

## 第 7 章 概 略 設 計



## 第7章 概略設計

### 7.1 概要

本章では前章にて選定された最適渡河ルート、渡河構造物の工学的な解析検討と概略設計について記述する。本調査に必要な測量および土質調査は、ローカルの専門会社に委託して実施した。これらの調査結果と交通需要予測結果等に基づいて、渡河構造物（取付道路をおよびインターチェンジを含む）の型式および寸法諸元を決定し、本プロジェクトの工事数量、事業費および実施工程案を見積った。

### 7.2 土質調査と材料調査

#### 7.2.1 調査概要

本調査は平成2年1月下旬から同年3月末にわたり、当調査団の計画・監督の下でデュニスの調査会社ハイドロソール (Sondages & Studes Sol)により実施されたものである。調査は機械ボーリング調査、標準貫入試験、サウンディング調査（プレッショメーターテスト）および土質試験よりなる。

機械ボーリング調査は、西ルート1孔、中央ルート1孔、計2孔、調査深度は230 mのコアボーリング調査を実施し、標準貫入試験は砂質土のみ9回実施した。不攪乱試料は10試料採取し、標準貫入試験で得られた攪乱試料とともに室内土質試験を実施している。

サウンディング調査（プレッショメーターテスト）は、西ルートで2ヶ所、調査深度はいずれも105mとして実施した。

盛土材料調査はデュニス近郊のディ・レサス・コルプスの2ヶ所で試料を採取し室内土質試験を実施した（資料編 7.2.1.1参照）。

#### 7.2.2 地質概要

##### (1) 調査地の地質

調査地一帯の地質は新生代第三紀に属する堆積岩類（砂岩、泥岩、石灰岩等）が広く分布して当調査域の基盤を形成し、この上部に第四紀に属する更新世および完新世の堆積層が厚く堆積している。調査の対象となるデュニス湖中央部では完新世および更新世の沖積層および洪積層が層厚120m以上にわたり厚く堆積している。これらの状況は調査位置図、地質断面に示すほか、その概要を以下に示す。

時 代	地層名	地質構成	記 事
第四紀	完新世 ..... 沖積層	粘土、シルト 砂、砂質土	腐植物、貝殻混入 貝殻混入
	更新世 ..... 洪積層	粘土、シルト 砂、砂質土 軟質泥岩（半固結） 軟質砂岩（半固結）	腐植物、貝殻混入 貝殻混入 石膏の細片混入 貝殻片混入
第三紀 .....	第三紀層	砂岩、泥岩、石灰岩	未確認

## (2) 地質各説

本項は機械ボーリング調査および次項に記すサウンディング調査に基づいて記述するもので、地質とサウンディング調査結果の関係は次項に示す。当調査域の基盤である第三紀層は未確認である。

### 1) 沖積層

本層は地表より約35mの層厚を有し、軟質の腐植土質粘性土とシルト質細砂～細砂の互層により構成される。

#### ① 粘性土層 (Ac1、Ac2)

本層は暗灰色～黒灰色を呈する腐植土質粘性土で貝殻を多量に混入する軟弱層である。Ac1層では特に腐植物の混入が多く軟質である。Ac1層は茶灰色～暗灰色を呈する軟～中位の粘性土で貝殻を混入する。

#### ② 砂質土層 (As1、As2)

本層は淡褐色～暗灰色を呈する細砂～シルト質細砂よりなり軟質粘土層中に上、下2層に分かれて夾在する。上部砂層 (As1)はシルト質細砂を主とし貝殻を混入する。下部砂層 (As2)は細砂を主とし貝殻片を混入する。N値は双方とも6～15の範囲にあり、異状に高い値 (N=30～35)の示す部分は膠結物の混入によるものである。

## 2) 洪積層

### ① 新期洪積層 (Dc1、Dc2)

本層は暗緑灰色、黒灰色～暗灰色を呈する粘性土で全般的に粘性が強く腐植物および貝殻片を混入する。間に砂質土層および腐植土層の薄層（層厚 0.4～0.8 m）を挟在する。当層の分布深度はGL - 36.2～102.5 mの範囲で層厚は66.3mに達する。当層はまたE<sub>p</sub>の値から次の2層に分類される。

層	分布深度	層厚	E <sub>p</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
Dc1	GL - 34.7～-81.0m	46.3m	79.0
Dc2	GL - 81.0～-98.0m	17.0m	170.5

### ② 古期洪積層

本層は黄緑色、黒灰色～暗灰色を呈する軟質泥岩（半固結）と軟質砂岩（半固結）の互層により構成される。層厚は軟質泥岩で3～6 m、軟質砂岩で2.5～3.5 mの範囲である。当層の分布深度はGL - 98.0～120.1 mで確認層厚は22.1mである。深度GL - 118.5 m以深の軟質泥岩では石膏の結晶の混入が認められた。

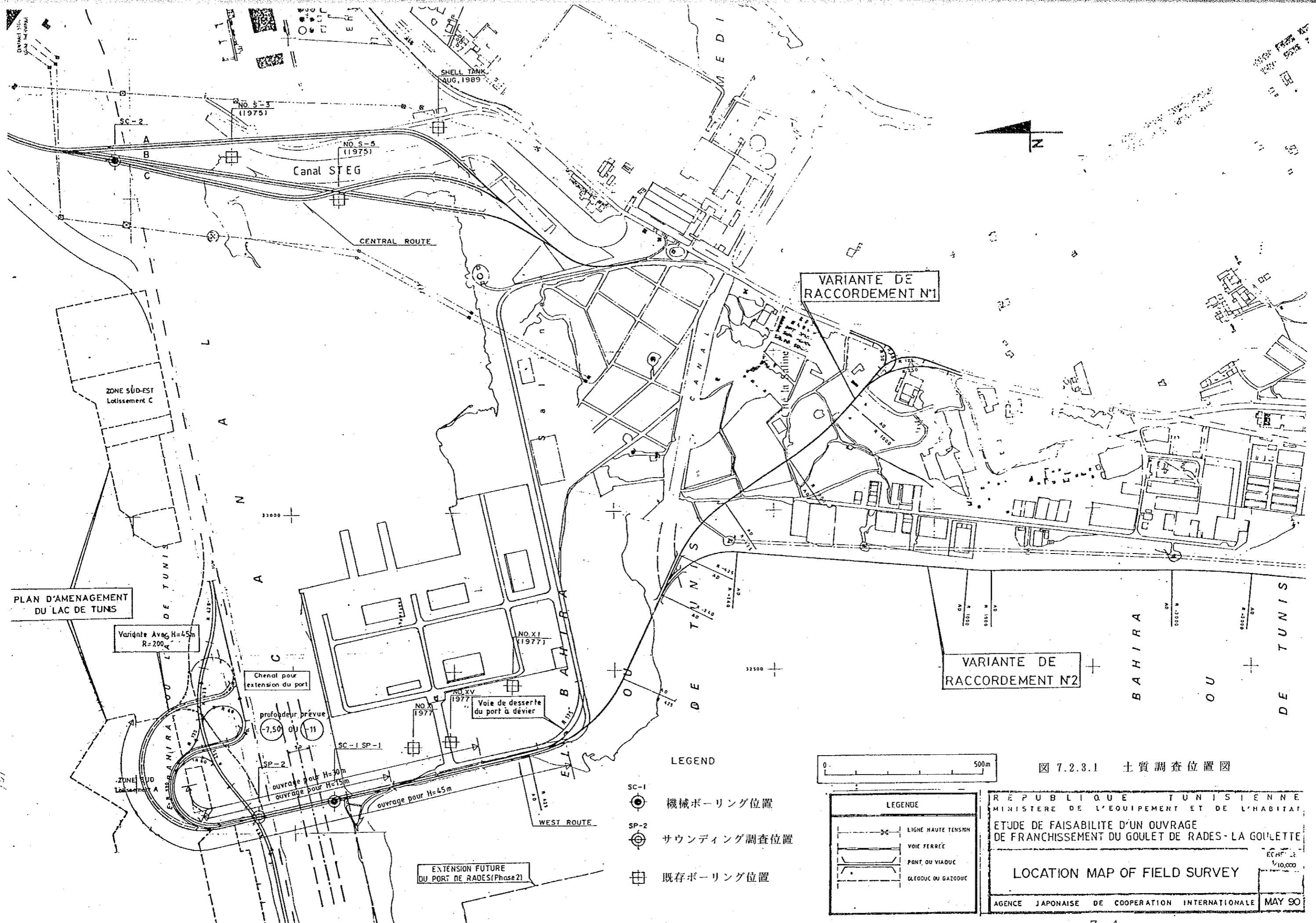
## 7.2.3 サウンディング調査

### (1) 概要

本調査は対象地質の変形特性の把握を目的として実施されたもので、実施位置は西ルートのSp1、Sp2の2ヶ所で調査深度はいずれも105mである。試験深度は深度50mまで1.0m間隔、深度50～105 m間は1.5m間隔とした。調査機器はルイ・メナード社製、プレッショメーターテスト機器2セットを使用した。

### (2) プレッショメーターテストとその結果

プレッショメーターテストによる孔内水平載荷試験は、ボーリング孔内にプレッショメーターを挿入し、ゴムチューブにガス圧を利用して送水し、その水量の増加量を測定して、圧力と地盤の変形との関係から地盤の変形係数E<sub>p</sub> (kgf/cm<sup>2</sup>) を求め



PLAN D'AMENAGEMENT  
DU LAC DE TUNIS

Variante Avec H=4.5m  
R=200

Chenal pour  
extension du port

profondeur prévue  
-7.50 ou -11

ouvrage pour H=30m  
ouvrage pour H=15m

ouvrage pour H=45m

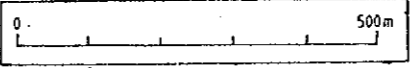
EXTENSION FUTURE  
DU PORT DE RADES (Phase 2)

VARIANTE DE  
RACCORDEMENT N°1

VARIANTE DE  
RACCORDEMENT N°2

LEGEND

- SC-1 機械ボーリング位置
- SP-2 サウンディング調査位置
- 既存ボーリング位置



LEGENDE	
	LIGNE HAUTE TENSION
	VOIE FERREE
	PONT OU VIADUC
	AQUEDUC OU GAZODUC

図 7.2.3.1 土質調査位置図

REPUBLIQUE TUNISIENNE  
MINISTRE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'HABITAT

