takuo KOZAWA																													
Tender & Contract Documents Christophaer D. W. Savage																													
Chief Surveyor Y. NAKADA																													
Senior Surveyor Y. KUMAHATA																													
REPORTS																													

全交通量の2～3%である。重車輛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わっていない。

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。但し、舗装設計においてはパイプライン供用開始に伴う、オイルタンクローリーの交通量減を考慮した。

2.4 道路設計

2.4.1 一般

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ュ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

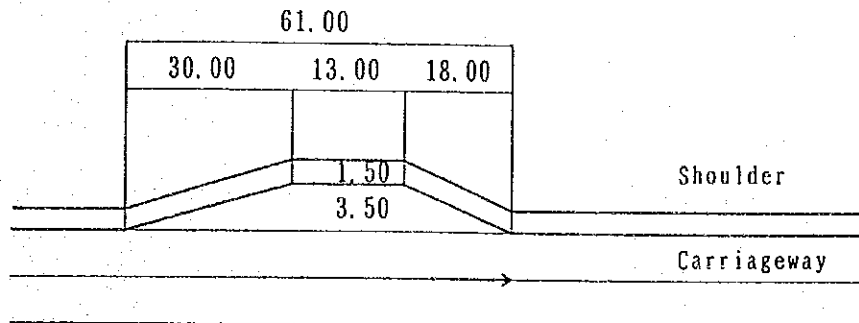
設計速度		40～50km/hr
車線幅	1車線slip 道路	4.00m
	2 "	8.00m又は6.00m
路肩幅	右側	1.00m
	左側	1.50m

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

2.4.2 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。

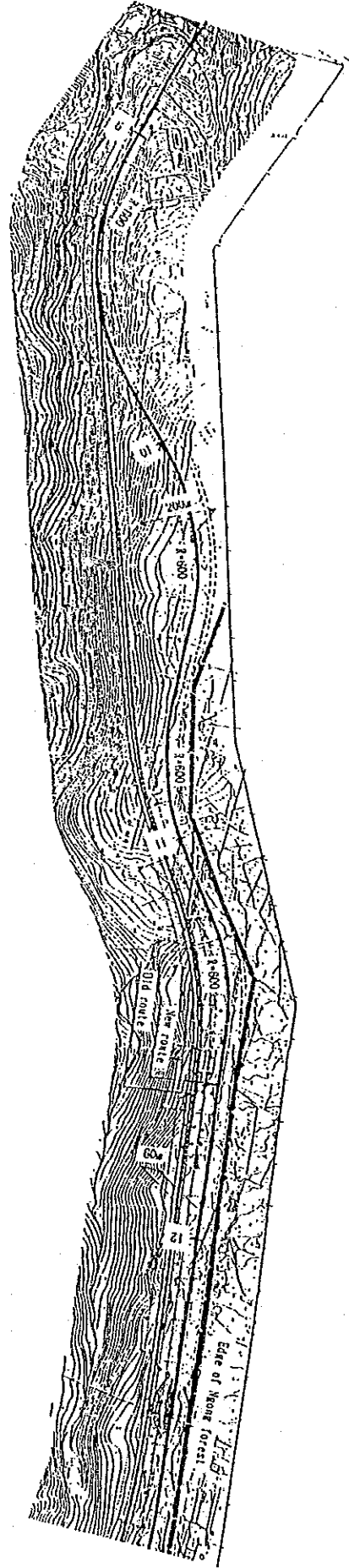
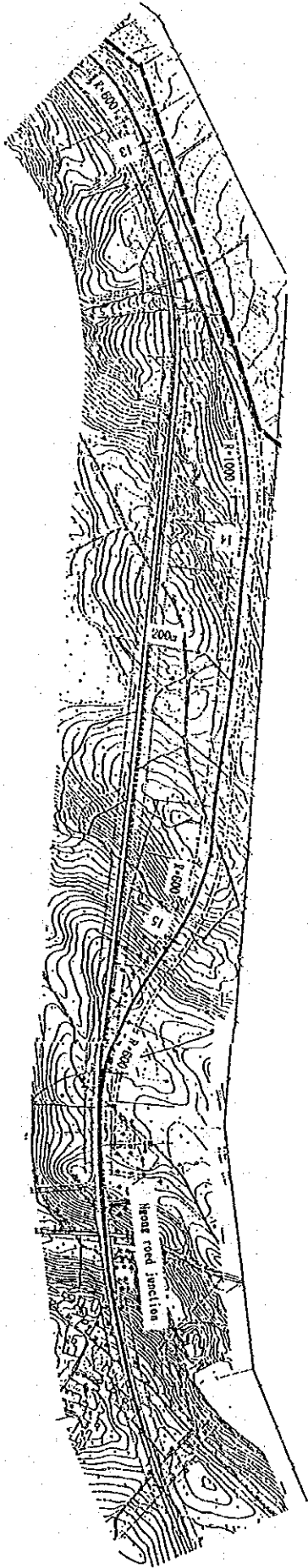
- Mombasa road J.C ~ Uhuru monument J.C (約 6.7km)

この区間はアフリカ横断道路と鉄道の敷地を含む巾 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。



2.4.3 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。

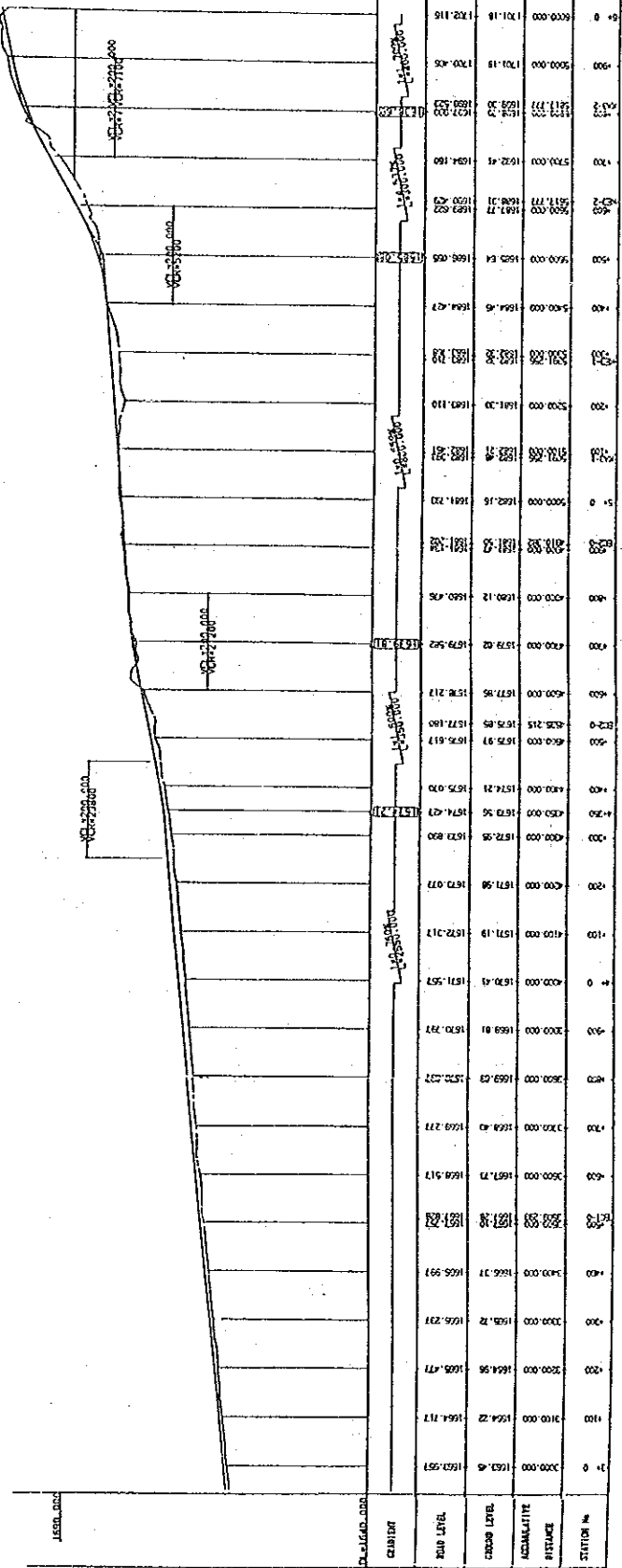
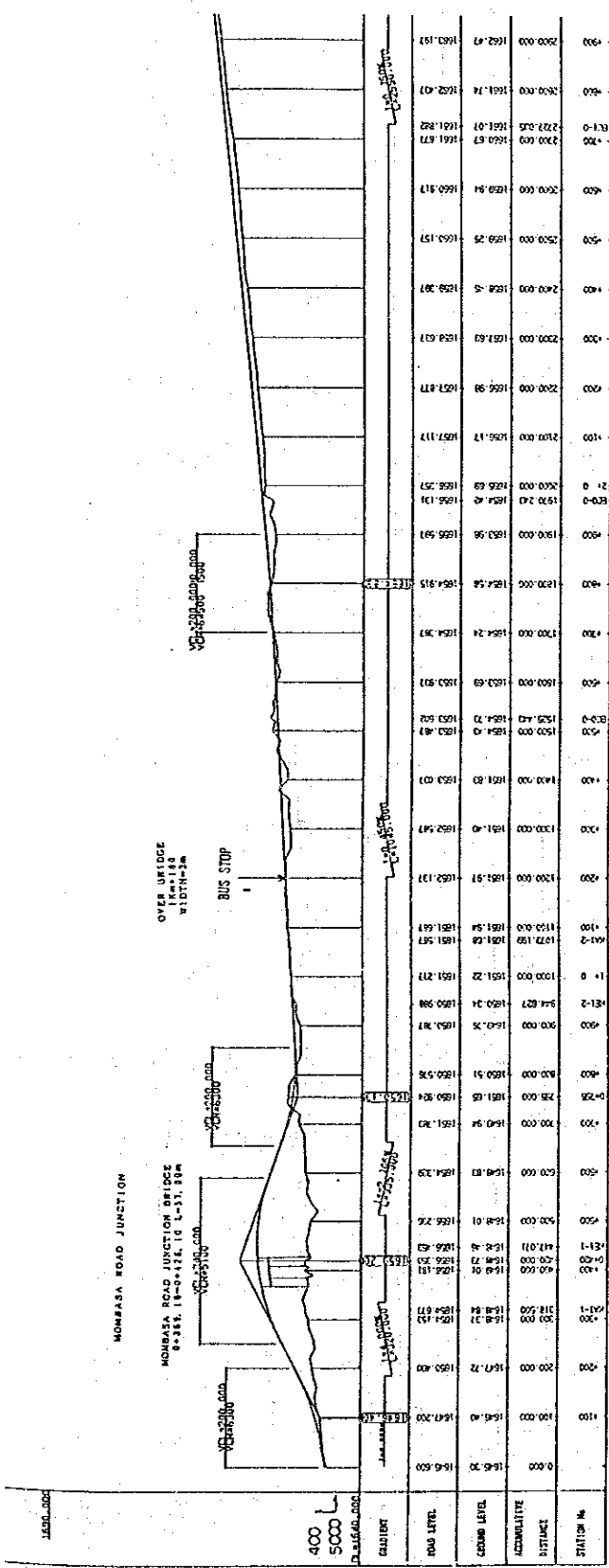
縦断線形の決定に際しては次の条件が考慮された。

