

12.5.4 信号設備

カサブランカ市に導入されるMRTに対する信号設備計画は、鉄車輪システムにより、地下部、地平部および高架部を走行するものとして、以下の設備を計画する。

図12.5.3に、本線区間の信号設備の概要を示す。

(1) 閉そく方式

軌道回路短絡方式による複線自動閉そく式とする。

(2) 信号装置

地上信号機、合図器および標識等を次のとおり設備する。

(a) 地上信号機

- 1 場内信号機 No1, No4, No7, No9, No11, No13, No15の各駅
- 2 出発信号機 No1, No4, No7, No9, No11, No13, No15の各駅
- 3 閉そく信号機 上記の各駅間区間
- 4 入換信号機 No1, No11, No17の各駅および車庫

(b) 合図器、標識等

- 1 出発合図器 各駅
- 2 自動識別標識 各閉そく信号機
- 3 車両停止標識 No11駅
- 4 車どめ標識 No1駅および車庫
- 5 進路表示機 No17駅および車庫

地下部における場内または出発信号機、閉そく信号機および入換信号機の取り付け構造をテクニカルレポート図4.9、図4.10および図4.11に示す。

また、地上部における入換信号機、進路表示機の取り付け構造をテクニカルレポート図4.12に示す。

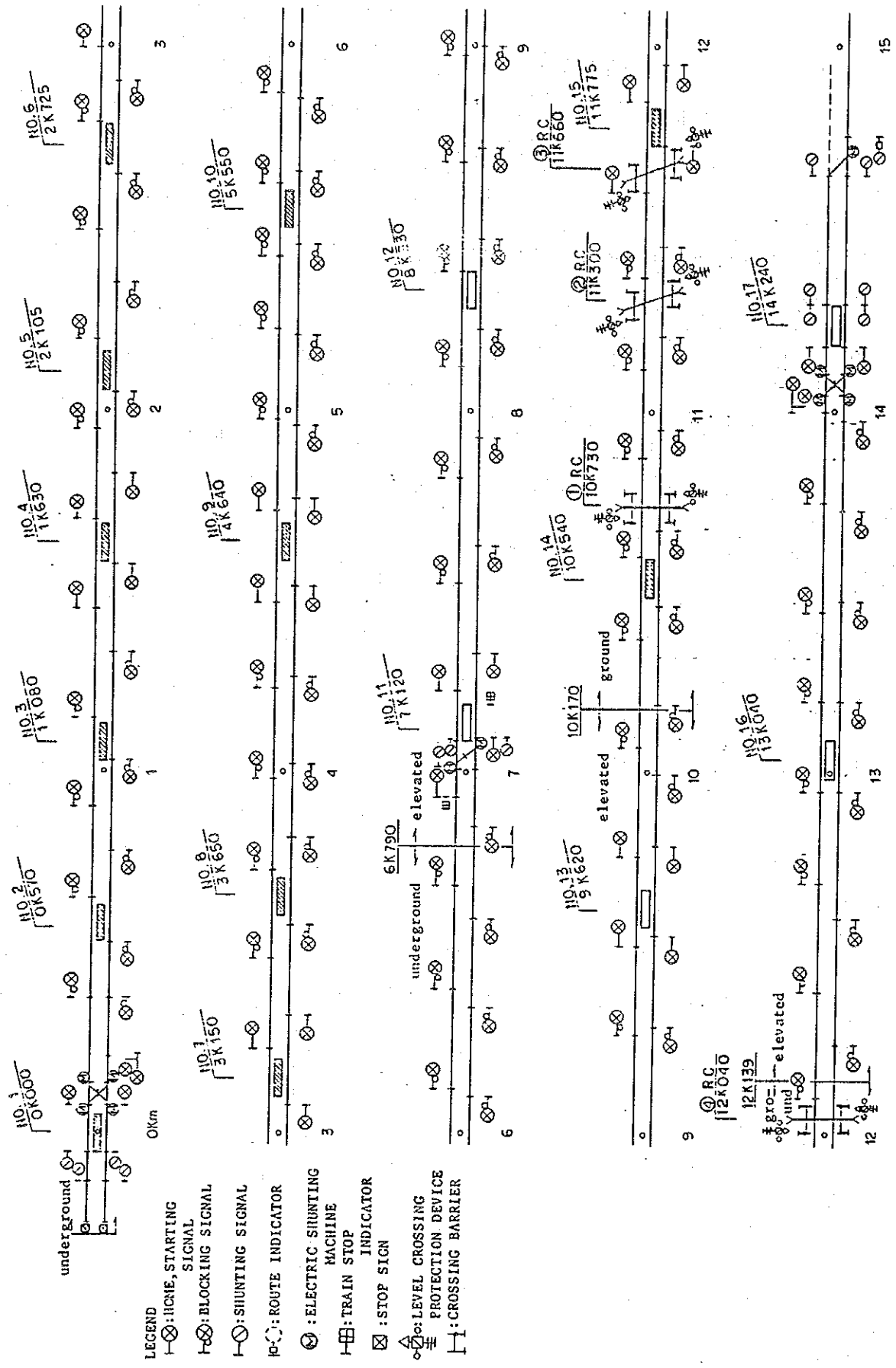


Fig. 12.5.3 Signalling Facility Plan

(3) 軌道回路

交流軌道回路(商用周波軌道回路)を本線区間および車庫線に設備する。本線区間の軌道回路、約130箇所は複軌条式とし、入出庫線および車庫線の軌道回路約36箇所は複軌条式または単軌条式とする。

図12.5.4に複軌条式軌道回路、図12.5.5に単軌条式軌道回路の基本構成を示す。またインピーダンスボンドの設置方法を、テクニカルレポート図4.13に示す。

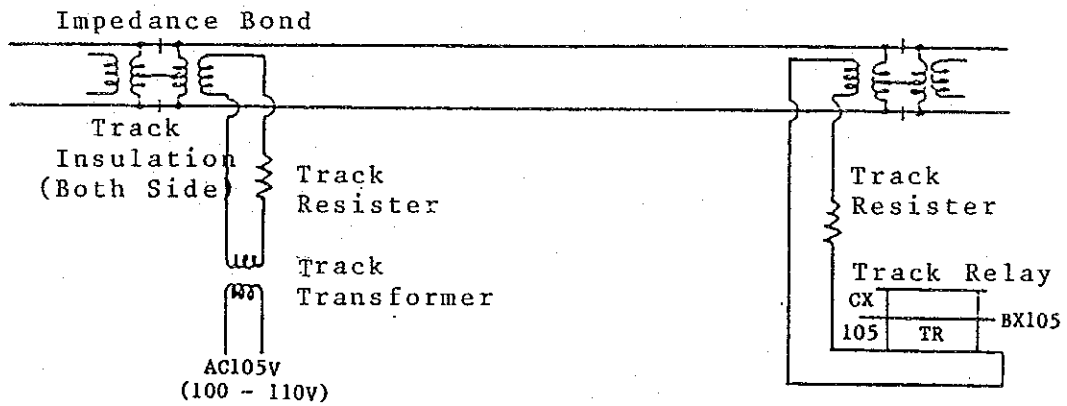


Fig. 12.5.4 Double Rail Track Circuit

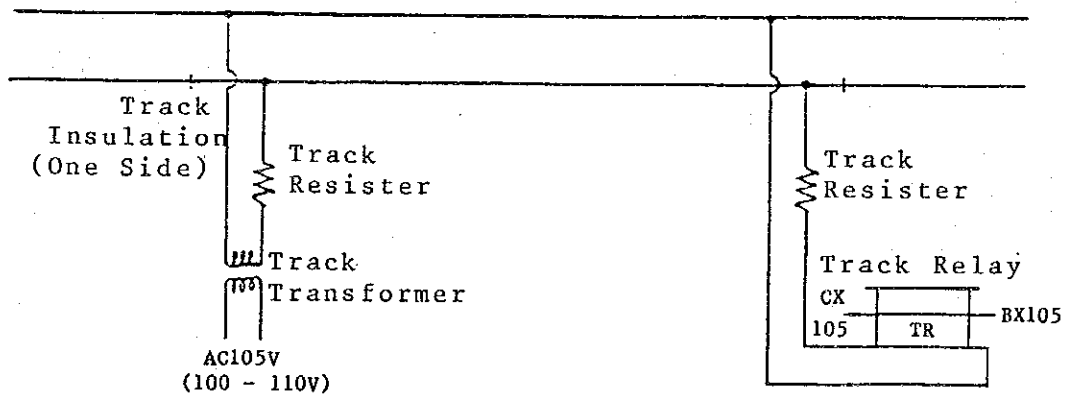


Fig. 12.5.5 Single Rail Track Circuit

(4) 転てつ機

交流電気転てつ機を、No1, No11, No17の各駅および車庫線に設備する。

交流電気転てつ機取り付け構造を、図12.5.6に示す。

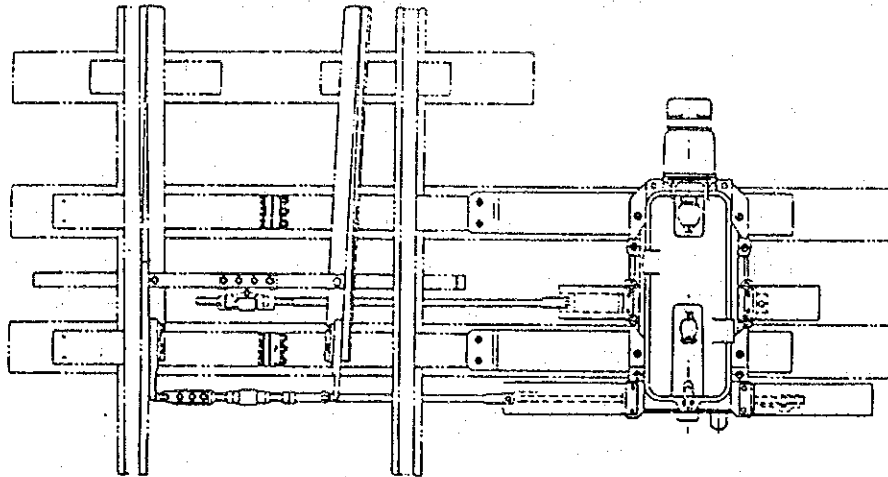


Fig. 12.5.6 AC Electric Shunting Machine Installation

(5) 連動装置

No1, No11, No17の各駅には第1種電気継電連動装置を設備する。なお前記の各駅に設けられる連動装置はPRC装置およびCTC装置によりセンター(管理棟)より遠隔制御される。また進路数の多い車庫の連動装置は電子連動装置とする。

(6) 自動列車停止装置(ATS)

場内信号機、出発信号機、閉そく信号機、および本線上の入換信号機には、地上点制御式、車上連続速度照査式ATSを設備する。なお、入出庫線および車庫内の入換線、留置線についても必要により入換信号機にATSを設備する。

図12.5.7にATSの構成を示す。

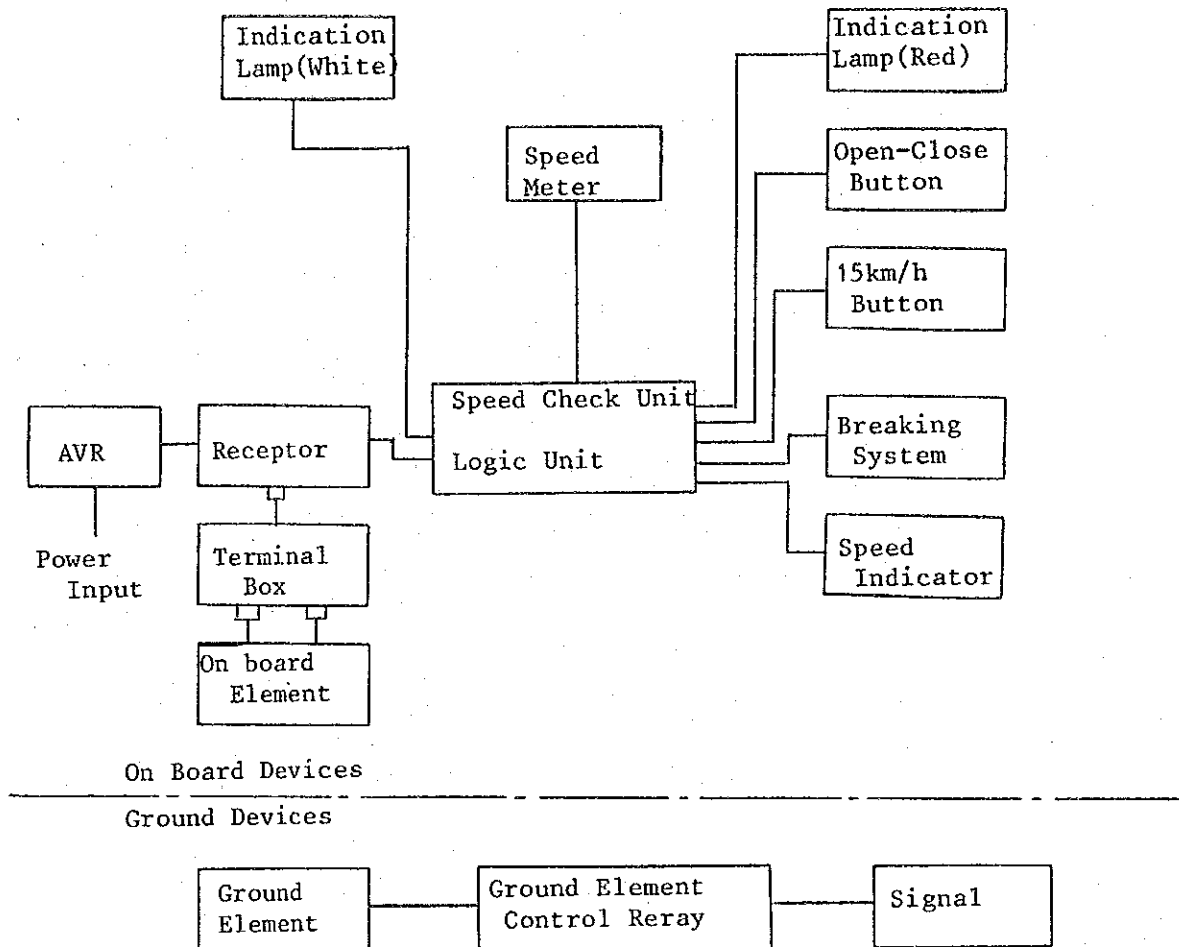


Fig. 12.5.7 ATS Structure

(7) 列車集中制御装置(CTC)

中央装置にミニコンを使用し、かつPRC対応のCTCを設備する。この装置は、表示論理装置、制御論理装置および監視論理装置により基本論理を構成する。なお中央装置の論理架は3重系、共通架は論理記憶部、故障記録部、コード表示部を除き他は2重系で構成している。

駅装置は論理部、入出力部は3重系、伝送部は2重系とする。電源部は主架内に設け交流100Vを整流して架内に必要な直流電源を供給する。なお電源部に密閉形蓄電池を備え1時間以内の停電には対応できるものとする。

システムの総合構成、中央装置の構成および駅装置の構成をテクニカルレポート図4.17、図4.18、図4.19に示す。

(8) 踏切保安装置

地平区間(10k170-12k139)において線路と交差する道路4箇所(箇所)に踏切保安装置を設ける。なおこの区間に設ける踏切保安装置は複線1種半自動甲としそれぞれの踏切に次の装置を設ける。

- (a) 踏切しゃ断機 しゃ断かん等により道路交通をしゃ断する装置
- (b) 踏切警報機 閃光式赤色灯および音響器により踏切通行者に列車および車両の通過を警報する装置
- (c) 踏切制御盤 踏切保安装置の機能を手動で制御する装置
- (d) 列車接近表示装置 踏切警手に列車または車両の接近を表示する装置
- (e) 踏切支障報知装置 踏切を防護する必要がある時、列車または車両に対し停止信号を現示する装置
- (f) 使用中止表示器 しゃ断機または警報機等が故障であることを表示または音響により踏切通行者に報知する表示器
- (g) 踏切照明 踏切道上を照明する装置

