

モロッコ王国カサブランカ 新高架交通システム建設計画

調査報告書

●
(要約)



1987年7月

国際協力事業団



開 1
87-059
87-059(1/4)

JICA LIBRARY



1040353E3J

モロッコ王国カサブランカ 新高架交通システム建設計画

調査報告書

•

(要約)

1987年7月

国際協力事業団

JICA

国際協力事業団

受入 月日	'87.10.20	411
登録 No.	16927	74
		SDF

序 文

日本国政府は、モロッコ国政府の要請に基づき、カサブランカ新高架交通システム建設計画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した。

当事業団は、1985年10月から1987年7月までの間に、社団法人海外鉄道技術協力協会黒田定明氏を団長とする調査団を、1985年10月から同年12月まで、1986年3月、および1986年5月から同年7月までの3回に分けてモロッコ国に派遣した。

調査団は、モロッコ国政府内務省関係者との協議並びに現地調査を行い、帰国後更に解析および検討作業を進め、本報告書を取りまとめた。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与すると共に、日本およびモロッコ両国の友好親善関係の推進に役立つことを願うものである。

最後に、この調査の実施にあたり、多大な御協力を頂いたモロッコ国政府並びに日本国政府関係機関各位に対し、厚く御礼を申し上げる次第である。

昭和62年7月

国際協力事業団
総裁 有田圭輔

1987年7月

国際協力事業団
総裁 有田圭輔 殿

提 出 状

モロッコ国カサブランカ新高架交通システム建設計画調査に関し、ここに最終レポートを提出することが出来ますことは、誠に喜びに堪えません。

本調査は1985年10月に開始され約21箇月にわたるものであり、この調査において調査団はルート、走行レベル、システムについて総合的検討を加えつつ大カサブランカ市にとっての最適な都市交通に関するフィージビリティ調査を実施したものであります。

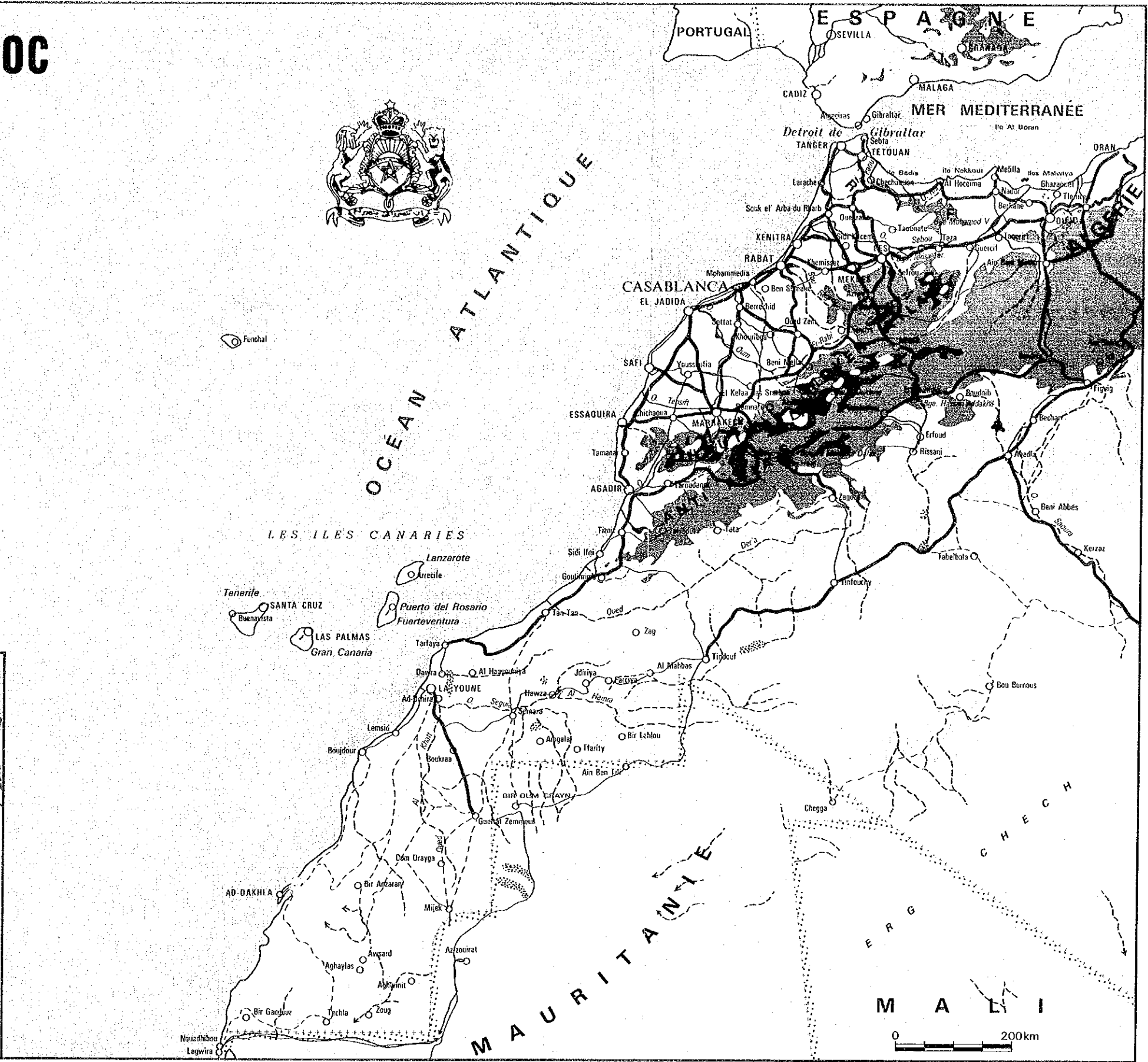
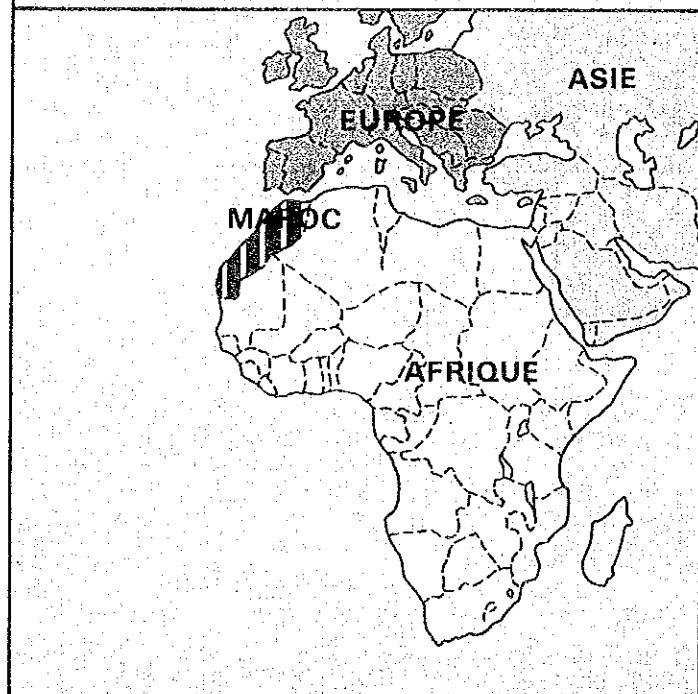
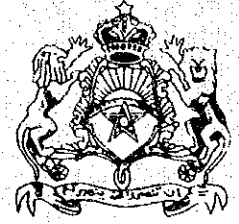
この調査が、今後における本計画の実現に向かって大きく寄与することを願って止みません。

調査期間中において調査団に寄せられた御指導と御支援に関し、国際協力事業団・作業監理委員会・在モロッコ日本大使館・モロッコ政府関係諸機関に対して深甚なる感謝を申し上げる次第であります。

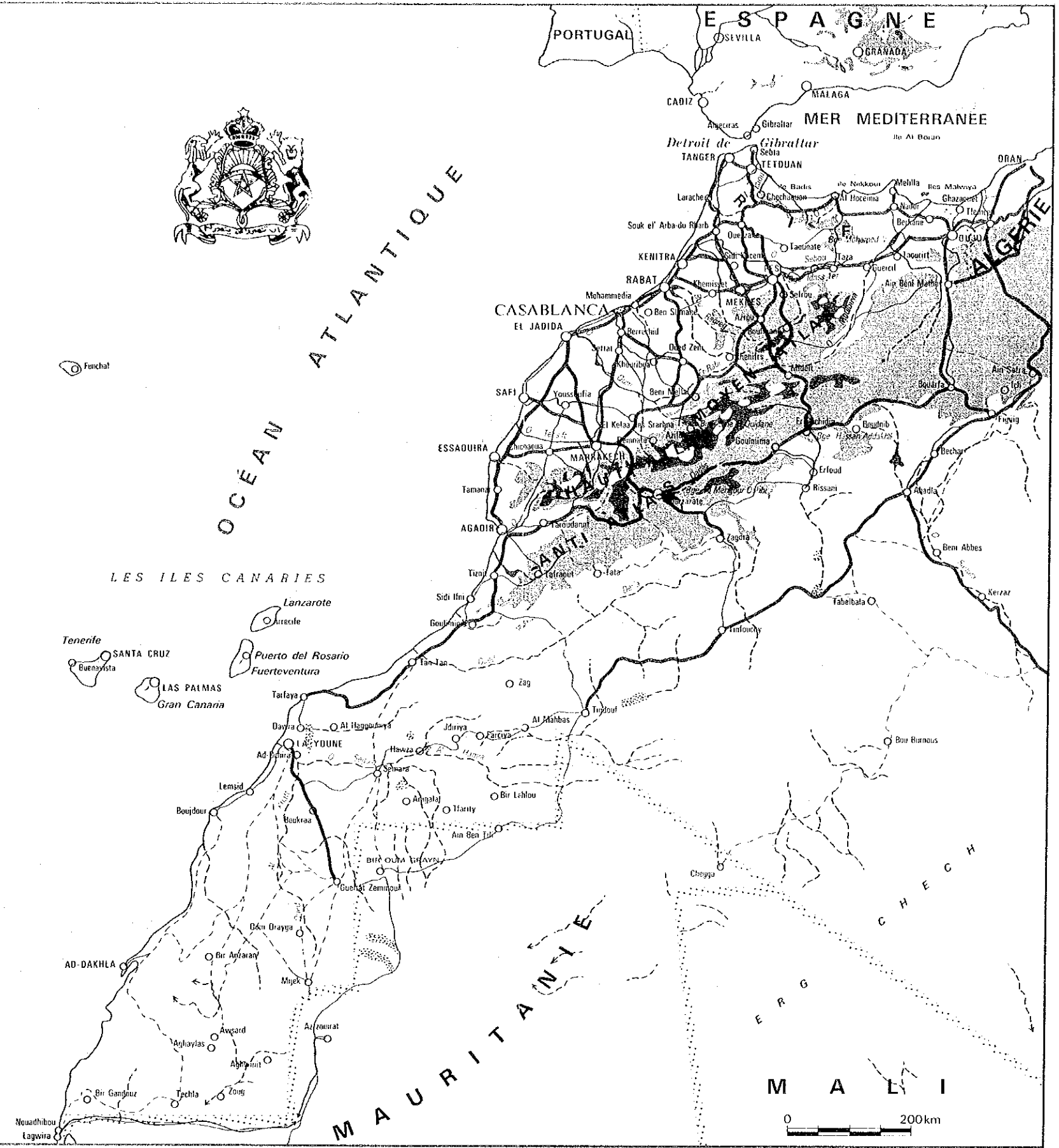
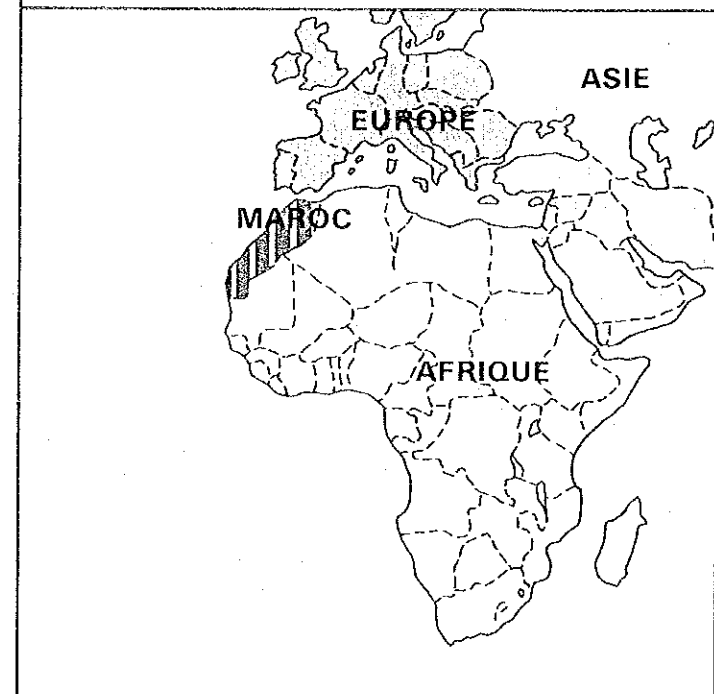
敬 具