ETUDE DE FAISABILITE D'UN OUVRAGE  
DE FRANCHISSEMENT DU GOULET DE RADES-LA GOULETTE

LOCATION MAP OF FIELD SURVEY

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE MAY 90

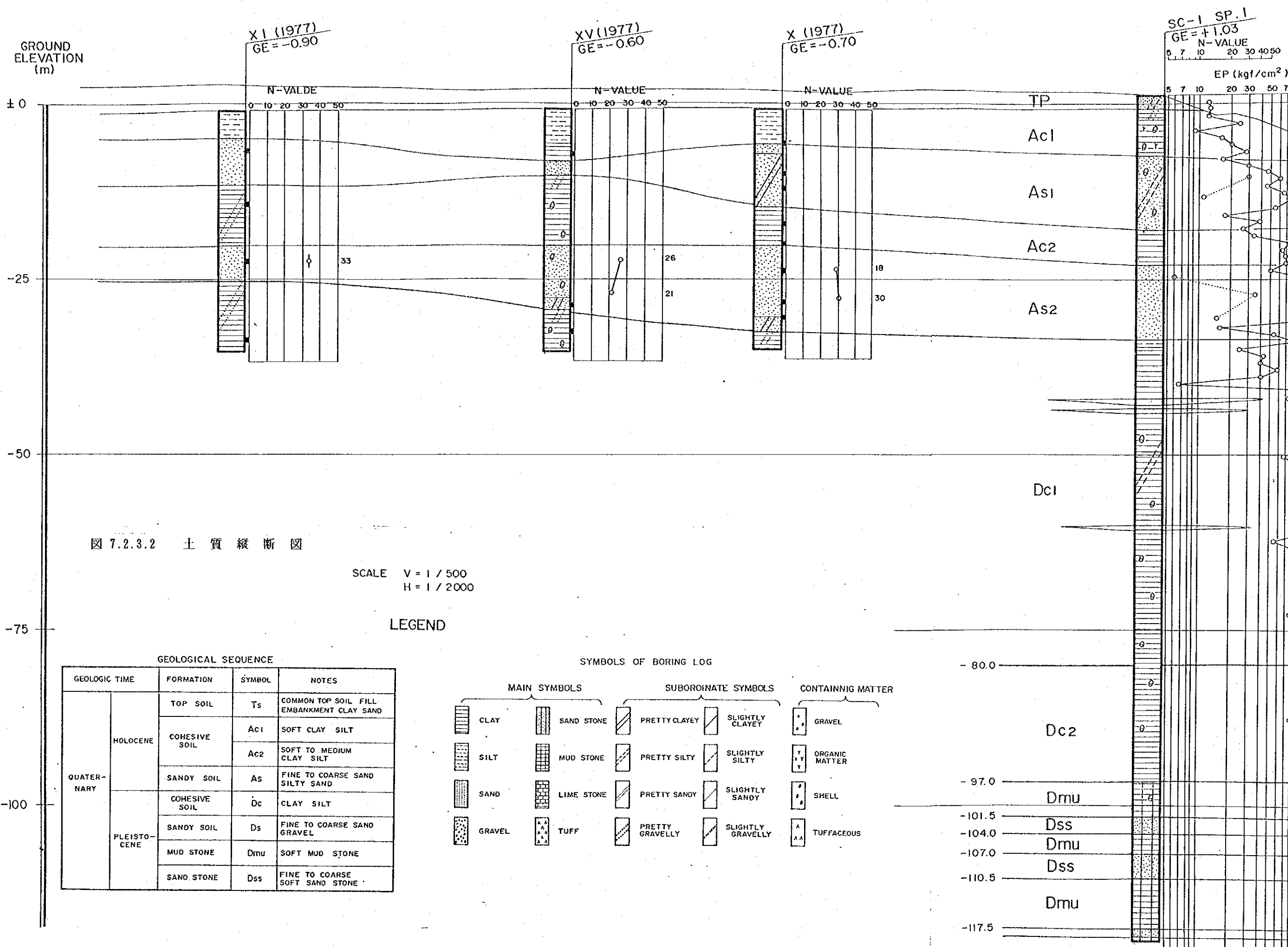


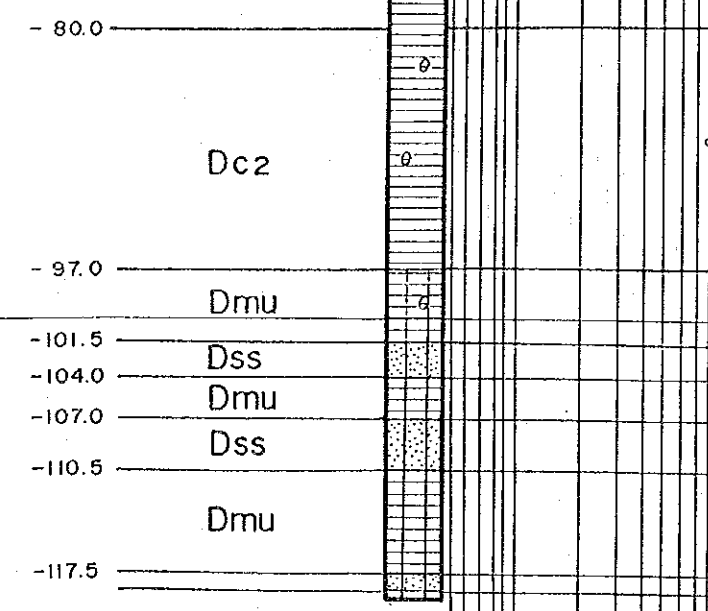
図 7.2.3.2 土質縦断面図

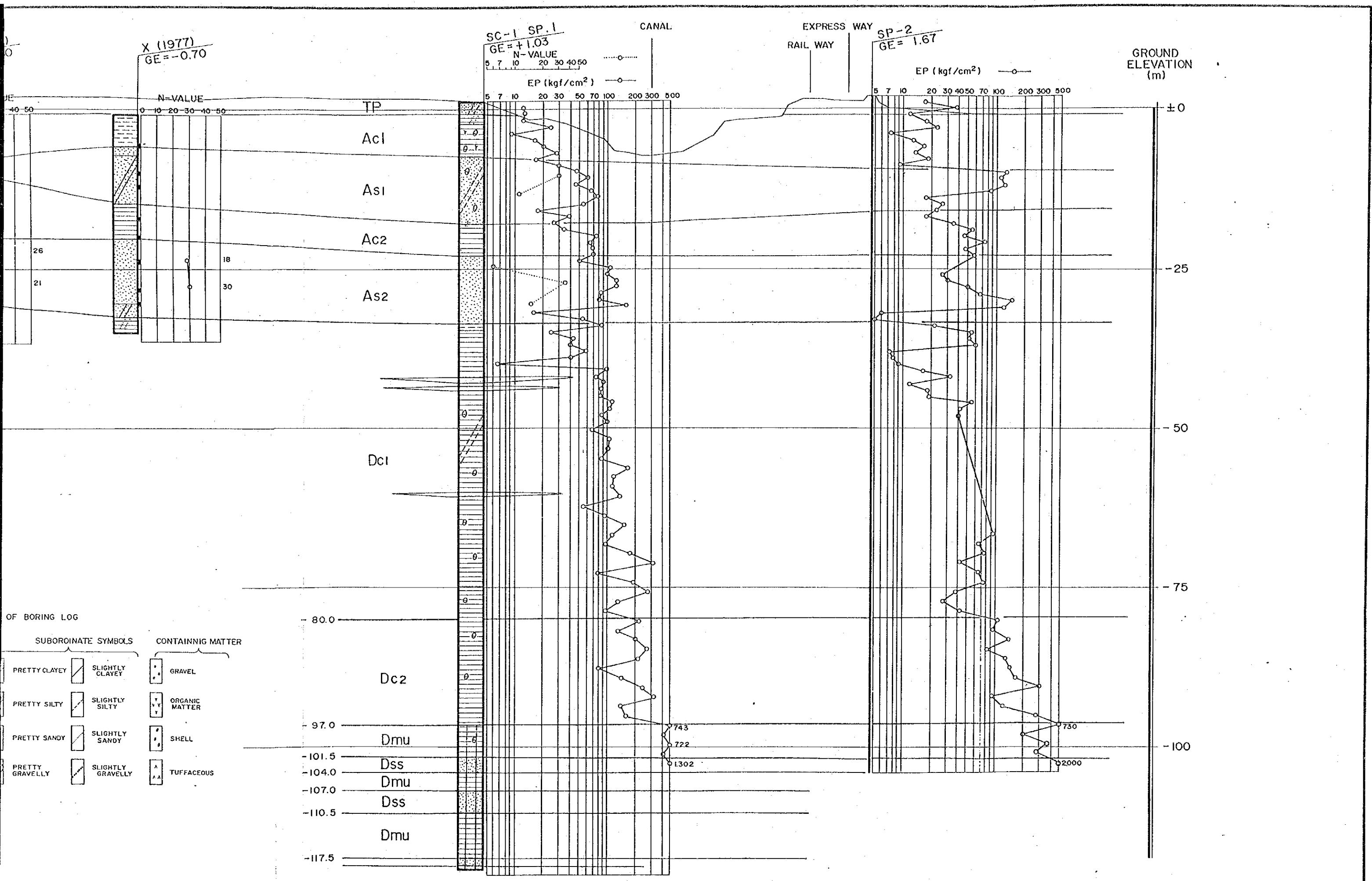
SCALE V = 1 / 500  
H = 1 / 2000

LEGEND

GEOLOGICAL SEQUENCE				
GEOLOGIC TIME	FORMATION	SYMBOL	NOTES	
QUATER-NARY	HOLOCENE	TOP SOIL	Ts COMMON TOP SOIL FILL EMBANKMENT CLAY SAND	
		COHESIVE SOIL	Ac1	SOFT CLAY SILT
			Ac2	SOFT TO MEDIUM CLAY SILT
	SANDY SOIL	As	FINE TO COARSE SAND SILTY SAND	
PLEISTO-CENE	COHESIVE SOIL	Dc	CLAY SILT	
	SANDY SOIL	Ds	FINE TO COARSE SAND GRAVEL	
	MUD STONE	Dmu	SOFT MUD STONE	
	SAND STONE	Dss	FINE TO COARSE SOFT SAND STONE	

SYMBOLS OF BORING LOG		
MAIN SYMBOLS	SUBORDINATE SYMBOLS	CONTAINING MATTER
CLAY	SAND STONE	PRETTY CLAYEY
SILT	MUD STONE	PRETTY SILTY
SAND	LIME STONE	PRETTY SANDY
GRAVEL	TUFF	PRETTY GRAVELLY
		SLIGHTLY CLAYEY
		SLIGHTLY SILTY
		SLIGHTLY SANDY
		SLIGHTLY GRAVELLY
		GRAVEL
		ORGANIC MATTER
		SHELL
		TUFFACEOUS









るものである。調査結果は調査一覧表および深度分布図に示すほか、前項の地質と対応した要約表を以下に示す。

表 7.2.3.1 地層と変形係数Ep

地層	深度分布 GL-(m)	Epの範囲 (kgf/cm <sup>2</sup> )	代表Ep (kgf/cm <sup>2</sup> )	推定Cu (kgf/cm <sup>2</sup> )	推定N値
Ac1	0 ~ 8.5	10.4 ~ 22.0	16.2	0.094	0 ~ 2
As1	8.5 ~ 19.0	27.1 ~ 97.9	62.5	—	10
Ac2	19.0 ~ 24.1	28.0 ~ 67.6	47.8	0.214	3 ~ 4
As2	24.1 ~ 34.7	42.6 ~ 127.0	84.8	—	6 ~ 15
Dc1	34.7 ~ 81.0	17.5 ~ 140.7	79.0	0.540	8 ~ 11
Dc2	81.0 ~ 98.0	97.4 ~ 243.5	170.5	1.53	14 ~ 30
Dmu	98.0 ~ 102.5	278.3 ~ 687.9	483.1	—	30 ~ 50
Dss	102.5 ~ 105.0	1,300 ~ 2,000	—	—	—

#### 7.2.4 土質試験

##### (1) 概要

土質試験は、沖積層 (Ac、As層) および洪積層 (Dc層) をその対象として実施した。その内容は次に示すほか、一覧表に示すとおりである。

不攪乱試料	Ac、Dc層	10試料
攪乱試料	As層	9試料
攪乱試料	盛土材料	2試料
	計	21試料

## (2) 土質試験結果

当試験結果の解析に用いた数値は、前項の試料の他既存資料（ラデス港の調査結果のうち利用可能な土質試験結果の資料）をあわせて解析を行なっている。

### 1) 土の基本的性質

#### ① 沖積粘性土 (Ac)

- 粒度組成 (grain size distribution)は細粒分 (Silt clay)が80%以上を占め粗粒分は20%以下と少ない。
- Plasticity Chartによる土質分類ではCHで代表される。
- 粘土の活性度 (Colloidal activity) による分類では、イライトを主成分とする通常粘土～有機コロイドを含む活性粘土で代表される。活性粘土は、腐植物を多く含む粘性土である。
- 液性限界 ( $W_L$ ) と自然含水比 ( $W_n$ ) との間には、 $W_L \cong W_n$  または  $W_L < W_n$  の関係にある。  
またConsistency index は  $T_c = 0.045$  を示し、このようなclayは乱せば液状となり不安定な状態にある。
- 比重、湿潤密度はともに妥当な値と評価される。
- 間隙比 ( $e$ ) は後述するDiluvium deposit (Dc) を含め、自然含水比 ( $W_n$ ) との間に次の関係式が成立する。相関関係は非常によい。

$$e = 0.026 W_n + 0.146$$

#### ② 沖積砂質土

- 粒度組成は粗粒分が66%以上を占め細粒分は34%で、その多くはSM (Silty Sand)で、一部ML (Sandy Silt) が存在する。
- 比重 ( $G_s$ ) は比較的バラツキの少ない妥当な値 ( $G_s = 2.962$ ) を得ている。

#### ③ 洪積粘性土 (Dc)

- 粒度組成は細粒分の多い安定した粒度分布を示し、細粒分 (Silt clay) は90%以上を占める。
- Plasticity Chartによる分類では、CHが80%を占めCLが20%であり、CHで代表される。

- 粘土の活性度による分類は、カオリナイトを主成分とする不活性粘土に属する安定した粘土である。
- 液性限界 ( $W_L$ ) と自然含水比 ( $W_n$ ) との間には、 $W_L \geq 1.5 W_n$  の関係にあり、Consistency index は  $I_c = 0.8$  を示し安定度の高い状態と判定できる。
- 湿潤密度は上記Gsから求めた理論曲線に沿った値を得ている。
- 間隙比を自然含水比との関係は (1) に示したとおりである。

## 2) 土の力学的性質

- 三軸圧縮強度 (Triaxial Compressive strength) は次の値が期待できる。

Ac1 - deposit	$C_{uu} = 0.08 \text{ kg/cm}^2$	$\phi_{uu} = 0$
Ac2 - deposit	$C_{uu} = 0.19 \text{ kg/cm}^2$	$\phi_{uu} = 8.5^\circ$
Dc1 - deposit	$C_{uu} = 0.55 \text{ kg/cm}^2$	$\phi_{uu} = 5.5^\circ$

- 圧密特性は次の値が期待できる。

Ac1 - deposit	$P_c = 0.30 \text{ kg/cm}^2$
	$C_c = 1.09$
	$C_v = 5.7 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}$
Ac2 - deposit	$P_c = 0.91 \text{ kg/cm}^2$
	$C_c = 0.42$
	$C_v = 2.5 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sec}$

### 7.2.5 盛土材料調査

盛土材料はテュニス東部のディレサスとコルプスの2ヶ所について実施した。ディレサスはテュニス東方約20kmの碎石場の廃材 (4mmフルイ通過の材料) を対象としたもので、この周辺には数箇所存在する。コルプスはテュニス東方約36kmの現在休業中の土取場で、材料は細砂を主とする砂質土である。試験の結果は資料集に示すほか以下に示す。この結果、この材料は双方とも盛土材料として良好である。

### 盛土材料の物理的性質

試料採取位置	比重 Gc	含水比 Wn (%)	均等係数 Uc	分類	判定と工学的な意味
ディレサス	2.704	3.0	15.6	SM シルト質砂	透水性： 良い粒度 やや不良 フィックサツド： 起しにくい
ユルブス	2.658	4.0	25.9 (推定)	SM シルト質砂	良い粒度 斜面、安定 締固め結果：良