本路線における列車または車両の接近検知、踏切警報機、踏切しゃ断機の制御は踏切制御子方式とする。

踏切警報機、踏切しゃ断機の取り付け構造図をテクニカルレポート図4.20、図4.21に示す。

(9) 電線路

信号設備相互間を接続する電線路には各種の信号ケーブルを使用する。このケーブルは本線および車両基地の全線にわたり布設される。但し、CTC制御回線等には通信ケーブルまたは光ケーブル等を使用する。

本路線に使用する信号用電線および信号用ケーブル等の種類をテクニカルレポート表4.4に示す。

(10) 車両基地内信号設備

車両基地内には次の信号設備を設ける。

- (a) 連動装置 電子連動装置
- (b) 信号装置 入換信号機、進路表示機、各種標識類
- (c) 軌道回路 交流軌道回路
- (d) 転てつ装置 交流電気転てつ機

(e) ATIS装置 点制御ATIS

(f) CTC装置 CTC中央装置(管理棟内)

車両基地信号設備の概要は図10.5.15のとおりとする。

12.5.5 通信設備

カサブランカ市に導入するMRTの通信設備として次の設備を設ける。

図12.5.8に通信設備の概要を示す。

(1) 電話設備

自動電話設備、指令電話設備等を次のとおり設備する。

(a) 自動電話設備

- 1 自動交換機 加入者線電子交換機(EPABX)、外線5回線内線100回線を管理棟に設備する。
- 2 加入者電話機 全線の各駅、車両基地内工場関係の業務機関並びに保全関係業務機関および管理運営業務機関等に設ける。

(b) 指令電話設備

- 1 運転指令電話 運転指令室(管理棟)および全線の各駅に設ける。
- 2 電力指令電話 電力指令室(管理棟)および各変電所に設ける。

(2) 無線設備

列車無線設備および携帯無線設備を次のとおり設ける。

(a) 列車無線設備

- 1 中央制御装置 運転指令室(管理棟)に設ける。
- 2 操作卓 運転指令室(管理棟)に設ける。
- 3 無線基地局 400MHz帯、出力10Wの基地局をNo11駅および車両基地内に設ける。
- 4 LCX設備 トンネル区間約7kmにLeaky Coaxial Cableを布設する。
- 5 中継器 No4, No7, No9駅には中継器を設ける。
- 6 移動局 本線を通行する全列車に出力10Wの無線機を搭載する。通信方式は複信式とする。

(b) 携帯無線設備

車両基地内作業連絡用として400MHz帯の無線設備を設ける。

(3) 電気時計設備

親時計設備、中継盤設備および子時計設備を次のとおり設備する。

- (a) 親時計設備 自動交換機室(管理棟)に設備する。
- (b) 中継盤設備 No6, No11, No15の各駅に設備する。
- (c) 子時計設備 全駅および指令室、管理業務機関に設ける。
- (4) 放送設備

自動放送設備および手動放送設備を次のとおり設備する。

- (a) 自動放送設備 指令室(管理棟)、地下部全駅およびNo11, No17駅に設ける。地下駅においては防災用として旅客の避難誘導にも使用する。
- (b) 手動放送設備 指令室(管理棟)、地下部全駅およびNo11, No17駅に設ける。地下駅においては案内および非常放送としNo11, No17駅においては案内放送とする。

(5) 自動火災報知設備

防災監視装置、および自動火災報知器等を次のとおり設備する。

- (a) 防災監視装置 指令室(管理棟)に地下部全駅および管理棟事務室の防災監視装置を設ける。
- (b) 自動火災報知器 地下部全駅および管理棟事務室に設備しその情報は指令室の防災監視装置に表示する。

(6) 出水報知設備

地下部の排水ポンプ室に設備し、その情報は指令室の防災監視装置に表示する。

(7) 通信ケーブル

通信設備相互間を接続する通信ケーブルを次のとおり布設する。

- (a) 配線盤 自動交換器室には主配線盤(MDF)を設備し、全線の各駅、変電所および車両基地内の各業務機関の必要な箇所には通信用配線盤を設ける。
- (b) ケーブル 主配線盤とNo11駅配線盤間には約270対、No11駅とNo7駅の配線盤間には約200対、No7駅とNo1駅の配線盤間には約100対のカットケーブルを布設する。車両基地内業務機関等へは10対より50対のケーブルを布設する。

なおケーブルの種類、形状等をテクニカルレポート表4.5に示す。

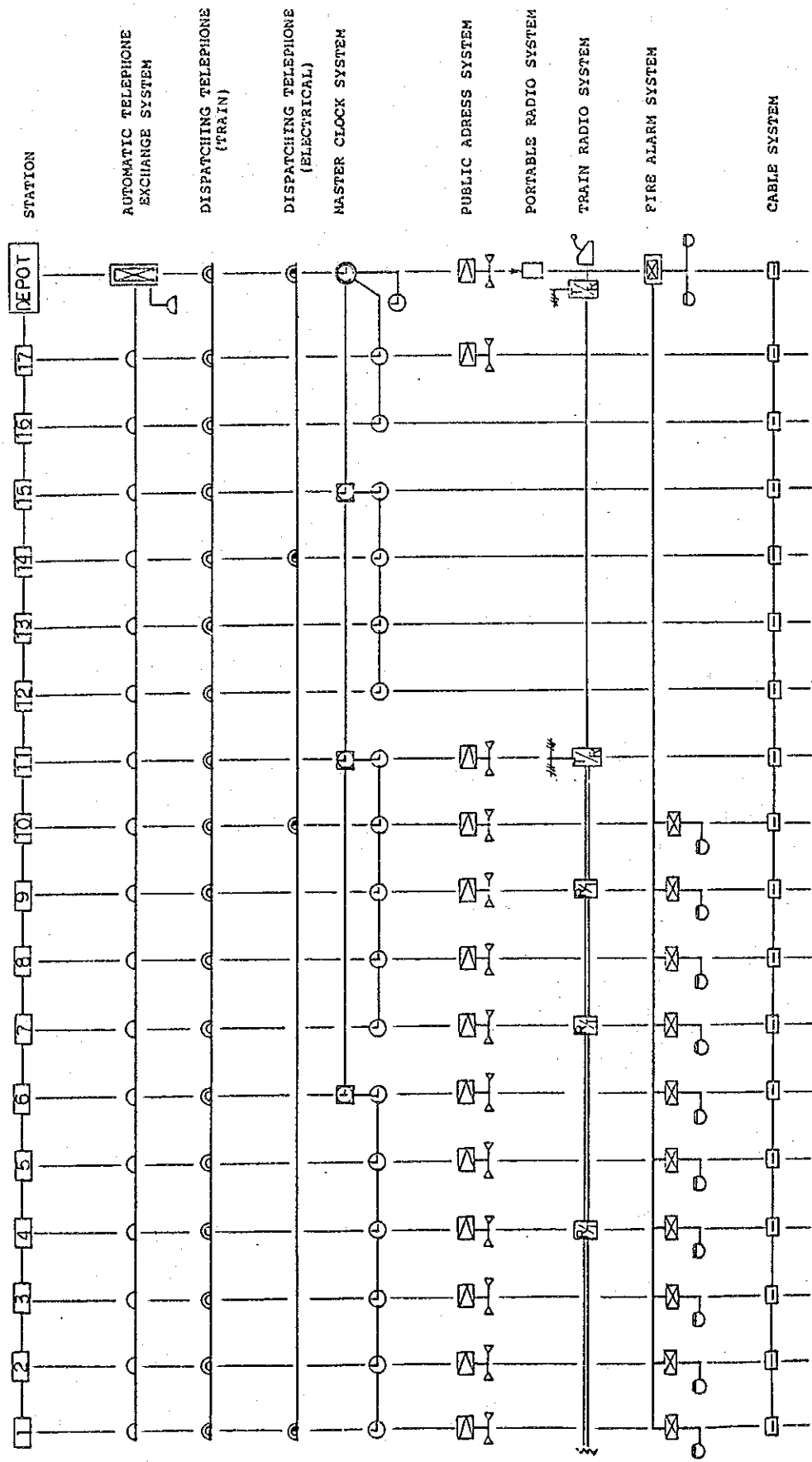


Fig. 12.5.8 Telecommunication Plan

12.6 車両および車両基地計画

12.6.1 車両計画

(1) 基本的考え方

カサブランカ市に導入されるMRTの車両は、以下の要件を満足するものとする。

- ① 輸送力 : 適正規模の輸送力を有すること
- ② 車両性能 : カサブランカの起伏に富んだ地形に適合する最高速度、加減速度を有すること
- ③ 信頼性、安全性 : 運転保安度、信頼度が高く、難燃対策が十分講じられていること
- ④ 旅客サービス : 都市内交通機関として、利便性、快適性に優れていること
- ⑤ コストの低減 : 車両新製費、動力費、保守費等を含めた車両のトータルコストが低いこと
- ⑥ 保守性 : 機器の取扱いが容易であり、保守しやすい車両構造であること
- ⑦ アコモデーション : カサブランカにマッチしたモダンな車両デザインであること

(2) 車両の主要諸元

図12.6.1に車両形式図を示す。また、主要諸元は表12.6.1のとおりである。

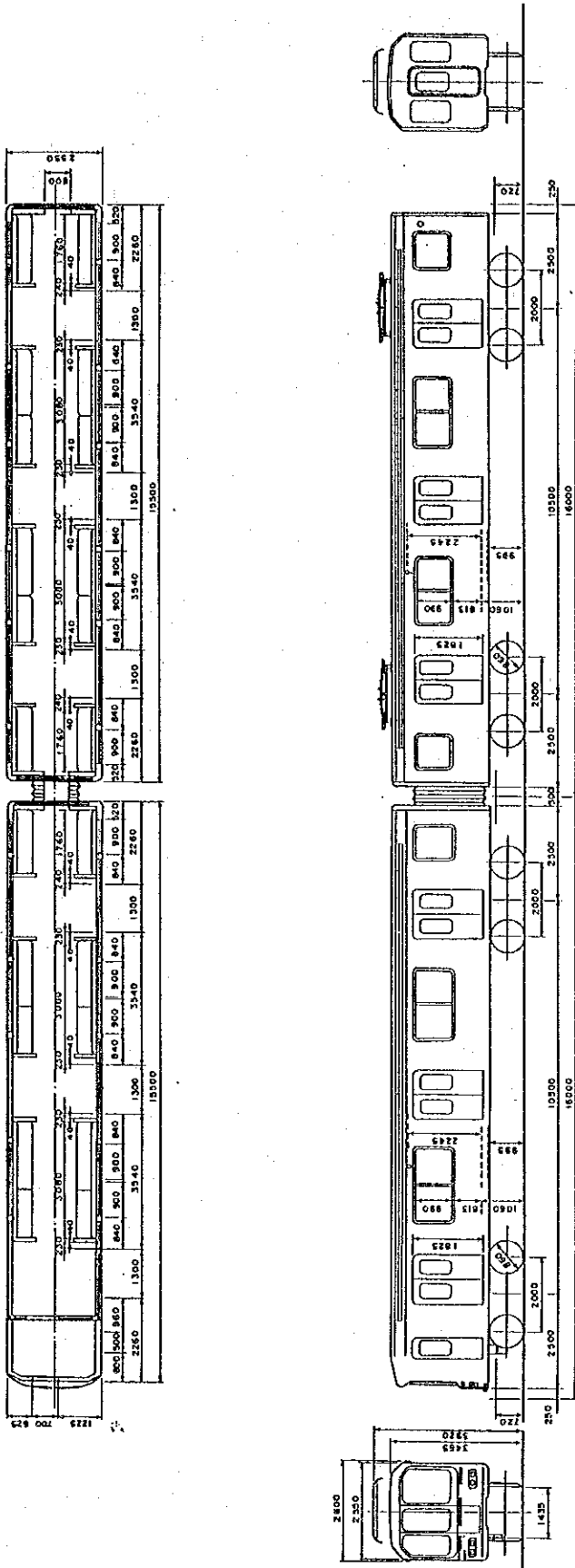


Fig. 12.6.1 External View of Rolling Stock

Table 12.6.1 Principal Specifications of Rolling Stock

Item	Specifications	Note
Vehicle type	DC commuter electric railcar	: longitudinally arranged seats
Gauge	1,435 mm	
Electric system	DC 1,500 volt	
Train formation	2M2T (4-cars train)	
Performance		
Rated output	1,080 kW	Total output of 4-cars (135 kW x 8)
Maximum speed	80 km/hr.	
Acceleration	3.0 km/hr./sec	
Deceleration		
Service	3.0 km/hr./sec	
Emergency	3.5 km/hr./sec	
Tare weight		
M car	Approx. 29 tons	
Tc car	Approx. 26 tons	
Passenger capacity per car		
M car	102 passengers	Standing 0.35 m ² /passenger
Tc car	90 passengers	
Carbody		
Structure	Light weight stainless steel Incombustibility, sound proof, thermal insulation design	

Item	Specifications	Note
Length over buffers		
M car	16,000 mm	
Tc car	16,000 mm	
Carbody length		
M car	15,500 mm	
Tc car	15,500 mm	
Carbody width	2,550 mm	
Roof height	3,465 mm	
Height of folded pantograph	3,910 mm	
Height of floor surface	1,060 mm	
Height of coupling surface	720 mm	
Distance between bogie centers	1,050 mm	
Number of side doors	3 on each side, sliding double door style door width 1,300 mm	
Bogie		
Type	Shock absorbing rubber type bogie with air spring	
Rigid wheel base	2,000 mm	
Wheel diameter	860 mm	
Braking type	M car: Shoe brake Tc car: Disk brake	

Item	Specifications	Note
Transmission device		
System	Parallel carden driving device	
Gear ratio	15:101 = 1:6.73	
Traction motor		
System	3-ph. induction motor	
Number of poles	4	
Rating		
Output	135 kW	
Voltage	AC 1,100 volt	
Current	90 A	
Speed	1,860 rpm	
Inverter		
frequency	64 Hz	
Slip	3.1%	
Cooling system	Self-ventilated	
Insulation	H type	
classification		
Controlling system and device	VVVF inverter control (PWM voltage type) Constant torque control, Constant output control, Constant slip control, Regenerative braking	

Item	Specifications	Note
Braking system	Electrically commanded air braking to be applied together with regenerative braking, Security braking	
Power collector system	Pantograph x 2 Lonzone frame, spring rising & pneumatic dropping	
Auxilliary electric power source		
Static inverter	Capacity 25 kVA Input voltage DC 1,500 volt Output voltage AC 200 volt 60 Hz	
Motor-driven air compressor		
Type	Two steps compression lateral type in line three-cylinders, low noise level AC motor-driven 13.6 kW Flow rate 2,000 liter/min.	
Operation Safety System		
Train safety system	ATS (Automatic Train Stop system) Speed check type	
Train radio equipment	Leaky coaxial cable (LCX) in tunnel Spatial wave above the ground	

Item	Specifications	Note
Attached equipment		
Lighting	Head light Sealed beam x 2 DC 100 volt, 150 W/50 W Tail light LED lamp Room light Fluorescent lamp AC 200 volt, 40 W	
Ventilating device	Axial fan 40 m ³ /min. x 6	
Passenger room heater	Sheath type heater AC 200 volt, 500 W	

12.6.2 車両基地計画

(1) 車両基地の位置

車両基地の位置の選定においては、カサブランカ市の整備計画を十分考慮するとともに、以下の観点から検討を行った。

- ① 車両の効率的運用ができるように、車両基地の位置はできるだけ本線に近接していること
- ② 将来の路線延長に十分対応できること
- ③ 十分な用地面積が確保できること
- ④ 都市の上下水道整備計画の面から不都合のないこと
- ⑤ 周辺環境を損なうことのないこと

現地踏査、現地関係者による討議を踏まえ、検討を行った結果、車両基地位置をルート
の終点となるシディ・モーメン区にある石切場跡地の盛土付近とした。

(2) 車両基地の機能

車両基地に集約する機能としては、総合管理、列車運行管理、電力管理、車両留置機能
および車両、電路、線路、建物等の保守機能である。 10.6.3-(2)参照

(3) 車両基地の規模

(a) 配置両数

- | | | |
|-----------|-----|--------|
| ① 開業時点 | 64両 | (16編成) |
| ② 2005年時点 | 72両 | (18編成) |