社団法人 海外鉄道技術協力協会
理事長 石原達也

Royaume du Maroc



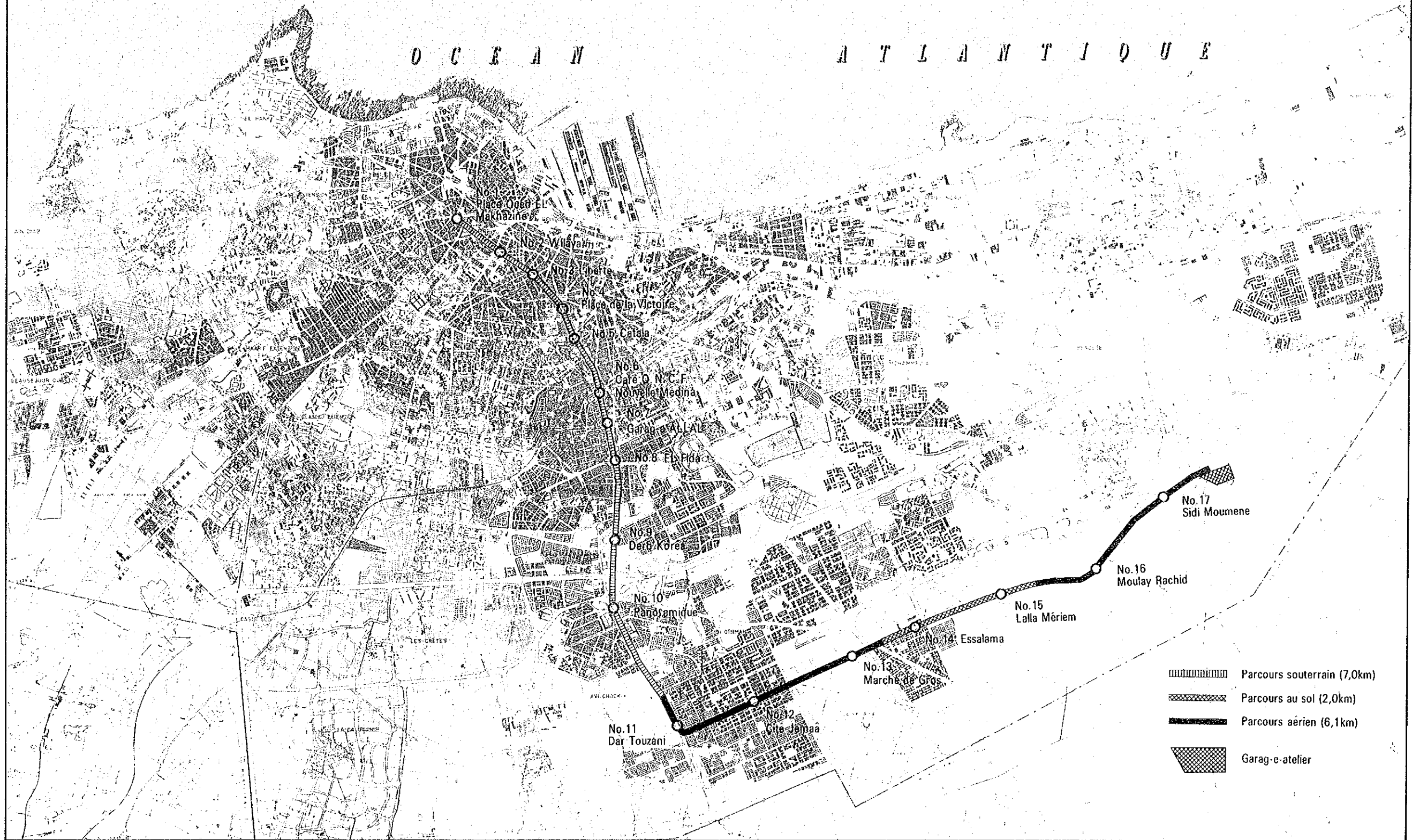
Royaume du Maroc

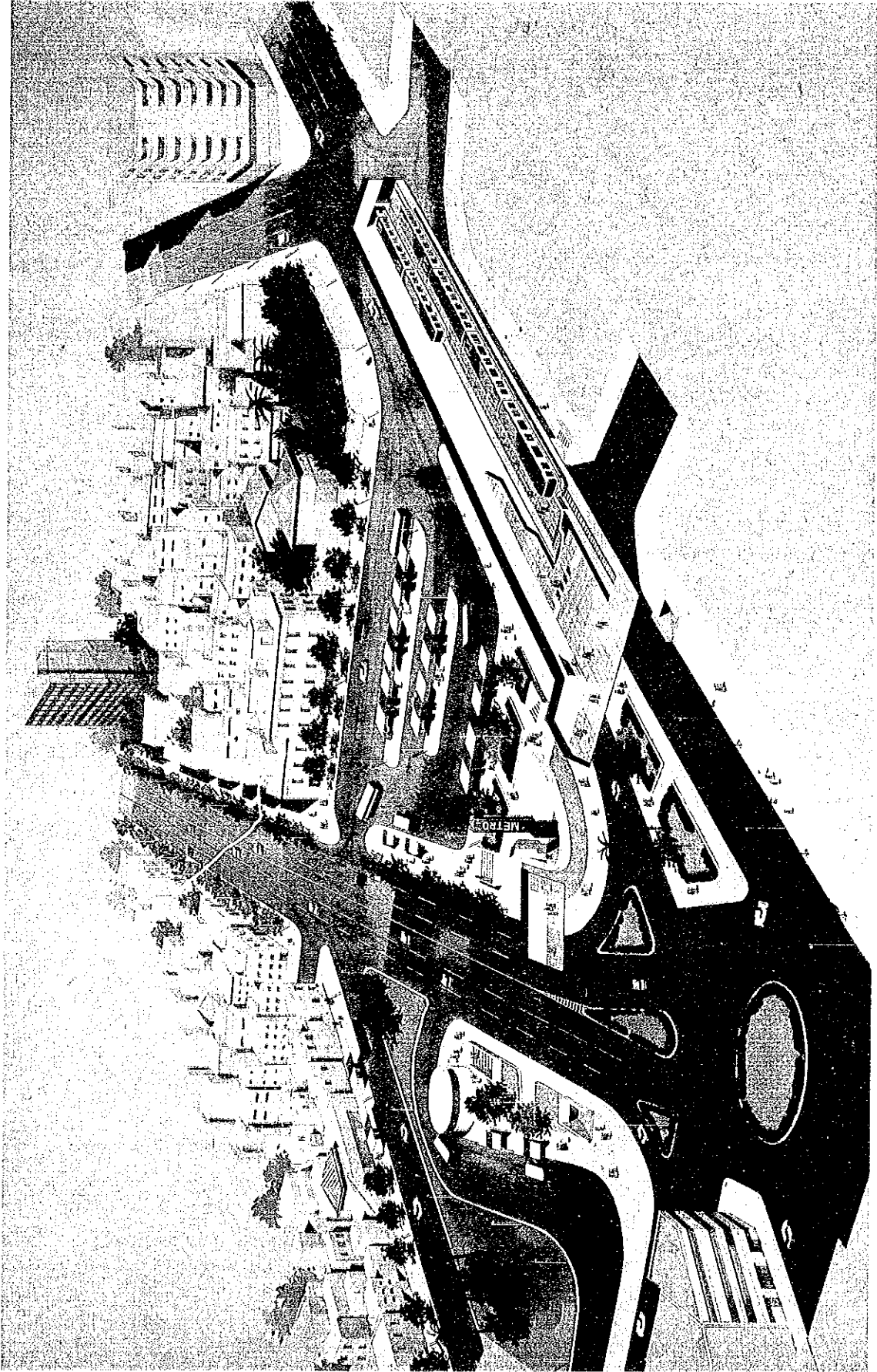


Plan de Casablanca

O C E A N

A T L A N T I Q U E





PLACE OUED EL MAKHAZINE

目 次

1. 結論	1
1.1 大カサブランカの都市交通の現状と問題点	1
1.2 MRT導入の必要性	2
1.3 MRTを導入すべきルートについて	2
1.4 最適案A-4' 建設の必要性	3
1.5 経済・財務評価	4
1.6 提言	5
2. 都市交通の整備方針と基本ルートの決定	6
3. 需要予測	10
4. 代替案の設定と最適案の選定	11
4.1 代替案の設定	11
4.2 最適案の選定	16
5. 建設計画	19
5.1 ルート	19
5.2 輸送計画	22
5.3 車両計画	23
5.4 施設および設備計画	25
5.5 管理・運営計画	33
5.6 実行計画	34
6. 経済分析	38
7. 財務分析	39

図目次

図 2.1 基本ルート・パターン図	8
図 2.2 基本ルート図	9
図 5.1 最適案の路線図	21
図 5.2 車両一般図	24
図 5.3 土木構造物一般図	26
図 5.4 駅の断面図	27
図 5.5 地下駅平面図	27
図 5.6 き電系統図	29
図 5.7 信号設備概要図	30
図 5.8 車両基地平面図	32

表目次

表 2.1	代替案比較表	7
表 3.1	大カサブランカの将来人口	10
表 3.2	MRT利用人員推計表	10
表 4.1	代替案の概要表(Aルート)	12
表 4.2	Aルートに関する選定結果	14
表 4.3	Bルートに関する選定結果	15
表 4.4	代替案の概要表(7案)	17
表 4.5	代替案の評価結果	18
表 5.1	路線の概要	19
表 5.2	輸送計画概要	22
表 5.3	車両の性能および主要諸元	23
表 5.4	建設基準案	25
表 5.5	電気設備の概要	28
表 5.6	車両基地の概要	31
表 5.7	建設費内訳表	34
表 5.8	建設費年次別投資額	35
表 5.9	実行計画案	37

1. 結論

1.1 大カサブランカの都市交通の現況と問題点

大カサブランカの人口はこの10年間年率約4.1%で増加し、1985年には2.6百万人に達しており、このような近年の急激な人口増加により、様々な都市問題が生じている。

カサブランカ市の中心部においては、土地利用の高密化が進み、人口密度が高くなり、都市基盤施設等が不足し、生活環境の改善が必要となっている。また、都市機能の発達に対して、都市基盤設備としての都市交通施設整備が遅れているため、慢性的道路混雑、交通事故の多発および交通公害の増加等の社会的損失、移動時間の増大、到達時間の不確実、エネルギーの浪費の経済的損失等、種々の都市交通上の問題が生じている。

道路交通の現況をみると、特に市の中心部およびメディウナ通りにおいて、交通混雑がひどく、主要な交差点での実交通量は道路容量を超えている。たとえば、パリ通りのマガジン交差点およびメディウナ通りのエル・フィダ交差点では、それぞれ1.58~1.62、1.19~1.53を示しておりラッシュ・アワーには相当な交通混雑を生じている。

また、市の中心部の駐車施設は飽和状態で駐車容量が1 haあたり46台と低く、今後、市中心部の高密度化が進むと道路交通にますます大きな影響を与える。

道路交通における公共輸送機関としてはバス交通が主体であるが、そのサービス水準は需要に見合うほど十分でなく、メディウナ通り沿いのNo.4, No24系統の一日平均乗車効率は120~130%を示し、ピーク時間帯には約220%に達している。

次に鉄道は元来、都市間輸送、貨物輸送を目的として建設されたものであり、都市交通としてのサービスを十分提供するに足りる設備を有しておらず、都市交通として十分機能させるためには信号設備、駅設備等の大規模な改良工事が必要である。また路線的にみてもカサブランカ市の当面の都市交通問題を解決するには不適當である。

1.2 MRT導入の必要性

大都市における道路混雑の解消や都市開発に十分な輸送手段を提供するためには、バスによる公共輸送の強化、道路容量の増大、輸送効率の極めて高いMRT（軌道系大量都市交通システム）の導入等が考えられる。

バスによる解決策については、バスの輸送能力に限度があり、一般的には1時間1方向5千人程度が限界と考えられるが、需要予測によればカサブランカ市のメディウナ通りにおける2005年の輸送需要はピーク時で1時間1方向当り約9.5千人であり、それ以降の輸送需要の増加を考慮するとカサブランカ市の場合には抜本的方策とはなり得ない。

また、道路容量の増大に最も効果的な道路面積の拡大は、既に市街化しているカサブランカ市の用地取得に大きな困難を有し現実的とはいえず、さらにロスアンゼルス等の世界の他の大都市の例からも分るように、道路交通のみによる大都市輸送には本質的に限界がある。

従って、カサブランカ市の現状および将来の都市交通の問題を抜本的に解決するためには、MRTを新たに導入することが必要と考えられる。

1.3 MRTを導入すべきルートについて

大都市にMRTを導入する場合には、現況ならびに将来の都市機能配置を考慮し、これに基づき幾つかの案を比較検討していくが、MRTを導入する場合の第1ステップとしては、一般的に最も交通需要が多く、混雑の激しい幹線道路にMRTを導入し、現在および将来にわたる混雑解消をねらうことが公益の観点からもMRTの経営からも望ましい。