### 盛土材料の力学的性質

試料採取位置	突固試験		CBR試験		摘要
	$\gamma_{dmax}$ (t/m <sup>2</sup> )	Wopt (%)	CBR (%)	$\gamma_d$ (t/m <sup>2</sup> )	
ディレサス	2.06	8.0	10.0	1.457	SM シルト質砂
ユルブス	1.87	10.0	14.0	1.777	SM シルト質砂

#### 7.2.6 設計用土質定数と設計条件

対象地域は、ほぼ均一な海成堆積層であり構造物の支持層および盛土に大きな影響を与える沖積層の堆積環境、構成状況、土質特性等は各地点で似かよっていることから、設計に用いる土質係数は以下の手順によって決定する。

土層断面図の作成

↓

各土層の土質試験値、サウンディング値から代表値を決定する。

↓

土層断面図から所定の地点の代表値を適用して設計用代表地盤条件とする。

#### (1) 設計用地盤条件と土質定数（軟弱地盤用）

- 1) 土層区分と地下水位は土質断面図から読みとる。
- 2) 圧密排水層は、柱状図によって確認されるものを採用する。
- 3) 地盤の土質定数は下表の通りである。

表 7.2.6.1 土 質 定 数

Soils	Densité humide $\gamma_t$ (t/m <sup>3</sup> )	Cohésion sous condition Initiale Co (t/m <sup>2</sup> )	Angle friction Interne (degré)	Courbe- log	log-Cv log p ed/Jour	Taux de croissance de résistance m	Contrainte d'écoulement due a la consolidation Pc (t/m <sup>2</sup> )
Ac1	1.46	0.75	—	Fig 6.1	86.4	0.3	3.0
As1	1.80	—	30	Fig 6.4	—	—	—
Ac2	1.79	2.00	—	Fig 6.2	48.3	0.3	8.0
As2	1.80	—	30	Fig 6.4	—	—	—

注) 図 7.2.6.2および図 7.2.6.3参照

(2) 設計用載荷条件

1) 荷重の種類

盛土材によるもののみとする。

2) 盛土材料

調査を実施したディレサス、コルプスの2ヶ所の砂質土を使用するものとし盛土主部、敷砂等の区分は行なわない。

① 単位体積重量  $\gamma_t$

試験結果から次のとおりとする。

$$\gamma_t = 2.000 \text{ t/m}^3$$

② せん断強さ

以下のとおりとする。

$$C = 1.00 \text{ t/m}^2$$

$$\phi = 25 \text{ (deg.)}$$

☒ 7.2.6.3 e-log P 曲線  
(Sol AC2)

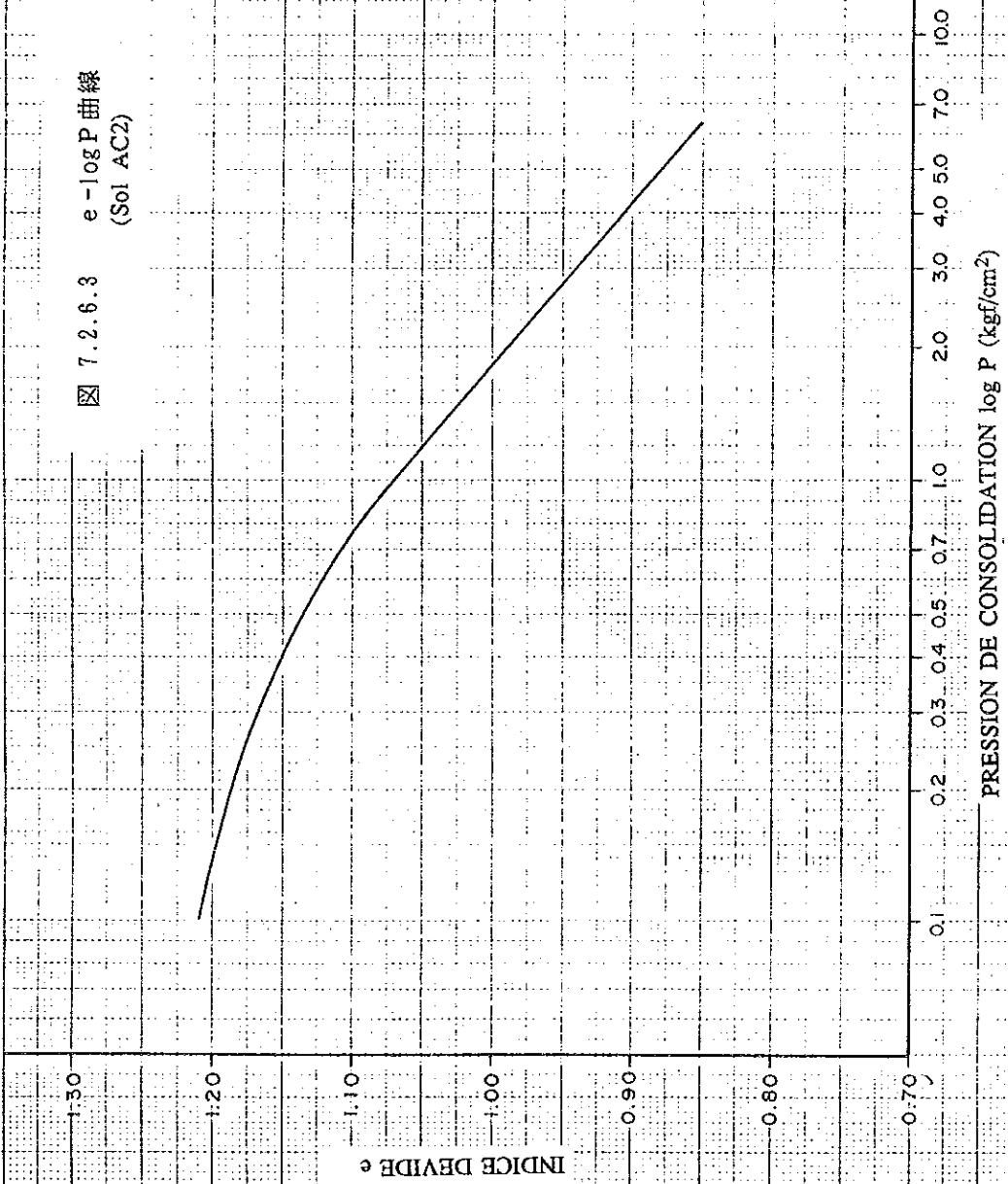
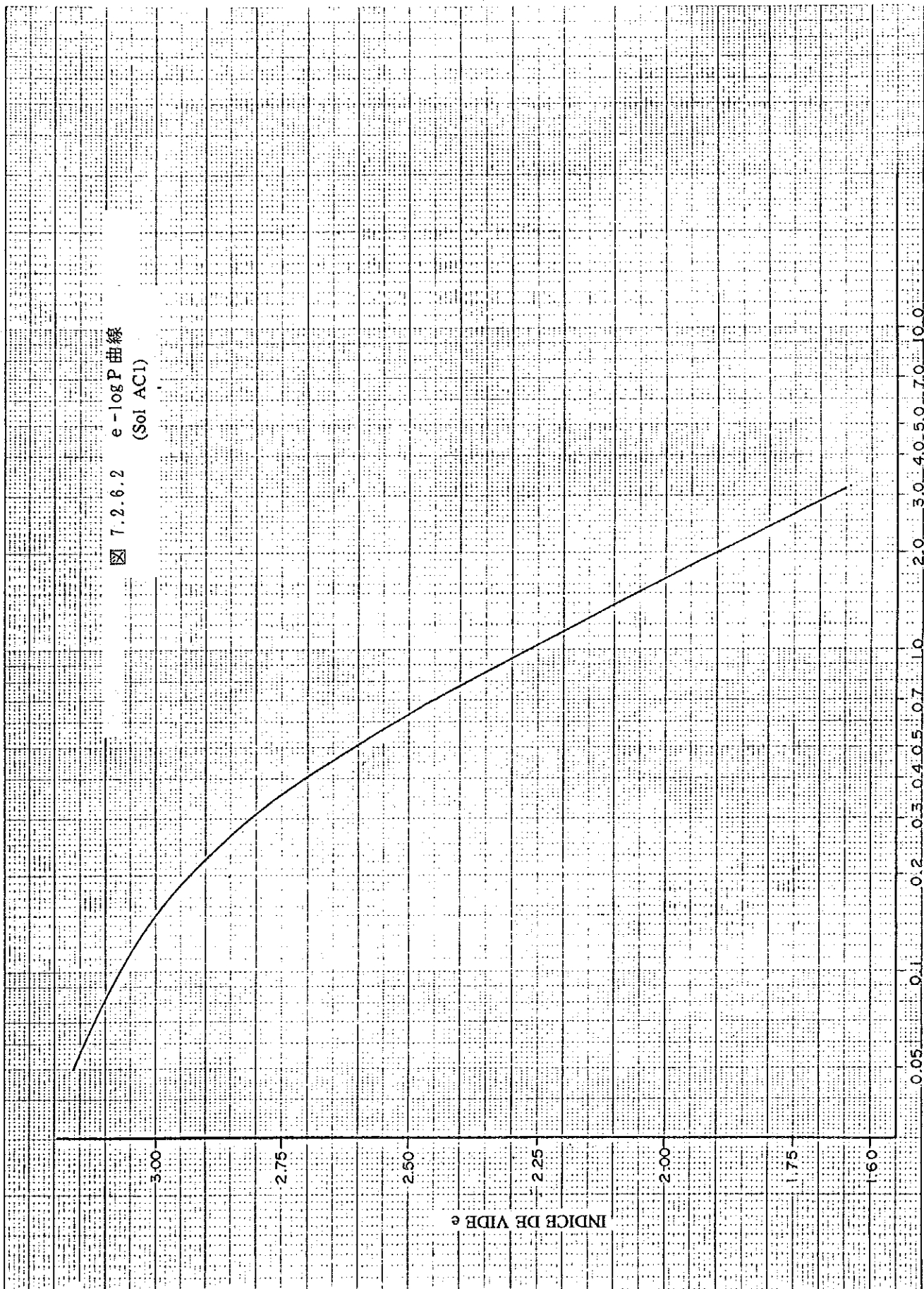


図 7.2.6.2 e-log P 曲線  
(Sol AC1)



PRESSION DE CONSOLIDATION LOG. P (kgf/cm²)



### 3) 盛土速度

軟弱地盤上の盛土立上り速度は、通常安全性と施工性によって決定される。対象地域では盛土材料の搬入に障害は少ないので、盛土速度は地盤の性質に応じて5 cm/dayとする。

## (3) 解析条件

### 1) 検討断面

検討位置と検討断面はラデス側1ヶ所、グーレット側1ヶ所の計2ヶ所とし、検討断面と設計用土質定数は表 7.2.6.2および表 7.2.6.3に示す。

### 2) 軟弱地盤対策工

通常、軟弱地盤の改善に用いられる対策工は多数の種類がある。対象地区では、粘性土地盤への適応性、施工効果に主眼をおき、サンドドレーン工法を対策工として採用し検討する。

### 3) 解析手法

(1) で示した地点で無処理の場合の検討を行なう。この検討は計画盛土高に対応する総盛土高を正確に算定するため各断面において総盛土高を3点選び、総盛土厚～最終盛土高関係曲線を描いて、必要な総盛土厚を読みとった。軟弱地盤改良の検討には、サンドドレーンを用い、打設ピッチを変化させて、所定の期日における残留沈下量を算出した。安定解析は処理地盤に対して代表断面の盛土高を3段階に変化させ対策工法を施した地盤の限界盛土高を求めた。

### 4) 検討目標

#### ① 沈下解析

道路盛土部において、盛土完了後（舗装直前）の許容残留沈下量

$$S_r \leq 10\text{cm}$$

#### ② 安定解析

盛土完了直後、円弧すべり破壊に対する最小安全率

$$F_s \text{ min} \geq 1.20$$

7.2.6.3 地層断面と諸係数

EXAMINED LOCATION STA. SC.1 Goulette side

DEPTH (m)	DIVISION OF SOIL	THICKNESS OF SOIL H (m)	DEPTH OF CENTRAL STRATUM (m)	N-VALUE	WET UNIT WEIGHT $\gamma_t$ (t/m <sup>3</sup> )	COHESION OF THE INITIAL CONDITION C <sub>0</sub> (t/m <sup>2</sup> )	MODULUS OF DEFOR- MATION E <sub>50</sub> (t/m <sup>2</sup> )	THE RATE OF STRENGTH INCREASE m	YIELD STRESS P <sub>y</sub> (t/m <sup>2</sup> )	REMARK
1.10	As 1	1.10	0.55	—	1.80	—	—	—	—	1.10 ▽
1.90	As 2	0.80	1.50	—	0.80	—	—	—	—	
8.50	Ac 1	6.60	5.20	—	0.46	0.75	—	0.3	3.00	φ = 30
19.00	As 3	10.50	13.75	11	0.79	—	—	—	—	
24.10	Ac 2	5.10	21.55	—	0.86	2.00	—	0.3	8.00	
34.70	As 4	10.60	29.40	10	0.80	—	—	—	—	φ = 30