(b) 所要敷地面積

敷地面積 70,000 m²

(4) 車両基地レイアウト

図10.6.5参照

(5) 車両検査、修繕計画

10.6.2 参照

(6) 建物および所要面積

建物および所要面積は表12.6.2のとおりである。

(7) 車両基地機械設備

必要とする施設および設備は表12.6.3のとおりである。

Table 12.6.2 Buildings & Required Area

(Unit: m²)

Building	Place	Area	Note	
Headquarters Building	1F	Headquarters office	200	
		Signalling equipment & maintenance room	230	
		Refreshment room & kitchen	300	
		Machine room, generator room	100	
		Council room	120	
		Hall, bathroom and others	370	
	2F	Officers room, headquarters office	600	
		Dispatching room	200	
		Crew office	40	
		Bedroom resting room	120	
		Others	360	
		Total	2,640	
Inspection Building	Daily inspection shed	1,800		
	Monthly inspection shed	1,080		
	Total	2,880		
Workshop	Dismantling & mantling place and carbody repair shop	2,200		
	Bogie & wheel set repair shop	2,000		
	Electronic devices and pneumatic control parts repair shop	800		
	Electric machine & rotating machine repair shop	1,800		
	Machinery workshop	1,000		
	Carbody painting room & train formation test room	1,600		
	Total	9,400		

Building	Place	Area	Note
Substation	Substation	1,750	
Others	General maintenance personnel office	700	
	Material store	375	
	Shunting engine storage room and others	910	
	Total	1,985	
Grand total		18,655	

Table 12.6.3 Facilities & Equipment in Car Shed Complex

Item	Place	Contents	Major mechanical facilities & equipment
Power supply	Power supply room	Supply of steam and compressed air in the car shed complex.	Boiler, air compressor
Water treatment	Water treatment room & Drainage treatment place	Water treatment and drainage treatment in the car shed complex.	Water treatment facilities, drainage treatment facilities.
Shunting & Working	Shunting engine storage room, Maintenance car shed	Shunting in the car shed complex. Storage of maintenance cars for tracks and contact lines.	Shunting engine, maintenance cars, gantry crane.
Car inspection	Daily inspection shed, Wheel reprofiling room	Car inspection from outside, wheel tread reprofiling, car cleaning, etc.	Pit tracks, wheel tread reprofiling lathe, automatic car cleaning machine, scaffolds for car cleaning, simple measuring instruments, etc.
	Monthly inspection shed	In-position inspection of condition and functions, parts air blowing, simple repair, etc.	Pit track, mobile scaffolds, parts air cleaner, dust collecting booth, testing equipments, bench drilling machine, double head grinder.

Item	Place	Contents	Major mechanical facilities & equipment
Car repair	Carbody shop, Dismantling & mantling place	Carbody lifting, dismantling & mantling, carbody repair, air pipes & wiring repair.	Overhead travelling cranes, mobile scaffolds, underfloor equipment setting/removing machine, arc welder etc.
	Bogie shop	Bogie disassembling & reassembling, bogie frame repair.	Overhead travelling crane, bogie frame washer, hydraulic press, magnaflux flow detector, testing machine, forklift, etc.
	Wheel set shop	Repair of wheel, wheel axle, axle box, etc.	Overhead travelling crane, wheel axle lathe, wheel lathe, boring machine, ultrasonic flaw detector, bearing washer, gear box flushing equipment, wheel fitting press, jib crane, etc.
	Machinery workshop	Manufacturing of mechanical parts. Repair of coupling device, pantograph, moquette, hood, etc.	Overhead travelling crane, jib crane, lathe, up right drilling machine, milling machine, buffing machine, double head grinder, testing machines, etc.

Item	Place	Contents	Major mechanical facilities & equipment
Car repair	Pneumatic control parts shop	Repair of air compressor, pneumatic control valve, pressure gauge, etc.	Air compressor for testing, pneumatic control valve tester, parts washer, etc.
	Electric machine shop	Repair of inverter, relay, circuit breaker, jumper coupler, etc.	Parts washer, double head grinder, buffing machine, soft-blasting parts cleaner, electric belt sander, current generator, various testers, etc.
	Electronic devices room	Repair of controlling devices, electronic parts, speedmeter, etc.	Parts air cleaner, parts washer, various testers, measuring instrument, etc.
	Electric rotating machine shop	Repair of traction motor, auxiliary rotating electrical machine, etc.	Overhead travelling crane, parts washer, traction motor tester, rotating machine coil characteristic tester, air blowing cleaner, dust collecting booth, electric drying oven.
	Painting room	Painting and drying of carbody, passenger room, etc.	Painting gun, drying equipment, etc.
	Formation test room	After completion of overhaul: general regulation, unit and formation test, etc.	Pit track, insulating resistance tester, dielectric strength tester, etc.

Item	Place	Contents	Major mechanical facilities & equipment
Others	_____	Storage of material handling relief materials, etc.	Emergency automobile, air compressor, tools, forklift, etc.

12.7 管理・運営計画

12.7.1 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ともに、現在の主要交通手段であるバス交通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、カサブランカ大都市圏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。(10.7.1 参照)

12.7.2 運営組織

運営組織については、図10.7.1を参照

12.7.3 要員計画

この組織を効率的に運営していくのに必要とされる要員規模については、鉄車輪システムA-4'を表12.7.1に示す。(10.7.3 参照)

12.7.4 管理・運営費

A-4'の管理・運営費は表12.7.2のとおりである。

なお、原単位については、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更に精査し、表12.7.3のとおり査定した。また、日本国内の民営鉄道における実績はデータブックに示す。

12.7.5 教育訓練

(1) 開業以前に必要な教育

(a) 教育指導員のための教育

モロッコ国においては、1984年以降、ラバト～カサブランカ間の電車列車による高速フリーケントサービスが開始されている。今回、カサブランカ市に導入を計画している交通システムも基本的にはこの鉄道技術と何ら変わるものではない。従って、この技術的蓄積を有効に活用していくことが得策である。

また、円滑な業務の運営を行うためには、開業以前に職員に対する教育訓練が不可欠であり、それに先立って職員の教育訓練に当たる教育指導員を養成しなければならない。教育指導員に対する教育としては次のことを実施することが望ましい。

Table 12.7.1 Personnel Plan (example)

Organization		Year	1993	1995	2000	2005	
Head- quarters	General affairs	Directors		2	2	2	2
		Division manager		1	1	1	1
		General affairs	Department manager	1	1	1	1
			General affairs	10	10	10	10
	Secretaries		6	6	6	6	
	Accounting	Department manager	1	1	1	1	
		Financial	2	2	2	2	
		Accounting	6	6	6	6	
		Material	5	5	5	5	
	Total			34	34	34	34
	Trans- portation	Division manager		1	1	1	1
		Sale	Department manager	1	1	1	1
			Sale	3	3	3	3
			Station affairs	3	3	3	3
	Operation	Department manager		1	1	1	1
Operation		Operation	6	6	6	6	
		Dispatching	9	9	9	9	
		Total			24	24	24
Engineering	Division manager		1	1	1	1	
	Rolling stock	Department manager	1	1	1	1	
		Rolling stock	7	7	7	7	
	Ground facilities	Department manager	1	1	1	1	
Civil facilities		3	3	3	3		
Electric facilities		9	9	9	9		
Total			22	22	22	22	
Headquarters sections' total			80	80	80	80	
Operation	Trans- portation	Passenger handling		263	263	263	263
		Operation	Station	10	10	10	10
			Planning	42	42	43	45
			Drivers Conductor	42	42	43	45
	Total			357	357	359	363
	Engineering	Rolling stock		48	48	48	48
		Civil Facilities	Inspection and repair	42	42	42	42
			Maintenance	22	22	22	22
		Electric facilities	Maintenance	22	22	22	22
	Total			112	112	112	112
Operating sections' total			469	469	471	475	
Grand total			549	549	551	555	

Table 12.7.2 Calculation of Management and Operation Costs
(Route; A-4' Travel level; Underground, Ground, Elevated System; Steel wheel)

Item	Year			
	1993	1995	2000	2005
A				
Underground	6.8	6.8	6.8	6.8
Elevated, Ground	7.4	7.4	7.4	7.4
Total	14.2	14.2	14.2	14.2
B				
Train-km (1000 km/yr)	787.8	829.3	829.3	912.2
C				
Car-km (1000 km/yr)	3151	3151	3151	3649
D				
Number of cars (cars)	64	64	68	72
Track maintenance personnel	42	42	42	42
E				
Electric facilities maintenance personnel	22	22	22	22
Rolling stock maintenance personnel	48	48	48	48
Operation personnel	42	42	43	45
Transport personnel	315	315	316	318
Maintenance administration personnel	22	22	22	22
Transport administration personnel	24	24	24	24
General administration personnel	34	34	34	34
Total	549	549	551	555
F				
Transport volume (1000 passengers/yr)	70166	71850	73337	74898
G				
Management and operation costs (1000 DH/yr)				
Track maintenance cost	1,008	2,809	3,817	3,965
Electric facilities maintenance cost	528	1,713	2,241	2,331
Rolling stock maintenance cost	1,152	4,800	5,952	6,252
Operation cost	1,176	9,531	10,707	11,237
Transport cost	7,560	2,807	10,367	10,517
Maintenance administration cost	726	308	1,034	1,034
Transport administration cost	792	1,437	2,229	2,259
General affairs and administration cost	1,122	2,471	3,593	3,602
Total	14,064	25,841	39,905	41,197
Personnel cost	14,064	14,064	14,116	14,220
Expenses	14,064	25,841	27,081	28,973
Total	28,128	40,007	41,197	43,193

Table 12.7.3 Unit Value of Management and Operation Expenses

(Unit: DH)

Item	System	Assessment	Steel wheel		Remarks
			Underground	Aboveground	
1. Track maintenance cost	Personnel cost	Track maintenance personnel (person)	—	24,000	
	Expenses	Car-km (km/yr)	1.1	0.7	
2. Electric facilities maintenance cost	Personnel cost	Electric facilities maintenance personnel (person)	—	24,000	
	Expenses	Car-km (km/yr)	0.7	0.4	
3. Rolling stock maintenance cost	Personnel cost	Rolling stock maintenance personnel (person)	—	24,000	
	Expenses	The number of cars (cars)	—	75,000	
4. Operation cost	Personnel cost	Drivers (person)	—	28,000	
	Expenses	Car-km (km/yr)	—	0.05	
	Electric power cost	Car-km (km/yr)	3.6	2.4	
5. Transportation cost	Personnel cost	Transport action personnel (person)	—	24,000	
	Expenses	Transport volume (passengers/yr)	—	0.04	
6. Maintenance administration expenses	Personnel cost	Maintenance administration personnel (person)	—	33,000	
	Expenses	Maintenance administration personnel (person)	—	14,000	
7. Transport administration expenses	Personnel cost	Transport administration personnel (person)	—	33,000	
	Expenses	Transport volume (passengers/yr)	—	0.02	Revised after re-examination
8. General administration expenses	Personnel cost	General affairs and administration personnel (person)	—	33,000	
	Expenses	Total number of employees (person)	—	4,500	Revised after re-examination

Note: Car-km and transport volume - yearly values

- 第1段階 : ONCFの電車列車TNRのオペレーションおよび保守に関する専門技術教育、実地教育
- 第2段階 : 同種の交通システムを有する外国での、オペレーションおよび保守技術の実習
- 第3段階 : 車両、電力、信号設備等の調達国での、実際に導入される設備に関する専門技術教育および実地教育
- 第4段階 : 教育指導員による法令、規定類の整備、マニュアルの作成

(b) 教育指導内容と教育指導員数

養成を必要とする教育指導員数は12名であり、内訳は表12.7.4のとおりである。

Table 12.7.4 Content of Instruction and Numbers of Instructors

Expertise	Subjects	Details	Number of instructors
Train operation	Train operation procedures and laws	Operating regulations, methods of train operation	3
Rolling stock	Structure of rolling stock, maintenance technology	Electricity, machinery, controls, and radios, of rolling stock	3
Civil engineering	Track, earthworks, maintenance technology	Tracks, turnouts, structures, station	3
Electricity	Electrical equipment, maintenance technology	Electrical power, communications, signals	3
Total			12

(2) 外人インストラクターの派遣

教育指導員の外国での養成には時間的に限界にあること、実際のオペレーションにおいて経験の浅さから、教育指導員の能力を超える事態の発生があり得ること、また教育指導員が他の技術スタッフに対して、十分な技術伝承のできないケースも想定されることなどから、開業当初においては外人インストラクターの援助が必要である。

外人インストラクターの役割は、基本的には教育指導員へのアドバイス業務である。従って、日常の業務運営はすべて職員によって行われ、また職員に対する予備教育、指導もすべて教育指導員によって行われる。外人インストラクターは、運転1名、車両1名、土木1名、信号・電力1名の計4名である。

(3) 指導・訓練計画

MRT開業までに必要とする指導・訓練計画のスケジュールは表12.7.5に示すとおりである。

(4) 職場内教育

安全で効率のよい、信頼性の高い輸送システムを維持・管理していく上で、絶えず技術的蓄積を深めていくことは不可欠の要素である。開業後においては、技術スタッフはMRTのオペレーションおよび保守技術に一層精通することが要求される。このために技術スタッフは定期的に職場内教育(On-the-job training)を受けながら、技術レベルの向上に努めることが肝要である。

Table 12.7.5 Instruction and Training Program

Item	Year	1987	1988	1989	1990	1991	1992	Total
Instruction and training program								12+537 (Person)
① Instructor				12				12
② Dispatching personnel					12			12
③ Station personnel						60	331	331
④ Operating line section						7		7
⑤ Crew						42	84	84
⑥ Rolling stock maintenance personnel						15	45	45
⑦ Civil facilities maintenance personnel						15	39	39
⑧ Electric facilities maintenance personnel						8	19	19
Foreign engineer (Technical instructor)			4					(Person) 4
						Supervisors		

Note: 1. The number on the left side of each line, e.g. 60 station personnel shown in ③, indicates the number of supervisors.

2. The total crew of 42 shown in ⑤ is driver and other 42 means conductor.

12.8 建設費の算定

前節までに行った設備の設計に基づき最適案の建設費を算定するが、算定するにあたっての前提条件は以下のとおりである。

- ① 本プロジェクトの公共性を考慮して、輸入資機材に対する関税、モロッコ国内における付加価値税については含まない。
- ② 技術経費および予備費を計上するが、その内容は次の通り。
 - ・技術経費としては地質調査、測量等の調査費、詳細設計費、工事中の施工管理費および職員の教育、訓練費用を計上した。
 - ・予備費は工事中の不測の事態に備えてあらかじめ計上する費用で、例えば、トンネル施工中、予期せぬ異常出水が生じた場合に対応するための費用である。
- ③ 建設費算定年次は1986年である。
- ④ モロッコ国内で調達できる資機材は極力内貨とし、それ以外のものを外貨とした。
- ⑤ 輸入資機材についてはCIF価格で算出した。

表12.8.1は建設費の総括表で内貨と外貨に区分してある。また表12.8.2はその内訳表で、土木・建築、電気・機械、車両、車両基地、技術経費、予備費に分類してある。

Table 12.8.1 Table of Lump-sum Construction Cost
(unit: million DH)

Item	Local currency	Foreign currency	Total	Remarks
1. Civil work and architec- ture cost	833.0	344.5	1,177.5	Bridge, tunnel, track, station building, com- pensation for transferring interfering buildings, etc.
2. Electric and machinery cost	90.2	163.4	253.6	Facilities for trans- mission line, substation, contact line, signalling, telecommunication and venti- lation, etc.
3. Cost for rolling stock	3.6	465.9	469.5	Rolling stock with iron wheels, including the transportation cost
4. Cost for car shed complex	132.2	143.7	275.9	Buildings, electric facilities and inspection facilities, etc.
5. Engineering fee	20.6	168.0	188.6	Construction management, education and training of staff
6. Contingency	157.2	24.0	181.2	
Total	1,236.8 (49%)	1,309.5 (51%)	2,546.3 (100%)	The total sum in local currency is nearly equal to that in foreign currency.

