

3.4 交通調査と解析

3.4.1 交通調査の内容

(1) 調査の目的

ラデスーラグーレット間連絡路調査の一環として、出発地－目的地調査および各種の観測が行なわれた。

これらの調査と観測の目的は道路交通について最大限のデータを入手することであり、そのためには渡船場（フェリー）の利用者のみでなく、調査対象地域の主な道路の利用者をもアンケートの対象とした。

(2) 調査の方法

1) 調査の準備

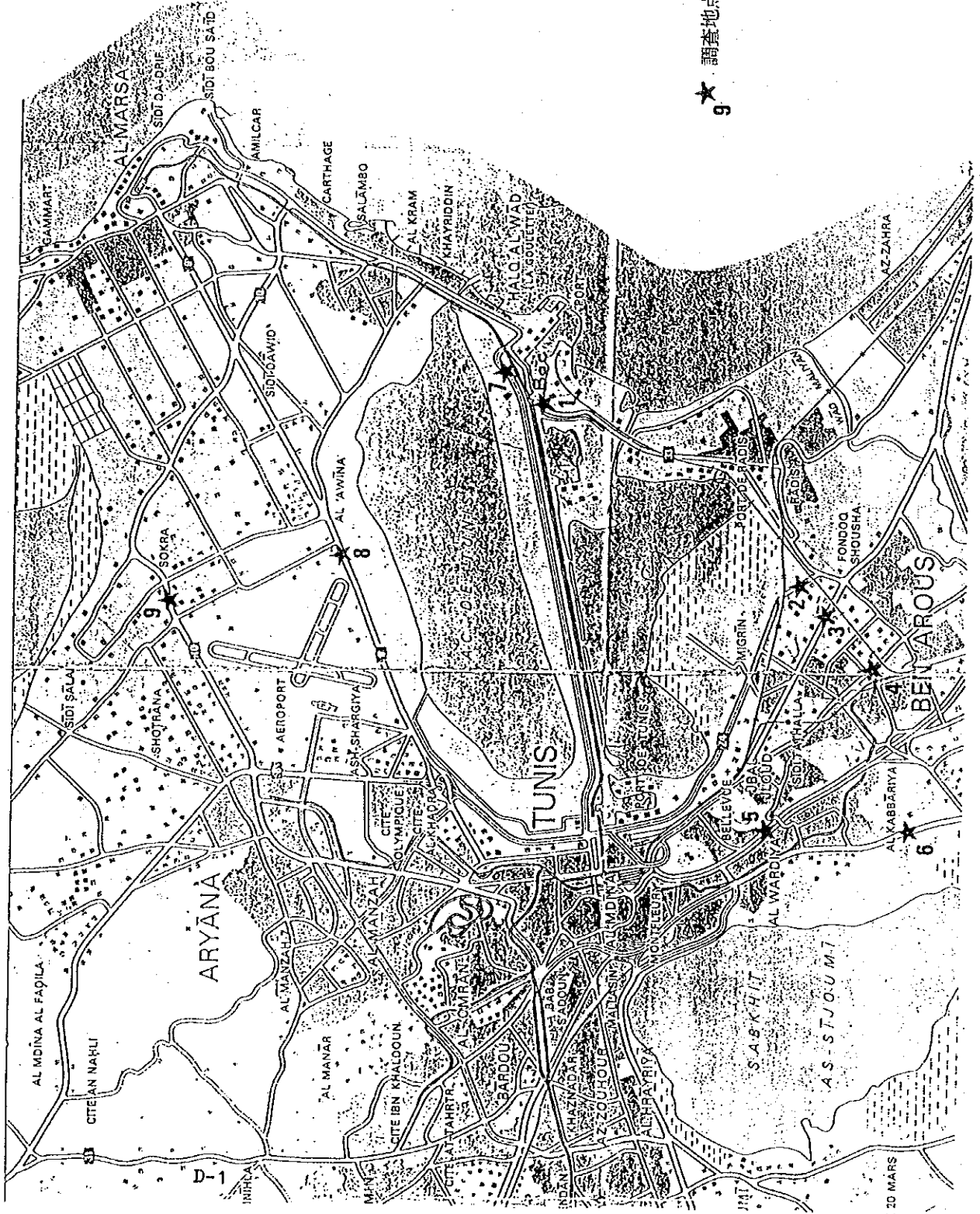
調査の準備には3週間をかけて、すべての目標を定めることができた。

- － 行なうべき各種の調査と観測の項目策定
- － 国の地区(zones)分け
- － 調査・観測の実施日程の確立
- － 業務時間の設定
- － 調査に必要なドキュメントの作成（封筒・紙袋、手動計数記入表、調査票）
- － サンプルング法の設定
- － 調査要員の採用と養成
- － 作業チームの編成
- － 統計データ収集（とくに道路上での計数データ）
- － 調査・計数結果をまとめるためのガード図の作成
- － 記号作成
- － 収集データの品質チェックのためにどのような整合性のテストを行なうかの決定。

2) 行なうべき種々な調査と観測の項目決定

以下のことを行なった。

图 3.4.1.1 调查地点位置图



★ 9 调查地点番号

M.L. 7/10/89

- 出発地、目的地調査
- 走行時間調査
- その他の測定
- 渡し場での待ち行列の台数カウント
- 登録なしの二輪車および歩行者のカウント（渡し場）
- 自動カウント

(3) 調査地点の設定

対象地域内の3つの道路網（連結）に沿って9ヶ所に調査地点を設けた。図-3.4 .1.1にその位置を示す。

主要コードン

このコードンはラゲーレット運河からなり、調査地点はその唯一ヶ所に設けた。

調査地点 No.1 : ラゲーレット渡船場

南コードン（5ヶ所）

調査地点 No.2 : ファルハット・ハシェド通り（Z道路の延長）

” No.3 : GP1道路

” No.4 : MC34道路

” No.5 : 南出口

” No.6 : GP3

北コードン（3ヶ所）

調査地点 No.7 : エクスプレス道路

” No.8 : GP9

” No.9 : GP10

(4) ゾーニング

本調査のために採用したゾーニングは、全部で30のzoneからなる。ところで、調査対象地域の縮尺1/25,000の地図が入手できなかったため、1958年に刊行された古い地図に頼らざるをえなかった。ゾーニングは行政管区に対応するもので、3つの主要部分を含んでいる。

1) 運河近辺のゾーン

これらのゾーンには北にラグーレット、カルタージュ、ラマルサ、南にラデスの町 (commune という行政名) を含む。

2) 中間ゾーン

これらのゾーンにはテュニス府の他の部分およびアリアナ、ベン・アールスを含んでいる。

3) 遠方ゾーン

テュニジアの残りの部分を5ゾーンに分割した。

- ビゼルトおよびメンゼル・ブルギバの各デレガシオン (行政区) (zone23)
- ナブール (zone26)
- ザグアン (zone27)
- 東テュニジア (zone28) には、ベジャ、ジェンドゥーバ、ルケフおよびビゼルトの他の部分が含まれている。
- 南テュニジア (zone29) には、上に入らないすべての部分 (県) が含まれている。

最後に近隣諸国を対象とする zone30 を設けた。

ゾーニングマップは資料編3.4.1.1 に記載されている。

(5) 調査・観測日程表

1) 全般日程表

調査 (アンケート) と観測は1989年10月17日から11月3日にかけて行なわれた。初めに立てた日程を全面的に守ることができなかったのは、2日間警察が不在だったため、この2日を繰り延べたという事情による。

図-3.4.1.2に調査・観測詳細日程を掲げておく。

図 3.4.1.2 調査の全般的計画

テュニス地方設備局		ラデス—グーレット架橋関連調査の全般的計画														1988年10月10日 作成 1988年10月30日 改定								
調査の種類	地点番号	10月														11月								
		月16	火17	水18	木19	金20	土21	日22	月23	火24	水25	木26	金27	土28	日29	月30	火31	水1	木2	金3	土4	日5		
フェリー	1	[調査実施期間: 10月16日 - 10月17日]																						
コードン	2	[調査実施期間: 10月23日 - 10月24日]																						
	3	[調査実施期間: 10月24日 - 10月25日]																						
	4	[調査実施期間: 10月25日 - 10月26日]																						
	5	[調査実施期間: 10月26日 - 10月27日]																						
	6	[調査実施期間: 10月27日 - 10月28日]																						
	7	[調査実施期間: 10月19日 - 10月20日]																						
	8	[調査実施期間: 10月20日 - 10月21日]																						
	9	[調査実施期間: 10月29日 - 10月30日]																						
	フェリー待行列調査		[調査実施期間: 10月16日 - 10月17日]																					
走行時間調査		[調査実施期間: 10月16日 - 10月17日]																						

2) 作業時間

調査または観測の種類	
渡し場でのOD調査	6:00~21:30 (最終フェリー)
道路上でのOD調査	6:00~20:00
人手によるカウント	O. D調査と同じ
トラフィックカウンターによるカウント	7日間連続
走行時間調査	ラッシュアワー (朝は7:00~8:15、 夕方は17:00~19:00)

- (a) 調査員の作業時間は、警察の到着が遅れたり、不在だったりしたため、正確には守られなかった。
- (b) GP1 (調査地点No.3) では、カウント作業を24時間連続で行なったことがある。

3) 作業日数

- (a) 渡し場：ここでのアンケートは一週間、丸7日間に亘って行なった。
- (b) 道路上の調査地点：8地点それぞれにつき週日1日を当てた (休日は休んだ)

(6) アンケート数

アンケートの総数は12,500に達し、その内訳は表-3.4.1.1の通りである。

表-3.4.1.1 アンケート数内訳

アンケート地点	アンケート数
1-フェリー	6,311
2-AV.F.Hached	380
3-GP 1	616
4-MC 34	1,144
5-南部出口	1,045
6-GP 3	1,224
7-高速道路	650
8-GP 9	743
9-GP 10	392
TOTAL	12,505

(7) その他の測定

1) 走行時間測定

走行時間の測定は5日間、朝と晩のラッシュ時に行なった。

測定は、すでに1975年にラゲーレットの調査でテスト済みの次の3つの区間を選んで行なった。

区間No.1 : 1987年11月7日広場 → ラマルサ (円形広場)

区間No.2 : " → シディ・ゲーサイド (同)

区間No.3 : " → ラデス (渡船場)

2) ラゲーレットの渡船場でのフェリー待ち行列の測定

この測定は両岸で1日かけて行なった。平均待ち時間を割り出した。

3) 原付2輪車と歩行者のカウント

1日 (渡船場毎)

4) フェリー稼働タイムの測定

週日の1日。フェリーの稼働時間を次のように分割。

- 乗込み時間
- 渡し時間
- 降ろし時間

5) 自動計数

自動カウンタを各地点に設置。

時間当り交通量を記録。7日間連続。

週間交通量もこれから割り出せる。

(8) チェック

調査結果の集計に際しては、次の3項目が重点的に調査された。

- 車種
- 発地・着地
- トリップ目的

使用されたアンケート用紙、計算用紙および封筒を資料編3.4.1.2に示す。

3.4.2 交通解析

(1) 現況交通量調査の大枠

交通量調査は、フェリー船着場およびテニス湖の南北8ヶ所に分散して行ない、本施設の潜在的交通需要を割り出すことを目的とするものであった。12,500のアンケート調査結果に拡大係数を掛けて、各調査地点の1988年における交通量が弾き出された。これにより、これら交通量の主な特徴を検討し、ODマトリックスを作成することができる。

(2) 地点毎の車の交通量調査のとりまとめ

1) 地点毎の調査結果の拡大

(a) 自動車交通量

調査期間を通じて、交通量の測定を次の2つの方法で行なった。

(i) 調査全期間中、交通の方向別、車種別に台数を手動で数えた。

(ii) 7日間、方向別に自動カウントを行なった。

調査全期間を通じて調べた交通量を割り出すのに、一連の一次的拡大係数を計算した。

これら係数は次の要素から決定した。

- 車 種
- 時 間
- 方 向
- 地 点

第2次の拡大係数では、まず1日全体を通じての、次に7日間を通じての交通量を計るために自動カウント結果を考慮することができた。

最後の「季節」係数は、1988年の年平均日間交通量を割り出すために決められた。この年の常時カウント結果はえられないので、最も近い調査地点の季節係数をこれに代えて採用した。

そこで各調査結果（計測された台数）に、以上に決定した3つの係数から計算した拡大係数をかけたのである。

原付二輪車についてはアンケート件数が少な過ぎたので、本調査のまとめには、これを採用することができなかった。

(b) 旅客交通量

一旦、車の交通量が決まると、次に「1台の車に乗っている総人数」（乗車人数）を変数として用いることで、旅客交通量を計算することができる。この計算の仕方は車種により若干異なる。

(i) 乗用車および小型トラックについては、乗車効率、調査対象車の重量と乗車人数から算出された。

(ii) その他の車種、つまりタクシー、トラック、バスについては、乗車効率を次のようにして決めた。

- 「乗車人数」が1人の時は係数は1。
- 「車中に複数の人が乗っている場合は、「総人数-1」。この場合は運転手は数えない。

(c) 貨物交通量（トン数）

貨物車（トラックと小型トラック）については、対象となった「車の重量別」に、積載のトン数を定めた。

(d) 調査のまとめ

調査結果とりまとめプログラムにより、2つまたは3つの調査変数を交差させる表を作成することができ、この表で望みの統計単位（車、搭乗人数、貨物トン数）が選択できる。また、これら変数の再コード化、平均値の計算、パーセンテージの計算、あるいはより複雑な操作（例：通勤）も可能である。

本章では、調査結果の主要なものだけを紹介し、詳細なインテリムレポートの付録に記載した。

2) 調査地点別自動車交通量

表-3.4.2.1は、車種別、地点別交通量を掲げてある。これは1日当たり台数とパーセンテージになっている。ここから次のことが分かる。

- (a) 渡船場での交通量は、1988年には1日平均 2,969台で、内64%が乗用車である。
- (b) その他の地点についてみると、交通量はまちまちで、最低がG P 3地点の日間 6,000台、最高はチュニス南出口31,000台（日）である。
- (c) 乗用車の全体に占める割合も、G P 3で45%、M C 34地点も45%、最高はG P 9の74%と変化している。

道路地点では、タクシーとレンタカーがそれぞれ全交通量の11%から22%、また小型トラックが10~23%（地点により異なる）を占めている。

3) 地点別旅客交通量

旅客交通量を示す表には、1日の車種別、調査地点別、さらに通行目的別の分布を掲げている。

この内、表3.4.2.2 は地点別、車種別の車の平均乗車効率を出している。（資料編3.4.2.1 参照）

- (a) 渡船場では、日旅客交通量（エンジン車）は 5,407人を数え、平均乗車効率は2.04である。
- (b) 道路上の観測地点では、G P 3地点の 9,830人が最低で、最高は南出口の 67,450人である。

表-3.4.2.1 地点別車種別自動車交通量

台/日

調査地点	車 種								
	乗用車	タクシー	ピックアップ	小型トラック	大型トラック	トレーラー	トラック	バス	計
1. フェリー	1,908	194	611	238	18	0	0	0	2,969
2. Megrine	7,226	1,137	1,608	451	299	117	0	0	10,837
3. G.P.1	10,360	2,779	3,408	866	857	253	50	0	18,573
4. MC 34	3,960	1,912	1,921	457	348	164	3	0	8,766
5. 南部出口	15,567	4,415	7,246	1,675	1,554	277	185	0	30,949
6. G.P.3	2,690	1,309	1,344	396	256	30	1	0	6,026
7. 高速道路	9,496	2,002	1,669	384	250	132	88	0	14,021
8. G.P.9	18,752	3,276	2,511	424	304	36	131	0	25,534
9. G.P.10	8,526	2,803	2,987	808	481	0	0	0	15,605

パーセント

調査地点	車 種								
	乗用車	タクシー	ピックアップ	小型トラック	大型トラック	トレーラー	トラック	バス	計
1. フェリー	64.3	6.5	20.6	8.0	6	0	0	0	100.0
2. Megrine	66.7	10.5	14.8	4.2	2.8	1.1	0	0	100.0
3. G.P.1	55.8	15.0	18.4	4.7	4.6	1.4	3	0	100.0
4. MC 34	45.2	21.0	21.9	5.2	4.0	1.9	0	0	100.0
5. 南部出口	50.4	14.3	23.4	5.4	5.0	9	6	0	100.0
6. G.P.3	44.6	21.7	22.3	6.6	4.3	5	0	0	100.0
7. 高速道路	67.7	14.3	11.9	2.7	1.8	9	6	0	100.0
8. G.P.9	73.7	12.9	9.9	1.7	1.2	1	5	0	100.0
9. G.P.10	54.6	18.0	19.1	5.2	3.1	0	0	0	100.0

表 3.4.2.2 地点別・車種別旅客交通量

人/日

調査地点	車種										計
	乗用車	タクシー	ピックアップ	小型トラック	大型トラック	トレーラートラック	バス	ス	計		
1. フェリー	3,997	264	817	308	20	0	0	0	0	5,407	
2. Negrine	13,010	1,660	1,827	530	345	156	0	0	0	17,528	
3. G.P.1	18,829	4,222	4,018	1,044	928	270	198	0	0	29,511	
4. MC 34	7,046	2,443	2,354	542	394	232	32	0	0	13,043	
5. 南部出口	32,742	16,581	9,737	2,059	1,666	302	4,358	0	0	67,446	
6. G.P.3	5,511	1,803	1,746	490	273	80	2	0	0	9,855	
7. 高速道路	19,907	2,906	2,343	525	404	146	3,955	0	0	30,018	
8. G.P.9	36,886	3,677	3,895	536	381	48	1,899	0	0	47,321	
9. G.P.10	16,469	2,965	3,595	826	526	0	0	0	0	24,416	

目的別を示す詳細表からは、渡し場での通行目的は私用が50%を占め、また道路上調査地点でも、私用が24~44%を占めていることが分かる。通勤目的は、地点により、全体の18ないし36%を占める。

4) 地点別貨物交通量

貨物関係の表について対象とした車種は、小型トラックと各種トラックに限った。

これらの表には、地点別に、車種別の輸送トン数と、1台当り積載重量を掲げている。

表-3.4.2.3は、車種別に、空車と貨物を盈車の台数を記してある。(資料編3.4.2.2 参照)

これらの表については次の註釈が必要である。

- (a) 渡船場では、貨物輸送量は日に 380トン。そこで車1台当り積載重量0.44トンとなる。
- (b) 道路上調査地点では、輸送量は最低GP3の日間 950トンから、最高GP1の 7,600トンまでである。南出口よりGP1地点での輸送量が多いのは、大型トレーラー(実は、貨物積載量がGP3地点で 5.0トンであるのに対し、GP1では 9.7トンであることによる)。
- (c) 平均積載量は、空車を含めて全トラックについて計算してある。空車の割合は、小型・軽トラックの方が大型トラック、大型トレーラーより高い。

(3) OD別交通量調査結果の利用

1) ODマトリックスの作成

ODマトリックスを調査のために設定したゾーニングに従って作成するには、各地点でダブルカウントを避けながら測った交通量の総和を求めなければならない。

このマトリックスの全欄に記入するということはない。なぜなら調査の目的はテニス都市部の全交通を調べるのではなく、主としてラデスーラグレット間を結ぶ橋を使う可能性のある車を対象とするからである。

地点毎の交通量をダブルカウントを避けつつ加算するのに次の方法を用いた。

表 3.4.2.3 地点別車種別貨物トン数内訳

トン/日

調査地点	車種				
	ピックアップ	小型トラック	大型トラック	トレーラー トラック	計
1. フェリー	154.7	192.7	30.8	0	378.2
2. Megrine	186.3	164.6	644.5	321.3	1,316.7
3. G.P.1	399.0	712.0	4,041.4	2,455.5	7,607.9
4. MC 34	169.3	133.1	398.4	450.4	1,151.3
5. 南部出口	1,081.4	622.2	2,866.4	1,007.3	5,577.3
6. G.P.3	110.3	278.5	411.6	149.6	949.9
7. 高速道路	116.8	220.1	1,148.6	875.7	2,361.2
8. G.P.9	183.7	96.9	432.9	298.2	1,011.6
9. G.P.10	439.3	417.5	1,109.6	0	1,966.4

地点別車種別平均積載トン数

トン/台

調査地点	車種				
	ピックアップ	小型トラック	大型トラック	トレーラー トラック	計
1. フェリー	.25	.81	1.74	.00	.44
2. Megrine	.12	.37	2.16	2.75	.53
3. G.P.1	.12	.82	4.71	9.69	1.40
4. MC 34	.09	.29	1.14	2.74	.40
5. 南部出口	.15	.37	1.85	3.64	.51
6. G.P.3	.08	.70	1.60	5.03	.47
7. 高速道路	.07	.57	4.60	6.62	.94
8. G.P.9	.07	.23	1.42	8.26	.30
9. G.P.10	.15	.52	2.31	.00	.34

(a) 3つの種類の調査地点に限定した。

- 渡船場 (poste 1)
- 渡船場の南の地点 (poste 2~6)
- " 北の地点 (poste 7~9)

(b) これらの3地点を区別することにより、OD別に最初の調査結果の操作を行った。南と北のそれぞれの連結区間は並行に走る道路上にあるため、同じ1台の車は、1つ連結区間の一つの調査地点しか通過できない。2から6の地点の交通量を、渡し場南の交通量を得るため加算し、また渡船場北部のそれを計算するのは7~9までのポストの交通量の和を求めた。

(c) 次の3つの区間にいくつかはまたがる交通についてそのODを調べた。この道筋を行く1台の車が不可避的に2つの異なる連結区間を通らなければならない時は、これら2区間の交通量の平均値を求めることにした。3番目の区間の交通量もまたゼロでない時は、これは第2の可能な道筋に対応するので、この区間の交通量を他の2区間の平均交通量に加算した。競合的道筋をなす2つの連結区間において交通量がゼロでないときは、これらの和を求めた。この方法により、車と人の貨物全部についての「全調査地点」バランス係数を計算し直すことができ、次に一般的な表とOD別表を作成することができた。

2) 全地点総合表

(a) プレゼンテーション

各種ODマトリックスの作成前に、まずいくつかの人と貨物についての一般的な表を作成した。

最初の旅客について表は、トリップ目的別、車種別（軽量車、重量車、観光バス）にまとめてある。

続く諸表には、所得変数が使われている。これは家計収入または個人収入を指す。（資料編3.4.2.3 参照）

貨物に関する諸表には車種別分布、空車と搭載車の割合、また平均輸送量を示した。全調査地点において調べた交通量は次の通りである。

- 日間 132,500台
- 日間 243,400人
- 日間 22,152トン

表-3.4.2.4 トリップ目的別、1人当り月収別旅客の分布

人数/日

1人当りの月収	トリップ目的			
	業 務 個	人	乗用車	計
20 D以下	18,826	5,065	643	24,533
20 ~ 40 D	47,525	15,968	2,415	65,908
40 ~ 60 D	23,383	14,377	2,599	40,814
60 ~ 80 D	19,016	9,221	1,777	30,015
80 ~ 100 D	9,454	8,225	1,520	19,229
100 ~ 120 D	6,801	3,720	0	10,520
120 ~ 140 D	4,834	1,296	0	6,131
140 ~ 160 D	8,321	3,992	0	12,313
160 ~ 200 D	3,065	2,907	0	5,972
200 ~ 250 D	4,092	1,397	0	5,488
250 ~ 300 D	2,443	2,011	0	4,454
300 ~ 400 D	1,331	877	0	2,208
400 ~ 500 D	900	2,025	0	2,925
500 D以上	880	836	0	1,716
不 明	0	0	0	0
計		71,947	8,954	232,226