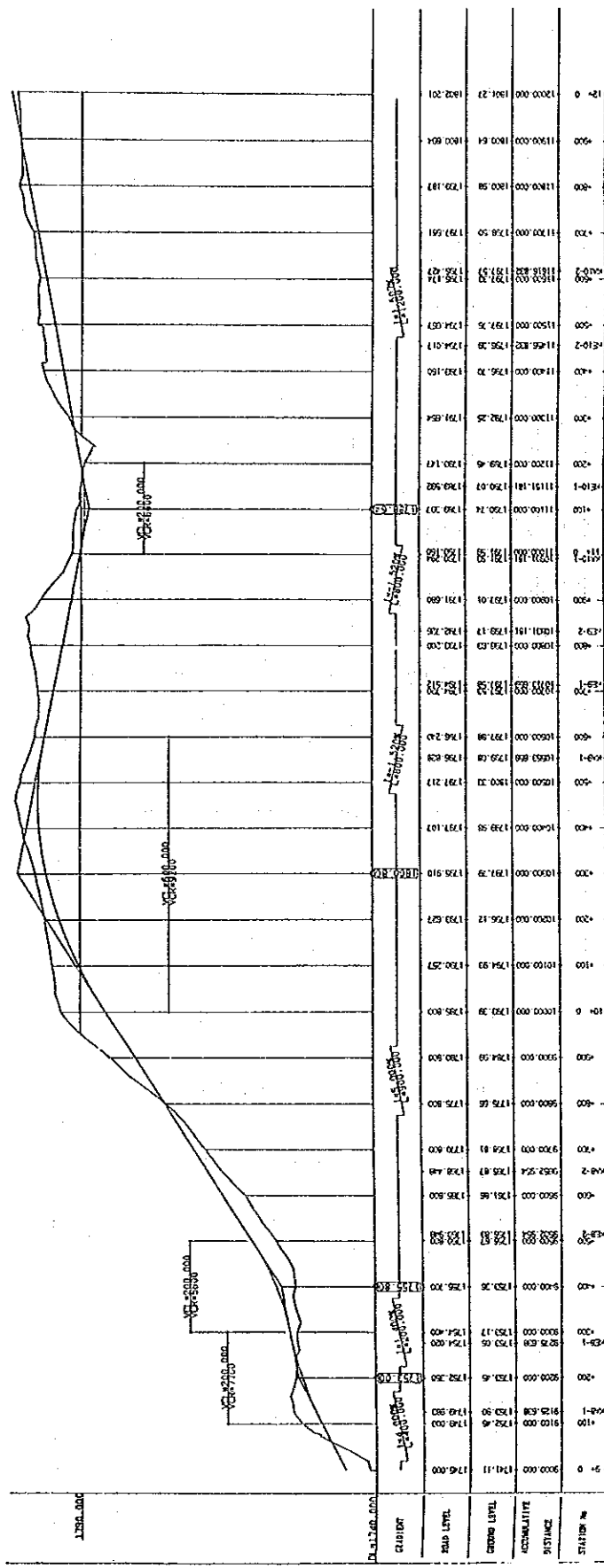
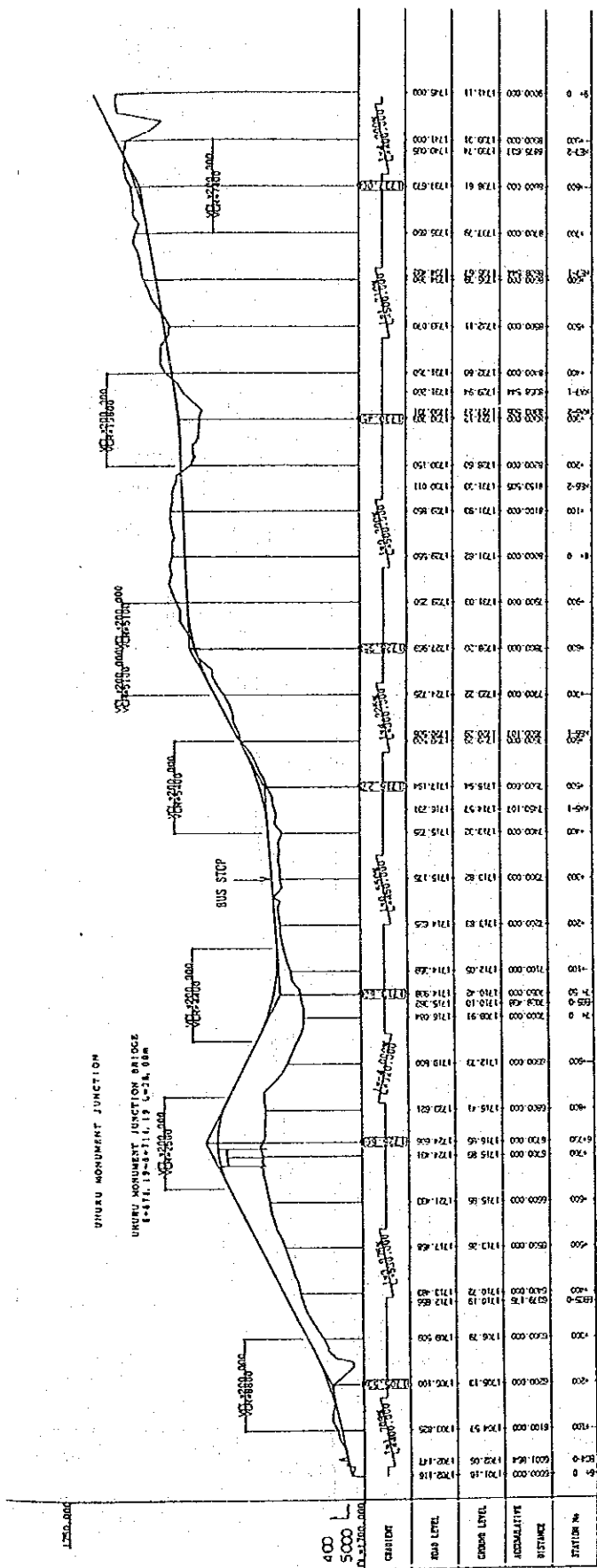
- ・横断道路又は道路その他施設のアンダーパス
- ・排水構造物の横断
- ・切盛土のバランス
- ・道路の規格と平面線形とのバランス
- ・主として使用される要素として、その長さ、勾配、区間がどの程度がふさわしいか。