At 1986 prices

Table 12.8.2 Breakdown of Construction Cost

(unit: million DH)

1. Civil work and architecture cost

Item	Local currency	Foreign currency	Total	Remarks
1. Earth work	22.2	0	22.2	
2. Bridge	131.1	131.8	262.9	
3. Tunnel	514.1	138.9	653.0	
4. Track	45.4	35.6	81.0	
5. Station structures	114.6	38.2	152.8	
6. Compensation cost for transferring buildings, cost for buildings	5.6	0	5.6	Compensation for transfer- ring buildings, cost for the construction of sub- stations, etc.
Total	833.0	344.5	1,177.5	

2. Electric and machinery cost

(unit: million DH)

Item	Local currency	Foreign currency	Total	Remarks
1. Transmission line facilities	13.0	0	13.0	
2. Substation facilities	5.1	45.2	50.3	
3. Contact line facilities	15.0	32.5	47.5	
4. Distribution facilities	21.9	1.4	23.3	
5. Signalling facilities	20.3	40.9	61.2	
6. Telecommunica- tion facilities	7.6	11.7	19.3	
7. Machinery and equipment	7.3	31.7	39.0	Draining and ventilation facilities
Total	90.2	163.4	253.6	

3. Cost for rolling stock

(unit: million DH)

Item	Local currency	Foreign currency	Total	Remarks
1. Manufacturing cost of rolling stock	0	465.9	465.9	
2. Transportation cost within the country	3.6	0	3.6	Ground transportation cost
Total	3.6	465.9	469.5	

4. Cost for car shed complex

(unit: million DH)

Item	Local currency	Foreign currency	Total	Remarks
1. Civil work cost	46.9	16.6	63.5	
2. Architecture cost	63.5	6.3	69.8	
3. Cost for elec- tric facilities	15.2	29.2	44.4	
4. Cost for machinery and equipment	6.6	91.6	98.2	
Total	132.2	143.7	275.9	

5. Engineering fee

(unit: million DH)

Item	Local currency	Foreign currency	Total	Remarks
1. Civil work and architecture	3.6	93.8	97.4	Detailed design, administration of construction, etc.
2. Electric facilities and machinery	5.1	19.8	24.9	ditto
3. Rolling stock	0	20.9	20.9	Includes the final investment in 2005
4. Car shed complex	11.8	10.0	21.8	Detailed design, administration of construction, etc.
5. Education and training	0.1	23.5	23.6	Cost for the education and training of the staff of the operating body
Total	20.6	168.0	188.6	

6. Contingency

(unit: million DH)

Item	Local currency	Foreign currency	Total	Remarks
1. Civil work and architecture	138.5	3.8	142.3	
2. Electric and machinery	7.8	17.2	25.0	
3. Car shed complex	10.9	3.0	13.9	
Total	157.2	24.0	181.2	

12.9 実行計画

このプロジェクトを遂行するために必要な作業を抽出し、工期を算定して実行計画を策定するが、本プロジェクトの工事契約方式は、工期が比較的短くて済む、一括請負契約方式（いわゆるターンキー方式）で考えることとし、これを前提として計画を行う。

まず最初に建設・運営主体となる企業体を設立し、建設工事の発注準備を行い、設備の設計・施工と進む。一方で、営業開始までに、企業体職員の雇用および教育・訓練等営業に必要な準備作業も行う。これら一連の作業の行程は表12.9.1に示すとおりで、準備開始から営業開始まで5年を要する。

12.9.1 準備作業

(1) 企業体の設立

MRTの建設・運営主体となる企業体は、独立採算制をとる公共企業体として出発し、将来経営基盤が確立した段階で民営化するのが良いと思われる。

設立後の作業として、第1に幹部職員の雇用を行い企業体の定款、就業規則の制定作業がある。次に、営業開始までに適時必要な職員を雇用し、並行してこれら職員の教育・訓練も行っていく。

(2) 契約書類の作成

ターンキー方式を前提とし、設計および工事発注のための契約書類を作成し、1988年から詳細設計、1989年から工事着手できるように準備する。

12.9.2 設備の設計・施工

(1) 詳細設計の実施

工事着手前に以下に示す項目の詳細設計を1年間で行う。

- ・土木、建築関係 : 地質調査、測量、構造物（橋梁、トンネル、駅舎等）の設計
- ・電気関係 : 変電所、電車線、信号保安設備の設計
- ・車両関係 : 車両および車両基地内の車両検修設備の設計

(2) 用地の確保および家屋移転補償

MRTの路線はほとんど道路の上あるいは下を通るので用地買収する場所は限られる。用地の確保および家屋の移転補償は詳細設計の実施期間中、1年間でモロッコ側で実施する。

(3) 工事施行

1989年から工事を開始し、15kmの本線と車両基地の建設を4年で終了、1993年には営業を開始する。

工事の行程は表12.9.1のとおりである。

(4) 建設費の年別投資計画

12.8で算出した建設費を表12.9.1に示す実行計画に基づき、年次別に投資計画を作成したものが表12.9.2である。

この表から分かるように工事の最盛期は、投資総額の約40%を投入する1991年となる。

Table 12.9.1 Implementation Program

Item	Year	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	Remarks
A. Preparatory work									
A-1 Preparation of tenders and contracts									
A-2 Evaluation of tenders and contracts									
B. Land survey and detailed designing									
C. Acquisition of land, and compensation									
D. Civil works									
D-1 Civil structures									
D-2 Track									
D-3 Structures of stations									
D-4 Car shed complex									
D-5 Others									
E. Construction work for electrical and mechanical equipment									
E-1 Substation									
E-2 Transmission line									
E-3 Signaling and telecommunication									
E-4 Machinery and equipment (stations)									
F. Rolling stock									
G. Operation of test trains									
H. Preparations for the establishment of corporate body of the business operation & Education and training of staff									
H-1 Establishment of corporate body of business operation									
H-2 Establishment of rules and regulations									
H-3 Hiring of staff									
H-4 Education and training									
I. Re-organization of bus routes									
J. Financial planning									

Contract will be made by the "turnkey" method.
 This will be done by the Kingdom of Morocco.
 Escalators, ventilation system, etc.
 54 units of rolling stock. However, 4 units of rolling stock will be added in the year 2000, and another 4 units will be added in 2005.

Opening for business

Note: The thin lines indicate the periods for the preparation of materials, while the thick ones show enforcement of construction work, etc.

Table 12.9.2 Annual Investment Plan

(unit: million DR)

Year	1988			1989			1990			1991		
	Local currency	Foreign currency	Total	Local currency	Foreign currency	Total	Local currency	Foreign currency	Total	Local currency	Foreign currency	Total
1. Civil work and architecture costs				168.7	42.3	211.0	322.1	147.3	469.4	342.2	154.9	497.1
2. Electric and machinery costs							11.1	0	11.1	30.1	86.3	116.4
3. Cost for rolling stock							0.4	51.8	52.2	1.2	155.3	156.5
4. Cost for car shed complex				5.0	0	5.0	23.6	3.7	27.3	68.6	77.5	146.1
Sub-total				173.3	42.3	216.0	357.2	202.8	560.0	442.1	474.0	916.1
5. Engineering fee	0	51.0	51.0	7.7	52.5	60.2	5.4	20.5	25.9	5.0	27.4	32.4
6. Contingency				27.3	0.8	28.1	57.5	1.1	58.6	64.2	9.1	73.3
Total	0	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%)

Year	1992			1999			2004			Total		
	Local currency	Foreign currency	Total	Local currency	Foreign currency	Total	Local currency	Foreign currency	Total	Local currency	Foreign currency	Total
1. Civil work and architecture costs										833.0	344.5	1,177.5
2. Electric and machinery costs	49.0	77.1	126.1							90.2	163.4	253.6
3. Cost for rolling stock	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. Cost for car shed complex	35.0	62.5	97.5							132.2	143.7	275.9
Sub-total	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. Engineering fee	2.5	12.0	14.5		2.3	2.3		2.3	2.3	20.6	168.0	188.6
6. Contingency	8.2	13.0	21.2							157.2	24.0	181.2
Total	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%)

(at 1986 prices)

12.10 検討を要する関連事項(バス路線再編成)

(1) 再編成の基本方針

(a) 再編成の目的

MRT導入を契機として、既存公共交通機関であるバスとの有機的な連携(明確な機能分担)を目指すことを目的としてバス路線の再編成を行う。また、再編成を行うためには以下の4点を考慮してルートの設定を行った。

- a) MRTとバスルートとの機能分化
- b) 現行バスルートの尊重
- c) 目的地到達性向上のためのネットワーク化
- d) 現況サービス水準の確保

(b) 再編ルート案の設定

図12.10.1にバス路線再編成案を示す。

a) 廃止ルート

ルートNo.4、25、40、56はMRTルートとの重複が大きく廃止する。

b) 短縮ルート

MRTルートとの重複分を削除し、ルートを短縮するのは以下の路線、区間である。

- ・ ルートNo.5 : Pl. Makhazine-Victoire
- ・ ルートNo.13 : Salama I Lalla-Meryem
- ・ ルートNo.18 : Dar Touzani-Bouchentouf
- ・ ルートNo.26 : Derb Kabir-Pl. Makhazine
- ・ ルートNo.34 : Angle Rte. Mediouna-Sidi Maruuouf
- ・ ルートNo.37 : Hay Farah-Catala
- ・ ルートNo.41 : Rte. Marrakech-Cloatta
- ・ ルートNo.81 : Pl. Makhazine-Derb Kabir, Ar. B-Hay Yasmina

c) 延伸ルート

ルートNo.36についてはルートNo.4の廃止に伴い、Ain Chok-Hay Mcala間を延伸する。

d) その他

ルートNo.5およびルートNo.34はルート短縮により路線長が短くなるため1本のルートとして設定する。

(c) 再編成の評価方法

a) 評価指標

望ましいバス系統網の要件としては、なるべく乗り換えの不要な直通系統であることが考えられる。しかし、そのためには必然的に系統数が多くなり、その結果、1系統当りの運行回数が少なくなり、利用者の待ち時間が長くなるほか、バス系統が複雑でわかりにくくなる欠点がある。再編成の目的は、上記の相反する要素を勘案し、乗り換えを必要とする利用者を少なくしつつ、同時になるべく系統数を少なくして、バスの運行効率と運行頻度を高めることにある。

このような意味から、再編成に対する評価指標として表12.10.1に示す各指標を設定する。

Table 12.10.1 Evaluation Indices

Evaluator	Index
User	a. Required number of transfers b. Operation frequency
Operator	a. Required number of buses b. Income - cost ratio

b) 各評価指標の算定方法

・ 乗り換え回数

乗り換えを必要とするバス旅客数を求める。現況における乗り換え者数は把握されていないので、計画路線網における乗り換え者数は現況からの増加分となる。

・ 運行頻度

系統別の運行頻度は、区間乗客数の最大値(終日・片側)に対する混雑度が平均112% (現況サービスレベル、定員85名)となるように設定する。

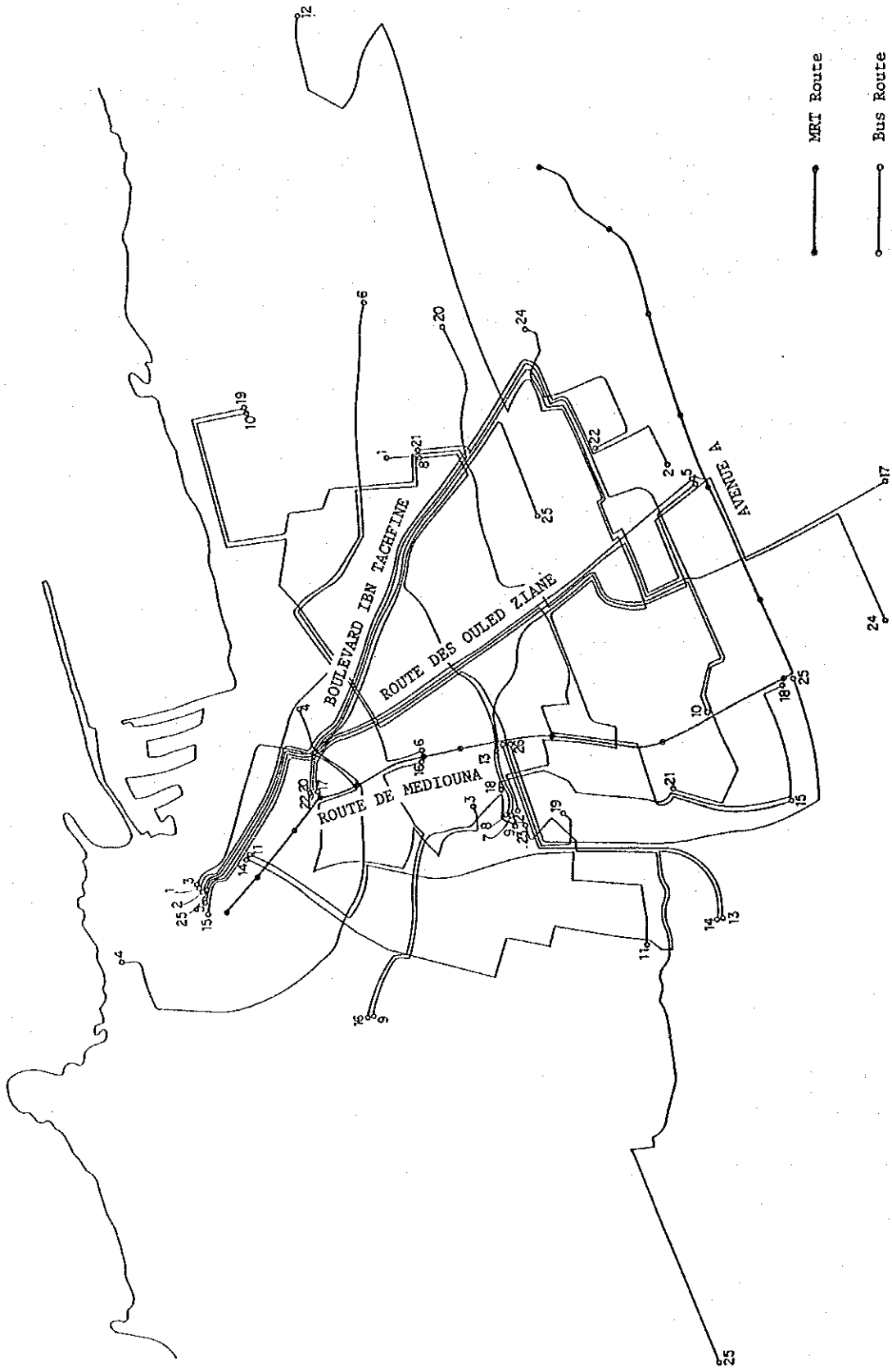


Fig. 12.10.1 Proposed Reorganization of Bus Routes

但し、需要量がある程度より小さくなる場合には、需要に対応した形で運行頻度を算出するとサービスレベルの点から問題が生じる。運行時間帯を最低14時間として最低運行頻度を設定するものとする。

- 必要バス台数

系統間での融通はないものとして、系統別のピーク時運行頻度、1往復に要する時間を用いて求める。

必要バス台数 = Σ {系統別ピーク時運行頻度(回/時) × 1往復に要する時間(時間)}

系統別のピーク時に必要となる運行頻度は、ピーク時の最大断面旅客数(片例)、バス容量を用いて次式によって表される。

$$\text{Operation Frequency} = \frac{\text{Maximum Cross-Section Passengers (Single Direction/One Day)}}{85 \times 1.12}$$