Tab 表 7.2.6.2 地層断面と諸係数

EXAMINED LOCATION STA. NO. XV Rades side

DEPTH (m)	DIVISION OF SOIL	THICKNESS OF SOIL H (m)	DEPTH OF CENTRAL STRATUM (m)	N-VALUE	WET UNIT WEIGHT $\gamma_t$ (t/m <sup>3</sup> )	COHESION OF THE INITIAL CONDITION C <sub>o</sub> (t/m <sup>2</sup> )	MODULUS OF DEFOR - MATION E <sub>50</sub> (t/m <sup>2</sup> )	THE RATE OF STRENGTH INCREASE m	YIELD STRESS P <sub>y</sub> (t/m <sup>2</sup> )	REMARK
0.90	As1	0.90	0.45	—	1.80	—	—	—	—	0.90 ▽
1.50	As2	0.60	1.20	—	0.80	—	—	—	—	
6.50	Ac1	5.00	4.00	—	0.46	0.75	—	0.3	3.00	φ = 30
6.90	As2	0.40	6.70	—	0.80	—	—	—	—	
9.20	Ac2	2.30	8.05	—	0.46	0.75	—	0.3	3.00	φ = 30
11.10	As4	1.90	10.15	—	0.80	—	—	—	—	
20.90	Ac3	9.80	16.00	—	0.79	2.00	—	0.3	8.00	φ = 34
30.30	As5	9.40	25.60	23	0.80	—	—	—	—	

## 7.2.7 解析結果

### (1) 軟弱地盤上の盛土

- 1) 計画盛土高に対する総盛土高（計画盛土高+余盛土高）の関係図は図 7.2.7.1 に示す。
- 2) 盛土部の軟弱地盤改良の検討結果は、以下に示すとおりである。

#### Rades 地区

サンドドレーン	計画盛土高	: 2.0 m~4.0 m
	必要盛土高	: 3.10m~5.75m
	沈下量	: 1.10m~1.75m
	ドレーンの間隔	: 1.50m
	ドレーンの直径	: 0.40m
	ドレーンの深度	: 20m
	サンドマット	: 1.0 m
	残留沈下量	: 10cm以下
(ただし、盛土完成の後1ヶ月放置後)		

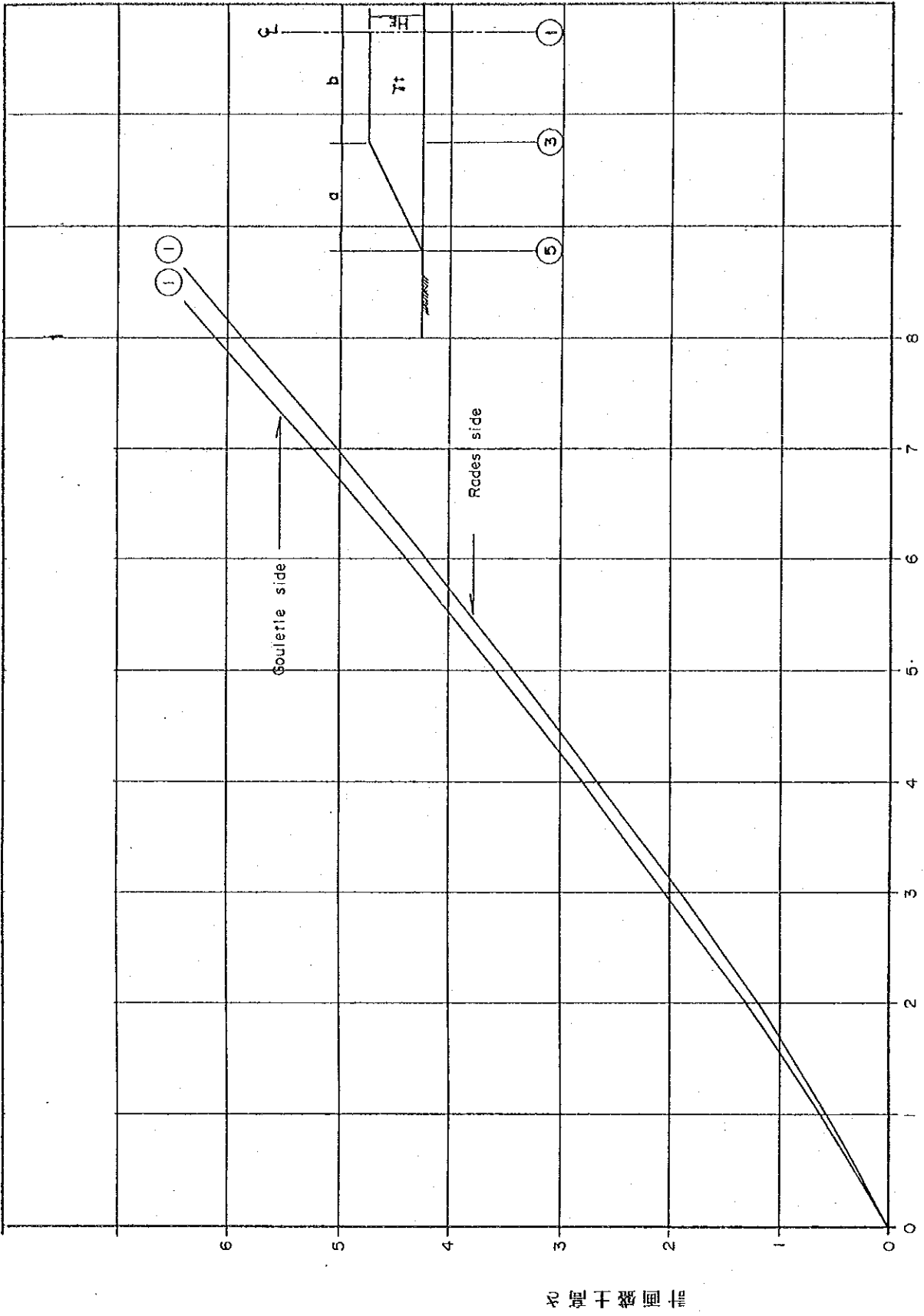
#### Goulette地区

サンドドレーン	計画盛土高	: 2.0 m~4.0 m
	必要盛土高	: 2.95m~5.50m
	沈下量	: 0.95m~1.50m
	ドレーンの間隔	: 1.50m
	ドレーンの直径	: 0.40m
	ドレーンの深度	: 24m
	サンドマット	: 1.0 m
	残留沈下量	: 10cm以下
(ただし、盛土完成の後1ヶ月放置後)		

### 3) 限界盛土高

サンドドレーン工を実施した地盤上の限界盛土高は盛土完了直後の安全率 $F_s=1.20$ としたとき以下のとおりである。

Rades 地区	HE=4.20m
Goulette 地区	HE=4.70m



必要盛土高さ  
 計画盛土高さと必要盛土高さの関係  
 図 7.2.7.1

この検討に使用した地質資料は既存資料によるものなので、両地区とも限界盛土高は4.00mと判定する。

(2) 構造物の支持地盤

対象地域の地盤特性を機械ボーリング調査、サウンディング調査および土質試験の結果からSc-1を代表として示すと表 7.2.7.1に示すごとくである。

表 7.2.7.1 地盤の強度特性

土 層	深 度 分 布 G.E (m)	層 厚 ( m )	変形係数 Ep ( kg f / cm <sup>2</sup> )	粘 着 力 (tf/m <sup>2</sup> )	N 値
A c 1	+ 1.03 ~ - 7.47	8.5	16.2	0.75	0 ~ 2 (推定)
A s 1	- 7.47 ~ -17.97	10.5	62.5	-	10
A c 2	-17.97 ~ -23.07	5.1	47.8	2.0	8 ~ 4 (推定)
A s 2	-23.07 ~ -33.7	10.8	84.8	-	6 ~ 15
D c 1	-33.7 ~ -80.0	46.3	79.0	5.5	8 ~ 11 (推定)
D c 2	-80.0 ~ -97.0	17.0	170.5	15.3	11 ~ 30 (推定)
D m u	-97.0 ~ -101.5	4.5			30 ~ 50 (推定)
D s s	-101.5 ~ -104.0	2.5	1.300 以上	-	

重要構造物の支持層としては、標高-97.0m以深に分布する軟質泥岩、軟質砂岩互層が望ましい。今回の調査は当初調査計画の全面的変更とルートが決めたことにより、両ルートの調査はコアボーリング1孔、サウンディング2孔のみとなった。

(1) 項の軟弱地盤上の盛土の検討では、Rades 側で約 130m東、Goulette側で約 400 m南西の既存資料を使用しているので、西ルート上との地質状況の差異が含ま

れている。(2) 項の構造物の支持地盤ではGoulette側のコアボーリングが欠如している。このような状況下での解析なので、詳細調査では橋梁部および盛土部の調査および試験に充分の留意が必要である。

### 7.3 詳細測量

詳細測量は決定された西ルートにおいて概略設計、施工計画、工事費算定を実施するための基礎資料を得ることを目的として実施したもので、その内容は平面細部測量、縦横断測量、北湖の深浅測量よりなる。現地測量作業は平成2年2月末から同年3月末にかけて調査団の計画・監督の下に、チュニスの測量業者“トポジェン(TOPOGENE)”に委託して実施した。測量の範囲は既存の $S = 1/5,000$ 地形図、航空写真 $S = 1/10,000$ に基づいて設定された西ルートにより定めた。

#### (1) 縦断測量

全長4km(陸上0.32km、水上0.8km)センター杭の間隔100mとして実施した。

縮尺 鉛直  $S = 1/100$   
水平  $S = 1/500$

#### (2) 横断測量

計画ルートの左右計100m、ルート方向に原則として100m間隔で実施したが、地形の変化の激しいヶ所および航路部、道路の交差部は適宜中間点を設置して実施した。

縮尺  $S = 1/100$

#### (3) 平面細部測量

センターラインを中心に左右合計100m幅の範囲を原則として実施した。航路に平行するTGM、高速道路では架線、支柱、フェンス、中央分離帯等の諸設備の位置を測量した。

縮尺  $S = 1/500$

#### (4) チュニス西湖の深浅測量

高速道路の西側(チュニス西湖)において高速道路沿いに900m、幅250mの範囲で100m間隔(100mメッシュ)の深浅測量を実施した。

縮尺  $S = 1/500$



(5) ベンチマーク

ゲーレット側 2ヶ所、ラデス側 1ヶ所、計 3ヶ所を使用した。地質図 S = 1/5.000 参照

(6) 海水面

港湾局の資料によれば、満潮 +0.075 m、干潮 -0.200 m である。

## 7.4 道路の概略設計

本章は前章において選定された最適ルートについての道路の概略設計をとりまとめたものである。

### 7.4.1 設計条件

- (1) 本道路の基本的な設計条件は、チュニス首都圏の発展に寄与すべき機能と将来交通需要、本道路と接続する道路（Voie Expressway と M C 33）の現況と将来計画、および建設コスト等を考慮し、フランスの道路基準を参考にチュニジア当局と協議して選定した。主要設計条件は以下のとおりである。

#### 1) 設計速度

本線部 :  $V = 60\text{km/hr}$   
 ランプ部 :  $V = 40\text{km/hr}$

#### 2) 幾何構造

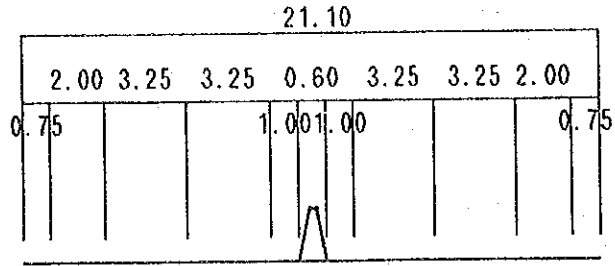
主要幾何構造は次のとおりとする。

		本線部	ランプ部
平面最小曲線半径 (m)		250	50
縦断最小 曲線半径 (m)	(凸)	3.000	1.200
	(凹)	1.700	1.100
縦断最急勾配 (%)		6	

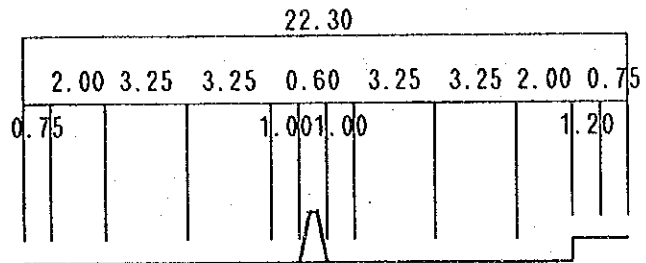
#### 3) 幅員構成

幅員構成は本線盛土部、橋梁部、ランプ部とあり、図7.4.1.1 (1), (2), (3), (4)に示す。

本線盛土（歩道なし）部



本線盛土（歩道あり）部



迂回路（高速道路）部

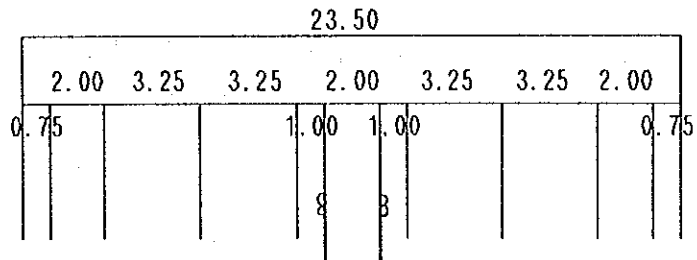
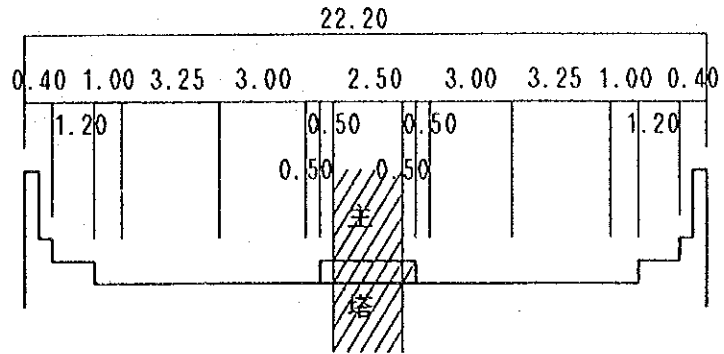