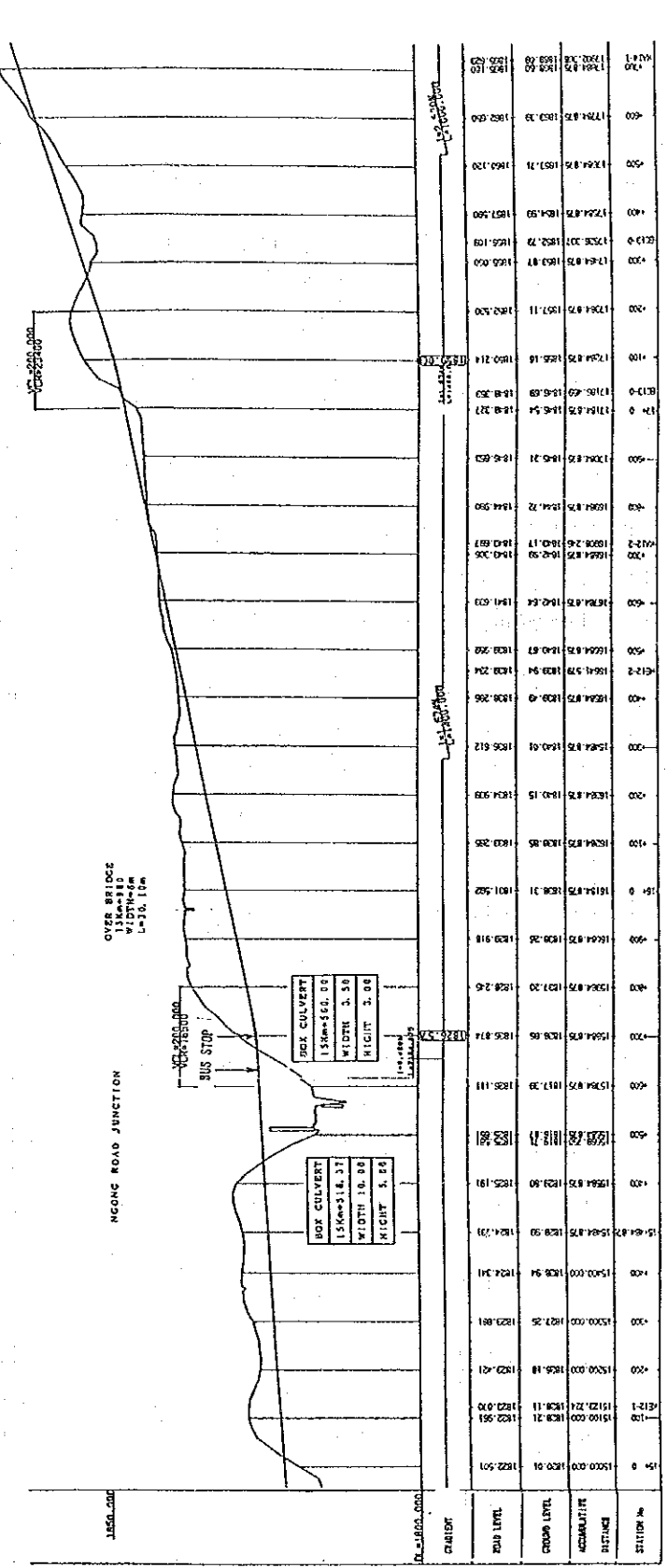
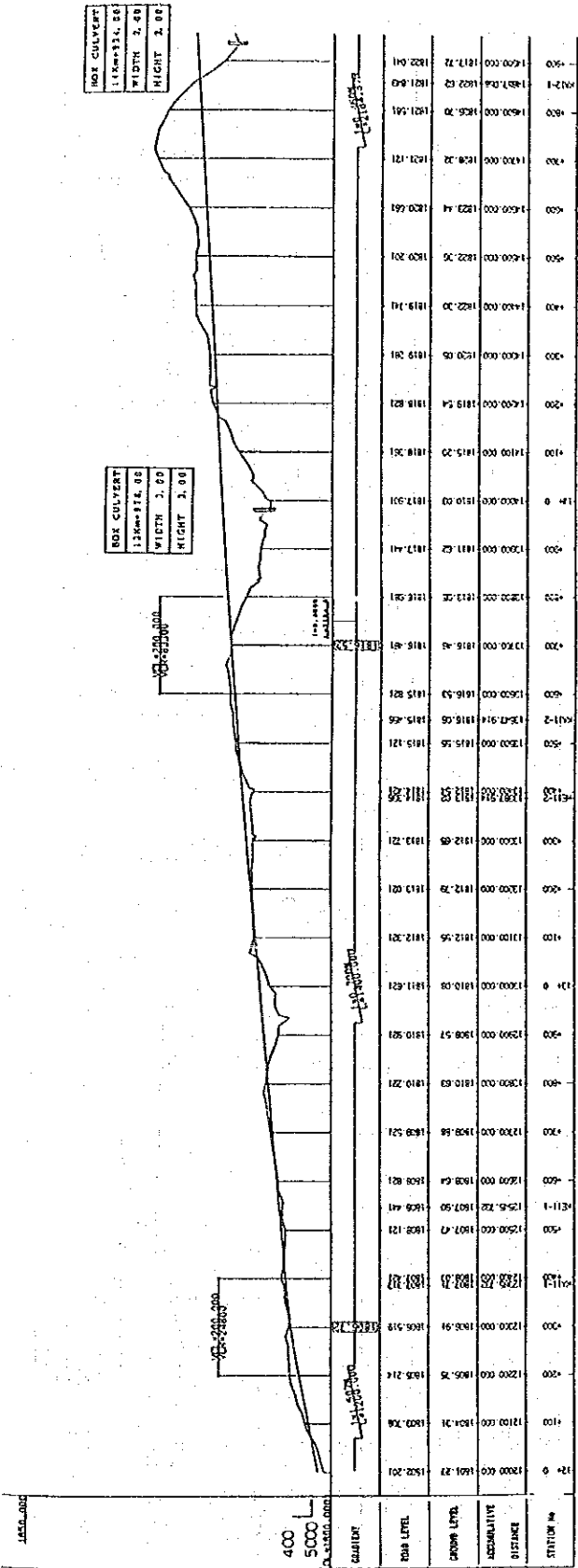
上記の配慮条件はコスト特に土量に密接に関係する。