パーセント

1人当りの月収	トリップ目的			
	業 務 個	人	乗用車	計
20 D以下	12.4	7.0	7.2	10.6
20 ~ 40 D	31.4	22.2	27.0	28.4
40 ~ 60 D	15.8	20.0	29.0	17.4
60 ~ 80 D	12.6	12.8	19.9	12.9
80 ~ 100 D	6.2	11.5	17.0	8.3
100 ~ 120 D	4.5	5.2	.0	4.5
120 ~ 140 D	3.2	1.8	.0	2.6
140 ~ 160 D	5.5	5.5	.0	5.3
160 ~ 200 D	2.0	4.0	.0	2.6
200 ~ 250 D	2.7	1.9	.0	2.4
250 ~ 300 D	1.6	2.8	.0	1.9
300 ~ 400 D	.9	1.2	.0	1.0
400 ~ 500 D	.6	2.8	.0	1.3
500 D以上	.6	1.2	.0	.7
不 明	.0	.0	.0	.0
計	100.0	100.0	100.0	100.0

(b) 旅客の分布

旅客については、トリップの64%が業務目的によるもので、その内26%が通勤者である。私用は全交通の32%、また観光バスの利用客は4%である。

家計収入別の旅客の分布表(1-10)では、アンケート対象の家庭の66%が、80~350ディナールの月収を得ている。

総合交通需要予測モデルには、むしろ1人当たり収入という変数を用いるのが適当である。

表3.4.2.4では、旅客の45%が月々個人所得20~40ディナールを得ていることが分かる。

また、収入変数は、観光バスについては無意味である。質問した相手が乗客ではなく運転手だったからである。

最後の表の一つに、住居地区別の通勤状況が示してある。これら通勤交通の11%の人がテュニス市中央部に居住している(zone15)。

(資料編3.4.2.4 参照)

(c) 貨物車の分布

小型トラックとトラックを合わせて、その交通量は日間34,531台と出ている。貨物を搭載した車だけに目をやれば、平均輸送量は2.4トンになる。この平均は、しかし小型トラックの0.6tと大型トレーラーの10.8tをならしたものである。

3) 車のODマトリックス

1日当り車交通量のODマトリックスは資料編3.4.2.5に示されている。

交通の主な出発および到着ゾーンはテュニス市中央部(zone15)であり、出発の21%と、到着の20%を占めている。

交通量が次に多いのは、ベル・アルース地区(zone17)で、車の9%はここから出発し、12%がここに着く。

これらの割合は乗用車についてもほぼ同じである。タクシーとレンタカーについては、テュニス中央部がその27%の出発点、25%の到着地となっている。小型・重量トラックについてはこの割合は落ちる。

4) 旅客のODマトリックス

付録資料編3.4.2.6 に示すように、チュニス中央部が交通量の出発地の23%、到着地の21%を占めている。

インテリムレポートの Annex No.1 の詳細諸表にはまた、大分類車種別（軽量車、重量車、観光バス）および目的別の旅客の分布を示す。

最後に、終りの方の表の一つに、居住区、勤務地区別の通勤分類を掲げてある。通勤に関しては、チュニス中央部は居住区の11%、勤務地区の38%を占める。

5) 貨物のODマトリックス

資料編3.4.2.7 に示すとおり貨物の出荷地区は次の通りである。

-	ゲーレット港地区	:	11.5%
-	ゲーレット南地区	:	10.0%
-	ベン・アルース地区	:	9.3%
-	カップ・ボン地区	:	9.1%

貨物の到着地として主な地区は次の通りである。

-	チュニス南	:	14.8%
-	ベン・アルース	:	13.1%
-	チュニス中央部	:	12.0%

(4) U, V, P (乗用車ユニットの現況OD) マトリックス

1) 車種別当量

次に乗用車ユニットでのODマトリックスを計算することが大切となる。なぜなら道路網への交通量配分モデルは、この乗用車ユニット・マトリックスで機能するからである。

そこで車種毎に次の当量を採用することにした。

-	乗用車、タクシー、小型トラック	1
-	軽量トラック	2
-	重量トラック	3
-	大型トレーラー	4
-	観光バス	3

2) 乗用車ユニットODマトリックス

このマトリックスは、車種別ODマトリックスと上に定義した当量から計算したものである。これにより、1日当たり150,500 PCU（乗用車換算）が割り出され、ここでチェニス中央部は、出発交通量の19%、到着交通量の19%を占めている。往復を合計したこのマトリックスは、付録5.4.2.1 に将来マトリックスとともに示されている。

第4章 代替渡河ルート案と航路高さ、航路深さ、航路幅

第4章 代替渡河ルート案と航路高さ、 航路深さ、航路幅

4.1 代替渡河ルート

4.1.1 渡河地点の状況

チュニス海峡は、チュニス湖を地中海から隔てている2つの半島を間に位置している。

チュニス湖は南湖と北湖に分かれている、すなわち、チュニス港につながる航路は東のグーレット港に向って一直線につながっており、航路の南側ではラデス港が設置されている。航路の両岸には堰堤が築かれており、北側堰堤上には4車線の高速道路と鉄道（TGM）が走っているが、南側は未利用の土砂堰堤である。

2つの半島には際立った相違点が見られる。グーレットよりカルタゴにかけての北半島においては地中海岸よりチュニス湖の間において都市化が非常に進んでいる。半島はカルタゴとシシブサイの丘の周辺地域であるクラムにて面積的に広がっている。南半島のラデスにおいては最近まで人口は少なく、工業用地とされていたが、最近工業用地としての利用が進んでいる。

4.1.2 ルート選定上、参考とすべき主要障害物

ルート選定に影響を与える障害物としては次のようなものがある。ルート選定においては、これらの影響を極力避けるか、または、その支障の程度を最小にすることが望まれる。

(1) ラデス側

- ① ラデスにおける工業地域
- ② 製塩所地域
- ③ ラデス発電所
- ④ ラデス新港とその東側への拡張計画
- ⑤ ラデス新港の将来における西側への拡張構想
- ⑥ グーレット港における種々の栈橋
- ⑦ ラデス港地域における倉庫群
- ⑧ ラデス地区における鉄道

(2) ゲーレット側

- ⑨ ゲーレット港湾区域
- ⑩ ゲーレット第2発電所
- ⑪ ゲーレット第1発電所と北側における一連の建造物

(3) 高圧線関係

- ⑫ 東側高圧線
- ⑬ 西側高圧線
- ⑭ 南湖岸部高圧線

図4.1.3.1 にこれら支障物を記す。図上には設備省において計画されているVoie Expressのカルタゴ方向への延伸計画も転写されている。

4.1.3 渡河ルート

当調査ではルートとして3案が選ばれた。当段階でのルートとはある幅の中でのルートを意味し、それら各ルートにおいて下記の事項を検討する必要がある。

- － 各ルートにおける種々の課題を考慮した上での検討すべき可能なルート（道路中心線）
- － 渡河方法に関しての各種条件の検討
検討対象となるルートとしては西ルート、中央ルート、東ルートである。

(1) 西ルート

当ルートは、既存のラデス新港埋め立て地④とラデス新港西拡張地⑤との結合部に位置する。

当ルートの南側においては、MC33との可能な連結法が2案ある。

短ルート結合：Salinc地区の人口密集地の中に現存する未開地で、将来のラデス開発計画に組み入れられている場所での結合。

長ルート結合：ラデス方向の湖に沿った。高圧線の外側⑭に位置する場所での結合。

ゲーレット側では、EXPRESS WAYに直接結合される。

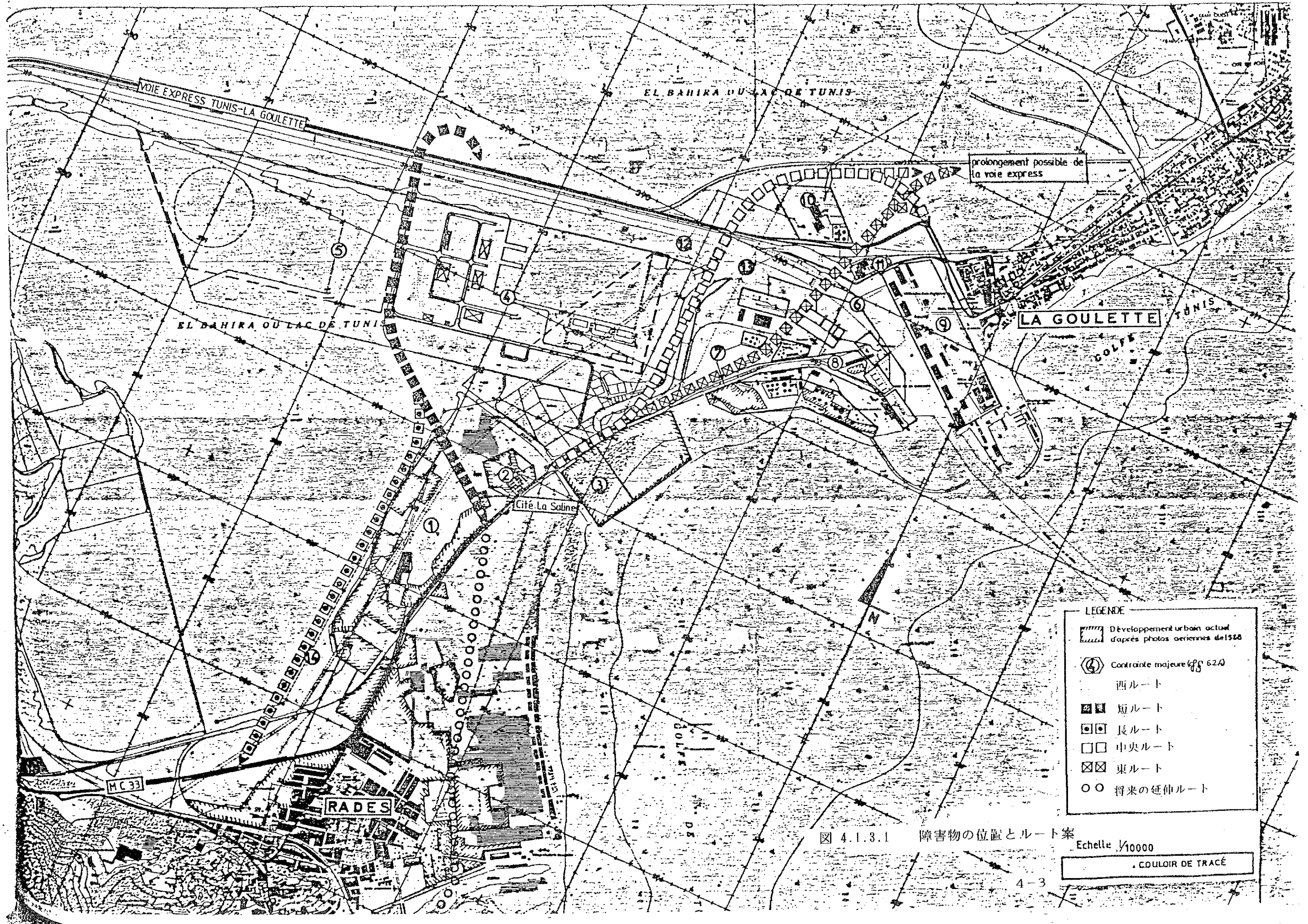


図 4.1.3.1 障害物の位置とルート案

(2) 中央ルート

2本の高圧線⑫と⑬の間を通過し、ゲーレット港の南岸にあるゲーレット港湾地帯およびラデス港湾地帯の第1拡張地区に相当する。

MC 33に直接結合される。

EXPRESS WAYへの接続については、北側の取付道路の整備が計画されているので、ゲーレット第2発電所北側でカルタゴへのEXPRESS WAY延長部に接続される。

(3) 東ルート

当ルートには、下記構造物の中を次々を通る構造物になる。

- ラデス地区鉄道網⑧と石油製品貯蔵地帯⑦。
- 上記貯蔵地帯の各諸施設。
- 各種栈橋⑥
- ゲーレット港湾地帯⑨とゲーレット I 発電所地帯⑩とゲーレット II 発電所⑩)。

当ルートが選定できる条件とは後述しているごとく、桁下高が大きな橋梁案（約45メートル）で、その上取付橋梁（アプローチバイアダクト）が地上のインフラ設備の上を通過する許可が得られる場合のみである。

MC 33には直接結合される。

EXPRESS WAYへの接続については、北側の取付道路の整備が計画されているので、ゲーレット第2発電所東側でカルタゴへのEXPRESS WAY延長部に接続される。

4.2 航路高さ、航路深さ、航路幅

4.2.1 概 要

当プロジェクトの渡河構造物は、東西方向に接近して展開している3港湾（Gouletto、Rades、Tunis）の関係地域を南北方向に横断することとなるため、この渡河構造物がこれら港湾施設の機能に何らかの影響を与えることが想定される。渡河構造物との関係にて特に問題となる港湾施設の機能としては航路高さ、航路深さ、航路幅である。港湾側にとってはこれら機能に与える影響を極力小さくすることが望まれる。他方、渡河構造物側においては経済的、技術要因等の制約があり、港湾機能への影響度を皆無にすることは困難である。このため渡河構造物設置に伴う航路高さ、航路深さ、航路幅の設定においては、これら両者の事情を十分考慮した総合的判断がプロジェクト推進のためには必要である。

渡河構造物設置にともなう上記航路高さなどの検討において考慮すべき具体的事項としては下記のようなものである。

- (1) 地域におけるその港湾の現在並びに将来における位置付け。
- (2) 港湾設備の現況並びにその将来計画
- (3) 入港船舶の現況並びにその将来計画

上記(1)、(2)、(3)については、それらの現況が3.3章にて記されている。

これによると上記3港はそれらを1グループと見なした場合、チュニジア国内における主要港湾Bizeree、Sousse、Sfax、Gabesと並ぶ5大港湾の一つであり、特に1987年より開港されたラデス新港の発展により、近年その比重が高まりつつあるといえる。

4.2.2 橋梁案の場合の航路高さについて

橋梁の架橋ルートとしてはグーレット港の西部を通る東ルートとグーレット港とラデス新港の間を通る中央ルートとラデス新港の西部のチュニス港への水路を横断する西ルートが考えられる。このため東ルートと中央ルートにおいてはRades新港とTunis港に対する航路高さを考慮し、西ルートでTunis港に対する航路高さを考慮する必要がある。

一般に航路を横断して架橋する場合には、船舶航行に対する十分なクリアランスを確保する必要がある。クリアランスを決定する場合は通過する船舶のマスト高さの他に、(1)海面の上昇、(2)波高、(3)橋梁の温度と活荷重によるたわみ並びに施工誤差量等に注意する必要があるが、基本的にはマスト高さが支配的である。

(注) 上記 (1)については気象-低気圧-による海面の上昇と満潮による海面の上昇がある。前者については Tunis地区においては 0.8m、後者については 0.3mとされている。

(2)については港湾内のため波浪が船舶に動揺を与えることはないので無視することが出来る。

(3)については橋梁スパンが 150～ 300mでたわみ量も大きくなく、かつそのたわみは道路縦断線型との関係でクリアランスに余裕のあるスパン中央部にて主として生じるので、無視することが出来る。

表4.2.2.1 はバラ積み船の積載重量別のマスト高さ、吃水深さの割合を示している。これより船舶の総トン数が判れば、数字の変動は大きいが卓越したマスト高さを知ることが出来る。

船舶のマスト高は同じ大きさの船舶でも、その用途等によって異なる場合があるので、日本国における船舶整備公団、造船所等からできる限り多くの資料を収集して、その中からマスト数区分ごとに標準的船舶を選び出して表4.2.2.2 のとおりとりまとめ、そのマスト高の平均数値を基準とした。

一般にマスト高さは、表4.2.2.3 に示すように軍艦、客船、貨物船の順で低くなるが、正確なマスト高さを入手することは困難である。

4.2.3 将来の船舶動向

表4.2.3.1 に船舶別、トン数別の平均的船舶の寸法を、また表4.2.3.2 に世界で運行中の大型船舶を示した。

近年の造船分野で、きわめて顕著な傾向が表れている。すなわち、

- 新造貨物船は、専用化と多目的利用の2つの異なる傾向がある。
- 船舶の容量の増加は、船のドラフトや長さの増加よりも幅を拡大する傾向にある。
- マストの高さは、レーダーの発達に伴い低くなる傾向にある。

旅客船についてもこの傾向が見られる。容量は、すでに最大に達し、より大きな客船は、新造されていない。また、貨物船同様マスト高さは、レーダーの発達で低くなっている。

表 4.2.2.1 バラ積み船の積載重最別マスト高さ及び吃水深さの割合

(各積載重疊のマスト高さ、または吃水深さがある値以下の場合の割合をパーセンテージで示している。)

最大積載量	バラスト時 (無積載時) マスト高さ								最大積載時吃水深さ				調査船舶数
	< 90' (27.4m)	< 100' (30.5m)	< 110' (33.5m)	< 120' (39.6m)	< 130' (39.6m)	< 140' (42.7m)	< 150' (45.7m)	< 160' (48.8m)	TE < 120m	TE < 13m	TE < 140m	TE < 150m	
<30,000T	13.2	30.6	52.6	78	93.5	98.3	99.7	100	100	100	100	100	1,856
30,000 a 40,000 T	5	12	33	66	83	96	98	100	100	100	100	100	305
40,000 a 50,000 T	1	10	29	48	69	86	98	100	99	99	100	100	173
50,000 a 60,000 T	4	6	16	80	52	75	90	95	82	99	99	100	163
60,000 a 70,000 T	0	0	3	15	35	53	73	97	-	66	98	100	69
70,000 a 80,000 T	8	8	17	17	33	63	96	96	-	13	79	99	84
80,000 a 90,000 T	0	0	11	22	50	67	89	94	-	-	48	93	32
90,000 a 100,000T	0	0	7	20	27	33	47	80	-	-	-	84	26
>100,000 T	0	2	8	17	24	32	53	64	-	-	-	11	102

(1) 調査船舶総数 : 2,816

出典 : THE BULK CARRIER REGISTER (H. CLARKSON. LONDON. edition 1972)

表 4.2.2.2 標準船型船のマスト高

載荷重量トン 数	船 種	喫 水 (m)		深 さ (m)	甲板上高さ (m)	水面上高さ (m)	
		満 載	バラスト			満 載	バラスト
300	貨物船	3.2	1.0	3.3	14.9	15.0	17.2
1,100	"	3.9	1.8	4.2	20.6	20.9	23.0
1,700	"	4.2	1.8	5.2	20.2	21.2	23.6
1,800	"	4.6	2.0	5.5	20.7	21.6	24.2
2,600	"	5.1	2.2	6.5	20.2	21.6	24.4
5,400	"	6.3	2.8	7.5	24.5	25.7	29.2
8,500	"	7.6	3.3	9.7	27.3	29.4	33.7
12,200	重量物運搬船	9.0	4.0	12.1	39.2	42.3	47.5
14,600	貨物船	9.1	4.0	12.4	29.4	32.7	37.8
21,800	"	10.1	5.0	14.0	30.0	33.9	39.0
57,800	撤積貨物船	12.0	5.8	17.8	28.0	33.8	40.0
108,700	タンカー	14.4	5.6	20.4	27.6	33.6	42.4
238,200	"	17.3	7.9	25.7	32.3	40.7	50.1
252,000	"	19.6	9.7	26.0	36.0	42.5	52.3
372,700	"	27.0	10.4	35.0	39.0	47.0	63.6
477,000	"	28.0	12.3	36.0	40.0	48.0	63.7

(出典：日本海難防止協会 昭和47年)

注 船舶は積荷の状況等によってその喫水が変わるので、水面上のマスト高を数値で表現する場合の基準としては、航海中の「バラスト状態*」における平均喫水によることとした。

* 載荷していない航海状態

表 4.2.2.3 特定船舶のマスト高さ

船 型	船 名	ト ン 数	マ ス ト 高
戦 艦		89.600	70
客 船	Queen Elizabeth II	67.000	53.8
	Campera	45.000	57
	Caronia	38.000	59
貨 物 船	Mining Ship	50.000	42
		20.000	38
ローロー船	Barber Toba	32.000	48
コンテナ船	Liverpool Bay	47.000	43
タ ン カ ー	Tokyo	95.000	47
	Sansui	62.000	46
	Borgila	52.000	40

表 4.2.3.1 船舶の標準的諸元

	TONNAGE	Length (m)	Beam (m)	Depth (m)	Draft (m)
Passenger Ships	10,000	160	20.6	12.3	8.2
	15,000	181	23.1	13.9	8.8
	20,000	197	25.1	15.1	9.2
	30,000	223	28.2	17.0	10.0
	50,000	252	32.5	19.4	10.7
General Cargo Ships	10,000	144	19.4	11.2	8.2
	15,000	162	21.7	12.7	9.1
	20,000	177	23.4	13.8	10.0
	30,000	199	26.1	15.7	11.0
	40,000	217	28.3	17.2	11.9
	50,000	232	30.0	18.4	12.7
	60,000	245	31.3	19.4	13.4
	70,000	257	32.6	20.3	14.0
Oil Tankers	10,000	139	19.0	9.9	8.1
	15,000	157	21.7	11.3	9.1
	20,000	171	23.8	12.4	9.8
	30,000	194	27.2	14.1	10.9
	40,000	211	29.9	15.4	11.7
	50,000	226	32.1	16.5	12.5
	70,000	250	35.9	18.4	13.6
	100,000	270	39.0	19.2	14.6

表 4.2.3.2 世界の大型船舶

Vessel Type	Name	Tonnage (ton)	Length (m)	Beam (m)	Depth (m)	Draft (m)	High from Draft (m)
Passenger Ships	S.S Norway	69,400	316	33.7		10.5	
	Queen Elizabeth II	67,100	294	32.0		10.0	53.8
Bulk carriers	World Cala	287,000	338	54.6		21.9	54.0
	Seiko Maru	248,000	326	52.6		20.5	66.1
RO/RO Ships	Barber Toba	32,000	229	32.3	20.2	10.8	48.2
Full Containers	Liverpool Bay	47,300	290	32.3	24.6	11.0	42.7
Oil Tankers	Seavice Ciant	239,000	458	60.8		24.6	
	Nissei Maru	239,000	379	62.0	36.0	28.2	
Aircraft Carriers		89,600	342	40.5	10.9		
Sailing Ships	Juan Sebastien de Elcano	3,750	107	13.1			