なお、ここで、ピーク時における計画混雑度は80%と設定する。

- 収入/費用比

収入は運賃収入のみであり、路線別の利用者数に運賃を乗じて求める。また、学生定期を考慮し収入の92%を実収入とした。

収入 = Σ (路線別利用者数 × 運賃) × 365(日) × 0.92

費用は固定費(減価償却費、資本機会費用、人件費)と変動費(燃料費、維持修理費、その他)に分けて以下のように算定した。

減価償却費 = (車両価格 - 残存価格) / 耐用年数

資本機会費用 = 車両価格 × 借入れ金利

人件費 = 1人当り平均年間給与 × 職員数

変動費 = 燃料費 + 維持修理費 + その他

RATCのヒヤリングより、車両価格：650,000DH(1985年価格)、耐用年数：10年、残存価格：10,000DH、借入金利：7～8%、燃料費：2.10DH/km、維持修理費：0.99DH/km、平均年間給与：26,613DH/人/年、車両1台当りの現業職員数：5.69人/台、その他経費：2.14DH/kmということであるから、

$$\begin{aligned} \text{固定費} &= \{(650,000 - 10,000) / 10 + 650,000 \times 0.075 \\ &\quad + 26,613 \times 5.69\} \times \text{車両数} \\ &= 264,180 \times \text{車両数} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{変動費} &= (2.10 + 0.99 + 2.14) \times \text{年間総走行台キロ} \\ &= 5.23 \times \Sigma (\text{路線別運行頻度} \times \text{路線距離}) \times 365 \end{aligned}$$

となる。

(2) バス需要量の予測

(a) バス配分モデルの概要

バス需要量の配分は自動車の配分とは根本的に異なっている。すなわち、自動車配分ではODペア別最短経路を計算機内部で探索しながら交通量が自動的にリンクに配分されるのに対し、バス配分の場合は、バス系統というものが存在するがゆえに、ODペア別に利用できるバス路線があらかじめきまってしまうということである。従って、バス需要量の配分は、バス停間OD調査の結果を用いて、将来のバス停ベースのOD表に作りかえた上で、路線間の競合を考慮してバス需要を各路線ごとに配分するモデルを作成することにより行った。

バス系統別の需要量を算定するモデルは図12.10.2に示す利用系統設定、需要量設定、運行頻度設定の3つのサブモデルからなる。

a) 利用系統設定サブモデル

ODペア別に利用可能な系統を抽出する。ODペア別に直通系統がある場合にはその系統を、直通の系統がない場合には所要時間が最短となる地点で乗り換えるような2つの系統をそれぞれ抽出する。

b) 需要量設定サブモデル

利用系統設定サブモデルで抽出された系統はただひとつとは限らない。ここでは、各系統の運行頻度に比例させてバス需要量を各系統に按分し、系統別の総利用者、最大断面片側需要量を算定する。

c) 運行頻度設定サブモデル

各系統の運行頻度を決定する。運行頻度は区間別乗客数で最大となる断面の混雑度を何%にするかで決定する。実態調査の結果をもとに最大断面に対して1日の平均混雑度が112%となるように運行頻度を設定した。

(b) ゾーニング

バス路線の細かいネットワークを評価するためには、MRTの需要予測を行った36のゾーニングでは粗すぎて適当ではない。従って、バス路線に沿ってバス停を適宜集約した101のゾーンを用いた。

(c) バス利用OD表の作成

バス停間のOD調査結果を用いて現況OD表を作成した後、各ゾーンの将来発生集中量を夜間人口の伸び率により算定し、フレーター法により将来バス利用者OD表を作成した。

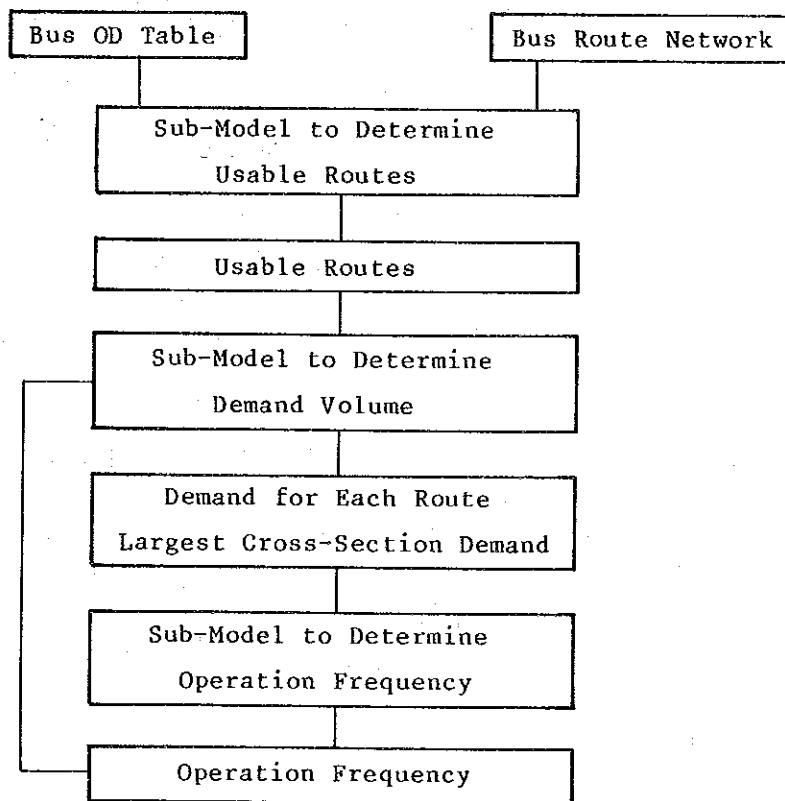


Fig. 12.10.2 Flow-Chart of Bus Distribution Model

(3) バス路線網再編成計画

(a) 現行路線網の評価

現行路線網の各種指標を表12.10.2に示す。

バスOD調査対象路線31路線の全利用者数は現況で約26万人/日、運行バス台数は106台、運行頻度は1377.5往復/日となっており、その結果、全体の運行効率 $は12.34/台 \cdot km$ 、収入/費用比は1.036と若干ながら収入が費用を上回っている。

現行路線網のまま将来(2005年)のバス需要に対処しようとした時の各種指標が表12.10.2の右側である。全体のバス需要は約32万人増えて58万人/日(123.0%増)となる。そのため、バス台数は144台、運行頻度は1679.5往復/日それぞれ増加することになり、その結果、運行効率は $12.34人/台 \cdot km$ から $11.86人/台 \cdot km$ 、収入/費用比は1.036から1.001と減少してしまう。

すなわち、将来のバス需要は相対的に郊外部で増加し、また、バス路線の乗車効率は都心部と郊外部との中間で最大となるものがほとんどであるが、現在のバス路線がほとんど都心部までいく路線となっているために、郊外部での乗車効率の上昇が、都心部での乗車効率の低下で相殺されてしまうためと思われる。しかしながら、都心部へ向かう幹線道路上のバス需要は依然として多く、都心部までの幹線交通網と郊外部でのフィーダー交通網の機能分化が必要になることを示している。

(b) 計画路線網の評価

前述したように現行バス路線は、将来においては乗車効率の低下、ひいては採算性の低下が予想される。今回のバス路線再編成は、そのような問題点を解決するためにもMR T導入地域に対して、MR Tを幹線交通機関、路線バスをフィーダー交通機関として再編成することになる。

(1)での再編案をもとに現行路線網と計画路線網に将来バス需要量を配分し、各種指標を算定したものが表12.10.3である。また、路線別の指標を表12.10.4にまとめて示す。総利用者数は、422千人/日(乗り換え重複分含む)を示し、現行路線網に比べると27.7%の減少となる。そのうち94千人(22.4%)が乗り換えを生じる利用者であり、バスからバスという乗り換えも13千人程度生じている。

運行頻度は3057回/日から2106回/日と31.1%減少しているが、これはバス利用者数自体が減少するためもある。

必要バス台数は、現行路線網の250台に対して、計画路線網では159台と91台(36.4%)の減少を示す。これはバス利用者数の減少27.7%を上回るものであり、路線の効率化が図られることを示している。

運行効率は11.86人/台・kmから12.97人/台・kmと上昇し、それに伴い収入/費用比も1.001から1.114と11.3%の上昇を示す。

以上のようにバス交通からだけの側面で、MR T導入に伴うバス路線再編を評価すれば、利用客が乗り換えによる不便を許容するならば、この計画路線網は現行路線網にまさっているといえよう。

Table 12.10.2 Evaluation of Existing Route Network

Route No.	Route Length (round trip) (km)	Current					Future				
		No. of Passengers (persons per day)	No. of Buses (vehicles)	Operation Frequency (round trips per day)	Operation Efficiency (persons per vehicle-km)	Income Cost Ratio	No. of Passengers (persons per day)	No. of Buses (vehicles)	Operation Frequency (round trips per day)	Operation Efficiency (persons per vehicle-km)	Income Cost Ratio
2	15.85	23,750	8	103.5	14.48	1.166	50,770	21	258	12.41	0.976
3	20.60	6,730	3	33	9.90	0.912	21,260	10	102	10.11	0.918
4	15.20	21,730	7	90.5	15.80	1.251	52,970	19	256	13.61	1.090
5	10.72	2,270	2	27	7.94	0.541	2,680	2	35	7.20	0.566
8	13.00	5,280	2	28	14.51	1.112	7,120	2	40	13.57	1.215
10	16.20	13,300	5	65	12.63	1.131	25,700	10	125	12.68	1.032
12	12.40	7,570	3	44.5	13.72	1.056	15,880	6	89	14.46	1.130
13	15.60	16,760	6	74	14.52	1.140	35,080	15	194	11.56	0.916
16	10.40	11,530	4	59.5	18.63	1.327	18,640	6	106	16.93	1.324
17	8.40	7,500	3	65.5	13.63	1.048	23,610	6	131	21.46	1.677
18	28.80	7,970	4	26	10.64	0.991	23,120	13	94	8.51	0.817
22	12.90	4,430	2	28.5	12.05	0.928	9,430	4	58	12.65	0.995
24	33.60	9,300	4	35	7.91	1.088	19,890	15	89	6.68	0.788
25	13.40	6,990	3	45	11.59	0.926	11,530	6	83	10.40	0.816
26	18.40	5,190	2	22	12.82	1.130	22,450	10	104	11.74	1.027
28	18.00	6,160	3	32.5	10.53	0.914	22,330	12	123	10.07	0.869
34	13.00	4,250	2	24	13.62	0.974	5,640	2	31	14.08	1.141
36	18.10	6,450	3	33	10.80	0.946	9,010	4	42	11.75	1.029
37	12.10	7,920	3	44	14.88	1.128	35,500	12	183	16.04	1.257
39	15.80	13,930	6	77	11.45	0.918	23,880	10	116	13.08	1.122
40	9.40	14,490	4	74	20.83	1.565	10,980	2	60	19.54	1.788
41	13.90	11,460	4	69	11.95	1.022	22,100	8	112	14.24	1.140
42	19.20	2,990	2	22.5	6.92	0.626	5,830	4	39	7.88	0.680
43	12.70	4,020	2	28.5	11.11	0.849	4,950	2	29	13.46	1.052
44	18.60	10,450	4	44	12.77	1.131	22,280	10	98	12.19	1.046
48	14.90	4,270	2	25	11.46	0.887	11,150	4	56	13.39	1.212
49	17.30	7,800	3	40	11.27	1.046	28,440	15	181	9.08	0.802
51	18.80	3,510	2	21.5	8.68	0.765	8,990	4	44	10.80	0.978
55	15.20	3,910	2	29.5	8.72	0.728	7,860	4	48	10.74	0.838
56	10.80	500	1	12	4.21	0.262	1,100	2	35	2.91	0.230
81	21.00	10,180	5	55	8.81	0.818	23,260	10	96	11.50	1.029
Total		262,590	106	1,377.5	23.34	1.036	583,430	250	3,057	11.86	1.001

Table 12.10.3 Evaluation of Planned Route Network

Evaluation Index	Unit	Existing Network	Planned Network
Total number of passengers	persons/day	583,930	421,980
Non-transfer passengers	persons/day	583,430	327,520
Transfer passengers	persons/day	0	95,460
New transport + bus	persons/day	---	81,480
Bus + bus	persons/day	0	12,980
Overall operation frequency	times/day	3,057	2,106
Required number of buses	vehicles	250	159
Total travel distance	vehicle-km	49,207.8	32,519.0
Operation efficiency	persons/ vehicle-km	11.86	12.97
Income-cost ratio		1.001	1.114

Table 12.10.4 Evaluation of Planned Route Network

SQ. No.	Route No.	Route Length (round trip) (km)	No. of Passengers (persons per day)	No. of Buses (vehicles)	Operation Frequency (round trips per day)	Operation Efficiency (persons per vehicle-km)	Income-Cost Ratio
1	2	15.85	43,140	17	220	12.39	1.009
2	3	20.60	14,970	7	71	10.23	0.935
3	5	14.00	3,110	2	23	9.57	0.757
4	8	13.00	6,160	2	35	13.64	1.222
5	10	16.20	10,600	5	58	11.33	0.882
6	12	12.40	13,910	5	76	14.77	1.153
7	13	15.30	36,340	12	157	15.15	1.226
8	16	10.40	17,110	5	92	17.79	1.401
9	17	8.40	32,670	7	170	22.86	1.881
10	18	22.70	13,860	8	71	8.60	0.747
11	22	12.90	8,090	3	50	12.65	0.995
12	24	33.60	24,300	15	86	8.42	0.995
13	26	8.50	15,130	3	91	19.54	1.658
14	28	18.00	19,160	10	106	10.07	0.868
15	36	20.20	11,330	5	51	10.94	0.977
16	37	7.80	18,620	3	94	25.34	2.107
17	39	15.80	17,460	7	79	13.94	1.196
18	41	10.70	13,000	3	71	17.13	1.441
19	42	19.20	7,050	3	33	11.13	0.960
20	43	12.70	4,940	2	26	14.72	1.182
21	44	18.60	29,190	10	109	14.40	1.275
22	48	14.90	9,730	3	48	13.63	1.233
23	49	17.30	24,400	13	155	9.08	0.802
24	51	18.80	8,210	3	38	11.49	1.040
25	55	15.20	7,380	3	43	11.32	0.898
26	81	14.50	12,120	3	53	15.79	1.336
Total			421,980	159	2,106	12.97	1.114



Fig. 12.10.3 Bus Passengers with Existing Route Network (2005)



Fig. 12.10.4 Bus Passengers after Introduction of MRT (2005)

第13章 經濟分析

第13章 経済分析

13.1 基本的考え方

経済分析の目的は、プロジェクトが実行された場合における国民経済に与える効果を把握し、プロジェクトを実行することの可否を判断することである。

分析は、以下の考え方を基本として行った。

- ① プロジェクトを実行した場合 (With the Project) とプロジェクトを実行しなかった場合 (Without the Project) それぞれにおける費用の差およびプロジェクトを実行した場合の便益をもとに内部収益率を算定して評価する。
- ② 費用の算出にあたっては、経済分析の目的が、国民経済的立場から資源が有効に配分されているか否かを評価することであるので、市場価格で算定された費用を国民経済的な機会費用として評価するためにシャドープライスに変換する。
- ③ 便益の算出にあたっては、考えうる便益のうち定量化できる便益について分析を行い、定量化できない便益については別途評価するものとする。
- ④ プロジェクトに関する費用および便益の評価にあたっては、交通プロジェクト、特に鉄道は、輸入代替プロジェクトではないので内貨で表示し評価することとする。

13.2 経済分析の手法

13.2.1 WITH/WITHOUT分析

本分析は、当該プロジェクトが実施された場合(With the Project)と実施されなかった場合(Without the Project)についての比較を行うことによってなされるが、それぞれの場合の概念は以下のとおりである。

(1) With the Project

カサブランカ市において、マガジン広場からシディ・モーメンまでMRTが建設され、関連するバス・ルートの再編成を行った場合。

(2) Without the Project

カサブランカ市においてMRTが建設されず、将来発生する交通需要をバス交通を主体とした道路交通が分担した場合。

なお、カサブランカ市における道路施設は将来の道路交通量に対応し得る容量を有しているものとする。

今回の分析にあたっては、(1)および(2)のそれぞれの投資費用および管理運営費を算出し、その差額および(1)による便益をもとに内部収益率を算定する。

13.2.2 分析項目

主な分析対象項目は以下のとおりである。

(1) 投資費用

WITH：MRT建設に必要な地上設備（土木、電気、車両基地）およびMRT車両への投資時期と投資費用

バス車両増備に伴い必要な地上設備（バス整備工場）およびバス車両への投資時期と投資費用

WITHOUT：バス車両増備に伴い必要な地上設備（バス整備工場）およびバス車両への投資時期と投資費用

投資費用には、資産の償却に伴う再投資を含む。

(2) 管理運営費

WITHOUT：バスを運営していくために必要な人件費、動力費および地上設備、車両を維持していくために必要な維持費、取替費

WITHOUT：バスを運営していくために必要な人件費、動力費および地上設備、

車両を維持していくために必要な維持費、取替費

(3) 便益

プロジェクトが実施されたことによる旅客の便益（旅行時間の減少による時間節約便益）およびWithとWithoutにおける輸送コストの差（費用節約便益）を直接便益として計上する。