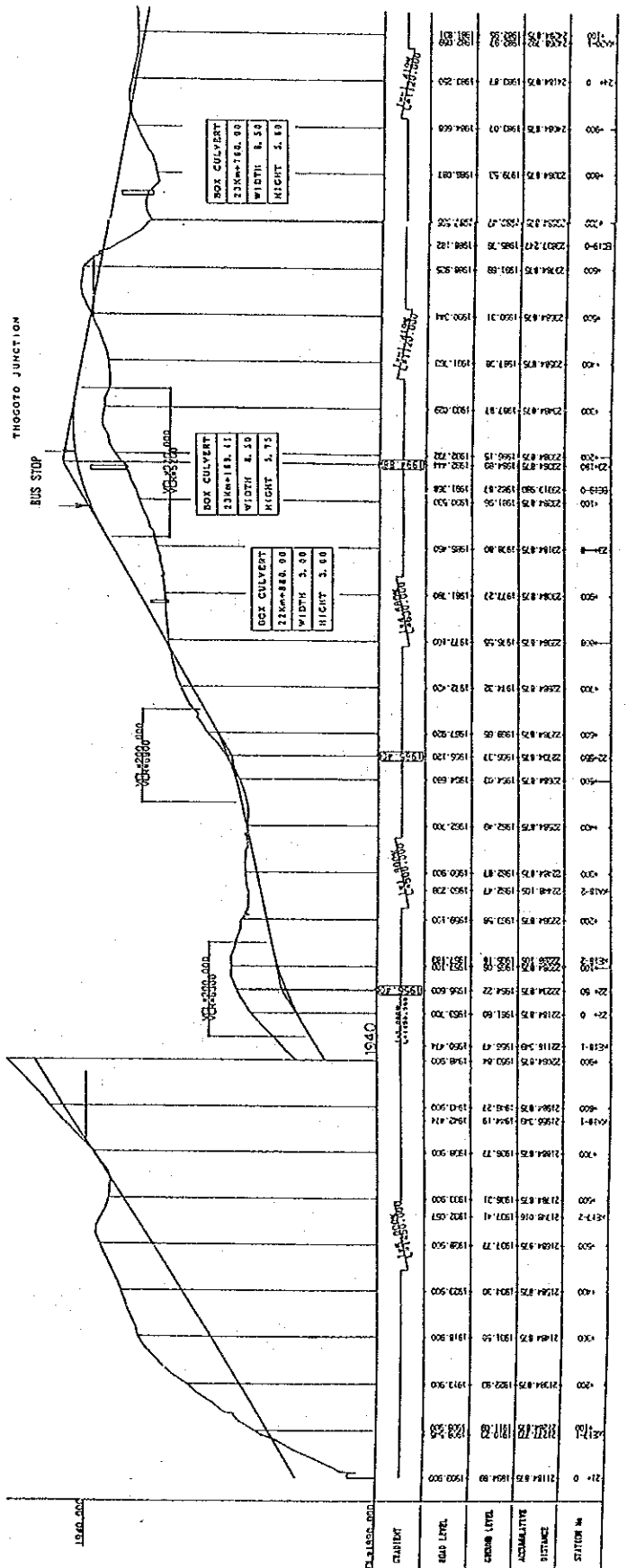
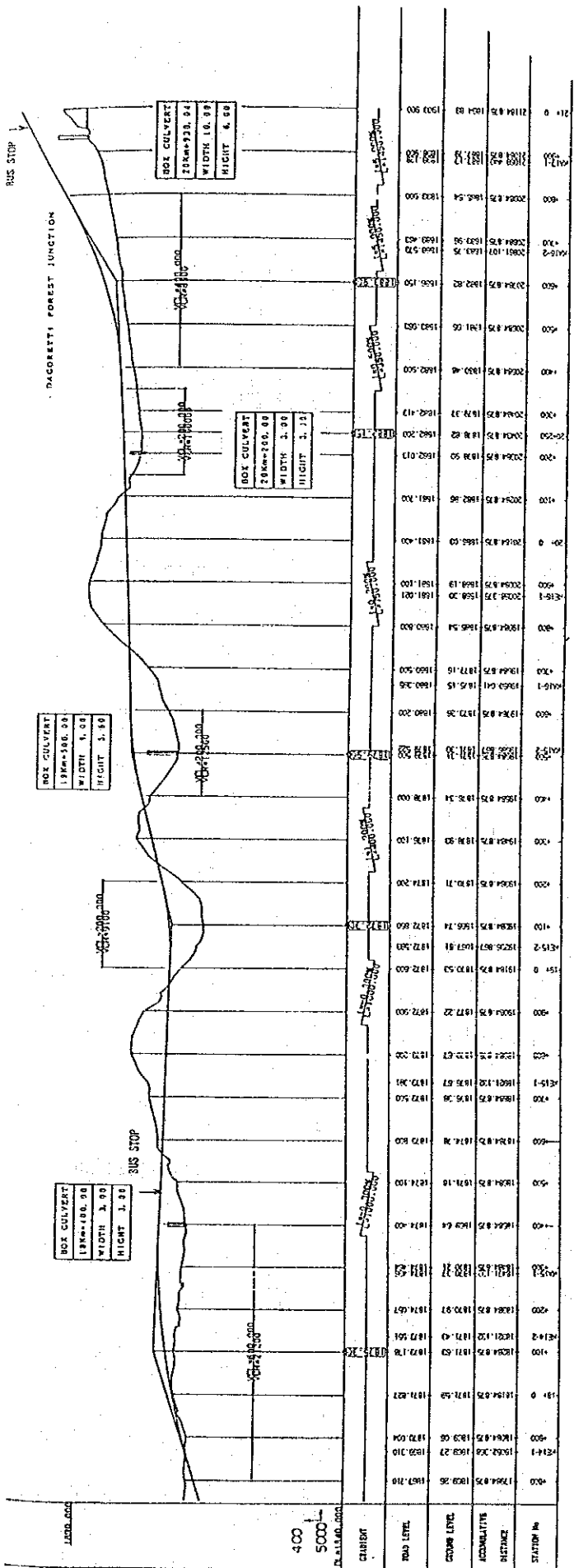
勾配の少ない道路は車の走行に対しては望ましく、一方投資額の増加につながるが将来のランニングコスト、維持管理費の低減につながる。