4.2.4 各ルート別航路高さ

3.3 節並びに上記の事項から総合的に判断して各ルートの航路高さについて下記の値を提案する。

東ルート、中央ルート		西ルート	
第1案	45.7m	第1案	30.0m
第2案	55.0m	第2案	15.0m
		第3案	45.0m

(1) 東ルート、中央ルートの航路高さ45.7mについて

グーレット港、ラデス港において過去に入港した船舶の最大トン数は25,000 t～30,000 tといわれている。45.7mの航路高さは、これらの船舶に対してほぼ100%入港が可能である(表4.2.2.1参照)。将来の船舶の大型化に対しては客船はグーレット港に入港することにより航路高さの制限を受けることはなく、ラデス港における貨物の大型化においても、45.7mの航路高では70,000 t～80,000 t級の80%が入港可能となる(表4.2.2.1、表4.2.2.2参照)。他方ラデス港の入口には高圧電線が2ヶ所(225KVと90KV)において南北に横断しており、これら高圧電線の海面上の高さが51m(225KV)と50m(90KV)でこれら高圧電線と船舶マスト間の安全隔離距離が5mのため、この高圧線下の航路高さは $50 - 5 = 45$ mとなる。このため45m以上の航路高を設定することは、これら2ヶ所の高圧線の高さの変更が予定されている時のみ有効なものとなるが、現在のところこれら高圧線の高さの変更は予定されていない。また、ラデス港はチュニジア国における5大港の一つであるが唯一最大の港ではなく、必要に応じて他の港にその機能の一部を分担させることも可能である。以上のようなことから航路高さとしての45.7mは最も現実的な妥当な値であるといえる。

(2) 東ルート、中央ルートの航路高さ55mについて

航路高さ55mの場合には大型戦艦とか特殊な船舶(クレーン船等)を除き、ほとんどの船舶の入港が可能となる。しかし、このためには45.7mの航路高さの場合に比べて橋脚高さ、橋梁延長で各々2割(高さで10m、長さで350m)の増で建設工費的には3割以上の増加となる。地方、このような大型船舶を入港させるためには、既存の2ヶ所の高圧線の移設の他に、航路幅と航路深さの増大等が必要となる。しかし、このような大型船の入港の頻度は非常に少ないことが想定される。このため、このような高い航路高さを設定することは、港の将来の発展の可能性に対する障害

物を排除する意味においては理想的であるが、その経済的投資効率上の観点から十分検討する必要がある。

(3) 西ルート of 航路高さ30mについて

Tunis 港において過去に入港した船舶の最大トン数は 6,000 t いわれている。30 m の航路高さは、これらの船舶に対して 100% 入港が可能である。また、Tunis 港においては将来、現在以上の大型船の入港は予定されていないといわれている。他方 Rades 港において、その西側に港を拡張するとの計画が聞かされている。この場合、西ルートが既存 Rades 港、新 Rades 港の間を横断することとなる。この場合、航路高さ 30 m では 20,000 ~ 30,000 t クラスの船舶の入港は困難となるが、この場合には大型船を既存 Rades 港、中小型船を新 Rades 港に入れるとの使い分けをすることにより、実質的な支障は生じないといえる。このため、航路高 30 m は Tunis 港の現状がたもたれ、かつ、新 Rades 港が現 Rades 港の西側に建設される場合において適用される妥当な値といえる。

(4) 西ルート of 航路高さ45mについて

この航路高さは、現 Rades 港の西側に計画される新 Rades 港に現 Rades 港と同様の大型船舶を入れる場合に想定されるものである。しかし、この場合にはその必要性およびその投資効果について慎重な検討が必要である。

(5) 西ルート of 航路高さ15mについて

この航路高さは、現 Rades 港の西側に新 Rades 港が計画されることがなく、かつ現 Tunis 港に入港する船舶の規模を小さくする（例えば、ヨット等の小型船舶用の港とする）場合に想定されるものである。なお、この 15 m との数値はビゼルテの可動橋の航路遮断時（道路交通開放時）の橋下高さとはほぼ同等の高さである。

4.3 航路幅と航路深さ

各港に対する航路幅と航路深とは下記の通りである。

	航路幅	航路深さ
グーレット港	115m	-13m
ラデス港	100m	-10m
チュニス港	70m	-7.5 m

上記船舶幅は、上記航路幅の確保されている大型船舶の通行可能な幅である。これに対して上記航路深さより浅い海域においても中小船舶は十分航行可能である。港湾海域内に渡河構造物を設置する場合、これら中小船舶の航行に対しても可能な限り支障とならないようにすることが望まれる。このような中小船舶の航行可能な海域幅（可航水域幅）としては、グーレット港入口にて約 200m、グーレット港内にて約 250～300m、ラデス港入口にて約 170～200m、チュニス港への水路において約 200mとなっている。

このため橋梁の基礎橋梁としては各ルート共に、上記所定の水深の確保されている航路内に設置することは避けると共に、航行船舶数の多い東ルート、中央ルート下の航路においては、中小船舶の航行する上記可航海域内（グーレット港内にて約 250～300 mラデス港入口にて約 250m）においても可能な限り基礎橋脚の設置を避けることとする。但し、航行船舶数の少ない西ルートにおいては橋梁支間として状況により現在の海域幅約 200mをさらに縮小することを検討する。航路深さはトンネル案の検討において重要となる。トンネル案中央ルートの検討においては、航路深さ -13m、トンネル案西ルートにおいてはラデス新港を考慮する場合 -13m、考慮しない場合-7.5mとする。

第 5 章 交通需要予測

第5章 交通需要予測

5.1 交通予測の主な段階

ラデスーゲーレット間渡河構造物の交通予測は、主に2段階に区分される。

1) 将来における交通総需要予測

まず最初に、車種別交通量総増加率を推測する。次に、地域（ゾーン）別の人口・雇用予測を行ない、OD（出発地、目的地）別の交通量分布を予測する。

2) 道路網における交通量配分

各ルート案における渡河構造物交通量を予測するのはこの段階である。

そのために、まず最初に現況道路網および計画中の拡張道路についてコード化を行ない、車両運行費と時間価値（タイム・バリュー）を予測し、最後に配分モデルを現状に合うように補正する。

5.2 交通量総需要予測

下記の3車種について個別にOD（出発地、目的地）マトリックスを策定する。

- 軽量車両で、本質的に人員輸送に使用されるもの（自家用車、タクシー、小型トラック）
- 大型トラックで、貨物輸送用車両（調査対象の全車種のトラック）
- 観光バス

5.2.1 軽量車両の交通予測

モビリティ（トリップ数）の変動を基準にして通行者の往来を予測する方法、即ち1人当たり1日におけるトリップ回数の予測については、調査時の被質問者の所得分布に正確さが欠けるために実施することができなかった。

したがって、我々は、テュニス地域の1日当りの平均交通量と国内総生産とを関連させているグラビティーモデルを利用して、軽量車両交通量総増加率の予測を行った。

「交通全般調査書」の統計を利用して配分モデルを検討することができた。この調査は、設備・住宅省が1967年以來5年毎に実行している。

車と小型トラックについて個別に配分モデルの補正を行なった結果、その公式を下記に示す。

$$\log T_i = a_i \times \log \text{PIB} + b_i \quad (\text{PIB は国内総生産})$$

T_i は各車種の交通量を示す。

a_i は回帰係数を示す。

b_i は交通量増加率予測に組み入れない定数。

結果は下記に示す。

補 正 結 果

交通の種類	パラメータ	相関係数
自家用車	1.3802	0.8916
小型トラック	1.9523	0.9473

当表は、交通が国内総生産と十分に相関関係があることを示している。算定されたパラメータは、自家用車について1.38で、小型トラックについて1.95である。

国内総生産予想成長率にこれにパラメータを適用すると、将来の軽量車両の全需要を定めることができる。

5.2.2 大型トラックの交通量予測

国全体の国内総生産成長率、並びに国全体人口に対するテュニス人口の増加率を考慮すると、テュニス地区の国内総生産が増加するのと同様に大型トラックの交通量は増加すると推定した。

5.2.3 観光バスの交通量予測

観光統計を分析すると、利用されている各統計変数の推移が規則正しくないことが判る。最近の20年間については、幾度も増加期があった後、一時期多少なりとも大きく減少し、再度新たな増加期を迎えている。

他方では、観光バスの交通量増加を国内総生産に結び付けることは難しく、また調査地域での観光バスの比率は、u.v.p 表示で調査交通量の1%以下である。1977年から1989年の10年間を考えると、チュニスに入ってくる非居住旅行者人数が、1977年の111万8千人から1987年の193万3千人に増加していることが判り、これは年平均5.6%増加していることになる。

長期の期間中に起こりうる変動を考慮するために、観光バス交通量年間増加率を2004年までは5.0%、2004年から2014年までは4.5%に設定することにした。

5.2.4 要 約

下表には、大別された車種別交通量増加率の将来予測が要約されている。各車種の交通量増加率を uvp単位で計算された交通量調査におけるそれぞれの主種の比率を使ってバランスを取ることによって合計を算出している。

交通量年間増加率

車 種	各車種比率	1988-1994	1994-2004	2004-2016
軽 量 車 両	80.46 %	5.5%	5.7%	5.0%
大 型 ト ラ ッ ク	18.67 %	4.2%	4.7%	4.7%
観 光 バ ス	0.87 %	5.0%	5.0%	4.5%
合 計	100 %	5.3%	5.5%	4.9%

交通量平均増加率は、1994年までは年率で5.3%、1994年から2004年迄は年率で5.5%、そして2004年以降は年率で4.9%になると思われる。

5.3 人口および雇用予測

地域（ゾーン）別の人口および雇用予測は、OD（出発地・目的地）マトリックスの余裕幅（マージン）を策定するのに役立つ。当予測は、ディストリクト・オブ・チュニス（チュニス管轄区）の情報を基にして立てられた。地域（ゾーン）別の予測は、資料編5.3.1と5.3.2に示されている。

5.3.1 地域（ゾーン）別人口予測

チュニジア全体およびチュニスに関する予想増加率は第2章に示されている。この仮定によって、人口を広域ゾーン別に大別することができる。それから、チュニス地域については、現在都市化が進んでいる主な地域（ゾーン）やチュニス湖開発計画を考慮に入れた、またチュニス都心人口が安定のまま推移すると推測した。

(1) 主な都市化拡張地域

- 北部でのArianaおよびSoukra方面（ゾーン12と13）
- 北西部でのEttadhamen方面（ゾーン24）
- 小さな範囲内の南部でのHamam-Lif, Ben Arous, Fouchana 方面（ゾーン16、17、19）

(2) チュニス湖開発計画の対象地域（ゾーン）

- 北東部開発 : Sidi-Daoud(10)地域（ゾーン）とKram(4) 地域（ゾーン）。
- 北部開発 : 空港地域（ゾーン）(11)
- 北西部と南西部開発 : チュニス中央地域（ゾーン）(14)とチュニス中央地域（ゾーン）(15)

5.3.2 地域別雇用予測

人口予測の場合と同様に、雇用もまず広域別に区分してから次に狭域別に区分した。ディストリクト・オブ・チュニス（チュニス管轄区）のデータ、および当ディストリクト（管轄区）の3つのゲベルノラ（行政区）に関する1984年度全国統計協会（INS）の自治体区分けに従って、現在の雇用区分に実施された。

将来においては、工業地帯が存在する地域（ゾーン）は、その他の地域よりも雇用数の増大が急速であると考えた。

この工業地帯が存在するのは、

- 空港とCherguia地域（ゾーン11）
- Le Kram（ゾーン4）
- Ben Arous（ゾーン17）
- Jebel Jelloud（ゾーン16）
- Megrine（ゾーン18）

- Rades (ゾーン20)
- 西部 (ゾーン24)

この仮定の基に、我々は狭域別雇用見込みについて検討することができた。この推定については資料編5.3.2 に示されている。

5.4 将来におけるOD（出発地・目的地）マトリックスの策定

5.4.1 余裕幅（マージン）計算

軽量車両については、まず地域（ゾーン）別人口が増加していると考えて、余裕幅（マージン）を外挿する。次に求めた値を補正し前に算出した総計を再度求める。

大型車両については、人口の代わりに雇用の推移を基本とする余裕幅（マージン）の外挿を除いて、計算方法は同じである。実際、貨物輸送の空間における分布状況が雇用位置に左右されるのが本来である。

観光バスについては、総増加率を全てOD（出発地・目的地）に均一に適用した。

5.4.2 OD（出発地・目的地）別予測

基準年のマトリックスおよび将来の余裕幅（マージン）から、各車種について別個にOD（出発地・目的地）別予測を行なう。

水平および鉛直方向の将来の余裕幅（マージン）に合うように基準マトリックスの補正を連続反復することによって、各年度のOD（出発地・目的地）マトリックスを計算することができる。

1日当りのPCU単位のマトリックスは、資料編5.4.2.1に表示されている。1日当りの交通量は、1996年には約228,000PCU、2006年には386,100PCU、そして2016年には625,800PCUになる。

また、交通量が、テュニス首都圏の中心部に相当する地域（ゾーン）では将来減少傾向にあるが、都市拡張地域および工業地域では増加していることに気付く。

5.5 道路網

5.5.1 リンクのコード化

当調査に利用した交通配分モデルは、「インテリム・レポート」に表示されている。道路網のコード化には、道路を同一のリンクに区分することが含まれている。

次の各OD（出発地・目的地）についてベストなルートをモデル自体で追求する。
各リンクについてコード化しなければならない主要特性は下記の如く。

- (1) 道路形式（高速自動車道、高速道路、大通りまたは小道、当計画道路または接続道路）。
- (2) 位置（都心、市街地、その他）。
- (3) 可能な通行方向（一方通行または両方向通行）。
- (4) リンクの長さ。
- (5) 車線数。
- (6) 時間当りの自家用車単位台数(uvp)で表示の最大能力。
- (7) 交通量が0の場合の速度。

能力および交通量が0の場合の速度については、これらの値をリンク毎にコード化する必要がある、あるいは道路形式やリンク位置によって違うこれらのパラメーターを明示している表を利用しなければならない。

実測計測およびデータを吟味した上で、速度および容量に関して次のような表を作成した。

道路および無交通速度別総容量表

容量（時間当り台数）
速度（km/h）

道路形式		都心	市街地	その他
高速自動車道	容量 速度	— —	2100 85	1900 90
高速道路または 周辺道路	容量 速度	1800 60	1700 70	1600 75
大通りまたは 小道	容量 速度	900 35	900 40	900 45
当計画道路または 接続道路	容量 速度	— —	1100 60	— —

単位：容量については時間当りのPCU、速度についてはkm/h。

当計画道路に関しては、容量として車線当り1,100PCU、即ち合計4,400PCUとした。

実際これは、1985年度の「高速道路容量マニュアル」の勾配6%で2×2車線の場合に当てはまる公式を適用して得られる数値である。

各リンクについては、その出発地とその終端部（共にノードと称する）を印す。
 地域（ゾーン）中心部は特別な結節点で、その図心（重心）機能は明確であり、「コネクター」と称するリンクにより他の道路に接続される。コネクターは、潜在的な能力のあるリンクで、それに関する経費または時間は本来ゼロと考えられる。

5.6 車両運行費と一時間価値

配分モデルには、総計費または「インピーダンス」が下記の公式の中で使用されている。

$$I = C_{\text{dist}} \times \text{dist} + C_{\text{time}} \times \text{Time}$$

distは、リンクの長さである。

- Timeは、リンクの混み具合で変化する走行時間である。Cdist と Ctimeの2つの係数は下記の様に計算される。
- Cdist はキロメートルに比例した車両運行経費分で、次の物が含まれている。
燃料およびオイルの消費費、タイヤの消耗費、維持・管理費。
- Ctime には車両運行年間固定費と時間価値が含まれる。

年間固定費は、減価償却費、利息経費、保険経費で構成され、そして時折給与経費と諸費が含まれる。これらの経費は、車両平均使用時間関数に関連する。時間価値は、就業者1人当たり0.69ディナール/時間となる。PCU 単位によって計算した当2つの係数は、下記の値となった。

配分モデル入力データ

	HT	T T C
キロメートル当り経費 : ディナール/km (Cdist)	0.0648	0.0947
時間当り経費 : ディナール/時間 (Ctime)	2.38	3.57

将来は、時間価値を示している時間当りの経費分が1人当りの国内総生産と同様に増加するであろう。

5.7 配分モデルの補正

使用した配分モデルは「インテリム・レポート」に示されている。

1988年度モデルの駆動によって

- OD（出発地・目的地）マトリックスに付け加える必要がある地方交通量の計算が可能。
- フェリーの不便益時間の推定が可能
不便益とは、計測された待ち時間および渡河時間にプラスされる追加時間であり、またフェリー利用に関するペナルティを意味する。

補正手順の最後として、フェリーによる渡航合計時間を下記の各自間で分類する。

— 待ち時間	15分
— 渡河時間	3分
— 不便益（ペナルティ）時間	17分
合 計	35分

この不便益（ペナルティ）時間によって、フェリーの交通量を 318PCU/日と計算することができ、1988年に 3,243PCU/日と観測された交通量と比較することができる。

5.8 誘発交通量および便益の計算

誘発交通量は、当プロジェクトの施工による交通条件の向上に起因する。フランス都市開発・住宅・交通省が1986年に発行した「平坦地道路投資評価法に関する指示書」に従って、我々は、誘発交通量を計算するために、経費に対する交通量の弾力性として $2/3$ の数値を考慮した。

利用者増加に関する従来的一般式を使用して便益の計算を実施した。配分については、税金を含んだ費用で計算を行なった、と言うのはその利用者が現実に体験する費用であるからである。したがって、まず最初に税込費用で便益を計算し、次に全額明細書を作成して税引便益を算出し、そしてこれを利用して当プロジェクトの収益性を評価した。

5.9 渡河構造物交通量予測と利用者便益

5.9.1 各代替案

下記のアライメント（狭域ルート）について検討した。

- － 西ルート（コリドール）については2つのアライメント案。
- － 中央ルート（コリドール）については1つのアライメント案。
- － 東ルート（コリドール）については1つのアライメント案。

西ルートの2つのアライメント案についてはプロジェクト南部への接続の仕方に相違点がある。

検討結果一覧表の中の「西1」と称するルート案とは、プロジェクト南部接続方法案No.1に相当する物で、即ちMC33への短路接続案である。

西No.2ルート案とは、プロジェクト南部へ距離の長い道路を建設して接続することを想定している。

5.9.2 調査結果とコメント

交通量の主な調査結果と利用者便益については、表5.9.2.1に表示されている。計算対象の各年度に対して、当表には各案毎に3種類の結果が示されている。

- － 誘発交通量を含めた構造物交通量：これらの交通量はPCU/日単位である。
- － 誘発交通量算出前の構造物交通量（PCU/日）。
- － 利用者便益合計、税引きの千単位表示。

表-5.8.2.2および-5.9.2.2には、西No.1ルート案の詳細結果が表示されている。

表-5.9.2.1 ラデス・グーレット渡河構造物 各代替案の交通量と便益

	1994	1996	2004	2006	2014	2016
1. 交通量 PCU/日 (誘発交通含む)						
- 西 1	19,887	22,529	37,104	39,142	48,478	51,141
- 西 2	19,096	21,538	34,856	37,568	50,698	54,643
- 中央	24,160	26,396	37,610	39,513	48,137	50,572
- 東	21,853	24,377	37,747	39,198	45,497	47,331
2. 交通量 PCU/日 (誘発交通除外)						
- 西 1	17,701	19,728	30,442	32,463	41,982	44,769
- 西 2	15,963	18,159	30,410	33,044	46,067	50,057
- 中央	18,692	20,769	31,653	33,406	41,444	43,739
- 東	17,167	19,143	29,600	31,370	39,574	41,940
3. 税引便益合計 (年別千ディナール単位)						
- 西 1	6,729	7,452	11,211	12,417	18,687	20,698
- 西 2	5,699	6,192	8,811	10,659	22,826	27,613
- 中央	7,968	8,478	10,869	12,276	19,977	22,563
- 東	7,215	7,717	10,101	11,393	18,442	20,802

表-5.9.2.2 当プロジェクト構造物の1日当りの交通量(西No.1ルート案)

年	交通量 PCU/日単位		交通量 PCU/日単位	
	誘発交通量含む	誘発交通量除外	誘発交通量含む	誘発交通量除外
1996	22,529	19,728	19,920	17,443
2001	30,773	25,872	27,209	22,875
2006	39,142	32,463	34,608	28,703
2011	44,741	38,123	39,559	33,707
2016	51,141	44,769	45,218	39,584

表-5.9.2.3 ラデスーゲーレット渡河構造物 構造物交通量および利用者便益
(西No.1ルート案)

	1994	1996	2004	2006	2014	2016
1. 交通量						
1.1 PCU /日単位						
- 誘発交通量除外	17,701	19,728	30,442	32,463	41,982	44,769
- 誘発交通量含む	19,887	22,529	37,104	39,142	48,478	51,141
1.2 車両/日単位						
- 誘発交通量除外	15,651	17,443	26,916	28,703	37,119	39,584
- 誘発交通量含む	17,584	19,920	32,806	34,608	42,863	45,218
2. 便 益 (年別千ディナール単位)						
2.1 通常交通	6,567	7,316	11,265	12,405	18,223	20,061
2.2 誘発交通	1,074	1,171	1,650	1,882	3,172	3,614
2.3 = 2.1 + 2.2	7,641	8,487	12,915	14,287	21,395	23,675
(通常+誘発)交通						
2.4 地方交通	-105	-149	-416	-432	-471	-480
2.5 = 2.3 + 2.4	7,536	8,338	12,499	13,856	20,924	23,195
総 交 通						
2.6 税金収支	-807	-886	-1,288	-1,439	-2,237	-2,497
2.7 = 2.5 + 2.6	6,729	7,452	11,211	12,417	18,687	20,698
税引便益合計						

他の代替案についても同様な結果が資料編5.9.2.1 に示されている。

表-5.9.2.2には、使用開始年度（1996年）から2016年までの交通量結果が示されている。

これらの交通量は、5年毎に1日当りのPCU単位でまた1日当りの車両数で、そして誘発交通量を含めあるいは除外して計算されている。

表-5.9.2.3には、利用者便益の算出が詳細に示され、それらによって各算出項目の分析が可能となる。当初交通に対する便益、誘発交通に対するおよび地方交通に対する便益、そして税金収支。

これらの表を分析すると下記に様に解説できる。

(1) 1996年の使用開始年度には、交通量は、西ルート（コリドール）では約2200PCU/日で、中央ルート（コリドール）では26,000PCU/日、東ルート（コリドール）では24,000PCU/日になるであろう。

(2) 西ルート（コリドール）を考えると、プロジェクト地南部への短路接続案（西No.1案）が前半の年には有利である。

後半になると西No.2案の方が交通量が増える、と言うのは当案にはその時点で容量が不十分になるMC33に並行して道路が作られるからである。

2014年からは、西No.2ルート案での交通量がより一層増加することが示されている。

(3) 1996年までは中央ルート（コリドール）の方が西ルートの両案よりも交通量が多いが、それ以降は西No.1ルート案の交通量と同等になる。

(4) 2006年までは東ルート（コリドール）の交通量は西No.1ルート案の交通量に匹敵するが、2016年には最低となる。

(5) 1996年から20年間は、構造物を利用する交通量は西No.1ルート案の交通量に匹敵するが、2016年には最低となる。

中央ルート（コリドール）または東ルート（コリドール）での交通量の増加はそれほど多くない（中央ルート 3.3%、東ルート 3.4%）。どの場合も、最初の10年間は増加率が高いであろう。