図-7.4.1.1 標準横断面図(1)

主橋梁部 (歩道あり)



本線取付橋部 (歩道あり)

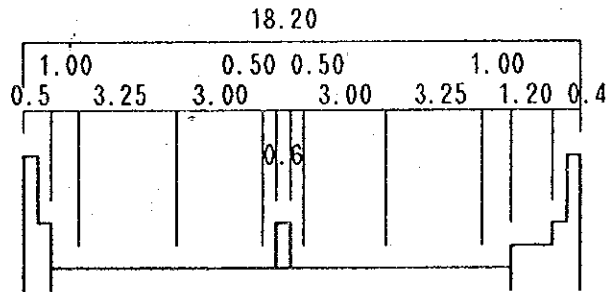
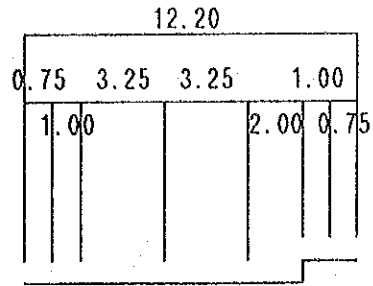
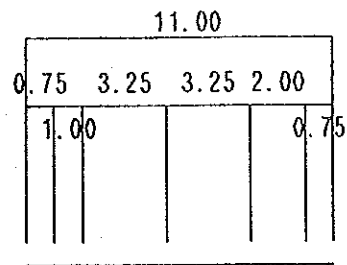


図-7.4.1.1 標準横断図(2)

盛土2車線ランプ (歩道あり) 部



盛土2車線ランプ (歩道なし) 部



盛土1車線ランプ (歩道なし) 部

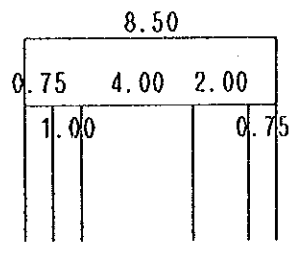
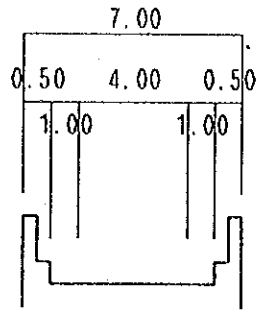
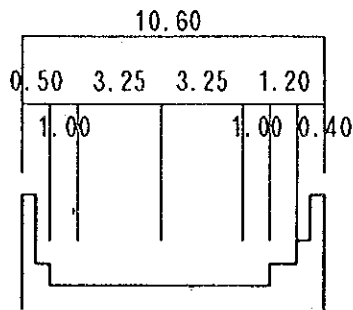


図-7.4.1.1 標準横断図 (3)

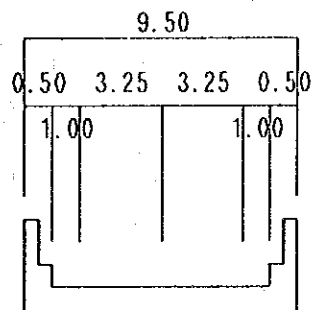
橋梁1車線ランプ



橋梁2車線ランプ (歩道あり)



橋梁2車線ランプ



橋梁3車線ランプ

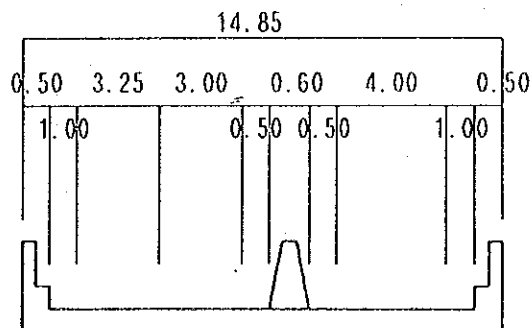
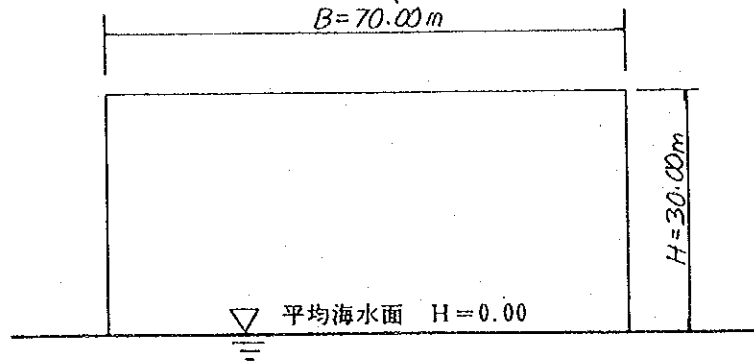


図-7.4.1.1 標準横断面図(4)

4) 航路高さ

航路部の建築限界は平均海面より  $H = 30\text{mm}$ 、幅は  $70\text{m}$  とする。



(2) 車線数の選定

車線数は通常標準的な道路構造と交通条件を想定した設計基準交通量から求める。

$$\text{車線数 (1方向)} = \frac{\text{計画交通量 (Veh/day)} \times \text{重方向率 (60\%)}}{\text{設計基準交通量 (Veh/day)}}$$

計画交通量 (2016年)

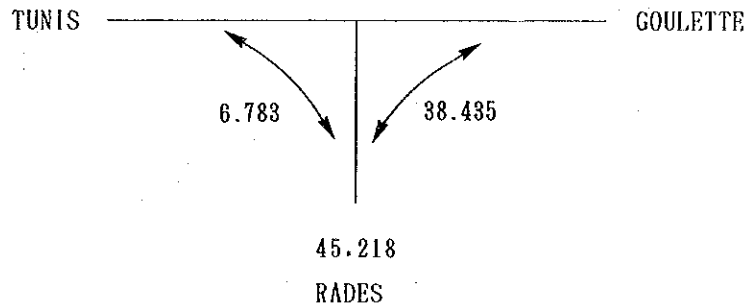


表-7.4.1.1 車線数の選定

	本線	GOULETTE ↑↑ RADES	TUNIS ↑↑ RADES
計画交通量(2016)	45,218	38,435	6,783
重方向率	60%		
設計基準交通量(第2種2級)	17,000		
計算車線数	1.60	1.36	0.24
採用車線数	2	2	1

#### 7.4.2 平面線形計画

ルートはVoie Expressway、鉄道/TGM、ラデス新港北側 CANALをフライオーバーし、グーレット側ではインターチェンジでVoie Expressway と接続し、ラデス側ではラデス新港西側外郭道路の横を平行に通過し、送電線鉄塔および家屋、学校等をさげMC33に接続するルートである。平面線形計画を行なう上で考慮したコントロールポイントは次のとおりである。

##### (1) 各部コントロールポイント (図-7.4.2.1参照)

コントロールポイントは次のとおりである。

- ① 湖横断道路 (Voie Expressway)
- ② ラデス新港西側外郭道路
- ③ 送電線鉄塔 (2ヶ所)
- ④ 学校および家屋
- ⑤ MC33

##### (2) その他

###### 1) クロソイド曲線区間の設置

直線部から曲線部に、または大円部から小円部に円滑に自動車を走行させるために、この区間に緩和曲線を設ける。

###### 2) 車線のすりつけ

当プロジェクトにおいては、航路部を渡河する主橋梁の主塔が道路の中央帯に位置しているため主橋梁の前後で車線中心線のシフトが生じる。シフトのすりつけ率は、設計速度、道路の存する地域の平面線形に応じて適切にすりつけを行なうが、ここでは設計速度  $V = 60\text{km/hr}$  なので  $1/40 \sim 1/30$  の間ですりつけるものとする。



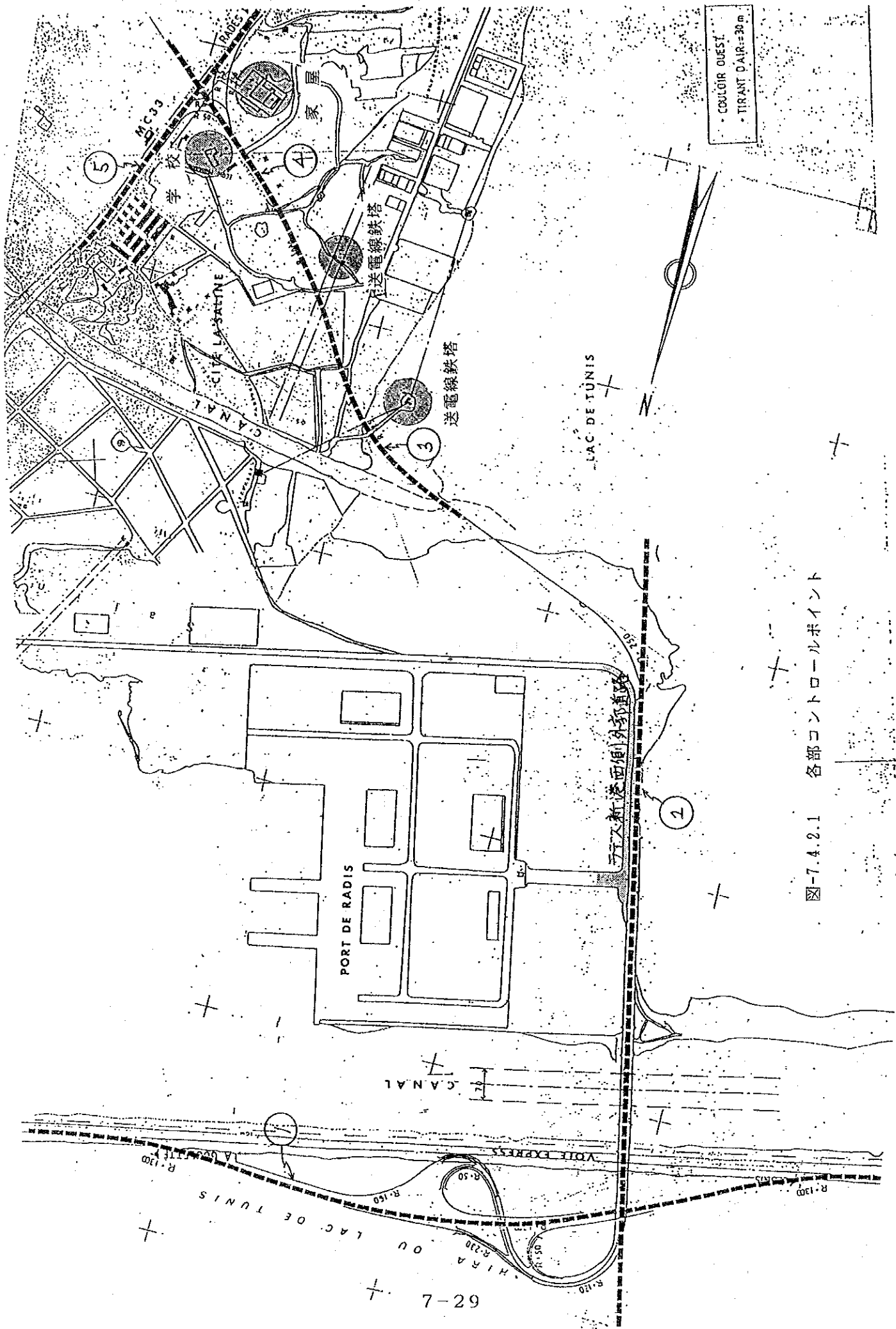
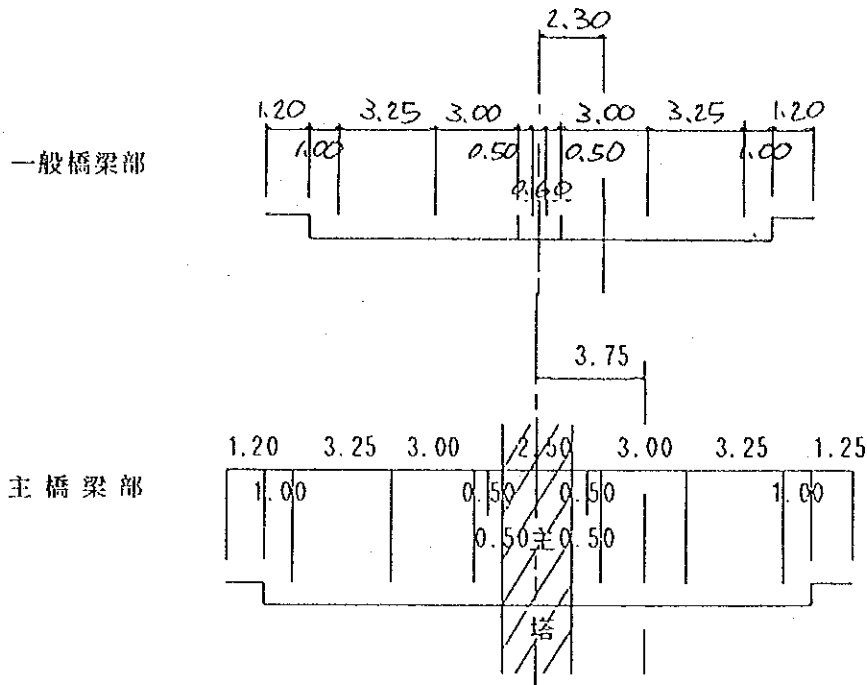