この場合、既存の公共輸送サービスとの連繫を図り、都市交通全体の輸送効率の向上を図ることが重要である。また、そのルートは都市開発促進に十分寄与することが望ましい。

1.4 最適案A-4' 建設の必要性

本調査の結果、提案された最適案A-4' のルートは市中心部マガジン広場を起点とし、現在および将来にわたって最も交通混雑が激しい市中心部およびメディウナ通りを南下し、ダルツザニに至って東進し、周辺に大規模な住宅開発計画があるドリス・エル・ハルティ通りを経由し、終点シディ・モーメンに至るものである。

シディ・モーメンよりはさらに東へモハメディアまで延伸できる可能性を有し、SDマスタープランによるカサブランカとモハメディアの両極を結ぶ線状都市計画に整合した輸送ルートを確認する。また沿線にはバスターミナルも多く存在し、鉄道駅にも接近するので既存公共輸送機関との関係もとり易い。さらに、この沿線には主要な都市施設である公共施設が多く集積しており多くの市民の利便が図れる。

このような観点から市中心部とシディ・モーメンを結ぶ最適案のAルートは、現在および将来にわたってカサブランカ市の混雑の解消を図り、SDマスタープランに整合した大カサブランカの開発も促進するルートで、最も緊急を要するものであり、他のいかなるルートより先にMRTを建設すべきルートである。

最適案A-4' については、技術的、経済的、財務的、社会的ならびにモロッコ政府が方針としてウェートを大きくしているメディウナ幹線道路整備計画への配慮の観点から総合的検討を行ない、カサブランカ市のMRTの最適案として選定された。システムは鉄車輪鉄道を採用し、路線は総延長15.1Km(地下部分7.0Km・地上部分2.0Km・高架部分6.1Km)である。また、建設費の総額は約2,564百万DHである。

1.5 経済・財務評価

(1) 経済分析

経済的内部収益率(Economic Internal Rate of Return: EIRR)の結果は次に示すとおりである

項目	基本ケース	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
経済成長	3%	2%	4%	3%	3%	3%	2%
運賃	3DH	3DH	3DH	2DH	4DH	3DH	3DH
建設費						+10%	+10%
EIRR	9.2%	8.6%	9.8%	8.8%	9.4%	8.3%	7.8%

本プロジェクトの財務的内部収益率(EIRR)は基本ケースにおいて9.2%、最も低いケースでも7.8%であり、Withoutにおける将来の道路施設整備に係わる費用が分析対象から除外されており、費用節約便益が計算値以上に期待できること、および利用対象が旅客だけしかない都市内鉄道は一般鉄道に比べて便益が少ないという特性を考慮すれば十分にフィージブルであるといえる。

また感度分析の結果、建設費の弾性値が1.052と大きく、建設費の増加が本プロジェクトのフィージビリティに大きな影響を及ぼすこととなるので、プロジェクト実施にあたっては建設費の節減およびコスト・オーバーランの防止に特に留意する必要がある。

(2) 財務分析

本プロジェクトの財務的内部収益率(Finacial Internal Rate of Return : FIRR)は基本ケースにおいて4.3%、最も低いケースにおいて2.4%である。従って、本プロジェクトは以下の条件の下に財務的にフィージブルである。

- ① 外貨ポーションについて、借入金利4%以下の資金導入が可能なこと
- ② 内貨ポーションについて、全額政府出資金の調達が可能なこと

感度分析の結果、この条件の下では運賃を2 DHに据え置いた場合、あるいは建設費が10%上昇した場合においてもフィージブルである。

なお、運賃水準を3 DH以上に確保しうるならば、

- ① 外貨借入金利に関して最大7.4%までの許容
あるいは
- ② 内貨ポーションの半額までの有償資金の導入
のいずれかの条件が可能となる。

以上のことから大カサブランカの現在および将来におけるMRTの必要性のおよび国家経済的見地からみた経済評価結果から判断して、最適案A-4'の建設は妥当であり、当市の交通問題の状況に鑑み、早急に建設すべきものとする。

但し、本プロジェクトを実施した場合、MRTの運営に関しては建設コストについて外貨部分に関しては低金利の資金の借入れ、内貨部分に関しては政府出資金の導入等の財政的措置を講ずることが必要である。

1.6 提言

以上のことから大カサブランカにA-4'案のMRT建設を優先的に行い、これを基軸とし、大カサブランカの今後の都市発展の動向に合わせてMRTを段階的に計画し、あわせて必要なバスネットワークの整備、沿線の開発状況に対応し、あるいは誘導する目的をもって既存鉄道の整備、増強を図り、全体として有機的連繫をとりながら、最適公共輸送網を効率的整備手順のもとに形成することが必要である。

2. 都市交通の整備方針と基本ルートの決定

大カサブランカにおける都市交通の問題点としては、以下の点が挙げられる。

- ① メディウナ通りを中心として道路混雑が著しいこと
- ② バス輸送のサービス水準が低く、需要に十分応えていないこと
- ③ 鉄道が都市内交通として機能していないこと

カサブランカ市の都市交通整備にあたっては、上記の問題点を勘案すれば以下のような考え方となる。

- ① 鉄道は線状都市計画に整合した路線に位置しているにもかかわらず、都市交通としての活性化を図るためには大規模な設備改良が必要である。
- ② バス輸送は、道路交通のため将来の道路整備の限界等の問題があり、大幅な輸送力の増強が望めない。従って、中長期的には、大量輸送システムの補足輸送として位置付けられる。
- ③ 従って、カサブランカ市の現状および将来の都市交通の問題を抜本的に解決するためには、新たにMRTを導入することが必要である。

上記の整備方針に従ってカサブランカ市における新しい都市交通システムの役割を考慮すると、

- ・現況の交通混雑の解決
- ・将来の都市開発への寄与

などが考えられ、これらの目的に対応して想定されるルートパターンは次に示すとおりである。(図2.1)

- ① 混雑解消型：沿線人口が多く、道路交通混雑が最も激しい市の中心部およびメディウナ通りの公共輸送
 - ② 住宅開発主導型：アイン・ショック、ベン・ムシク、アイン・セバ等の主たる住宅開発地域の公共輸送
 - ③ 工業開発主導型：市東部の海岸沿いとその南側の区域に集中する工業地域の公共輸送
- 以上述べた考え方に基づき、道路の幾何学的特性を考慮して、基本的なルートを選定すると、4本が可能である。(図2.2)

この4本のルートについて検討を行った結果を表2.1に示す。これに基づきMRT導入の調査対象基本路線としてAルートおよびBルートの2ルートが選定された。

表2.1 代替案比較表

	A	B	C	D
延長 (km)	15.2	12.9	11.0	11.8
經由地等	マサシ広場 A1通り ピクトリ-ル広場 好付ナ通り ジイジマ A通り ジイネ-ム	マサシ広場 A1通り ピクトリ-ル広場 ジ-ス通り 心シツク県庁前 A通り ジイネ-ム	マサシ広場 A1通り ピクトリ-ル広場 好付ナ通り 国道106号 ジイネ-ム	マサシ広場 F.A.R.通り ハス-ル通り モ-リ-イメ-ル通り ラト通り アインセガ ジイネ-ム
路線長 (km) (地下+高架)	15.2(1.9+13.3)	12.7(2.9+9.8)	11.0(3.0+8.0)	11.8(0 +11.8)
沿線人口(人)	1,700,000	1,100,000	820,000	630,000
路線の性格	混雑解消・開発型	混雑解消・開発型	開発型	開発型
輸送需要(人/日)	205,000	133,000	99,000	76,000
必要車両数(両)	72(18編成)	48(12編成)	36(9編成)	32(8編成)
建設費(百万DH)	2,041	1,819	1,565	1,220
管理運営費(百万DH)	1,607	1,200	1,035	980
総利用人員(百万人)	2,271	1,466	1,082	839
総収入(百万DH)	6,812	4,399	3,247	2,517
利用人員1人あたり 総事業費(OH)	1.61	2.06	2.40	2.62
収入・費用比	1.867	1.457	1.249	1.144