その他の便益については、非定量化要素として定性的な評価を行う。

13.2.3 評価指標

分析にあたっては、経済的内部収益率（Economic Internal Rate of Return: EIRR）を指標として評価を行う。EIRRの算出にあたっては、With the ProjectとWithout the Projectとの投資費用の差額並びに便益を年度ごとに算出し、次式によりEIRRを求める。

$$\sum_i (B_i - C_i)/(1 + r)^i = 0$$

B_i: Benefits in i fiscal year

C_i: Cost difference in i fiscal year

r: EIRR

13.2.4 前提条件

経済分析を行うにあたっては以下の条件を前提として行った。

(1) 為替レート：¥100=4.87DH（1DH=¥20.5）

最近の円相場の不安定性を考慮して、1985年7月から1986年6月までの1年間の平均為替レートをもって本分析の為替レートとした。

(2) プロジェクトライフ：30年（1988年～2017年）

プロジェクトライフの設定にあたっては、本プロジェクトのような鉄道プロジェクトの場合、初期投資額が大きく安定状態に達するまでに比較的長期間を要するため、一般のフィージビリティ・スタディで用いられるプロジェクトライフの中で最長の30年を採用した。

(3) 経済成長率：3%

モロッコ国における最近4年間（1981年～1984年）の1人あたりGDPの平均成長率は2%である。1987年からの新経済計画は調査時点では策定されていなかったが、計画省でのヒアリングによれば目標成長率は4%を予定している。

過去の成長率は記録的な干ばつの影響を受けており、また目標成長率は楽観的要素が含

まれていると思われるので、中位値としての3%を成長率とした。

(4) 運賃：3DH（全線1区）

運賃設定にあたっては、カサブランカ市におけるバス運賃を参考にした。

(5) 耐用年数および再投資

資産種類および資産別耐用年数は表13.2.1に示すとおりである。

耐用年数の設定にあたっては、日本国有鉄道および日本国内の地下鉄の実績を参考にした。償却資産については、耐用年数が経過した時点で再投資を行うこととした。

(6) インフレーション

インフレーションについては、下記の理由により分析から除外した。

- ・インフレーションは種々の経済的要素によって発生するものであり、これらの経済的要素について30年間にわたり予測することは大きな誤差を生じる可能性が多い
- ・上記のような予測結果を基に分析を行えば評価結果を著しく歪めることとなる
- ・インフレーションは費用および便益相互に作用し合うものであり、その影響は相殺される

(7) 将来交通量

分析の前提としたWith the Project、Without the Projectそれぞれの将来交通量は第5章需要予測の結果によるが、2005年の将来交通量は表13.2.2に示すとおりである。

Table 13.2.1 Kinds of Assets and Years of Endurance

Item	Contents of assets	Kinds of assets	Years of endurance	Asset ratio	Remarks
Civil engineering facilities	Roadbed	Depreciation assets	57	100	Excluding expenses for interfering buildings
	Bridges	Depreciation assets	50	100	
	Tunnel	Depreciation assets	50	100	
	Station structure	Depreciation assets	32	100	
	Tracks	Replacement assets	-	0	
	Buildings	Depreciation assets	45	100	
Electric facilities	Electric transmission	-	-	-	Burden money for RAD facilities
	Transforming	Depreciation assets	20	100	
	Electric train lines	Replacement assets	-	0	
	Electric lights	Depreciation assets	20	50	
		Replacement assets	-	50	
	Signals	Depreciation assets	20	55	
		Replacement assets	-	45	
	Telecommunications	Depreciation assets	9	50	
		Replacement assets	-	50	
Machinery	Depreciation assets	20	100		
Rolling stock	Electric train	Depreciation assets	20	100	

Table 13.2.2 Future Traffic Volume (2005)

(Unit: person/day)

	Without	With		
		Fare: 3DH	Fare: 2DH	Fare: 4DH
Bus	583 429	421 935	376 078	457 906
MRT	-	205 201	260 891	161 140
Total	583 429	627 136	636 969	619 046

13.3 ケース設定

分析にあたっては、13.2.4に基づいて行うものを基本ケースとする。

しかし、以下の理由によりいくつかのケースを設定して分析を行うものとする。

- ① 分析の前提条件はあくまでも仮定に基づくものであり、一種の予測値であること。
- ② したがって、将来の経済情勢の変動に伴って前提条件が変化する可能性があること。
- ③ この変化が経済分析の結果に大きな影響を及ぼす可能性が強いこと。

ケースの設定にあたっては、分析に大きな影響を及ぼす経済成長率、運賃、建設費を変化要因として、それぞれの要因について以下のとおり変化させた。

	基本ケース	変化ケース
経済成長率	3%	2%、4%
運賃	3DH	2DH、4DH
建設費	—	+10%

輸送量については、設定運賃を変化させることにより将来輸送量を変化させた。なお、輸送量の運賃弾性値は0.716である。

具体的な設定ケースは以下のとおりである。

Table 13.3.1 Analysis Cases

	Basic Case	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6
Growth rate	3%	2%	4%	3%	3%	3%	2%
Fares	3DH	3DH	3DH	2DH	4DH	3DH	3DH
Construction Cost						+10%	+10%

13.4 費用の推計

13.4.1 経済価格の推計方法

分析に用いる費用の推計にあたっては、13.1で述べたとおりシャドープライス手法に従って経済価格による費用の算出を行うが、その具体的な算出方法は以下のとおりである。

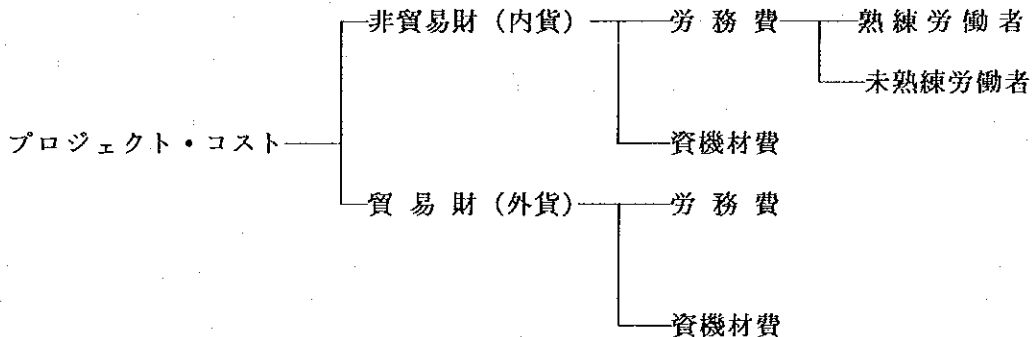
(1) 移転項目の調整

財務価格 (Financial Cost) より、税金、補助金、利子等の移転項目を控除する。

なお、本プロジェクトの財務価格の積算においては税金 (関税、付加価値税) を控除している。

(2) シャドープライスへの変換

市場価格にて見積もられたプロジェクトに係わる費用を以下のとおり区分する。



財務価格のうち外貨ポーションについてSERによる調整を行って内貨へ変換する。

内貨ポーションのうち未熟練労働者に関する労務費についてはSWRによる調整を行う。

・SERの算出：SERは次式で与えられる

$$SER = OER \times \frac{(M + X + T + S)}{(M + X)}$$

ここに、SER (Shadow Exchange Rate) : シャドー為替レート

OER (Official Exchange Rate) : 公定為替レート

M : CIF 価格による輸入財の総額

X : FOB 価格による輸出財の総額

T : 輸入関税総額

S : 輸出補助金総額

表13.4.1および13.4.2よりSERを計算した結果は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{SER} &= 4.87 \times \frac{29,421.4 + 16,003.2 + 4,352.2}{29,421.4 + 16,003.2} \\ &= 4.87 \times 1.10 \\ &= 5.36 \end{aligned}$$

・SWRの算出：SWRは次式で与えられる

$$\text{SWR} = W_0 / W$$

ここに、SWR (Shadow Wage Rate) : シャドー賃金率

W : 18才以上の最低賃金 (DH/日)

W_0 : 18才以上の最低賃金 (DH/日)

SWRの計算結果は以下のとおりである

$$\begin{aligned} \text{SWR} &= 31.68 / 75.00 \\ &= 0.42 \end{aligned}$$

Table 13.4.1 Change of Annual Export - Import Value

(Unit: Million DH)

	1981	1982	1983	1984	1985	Average of 5 years
Total value of imports (CIF)	22,455.1	25,990.2	25,591.2	34,395.5	38,675.1	29,421.4
Total value of exports (FOB)	12,002.6	12,439.7	14,724.2	19,109.5	21,740.1	16,003.2

(Source: Office de Changes)

Table 13.4.2 Changes of Annual Import Tariffs

(Unit: Million DH)

	1981	1982	1983	1984	1985	Average of 5 years
Import customs	1,505.7	1,703.2	1,598.0	1,884.7	2,244.5	1,787.2
Special import taxes	2,445.6	2,993.7	2,631.0	2,533.5	2,221.3	2,565.0
Total	3,951.3	4,696.7	4,229.0	4,418.2	4,465.8	4,352.2

(Source: Administration des Douanes et Impots Indirects)

13.4.2 投資費用の算出

(1) 前提条件

経済分析に用いる投資費用については、13.4.1で述べたとおり経済価格にて算出するが、費用算出の具体的な前提条件は以下のとおりである。

① 投資時期

投資時期については、MR T、バスとも以下のとおりとする。

- ・MR T：12.9の実行計画による
- ・バス：車両および車両工場については、1993年

② 追加投資

追加投資については、MR T、バスとも需要の伸びに応じた車両の追加投入を行うこととし、所要の時期に追加投資として計上する。バスの車両工場についても車両の追加投入に合わせて追加投資を行う。

③ 再投資

MR Tの地上設備および車両については、表13.4.3のそれぞれの資産種別に対応した耐用年数、バス車両については10年をそれぞれ超えた時点で再投資を行うものとする。

再投資にあたっては、それぞれの施設の残存価値と除却費が見合うものとする。

また再投資にあたっては、初期投資において技術移転が行われるものとして技術経費は計上しない。

④ 残存価格

設定された30年のプロジェクトライフは分析上の期間であって、未償却資産についてはその後も機能を維持しうるので、プロジェクトライフ最終年（30年目）に投下資本の未償却残高を負の投資額として計上する。

資産別残存価格を表13.4.4に示す。

⑤ その他

プロジェクトに伴って生じる支障家屋の移転費用については財務費用より控除する。RADに対する送電設備の負担金および開業前に実施される教育・訓練費用については減価償却も取替も生じないものとする。

以上を前提として、With the ProjectおよびWithout the Projectの投資額並びに投資額差を算出すると以下のとおりとなる。

(2) With the Project

(a) MRTの投資額

初期投資および追加投資に関する投資額、投資時期は表13.4.5のとおりである。

(b) バスの投資額

バスに関する投資額の算定にあたっての前提条件は以下のとおりである。

- ① バス車両の経済価格：460,000DH
- ② 車両工場設備の経済価格：41,000DH/台
 - ・ 建築設備 29,000DH/台
 - ・ 機械設備 12,000DH/台
- ③ 設備の耐用年数：
 - ・ 建築設備 45年
 - ・ 機械設備 20年

初期投資、追加投資および再投資に関する投資額、投資時期は表13.4.6のとおりである。

(c) 投資額の合計

(a)および(b)より、With the Projectにおけるケース別投資額を算定する。

算定結果は表13.4.7のとおりである。

Table 13.4.3 Depreciation-target Assets by Kinds of Assets

(Unit: Million DH)

Item	Contents of assets	Basic case	Case 3	Case 4	Case 5
Civil work	Roadbed	36.6	36.6	36.6	40.3
	Bridges	313.2	313.2	313.2	344.5
	Tunnel	809.7	809.7	809.7	890.7
	Station structures	205.2	205.2	205.2	225.7
	Buildings	82.4	82.4	82.4	90.6
Electricity	Transformer	63.4	63.4	63.4	69.7
	Electric lamps, electric power	22.2	22.2	22.2	24.4
	Signals	54.9	54.9	54.9	60.4
	Telecommunications	18.9	18.9	18.9	20.8
	Machinery	165.5	165.5	165.5	182.1
Rolling stock	Electric trains	539.0	458.7	421.9	592.9
Total		2,311.0	2,480.5	2,193.9	2,542.1

Table 13.4.4 Residual Prices for Respective Assets

(Unit: Million DH)

Item	Contents of assets	Basic case	Case 3	Case 4	Case 5
Civil work	Roadbed	22.2	22.2	22.2	24.4
	Bridges	172.3	172.3	172.3	189.5
	Tunnels	445.3	445.3	445.3	489.9
	Station structures	60.9	60.9	60.9	67.0
	Buildings	41.2	41.2	41.2	45.3
Electricity	Transforming equipment	46.2	46.2	46.2	50.8
	Electric power equipment	15.2	15.2	15.2	17.0
	Signaling equipment	39.5	39.5	39.5	43.5
	Telecommunications equipment	5.0	5.0	5.0	5.5
	Machinery equipment	118.3	118.3	118.3	130.2
Rolling stock	Electric trains	371.5	515.5	300.4	408.8
Total		1,337.9	1,481.9	1,266.8	1,471.9

Table 13.4.5 Investment Plan (MRT)

(Unit: Million DH)

Case	Investment amounts			Residual prices	Total
	Initial investments	Additional investments	Reinvestments		
Basic case	2,599.6	62.4	775.1	1,337.9	2,099.2
1	2,599.6	62.4	775.1	1,337.9	2,099.2
2	2,599.6	62.4	775.1	1,337.9	2,099.2
3	2,800.3	31.2	975.8	1,481.9	2,325.4
4	2,513.6	31.2	689.2	1,266.8	1,967.2
5	2,856.6	68.8	852.6	1,471.9	2,306.1
6	2,856.6	68.8	852.6	1,471.9	2,306.1

Table 13.4.6 Investment Plan (Bus)

(Unit: Million DH)

Case	Investment amounts			Residual prices	Total
	Initial investment	Additional investments	Reinvestments		
Basic case	83.6	33.0	169.4	46.8	239.2
1	83.6	33.0	169.4	46.8	239.2
2	83.6	33.0	169.4	46.8	239.2
3	73.6	27.5	168.3	44.9	224.5
4	92.7	34.0	170.6	47.7	249.6
5	83.6	33.0	169.4	46.8	239.2
6	83.6	33.0	169.4	46.8	239.2

Table 13.4.7 Amounts of Investments for Respective Case

(Unit: Million DH)

Case	M R T			Bus			Total
	Amounts of investments	Residual prices	Sub-total	Amounts of investments	Residual prices	Sub-total	
Basic case	3 437.1	1 337.9	2,099.2	286.0	46.8	239.2	2,338.4
1	3 437.1	1 337.9	2,099.2	286.0	46.8	239.2	2,338.4
2	3 437.1	1 337.9	2,099.2	286.0	46.8	239.2	2,338.4
3	3 807.3	1 481.9	2,325.4	269.4	44.9	224.5	2,549.9
4	3 234.0	1 266.8	1,967.2	297.3	47.7	249.6	2,216.8
5	3 778.0	1 471.9	2,306.1	286.0	46.8	239.2	2,545.3
6	3 778.0	1 471.9	2,306.1	286.0	46.8	239.2	2,545.3

(3) Without the Project

With the Projectと同様の方法でWithout the Projectにおけるバスに関する投資額および残存価格を算定する。算定結果は表13.4.8のとおりである。

Table 13.4.8 Investment Plan

(Unit: Million DH)

Fiscal year	Investment amounts			Residual prices	Total
	Initial investments	Additional investments	Reinvestments		
1992	128.3				128.3
1997		13.5			13.5
2002		14.5	117.8		132.3
2007		16.6	12.4		29.0
2012		18.1	134.3		152.4
2017				75.3	-75.3
Total	128.3	62.7	264.5	75.3	380.2