图-7.4.2.1 各部コントロールポイント



$$\begin{aligned} \text{シフト量} &= 3.75 - 2.30 = 1.45 \\ \text{すりつけ長} &= 1.45 \times (40 \sim 30) \\ &= 58 \sim 44 \div 60 \text{m} \end{aligned}$$

以上の結果より、本線部におけるすりつけ長は  $L = 60\text{m}$  とする。

#### 7.4.3 縦断線形計画

##### (1) 縦断線形計画

縦断線形は、Voie Expressway、鉄道およびラデス新港北側航路と立体交差し、その他とは平面交差させる平面道路とする。

##### (2) 縦断線形計画の考え方

###### 1) 平面道路部

当地域は軟弱地盤であり計画縦断を高くすると地盤対策に多くの費用を要するため、縦断線形はできる限り低く押えた計画とする。

###### 2) 立体道路部

所定の建設限界を確保し、できるだけ経済的な線形とする。

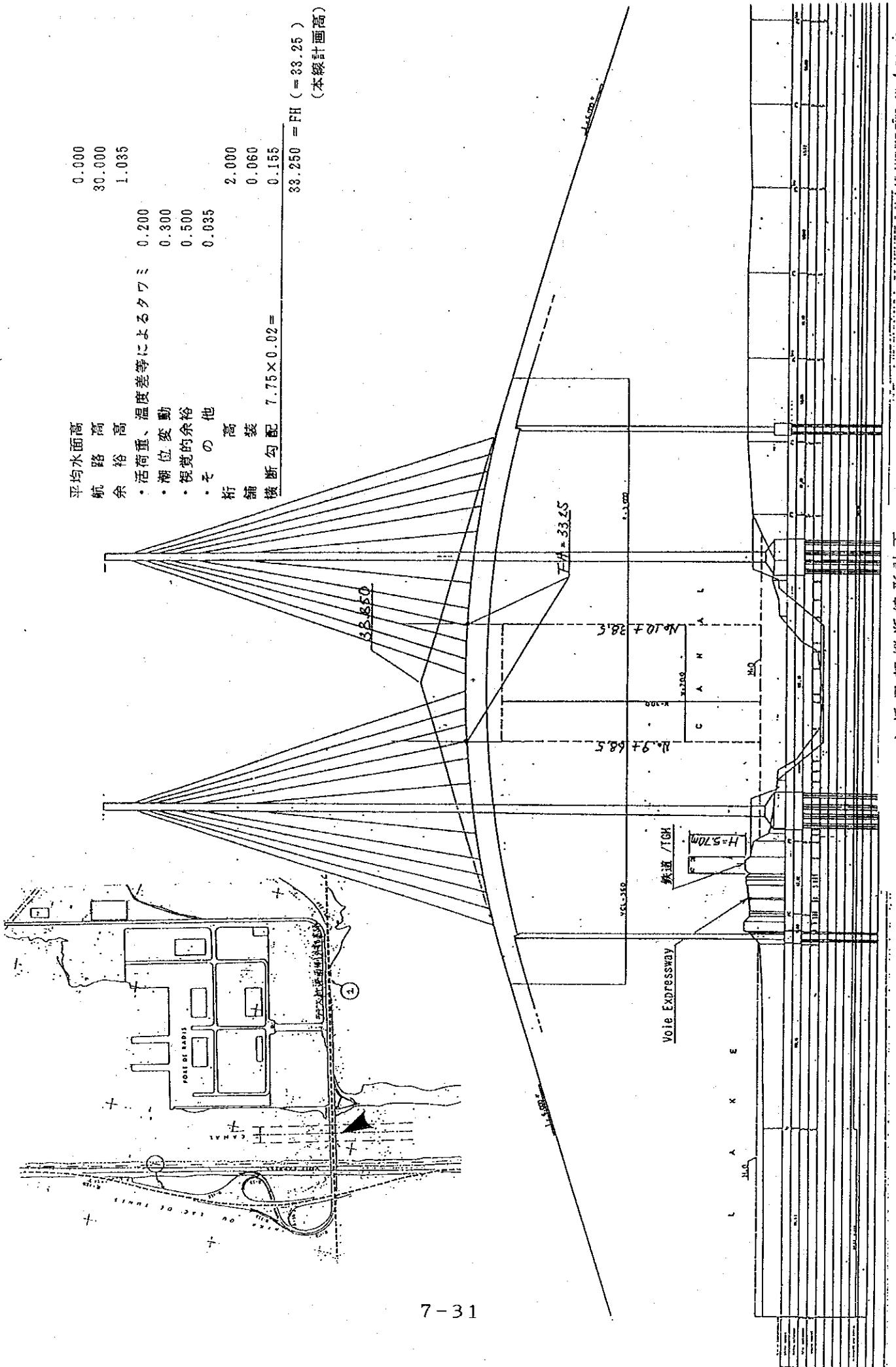


図-7.4.3.1 主橋梁部縦断線形計画

(3) 各部のコントロールポイント

縦断計画を行なうに当り、コントロールとした条件は次のとおりである。

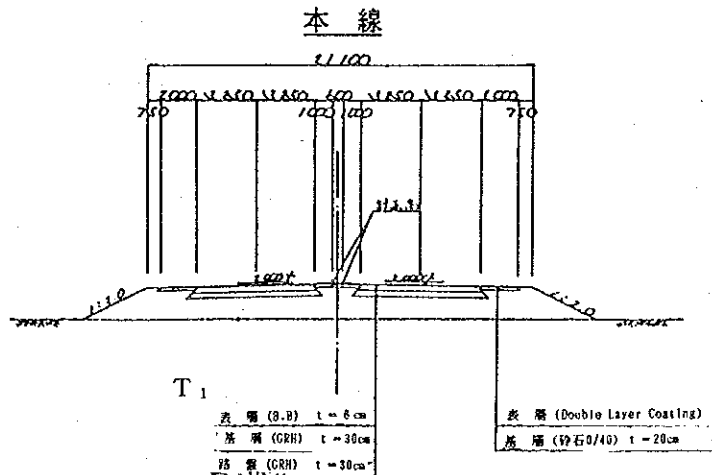
- 1) Voel Expressway の迂回道路高
- 2) Voie Expressway のランプとの立体交差部
- 3) ラデス新港航路、鉄道、Voie Expressway との立体交差
- 4) 南湖浄化用水路との交差部
- 5) 平面道路部の計画高の決定
- 6) 既設水路との交差部

7.4.4 横断計画

盛土部の横断計画について述べる。

(1) 標準横断計画

盛土部における路体は、ディレサス、コルプス等から運搬された盛土材を用いるものとし、路盤は車道部30cm (GRH)、停車帯部20cm (0/40)、表層は車道部6cmのアスファルト舗装、停車帯部は歴青材のダブルコーティングとする。また、法面工は植生のり面工とする。



(2) 特殊構造

1) 湖部の護岸工

湖部の護岸工は、テュニス湖水面の昇降により盛土材の洗掘などを防ぐため石張工にて対応する。

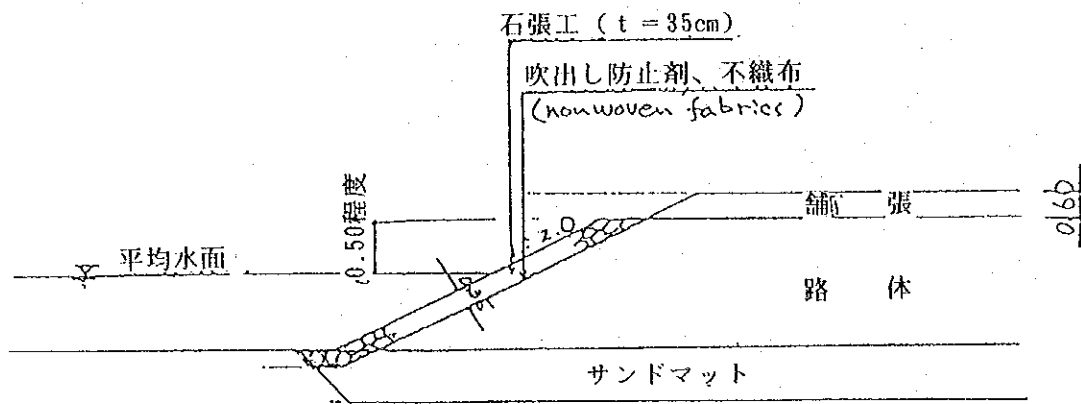


図-7.4.4.1 湖部護岸工

2) 航路部護岸工

航路部の護岸工は盛土材の洗掘を防ぐため石張工にて対応する。

3) 軟弱地盤対策工

軟弱地盤対策の詳細検討については、地質調査報告で行なっており、ここでは結果を記す。

a) 盛土の限界高さは 4.0mとする。

Rades 地区	HE = 4.20m
Goulette地区	HE = 4.70m

b) 軟弱地盤対策の必要な盛土の高さは 2.0mとする。

c) 軟弱地盤対策工としては、以下に示すとおりである。

地区	Rades	Goulette
対策工		
ドレーンの間隔	1.50m	1.50m
ドレーンの直径	0.40m	0.40m
ドレーンの深度	20.0 m	24.0 m
サンドマット	1.0 m	1.0 m