(6) 総利用者便益は、1996年には年 620万ディナールから 2,760万ディナールまでと、ルート（コリドール）によって変動するであろう。

(7) 1996年から2016年までの20年間において、便益増加率は西No.1ルート案で 5.2%になる。

(8) 西No.1ルート案については、構造物上の全交通に対する便益は、当初交通に対して約85%、誘発交通に対して15%の内訳となる。

地方交通に対するマイナス便益は、誘発交通を伴う当プロジェクトの場合に幾つか

の地点において地方交通の渋滞がより一層酷くなることに反映される。税金の収支は常にマイナスである。その意味するところは、当計画前よりも当計画後の方が全体的に車両の延べ走行距離および走行時間が減少するということである。

結局、交通量の観点では、西No.1ルート案と中央ルートが、前半年度において中央ルートの便益に匹敵すると言うことができる。

2014年には、MC33がその他の代替案において飽和状態となるので西No.2ルート案が最適になる。

渡河構造物が完成すれば、MC33の改良を将来において検討することが望まれる。当プロジェクトの北部においては何の問題も無い、と言うのは当渡河構造物の使用年度から高速道路（EXPRESS WAY）の迂回路が完成すると推定されるからである。

5.9.3 その他の結果

(1) フェリー交通

当計画前に計算されたフェリーの交通量は、フェリー運行レベルが変わらない、即ち総待ち時間が補正時に設定した時間に対して修正されないと仮定した場合に、将来認められるであろう交通量である。

この様に仮定すれば、フェリーの交通量は1994年に1日当り3,272PCU、2004年に1日当り5,462PCU、そして2014年に12,006PCUとなるのであろう。

現在から1994年までに、グーレットの周辺において高速道路（EXPRESS WAY）の迂回路が実現されることを我々が想定したことを想起する必要がある。

(2) 道路網の交通量図式化

配分モデルの結果を目に見える形にするために、我々は資料編にリンク別の交通量を示した2枚の道路網地図を添付した。

これらの地図には、西No.1ルート案について当計画前の状況における1994年度リンク別交通量が示されている。

これらの交通量には、地方交通、当渡河構造物交通、誘発交通が含まれる。

地域の中心地と道路網を結ぶコネクターおよびリンクについては、これらの地図には表記されていないであるから、当計画によって幾つかの幹線道路に誘発される交通、更に限定すればテュニス湖迂回道路に誘発される交通が軽減されることが予想できる。

当計画前交通量と当該計画後交通量の比較

1994年度 - 西No.1ルート案

交通量PCU/口

リンク		当計画前	当計画後	当計画後交通量／当計画前交通量
道路	番号			
GP9	1.101 - 1.003	32 191	28 465	0.88
Z4	1.513 - 1.527	47 236	35 207	0.75
高速道路	1.512 - 2.207	28 702	26 516	0.92
MC33	2.101 - 109	9 507	19 391	2.04

当表によって、プロジェクト構造物が完成すると、湖迂回路交通が明らかに減少しZ4道路の南部分については25%減少するだろう。そに対してMC33における交通量は1994年には当計画前交通量に比べて計画後交通量は2倍になるであろう。

(3) 時間および距離の短縮

当計画前交通量と当計画後交通量とを車両×時間および車両×キロメートル距離で比較すると、プロジェクト構造の使用によって時間と距離が短縮されることが予想できる。

当初交通量のみを考慮し、且つプロジェクト当初交通量に時間および距離の短縮合計を関連されると、1994年には時間短縮がPCU当り10分から11分になり、また走行距離長がルート代替案によって約3kmから5km短縮されることが判る。

(4) 詳細結果

資料編に、西No.1ルート案の1996年、2006年、2016年における詳細結果が添付されています。

- 資料編5.9.3.2 : 通常交通量と誘発交通量とに区別したOD(出発地・目的地)別橋梁上交通。
- 資料編5.9.3.3 : 当表には、プロジェクトに関連するOD(出発地・目的地)について、残留交通、迂回交通、迂回比率が示されている。
- 資料編5.9.3.4 : 当表には、当初交通および総交通(当初+誘発)に関するリンク別割当結果が示され、当両交通の相違を提示している。

5.10 プロジェクト道路の交通需要推計

プロジェクト道路の将来交通量は、現在OD表より将来OD表を推計し、これを基に算定した。工事の着手を1992年として供用開始時（1996年）、その10年後（2006年）、20年後（2016年）のプロジェクト道路を通る交通量（台/日）は下記のとおりである。（西No.1ルート案）

	1996年	2006年	2016年
日交通量 (乗用車換算)	22,500	39,000	51,000

上記交通量の方向別交通量（台/日）（2006年）は下記のとおりである。

橋の南部と北東部間の交通	20,774 (53%)
橋の北東部と南西部間の交通	6,477 (17%)
橋の南部と北部間の交通	5,968 (15%)
橋の南部と西部間の交通	5,923 (15%)
計	39,142(100%)

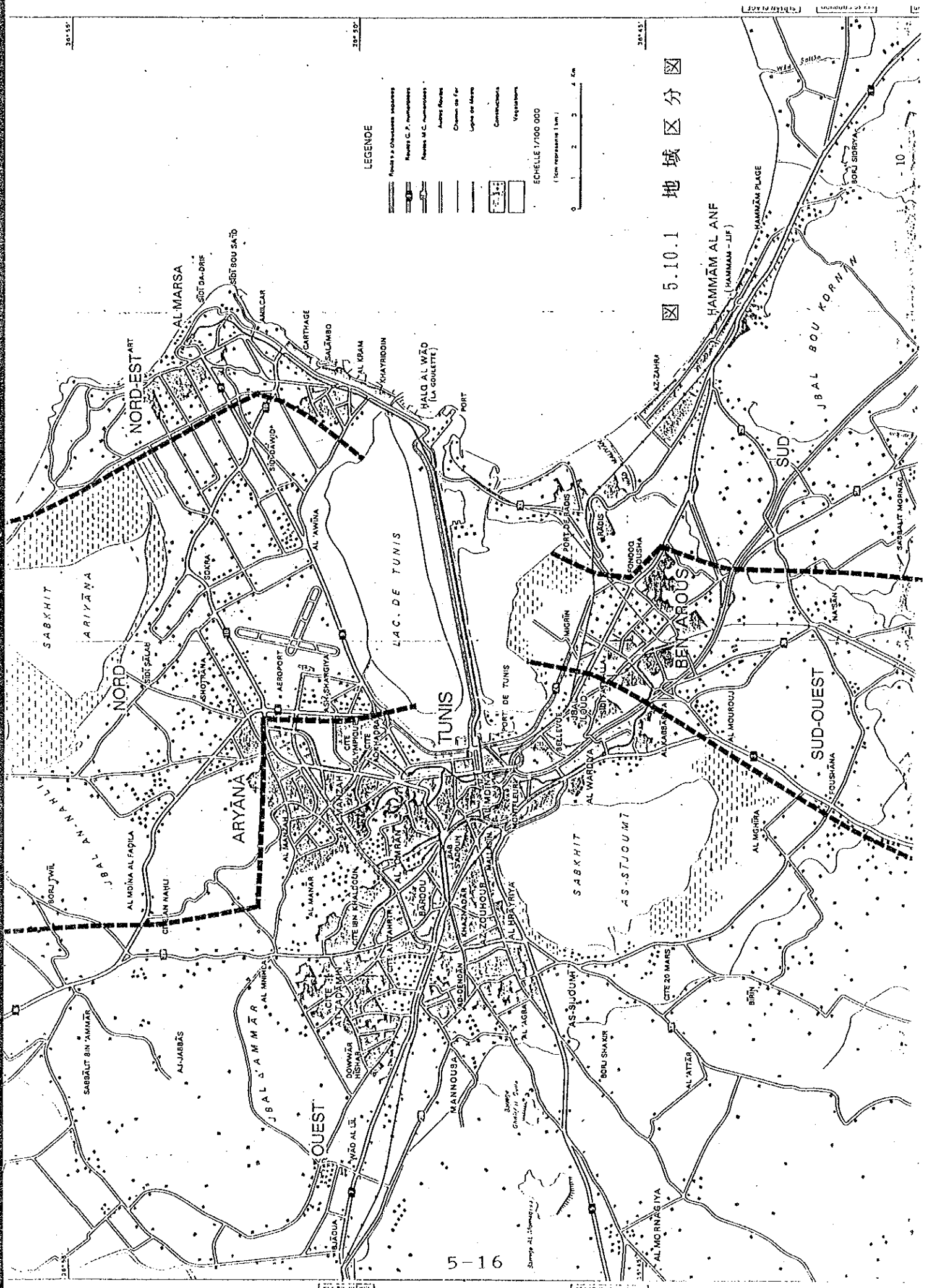
地区別における発生、集中交通量（2006年）は下記のとおりである。

ラデス及びゲーレット地区	21,262 (27%)
北東部および北部（ゲーレットを除く）	26,318 (34%)
西部	5,923 (8%)
南西部および南部（ラデスを除く）	24,781 (32%)
計	78,284 (39,142×2)

上記における地域の定義は次のとおりである。（図5.10.1）

北東部	: 橋の北（ゲーレット、カルタージュ、ラ・マルサ）
北部	: Sidi Daoud, La Soukra, L'Ariana, 空港
西部	: テュニス湖の西およびテュニス市
南西部	: Ben Arons, Megrine
南部	: 橋の北（ラデス、Hammam-Lif, etc.）

本プロジェクト道路はラデスーゲーレット間の交通に寄与するだけではなく、テュニス首都圏における南－北東交通、北東－南西交通、南－北交通に寄与することとなる。特に南－北交通（33,219台）のかなりの部分（フェリーによる交通ならびに誘発交通部分を除く）はテュニス市内の交通から除かれることとなり、その分市内交通を緩和することとなり、本道路を利用しない交通も本道路によって便益を受けることとなる。すなわち、本プロジェクト道路はテュニス首都圏における道路網全体の中において、その東部における最重要幹線になるといえる。



LEGENDE

- Routes & Chemins Indiqués
- Railways G.P. Indiqués
- Railways M.C. Indiqués
- Airports Indiqués
- Chemin de Fer Indiqués
- Lignes de Mer Indiqués
- Constructions Indiqués
- Vegetations Indiqués

ECHELLE 1/700 000
(1 cm représente 1 km)

5.10.1 地域区分

第6章 最適案の検討

第6章 最適案の検討

6.1 概要

最適案の検討は以下のような手順で行なわれる。第4章にて選定させた各ルートはある幅をもっているため、本章では、まず、これらルートにおいて種々の条件を考慮して、適切な道路の道路中心線を選定する。そしてこれら道路中心線において各ルートにおける各航路高さ、航路幅、航路深さを考慮した適性な渡河構造物代替案（橋、トンネル）の検討を行なう。そしてこれら渡河構造物の代替案の予備設計を行ない、各々の建設コストを算出する。他方、第5章において行なわれた将来交通需要予測と上記各建設コストより各代替案ごとの経済評価を行なう。これによって最適案についての候補案を選定し、最終的にはチュニジア国設備省当局と当調査団との協議により、最適案を選定する。

6.2 ゾーン別渡河ルートの検討

6.2.1 東ルート

(1) 概要（図6.2.1.1 および資料編6.2.1.1 参照）

東ルートはより直線に近い、道路線形となるが港湾施設に与える影響が大きい（特に南側施設に対して）。航路を横断する橋梁の中央径間長は320m程度が必要で、橋梁型式としては後述しているごとく斜張橋となる。

グーレット側における接続はグーレットよりカルタゴ方向に延伸させる Vole Express とインターチェンジ方式により行なわれる。南側において2つのルートが比較させた。

- 案A - MC 33に直結するルート
- 案B - STEGの発電所への導水路を横断し、発電の前でMC 33と平面交差するルート

(2) 比較検討

次ページの比較表6.2.1.1 に中央も含めて記述している。

南側地区ルート図

グーレット南港

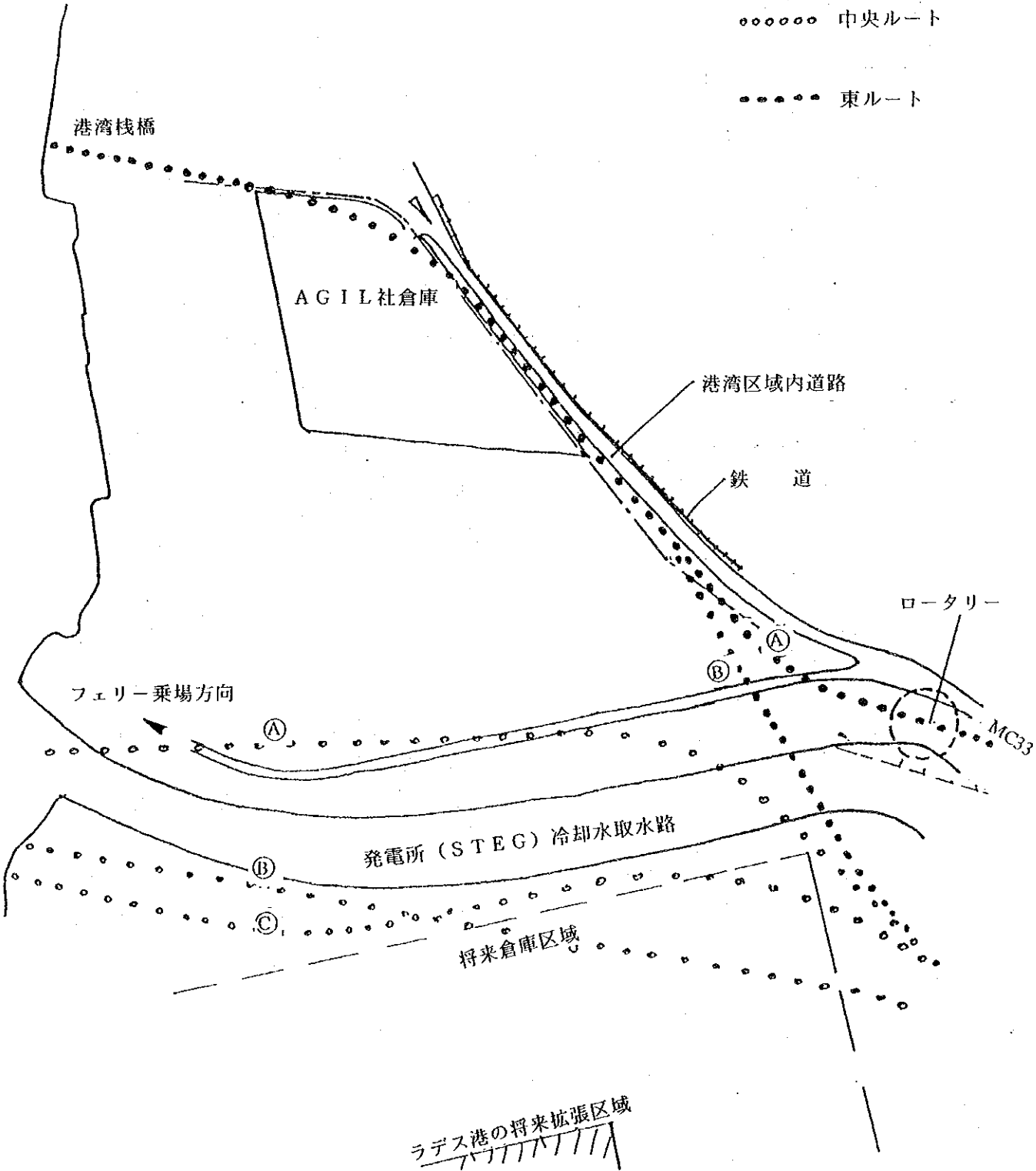


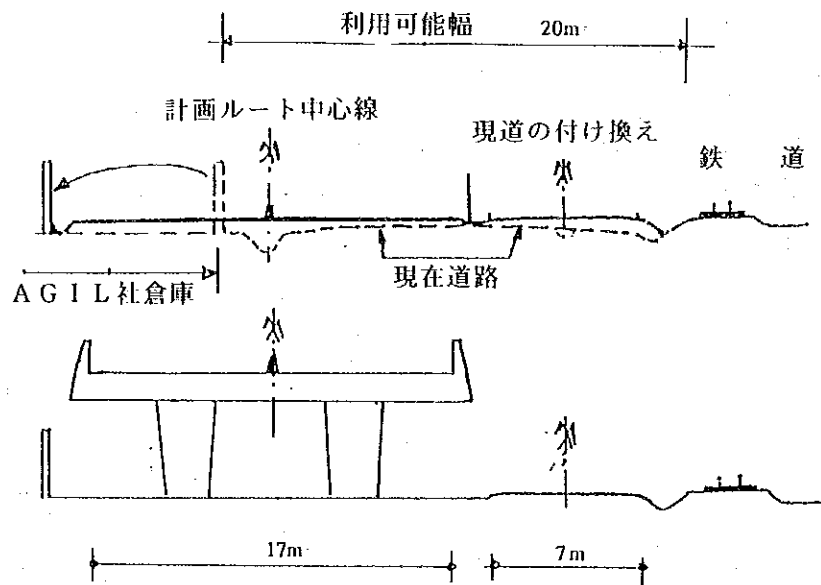
図 6.2.1.1 東及び中央ルート検討案

表 6.2.1.1.1 ルー ト 総 合 比 較 表

検 討 事 項	東 ル ー ト		中 央 ル ー ト			ト ン ネ ル
	A	B	A	B	C	
	2,700 m	3,500 m	3,780 m	3,690 m	3,740 m	
2,020 m + 600 m	2,020 m + 600 m	1,750m + 880m + 50m	1,850m + 880m + 50m	1,650m + 880m + 50m	1,950m + 880m + 50m	
320 m	320 m	200 m	200 m	200 m	—	
350 m	350 m	700 m	400 m	800 m	350 m	
160 m	160 m	200 m	200 m	200 m	200 m	
400 m	850 m	300 m	300 m	300 m	—	
なし	取付部のみ	取付部のみ	取付部のみ	取付部のみ	取付部及び倉庫部のみ	
南側交差点より	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左	
南側交差点より	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左	
工 事 中	な し	1 橋脚分	な し	な し	な し	
移設延長 200m	渡河橋梁延長 80m	渡河橋梁延長 100m	な し	な し	な し	
な し	な し	高架上	高架上	高架上	な し	
200 m	200 m	な し	な し	な し	な し	
AGIL社の外壁	AGIL社の外壁	な し	な し	な し	な し	
各所にてあり	各所にてあり	な し	な し	な し	な し	
容 易	容 易	容 易	南側橋脚を除き容易	同 左	同 左	
容 易	容 易	1 橋脚を除き容易	容 易	容 易	—	

1) 共通事項

水路南岸において、橋梁は、港湾棧橋、税関所、AGIL社倉庫の上を連続して通り抜け、ラデス東港の港湾ゾーンに通じる主要道路と並行に走る。橋梁の高さが地表面と同レベルまで下がってくるところで現道との離間距離が少ないので橋梁は（取付道路用に盛土を施工するのを避けるために）地面の高さまで延長し、AGIL社倉庫の囲い壁を約150メートルの間にわたって移動させる必要がある（橋梁の桁下高さが45メートルの場合）。（下図参照）



また、橋梁は、AGIL社倉庫に通じている2つの鉄道の上を通過するが、桁下高45メートルの場合に建設限界高が充分で無くなるので、当鉄道を使用する必要があるなら、下り勾配を5.5%として橋梁を50メートル延長する必要がある。

同じく、水路南岸の橋梁と取付道路（アプローチ道路）は、多くの箇所ではラデス発電所重油給油管を横断する。

2つの代替案ともに、ランプ終端と南取付道路（アプローチ道路）上の交差点の最近接部との距離が400メートル以上あり、自動車が速度を落とすのに十分な距離である。

2) 基本的相違点

比較表によれば、B案の方がより長く（約 3.0%）、また S T E G 水路を横断する橋梁を追加しなければならない。また B 案はフェリーに通じるアプローチ道路を横切るが、これはフェリーの一帯が将来整備されるのであれば、連絡路として当アプローチ道路は保持されるだろう。

A 案については、まず MC 33 と結合し、次にロータリー交差点と繋がって港湾への連絡が可能となるが、それによって S T E G 導水路を約 200メートル移動させなければならない。

(3) 代替案選定

経費の観点から言うと、特に S T E G 水路を渡河する橋梁が必要になるので B 案の方が高つく。当水路の移動や移動工事中に水質を汚濁して発電所施設を汚染することを避けるための対策の手間を考えれば、A 案の方を考慮すべきである。

6.2.2 中央ルート

(1) 概 要（図6.2.1.1 および資料編6.2.2.1 参照）

中央ルートは、航路を横切る 150KV と 90KV の 2 本の高圧線の間を沿って進む。当ルートは、現港湾地帯を避けているが、ラデス港の棧橋の東側への拡張計画（S T E G 水路に接近する）と競合することとなる。

東ルート（約 250km）に比べると渡河航路幅は狭いので、中央スパンを 200メートルに想定し、P C 箱桁橋梁を建設することが可能である。

航路北側では、インターチェンジを介して VOIE EXPRESS と結合しグーレット～カクタージュまでの延長が可能となる。

航路南側では、ラデス発電所入口付近の既設交差点を整備すると、ラデス港へのアプローチ道路、そして MC 33 と結合する。

3 つの橋梁案と 1 つのトンネル案が検討されるが、これらの相違点は南北 2 つの結合点間における通過ルートの違いである。

各代替案に違いが生じるとすれば、ラデス港拡張計画への組入れ基準、あるいは工事中のアクセスにおける拘束である。

(2) 比較検討

前ページの比較表 6.2.1.1 参照。

1) 共通の事項

一見したところ、基礎地盤には相違が予測できない。3つのケースとも地質構造の特性が均一である幅 400メートルの帯域内に、橋梁は設置される。

2) 基本的相違点

本質的な相違点はルートや S T E G 水路のどちら側に設置するかにある。

A 案は、水路の東側を通り、既設道路に隣接しているから他の代替案よりもアクセスが容易である。しかし南側の最後の橋脚の施工時に水路を汚染する危険性がある。また水路を渡河すると橋梁の長さが 100メートル延びる。

B 案は、全体が水路の西側を通っている。それは、A 案より曲線橋梁部の長さが短い長所があり、またルート全体が直線に近いので A 案よりも僅かに短い（約 2%）。

C 案は、B 案より僅かに長く、水路により良くマッチしたルートである。将来のラデス東港の収用地に対してより適合している。逆に、C 案の曲線部橋梁の径間数はより多くなる。

(3) 代替案の選択（橋梁の場合）

全長、そしてとりわけ曲線橋梁部の短さを考慮し、A 案や C 案と比べて将来の港湾整備のために失われる用地の部分が約 2ヘクタールにしかならないことを考えると、B 案が選択される。

(4) トンネルルート

中央ルートにおけるトンネル案の場合は、橋梁 B 案と同じルートを取るが、その掘削工事が S T E G 水路に立ち入らないし様にその水路からより一層離されている。

6.2.3 西ルート

(1) 概要（資料編 6.2.3.1 および 6.2.3.2 参照）

西ルートの橋梁案とトンネル案のルートは、中央ルート各代替案の西側約 2キロメートルにある航路を渡河し、またラデス新港を迂回している。

航路北側では、インターチェンジによって VOIE EXPRESS と繋がる。

航路南側では、M C 33とは 2通りの代替法で結合する。

第1案（短ルート）：SALINE地区の現在余り人口が密集していない地点がMC 33と結合する。この地点はラデス整備計画の一部として予定されていた。

第2案（長ルート）：ラデスのしに出口でMC 33と結合する。当ルートは前のルートより長く湖岸に沿って走っている高圧電線の西側を通り、全体が湖埋立地の上を通ることになる。