注：上記はモノレール・システムを仮定し、比較を行ったものである。

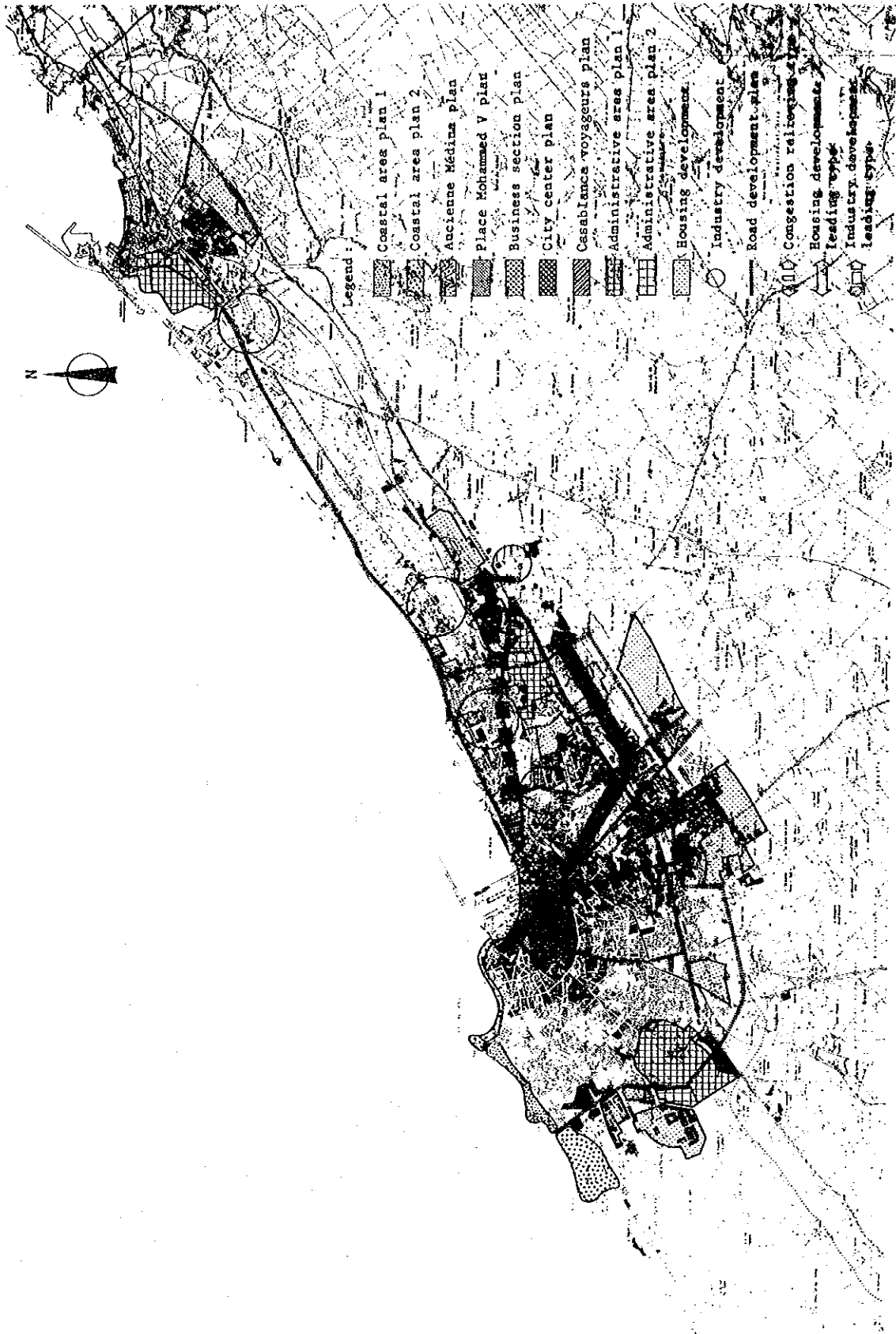


図2.1 基本ルート・パターン図

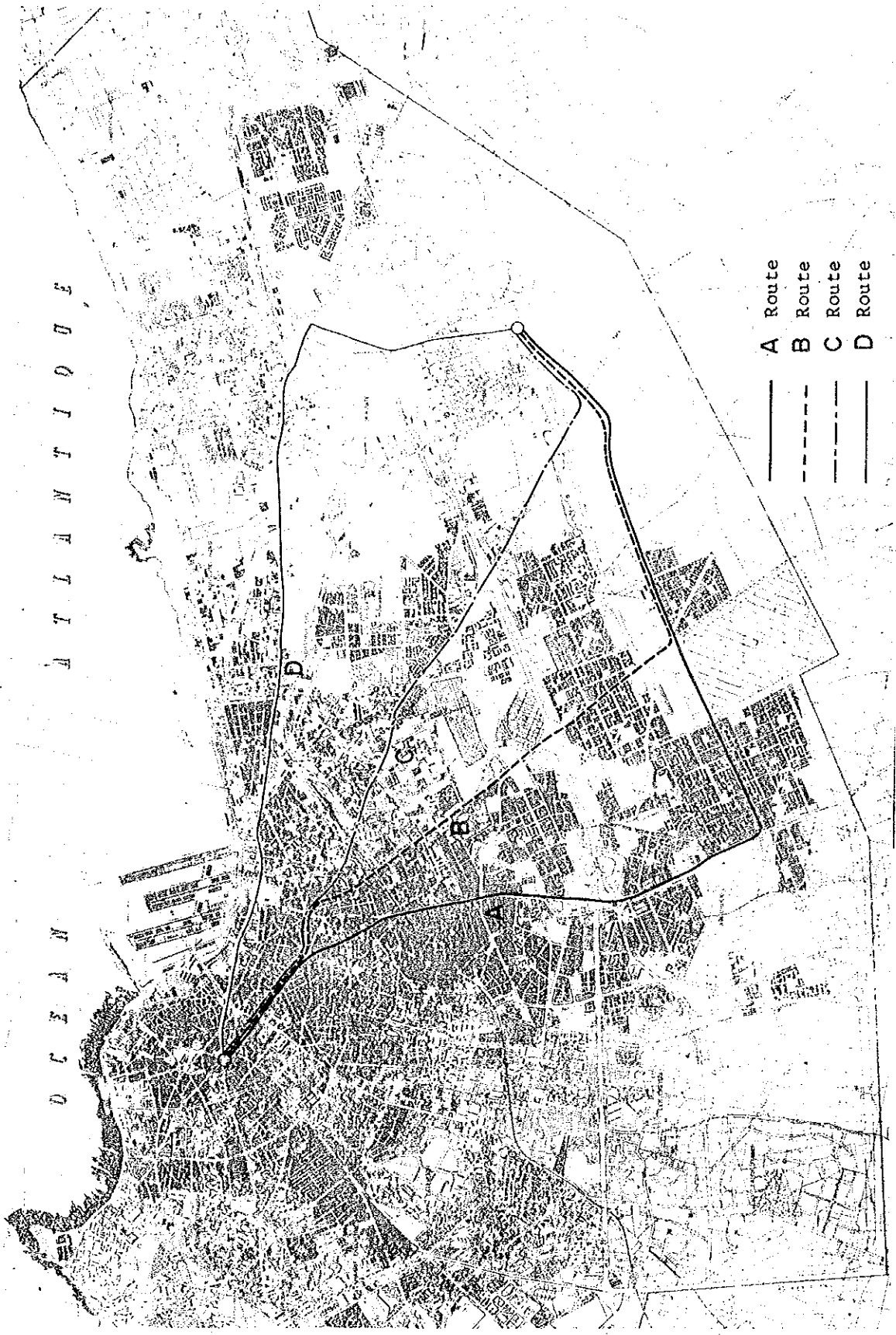


図2.2 基本ルート図

3. 需要予測

本調査における需要予測を実施するにあたっては、次の点を考慮した。

- ① SDマスター・プランに基づく将来人口配置
- ② 将来土地利用
- ③ 将来産業配置

大カサブランカの将来人口は表3.1のとおり設定した

表3.1 大カサブランカの将来人口

(単位：千人)

	1982	$\frac{1985}{1982}$	1985	$\frac{1990}{1985}$	1990	$\frac{1995}{1990}$	1995	$\frac{2000}{1995}$	2000	$\frac{2005}{2000}$	2005
人口増加率 (%)		3.30		3.17		3.05		2.92		2.80	
人口	2318		2555		2986		3470		4007		4600

予測にあたっては、導入するMRT路線の両側約1.0~1.5kmの範囲を各駅の影響圏として設定し、パーソン・トリップ調査を実施した。この調査結果を基に非集計モデルを用いて予測したルート別将来利用人員は表3.2のとおりである。

表3.2 MRT利用人員推計表

(単位：人)

予測年次	項目	Aルート	Bルート	記事
1985年	終日利用人員	149,000	103,000	片道1時間
	断面通過人員			
	終日ピーク時	31,500 6,590	25,800 4,770	
1993年	終日利用人員	192,000	125,000	片道1時間
	断面通過人員			
	終日ピーク時	43,900 8,570	31,900 5,730	
2005年	終日利用人員	205,000	133,000	片道1時間
	断面通過人員			
	終日ピーク時	48,500 9,420	34,800 6,260	

4. 代替案の設定と最適案の選定

4.1 代替案の設定

大カサブランカの都市交通としてMRTを導入するため、システムの検討および基本路線AルートおよびBルートに対する具体的な路線選定を行った結果、13の代替案が設定された。(表4.1) これらの代替案について、社会的・経済的・技術的検討を加えて評価を行い、最適案選定のために、さらに詳細な検討を行うに値する案としてモロッコ政府の合意に基づき、代替案7案を選定した。(表4.2,表4.3)

表4.1 代替案の概要表(Aルート)

代替案	A-1	A-2	A-3	A-4	A-4'	A-5	A-6
走行レベル	全線高架	地下+高架	地下+高架	地下+高架	地下+地下+高架	全線高架	全線高架
システム	モノレール	モノレール	ゴム車輪	ゴム車輪	鉄車輪	鉄車輪	モノレール
主要経路地	マガジン広場 → パリ通り → ビクトワール広場 → メディウナ通り → A通り	マガジン広場 → パリ通り → ビクトワール広場 → メディウナ通り → A通り	マガジン広場 → パリ通り → ビクトワール広場 → メディウナ通り → A通り	マガジン広場 → パリ通り → ビクトワール広場 → メディウナ通り → A通り	マガジン広場 → パリ通り → ビクトワール広場 → メディウナ通り → A通り	マガジン広場 → パリ通り → ビクトワール広場 → メディウナ通り → A通り	マガジン広場 → パリ通り → ビクトワール広場 → メディウナ通り → A通り
路線延長	15.2(0+ 15.2)	15.2(1.9+0+13.3)	15.2(1.9+0+13.3)	15.2(3.3+0+11.9)	15.2(7 +2.2+ 6)	15.9(0 +0 +15.9)	15.9(0 +0 +15.9)
駅数	18	18	18	18	17	18	18
輸送需要人/日	205,000	205,000	205,000	205,000	205,000	205,000	205,000
総費用 百万DH	3,382	3,648	3,583	3,810	3,672	3,036	3,948
建設費 //	1,816	2,041	2,001	2,160	2,215	1,662	1,870
管理運営費 //	1,566	1,607	1,582	1,650	1,457	1,374	1,628

注: 建設費には技術経費を含まず

代替案	B-1	B-1'	B-2	B-3	B-4	B-5	記事	
走行レベル	地下+高架	地下+地平+高架	地下+高架	全線高架	全線高架	全線高架		
システム	モノレール	鉄車輪	ゴム車輪	モノレール	ゴム車輪	鉄車輪		
主要経過地	マガジン広場→バリ通り→ピクトリア広場→ジアース通り→ドリス・エル・ハルティ通り→シディ・モアメン							
路線延長	12.7(2.9+0+9.8)	12.7(3.9+4+4.8)	12.7(2.9+0+9.8)	13.3(0+0+13.3)	13.3(0+0+13.3)	13.3(0+0+13.3)	()内は区間長	
駅数	16	17	16	17	17	17		
輸送需要人/日	133,000	133,000	133,000	133,000	133,000	133,000	2005年予測値	
総費用 百万円	3,019	2,682	2,930	2,699	2,712	2,440	建設費+管理運営	
建設費 //	1,819	1,598	1,746	1,508	1,520	1,374	純工事費のみ計上	
管理運営費 //	1,200	1,084	1,184	1,191	1,191	1,066	30年間の合計	

注: 建設費には技術経費を含まず

表4.2 Aルートに関する選定結果

評価項目		A-1	A-2	A-3	A-4	A-4'	A-5	A-6
信頼性		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
輸送力		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
技術 特性	①表定速度	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	②最急勾配	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	③最小曲線半径	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
乗心地	①車内騒音	◎	◎	◎	◎	○	○	◎
	②車両振動	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
安全性		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
保守性	①軌道等	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	②車両等	○	○	○	○	◎	◎	○
耐候性		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
アクセシビリティ	①沿線人口	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	②利用人員	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
経済性	①建設費	○	△	△	△	○	◎	○
	②管理運営費	○	△	△	△	◎	◎	○
景観		○	○	○	○	○	▲	○
環境	①騒音	○	◎	◎	◎	△	▲	○
	②日照	○	◎	◎	◎	◎	○	◎
	③プライバシー	▲	△	△	○	○	△	△
既存交通機関 との連絡	①鉄道	○	○	○	○	○	◎	◎
	②バス	○	○	○	○	○	◎	◎
道路交通への支障		○	◎	○	○	○	○	◎
評価			◎		◎	◎		◎

【凡例】 ◎：優れている、○：良い、△：普通、▲：やや劣る

表4.3 Bルートに関する選定結果

評価項目		B-1	B-1'	B-2	B-3	B-4	B-5
信頼性		◎	◎	◎	◎	◎	◎
輸送力		◎	◎	◎	◎	◎	◎
技術 特性	①表定速度	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	②最急勾配	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	③最小曲線半径	◎	◎	◎	◎	◎	◎
乗心地	①車内騒音	◎	○	◎	◎	◎	○
	②車両振動	◎	◎	◎	◎	◎	◎
安全性		◎	◎	◎	◎	◎	◎
保守性	①軌道等	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	②車両等	○	◎	○	○	○	◎
耐候性		◎	◎	◎	◎	◎	◎
アクセシビリティ	①沿線人口	○	○	○	○	○	○
	②利用人員	○	○	○	○	○	○
経済性	①建設費	△	○	△	○	○	◎
	②管理運営費	▲	△	▲	▲	▲	△
景観		◎	○	○	○	△	△
環境	①騒音	◎	◎	◎	○	○	△
	②日照	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	③プライバシー	◎	◎	◎	○	○	○
既存交通機関 との連絡	①鉄道	○	○	○	◎	◎	◎
	②バス	△	△	△	○	○	○
道路交通への支障		◎	○	◎	◎	◎	◎
評価		◎	◎				◎

【凡例】 ◎：優れている、○：良い、△：普通、▲：やや劣る

4.2 最適案の選定

上記で選定された代替案7案の概要は表4.4に示すとおりである。これらの代替案に関する評価結果は表4.5に示すが、各案の具体的な評価結果は以下のとおりである。

評価にあたっては、

- ① 本プロジェクトが公益事業として十分な経済性を有すること
- ② カサブランカ市の将来にわたる調和のとれた発展を促進すること
- ③ メディウナ幹線道路整備計画への配慮をすること

などの観点に重点を置いて評価を行った。評価項目としては表4.5に示すように各代替案の財務的および社会的指標を設定した。

メディウナ幹線道路整備計画については、カサブランカ都市計画の一環として、本件調査と平行してモロッコ政府により検討されていたが、MRTの建設にあたっては、メディウナ幹線道路整備計画に対する配慮に大きなウェイトを置くものとするモロッコ政府の方針が明確になったものである。

- (1) この方針に従った観点からは、A-4' およびBルート各案が優位にあり、他案は劣る。
- (2) (1)で優位にあるA-4' およびBルート各案について財務的評価を行うと、A-4'、B-5案が優位である。
- (3) A-4'、B-5案に関する社会的評価においてA-4'案が優れている。
- (4) 総利用人員においてA-4'案がB-5案に比し極めて優れている。

以上の評価結果から、カサブランカ市に導入すべきMRTの最適案としては

A-4'案

を選定する。

表4.4 代替案の概要表(7案)

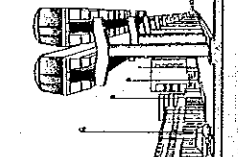
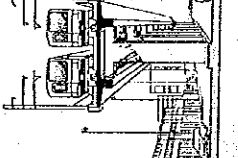
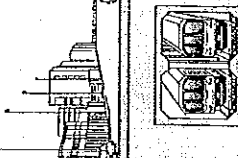
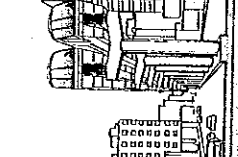
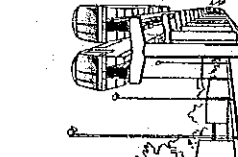
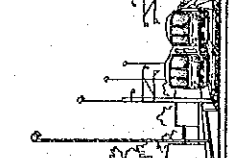
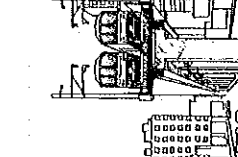
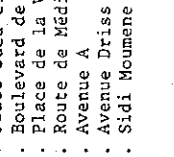