(4) 投資額差

(2)、(3)よりWith the ProjectとWithout the Projectの投資額差を算出すると、表13.4.9のとおりである。

Table 13.4.9 Difference in Investment Amounts

(Unit: Million DH)

Case	Investment amounts				Differences in investment amounts
	With			Without	
	M R T	Bus	Sub-total	Bus	
Basic case	2,099.2	239.2	2,338.4	380.2	1,958.2
1	2,099.2	239.2	2,338.4	380.2	1,958.2
2	2,099.2	239.2	2,338.4	380.2	1,958.2
3	2,325.4	224.5	2,549.9	380.2	2,169.7
4	1,967.2	249.6	2,216.8	380.2	1,836.6
5	2,306.1	239.2	2,545.3	380.2	2,165.1
6	2,306.1	239.2	2,545.3	380.2	2,165.1

13.4.3 管理運営費の算出

(1) With the Project

(a) M R Tの管理運営費

M R Tの管理運営費については12.7の管理運営計画に従って算定を行った。

管理運営費のうち、物件費についてのみ内貨・外貨の区分を行い、外貨ポーションに対して変換係数を乗じて経済価格を算出した。

ケース別管理運営費を表13.4.10に示す。

Table 13.4.10 Administration and Operation Expenses
for Respective Cases (MRT)

(Unit: Million DH)

Case	Personnel expenses	Cost of supplies			Grand total
		Foreign currency	Domestic currency	Total	
Basic case	356.0	80.6	658.3	738.9	1,094.9
1	356.0	80.6	658.3	738.9	1,094.9
2	356.0	80.6	658.3	738.9	1,094.9
3	369.5	100.6	825.0	925.6	1,295.1
4	345.0	63.0	515.1	578.1	923.1
5	356.0	80.6	658.3	738.9	1,094.9
6	356.0	80.6	658.3	738.9	1,094.9

(b) バスの管理運営費

バスの管理運営費については、RATCに対するヒアリング調査結果より以下のとおり査定した。

・固定費

人件費 26,613DH/人/年

RATCの総人件費より職員に係わる間接費を控除して経済価格とした。

バス車両1台あたりの職員数 5.69人/台

バス1台あたり固定費=26,613×5.69

・変動費

燃料費 1.83DH/走行キロ

軽油価格に対する税金を控除して経済価格とした。

維持修理費 0.99DH/走行キロ

その他費用 2.14DH/走行キロ

算出した管理運営費は表13.4.11に示すとおりである。

Table 13.4.11 Administration and Operation Expenses
for Respective Cases (Bus)

(Unit: Million DH)

Case	Fixed cost	Varied cost	Total
Basic case	752.0	1,481.2	2,233.2
1	752.0	1,481.2	2,233.2
2	752.0	1,481.2	2,233.2
3	656.5	1,320.3	1,976.8
4	824.5	1,606.9	2,431.4
5	752.0	1,481.2	2,233.2
6	752.0	1,481.2	2,233.2

(c) 管理運営費の合計

(a) および (b) より、With the Projectにおける年度別管理運営費を算定する。

算定結果は表13.4.12のとおりである。

Table 13.4.12 Administration and Operation Expenses

(Unit: Million DH)

Case	M R T			Bus			Total
	Personnel expenses	Cost of supplies	Total	Fixed cost	Variable cost	Total	
Basic case	356.0	738.9	1 094.9	752.0	1,481.2	2,233.2	3,328.1
1	356.0	738.9	1 094.9	752.0	1,481.2	2,233.2	3,328.1
2	356.0	738.9	1 094.9	752.0	1,481.2	2,233.2	3,328.1
3	369.5	925.6	1 295.1	656.5	1,320.3	1,976.8	3,271.9
4	345.0	578.1	923.1	824.5	1,606.9	2,431.4	3,354.5
5	356.0	738.9	1 094.9	752.0	1,481.2	2,233.2	3,328.1
6	356.0	738.9	1 094.9	752.0	1,481.2	2,233.2	3,328.1

(2) Without the Project

With the Projectと同様にバスの管理運営費を算出する。

算出結果は以下のとおりである。

(単位：百万DH)

項目	金額
固定費	1,194.0
変動費	2,246.1
計	3,440.1

(3) 費用差

(1)、(2)よりWith the ProjectとWithout the Projectの費用差を算出すると表13.4.13のとおりである。

Table 13.4.13 Difference in Administration and Operation Expenses

(Unit: Million DH)

Case	With			Without	Difference in expenses
	M R T	Bus	Sub-total	Bus	
Basic case	1,094.9	2,233.2	3,328.1	3,440.1	112.0
1	1,094.9	2,233.2	3,328.1	3,440.1	112.0
2	1,094.9	2,233.2	3,328.1	3,440.1	112.0
3	1,295.1	1,976.8	3,271.9	3,440.1	168.2
4	923.1	2,431.4	3,354.5	3,440.1	85.6
5	1,094.9	2,233.2	3,328.1	3,440.1	112.0
6	1,094.9	2,233.2	3,328.1	3,440.1	112.0

13.5 便益の算定

13.5.1 時間節約便益

本プロジェクトの時間便益としては、

- ① バスからMRTへ転換した旅客の時間短縮効果
- ② MRT建設に伴うバス待ち時間の短縮効果

が考えられる。

なお、MRT建設に伴う誘発旅客の便益は本分析の対象から除外した。

(1) 時間価値の算定

分析に用いた時間価値は、調査団が実施したP/T調査のアンケート結果におけるバス利用者の平均月収に非勤労時間の調整を行って算定した。

算定された時間価値は、1時間あたり5.48DHである。

(2) 便益額の算定

上記の前提に基づき、便益額を求める。

ケース別便益額は表13.5.1に示すとおりである。

Table 13.5.1 Time-saving Benefit Value for Respective Cases
(Unit: Mille hours Million DH)

Case	Total time saved	Benefit value
Basic case	864,645	8,556.7
1	864,645	7,992.0
2	864,645	9,155.6
3	882,500	8,708.3
4	848,614	8,365.8
5	864,645	8,556.7
6	864,645	7,992.0

13.5.2 費用節約便益

13.4の結果より、With the ProjectとWithout the Projectの費用差が費用節約便益である。

13.2で述べたとおり、Withoutにおいては道路容量にかかわらず、将来需要に必要なバス台数の算定を行った。

しかし現地調査の結果によれば、パリ通りでのピーク時間 (green peak hour) あたりの混雑度は1.5を超えている。また、2005年においてはピーク時間あたりのメディウナ通りの主要交差点での混雑度は1.46~1.56であり、将来においてWithout案を実施するとすれば、市中心部の道路拡幅等の道路整備が必須となる。しかし、都心部における道路拡幅等は、旧市街地の景観保全およびメディウナ幹線道路整備計画等の制約条件を考慮すれば不可能である。従って、カサブランカ市において将来ともバスによって都市交通を機能させるためにはカサブランカ市全域にわたる人口配置およびインフラに係わる面的整備の検討が不可欠であるが、この面的整備に関する所要費用は極めて多額なものとなる。

本件調査は、SDに基づくMRT建設のフィージビリティ調査であるためWithoutの費用算定において、これらの面的整備に関する費用を考慮することは極めて困難である。

従って、費用節約便益の算定には道路整備費用等を含めずに本プロジェクトの便益評価を行った。

以上の結果より、ケース別便益額を算定すると、表13.5.2のとおりとなる。

Table 13.5.2 Benefits Value for Respective Cases

(Unit: Million DH)

Case	Time-saving benefits	Cost-saving benefits	Total
Basic case	8 556. 7	1 12. 0	8 668. 7
1	7 992. 0	1 12. 0	8 104. 0
2	9 155. 6	1 12. 0	9 267. 6
3	8 708. 3	1 68. 2	8 876. 5
4	8 365. 8	85. 6	8 451. 4
5	8 556. 7	1 12. 0	8 668. 7
6	7 992. 0	1 12. 0	8 104. 0

13.5.3 その他の便益

本プロジェクトに関する定量化できない上記の以外の便益としては以下のものが考えられる。

① 快適性の向上

利用者便益として、バス利用者が受けていた精神的・肉体的負担が軽減されることによる快適性の向上が挙げられる。現在のカサブランカ市におけるバス輸送の混雑は著しく、運賃の収受も満足に行われないこともあるが、MRTの導入により旅客の快適性は向上する。

② 定時性の確保

バスと比較したときのMRTの特性の一つに輸送の定時性が挙げられる。カサブランカ市へMRTを導入することにより居住地より勤務地への通勤時間が定時化されることにより、居住地より雇用を求める範囲が広くなり実質的に雇用機会が拡大する。

③ 道路混雑の解消・交通事故の減少

MRTの導入に伴って道路交通量がMRTに転換し、都心部の交通混雑が緩和されるとともに、交通事故の機会が減少する。

MRTが都心部（パリ通り等）において地下走行となることにより、都心部の道路からバス路線が整理され都心部の交通混雑が緩和される。

④ 宅地開発の促進

MRTの導入に伴い、公共交通サービスレベルが低いベン・ムシック、シディ・モームン地区における都心部へのアクセス交通手段が確保されることにより、住宅立地条件が改善され住宅開発が促進される。

13.6 分析と評価

13.6.1 EIRRの算定

13.4および13.5に基づいてケース別にEIRRを算定した結果は以下のとおりである。

Table 13.6.1 Economic Internal Rates of Return for Respective Cases

Item	Basic case	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6
Growth rate	3%	2%	4%	3%	3%	3%	2%
Fares	3DH	3DH	3DH	2DH	4DH	3DH	3DH
Construction cost						+10%	+10%
EIRR	9.2%	8.6%	9.8%	8.8%	9.4%	8.3%	7.8%

13.6.2 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

13.7 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

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。

7. Cash Flow: Case 6

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total	
Residual	63.3	336.6	719.4	1,165.7	526.9					-6.0		34.4			-29.8		34.4							18.2	-57.2	816.2				-1,443.4	2,165.1	
WITH	63.3	336.6	719.4	1,165.7	655.2					7.5		34.4			102.5		34.4			15.1				18.2	95.2	816.2				-1,318.7	2,545.3	
-NRT	63.3	336.6	719.4	1,165.7	571.6							34.4			18.2		34.4							18.2		816.2				-1,471.9	2,206.1	
Main construction cost		232.4	622.1	1,039.9	510.7							31.6			18.2		31.6							18.2		816.2					3,320.9	
Technological cost	01.7	71.6	30.8	38.6	17.2							2.8					2.8														225.5	
Contingency		30.8	64.5	81.3	23.3																										200.4	
Pre-operation cost	1.6	1.8	2.0	5.9	19.9																										31.2	
Amounts of investments																															1,471.9	1,471.9
-Bus					83.6					7.5					84.3					15.1					95.2						-46.8	239.2
Ground facilities					8.8					0.8					0.8					0.7					2.3						11.5	
Rolling stock					78.8					6.9					83.7					14.7					92.4						274.5	
Amounts of investments																															46.8	46.8
WITHOUT					128.3					13.5					132.3					29.0					152.4						-75.3	380.2
-Bus					128.3					13.5					132.3					29.0					152.4						-75.3	380.2
Ground facilities					10.5					1.1					1.2					1.4					4.7						18.9	
Rolling stock					117.8					12.4					131.1					27.6					147.7						438.6	
Amounts of investments																															75.3	75.3
Difference in Management and Operation Expenses						-3.7	-3.3	-2.8	-2.6	-2.2		0.5	0.7	1.1	1.2	3.5	3.8	4.1	4.5	4.7	7.3	7.0	8.1	8.5	8.8	11.7	12.1	12.5	12.7	12.2	112.0	
WITH						114.3	115.2	116.0	117.1	118.1	121.4	122.4	123.8	124.7	126.1	129.6	130.9	132.2	133.4	134.9	138.9	140.3	141.6	143.0	144.5	148.9	150.4	151.9	153.6	155.1	3,328.1	
-NRT						40.2	40.3	40.3	40.6	40.8	41.0	41.2	41.5	41.8	42.3	42.7	43.1	43.5	43.8	44.4	44.8	45.2	45.6	46.0	46.5	46.9	47.4	47.8	48.1	48.8	1,094.9	
Personnel cost						14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.4	14.4	14.4	14.4	14.5	14.5	356.0	
Cost of supplies						28.1	26.2	26.2	26.5	26.7	26.9	27.1	27.4	27.7	28.1	28.5	28.9	29.3	29.6	30.1	30.5	30.9	31.3	31.7	32.1	32.5	33.0	33.4	33.9	34.3	738.9	
-Bus						74.1	74.9	75.7	76.5	77.3	80.4	81.2	82.1	82.9	83.8	88.9	87.8	88.7	89.6	90.5	94.1	95.1	96.0	97.0	96.0	102.0	103.0	104.1	105.2	106.3	2,233.2	
Fixed cost						25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	29.8	29.8	29.8	29.8	29.8	32.4	32.4	32.4	32.4	32.4	35.3	35.3	35.3	35.3	752.0		
Varied cost						48.8	49.6	50.4	51.2	52.0	52.8	53.6	54.5	55.3	56.2	57.1	58.0	58.9	59.8	60.7	61.7	62.7	63.6	64.6	65.6	66.7	67.7	68.8	69.9	71.0	1,481.2	
WITHOUT						110.6	111.9	113.2	114.5	115.9	121.4	122.9	124.3	125.8	127.3	133.1	134.7	136.3	137.9	139.6	146.2	147.9	149.7	151.5	153.3	160.6	162.5	164.4	166.3	168.3	3,440.1	
-Bus						110.6	111.9	113.2	114.5	115.9	121.4	122.9	124.3	125.8	127.3	133.1	134.7	136.3	137.9	139.6	146.2	147.9	149.7	151.5	153.3	160.6	162.5	164.4	166.3	168.3	3,440.1	
Fixed cost						38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	47.2	47.2	47.2	47.2	47.2	52.2	52.2	52.2	52.2	52.2	57.7	57.7	57.7	57.7	1,194.0		
Varied cost						71.8	73.1	74.4	75.7	77.1	78.5	80.0	81.4	82.9	84.4	85.9	87.5	89.1	90.7	92.1	94.0	95.7	97.5	99.3	101.1	102.9	104.8	106.7	108.6	110.6	2,215.1	
Time-saving benefits						203.7	212.3	221.4	229.0	236.9	245.0	253.1	262.1	271.1	280.5	290.1	300.1	310.5	321.2	332.3	343.7	355.6	367.3	380.5	393.6	407.2	421.2	435.7	450.8	466.3	7,992.0	
Net flow	-63.3	-336.6	-719.4	-1,165.7	-526.9	200.0	209.0	218.8	228.4	240.7	245.0	219.5	262.8	272.2	311.5	293.6	269.5	314.6	325.7	350.6	351.0	363.2	375.9	370.8	459.6	-397.3	433.3	448.2	463.5	1,922.9	5,938.9	

第14章 財務分析

第14章 財務分析

14.1 基本的考え方

経済分析が国民経済的観点からのプロジェクト評価を目的とするのに対し、財務分析は本プロジェクトが事業主体にとって財務的に健全であるか否かを評価することである。

従って、費用の見積にあたっては、経済分析と異なり実際に支払われるべき費用（市場価格）で行う。

カサプランカに導入されるMRTは、12.9で述べたとおり新たな事業体を設立し、運営を行うことになるが、この事業体の事業目的は利潤追求ではなく、カサプランカ都市交通の混雑緩和と地域経済の発展に寄与することである。従って、本分析においては、プロジェクトが公益事業として十分な財務的健全性を有しているか否かを判断することを目的とする。

本プロジェクトは、初期投資資金が大きく資金調達方法が事業体の収益性を大きく左右するので、財務諸表に基づく分析を行ってこれらについても考察を加える。

14.2 財務分析の手法

14.2.1 分析項目

主な分析項目は以下のとおりである。

(1) 事業収入

事業収入については、運賃による営業収入および営業外収入に区分して算定する。

(2) 投資費用

MRT建設に必要な地上設備（土木、電気、車両基地）およびMRT車両への投資時期と投資費用

投資費用には、資産の償却に伴う再投資を含む。

(3) 管理運営費、減価償却費

MRTを運営していくために必要な人件費、動力費および地上設備、車両を維持していくために必要な維持費、取替費および償却資産の減価償却費

14.2.2 前提条件

財務分析にあたっての前提条件は、経済分析の前提条件と基本的に同じである。

(1) 為替レート：¥100=4.87DH (1DH=¥20.5)