(2) 渡河ルート選定

VOIE EXPRESSへの連結のためのインターチェンジをも含めて、橋梁の桁下高を45メートルにするか30メートルにするか、または15メートルにするかを検討しなければならない、というのはラデス新港の西側に計画される港とテュニス港に船舶が入港できる様な航路高を確保することが選定の条件になるからである。

次のページの比較表6.2.3.1には、各代替案の主要特徴が表示されている。

(3) 比較検討

1) 共通特徴

テュニス南湖が将来開発されるという展望の中では、湖水再生のために南湖中央部の湖水面と海とが繋がる様にするのが不可欠です。

ラデス半島部を横断する現水路の延長計画のおおよそではあるが現実性のあるルートが設定されたが、それは本ルートと交差する。

この場所では、ボックスカルバートと小支間橋梁を建設することで解決できる。

2) 第2案（長ルート）の特徴

テュニス南湖開発予備調査を行なっているSPLT（テュニス湖開発公社）当局からの情報によると、第2代替案ルートが横断するゾーンは、ラデス半島部西側に現在存在する工業地帯の拡張に当てられる工業地区である。

このため計画道路では、当ゾーンへのアクセスを確保できる様にするため交差点（十字路）を設ける必要がある。また洗掘防止のために北湖造成地で見られる様に捨石施工による護岸が必要となる。

南部区間において、道路は、ラデスの工業地帯と港湾地帯に通じる鉄道を横断する必要が生じるが、その鉄道輸送量が少ないことを考慮すると鉄道との平面交差が考えられる。

表 6.2.3.1 代替案総合比較

検討項目	西					ト	
	橋 H=45m	橋 H=30mまたは H=15m	トンネル	接続方法-1	接続方法-2		
道路延長	2,750 m	2,500 m	3,050 m	1,275 m	3,225 m		
高架延長	1,900 m + 160 m	1,350 m + 160 m 600 m + 800 m	300 m	130 m	100 m		
航路横断スパン長	150 m	150/80m	-	-	-		
曲線長	900 m	500 m (H=30m) 240 m (H=15m)	300 m	-	-		
湖中道路延長	1,100 m	1,100 m / 1,300 m	1,950 m	200 m	2,550 m		
湖水専有面積	約 6 ha	約 2 ha	約 6 ha	-	-		
Voie Express迂回延長	約 1,000 m	約 1,000 m	約 1,200 m	-	-		
STEG社取水路への影響	なし	なし	なし	-	-		
高圧線への影響	なし	なし	なし	なし	なし		
既存建造物への影響	なし	なし	なし	ただし2ヶ所にて垣の一部を撤去する	なし		

(4) 代替案の選択

航路高さの選択は後の章にて行なわれるので、ここでは第1案か第2案の選択を行なう。

第2案の第1案に対する利点はラデス市内におけるMC33の交通が飽和状態となった時のバイパスとしての機能を有することである。しかし、その時期はかなり先のことであり、かつ、その段階ではラデス市西方におけるMC33の交通も飽和状態となることが想定される。他方、第1案ではその段階においてMC33との交点よりラデスの東側を通りMC33E1の方向への新規道路の延伸が考えられる。このため当プロジェクトでは初期投資額が少なく将来MC33E1への延伸の可能性のある第1案を選択する。

6.3 橋梁案の検討

6.3.1 概要

本章では前章で述べられた東ルート、中央ルート、西ルートにおいてそれら各ルートに適した橋梁案について記す。

渡河部の支間長ならびに橋梁型式の選定に当っては、下記調査ならびに架橋地点の情報をもとに経済性、技術上の問題について慎重に検討された。

- 1) 航空写真からの地図
- 2) 既存地質資料
- 3) 通常の橋梁建設に採用されている技術
- 4) 橋梁部における道路線形
- 5) 航路条件
- 6) 架橋地点における事前調査

6.3.2章にて後述されているように航路を渡河する橋梁の中央スパン長としては各ルートに次項において下記の提案がなされている。

東ルート	320m
中央ルート	200m
西ルート	150mまたは80m

上記各スパン長に対しては、経済性と適用可能な橋梁型式を表6.3.1.1に示している。

表 6.3.1.1 橋梁上部工型式とその適用スパン長

上部工型式	スパン長 (m)					
	50	100	200	300	400	500
吊橋						
斜張橋 (メタルまたはコンクリート)						
連続トラス橋						
アーチ橋 (メタル)						
アーチ橋 (コンクリート)						
ローゼ・ニールセン橋						
連続箱桁 (メタル)						
箱桁 (コンクリート)						

6.3.2 橋脚位置の選定

第4章に記載の通り、中央ルートでの橋脚位置は可能な限り可航水域内（中小船舶の航行可能な水域）への設置は避けることとする。

しかし、航路をまたぐ橋梁の建設費を軽減するためには、橋脚の間隔を出来るだけ短くすることが必要である。このため実質的な可航水域でない水域（例えば近くで航路燈や高圧電線鉄塔等が存在し、すでに船舶の航行に制限がある水域）においては橋脚の位置を水中まで出して支間を短くすることを検討する。

但し、同時に橋脚の上記水域内へ進出することにより、橋脚の工事が全面的に海上工事となるようなことは避ける。

即ち、工事に必要な基本的な資材や作業人員の橋脚作業場への搬入が陸上側からの手段（例えば部分的な埋立または簡易な栈橋等によるもの）により行なえる範囲とする。

上記のことがらを前提に、各ルートにおける航路をまたぐ橋梁の橋脚位置を検討する。

東ルート

航路の南側には船舶の接岸設備が存在するので南側の橋脚はこの接岸設備の内側（陸地側）に設置することとする。また、この地点では航路は北岸部に寄っているため、北側の橋脚はほぼ北岸部に設置する。このため橋脚間隔は 320m とする。

中央ルート

このルートの東西22ルートに平行して2本の高圧電線が存在している。そして、その鉄塔が航路と岸部の間に設けられている。このため橋脚の位置もこれら鉄塔位置までは水中部に出すことが妥当と考えられる。この結果、橋脚間隔は 200m とする。

西ルート

西ルートの場合には、港の計画により2つケースが存在する。即ち、①ラデス港の西側に新港が計画されるか、またはテュニス港の現状が維持される場合と、②上記ラデス新港の計画がなく、かつテュニス港の規模が縮小される場合に分けられる。

①の場合

現在、ゲーレット港並びにラデス港への航路幅は 100m～ 115mとなっている。①の場合には将来この程度の航路幅が必要である。この航路幅を維持するための橋脚間隔としては 150mとする。この場合、現在の水路幅約 200mが 130 m程度に縮小されるが、ここでは船舶は直進のみで、港湾内のような待避旋回等はなく、また他船との交差の確率も東、中央ルートに対して小である。また橋脚の設置により、水路幅は減少するが橋梁の設置により橋体に航路中央燈並びに左右の航路限界燈等の船舶航行援助設備が設置され、このため航路状況の改善も考えられ、船舶航行への支障はないといえる。

②の場合

この場合の航路高さは15mが想定され、橋下を通過する船舶マスト高15m以下の小型船のみとなる。このため航路幅としては現在の航路幅約70mが維持出来ればよく、このため橋脚間隔としては80mとする。

6.3.3 各ルートにおける橋梁型式

表6.3.3.1 に各ルートに対して検討の対象として選定された適用橋梁型式について、その特性が比較されている。

(1) 東ルート (表6.3.3.2)

当ルートにおける橋梁の中央スパン長は 320mと他ルートに比して最長となっている。ここでは南岸部に栈橋があり、北岸部には船舶が接近して航行するので、水面内に橋脚を立てることが出来ないからである。ここでの橋梁型式としては鋼またはコンクリート斜張橋、または鋼トラス橋が選定される。このスパン長には対してはニールセル橋または桁橋は経済的な橋梁型式ではない。

(2) 中央ルート (表6.3.3.3)

当ルートにおける橋梁の中央スパン長は 200mであり、橋脚は両岸部の浅瀬に位置することとなる。南側の橋脚位置近くにラデス発電所の冷却水曜の水路が存在する。このため建設時における水質汚染問題についての調査が必要である。このスパン長に対しては斜張橋またはトラス橋が経済的である。その他、鋼またはコンクリート桁橋も適用される。

表 6.3.3.3.1 適用橋梁型式の比較

型	指揮	ルート		東ルート		中央ルート		西ルート		備考
		条件	適用スパン長	施工性	適用スパン長	施工性	適用スパン長	施工性		
斜張橋	メタル	○	○	○	○	○	○	○	○	張出し工法
	コンクリート	○	○	○	○	○	○	○	○	同上
トラス橋		○	○	○	○	○	○	○	○	同上
アーチ橋		△	△	×	△	△	△	○	△	
ニールセン橋		×	×	×	△	△	△	○	△	大ブロック工法
箱桁橋	メタル	×	×	×	○	○	○	○	○	
	コンクリート	×	×	×	○	○	○	○	○	張出し工法
可動橋		×	×	×	×	×	×	△	○	
備考		- 航路高さ 55m または 45m - スパン長 320m		- 航路高さ 55m または 45m - スパン長 200m		- 航路高さ 55m または 45m - スパン長 200m		- 航路高さ 45m、30m、15m - スパン長 150m		

(注) ○ 適 △ 可 × 不可

表 6.3.3.2 東ルートにおける橋梁型式比較

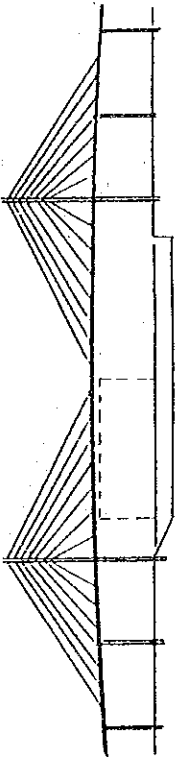
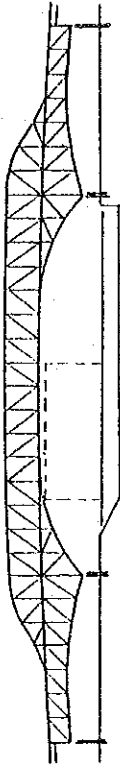
橋梁型式		斜張橋	トラス橋
橋梁形状	側面図		
	景観	軽快、直線的	重厚、複雑
材質	メタル	コンクリート	メタル
中央スパン長	150 + 320 + 150 (m)	150 + 320 + 150 (m)	150 + 320 + 150 (m)
構造	注 - 1	注 - 2	注 - 3
工期			
工費	相対的に高い	相対的に安い	高い
維持費	相対的に高い	相対的に安い	ペンキ代が高い
評価		適	不適

表 6.3.3.3 中央ルートにおける橋梁型式比較

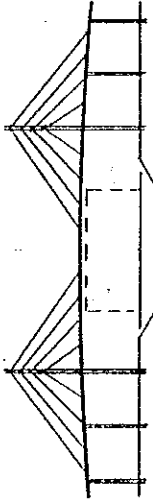
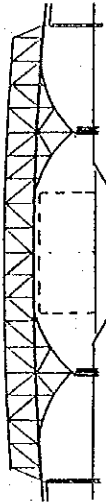

橋梁型式	斜張橋	トラス橋	箱桁橋
形状			
景観	軽快、直線的	重厚、複雑	軽快、穏やか
材質	メタル コンクリート	メタル	メタル コンクリート
中央スパン長	100 + 200 + 100 (m)	100 + 200 + 100 (m)	100 + 200 + 100 (m)
構造	注-1 注-2	注-3	注-4 注-5
工期			
工費	相対的に高い 相対的に安い	高い	相対的に高い 相対的に安い
維持費	相対的に高い	ペンキ代が高い	
評価	適	不適	適

表 6.3.3.4-1 西ルートにおける橋梁型式比較

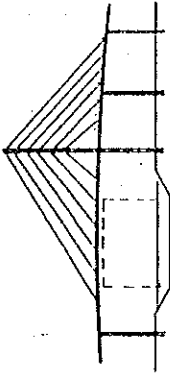
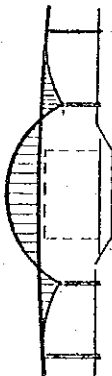
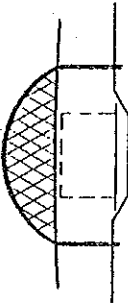


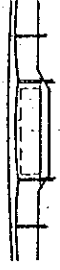
橋梁型式	斜張橋	アーチ橋	ニールセン橋	箱桁橋
橋梁形状	側面図 			
	景観	軽快、直線的	放物線形	軽快、穏やか
材質	メタル コンクリート	メタル	メタル	メタル コンクリート
中央スパン長	150 + 100 (m)	60 + 150 + 60 (m)	150 (m)	60 + 150 + 60 (m)
構造	注 - 1	注 - 2	注 - 7	注 - 4 注 - 5
工期				
工費	相対的に高い	高い	相対的に高い	相対的に高い
維持費	相対的に高い	ペンキ代が高い	相対的に高い	相対的に高い
評価				

表 6.3.3.3.4-2 西ルートにおける橋梁型式比較

橋梁型式	可動橋	橋	箱桁橋	橋
橋梁型式	側面図			
形状				
景観	不均整		軽快、穏やか	
材質	メタル		コンクリート	
中央スパン長	150 (m)		40+80+40 (m)	
構造	注 - 8		注 - 5	
工期				
工費	相対的に安い		安い	
維持費	高い		安い	
評価				

(3) 西ルート (表6.3.3.4)

当ルートの橋梁の中央スパン長は3ルートの中で最短で150mである。このため当ルートには多くの橋梁型式が適用される。表6.3.1.1に示されるように斜張橋、トラス橋、アーチ橋、ローゼ橋、ニールセン橋、桁橋である。しかし、地盤条件の悪さを考慮すると橋梁型式は次の4種に限定されてくる。即ち、鋼またはコンクリートの斜張橋と桁橋である。

上表の中での構造的な特徴を特記すれば下記のとおりである。

注-1) 設計においては本橋梁は他橋梁に比べて相対的にたわみやすいことと耐風性について注意する必要がある。また、建設においては高度の技術と制度が要求される。

注-2) 主塔橋脚の基礎の数量が増大する。

注-3) 通常の張り出し工法が用いられるが、クレーン船の利用による大ブロック工法も可能である。

注-4) 長スパン時には通常鋼床版が用いられる。

注-5) 張り出し架設において1箱型は2箱型の桁型式が有利である。

注-6) クレーン船等による大ブロック架設が出来ない時には建設コストは高くつくが支保工を用いた架設となる。

注-7) 岸壁部において橋梁全体を組み立てクレーン船等によって一括架設する。本型式においてはこの一括架設工法が不可欠である。

注-8) 機構が複雑なためのその操作と管理に特別な管理組織が必要となる。

6.3.4 予備設計とコスト

(1) 予備設計対象の橋梁

前節で検討された橋梁案に基づいて予備設計の対象となる橋梁を選定する。予備設計では最適ルート、最適橋梁型式、妥当な桁下高さを検討するために行なう。対

表 6.3.4.1 対象橋梁の表示

			航路高さ	代 替 案	
				型 式	材 質
橋	東 ル ー ト	E.1.a (55)	55.0	斜 張 橋	メ タ ル
		E.1.b (55)			コ ン ク リ ー ト
		E.1.a (45)	45.7		メ タ ル
		E.1.b (45)			コ ン ク リ ー ト
	中 央 ル ー ト	C.1.a (55)	55.0	斜 張 橋	メ タ ル
		C.1.b (55)			コ ン ク リ ー ト
		C.2.a (55)		箱 桁 橋	メ タ ル
		C.2.b (55)			コ ン ク リ ー ト
		C.1.a (45)	45.7	斜 張 橋	メ タ ル
		C.1.b (45)			コ ン ク リ ー ト
		C.2.a (45)		斜 張 橋	メ タ ル
		C.2.b (45)			コ ン ク リ ー ト
	西 ル ー ト	0.1.a (45)	45.7	斜 張 橋	メ タ ル
		0.1.b (45)			コ ン ク リ ー ト
		0.2.a (45)		ロ ー ゼ 橋	メ タ ル
		0.3.a (45)		ニ ー ル セ ン 橋	メ タ ル
		0.4.a (45)		箱 桁 橋	メ タ ル
		0.4.b (45)			コ ン ク リ ー ト
		0.1.a (30)	30.0	斜 張 橋	メ タ ル
		0.1.b (30)			コ ン ク リ ー ト
0.2.a (30)		ロ ー ゼ 橋		メ タ ル	
0.3.a (30)		ニ ー ル セ ン 橋		メ タ ル	
0.4.a (30)		箱 桁 橋		メ タ ル	
0.4.b (30)				コ ン ク リ ー ト	
0.5.a (30)	可 動 橋	メ タ ル			
0.6.b (15)	15.0	箱 桁 橋		コ ン ク リ ー ト	
トンネル	中 央 ル ー ト	C.T	-13.0	沈埋トンネル	コ ン ク リ ー ト
	西 ル ー ト	O.T	-7.5	沈埋トンネル	コ ン ク リ ー ト

表6.3.4.2(1/2) 予備設計時の概算工事数量

a) 鋼橋

		東ルート			中央ルート			西ルート				
		斜張橋	斜張橋	斜張橋	斜張橋	斜張橋	ローゼ橋	ニールセン橋	連続桁橋	可動橋		
支	間 (m)	150+320+150	100+200+100	100+200+100	100+200+100	60+150+60	150	60+150+60	150	150		
	橋面積 (m ²)	10,726	6,920	6,920	6,920	4,671	2,595	4,671	2,595	2,595		
* 橋	** 単位面積当り鋼重 (t/m ²)	0.540	0.495	0.600	0.600	0.560	0.560	0.560	0.560	0.560		
	** 鋼重 (t)	5,800	3,430	4,150	4,150	2,620	1,450	2,620	1,450	2,620		
下	橋	躯体コンクリート (m ³)	2,782	2,782	2,782	1,442	1,442	1,442	1,442	1,442		
		フォーミングコンクリート (m ³)	9,000	5,000	5,000	5,000	2,400	2,400	2,400	2,400		
	脚	基礎工 (m)	3,200	1,950	2,000	2,000	740	740	740	740		
備考		桁下高さ 45.7m			桁下高さ 30m							

* : 橋長×幅員 (=17.3m)

** : ケーブル鋼重含む

	東ルート		中央ルート		西ルート	
	斜張橋	橋間 (m)	斜張橋	連続桁橋	斜張橋	連続桁橋
支	150+320+150	10.726	100+200+100	100+200+100	150+100	60+150+60
* 橋	面積 (㎡)	積 (㎡)	6.920	6.920	4.325	4.671
上	コンクリート	主桁 (㎡/㎡)	0.780	1.460	0.780	1.280
		塔 (㎡/㎡)	0.320	-	0.300	-
	型	枠 (㎡/㎡)	3.35	3.30	3.50	4.250
		P C 鋼材 (t/㎡)	0.030	0.038	0.025	0.114
	斜	材 (t/㎡)	0.070	0.05	0.040	-
	鉄	筋 (t/㎡)	0.135	0.135	0.135	0.100
	コンクリート	主桁 (㎡/㎡)	8.370	4.650	3.374	6.000
		塔 (㎡/㎡)	3.400	1.834	1.570	-
	型	枠 (㎡/㎡)	38.500	2.250	17.810	25.400
		P C 鋼材 (t/㎡)	360	220	120	680
斜	材 (t/㎡)	836	340	200	-	
鉄	筋 (t/㎡)	1,630	900	565	600	
躯体	体 (㎡)	13,800	12,100	1,330	1,810	
	フーチング (㎡)	17,900	22,000	7,670	6,270	
基礎	工 φ3.0m (m)	** 4,000m	2,400	3,000	1,300	
		1400(φ2m)	1,300	1,300	1,300	
備考	桁下高さ 45m		桁下高さ 30m		桁下高さ 15m	

* : 橋長×橋幅
(=17.3m)

** : 基礎工延長

象となる橋梁は東ルートで桁下高55.0m、45.7mについて斜張橋（P C 橋と鋼橋）、中央ルートで北下高55.0m、45.7mについて斜張橋と桁橋（P C 橋と鋼橋）、西ルートで桁下高45.7m、30mについて斜張橋（P C 橋と鋼橋）、鋼製のローゼ橋、ニールセル橋および桁橋（P C 橋と鋼橋）を選定した。さらに西ルートの桁下高30mの橋梁に限定して可動橋、また西ルートに限定して桁下高15mのP C 桁橋も選定の対象とした。これらの対象橋梁を桁下高さ、橋梁型式、材料別に整理したものを表6.3.4.1に示す。

(2) 予備設計と工事数量

上記で選定された対象橋梁案について予備設計を行ない、概略工事数量を算出する。予備設計では最適ルート、最適橋梁型式、妥当な桁下高を選定する段階であり、また数多くのケース（26ケース）について比較するため、概算工事数量を算出することに重点を置いた。従って、その簡便な方法として過去の類似橋梁の実績グラフを作成し、これらから概算工事数量を推定した（支持地盤深さは50mと設定している）。しかし、過去の実績の橋梁と本橋梁では架橋条件が異なり、推定値の誤差が大きくなることを避けるため、特に基礎工部を中心に幾分の試算を行ない、数量を補正した。各ケースごとの概算工事数量は表6.3.4.2に示す。また、概算数量を算出するために使用した橋梁の実績グラフは資料として資料編6.3.4.1に添付している。

(3) 概算事業費用工事評価

概算事業費算出用の工事単価は、チュニス市内で建設された橋梁・道路工事で工事単価に現在までのエスカレーションを考慮して設定した。特に、チュニス市内で建設された（1988）La Viaduc Surlavenne Dela Republiqueは類似橋梁であるため、このプロジェクトの入札書中の単価を参考にした。

鋼製の橋梁については、チュニジア国での実績が少ないので橋梁製作費、架設費は日本での実績をもとにして工事単価を設定した。しかし、製作場所については輸送費に大きく関係するため、地中海沿岸の隣国（イタリアまたはスペイン）と仮定した。概略事業費算出に使用した工事単価は資料編6.3.4.2に添付している。

(4) 概算工事業

概算事業費は、1) 工事費、2) 詳細設計・施工管理、3) 設備・住宅省の管理、4) 用地・補償費、5) 予備費、に分けて積算した。工事費は上述の(2)と(3)で求めた工事数量と工事単価をもとにして算出した。また、2)～5)の費用は類似プロジェクトを考慮にして工事費に対する割掛率を用いて算出した。

- 詳細設計・施工管理費 : 工事費×10%
- 設備・住宅省の管理費 : 工事費×2%
- 予備費 : 工事費×15%

用地費・補償費は各ルートとも大部分が公用地であり、対象となる私有地が少ないため、現地調査の結果をもとにして、暫定的に地形図をもとに算定した。各ケースごとの概算事業費は表6.3.4.3 に示す。

表 6.3.4.3 (1/2) 概算事業費 (橋梁案)