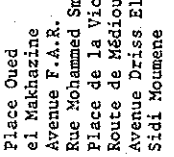
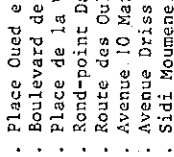
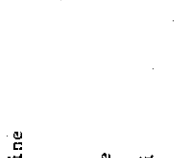
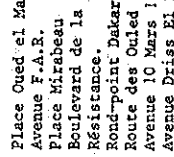
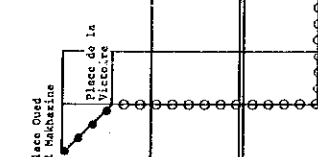
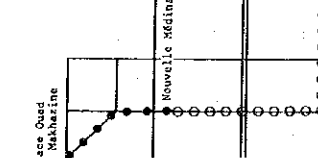
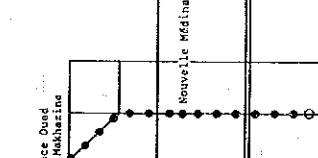
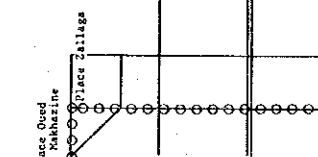
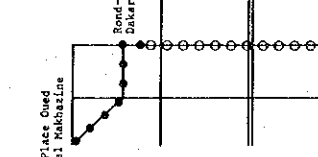
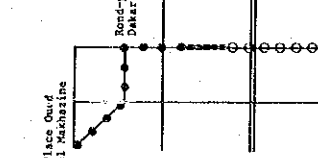
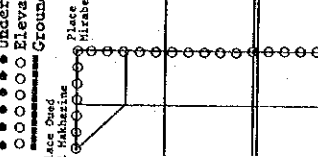
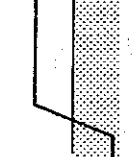
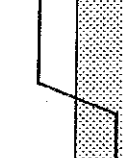
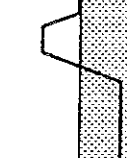
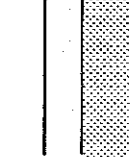
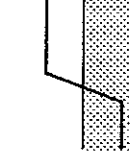
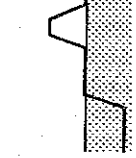
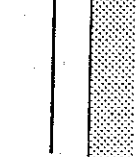
A-2 Monorail	A-4 Rubber tire railway	A-4' Steel wheel railway	A-6 Monorail	B-1 Monorail	B-1' Steel wheel railway	B-5 Steel wheel railway
 <ul style="list-style-type: none"> • Place Oued el Makhazine • Boulevard de Paris • Place de la Victoire • Route de Médiouna • Avenue A • Avenue Driss El Harti • Sidi Moumene 			 <ul style="list-style-type: none"> • Place Oued el Makhazine • Avenue F.A.R. • Rue Mohammed Smiha. • Place de la Victoire. • Route de Médiouna • Avenue Driss El Harti • Sidi Moumene 	 <ul style="list-style-type: none"> • Place Oued el Makhazine • Boulevard de Paris • Place de la Victoire • Rond-point Dakar • Route des Ouled Ziâne • Avenue 10 Mars 1982 • Avenue Driss El Harti • Sidi Moumene. 		 <ul style="list-style-type: none"> • Place Oued el Makhazine • Avenue F.A.R. • Place Mirabeau • Boulevard de la Résistance. • Rond-point Dakar • Route des Ouled Ziâne • Avenue 10 Mars 1982 • Avenue Driss El Harti • Sidi Moumene
						
						
						

表4.5 代替案の評価結果

代替案	A-2	A-4	A-4'	A-6	B-1	B-1'	B-5	
システム	モノレール	ゴム輪鉄道	鉄輪鉄道	モノレール	モノレール	鉄輪鉄道	鉄輪鉄道	
走行レベル	地下+高架	地下+高架	地下+高架	高架	地下+高架	地下+高架	高架	
路線延長 (km)	15.2 (1.9+13.3)	15.2 (3.3+11.9)	15.2 (7.0+2.2+6.0)	15.9	12.7 (2.9+9.8)	12.7 (3.9+4.0+4.8)	13.2	
路線人口(千人)	1,700	1,700	1,700	1,700	1,100	1,100	1,100	
[比率] 総利用人員(百万人)	[100] 2,271	[100] 2,271	[100] 2,271	[100] 2,271	[65] 1,466	[65] 1,466	[65] 1,466	
メディウナ幹線道路整備計画への支障	有	有	無	有	無	無	無	
財務的指標	総収入 (百万DH)	(6,812) 1,993	(6,812) 1,993	(6,812) 1,993	(6,812) 1,993	(4,399) 1,289	(4,399) 1,289	
	総費用 (百万DH)	(3,852) 2,221	(4,026) 2,335	(3,894) 2,303	(3,685) 2,077	(3,201) 1,894	(2,577) 1,481	
	建設費 (百万DH)	(2,245) 1,752	(2,376) 1,860	(2,437) 1,912	(2,057) 1,605	(2,001) 1,562	(1,758) 1,380	
	管理運営費 (百万DH)	(1,607) 469	(1,650) 475	(1,457) 391	(1,628) 475	(1,200) 332	(1,084) 298	
	収入・費用比	0.90	0.85	0.87	0.96	0.68	0.77	0.87
	財務的評価	○	○	○	●	△	△	○
社会的指標	景観	○	○	●	○	○	△	
	環境・騒音 ・日照阻害 ・ブライバシー	● ● △	● ● ○	● ● ●	○ ● △	○ ● ●	● ● ●	△ ● ○
	既存交通機関との連絡 ・鉄道 ・バス	○ ○	○ ○	○ ○	● ●	○ △	○ △	● ○
	道路交通への支障	●	○	●	●	●	○	●
	社会的評価	△	△	●	○	○	△	△
最 適 案			★					

【注】 1. 沿線人口は2005年時点の人口 2. 総利用人員及び管理運営費は30年間(1993~2022)の合計 3. 価格は1986年価格、()は名目価格

5. 建設計画

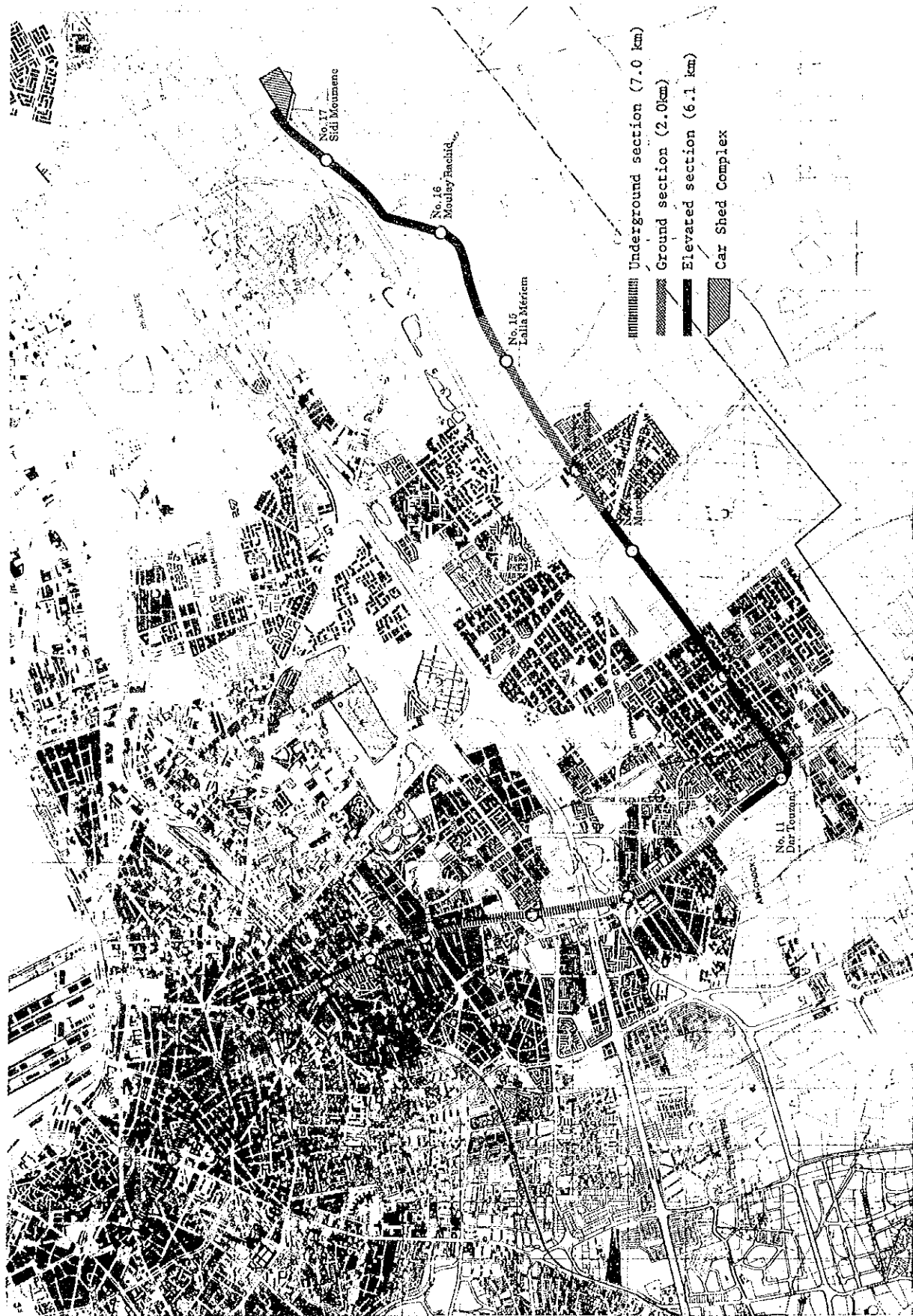
最適案に対する施設および設備の建設計画は次のとおりである。

5.1 ルート

精査した結果、確定した最適案のルートを図5.1に、またその概要を表5.1に示す。

表5.1 路線の概要

地域区分	マガジン広場～ 高速道路(RP35)	高速道路(RP35)～ ダルツザニ	ダルツザニ～ 国道106号	国道106号～ シティ・モーメン
主要経過地	マガジン広場 バリ通り ララ・ヤクト通り ピクトワール広場 メディアウナ通り 高速道路(RP35)	高速道路(RP35) 主要道路7号線沿線西側 の緑地 ダルツザニ	ダルツザニ ドリス・ハルティ通り 市場前 ベン・ムシック県庁横 ハッサンII大学前 国道106号	国道106号 N通り(計画道路) 採石場跡
走行レベル	地下	地下+高架	地平+高架	高架
路線延長(Km)	5.4(すべて地下)	2.2(地下1.6+高架0.6)	5.8(地平2.0+高架8)	1.7(全線高架)
駅数	9(すべて地下駅)	2(地下駅1+高架駅1)	5(地平駅2+高架駅3)	1(高架駅)
最小曲線半径 (m)	200	100	200	200
最急勾配%	34.5	39.2	37.5	40.0
記 事	<ul style="list-style-type: none"> すべて地下走行となり道路交通を妨げない。 メディアウナ幹線道路整備計画を妨げない。 レジスタンス通りおよびエル・フィグ通りに埋設された大型下水渠、さらにONCF、高速道路RP35を下側で交差するためトンネルの土被りが大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> 主要道路7号線に沿う緑地(V17計画)を地下走行し、ダルツザニ付近で高架に移るので、V17計画の一部変更を要する。 高架区間の用地の確保および家屋移転(ガソリンスタンド)を要する。 	<ul style="list-style-type: none"> 3月10日通り付近からハッサンII大学付近までの2km間が地平走行区間となる。 地平走行区間の道路は上りと下りの車線の路面差が約2mあるので、交差道路の処理には設計上の注意が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 計画中のN通り上に路線を設定しているため、関係機関との詳細な協議を要する。 車両基地としては、採石場跡地が最適である。