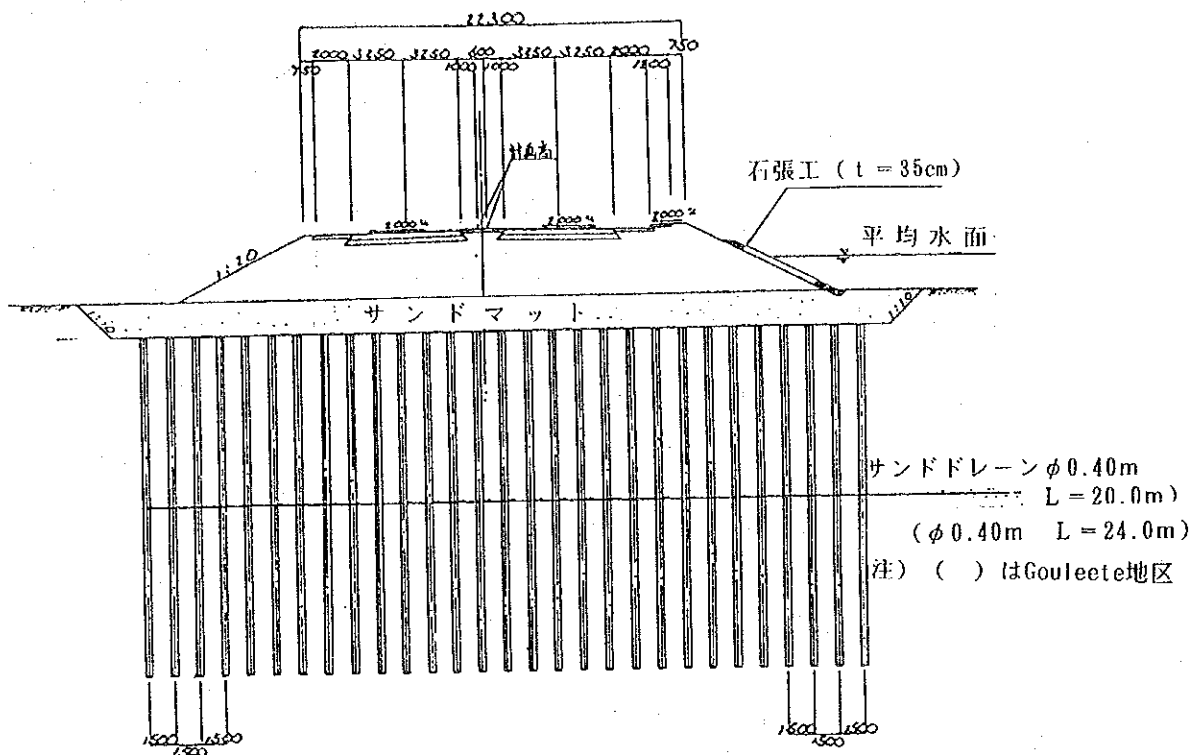


図-7.4.4.2 軟弱地盤対策工

#### 7.4.5 歩道計画

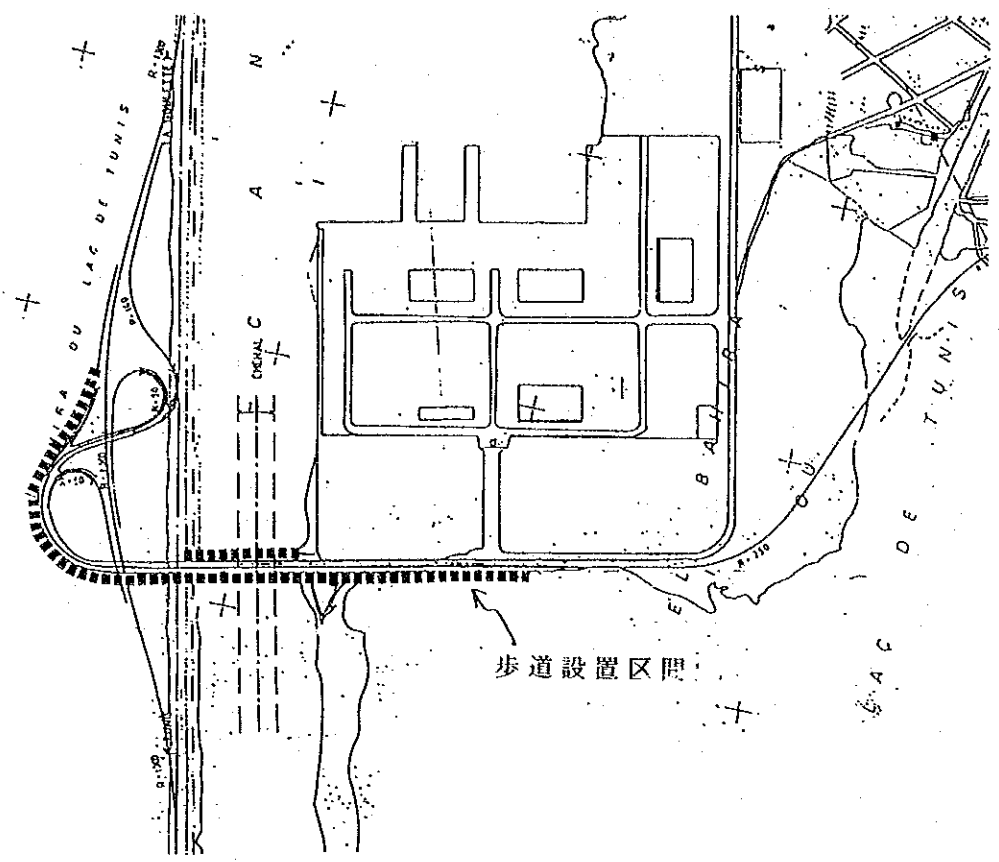
テュニス湖は現在、半官半民企業による開発が進行中であり、将来は歩行者の発生がかなり予想される。このため本道路では、設備省と協議の上、歩道を設置する計画とした。なお、歩道は原則的に片側歩道（テュニス側）を考えているが、主橋梁部においては構造上、将来歩道の設置が困難なこと、片側歩道だと構造的にアンバランスであることから両側に歩道を設けることとする。

##### (1) 歩道幅員

歩道幅員は通常は歩行者1人の占有幅0.75mとして、歩行者のすれ違いが可能なように定めるが、当プロジェクトでは設置区間が橋梁のため経済性等を考慮し、歩道幅員を $B=1.20\text{m}$ とする。

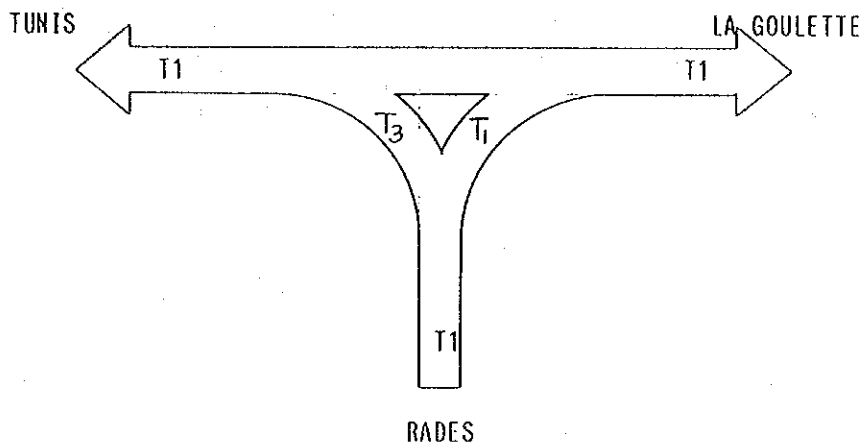
##### (2) 歩道設置区間

歩道設置区間は、Bランプノーズ付近からNo.16付近までの縦断計画上、現地盤高さに接近したところまでとする。

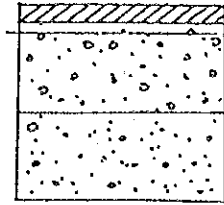


7.4.6 舗装計画

舗装計画はAASHTOの基準により行なった。個所別舗装構造は下図のとおりとする。



1) タイプT<sub>1</sub>

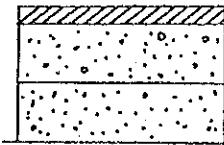


表層 6cm (B. B)

基層 30cm (G r h)

路盤 30cm (G r h)

2) タイプT<sub>3</sub>

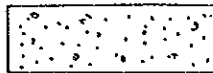


表層 6cm (B. B)

基層 20cm (G r h)

路盤 20cm (G r h)

3) 非常停車帯



表層 (Double Layer Coating)

基層 20cm (碎石0/40)

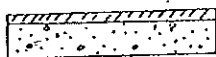
4) 橋梁部



表層 6cm (B. B)

床版

5) 歩道部



表層 3cm (B. B)

路盤 10cm (碎石0/40)



#### 7.4.7 インターチェンジ計画

Voie Expressway と取付け道路が接続するインターチェンジ形式において、表 7.4.7.1 に示す 2 案について比較検討を行なった。検討の結果、B 案のランプの場合は、左側の高速走行車線側での分合流となるため多くの危険を伴なう。従って、A 案の外側直結路方式を採用する。

#### 7.4.8 平面交差計画

本道路は MC 33 と平面交差を行なう。本道路の主交通はラデス方向が主で、港方向は従交通となるので、交差点の型式はそれに適した型式とする。

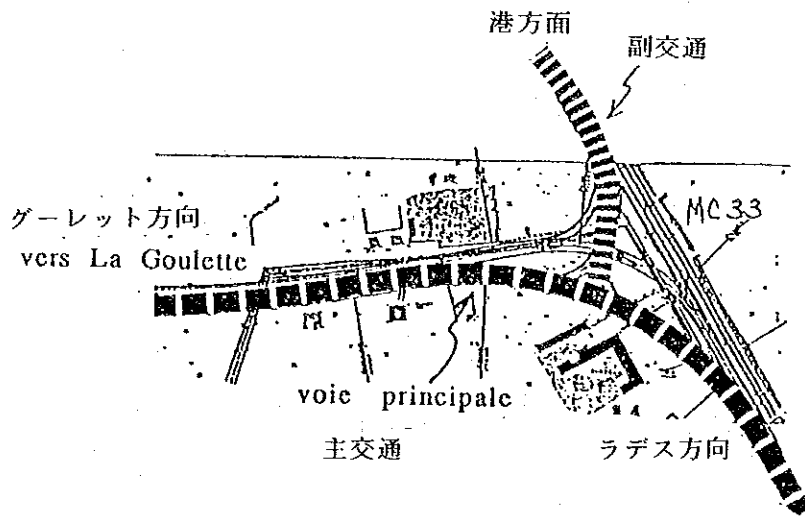
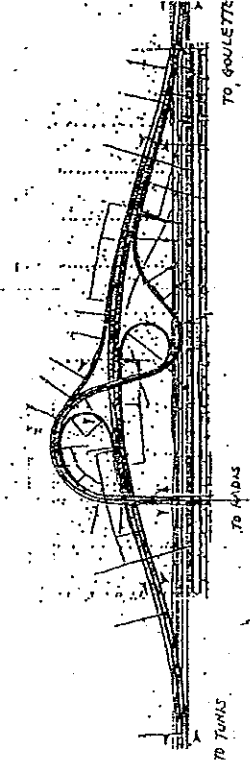
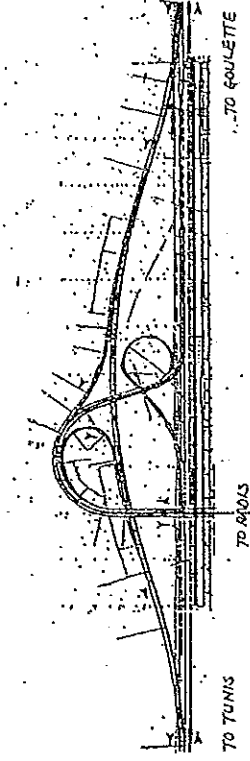


表-7.4.7.1 インターチェンジ形式検討一覧表

	A 案	B 案
インターチェンジ略図	 <p>Voie Expressway の2方向とも迂回させる案</p>	 <p>Voie Expressway のデュニース方向のみ迂回させる案</p>
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 既設高速道路の全車線（往復4車線）をセンターシフトさせる。</li> <li>• ランプの分合流は、右側車線より行なう外側直結路式（Outer Connection）である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 既設高速道路のうち、TUNIS 方向のみセンターシフトさせ、GOULETTE 方向は既設道路を用いる。</li> <li>• ランプの分合流式は、左側車線より行なうセンターランプ方式である。</li> </ul>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 既設高速道路、約1,300mの間が利用できない。</li> <li>• 全体的に既設道を移設するため、残地利用が容易である。</li> <li>• ランプ結合方式が一般的である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A案に比べ既設高速道路の利用が可能である。</li> <li>• 既設道路と迂回路に囲まれた部分は、残地利用が困難。</li> <li>• ランプ結合方式が高速走行側での分合流のため危険を伴なう。</li> </ul>
評価	<p>B案は一部現道を利用できないために経済的に多少割高ではあるが、交通安全上に問題があるので交通の安全性の高いA案を採用する。</p>	

## 7.5 橋梁概略設計

### 7.5.1 設計基本事項

#### (1) 対象橋梁の主要諸元

対象ルート : 西ルート

橋種 : 主橋梁は前章の検討結果より斜張橋とし、アプローチ部は桁橋とする。

桁下制限 : 主橋梁は航路幅70mにおいて航路高30mを確保する。アプローチ部は鉄道、高速道をフライオーバーするのでそれらの建築制限を守る。

支間 : 主橋梁中央支間長は 150mとし、側径間ならびにアプローチ支間は桁下部の構造物への建築制限を考慮の上、経済支間を選定する。

使用材料 : 主橋梁については、前章での検討結果ならびにチュニジア政府との協議によりコンクリート橋とし、取付橋についても本章での検討結果よりコンクリート橋とする。

#### (2) 設計基準

準拠する設計基準は仏国の基準によることを原則とする。しかし、フランスにおける橋梁の専用基準は荷重基準 (Titre II-Programmes de Charges et epreuves des ponts-routes) と鋼橋基準 (Fascicule no 6.1、Titre V Conception et calcul des ponts et constructions metalliques en acier) のみであり、その他の内容は一般的な構造物基準に準拠している。耐震設計法として建築基準 (Regles parasismiques 1969 revisees 1982 et annexes) があるが、橋梁と建築とは構造系ならびに剛性がかなり異なること、また支持地盤が軟弱であり、支持層が 100mの深さにあること等の特性があり、本プロジェクトの橋梁に適用するには無理があるため、耐震設計法はむしろ諸条件の整備されている日本の基準を使用することとする (資料編 7.5.1.1参照)。

## 7.5.2 設計条件

### (1) 荷 重

#### 1) 死活荷重

死活荷重は、橋梁用荷重基準 (Fascicule 61 Titer II) に準拠する。

#### 2) 風 荷 重

風荷重は上述と同じ基準により、 $2,000 \text{ N/m}^2$ とする。この荷重は設計風速 $45 \text{ m/s}$ の風速に相当する荷重である。他方、1951～1987年の間の当地の気象観測結果では、10分間平均風速の最大値は $17 \text{ m/s}$ であり、これに構造物の高さ、長さによる補正を行なっても、設計風速としては $30 \text{ m}$ 以下となる。このため、上記の値は少し過大となる可能性もあるが、風速の観測値に対する信頼性については、不明な点も見られるので、安全側の値としてこれを採用することとする。

#### 3) 温度変化

チュニス国立気象庁の資料 (1901年～1987年) によると、チュニス地方の年間最低気温と最高気温は、それぞれ $-2^\circ\text{C}$ と $47^\circ\text{C}$ であり、日変化は $35^\circ\text{C}$ 程度である。このため設計に用いる温度変化の範囲は $\pm 20^\circ\text{C}$ 、支承の移動量の算定に用いる温度変化の範囲は $\pm 25^\circ\text{C}$ とする。