東 ル ー ト

記号	代 替 案		建 設 費				詳細設計 施工管理費	備 償 費	M E H 管理費	予 備 費	合 計
	航路高	橋梁型式	a/b	主 橋 梁	アプローチ パイアダクト	取付道路および インターチェンジ					
E.1.a (55)	55.0		a	49,400	43,800	6,950	100,150 (2,117)	2,000	2,000	17,130	131,300
E.1.b (55)			b	49,570	43,800	6,950	100,320 (2,121)	2,000	2,000	17,150	131,500
E.1.a (45)	45.7	斜 張 橋	a	39,760	37,920	7,020	84,700 (1,791)	2,000	1,630	14,530	111,330
E.1.b (45)			b	39,080	37,910	7,020	84,010 (1,776)	2,000	1,630	14,410	110,500

中 央 ル ー ト

記号	代 替 案		建 設 費				詳細設計 施工管理費	備 償 費	M E H 管理費	予 備 費	合 計
	航路高	橋梁型式	a/b	主 橋 梁	アプローチ パイアダクト	取付道路および インターチェンジ					
C.1.a (55)	55.0	斜 張 橋	a	32,950	46,250	9,170	88,370 (1,868)	300	1,770	14,390	114,170
C.1.b (55)			b	33,220	46,250	9,170	88,640 (1,874)	300	1,770	14,940	114,510
C.2.a (55)	55.0	箱 桁 橋	a	31,220	46,640	9,170	87,030 (1,840)	300	1,740	14,670	112,440
C.2.b (55)			b	31,190	46,650	9,170	87,010 (1,840)	300	1,740	14,660	112,410
C.1.a (45)	45.0	斜 張 橋	a	23,530	36,530	6,350	69,410 (1,467)	300	1,330	11,710	89,750
C.1.b (45)			b	22,980	36,530	6,350	68,860 (1,456)	300	1,330	11,610	89,040
C.2.a (45)	45.0	箱 桁 橋	a	21,360	38,470	9,350	69,130 (1,463)	300	1,330	11,670	89,450
C.2.b (45)			b	19,540	38,470	9,350	67,360 (1,424)	300	1,330	11,360	87,110

表 6.3.4.3 (2/2) 概算事業費 (橋梁案)

西ルート

記号	代替案		建設費				詳細設計 施工管理費	補償 用地費	MEH管理費	予備費	合計
	航路高	橋梁型式	a/b*	主橋梁	アプロード パイラクト	取付道路および インターチェンジ					
0.1.a (45)	45.0	斜張橋	a	22,200	40,140	7,250	69,590 (1,473)	500	1,390	11,760	90,200
0.1.b (45)			b	21,860	41,130	7,250	70,040 (1,483)	500	1,410	11,840	90,790
0.2 (45)	45.0	ローゼン橋	a	21,770	48,400	7,250	72,420 (1,533)	500	1,450	12,240	93,850
0.3 (45)			b	13,770	49,920	7,250	70,940 (1,501)	500	1,420	12,000	91,950
0.4.a (45)	45.0	箱桁橋	a	20,450	40,950	7,250	68,650 (1,453)	500	1,370	11,600	88,990
0.4.b (45)			b	19,220	40,950	7,250	67,420 (1,427)	500	1,350	11,400	87,410
0.1.a (30)	30.0	斜張橋	a	15,330	25,300	7,080	48,410 (1,025)	500	970	8,210	62,930
0.1.b (30)			b	15,760	25,470	7,080	48,310 (1,023)	500	970	8,190	62,300
0.2 (30)	30.0	ローゼン橋	a	16,340	27,570	7,080	50,990 (1,079)	500	1,020	8,640	66,250
0.3 (30)			b	13,040	28,470	7,080	48,590 (1,028)	500	970	8,240	63,160
0.4.a (30)	30.0	箱桁橋	a	14,590	26,100	7,080	47,770 (1,011)	500	950	8,100	62,100
0.4.b (30)			b	13,490	26,870	7,080	47,240 (1,000)	500	950	8,010	61,420
0.5 (15)	15.0	可動橋	a	54,700	7,080	9,450	71,230 (1,508)	500	1,430	12,040	92,320
0.6 (15)			b	6,160	10,950	9,450	26,560 (0,562)	500	530	4,540	34,790

(注) a:メタル(鋼)橋 b:コンクリート橋 メタル橋には税金は含まれていない。
これらの事業費は橋脚基礎杭の深さを50mと想定して算出されている。

6.4 トンネル案の検討

6.4.1 トンネル工法の種類

海底トンネルの方法としては次のような5つの方法がある。

- (1) 山岳トンネル工法
- (2) 掘削工法
- (3) シールド工法
- (4) 沈埋工法
- (5) ケーソン工法

- (1) 山岳トンネル工法は、主として岩盤に対して行なわれる工法で火薬を使用して掘削するか、または均一な岩盤の場合、トンネルボーリングマシンによる機械で掘削する方法がある。

いずれにしても、本計画地の場合、岩盤は-100m以下にあり、このためトンネル延長は非常に長くなり、工事費増大ばかりでなく、既設道路との取合も困難となるため、比較検討の対象としない。

- (2) 掘削工法は、地表面より掘り下がり、地下所定の位置にボックスカルバートを築造し、その上部を土砂にて埋戻し、地表面をもとどおりに復旧する工法である。

本計画の場合、港内では、航路に影響が出ること及び締切工事が大規模なものとなるので比較検討の対象としない。しかし、陸側の浅いところでは取合部として一部使用可能などところもある。

- (3) シールド工法は、トンネル断面よりわずかに大きいシールドという鋼製円筒状の外殻を推進させ、その中で、掘削シールド推進、覆土、裏込注入などの作業を行ない、トンネルを築造するもので、岩盤、軟石以外の地質であれば施工可能である。特に軟弱地盤および帯水地盤には有効な工法です。ゆえに比較検討の対象とする。

- (4) 沈埋工法は、トンネルエレメントを別の場所でプレファブ形式で製作し両端を仮隔壁で閉塞して水の浮口を利用し建設現場まで曳航し、あらかじめ浚渫したトレンチに沈埋して水中結合を行ない埋戻しをして水底トンネルを建設する工法である。海底横断または河口付近に最近よく使われている工法で土削が薄くてよいため、トンネル延長を短くできる利点がある。ゆえに比較検討の対象とする。

- (5) ケーソン工法は、築島してケーソンを近接して連続し、施工し、海底下の所定の土削をとり、お互いのコンクリート壁を除去してトンネルを築造する工法とする。航路の問題および水深が浅いところの築島の工事費の増大などいろいろな問題があるため、今回の計画地においては比較検討の対象としない。

6.4.2 型式比較

岩盤位置が深いこと、および航路条件から、港湾部に対する工法としては、岩掘の山岳トンネル工法、締切開削工法、築島ケーソン工法は、不可能か不適當。従って、実現可能な工法としては、シールド工法と沈理工法にしぼられる。

シールド工法は、船舶航行に全く支障を与えない。大きな利点がある。

しかし、所要土被り厚、経験上シールドの直径以上は必要である。

ゆえにトンネル延長は、沈理工法と比較して当然長くなる。また、断面は円形となり、経済性および実績から2車線（外径11m以上）が限界のため、4車線道路のためには2本必要となる。互いのトンネル間、距離も施工中の影響を避けるために、シールド直径以上必要である。

ゆえに地上の既設道路にすりつけるための用地幅が必要となる。しかし、道路曲線はどのようなものでもシールドの場合は施工可能である。

沈理工法は、投錨の影響を考慮した土被り厚さで良いため、シールド工法に比較するとトンネル延長は短い。

4車線部を一つの函体で施工可能である、等の利点があるが、函体製作用の既設ドックがまたはドライドックを築送する必要がある。

6.4.3 各ルートの検討（資料編 6.2.2.1、6.2.3.2）

港湾横断ルートとしては、西ルート、中央ルート、東ルートの3案が考えられている。各ルートのトンネル案について検討する。

(1) 西ルート

- 路線が航路に斜めに横切っているため、湾の幅が最も狭い箇所にもかかわらずトンネル延長は、それ程短くならない。
- 沈理工法の場合、護岸北側の鉄道をさせる位置に湾側に立杭を計画する必要がある。
- 既設の鉄道および高速道路横断箇所は山留による掘削工法で施工し、鉄道および高速道路のために仮設橋梁を計画する必要がある。完成後は埋戻し現状使用とする。

- ・ 沈埋函設置のために浚渫を行なうが、その影響区間の護岸を補強する必要がある。西ルートの場合、斜めに横断しているため、片側護岸の西側は浚渫による影響が大きい。
- ・ シールド工法の場合、既設鉄道、高速道路、護岸の下を泥水シールド機械で施工するので、全く影響しない。

	沈 埋	シールド
GL迄の延長 水深 -11 m 水深 -7.5m	1,270m 1,090m	1,790m 1,630m
トンネル延長 水深 -11 m	675m (内 沈埋 258m) 陸上 400m)	1,120m (内 シールド 1,040m) 陸上 80m)
水深 -7.5m	595m (内 沈埋 255m) 陸上 340m)	940m (内 シールド 860m) 陸上 80m)

(2) 中央ルート

- ・ 沈理工法の場合、西ルートと同様に、鉄道をさける位置に湾側に立杭を設置し、鉄道および高速道路横断箇所は、仮設橋梁を計画した掘削トンネル工法とする。
- ・ 沈埋函設置のための浚渫による護岸補強は中央ルートは比較的護岸に直行しているため、西ルート程困難ではない。しかし、発電所要冷却水の水路が近接しているため、浚渫時および埋戻し時における海水汚濁に注意する必要がある。シールド工法の場合には、上記のような海水汚濁、鉄道、高速道路等の諸問題は全く影響しない。

	沈 埋	シールド
GL迄の延長 水深 -13 m	1,352m	1,890m
トンネル延長	965 (内 沈埋 255m) 陸上 710m)	(内 シールド 1,180m) 陸上 80m)

(3) 東ルート

- 東ルートは湾入口部に位置し、南側には港湾設備建造物オイルタンクが密集し、北側には発電所関係の諸施設がある。海底には位置、深さ等は不明であるが、パイプラインが布設してあるようで採用するには不適當であると考えられる。

6.4.4 建設工事費

(1) 沈埋工法

現地盤 (+2.0m) までの工事費の算出

(ディナール)

西ルート (-11.0)

沈埋部	335m	@ 125,000	41,875,000
陸上トンネル部	360m	@ 51,100	18,396,000
U型擁壁部	350m	@ 12,900	4,515,000
逆Tおよび一般部	225m	@ 2,400	540,000
トンネル設備	1式		6,297,000
計			71,613,000
			(100)

西ルート (-7.5)

沈埋部	335m	@ 125,000	41,875,000
陸上トンネル部	260m	@ 51,100	13,286,000
U型擁壁部	350m	@ 12,900	4,515,000
逆Tおよび一般部	225m	@ 2,400	349,000
トンネル設備	1式		6,297,000
計			66,311,000
			(93)

中央ルート (13.0)

沈埋部	335m	@ 125,000	41,875,000
陸上トンネル部	630m	@ 51,100	32,193,000
U型擁壁部	350m	@ 12,900	4,515,000
逆Tおよび一般部	370m	@ 2,400	88,800
トンネル設備	1式		6,297,000
計			84,958,800
			(118)

(2) シールド工法

現地盤 (+2.0m) までの工事費を算出。

(ディナール)

西ルート (-11.0)

シールド部

機械設備	1式		25,000,000
立杭部	1式		3,838,000
設備 (換気etc)	1式		3,750,000
掘進穴	1,040m × 2本	@ 56,250	117,000,000
U型擁壁部	400m	@ 12,900	5,160,000
逆Tおよび一般部	270m	@ 2,400	648,000
計			155,396,000

西ルート (-7.5)

シールド部

機械設備、立杭、換気等設備	1式		32,588,000
掘進穴	1,180m × 2本	@ 56,250	96,750,000
U型擁壁部	400m	@ 12,900	5,160,000
逆Tおよび一般部	230m	@ 2,400	648,000
計			135,146,000

中央ルート (-13.0)

シールド部

機械設備、立杭、換気等設備	1式		32,588,000
掘進穴	1,180m × 2本	@ 56,250	132,750,000
U型擁壁部	400m	@ 12,900	5,160,000
逆Tおよび一般部	230m	@ 2,400	552,000
計			171,050,000

図 6.4.4.1 沈埋トンネル標準断面図

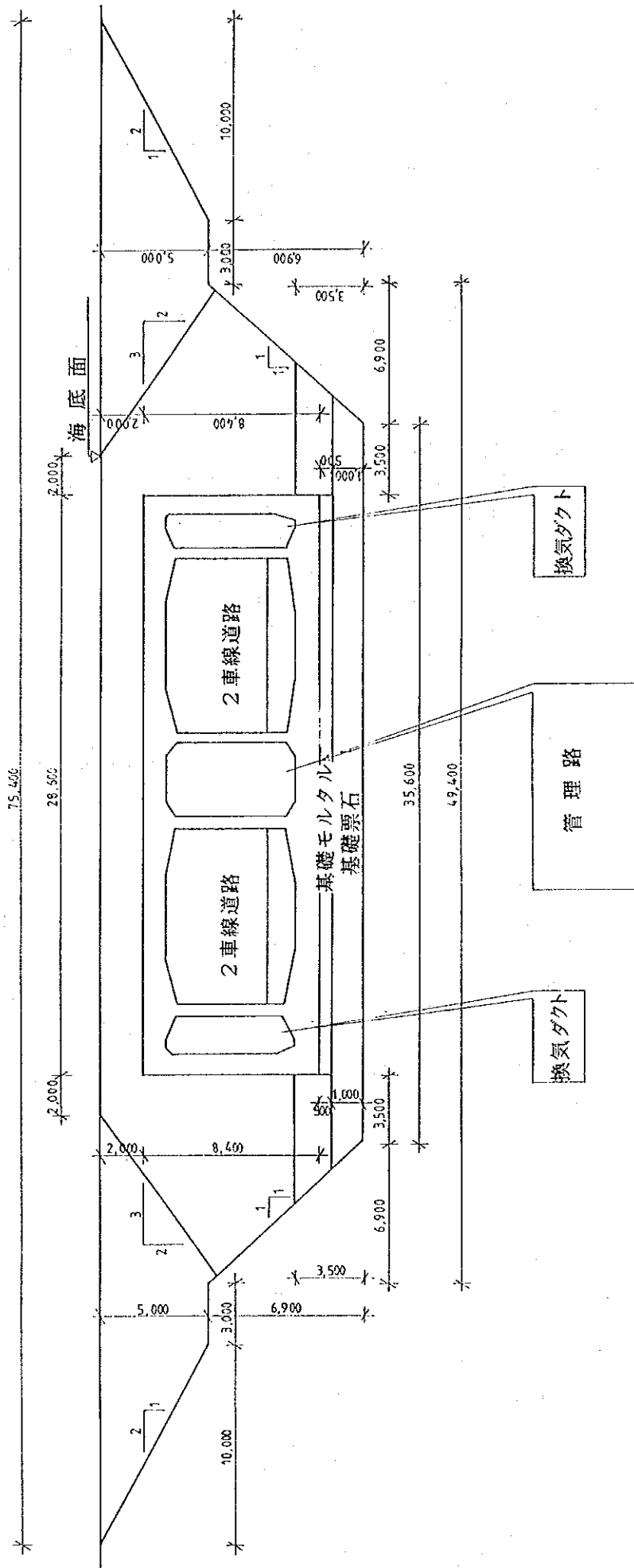


図 6.4.4.2 西ルート 沈埋工法 H=-11m

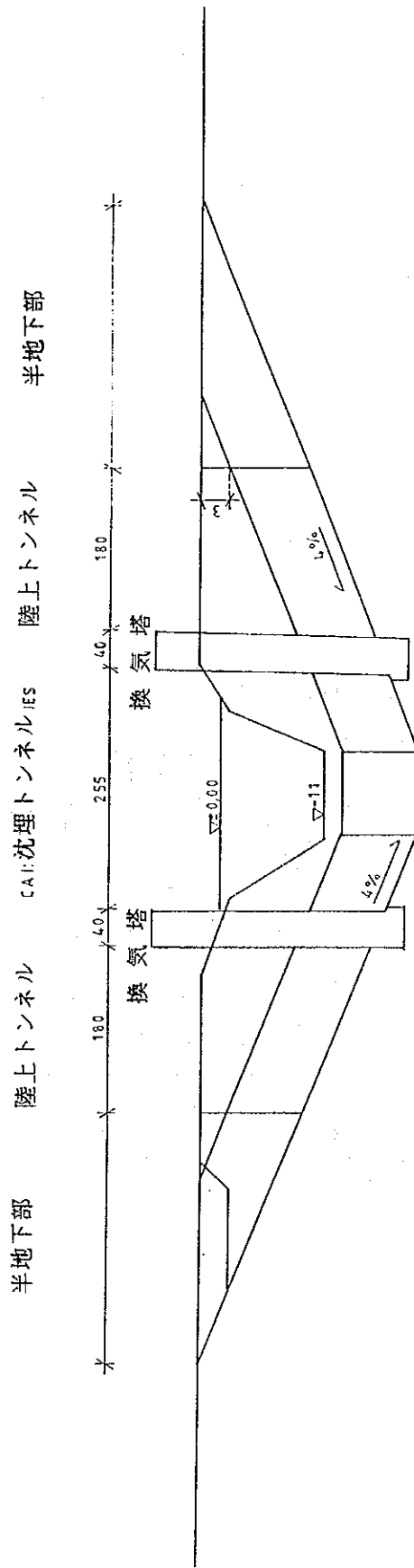


図 6.4.4.8 シールド工法 H=-11m

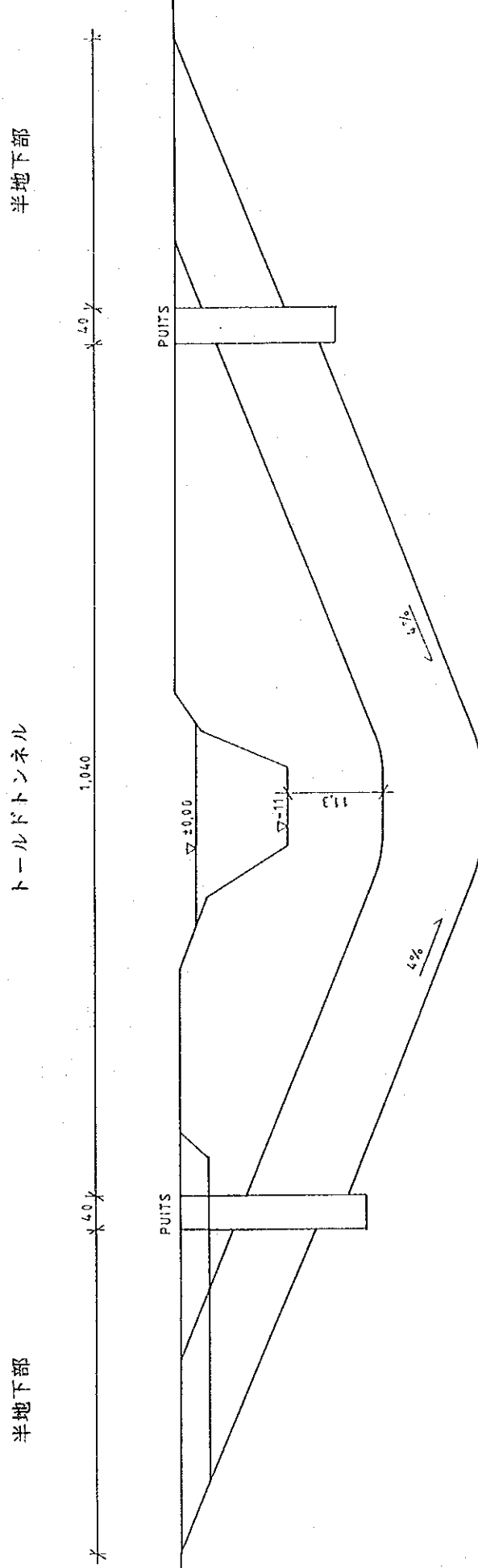


図 6.4.4.4 西ルート 沈埋工法 $H = -7.5 \text{ m}$

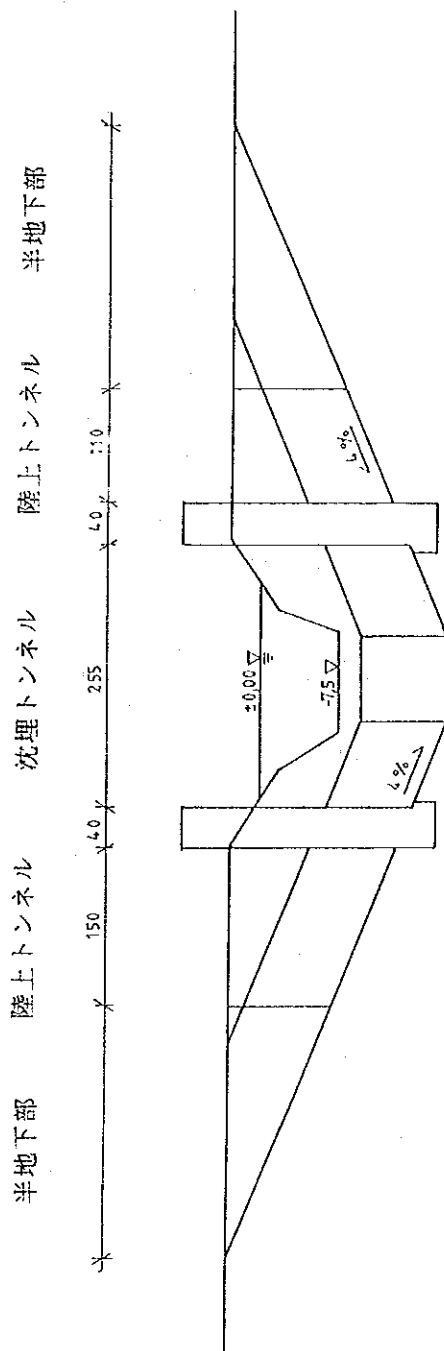
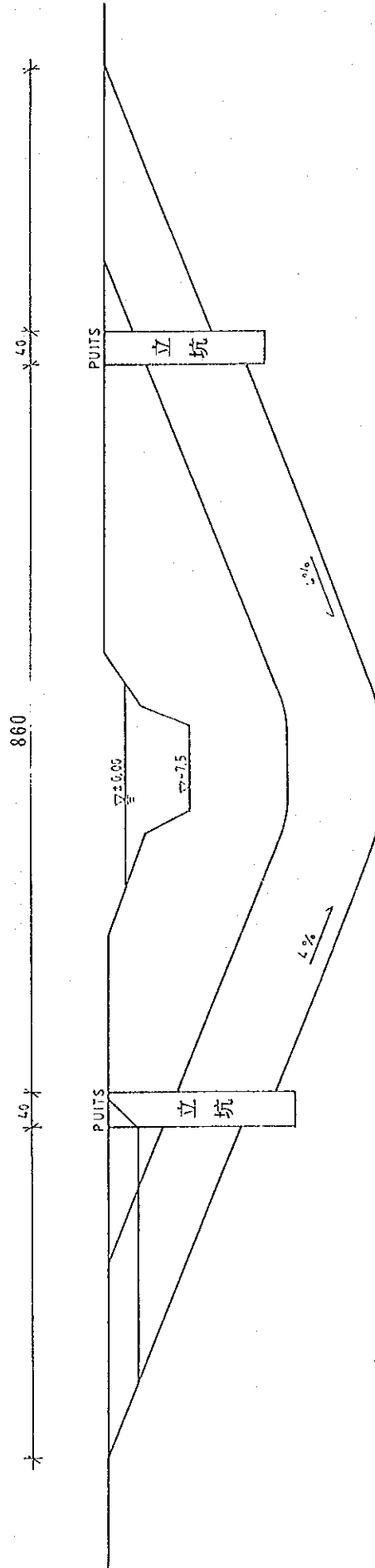