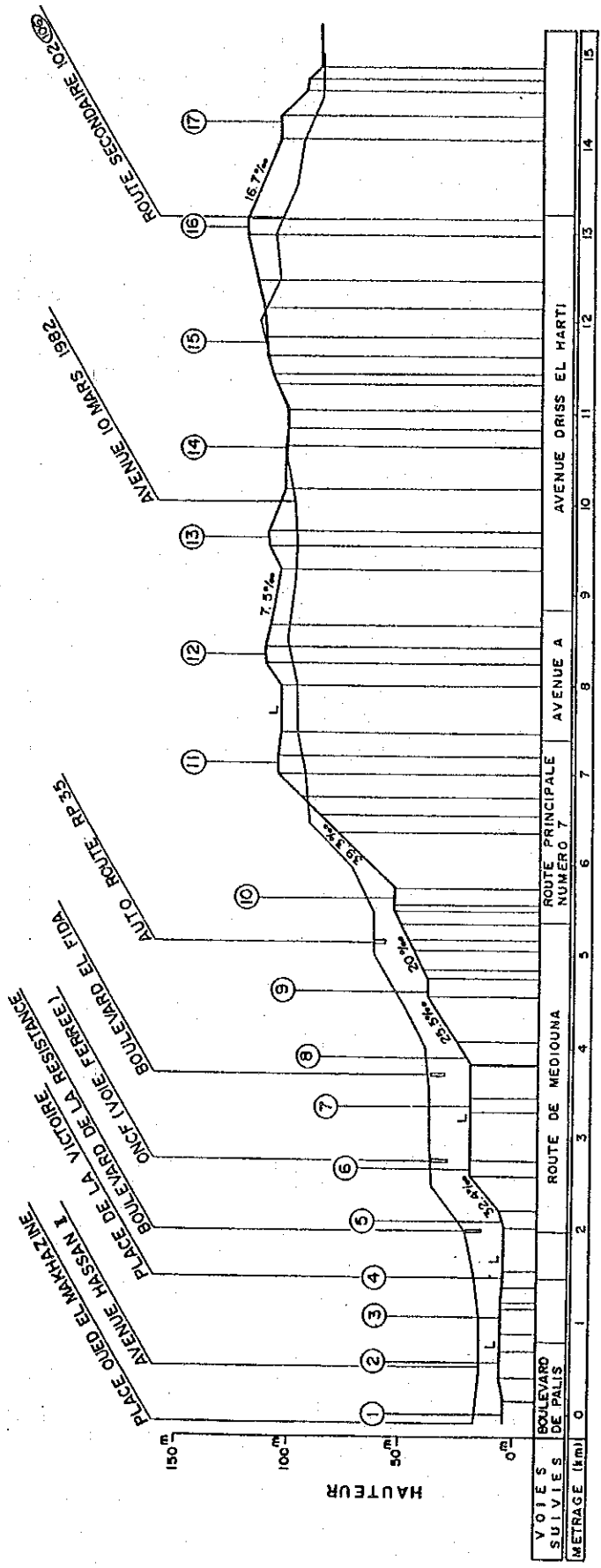


図5.1 最適案の路線図

5.2 輸送計画

輸送需要および確定されたルートの線形に基づき、策定した輸送計画の概要を表5.2に示す。

表5.2 輸送計画概要

項目	年次	1993	1995	2000	2005
終日利用人員 (千人/日)		192.2	196.8	200.9	205.2
ピーク時最大断面交通量 (人/時)		8,590	8,890	9,150	9,420
閉そく方式		自 動			
最高運転速度 (km/h)		80			
運 転 時 分	下り 上り	30'00" 29'30"			
表 定 速 度 (km/h)		28.4			
ピーク時列車本数 (片道) (本/時)		12	12	13	14
ピーク時運転時隔		5'00"	5'00"	4'40"	4'20"
総列車本数 (本/日)		152	152	160	176
ピーク時乗車効率 (%)		186	193	183	175
必要車両数 (両) (編成数)		64 (16)	64 (16)	68 (17)	72 (18)

注 1) 列車運転時間帯は 5時～23時とする。

注 2) 停車時分は各駅で 30 秒とする。

5.3 車両計画

輸送需要、路線線形等の現地の状況を考慮して、このプロジェクトに採用する車両の性能および主要諸元は、表5.3に示すとおりである。また、車両の外観図を図5.2に示す。

表5.3 車両の性能および主要諸元

項 目	内 容
1. 車両性能 <ul style="list-style-type: none"> • 最高速度 • 加速度 • 減速度(非常) 	80 km/h 3.0 km/h/sec 3.0(3.5) km/h/sec
2. 車両編成	2 M 2T (Tc・M・M・Tc)
3. 車両寸法(L x W x H)	16m x 2.6m x 3.5m
4. 乗車人員 <ul style="list-style-type: none"> • 定員 (立席: 0.35㎡/人) • 最大乗車人員(立席0.1㎡/人) • 最大乗車効率 	96人/両 236人/両 246%
5. 自重	M車: 約 29 ton、Tc車: 約 26 ton
6. 車 体	ステンレス軽量構造
7. 集電方式	パンタグラフ
8. 制御方式	VVVFインバータ制御
9. ブレーキ方式	回生制動併用電気指令空気ブレーキ (保安ブレーキ付き)

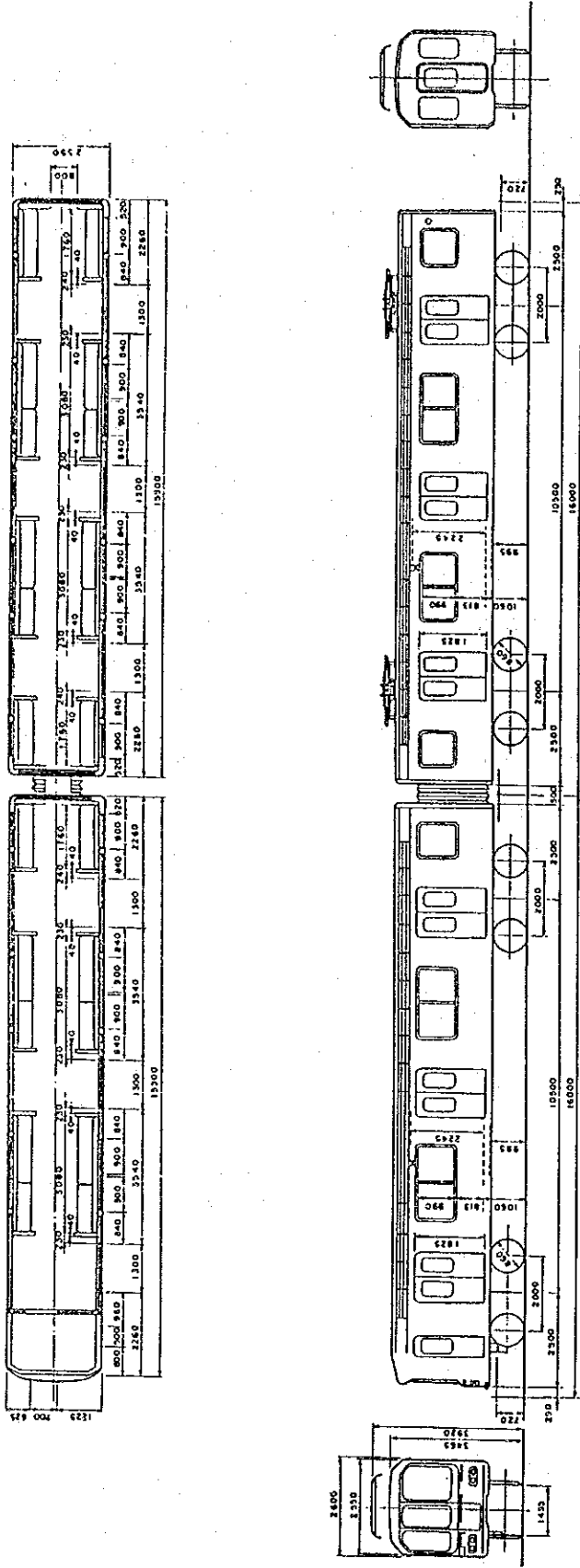


图5.2 車兩一般図

5.4 施設および設備計画

(1) 建設基準

MRT建設にあたっての建設基準は表5.4のとおりとする。

表5.4 建設基準案

項 目	内 容	記 事
1. 軌間	1,435mm	
2. 曲線		
1) 最小平面曲線半径		
• 本線	200mm	但し、やむを得ない場合は100mm 10番分岐の曲線半径を考慮する
• 本線分岐に付帯するもの	185mm	
• 乗降場に沿うもの	500mm	但し、やむを得ない場合は100mm 8番分岐の曲線半径を考慮する
• 側線	125mm	
• 側線分岐に付帯するもの	118mm	
2) 緩和曲線長	L1= 0.6 C L2=0.008 C V L3=0.009 C d V	三次曲線を採用する C；カント(mm)、V；列車速度(km/h) C d；カント不足量(mm)
3) 緩和曲線間の直線距離	16m	車両長と同じとする
4) カント	$C = 11.3 V^2 / R$	最大カント量は140mm カント不足の最大値は60mm R；曲線半径(m)
5) 最小縦断曲線半径	3,000m	やむを得ない場合は2,000mm可 勾配変化が1%以下では無考慮
3. 勾配		
1) 最急勾配		
• 本線	40/1,000	
• 停車場構内	10/1,000	
• 側線	40/1,000	
4. 軌道構造	砂利道床	
1) 道床厚	200mm	
2) 軌道中心間隔	3,200mm	

(2) 土木構造物

本路線は地下部、地平部、高架部があり、従って構造物がバラエティに富んでいる。

図5.3に地下部と高架部における代表的な構造物の概略図を示す。

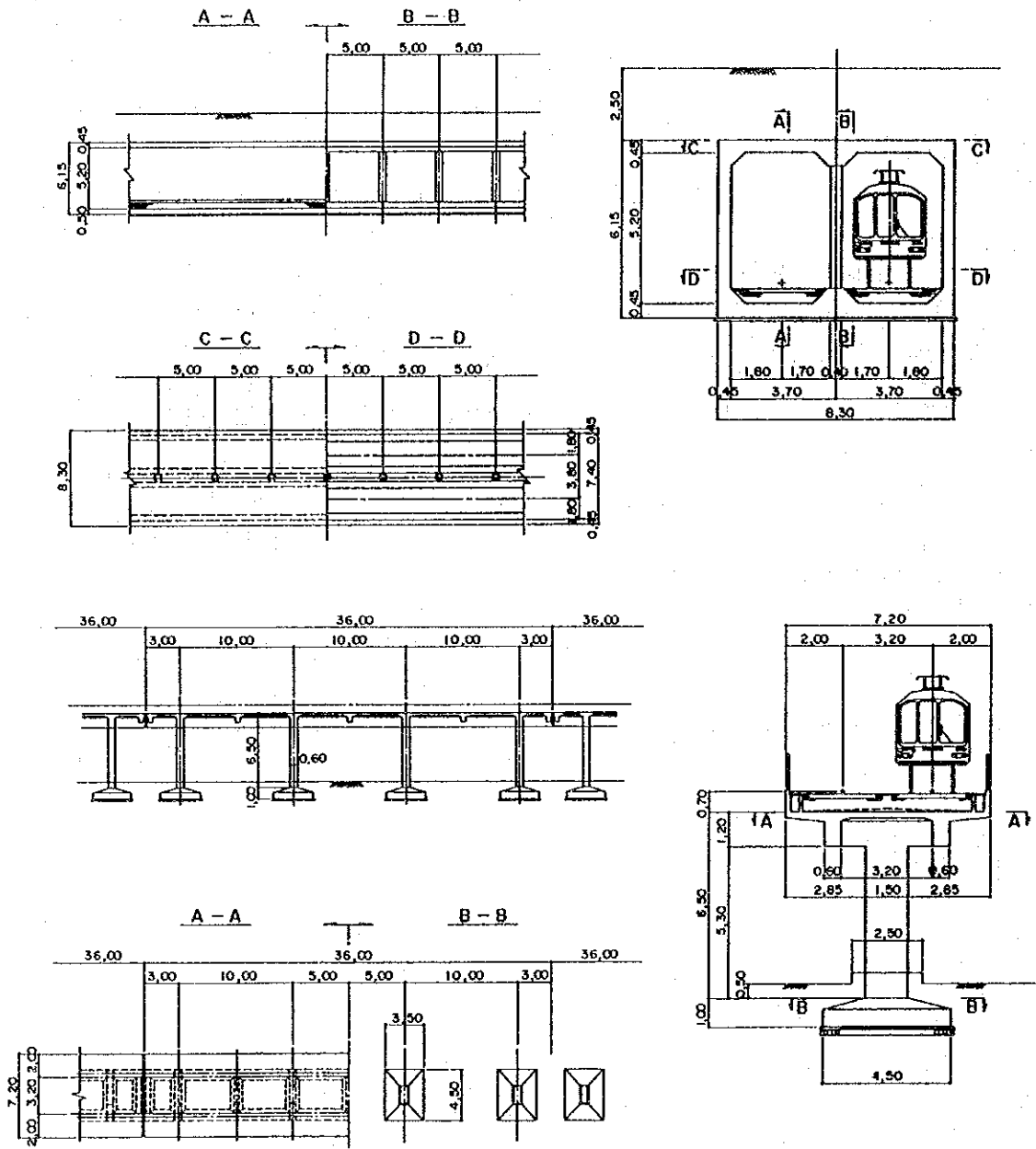


図5.3 土木構造物一般図

(3) 駅施設

駅舎の規模は2005年の駅別乗降人員の推計値に基づき分類した結果、次のとおりである。

大駅 第2駅、第10駅、第11駅、第16駅

標準駅 上記以外の駅

乗降場形式は相対式ホームを基本とし、始点駅、終点駅、地平駅のみ島式ホームとする。ホーム幅員は相対式ホームは片側あたり大駅で5m、標準駅で4mとし、島式ホームは6mとする。