(2) プロジェクトライフ：30年(1988年～2017年)

(3) 運営主体

12.9に基づき、RATCに準じた公共企業体とし、本プロジェクトにあわせて事業体を新設するものとする。

(4) 運賃：3DH (全線1区)

(5) 耐用年数および再投資

資産種類および資産別耐用年数は表13.2.1に示すとおりである。

償却資産については、耐用年数が経過した時点で再投資を行うこととした。

(6) 減価償却

償却資産の減価償却方法については、定額法による。なお、残存価格は資産取得価格の10%とする。

(7) インフレーション

インフレーションについては、下記の理由により分析から除外した。

- ・インフレーションは、収入および費用に影響を与え金利には影響を及ぼさないので、インフレーションによって金利負担は軽減する
- ・しかし、金利の決定にはインフレーションが見込まれること、外貨の借入についてはディルハムの為替レートの変更が実質金利に与える影響が大きく、インフレーションによって必ずしも金利負担が軽減するとはいえない

(8) 将来交通量

分析の前提とした将来交通量は第5章需要予測の結果による。

(9) 税金

分析にあたっては、本プロジェクトの公共性に鑑みプロジェクトに必要な輸入資機材に関する関税、付加価値税、所得税を考慮していない。

14.2.3 評価指標

(1) 財務的内部収益率(Financial Internal Rate of Return: FIRR) FIRRについては、全投資額に対する投資効率を示す内部収益率(Return on Investment: ROI)を用いる。FIRRの算定にあたっては、年度別の投資額、収入および費用を算定し次式により求める。

$$\sum I_i / (1+r)^i = \sum (B_i - C_i) / (1+r)^i$$

I_i : i 年度における投資額

B_i : i 年度における収入

C_i : i 年度における営業費用

r : FIRR (ROI)

(2) 債務返済能力比率(Debt Service Coverage Ratio: DSCR)

DSCRは金融債務返済能力を示す指標であり、少なくとも借入期間の累積で1.0を上回る必要がある。

DSCRの算定は次式による。

$$DSCR = \frac{\sum (B_i - C_i)}{\sum (D_i + R_i)}$$

B_i : i 年度における収入

C_i : i 年度における営業費用

D_i : i 年度における借入元金返済額

R_i : i 年度における支払利息

(3) 単年度収支黒字転換年

単年度純利益が黒字になるまでの期間である。

(4) 累積収支黒字化年

累積純利益がプラスに成るまでの期間である。

14.3 ケース設定

分析にあたっては、14.2.2に基づいて行うものを基本ケースとする。

しかし、以下の理由によりいくつかのケースを設定して分析を行うものとする。

- ① 分析の前提条件はあくまでも仮定に基づくものであり、一種の予測値であること。
- ② したがって、将来の経済情勢の変動に伴って前提条件が変化する可能性があること。
- ③ この変化が財務分析の結果に大きな影響を及ぼす可能性が強いこと。

ケースの設定にあたっては、分析に大きな影響を及ぼす運賃、建設費を変化要因として、それぞれの要因について以下のとおり変化させた。

項目	基本ケース	変化ケース
運賃	3DH	2DH、4DH
建設費	—	+10%

輸送量については、設定運賃を変化させることにより将来輸送量を変化させた。なお、輸送量の運賃弾性値は0.716である。

具体的な設定ケースは以下のとおりである。

Table 14.3.1 Cases for Analysis

Item	Basic case	Cases where fluctuation has occurred
Fares	3DH	2DH, 4DH
Construction costs		+10%

14.4 収入および費用の推計

14.4.1 収入の算定

(1) 営業収入

本プロジェクトは、旅客のみを対象とした都市鉄道であるので、旅客収入が営業収入となる。収入の算定にあたっては、全線1区の運賃制度であるので総利用人員に運賃3DHを乗じて営業収入を算定した。

算定した収入は表14.4.1に示すとおりである。

Table 14.4.1 Business Revenue for Each Case

Case	Number of persons transported (million people/year)	Business revenue (million DH)
Basic	1,871.8	5,615.5
1	2,396.8	4,793.5
2	1,479.7	5,918.8
3	1,871.8	5,615.5
4	1,479.7	5,918.8

(2) 営業外収入

運賃収入以外の収入については、RATCの実績を基に営業収入の0.3%とした。

14.4.2 投資費用の算出

財務分析に用いる投資費用については、14.11で述べたとおり市場価格にて算出するが、費用算出の具体的な前提条件は以下のとおりである。

(1) 投資時期

投資時期については12.9の実行計画による

(2) 追加投資

追加投資については、需要の伸びに応じた車両の追加投入を行うこととし、所要の時期に追加投資として計上する。

(3) 再投資

地上設備および車両については、表14.4.2のそれぞれの資産種別に対する耐用年数を超えた時点で再投資を行うものとする。

再投資にあたっては、それぞれの施設の残存価値と除却費が見合うものとする。

また再投資にあたっては、初期投資において技術移転が行われるものとして技術経費は計上しない。

(4) 残存価格

設定された30年のプロジェクトライフは分析上の期間であって、未償却資産についてはその後も機能を維持しうるので、プロジェクトライフ最終年(30年目)に投下資本の未償却残高を負の投資額として計上する。

資産別残存価格を表14.4.3に示す。

(5) 建中金利

建設期間中の金利については、繰延資産として扱う。

(6) その他

プロジェクトに伴って生じる支障家屋の移転費用、RADに対する送電設備の負担金および開業前に実施される教育・訓練費用についても繰延資産として扱う。

Table 14.4.2 Amounts of Individual Assets Subject to Depreciation

(Unit: million DH)

Item	Contents of assets	Basic case	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Civil work	Roadbed	38.0	38.0	38.0	41.8	41.8
	Bridges	302.4	302.4	302.4	332.6	332.6
	Tunnel	811.5	811.5	811.5	892.7	892.7
	Station structures	205.3	205.3	205.3	225.8	225.8
	Buildings	85.6	85.6	85.6	94.2	94.2
Electricity	Substations	58.8	58.8	58.8	64.7	64.7
	Illumination	22.3	22.3	22.3	24.6	24.6
	Signals	52.0	52.0	52.0	57.2	57.2
	Telecommunications	17.7	17.7	17.7	19.5	19.5
	Machinery	153.0	153.0	153.0	168.3	168.3
Rolling stock	Electric trains	490.4	644.6	383.8	539.4	422.1
Total		2 237.0	2 391.2	2 130.4	2 460.8	2 343.5

Table 14.4.3 Residual Prices for Each Asset

(Unit: million DH)

Item	Contents of assets	Basic case	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Civil work	Roadbed	23.0	23.0	23.0	25.3	25.3
	Bridges	166.3	166.3	166.3	182.9	182.9
	Tunnels	446.3	446.3	446.3	491.0	491.0
	Station structures	60.9	60.9	60.9	67.0	67.0
	Buildings	42.8	42.8	42.8	47.1	47.1
Electricity	Substations	42.9	42.9	42.9	47.1	47.1
	Illumination	15.7	15.7	15.7	17.2	17.2
	Signals	37.4	37.4	37.4	41.2	41.2
	Telecommunications	4.7	4.7	4.7	5.1	5.1
	Machinery	109.4	109.4	109.4	120.4	120.4
Rolling stock	Electric trains	338.0	469.0	273.3	371.7	300.6
Total		1 287.4	1 418.4	1 222.7	1 416.0	1 344.9

14.4.3 管理運営費等の算出

(1) 管理運営費

MRTの管理運営費については、経済分析と同様12.7の管理運営計画に従って算定を行った。

ケース別管理運営費を表14.4.4に示す。

Table 14.4.4 Management and Operation Costs for Each Case

(Unit: million DH)

Case	Personnel cost	Non-personnel expenses			Grand total
		Foreign currency	Local currency	Total	
Basic	355.8	73.1	658.2	731.3	1,087.2
1	369.5	91.7	825.1	916.7	1,286.1
2	345.8	57.2	515.2	572.4	918.2
3	355.8	73.1	658.2	731.3	1,087.2
4	345.8	57.2	515.2	572.4	918.2

(2) 減価償却費

表14.4.2の区分における償却資産については、残存価格（10％）を除いた取得資産額を耐用年数で除した一定額で償却するものとした。

14.5 資金調達計画および償還計画

14.5.1 資金調達の前提条件

(1) 外貨ポーション

プロジェクト所要資金のうち、外貨部分の調達についてはモロッコ国外の金融機関よりの借入を想定する。

借入条件としては以下の2ケースを設定する。

ケース	償還期間	据置期間	金 利	返済方法
1	30年	10年	8.0%	元利均等償還割賦方式
2	30年	10年	4.0%	元利均等償還割賦方式

注：償還期間には据置期間を含む

(2) 内貨ポーション

プロジェクト所要資金のうち、内貨部分の調達についてはモロッコ国内の金融機関よりの借入および元利の返還が不要な政府出資金を想定する。

借入条件としては以下の3ケースを設定する。

ケース	償還期間	据置期間	金 利	返済方法
1	15年	5年	6.5%	元利均等償還割賦方式
2	—	—	—	全額政府出資
3	15年	5年	6.5%	元利均等償還割賦方式
	—	—	—	半額政府出資

注：償還期間には据置期間を含む

14.5.2 ケース設定

本プロジェクトの資金調達方法について、借入条件に従って以下のとおりケース設定を行う。

資金調達ケース	外貨借入ケース	内貨借入ケース
a	1	1
b	1	2
c	1	3
d	2	1
e	2	2
f	2	3

(単位：百万DH)

14.3および上記の資金調達ケースを組み合わせて分析を行った。分析対象ケースを表14.5.1に示す。

Table 14.5.1 Cases Subject to Analysis

Cases of procurement of funds	Basic case	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
	Fares: 3DH	Fares: 2DH	Fares: 4DH	Fares: 3DH	Fares: 4DH
	————	————	————	Construction cost + 10%	Construction cost + 10%
a: Foreign currency = 8.0% Local currency = 6.5%	○	○	○	————	————
b: Foreign currency = 8.0% Local currency = Non-redeemable funding	○	○	○	○	○
c: Foreign currency = 8.0% Local currency = 6.5%(1/2)	○	————	○	————	————
d: Foreign currency = 4.0% Local currency = 6.5%	○	○	○	○	○
e: Foreign currency = 4.0% Local currency = Non-redeemable funding	○	○	○	○	○
f: Foreign currency = 4.0% Local currency = 6.5% (1/2)	○	————	○	○	○

14.6 分析と評価

14.6.1 評価指標

分析のケース別評価指標を表14.6.1に示す。

14.6.2 評価

(1) FIRRによる評価

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2.44%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FIRR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。

(2) DSCRによる評価

各ケースにおけるDSCRに関して検討した結果は、本プロジェクトの資金調達としては

- ① 外貨ポーション：借入金利＝8%、内貨ポーション：全額政府出資金
- ② 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
- ③ 外貨ポーション：借入金利＝4%、内貨ポーション：半額政府出資金

の3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。

内貨ポーション全額を政府出資金で調達できた場合は、開業後1年目から純利益が黒字となるが、内貨ポーション半額を政府出資金とした場合はすべてのケースで短期借入金が必要となる。

上記の条件を基に基本ケースにおける損益計算書と資金運用表を作成する。作成した損益計算書および資金運用表は表14.6.3に示すとおりである。

Table 14.6.1 Evaluation Indicators for Respective Cases

Evaluation indicators	Funds raising cases	Basic case	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
		Fares: 3 DH	Fares: 2 DH	Fares: 4 DH	Fares: 3 DH	Fares: 4 DH
					Construction cost +10%	Construction cost +10%
Financial Internal Rate of Return (FIRR)		4.3%	2.4%	5.6%	4.1%	4.9%
Debt Service Capacity Ratio (DSCR)	a: Foreign currency = 8%, Local currency = 6.5%	0.67	0.62	0.80	-	-
	b: Foreign currency = 8%, Local currency = Grants	1.05	0.64	1.29	0.94	1.15
	c: Foreign currency = 8%, Local currency (1/2) = Grants	0.82	-	0.99	-	-
	d: Foreign currency = 4%, Local currency = 6.5%	0.87	0.56	1.04	0.78	0.93
	e: Foreign currency = 4%, Local currency = Grants	1.66	1.00	2.03	1.48	1.82
	f: Foreign currency = 4%, Local currency (1/2) = Grants	1.14	-	1.35	1.02	1.23
Year in which single year balance turned into surplus: Years after the start of operation (): Year in which the accumulated balance turned into surplus * *: Accumulated balance yet to turn into surplus	a: Foreign currency = 8%, Local currency = 6.5%	11 (**)	18 (**)	10 (23)	-	-
	b: Foreign currency = 8%, Local currency = Grants	7 (19)	18 (**)	6 (15)	12 (24)	8 (19)
	c: Foreign currency = 8%, Local currency (1/2) = Grants	10 (24)	-	8 (19)	-	-
	d: Foreign currency = 4%, Local currency = 6.5%	6 (15)	11 (**)	6 (14)	7 (18)	7 (16)
	e: Foreign currency = 4%, Local currency = Grants	1 (1)	9 (19)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
	f: Foreign currency = 4%, Local currency (1/2) = Grants	6 (10)	-	6 (9)	6 (12)	6 (11)
Governmental disbursement: Million DH	a: Foreign currency = 8%, Local currency = 6.5%	0.0	0.0	0.0	-	-
	b: Foreign currency = 8%, Local currency = Grants	1,276.6	1,269.0	1,267.0	1,394.4	1,393.7
	c: Foreign currency = 8%, Local currency (1/2) = Grants	633.7	-	633.4	-	-
	d: Foreign currency = 4%, Local currency = 6.5%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	e: Foreign currency = 4%, Local currency = Grants	1,267.6	1,269.0	1,267.0	1,394.5	1,393.7
	f: Foreign currency = 4%, Local currency (1/2) = Grants	633.7	-	633.4	697.1	696.7
Accumulated maximum short-term borrowings: Million DH	a: Foreign currency = 8%, Local currency = 6.5%	2,017.4	3,550.8	1,590.6	-	-
	b: Foreign currency = 8%, Local currency = Grants	0.0	1,489.9	0.0	338.7	0.0
	c: Foreign currency = 8%, Local currency (1/2) = Grants	987.5	-	561.5	-	-
	d: Foreign currency = 4%, Local currency = 6.5%	1,103.2	2,290.6	1,058.4	1,392.5	1,339.8
	e: Foreign currency = 4%, Local currency = Grants	0.0	227.1	0.0	0.0	0.0
	f: Foreign currency = 4%, Local currency (1/2) = Grants	73.4	-	29.5	260.5	208.2

以上の結果を表14.6.2に示す。

Table 14.6.2 Results of Financial Analysis (In the case that DSCR is not less than 1.0)

	Basic case	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Fares	3DH	2DH	4DH	3DH	4DH
Construction cost	-	-	-	+10%	+10%
FIRR	4.3%	2.4%	5.6%	4.1%	4.9%
Fund raising case a					
Fund raising case b	○: 8.5		○: 10.7		
Fund raising case c					
Fund raising case d			□: 4.5		
Fund raising case e	○: 8.5	□: 4.0	○: 10.7	○: 7.4	○: 9.5
Fund raising case f	□: 5.5		□: 7.7	□: 4.2	□: 6.5

Legend ○: In the case that no short-term borrowings are needed

□: In the case that short-term borrowings are needed

8.5 : Such foreign currency interest rates as making DSCR = 1.

14.6.3 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。

第15章 結 論

第15章 結論

15.1 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。

15.2 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。

15.3 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。

15.4 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交通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の方針としてウエ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。

15.5 経済・財務評価

(1) 経済分析

経済的內部収益率(Economic Internal Rate 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內部収益率(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。

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り入れ、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。

15.6 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、最適公共交通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。