図 6.4.4.5 西ルート シールド工法 $H = -7.5$ m

半地下部

シールド工法

半地下部



6.4.5 型式の選定

トンネルについては、沈埋工法とシールド工法について概略の施工計画、主要工事数量、建設工期、施工上の問題点等について検討し、その後比較検討を行なった。(表6.4.5.1) その結果、既設鉄道および高速道路横断部に対する施工性並びに船舶航行および水質汚濁等の周辺環境に及ぼす影響については、シールド工法の方が沈埋工法より断然優位である。しかし、シールド工法は水底下の必要土盛りが大きいことにより、トンネル延長が長くなることおよび4車線のためには2本のシールドを施工する必要があることから、総トンネル延長は長くなり工事費も非常に割高となる。

ゆえに、当計画ではトンネルについては沈埋工法の方がシールド工法よりBetterであると判断できる。

ゆえに、西ルート、水深-7.5mの沈埋工法がトンネル工法では最も安くBestであると考えらる。

表 6.4.5.1 沈埋・シーールド工法比較検討

		沈埋工法	シーールド工法
評価項目	線形	<ul style="list-style-type: none"> 海底下の土被りが小さい(約2m)のでトンネル延長は短くてよい。 R = 600mは特に問題なし。 	<ul style="list-style-type: none"> 海底下の土被りが大きい(約11.3m)のでトンネル延長は長い。 R = 600mは特に問題なし。
	実績	<ul style="list-style-type: none"> 湾および下線横断の実績は多い。 	<ul style="list-style-type: none"> 2車線の実績はあるが4車線は無い。 ゆえに2列必要になる。
	構造性	<ul style="list-style-type: none"> 大断面の実績もあり防水等、特に問題は無い。 耐震設計の必要性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 大断面の実績は少ない。 完成後は防水に少し心配がある。 土被りが大きいため耐震設計の必要は特になし。
	施工性	<ul style="list-style-type: none"> プレハブ形式であるため、充分なる施工管理のもとでは施工性は良い。 函体製作用のドライドナツナが必要であり、仮設備が大規模となる。 沈設時、船舶航行へ影響がある。 既設鉄道及び高速道路横断部の2点が困難。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工は繰り返し作業によるため施工管理が容易。 シーールド掘進位置は軟泥の多いゆえのため容易。 泥水処理設備が必要。 施工中、航路には全く影響なし。
	周辺環境	<ul style="list-style-type: none"> 浚渫、埋戻し時に水質汚濁の問題あり。 ゆえに漁業補償の問題が生ずる恐れあり。 浚渫・基面均し、函体の曳航、沈埋、埋戻しの作業が全て航路上の作業のため船舶の航行障害になる恐れがあるため事前の協議が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 海底下施工のため特に問題なし。
	工期	40ヶ月(3年4ヶ月)	42ヶ月(3年6ヶ月)
	経済性	<ul style="list-style-type: none"> トンネル工法の中では安い。 西ルート(-11.0 m) 73,030,000 TD 	<ul style="list-style-type: none"> 沈埋工法より約2倍高い。 西ルート(-11.0 m) 155,396,000 TD
	総合評価	○	×

6.5 経済評価

6.5.1 評価のための前提

(1) 評価期間

建設は1992年から開始される。4年の建設期間を経て1996年から供用開始となる。そこで評価期間としては1992年から2021年まで30年間をとった。

(2) With projectとWithout project

With projectの場合には現存のフェリーは廃止されるものとした。但し、現存フェリーの改良計画はWith projectでも実施される。橋の供用開始予定が1996年なので、それまでの不便に堪えられないからである。

(3) 耐用年数と残存価値

耐用年数は一律に50年とした。評価期間は30年であるから最後の年には20年分の残存価値が生ずる。この最後の残存価値のみが年の便益に算入された。

(4) 価 格

価格はすべて1989年12月現在の価格であり、従ってインフレーションは全く見込まれていない。また、すべての価格からいて部分は除去された。

(5) 変換係数

財務価格を経済価格に変換するための変換係数としては各種資料に基づき0.80を採用した。

6.5.2 プロジェクトコスト

(1) 建設費

建設費のうち、内貨部分は全体の40%と仮定した。外貨部分は輸入税は含まれていないが、内貨部分は20%相当の税金を含んでいる。これを除くために（内貨+外貨）の全体に0.92を乗じた。

建設費の年度配分としては、1992年に20%、93年と94年にそれぞれ30%、最後の1995年に20%をそれぞれ割当てた。このようにして求められた建設費は表6.5.4.2および表6.5.4.3のキャッシュ・フローに示されている。

(2) 維持管理費

維持管理費建設費の0.2%を仮定した。但し、可動橋については1%を仮定した。

6.5.3 プロジェクト便益

(1) 利用者便益

利用者便益とは Without projectにおける利用者費用と With projectにおけるそれとの差額である。

利用者費用を計算するための基礎となったデータを表6.5.3.1に示す。

利用者便益は表6.5.4.2および表6.5.4.3のキャッシュ・フローに示されている。

表6.5.3.1 車両走行費

		乗用車	タクシー	ピックアップ	小型トラック	大型トラック	トレーラートラック	バス
ミリム/h	財務価格	79.0	69.9	65.5	82.9	241.5	302.7	267.9
	経済価格	41.5	41.9	40.1	13.4.4	177.6	217.7	194.6
ディナール/時間	財務価格	-	10.7	1.4	3.1	6.0	8.6	12.6
	経済価格	-	3.6	1.0	2.5	4.9	7.2	10.5
旅客の時間価値 (ディナール/時間)		0.69	0.69	-	-	-	-	0.455
車両の時間価値 (ディナール/時間)		1.36	1.36	-	-	-	-	10.4

(2) 投資の乗数効果

投資の乗数効果は次式によって計算される。

$$1) \text{ DPij} = \text{Aij} \cdot \text{DFij}$$

DPij : j 部門への発注によって生ずる。

i 部門での生産増加額

Aij : 逆行列係数

DFj : j 部門への発注額

$$2) S1 = \sum_j DP1j$$

S1 : 1 部門での追加生産

$$3) AV11 = S1 \cdot RVI$$

AV11 : 1 部門での増加付加価値

RVI : 付加価値率

$$4) TAV = \sum_i AV11$$

TAV : 増加付加価値の課題

計算結果の一例を表6.5.3.2 に示す。すなわち、本投資はその1.42倍に相当する生産を誘発し38.7%に達する増加付加価値を生み出す。

表6.5.3.2 プロジェクトによる建設部門投資の波及効果

(1,000ディナール)

部 門	生 産 額	付 加 価 値	付 加 価 値 率	逆 行 列 係 数	誘 発 生 産 額	生 産 誘 発 率	誘 発 生 産 の 付 加 価 値
1. 農 業	567,676	285,073	0.678332	0.00037	6.46	1.000010	4.38
2. 漁 業	38,727	22,069	0.569861	0.00000	0.00	1.000000	0.00
3. 食 品	559,412	60,102	0.107438	0.00047	8.21	1.000010	0.88
4. 建 材・セメント	118,973	27,690	0.232742	0.13593	2,374.29	1.019960	552.60
5. 機 械	202,379	15,063	0.074430	0.07089	1,238.24	1.006120	92.16
6. 化 学	233,334	22,717	0.097358	0.00963	168.21	1.000720	16.38
7. 織 維	377,169	30,104	0.079316	0.00032	5.59	1.000010	0.45
8. 諸 工 業	119,110	24,964	0.209504	0.02667	465.84	1.003910	97.60
9. 鉱 山	84,336	16,641	0.197318	0.00511	89.26	1.001060	17.61
10. 石 油	429,977	360,556	0.838547	0.00986	172.22	1.000400	144.42
11. 電 気・ガ ス	57,987	21,311	0.367513	0.00978	170.83	1.002950	62.78
12. 水 道	26,618	10,986	0.412728	0.00127	22.18	1.000830	9.16
13. 建 設	585,618	145,795	0.248959	1.00000	17,467.00	1.029830	4,348.57
14. 輸 送	269,186	42,257	0.156981	0.00676	118.08	1.000440	18.54
15. 電 信、電 話	39,405	18,118	0.459789	0.00825	56.77	1.001440	26.10
16. 観 光	266,814	126,393	0.473712	0.00004	0.70	1.000000	0.33
17. 流 通	373,922	223,484	0.597676	0.03645	363.67	1.001700	380.52
18. 建 築	232,955	167,768	0.720173	0.01536	268.29	1.001150	193.22
19. その他サービス	526,530	291,877	0.554841	0.08246	1,440.33	1.002740	798.43
計	5,110,130	2,012,960					6,764.12

出 所 : 1. 1980年の産業関連表
2. 1980年の逆行列係数表

(3) 現存フェリーの営業費

橋が建設されれば現存フェリーは当然廃止されることになる。従ってフェリーの運営費は節約されることになり projectの便益として計上されなければならない。

フェリー運営当局は1990年の予算として次のような運営費を計上している。

人件費	127,000ディナール
保守費	435,000ディナール
償却費	100,000ディナール
計	662,000ディナール

Without project の場合にはフェリーは営業を続けざるをえず、しかも交通需要は年々増加するから、いずれはフェリーの新造としい事態に至るであろう。従って上述の 620,000ディナールという運営費はそのままで推移するのではなく、次式に増加していくものと考えられる。この増加率は交通量の伸び率にひ等しいものと仮定した。計算結果は表6.5.4.2 および表6.5.4.3 キャッシュ・フローに示されている。

6.5.4 内部収益率

内部収益率を表6.5.4.1 に示す。

Internal Rate of Return の計算過程を示すBilan Economiqueの一例を表、6.5.4.2 および表6.5.4.3 に示す。また各ケースのキャッシュ・フローをプログレス・レポート2の付録に示す。

複数個の代替案について評価を行なう場合、内部収益率は重要な評価要因となる。

この図における資本の機会費用は12%前後と考えられる。費用15%増、便益15%減という感度分析において12%以上の内部収益率を示しているのは西ルートのみである。

表 6.5.4.1 (1/2) 内部収益率

東ルート

表 示	代 替 案			投 資 (1,000 D)	内 部 収 益 率	
	航路高	橋 梁 型 式	a/b*		基 本	コスト× 1.15 便 益× 0.85
E.1.a (55)	55.0	斜 張 橋	a	119.180	10.5	8.0
E.1.a (55)			b	119.730	10.5	8.0
E.1.a (45)	45.7		a	101.100	11.2	8.6
E.1.b (45)			b	100.290	11.3	8.6

中央ルート

表 示	代 替 案			投 資 (1,000 D)	内 部 収 益 率	
	航路高	橋 梁 型 式	a/b*		基 本	コスト× 1.15 便 益× 0.85
C.1.a (55)	55.0	斜 張 橋	a	103.700	12.4	9.6
C.1.b (55)			b	104.000	12.4	9.6
C.2.a (55)		箱 桁 橋	a	102.120	12.6	9.7
C.2.b (55)			b	102.100	12.6	9.7
C.1.a (45)	45.7	斜 張 橋	a	81.510	14.8	11.6
C.1.b (45)			b	80.870	14.9	11.7
C.2.a (45)		斜 張 橋	a	81.240	14.9	11.7
C.2.b (45)			b	79.110	15.1	11.9

注 a : メタル、 b : コンクリート (P・S)

表 6.5.4.1 (2/2) 内部収益率

西ルート

表示	代替案			投資 (1,000 D)	内部収益率	
	航路高	橋梁型式	a/b*		基本	コスト×1.15 便益×0.85
0.1.a (45)	45.7	斜張橋	a	81,910	14.3	11.2
0.1.b (45)			b	82,450	14.2	11.1
0.2 (45)		ローゼ橋		85,230	13.9	10.8
0.3 (45)		ニールセン橋		83,500	14.1	11.0
0.4.a (45)		箱桁橋	a	80,820	14.4	11.3
0.4.b (45)			b	79,380	14.6	11.5
0.1.a (30)	30.0	斜張橋	a	57,140	18.4	14.6
0.1.b (30)			b	57,030	18.4	14.7
0.2 (30)		ローゼ橋		60,160	17.7	14.1
0.3 (30)		ニールセン橋		57,350	18.3	14.6
0.4.a (30)		箱桁橋	a	56,390	18.5	14.8
0.4.b (30)			b	55,770	18.7	14.9
0.5 (15)	15.0	可動橋		83,840	13.6	10.5
0.6 (15)		箱桁橋		36,120	24.9	20.1

注 a:メタル、b:コンクリート(P・S)

トンネル案

ルート	表示	代替案		投資 (1,000 D)	内部収益率	
		P	トンネル型式		基本	コスト×1.15 便益×0.85
中央	C.T	-13.0	沈埋トンネル	117,730	10.9	8.3
西	O.T	-7.5	沈埋トンネル	102,820	12.6	9.7

注 P:航路水深

表 6.5.4.2 キャッシュフロー

費用×1.15

便 益×0.85

(単位：百万ディナール)

年	投資額	維持費	費用計	利用者便益	フェリー 費用の節約	投資の波及 効 果	残存価値	便益総計	費用現価	便益現価
1992	10.262	0	10.262	0	0	1.381	10.262	1.381	10.262	1.381
1993	15.393	0	15.393	0	0	2.072	25.449	2.072	12.969	1.746
1994	15.393	0	15.393	0	0	2.072	40.328	2.072	10.928	1.471
1995	10.262	0	10.262	0	0	1.381	49.769	1.381	8.138	826
1996	0	89	89	7.452	768	0	48.743	8.221	45	4.143
1997	0	89	89	7.843	818	0	47.717	8.660	38	3.678
1998	0	89	89	8.253	870	0	46.691	9.124	32	3.264
1999	0	89	89	8.686	927	0	45.665	9.612	27	2.898
2000	0	89	89	9.140	986	0	44.638	10.127	23	2.572
2001	0	89	89	9.619	1.050	0	43.612	10.669	19	2.283
2002	0	89	89	10.123	1.117	0	42.586	11.240	16	2.027
2003	0	89	89	10.653	1.189	0	41.560	11.842	14	1.799
2004	0	89	89	11.211	1.266	0	40.534	12.477	11	1.597
2005	0	89	89	11.799	1.300	0	39.508	13.099	10	1.413
2006	0	89	89	12.417	1.335	0	38.481	13.752	8	1.250
2007	0	89	89	13.068	1.371	0	37.455	14.439	7	1.106
2008	0	89	89	13.753	1.408	0	36.429	15.162	6	978
2009	0	89	89	14.474	1.447	0	35.403	15.921	5	865
2010	0	89	89	15.233	1.486	0	34.377	16.719	4	766
2011	0	89	89	16.031	1.526	0	33.351	17.557	3	678
2012	0	89	89	16.872	1.567	0	32.324	18.439	3	600
2013	0	89	89	17.456	1.610	0	31.298	19.366	2	531
2014	0	89	89	18.687	1.653	0	30.272	20.341	2	470
2015	0	89	89	19.667	1.698	0	29.246	21.365	2	416
2016	0	89	89	20.698	1.744	0	28.220	22.442	1	368
2017	0	89	89	21.783	1.792	0	27.194	23.574	1	326
2018	0	89	89	22.924	1.840	0	26.167	24.765	1	288
2019	0	89	89	24.126	1.890	0	25.141	26.016	1	255
2020	0	89	89	25.391	1.941	0	24.115	27.332	1	266
2021	0	89	89	26.722	1.994	0	23.089	51.804	1	316
TOTAL									40.579	40.580

費用・便益比=1.00002

内部収益率=1.86845

表 6.5.4.3 キャッシュフロー

費用×1.15

便 益×0.85

(単位：百万ディナール)

年	投資額	維持費	費用計	利用者便益	フェリー 費用の節約	投資の波及 効 果	残存価値	便益総計	費用現価	便益現価
1992	11.081	0	11.801	0	0	1.350	11.801	1.350	11.801	1.350
1993	17.701	0	17.701	0	0	2.025	29.266	2.025	15.407	1.763
1994	17.701	0	17.701	0	0	2.025	46.378	2.025	13.409	1.534
1995	11.801	0	11.801	0	0	1.350	57.235	1.350	7.781	890
1996	0	103	103	6.634	653	0	56.054	6.988	59	4.010
1997	0	103	103	6.666	695	0	54.874	7.361	51	3.677
1998	0	103	103	7.015	740	0	53.694	7.755	45	3.371
1999	0	103	103	7.383	788	0	52.514	8.170	39	3.091
2000	0	103	103	7.769	838	0	51.334	8.608	34	2.835
2001	0	103	103	8.176	892	0	50.154	9.068	29	2.599
2002	0	103	103	8.604	950	0	48.974	9.554	26	2.383
2003	0	103	103	9.055	1.011	0	47.794	10.066	22	2.186
2004	0	103	103	9.529	1.076	0	46.614	10.605	19	2.004
2005	0	103	103	10.029	1.105	0	45.434	11.134	17	1.831
2006	0	103	103	10.555	1.135	0	44.254	11.689	15	1.673
2007	0	103	103	11.108	1.166	0	43.073	12.273	13	1.529
2008	0	103	103	11.690	1.197	0	41.893	12.887	11	1.398
2009	0	103	103	12.303	1.230	0	40.713	13.533	10	1.277
2010	0	103	103	12.948	1.263	0	39.533	14.211	8	1.167
2011	0	103	103	13.627	1.297	0	38.533	14.924	7	1.067
2012	0	103	103	14.341	1.332	0	37.173	15.673	6	975
2013	0	103	103	15.093	1.368	0	35.993	16.461	6	892
2014	0	103	103	15.884	1.405	0	34.813	17.289	5	815
2015	0	103	103	16.717	1.444	0	33.633	18.610	4	745
2016	0	103	103	17.593	1.483	0	32.453	19.076	4	681
2017	0	103	103	18.515	1.523	0	31.273	20.038	3	623
2018	0	103	103	19.486	1.564	0	30.092	21.050	3	529
2019	0	103	103	20.507	1.607	0	28.912	22.114	2	521
2020	0	103	103	21.582	1.650	0	27.732	23.232	2	476
2021	0	103	103	22.714	1.695	0	26.552	50.960	2	909
TOTAL									48.840	48.844

費用・便益比=1.00008

内部収益率=1.48945

6.6 最適案の選定

6.6.1 渡河構造物代替案相互間の比較

ラデス・ゲーレット間の最適、渡河構造物選定するために多くの代替案が検討された。第4章にて、ルートとして3案と各ルートに対する航路高の各案が提案された。第5章において上記3ルートに対する将来交通量の予測が行なわれ、第6.3章と6.4章にて各ルートに対する構造物代替案が提案された。これら各案を組み合わせることにより検討ケースとしては約30ケースとなった。第6.3章と6.4章において上記約30ケースの各建設コストが算出された。そして第6.5章においてこれら予測交通量と建設費から上記各ケース別の経済評価が行なわれた。

これらの結果は表6.5.4.1.1 および6.5.4.1.2 に示されている。表6.6.1.1 は各代替案の総合比較を示している。これらの結果から次のようなことがいえる。

- (1) 建設費は航路高が高くなるに従い急激に高くなる。これは航路高さが高くなることにより、効果延長が長くなることと橋脚の高さが高くなるためである。
- (2) 建設費は同一航路高さにおいては、東ルートは中央ルートに比べて高くなっている。
- (3) 中央並びに西ルートのトンネル案の建設費は東並びに中央ルートの航路高さ55mの橋梁案と同等、またはそれ以上に高くなっており、西ルートの可動橋案は中央および西ルートの航路高さ45.7mの橋梁案に匹敵するものとなっている。
- (4) 同一ルートの同一航路高さにおいては航路を渡河する橋梁型式（固定橋）の差による建設費の差は西ルートのローゼ橋を除き小さいといえる。
- (5) 他方ルート別の予測交通量は年度別少々の差異は見受けられるが、全般的には有為な差異は見られないといえる。
- (6) このため経済評価の指標として算出された T.R.Iの値は建設費とは逆の傾向となっている。即ち、建設費の少ない渡河構造物の順にその T.R.Iは大きくなっている。
- (7) 各ルート別の道路としての差異は各ルートの接続方法（インターチェンジ）、道路周辺地域（港湾区域並びに南北テュニス湖開発計画）に与える影響等において、各ルート別にそれぞれの特徴が見受けられるが（表 6.6.1.2）、そのどれもがルート選定のための第1要因となるような決定的なものではない。

表 6.6.1.1.1 各代替案総合比較検討表

	東ルート		中央ルート		西ルート					
	橋	トンネル	橋	トンネル	橋	可動橋	トンネル			
航路高さ (M)	55.0	45.7	55.0	45.7	45.7	30.0	15.0			
航路深さ (M)	-	-	-	-	-	-	-7.5			
橋梁中央径間長 (M)	320	320	220	200	150	150	80			
橋梁高架延長 (M)	2,330	2,130	2,270	1,970	1,890	1,970	540			
道路延長 (M)	4,565	4,565	4,610	4,610	6,860	6,745	6,745			
建設費の比	2.11	1.79	1.87	1.43	1.43	1	0.56			
交通需要予測 (台/日)	(1994年)	21,858		24,160			19,887			
	(2004年)	37,747		37,610			37,104			
	(2014年)	45,579		48,137			48,478			
I R R (%)	通 常	10.5	11.3	12.6	15.1	14.6	18.7	24.9	13.6	12.6
	建設費15%増 便 益15%減	8.0	8.6	9.7	11.9	8.3	14.9	20.1	10.5	9.7

(注) ・建設費比較は西ルート、航路高さ30mの建設費を基準(1.0)とした時の他の各案の値を示す。建設費を算出するに際しては、各代替案における最適構造型式(コストミニマム)を適用している。

・交通需要予測の年度は各案の比較の段階においてのみ、1994年、2004年、2014年とした。

表 6.6.1.2 周辺環境と各ルート代替案

ル ー ト 代 替 案	東 ル ー ト		中 央 ル ー ト			西 ル ー ト					
	55.0m	45.7m	55.0m	45.7m	Tunnel	45.7m	30m	15m	Mobile	Tunnel	
1. 北 側 :											
- Voie Expressの延長に対して	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- チュニス湖への浸蝕	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2. 南 側 :											
- 高圧線に対する影響	0	0	--	--	--	0	0	0	0	0	0
- 港湾鉄道線に対する影響	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- グーレット港南側地域における発展可能性	0	0	++	++	++	++	++	++	++	++	++
- ラデス港第1期拡張地域での発展可能性	++	++	0	0	--	++	++	++	++	++	++
- チュニス湖開発計画への影響	0	0	0	0	0	+ OU ++	+ OU ++	+ OU ++	+ OU ++	+ OU ++	+ OU ++