始点駅から第10駅までの地下駅のうち、第5駅から第8駅までは地表から深い位置にあるため、エレベーター設備を設置する。

代表的な地下駅および高架駅の断面図を図5.4に、地下駅舎の平面図を図5.5に示す。

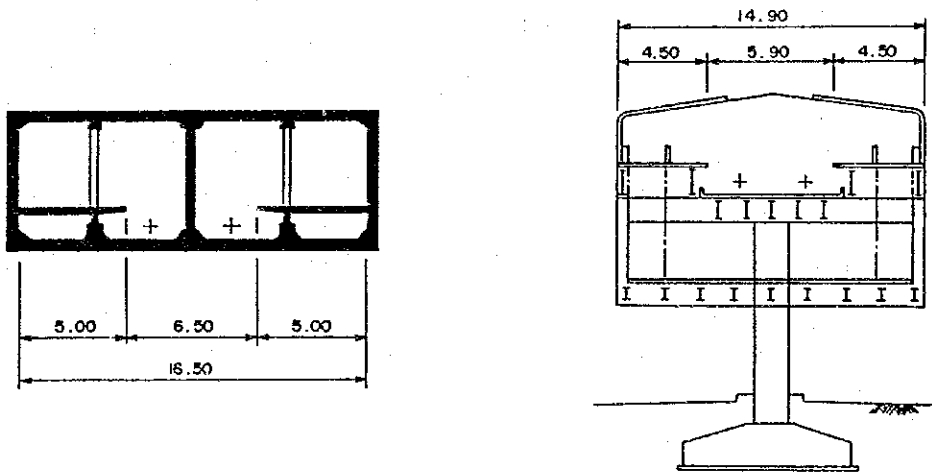


図5.4 駅の断面図

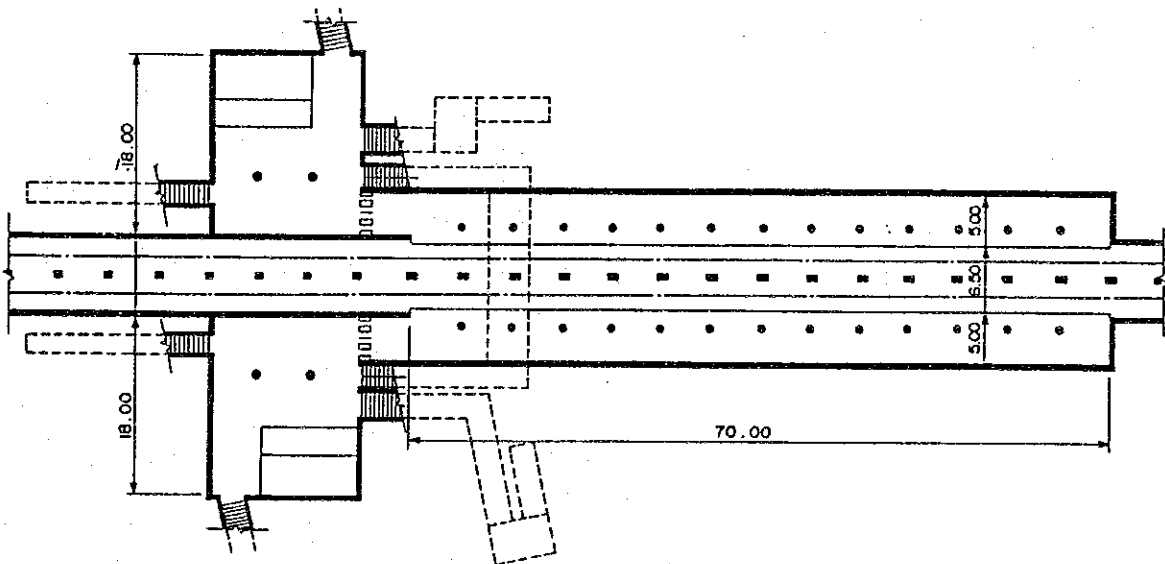


図5.5 地下駅平面図

(4)電気設備

電気設備の概要は表5.5に示すとおりである。

表5.5 電気設備の概要

区 分	項 目	内 容	記 事
変電所設備	き電方式 受電電力	DC1,500V 20KV 3相 50HZ 2回線	変動範囲IEC38 による RAD より個別に受電
電車線設備	架空単線式 トンネル区間 明かり区間	剛体架線 シンプルカテナリー	
配電設備	配電変圧器 配電線	6.6KV 3相 2 回線	両端の変電所に設置 各駅、信通設備に供給
信号設備	地上信号方式 ATS CTC 踏切保安装置	複線自動閉そく方式 PRC対応	中央装置は基地に設置 地平区間
通信設備	列車無線設備 指令電話設備	トンネル区間はLCX 明かり区間は空間波 運転指令、電力指令	