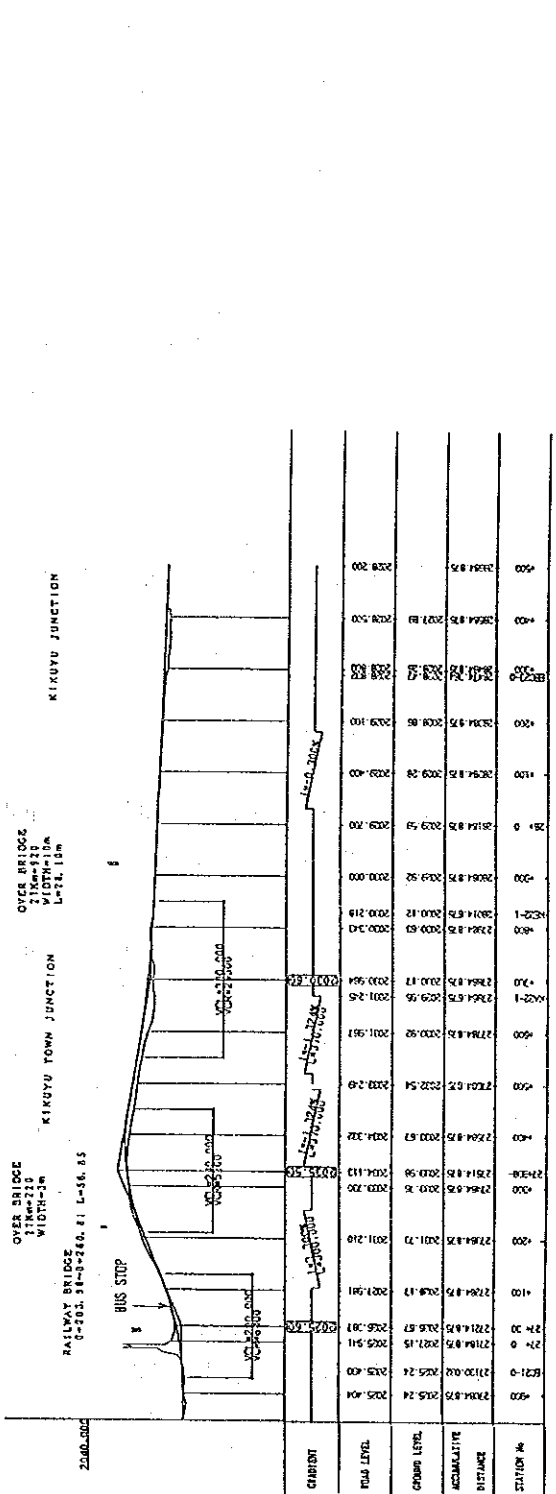
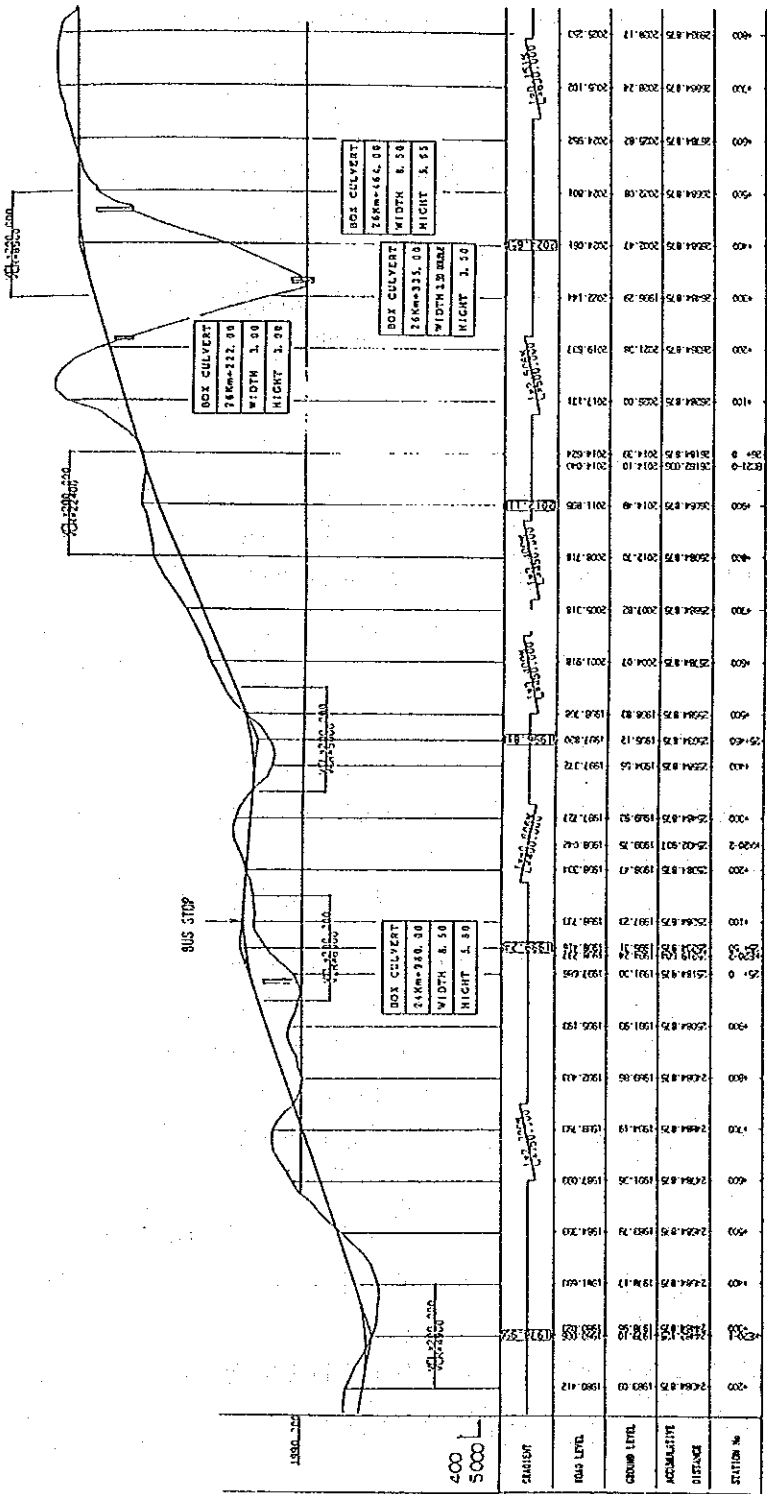
上記の条件を配慮しながら最終的には技術者の総合的な判断によった。











2.4.4 土工設計

(1) のり面勾配

切土及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。

切土のり面は直高 5m ごとに幅 2m の小段を設け、のり肩部はラウンディングを計画した。

(2) 伐開除根及び表土はぎ取り

伐開除根は道路用地全幅にわたって行わず、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 の深さで行うこととした。

(3) 傾斜地での盛土工

MOPWの標準仕様書に従って、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に設計した。

(4) 土工計画

地山から締固め土への土量変化率をMOPWの標準仕様書では一律 0.8としているが、切り土断面が一般的なケニア国内の道路工事に比べて大きいこと、また、風化岩、硬岩の発生量が多いことを勘案して、日本における一般的な変化率を採用した。

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、道路用地幅に対して余裕のある切り土区間より増掘りをして確保することにした。

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為ジャンクションのランプのループ内に整形して処理することとした。

(5) 植生工及び表土工

植生工は1:0.5 以下の勾配のり面に対し、runnerタイプの草で行うこととした。表土工を必要とする盛土のり面には 75mm の表土工を計画した。また、増掘を行う土取り場、土捨場のBLACK COTTON SOIL やゴミの表面、さらに、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表土を置くこととした。

2.4.5 ジャンクションの設計

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 INTERSECTIONS

NAME OF JUNCTION	MOMBASA ROAD J.C	URURU MONUMENT J.C	NGONG ROAD J.C	DAGORETTI FOREST J.C	THOGOTO J.C	KIRUYU TOWN J.C	KIRUYU J.C	
INTERVAL (m)	397.588	6297.369	9006.295	5413.668	2239.368	3430.587	1320.000	
DESIGN SPEED	80km/hr	100km/hr	50km/hr	40km/hr	80km/hr	40km/hr	40 ~ 50km/hr	
NAME OF ACCESS ROAD	MOMBASA ROAD	LIKONYI ROAD	LANGATA ROAD (CS8)	NGONG ROAD (S6)	DAGORETTI ROAD (CS3)	THOGOTO ROAD (O411)	DAGORETTI ROAD (CS3)	
SKETCH OF JUNCTION								
NAME OF SLIP ROAD				15-516.377 BLANKING POINT			END POINT 28+416.603	
TRAFFIC VOLUME	47,000	33,700	7,600	3,300	NO DATA	20,600	11,600	
AADT 1% 2000	1,200	9,700	2,200	1,800		21,500	4,300	
COMPOSITION OF WIDTH	MOMBASA ROAD (A104) 4 LANE S C M C S 3.50-7.00-28.50-7.00-3.50 LIKONYI ROAD S C S 1.50-7.00+1.50=10.00	LANGATA ROAD (CS8) 4 LANE P G C M C 2.00+4.75+7.50+6.50+7.00 TEMPORARY ROAD S C S 1.50+3.50+1.00=6.00	NGONG ROAD (S6) 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 (CS3) 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 (CS3) 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 (CS3) 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+5.50+2+1.50=11.00 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 529 ~768 1.25+6.00+1.25=8.50 E SLIP ROAD S C S 1.50-7.00+1.50=10.00	KABETE LIWURU ROAD (A104) 4 LANE S C M C S 1.50-10.50+1.60+7.00+1.50 =22.10 (INCLUDING CLIMBING LANE)	KABETE LIWURU 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	A, B, C, D, E, F, G 6 SLIP ROAD	A, B, C, D 4 SLIP ROAD	A, B 2 SLIP ROAD	A, B 2 SLIP ROAD	A, B 2 SLIP ROAD	A, B 2 SLIP ROAD	A, B, C 3 SLIP ROAD	
G-GREEN BELT	ONE LANE S C S 1.50+4.00+1.00=6.50	ONE LANE S C S 1.50+4.00+1.00=6.50	TWO LANE S C S 1.50+8.00+1.50=11.00	TWO LANE S C S 1.50+8.00+1.50=11.00	TWO LANE S C S 1.00+6.00+1.00=8.00	TWO LANE S C S 1.00+6.00+1.00=8.00	S C S 1.50+4.00+1.00=6.50	
C-CARRIAGE WAY							S C S 1.50-3.50+1.00=6.00	
M-MEDIAN STRIP							S C S 1.50+8.00+1.50=11.00	