注 : ++ 最 適
 + 適
 0 普通または同等
 - 不 適
 -- 最も不適

(8) このためルート選定のための第1要因は、その航路高さにあるといえる。

(9) よって上記(1)～(8)のようなことから、渡航構造物の最適案を選定するための順序としては、まずルート並びにその航路高さを選定し、橋梁の型式はその後において選定する。

6.6.2 渡河構造物のルートおよび航路高さの選定

ルート並びにその航路高さの選定において、道路側からの立場から見れば、道路としての経済評価値(T.R.I)の高い案、即ち、建設費の最小値である西ルートの航路高さ15m案が最適、となる。しかし、港湾側からの立場から見れば、航路への障害が最も少ない案が最適となる。このため道路側から見る最適案と港湾側から見る最適案とは一般には一致することはない、通常は合い反することとなる。このため当プロジェクトにおける最適ルート並びに最適航路高さの選定とはつまるところ、道路側と港湾側との妥協点を見出すことである。

この点に関して、道路(ルートと航路高さ)と港湾との関係において次のようなことがいえる。

- 1) 中央ルートにおけるトンネル案の建設費は東または中央ルートの航路高さ55mの橋梁案より高くなっている。他方、航路高さ55mは港湾側にとって十二分なものとなっている。このため建設後のメンテナンス等に問題点の多いトンネル案よりも、航路高さ55mの橋梁案の方がよりベターといえる。このためトンネル案は、代替案の候補からはずすことが出来る。
- 2) 港湾側の立場からいえば、同一航路高さにおいて渡航ルートの位置としては港の入口側である東側より港の奥側である西側が望まれる。その理由は渡河構造物によって港湾機能に制約を受けるのは常に渡河ルートの西側であるからである。即ち、航路高さ55mの東ルートと中央ルートの比較においては、中央ルートの方が望ましく、航路高さ45.7mの東ルート、中央ルート、西ルートの比較においては西ルートが望ましいといえる。このため東ルートの航路高さ55.0mと45.7m案と中央ルートの航路高さを45.7mの案は代替案の候補からはずすことが出来る。
- 3) 西ルートにおける可動橋梁は、同ルートの航路高さ45.7mの固定橋梁と同等の建設費を要し、かつ、完成後の維持管理に他案に比して多くの費用を要する。また、2014年の橋上の交通量として5万台/日近いものが想定されているが、これは可動橋が適用される交通量の限界を越えてい。このため西ルートの可動橋は代替案の候補からはずすことが出来る。

4) 次に中央ルートの航路高さ55mと西ルートの航路高さ45.7mを比較する。航路高さ55mは特殊な船舶(軍艦、クレーン船)を除きほとんどすべての船を通すことが出来る。しかし、それは航路高さ45.7mに比べて橋脚の高さと取付橋の延長で各20%の増(橋脚高さ10m、取付橋延長 350m)となり、建設コストで約30%の増となる。その上、航路高さ55mを有効に活用するには2ヶ所の高圧電線の移設と航路幅と深さを拡大する必要がある。このような費用を合算すれば、全体費用は一層増大することとなる。他方、そのような大型船が入港する機会は非常に少ない。

また、このような入港頻度の少ない大型船は現ラデス港にて受け入れられるのでその西側に拡張予定の港に入港させる必要性は少ないものと思われる。西ルートの航路高さ45.7mは航行船舶に対して、中央ルートの航路高さ55mと同等の機能を持っており、その建設コストは安価である。以上より中央ルートは除外することができる。

5) 結論として最適案の選定は西ルートの航路高さ45.7m、30m、15mから行なわれることとなる。

6) 西ルートにおける航路高さの選定

航路高さの選定において考慮しなければならないことは、チュニス港の将来および現ラデス港の西側への拡張についてである。航路高さと港の発展の関係について次のようなことがいえる。

(a) 航路高さ 45.7m

ラデス・ゲーレット港に過去に入港した船舶の最大は25,000t~30,000tである。航路高さ45.7mはこれら船舶のすべてが通過可能である(表6.6.2.1、表6.2.2.2参照)。航路高さ45.7mは現ラデス港に入港する最大船舶が現ラデス港の西に計画される港、または現チュニス港に入港するとの前提時に必要なものである。現ラデス港はチュニジアにおける5大港の一つであるが、最大の港ではなくその機能の一部を他の港によって代行することは可能である。

他方、現ラデス港の東側への拡張計画は止まっている。それゆえ、このような大型船舶が現ラデス港の東側への拡張後においても、現ラデス港の西に計画される港、またはチュニス港に入港する必要があるかについては慎重に検討する必要がある。

表 6.6.2.1 バラ積み船の積載重量別マスト高さ及び吃水深さの割合

(各種積載量における船舶のマスト高さ、または吃水深さがある値以下の場合の割合をパーセンテージで示している。)

最大積載量	バラスト時 (無積載時) マスト高さ								最大積載時吃水深さ				調査船舶数
	< 90' (27.4m)	< 100' (30.5m)	< 110' (33.5m)	< 120' (39.6m)	< 130' (39.6m)	< 140' (42.7m)	< 150' (45.7m)	< 160' (48.8m)	TE < 120m	TE < 13m	TE < 140m	TE < 150m	
<30,000T	13.2	30.6	52.6	78	93.5	98.3	99.7	100	100	100	100	100	1,856
30,000 a 40,000 T	5	12	33	66	83	96	98	100	100	100	100	100	805
40,000 a 50,000 T	1	10	29	48	69	86	98	100	69	99	100	100	173
50,000 a 60,000 T	4	6	16	30	52	75	90	95	32	99	99	100	169
60,000 a 70,000 T	0	0	3	15	35	53	73	97	-	66	98	100	69
70,000 a 80,000 T	8	8	17	17	33	63	96	96	-	13	79	99	84
80,000 a 90,000 T	0	0	11	22	50	67	89	94	-	-	48	93	32
90,000 a 100,000 T	0	0	7	20	27	33	47	80	-	-	-	84	26
>100,000 T	0	2	8	17	24	32	53	64	-	-	-	11	102

(1) 調査船舶総数 : 2,816

出典 : THE BULK CARRIER REGISTER (H. CLARKSON, LONDON, edition 1972)

表 6.6.2.2 標準船型船のマスト高

載荷重量トン 数	船 種	喫 水 (m)		深 さ (m)	甲板上高さ (m)	水面上高さ (m)	
		満 載	バラスト			満 載	バラスト
300	貨物船	3.2	1.0	3.3	14.9	15.0	17.2
1,100	"	3.9	1.8	4.2	20.6	20.9	23.0
1,700	"	4.2	1.8	5.2	20.2	21.2	23.6
1,800	"	4.6	2.0	5.5	20.7	21.6	24.2
2,600	"	5.1	2.2	6.5	20.2	21.6	24.4
5,400	"	6.3	2.8	7.5	24.5	25.7	29.2
8,500	"	7.6	3.3	9.7	27.3	29.4	33.7
12,200	重量物運搬船	9.0	4.0	12.1	39.2	42.3	47.5
14,600	貨物船	9.1	4.0	12.4	29.4	32.7	37.8
21,800	"	10.1	5.0	14.0	30.0	33.9	39.0
57,800	撤積貨物船	12.0	5.8	17.8	28.0	33.8	40.0
108,700	タンカー	14.4	5.6	20.4	27.6	33.6	42.4
238,200	"	17.3	7.9	25.7	32.3	40.7	50.1
252,000	"	19.6	9.7	26.0	36.0	42.5	52.3
372,700	"	27.0	10.4	35.0	39.0	47.0	63.6
477,000	"	28.0	12.3	36.0	40.0	48.0	63.7

(出典：日本海難防止協会 昭和47年)

注 船舶はマスト高は同じ大きさの船舶でも、その用途等によって異なる場合があるので、日本国における船舶整備公団、造船所等からできる限り多くの資料を収集して、その中からトン数区分ごとに標準的船舶を選び出して表 6.6.2.2のとおりとりまとめ、そのマスト高の平均数値を基準とした。

船舶は載荷の状況等によってその喫水が変わるので、水面上のマスト高を数値で表現する場合の基準としては、航海中の「バラスト状態*」における平均喫水によることとした。

* 載荷していない航海状態

(b) 航路高さ 30m

チュニス港におけるこれまでの入港船舶の最大は6,000 tである。そして今後これ以上の大型船の入港の予定はないとされている。航路高さ30mはこれらすべての船舶の通過が可能である。航路高さ30mはラデス西側に計画される港への20,000 t～30,000 tクラスの船舶の入港は不能となる。しかしながら、20,000 t～30,000 tの大型船は現ラデス港に入れ、6,000 tまでの中型船はその西側に計画される港に入れるようにすれば問題はなくなると思われる。

このような理由からして、航路高さ30mはチュニス港の現状が維持され、またラデス港の西に新港が計画される場合にでも適性なものであるといえる。

(c) 航路高さ15m

この航路高さは以下のような時に考慮される。

- ・ ラデス港の拡張がその西側において実施されない。
- ・ チュニス港の役割が縮小される。たとえば、チュニス港がヨット等の小型船用の港となる。

しかしながら、上記のようなことはチュニス首都圏の開発計画、特にチュニス南湖の開発計画、すなわち湖岸部を工業地域にするかあるいは余暇、観光地域にするか等によって予測されうることである。航路高さ15mとの数字はビゼルテ市の可動橋の最少航路高さと同じである。

7) 経済評価の指標として内部収益率が各代替案構造物案に対して計算された。チュニアにおいては資本の機会費用は12%台である。各構造物において建設コストを15%、便益を15%減にした時の感度分析において内部収益率が12%を超えるのは西ルートにおける航路高さ30mと15mのみである。

8) 航路高さおよび最適案についての提案

上記のようなことより、調査団としては最適渡河構造物として下記の案を提案する(図6.6.2.1 参照)。

(a) 渡河ルート : 西ルート

(b) 渡河構造物 : 橋 梁(固定橋)

(c) 航路高さ

- ・ チュニス港の現況が維持され、ラデス港の西に新港が建設される場合:
30m
- ・ チュニス港の役割が縮小し、ラデス港の西に新港が建設されない場合:
15m

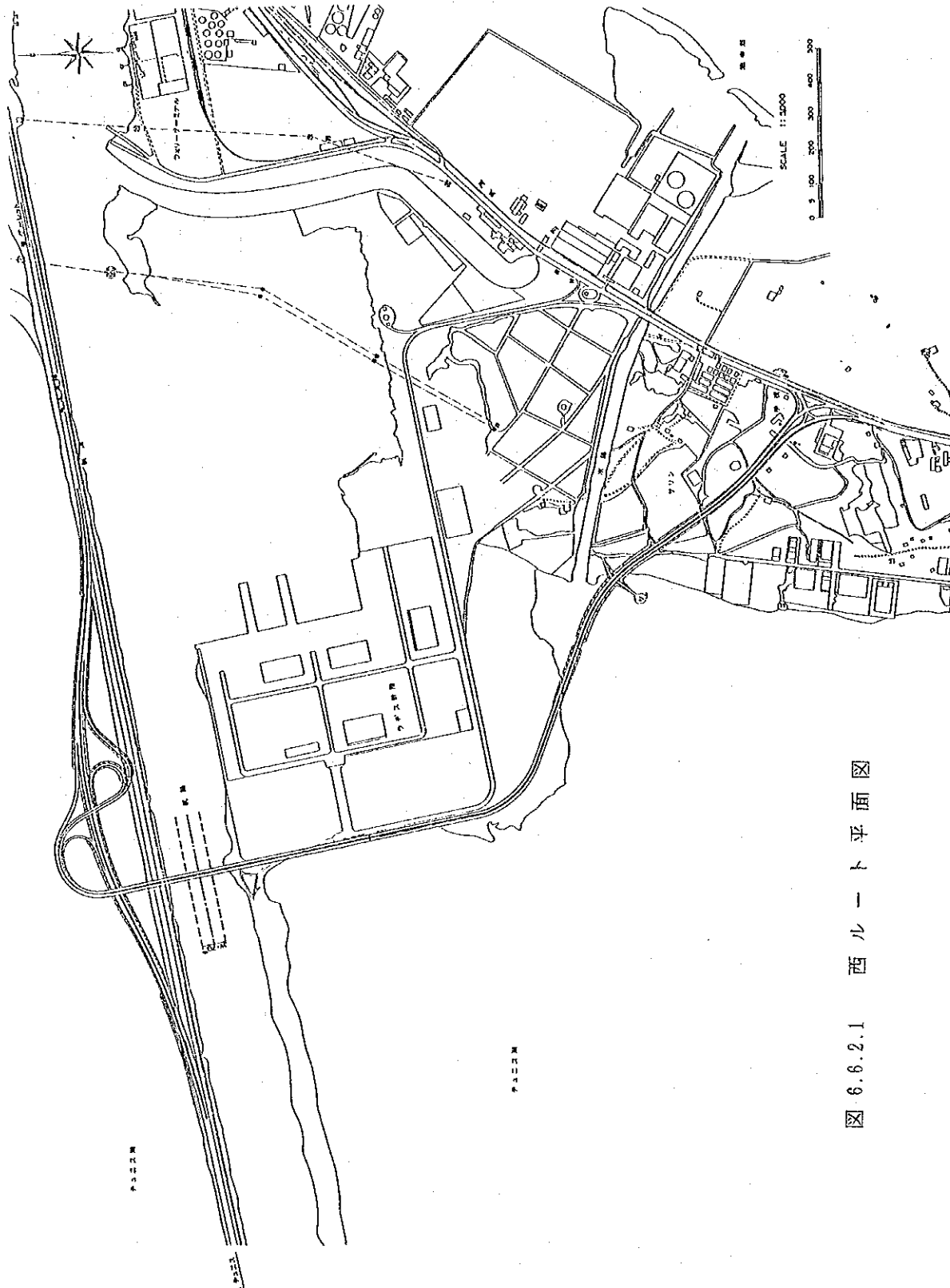


図 6.6.2.1 西ルー ト平面図

6.6.3. 橋種の選定

(1) 橋梁代替案の比較

西ルート of 航路高さ30mの橋梁案がフィージブルであるところから西ルール内での各橋梁案についてその特徴とするところを図6.6.3.1に整理している。

各比較要素毎に一般的な比較をするならば、

－施工時において－

- 1) いずれの工法とも部材搬入、搬出時にはある程度の航路障害発生するが、とくに、航路内に数ヶ月間にわたり、支柱を設けることが予想されるのは 0-3と 0-5である。
- 2) 工期の点からいえば、鋼橋はプレストレスド橋に較べて6ヶ月～12ヶ月の短縮が可能である。

－完成時において－

- 1) 維持補修の点からいえば一般的には防錆上メンテナンスフリーといわれているコンクリート橋が優れているが、破損時の補修工法、拡幅工事が必要な場合の対応は鋼橋において比較的容易に対応できる。
また、10～15年毎塗り替え費用を要するものの、ペイントにより自由な色彩が保たれるのは鋼橋の有利な点といえる。
- 2) 美観については、架橋位置が同国の表玄関であるだけに極めて大切である。
その点では 0-5以外は幾分かの主観の差はあるがいずれの案とも美しい。

－数量とコスト－

- 1) 数量(Biu of Quantities)と建設コストは現在、保有のデータを元に計算したした概算値である。各ケースにはよって生じている橋長の差は、アプローチ部の橋梁によって調整し、全長 270mとして比較のベースを合わせている。

図 6.6.3.1 西ルート橋梁代替案の特徴比較

橋梁形式		0.1.a	0.1.b	0.2	0.3	0.4.a	0.4.b	0.5	0.6	
		斜張橋		アーチ橋	ニールセン橋	箱桁橋		可動橋	箱桁橋	
形状	側面図									
	航路高	30 m		30 m	30 m	30 m		15 m	15 m	
	スパン長	150 + 100 (m)		60 + 150 + 60 (m)	150 m	60 + 150 + 60 (m)		150 m	40 + 80 + 40 (m)	
	材料	鋼	コンクリート	鋼	鋼	鋼	コンクリート	鋼	鋼またはコンクリート	
施工時	施工法	・キャンチレバーアウトによる施工が一般的である。		・側径間部はベント法、中央アーチブロックは大ブロック架設の適用が一般的である。	・部分ベント工法の適用が考えられる。	・側径間はベント工法、中央径間部は一括架設工法が考えられる。(0-4a) ・キャンチレバーアウト工法である。(0-4p)		・多点支持による架設工法が考えられる。	・キャンチレバーアウト工法の適用が一般的である。	
	航路障害	・施工中の航路障害は架設先端部材の台船搬入時のみに生じる。		・アーチブロック架設時(3日間)は航路の全面閉鎖が必要である。	・架設用ベントの航路内設置があり、半分程度は航路幅が制限される。	・中央径間架設時(3日間)は航路全面閉鎖を要する。(0-4a) ・航路障害はほとんど生じない。(0-4p)		・トラス架設時の数ヶ月間は航路の全面閉鎖を要する。	・航路障害はほとんど生じない。	
	工期	42ヶ月	48ヶ月	39ヶ月	39ヶ月	36ヶ月	48ヶ月	36ヶ月	36ヶ月	
完成時	維持補修	・防錆のための補修はほとんどメンテナンスフリーである。		・防錆のための補修費(10~15年間に一度)を要する。	同左	同左	・ほとんどメンテナンスフリーである。	・定期点検・消耗品の取換え、運転者の教育・訓練等を要する。	・ほとんどメンテナンスフリーである。	
	走行性	・運転者の視野が若干遮られる。		・運転者の視野が遮られる。	・運転者の視野が遮られる。	・運転者の視野が遮られない。		・運転者の視野は極度に遮られる。	・運転者の視野が遮られない。	
	美観	・ケーブルの張り方により幾何学的な美しさの表現が可能である。		・安定した美観を有する。	・安定した斜材による幾何学的な美しさを有する。	・単純、簡潔な美しさを有する。		・機能中心であり、美的要素を有していない。	・単純、簡潔な美しさを有する。	
数良とコスト	数量	上部工	1,950 t	5,250 m ³	2,620 t	1,450 t	2,340 t	6,000 m ³	5,600t(含鋼) + 1,500t(カワウエイト)	2,630 m ³
		下部工	4,850 m ³	8,100 m ³	4,850 m ³	4,850 m ³	4,850 m ³	8,100 m ³	8,500 m ³	4,000 m ³
		基礎工	現場打杭ないしは連続壁基礎	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左
	工事費(比率)	1.240	1.232	1.284	1.257	1.090	1.000 (13,250,000TD)	4.104	0.473	
総合評価		・美観において優れている。 ○		・美観において優れている。 △	・美観において優れている。 △	・ほぼ全ての点で優れている。 ○	・ほぼ全ての点で優れている。 ○	・観光都市の玄関としては美観が大切で望ましくない。 ×	・経済的であるが航路条件が満たされるかが問題である。 -	

- 注 1. 優 ○:良 △:可 ×:不可 -:条件付
 2. 工費の算出は比較を容易にするため、主橋梁の前後の取付橋の一部を含めた 270mの同一延長にて行なっている。
 3. 鋼橋の場合には税金は含まれていない。
 4. 取付橋梁及びインターチェンジを含めた全体工事費比は下表のとおりである。

	0.1.a	0.1.b	0.2	0.3	0.4.a	0.4.b	0.5	0.6
指数	1.025	1.023	1.070	1.028	1.011	1.000	1.508	0.562
(約47,240,000TD)								

(2) 総合評価

橋梁型式の選定においては、以下のようなことが考慮される。

1. 建設コスト（現地材料の有効活用）
2. 建設工期
3. メンテナンスコスト
4. 景 観
 - 4-1 周辺環境との調和
 - 4-2 新しい景観の創造

西ルート of 航路高さ30mにおいて6種類の橋梁型式が比較された。上記1～4の観点からしてコンクリートの桁橋とコンクリートの斜張橋が現実的な案であるといえる。この2案は上記1～3においては特に相違は見られない。コンクリートの斜張橋における斜材ケーブルは鋼製であるが、ケーブルを覆っているパイプの中へセメントミルクを注入することによりメンテナンスは不用となる。このため、第4点目の景観が選定上の大きなポイントとなってくる。建設箇所は風光明媚なテニス湖のほぼ中央に位置し、かつ観光国の玄関口であるため、景観上の観点が一層重要となってくる。橋梁の景観を検討する場合、下記の3点が考慮される。

1. 周辺環境との調和
2. 橋梁による新しい景観の創造
3. 橋梁を視認するに適した方向

橋梁の架橋地点はテニス湖のほぼ中央に位置し、周辺地形はまったく平坦である。橋梁の周辺には橋梁の景観の検討時において考慮すべき他の構造物はまったく存在しない。このため、これら2案の橋梁は周辺環境との調和との点からは問題となることはない。他方、架橋にともなう新しい景観の創造との点からは、この2橋梁は次のような対比が行なわれる。すなわち、

- － 桁橋の場合
橋桁は地面と平行に設置され、その高さは最大35m
- － 斜張橋の場合
上記と同等の橋桁の他に90mの塔が垂直に建つ。
(テニス湖周辺での建造物の高さの実例)

高圧電線鉄塔	約60m
ゲーレット発電所の煙突	約60m
ラデス発電所の煙突	約60m
ホテルメルジアン	約60m

桁橋の場合は平坦な地面に平坦な輪郭を描くこととなるが、斜張橋の場合には垂直に建つ90mの塔が非常に顕著で印象的な輪郭を示すことにより新たな景観を創り出すこととなる。また、この橋梁を視認する地点からの比較をすると次表のとおりとなる。

	桁 橋	斜 張 橋
1) 橋の利用者 (約10万人/日)	よく見える	よく見える (特に塔)
2) Voie Expressの利用者 (約10万人/日)	よく見える	よく見える (特に塔)
3) 港の利用者 ゲーレット港 (約 1,000人/日) ラ デ ス 港 (約 100人/日) テ ュ ニ ス 港 (約 100人/日)	あまり見えない よく見える よく見える	よく見える (塔) よく見える よく見える
4) テュニス湖周辺の人々 (開発計画実施後) (約20万人)	よく見えない	よく見える (塔)
5. テュニス市内の人々 (約100 万人)	よく見えない	よく見える (塔)

斜張橋はテュニス湖のほぼ中央部におけるごく単調な景観の中において、テュニスを代表する大きなシンボルの役割を果たすこととなる。また、夜間における塔や斜張ケーブルの照明は夜間における新たな景観を創り出すこととなる。

以上のようなことから、斜張橋は新たな景観を創り出し、その存在を顕示するのに適した橋梁であり、桁橋は機能と経済性のみを追求した場合に適した橋梁であるといえる。

6.6.4 最適案の決定

最適案の決定はチュニジア設備省当局と当調査団とが、これまで本報告書に記述されてきたような事項をもとに意見交換を重ねた結果、本報告書に提案された各種代替案の中より次の案を選定することになった。

(1) 渡河ルート	西ルート
(2) 航路高	30m
(3) 渡河構造物型式	中央径間長 150mのコンクリート斜張橋
(4) 道路の設計速度	60km/h
(5) 道路の車線数	4車線

なお、斜張橋の形式としては、当初調査団からは斜張橋の塔を片側のみに設ける非対象形が提示されていたが、設備省当局と協議の結果、景観上の観点より塔を橋の両側に設ける対称形の斜張橋とするととなった。これにより、塔の高さは非対称時の約90mより約60mとなった。