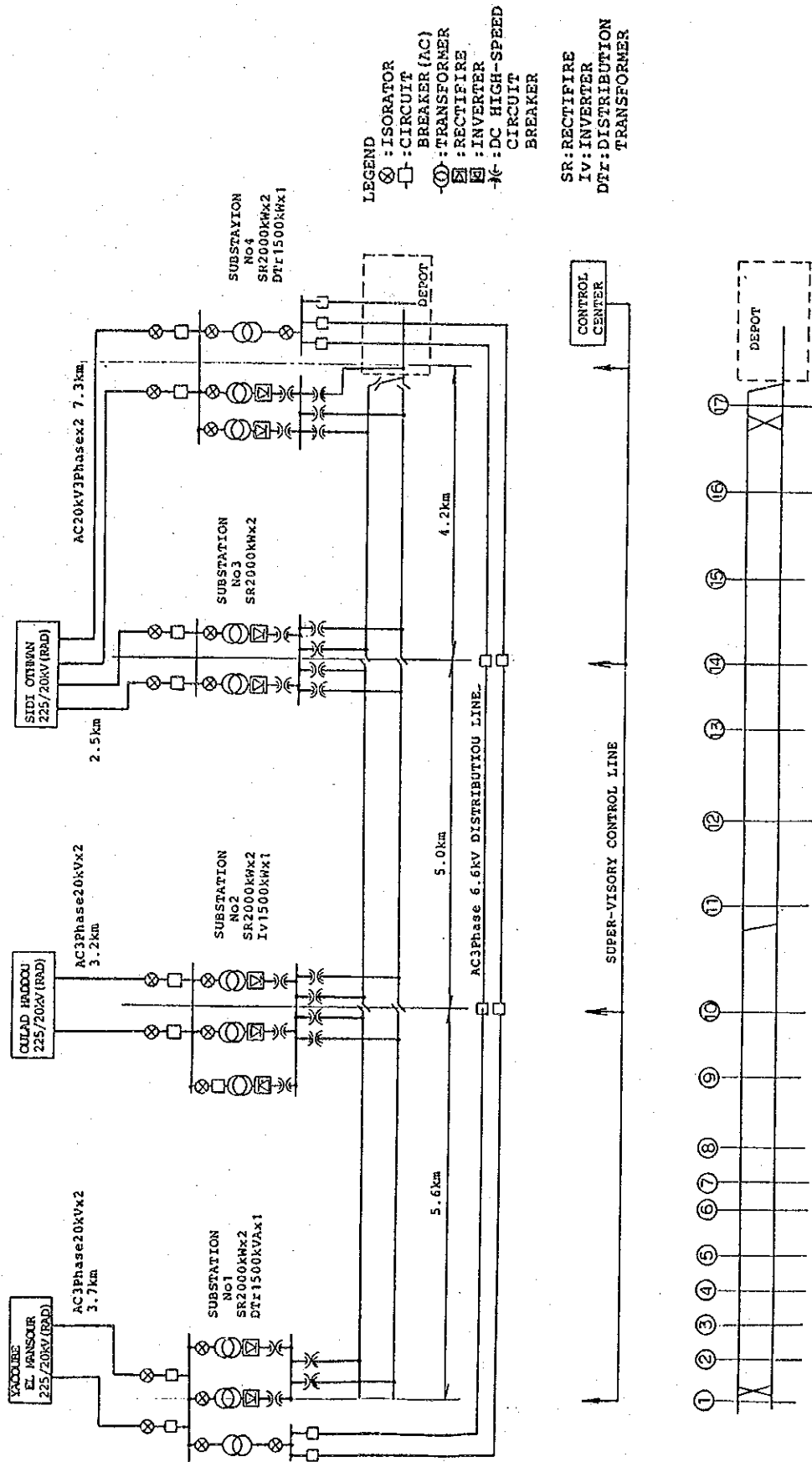


図5.6 電力系統図

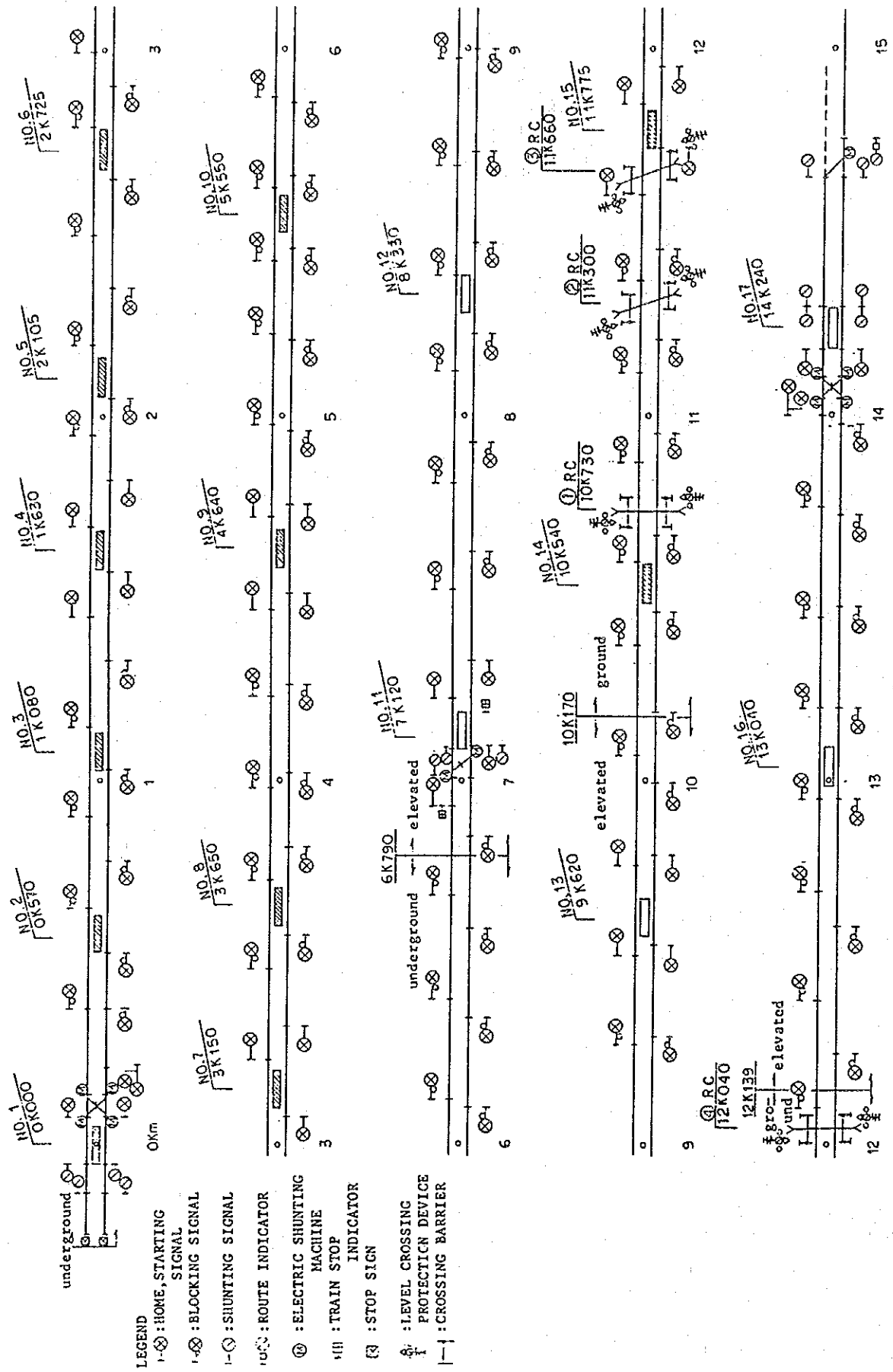


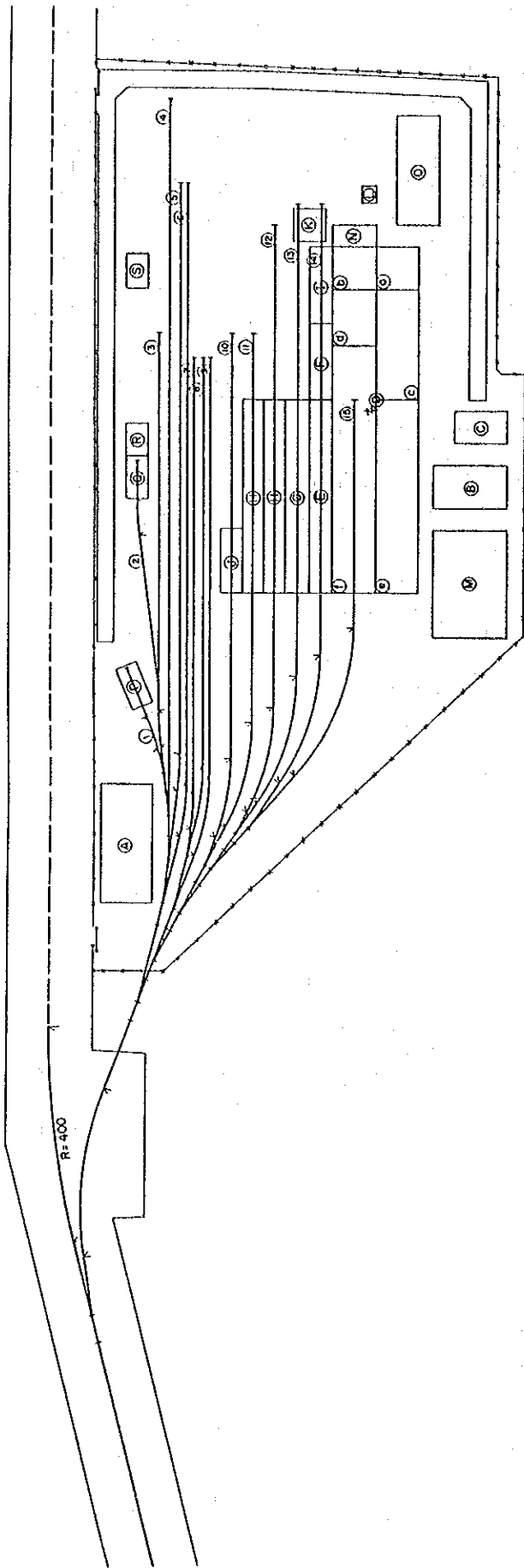
图5.7 信号設備概要图

(5) 車両基地

車両基地の概要は表5.6に示すとおりである。

表5.6 車両基地の概要

項 目	内 容
1. 位 置	シディ・モーメン区の採石場跡地
2. 規 模	敷地面積： 70,000 ㎡ 建物面積： 18,000 ㎡
3. 車両配置両数	開 業 時： 64両 (16編成) 2005年： 72両 (18編成)
4. レイアウト	図 5.8参照



(A)	Headquarters building
(B)	General maintenance personnel office
(C)	Material store
(D)	Main workshop
(E)	Formation test room
(F)	Extraordinary repair place
(G)	Monthly inspection shed
(H)	Daily inspection shed
(I)	Carbody painting shop
(J)	Wheel reprofiling room

(K)	Traverse
(L)	Oil storage room
(M)	Substation
(N)	Power supply room
(O)	Machinery workshop
(P)	Shunting engine storage room
(Q)	Maintenance car shed
(R)	Tracks and electric facilities maintenance personnel office
(S)	Drainage treatment place

(1)	Shunting engine storage track
(2)	Work car storage track
(3)	Material track
(4)	Test run track
(5)	Storage tracks
(6)	Wheel reprofiling track
(7)	Daily inspection track
(8)	Car cleaning track
(9)	Monthly inspection track
(10)	Painting track
(11)	Dismantling & dismantling track

(12)	Electronic devices repair room
(13)	Parts repair room
(14)	Electric coxing machine repair room
(15)	Electrical machine repair shop
(16)	Boiler repair shop
(17)	Disassembling & dismantling place, carbody repair shop

图5.8 车辆基地平面图

5.5 管理・運営計画

(1) 運営主体のあり方

MRTは公共的、社会的役割が極めて高く、適正なサービス・レベルが維持されるときに、現在の主要交通手段であるバス輸送との整合性を保つことが必要である。

このような観点から、MRTの運営主体は、大カサブランカの公的な機関として設立することが適切であると考えられる。

(2) 要員計画

輸送需要を基礎とする輸送計画案から査定される要員数は次のとおりである。

組 織		職 員 数	
非現業	役 員 総務部 運輸部 工務部	2 32 24 22	80名
現 業	駅 転 運 転 車両保守 施設保守 電気保守	263 100 48 42 22	475名
			計555名

(3) 管理・運営費

日本国内の民営鉄道における実績とモロッコ国の現況を考慮し、査定される代表年度の管理・運営費は、次のとおりである。

年 度	1993	1995	2000	2005
管理・運営費 (百万DH/年)	39.9	40.0	41.2	43.2

5.6 実行計画

本プロジェクトにおいては早期完成の必要性に鑑み、工事請負契約方式を比較的工期を短縮できるターンキー方式とすることを前提として実行計画を策定した。

(1) 建設費および投資計画

MRT建設に必要な建設費は表5.6のとおりであり、年次別の投資計画を表5.7に示す。

但し、建設費を算定するにあたっては、次の項目を前提とした。

- ・ 輸入資機材に対する関税およびモロッコ国内における付加価値税は含まない。
- ・ 技術経費および予備費を含む。
- ・ 算定年次は1986年とする。
- ・ 国内で調達できるものは極力内貨とし、それ以外のものを外貨とする。
- ・ 輸入資機材についてはCIF価格とする。

表5.7 建設費内訳表

(単位：百万DH)

項 目	内 貨	外 貨	合 計
1. 土木・建築費	833.0	344.5	1,177.5
2. 電気・機械費	90.2	163.4	253.6
3. 車 両 費	3.6	465.9	469.5
4. 車両基地費	132.2	143.7	275.9
5. 技術経費	20.6	168.0	188.6
6. 予 備 費	157.2	24.0	181.2
合 計	1,236.8 (49%)	1,309.5 (51%)	2,546.3 (100%)

1986年価格

表5.8 建設費年次別投資額

その1

(単位：百万DH)

年	1988			1989			1990			1991		
	内 貸	外 貸	計	内 貸	外 貸	計	内 貸	外 貸	計	内 貸	外 貸	計
1.土木・建築費				168.7	42.3	211.0	322.1	147.3	469.4	342.2	154.9	497.1
2.電気・機械費					11.1	11.1	0	0	11.1	30.1	86.3	116.4
3.車両費					0.4	0.4	51.8	51.8	52.2	1.2	155.3	156.5
4.車両基地費				5.0		5.0	23.6	3.7	27.3	68.6	77.5	146.1
本体小計				173.7	42.3	216.0	357.2	202.8	560.0	442.1	474.0	916.1
5.技術経費		51.0	51.0	7.7	52.5	60.2	5.4	20.5	25.9	5.0	27.4	32.4
6.予備費				27.3	0.8	28.1	57.5	1.1	58.6	64.2	9.1	73.3
合 計		51.0	51.0 (2.0%)	208.7	95.6	304.3 (12.0%)	420.1	224.4	644.5 (25.3%)	511.3	510.5	1,021.8 (40.1%)

表5.8 建設費年次別投資額

その2

(単位：百万DH)

年 項目 資金区分	1992			1999			2004			合計		
	内 貸	外 貸	計	内 貸	外 貸	計	内 貸	外 貸	計	内 貸	外 貸	計
1. 土木・建築費										833.0	344.5	1,177.5
2. 電気・機械費	49.0	77.1	126.1							90.2	163.4	253.6
3. 車両費	1.6	207.0	208.6	0.2	25.9	26.1	0.2	25.9	26.1	3.6	465.9	469.5
4. 車両基地費	35.0	62.5	97.5							132.2	143.7	275.9
本体小計	85.6	346.6	432.2	0.2	25.9	26.1	0.2	25.9	26.1	1,059.0	1,117.5	2,176.5
5. 技術経費	2.5	12.0	14.5		2.3	2.3		2.3	2.3	20.6	168.0	188.6
6. 予備費	8.2	13.0	21.2							157.2	24.0	181.2
合計	96.3	371.6	467.9 (18.4%)	0.2	28.2	28.4 (1.1%)	0.2	28.2	28.4 (1.1%)	1,236.8	1,309.5	2,546.3 (100%)

(1986年価格)

(2) 作業行程

準備作業およびMRT建設工事の行程は表5.9に示すとおりであり、プロジェクト開始から営業開始まで5年を要する。また、工事の最盛期は建設費総額の約40%を投入する第4年次となる。

表5.9 実行計画案

項目	年 準備	第1年次	第2年次	第3年次	第4年次	第5年次	記 事
A. 準備作業							契約はターンキー方式とする モロッコ国で行う
A-1 入札準備	太線						
A-2 入札および契約		太線					
B. 測量および詳細設計		細線	細線				
C. 用地取得および補償		細線	細線				
D. 土木工事							
D-1 土木構造物			太線	太線	太線		
D-2 軌道			太線	太線	太線		
D-3 駅構造物			太線	太線	太線		
D-4 車両基地			太線	太線	太線		
D-5 その他					太線		
E. 電気・機械設備工事							
E-1 変電所				細線	細線		
E-2 電力				細線	細線		
E-3 信通				細線	細線		
E-4 機械設備(駅)				細線	細線		
F. 車両						細線	64両、但し2000年に 2005年に4両を投入
G. 試運転						細線	
H. 経営主体設立準備 および教育訓練							
H-1 経営主体の設立	太線						
H-2 規則・規約の設定		太線					
H-3 職員の雇用		細線	細線	細線	細線		
H-4 教育および訓練		細線	細線	細線	細線		
I. バスルートの再編成					細線		
J. 財務計画						細線	▲開業

注) 細線は資機材の準備等、太線は工事等の実施を示す

6. 経済分析

EIRRの算定

ケース別にEIRRを算定した結果は以下のとおりである。

項目	基本ケース	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6
成長率	3%	2%	4%	3%	3%	3%	2%
運賃	3DH	3DH	3DH	2DH	4DH	3DH	3DH
建設費						+10%	+10%
EIRR	9.2%	8.6%	9.8%	8.8%	9.4%	8.3%	7.8%

感度分析

成長率、輸送量、建設費の変化に対するEIRRの弾性値は以下のとおりであるが、EIRRに対する感度は建設費が極めて高く、経済成長率、輸送量は低い。

項目	弾性値
経済成長率	0.193
輸送量	0.136
建設費	1.052

評価

以上の結果より、本プロジェクトのEIRRは基本ケースにおいて9.2%、最も低いケースでも7.8%であり、Withoutにおける将来の道路施設整備に係わる費用が分析対象から除外されており、費用節約便益が計算値以上に期待できること、および利用対象が旅客だけしかない都市内鉄道は一般鉄道に比べて便益が少ないという特性を考慮すれば、十分にフィージブルであるといえる。

また感度分析の結果、建設費の弾性値が1.052と大きく、建設費の増加が本プロジェクトのフィージビリティに大きな影響を及ぼすこととなるので、プロジェクトの実施にあたっては建設費の節減およびコスト・オーバーランの防止に特に留意する必要がある。

7. 財務分析

本プロジェクトのFIRRは基本ケースにおいて4.3%、最も低いケース2で2.4%である。従って、借入資金に関する平均コスト（合成金利）が4.3%以下の資金調達を行わなければならない。

FIRRに関する感度分析の結果は以下のとおりであるが、運賃、建設費ともFIRRに対する感度は極めて高い。

項目	弾性値
運賃	1.123
建設費	1.654

感度分析の結果、基本ケースに対して建設費の弾性値が1.654と大きく、建設費の増加がEIRRの値を大きく低下させることとなる。従って、プロジェクト実施にあたっては建設費の節減およびコスト・オーバーランの防止に特に留意する必要がある。

本プロジェクトの資金調達としては、

外貨ポーション：借入金利＝4%、内貨ポーション：全額政府出資金

のケースのみが財務的にフィージブルになる可能性を有している。

財務分析結果（DSCRが1.0を下回らないケース）

	基本ケース	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4
運賃	3DH	2DH	4DH	3DH	4DH
建設費	——	——	——	+10%	+10%
FIRR	4.3%	2.4%	5.6%	4.1%	4.9%
資金調達ケース a					
資金調達ケース b	○：8.5		○：10.7		
資金調達ケース c					
資金調達ケース d			□：4.5		
資金調達ケース e	○：8.5	□：4.0	○：10.7	○：7.4	○：9.5
資金調達ケース f	□：5.5		□：7.7	□：4.2	□：6.5

【凡例：○：短期借入金を必要としないケース
 □：短期借入金を必要とするケース
 8.5：DSCR=1となる外貨金利

結論

財務分析の結果、本プロジェクトは以下の条件の下に財務的にフィージブルである。

- ① 外貨ポーションについて、借入金利4%以下の資金導入が可能なこと
- ② 内貨ポーションについて、全額政府出資金の調達が可能なこと

感度分析の結果、この条件の下では運賃を2DHに据え置いた場合、あるいは建設費が10%上昇した場合においてもフィージブルである。

なお、運賃水準を3DH以上に確保しうるならば、

- ① 外貨借入金利に関して最大7.4%までの許容

あるいは

- ② 内貨ポーションの半額までの有償資金の導入

のいずれかの条件が可能となる。

LIB