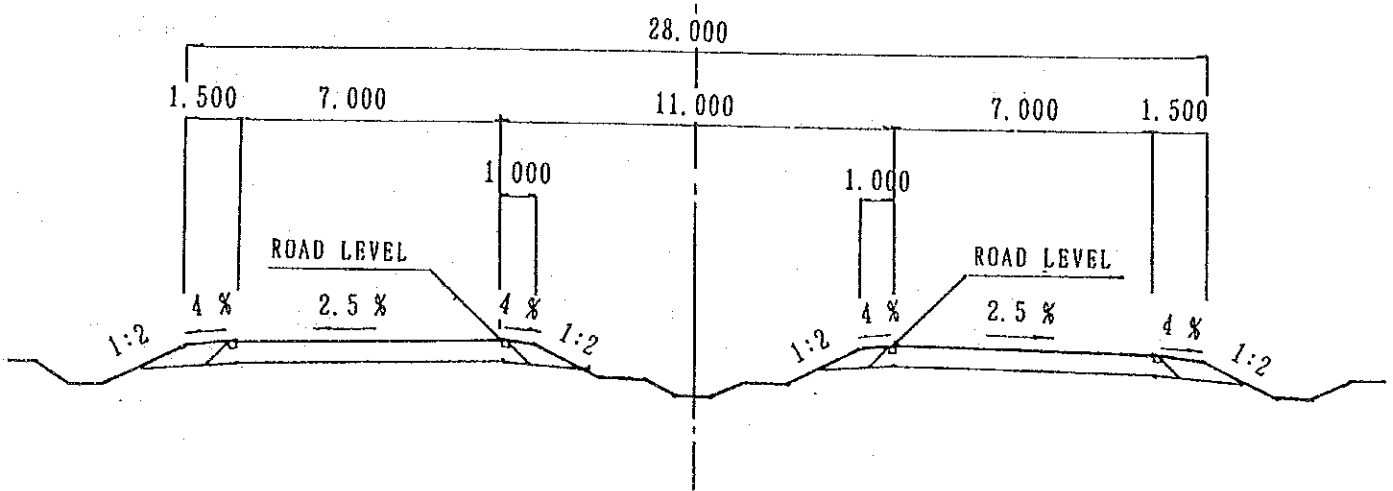
2.4.6 標準横断構成

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。

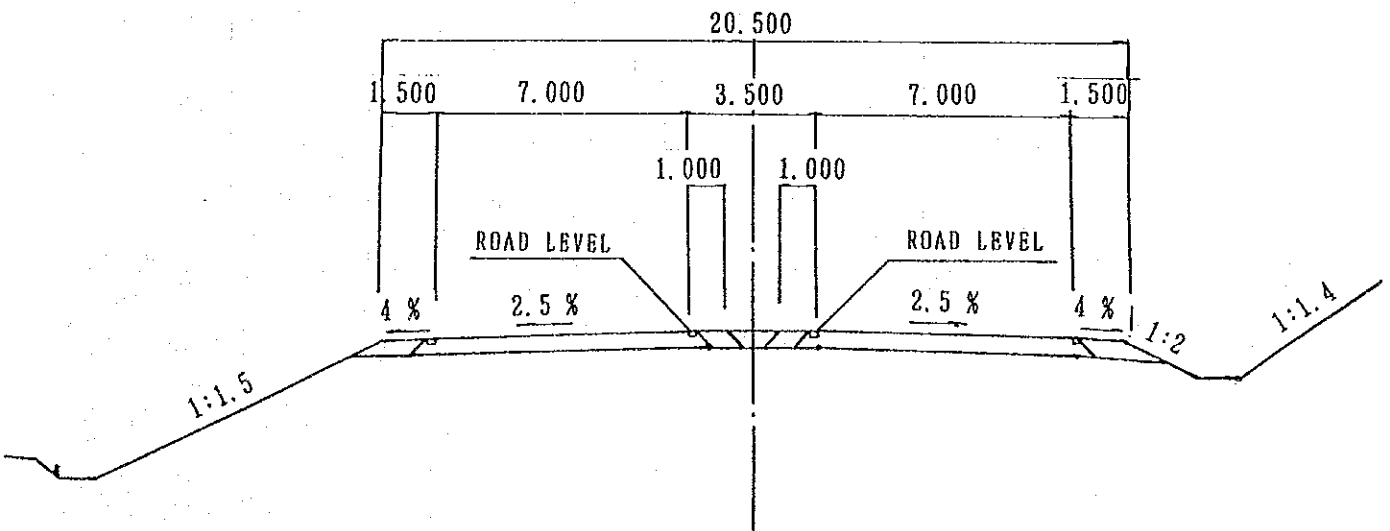
中央分離帯の幅は、Uhuru monument J.C～Kikuyu J.C間は岩掘削、高盛土等の工費節減のため縮小断面とした。

MAIN ROAD

Kombasa road junction ~ Uhuru monument junction

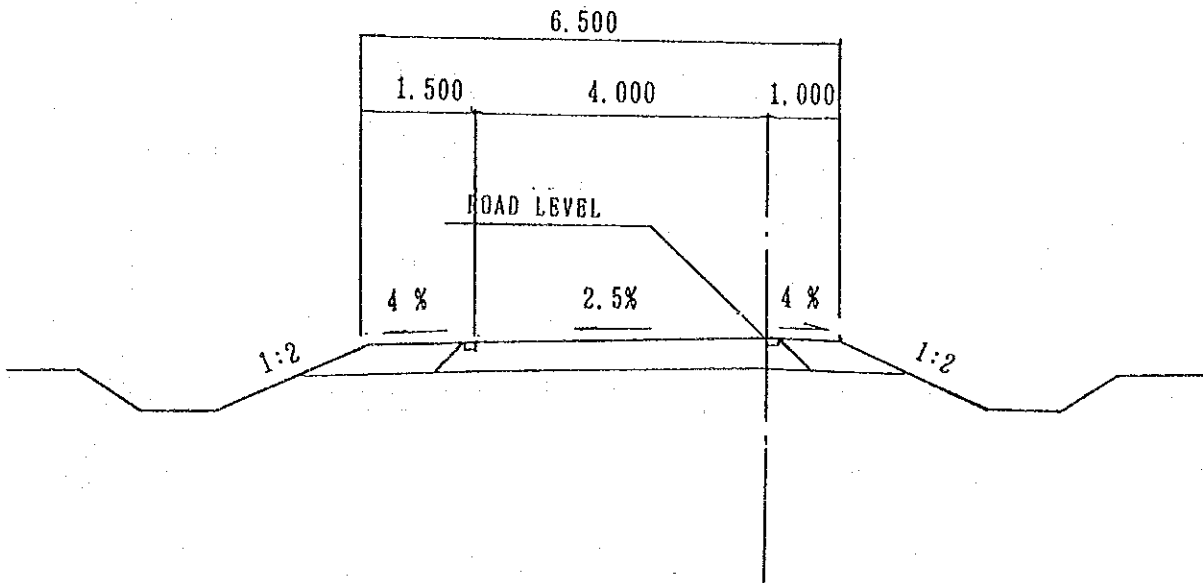


Uhuru monument junction ~ Kikuyu junction

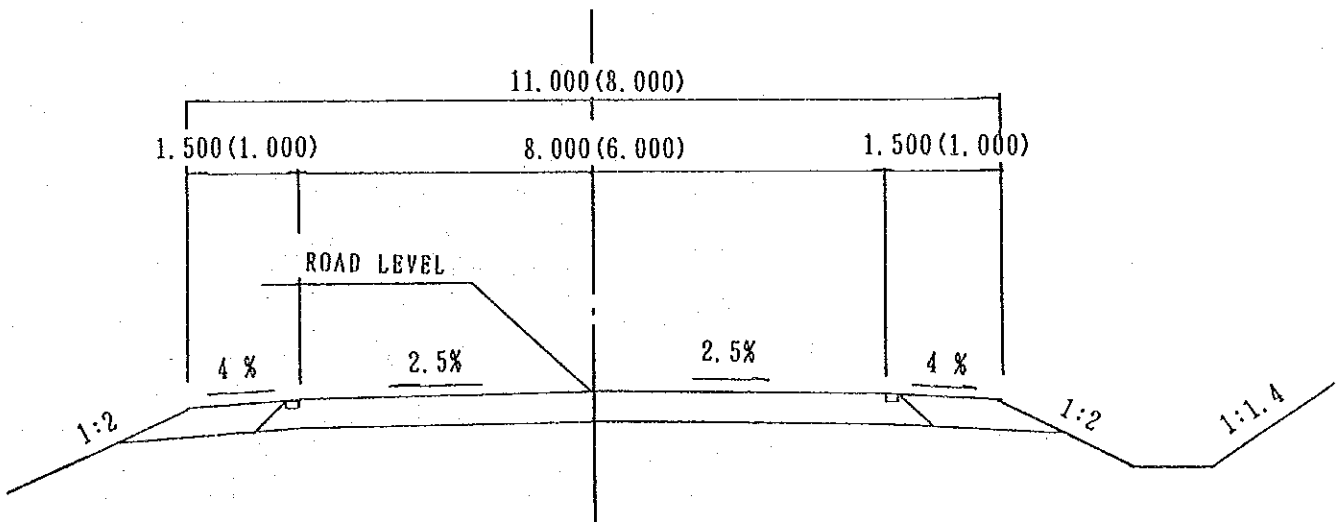


SLIP ROAD

One lane



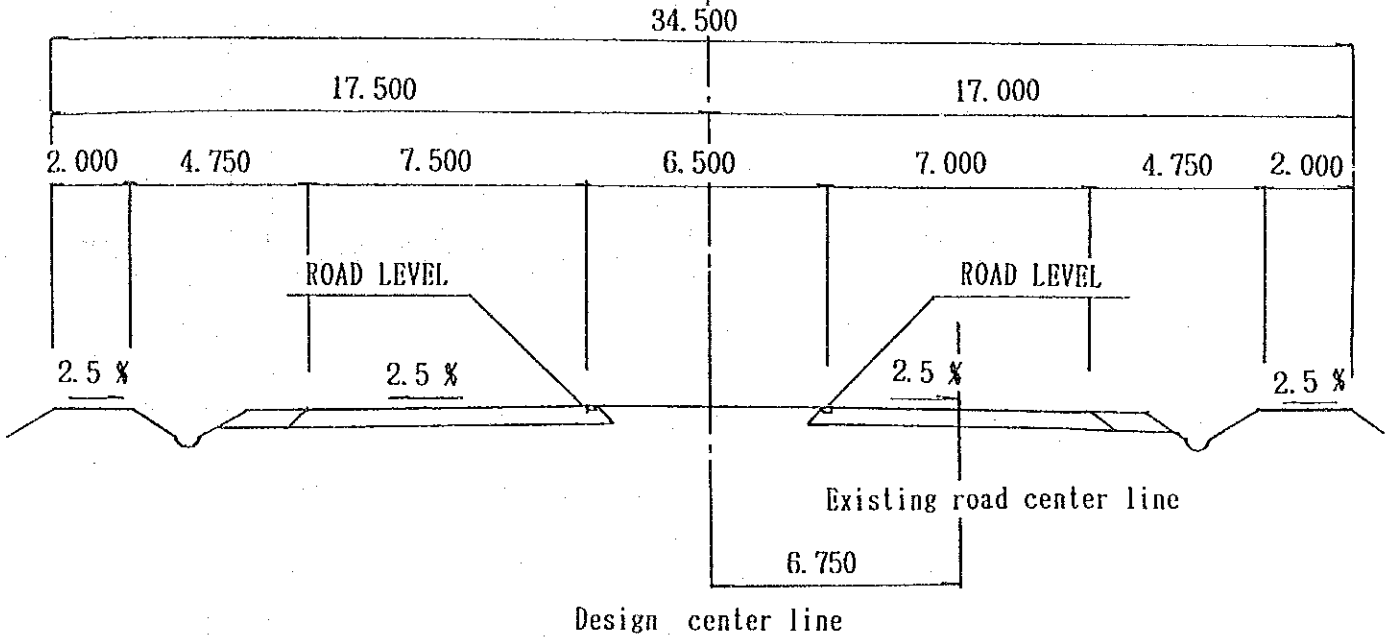
Two lane



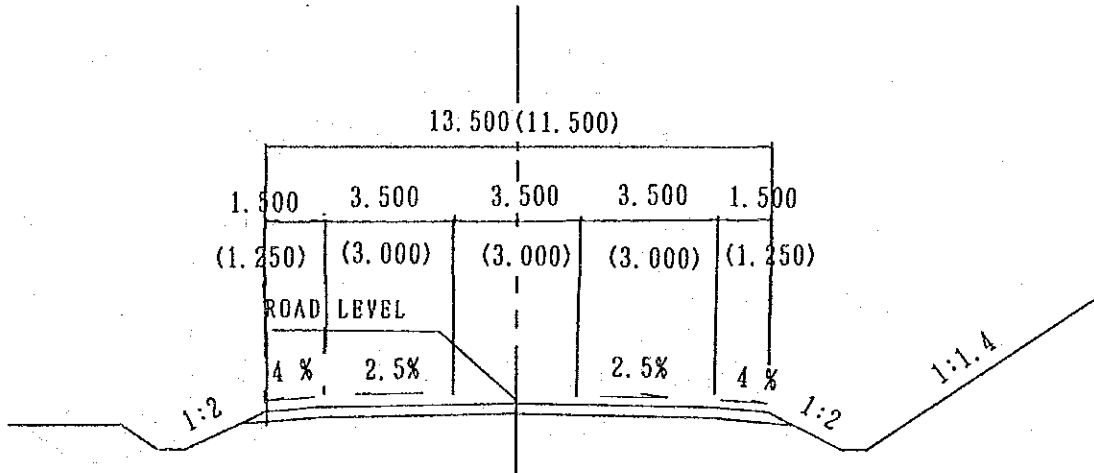
Note () show at Thogoto junction

APPROACH ROAD

Uhuru monument J,C (Langata road)

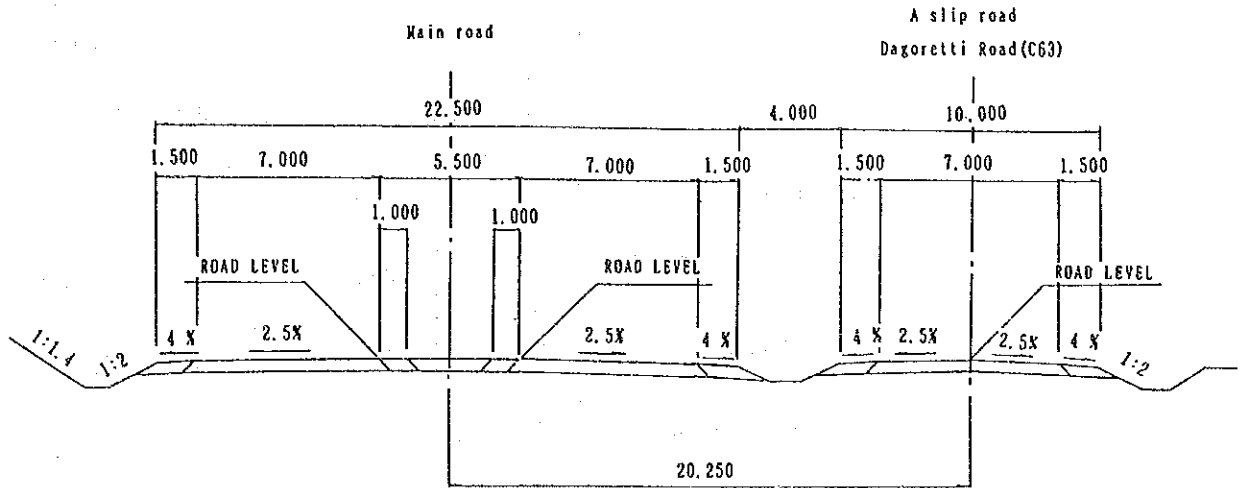


Ngong Road J,C Dagoretti Forest J,C Thogoto J,C

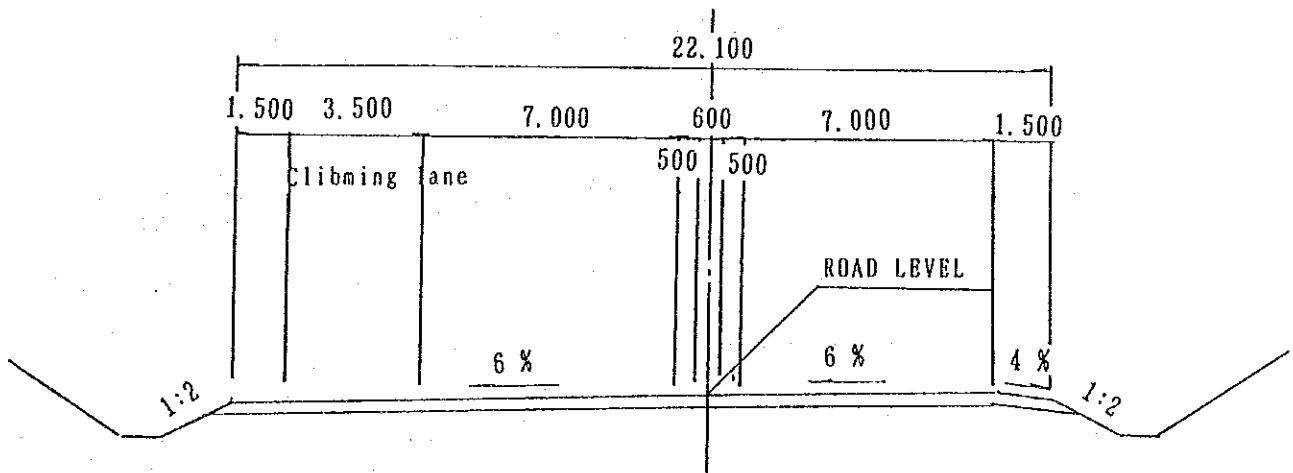


To be improved at section with right turn lane
 Note () show at Thogoto junction

Kikuyu Town J, C

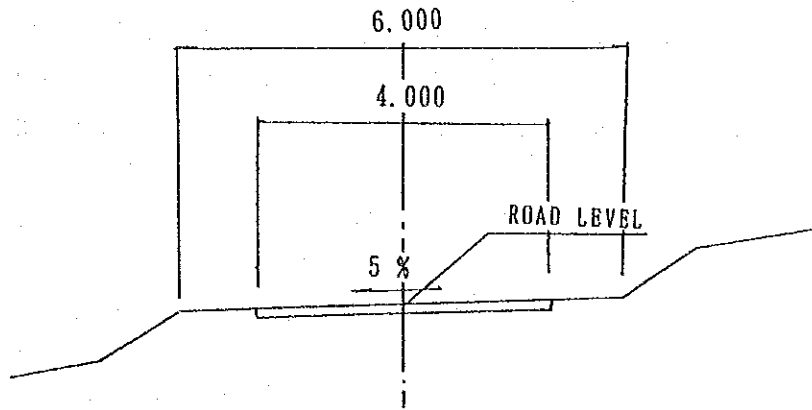


Kabete-Limuru road

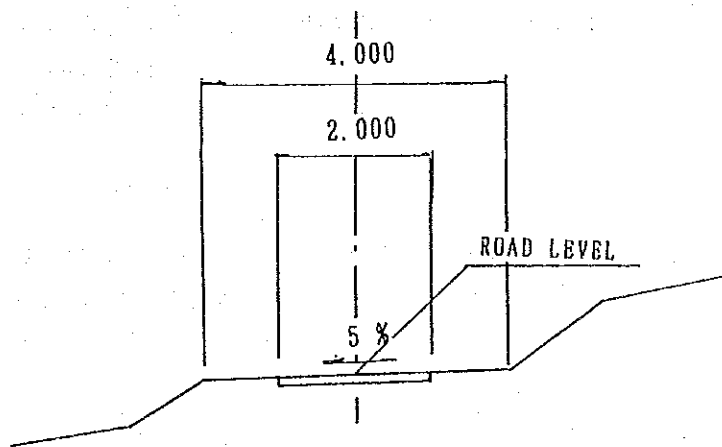


SERVICE ROAD

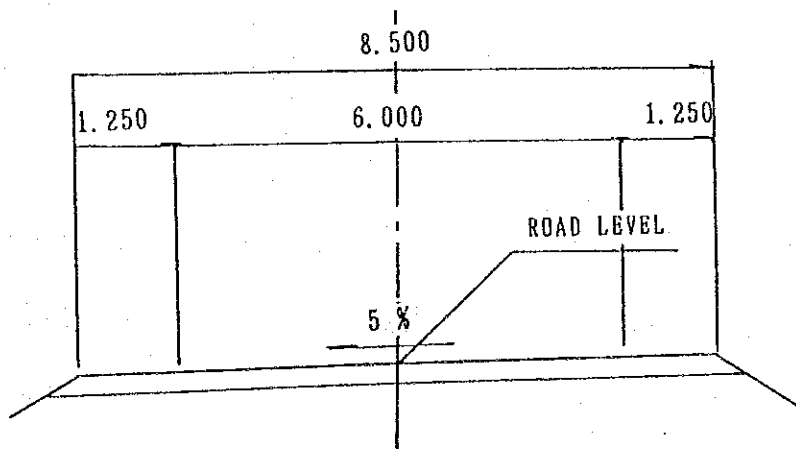
For vehicle



For pedestrian



Approach road at box culvert



2.4.7 舗装設計

(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 No.29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チームがレビューし、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。

(2) バイパス本線

1991年に Nairobi~Kisumu/Eldoret 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検討を加え比較した。その後リーコンクリート(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(リーコンクリート)	:	200mm
下層路盤(粒度調整碎石)	:	150mm

(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：粒度調整碎石

上層路盤：リーンコンクリート（高品質安定処理）

表 層：アスファルトコンクリート

(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。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（粒度調整碎石）： 150mm

(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 Manual Part III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

2.4.8 橋梁及びカルバートの設計

(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。

(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。

(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。

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。

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 CH0 +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

2.4.9 道路施設

(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。

(2) 道路施設

(a) 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ため 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。

(b) 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。

(c) 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 G N I 値が 60 以上又は必要と思われる場所に設置する。

(d) 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。

(e) 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 M O P W との協議を行って計画した。

(f) 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 4 m にその他は 5 m 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 4 m 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。

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。

調査内容は、以下のとおりである。

- 1) 対空標識設置
- 2) 空中写真撮影
- 3) 基準点測量
- 4) 概査
- 5) GPS観測
- 6) 多角測量
- 7) 水準測量

3.2 第1次国内作業

第1次国内作業の内容は、以下のとおりである。

- 1) 空中三角測量
- 2) 図化および編集

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。

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。

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

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。

- 1) インターチェンジ部の中心杭の打設
- 2) 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
- 3) 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

- 4) インターチェンジ部、本線線形変更部分の縦断測量
- 5) 縦断図の展開
- 6) 横断測量および横断図の展開
- 7) 幅杭の打設、引照杭の打設
- 8) 点ノ記の作成
- 9) 用地収用図の作成

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。

- 1) 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)
- 2) 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
 - 3) 中心線挿描地形図

	縮尺1/1,000	一式
	縮尺1/500	一式
 - 4) 縦断図 一式
 - 5) 横断図 一式
 - 6) 用地収用図 一式
 - 7) 測量データブック(1、2、3巻) 各20部

4. 土質及び材料調査

4.1 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。

4.2 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 Oliende 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 Oliends 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 $30\sim 35^\circ$ 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 $10\sim 30$ となり、MOPWの基準に基づくSoil ClassではS4～S6に区分された。

4.3 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。

5. 水文調査及び排水調査計画

5.1 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。

5.2 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。

5.3 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。

5.4 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。

5.5 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。

6. 公共施設調査

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. 工事計画

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。

建設前準備工

建設前準備工として行うべきものは、詳細設計、契約図書の作成、工事資金の準備、コンサルタント選定、建設業者の資格審査、入札業務、評価と契約の締結等がある。

詳細設計と契約図書の作成は1992年の8月中旬に完了した。借款の手続きは実施計画書を提出後9ヶ月後の1993年5月と考えられる。コンサルタント選定は入札業務開始前に行われることとなる。

建設業者の資格審査は指名前の2ヶ月間は必要である。契約業務は工事着工等第1年度の5月末まで、10ヶ月は必要とする。

用地買収、補償業務は工事着工前に Ministry of Works により完了される必要がある。

建設工程と目標期日

工事行程は気象条件、施工方法、工事速度、現場条件他を考慮して求められた。工事の目標期日は以下に示すとおりである。

建設工期	:	30ヶ月(2.5年間)
工事着手	:	第1年度 6月
工事完了	:	第3年度 11月

各工区の工事は建設機械、プラントの転用を考慮して各工区間で工事時期をずらせて計画される。特に舗装工事は各工区の工事量、工事内容に影響される。土工事はマスクープにおける土量配分計画に基づいて行われる。

8. 工事積算

工事積算は JICA 調査団により行われた。

建設費の記述は、このメインレポートから除外し、積算書として取りまとめた。

積算書では全体建設費、積算のための基礎データ、工種ごとの費用、外貨分、年次支出、一位代価について記述し、部外秘としている。

契約数量表についても積算書中に含まれている。

11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000