#### 4) 地震荷重

##### ① 水平震度計算のための前提条件

##### a. 地震の規模

チュニス測候所の1922～1989年の間の地震観測の結果では、チュニス全域で考えられる地震の最大規模はマグニチュード $M=5\sim 6$ と報告されている。本橋では、過去の地震データが数少ないところから、安全側の仮定としてそれより大きいマグニチュード $M=6.5$ の地震規模を設定する。

b. 架橋地点と震央までの距離

過去の地震発生位置はテュニス市より50kmの範囲で発生しており、架橋位置とは離れているがここでは安全側の仮定として、震央までの距離が零の直下型地震を仮定する。

c. 地盤種別

ボーリング試験の結果より、本架橋位置では地表より約35mの深さにわたり、軟質の腐植質粘土とシルト質細砂～細砂の互層よりなる沖積層により構成され、それ以深は全般的に粘性が強く腐植物および貝殻の混入する粘性土であり、その層厚は86.3mの洪積層である。この地層は日本の耐震設計基準によると、沖積層厚が25m以上あり、最も地盤の悪い種別に属する第三種地盤に相当する。

d. 減衰定数

減衰定数は橋梁の型式別、橋梁を構成する部位により異なる。コンクリート構造の場合には過去の計測結果によると減衰定数  $h = 0.02 \sim 0.10$  の幅である。従って、ここでは標準的な  $h = 0.05$  の場合と最大、最小値を示す意味で  $h_{min} = 0.02$  と  $h_{max} = 0.10$  の場合を示すこととする。

② 設計水平深度曲線

上述の前提条件を基にして、日本の耐震設計の考え方を反映して固有周期ごとの設計水平震度の計算を行なった。図 7.5.2.1 にその結果を示している。ここで採用する曲線は斜張橋に対しては最も減衰率の低い  $h = 0.02$  の曲線を使用し、桁橋については安全側を考えて平均的な減衰率  $h = 0.05$  の曲線を使用することとする。ただし、水平震度の最小値としては実効的な耐震設計とするために、 $k h_{min} = 0.1$  を採用することとする。

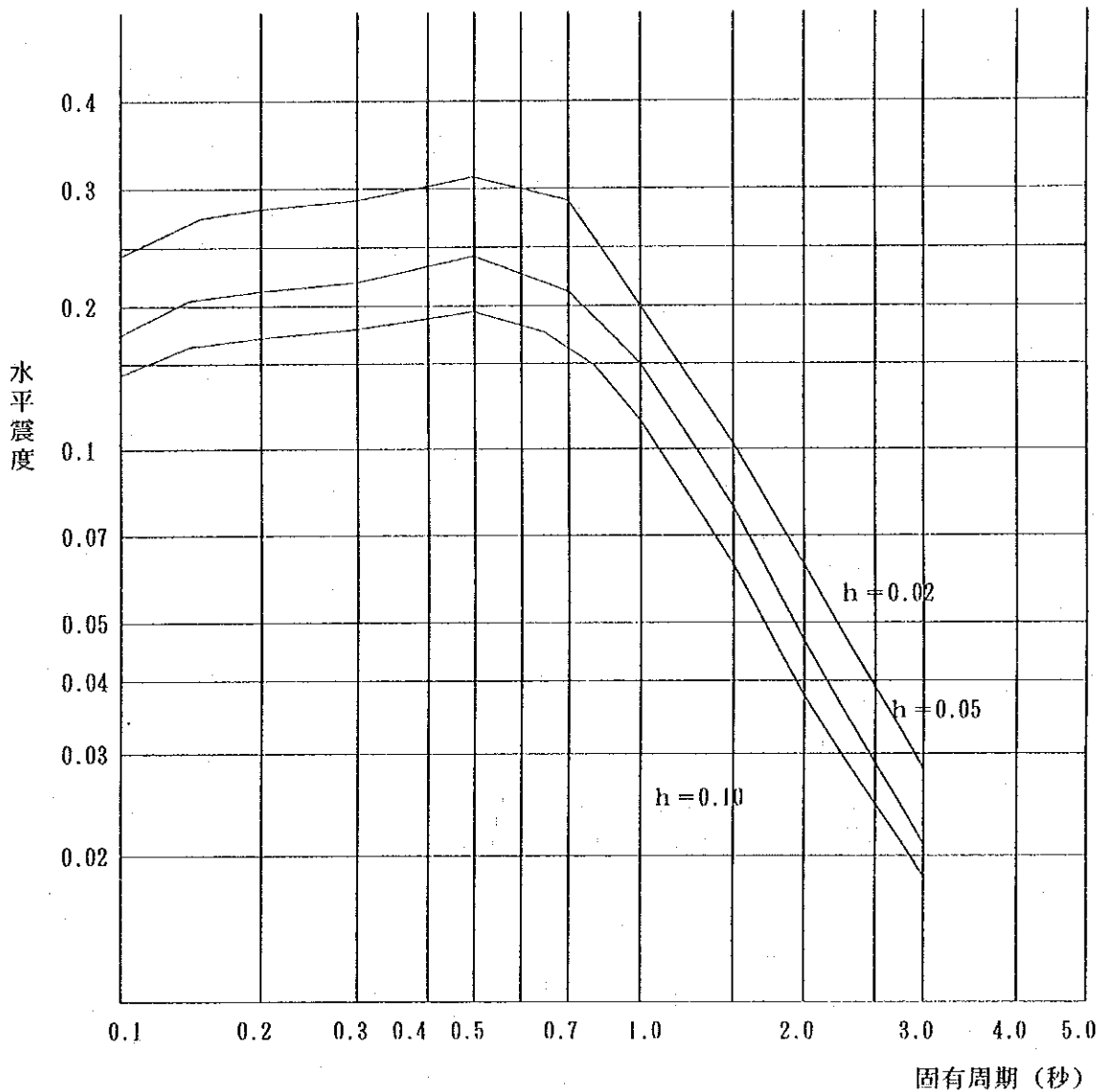


図 7.5.2.1 固有周期と水平震度

5) 荷重の組み合わせ

常時については仏国基準を異常時（地震時）については、日本の耐震設計基準とその関連基準を使用する。常時に使用する基準は下記の2つの基準である。RC限界状態規準 (Regles techniques de conception et constructions en beton arme suivant la methode des etas-limites) 、とPC限界状態設計規準 (Regles techniques de conception et de calcul des ourrages et construction en beton precontrant suivant la methode des etats-limites) である。

### 7.5.3 橋梁形式の選定

#### (1) 主橋梁の形式選定

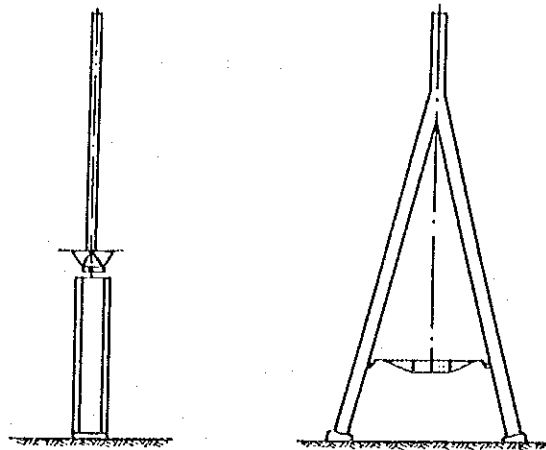
##### 1) 構造形式の選定

###### ① 塔の形状

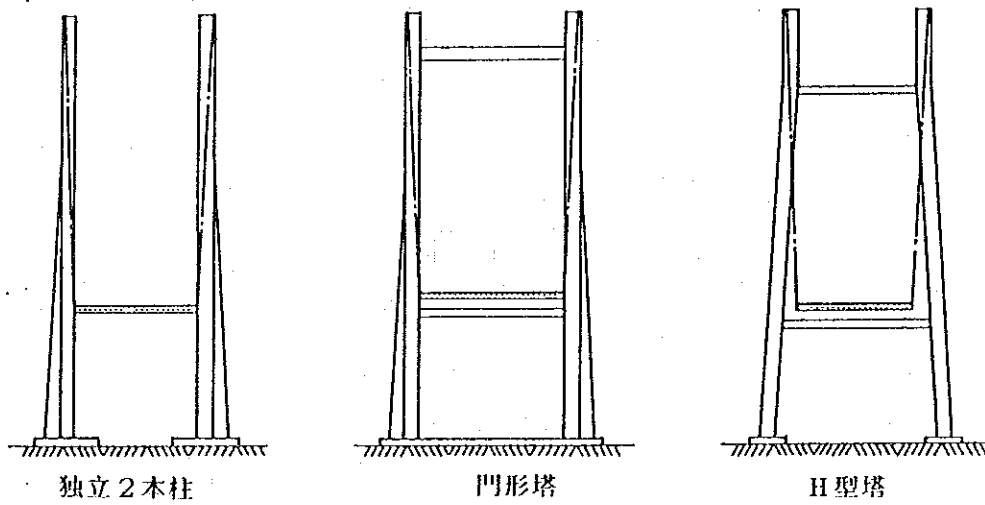
斜張橋の塔の形状としては図 7.5.3.1示すように、斜材ケーブルを1平面内で吊る1面吊りと2平面内で吊る2面吊りに大別される。1面吊りは主桁の中央部で斜材ケーブルを定着する必要があるため、中央分離の帯を拡幅する必要があり、桁の重量は増加するがケーブル本数が少なくなり施工上の手間が少なくなる。また、美観上から見ると走行車から見て空間が開放されており、景観的にも勝っている。

1面吊りに対する塔の形状としては、1本柱形式と逆Y形式があるが、本橋のように塔高の割に幅員が大きな場合、逆Y形では塔基部が大きく開き、構造的にも景観的にも好ましくない。他方、1本柱では中央分離帯の幅が塔を設置するために広くなり若干不経済となるものの、構造的にも景観的にも優れている。以上より、本橋においては1本柱によるケーブルの1面吊りの方法を採用する。

A) 1面吊り 独立1本柱 逆Y型塔



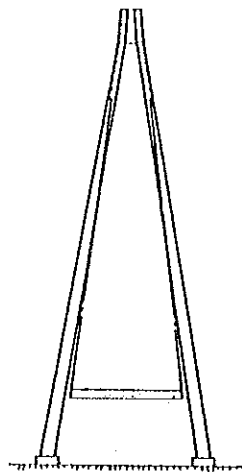
B) 2面吊り 独立2本柱 門形塔 H型塔



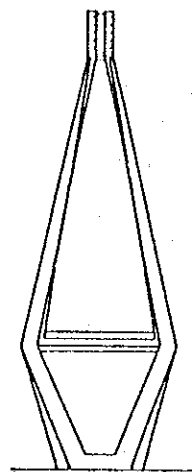
独立2本柱

門形塔

H型塔



A型塔



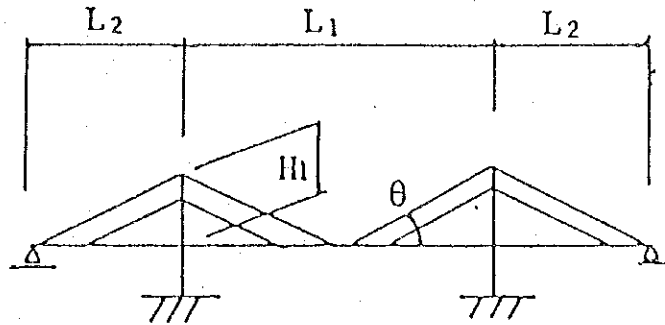
逆V型塔

図 7.5.3.1 塔 の 形 状



## ② 塔 高

路面上の塔の高さと中央径間長との比は一般に  $1/4 \sim 1/6$  であるが、本橋では斜材ケーブルの張力を有効に働かせるためと景観上の配慮から塔の高さを少し高めに設計する。このために  $H/L=1/4$  を採用した。



## ③ 主桁の支持形式

主塔における主桁の支持形式としては、主塔部で支承を設けないフローティング形式、主塔部に支承を設ける連続桁形式、主塔と桁を剛結する剛結形式の3つが一般的に考えられる。本橋梁では構造系としては剛結形式であるが、支承部には粘性ストッパーを設け、温度変化や乾燥収縮による塔への水平力の作用による影響を減じることとした。

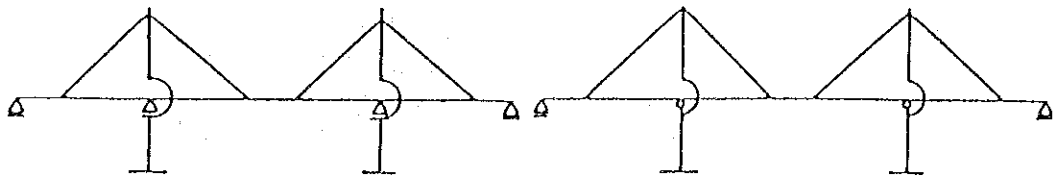


図 7.5.3.2 主桁の支持形式

## ④ 主桁断面

本橋は斜張ケーブルが1面吊りであるため、斜材ケーブルによる主桁のねじり抵抗の増大は期待できない。従って、桁のねじり抵抗および耐風安定性を確保するために、主桁断面は必要なねじり抵抗を確保できる箱桁断面とする。

桁高を小さくするとアプローチ延長が短くなり経済的となる。この点に配慮して、桁高を2.0 m (中央径間長に対する桁高の比=1/75) とする。

## ⑤ 斜材ケーブル配置

斜材ケーブルの配置方法としては、放射型、ファン型、ハープ型の3形式がある。放射型は、斜材ケーブルの吊り効率に優れ、斜材ケーブル重量を低減することができるが、塔頂部にアンカーが集中するため斜材ケーブルの定着構造が複雑となる。ハープ型は、斜材ケーブル重量はやや増加するものの、美観に優れ、塔と主桁の施工を同時に進めることができるため、工程的には効率がよく、また斜材ケーブル定着部を同一形状にできるので施工性に優れている。ファン型は両者の中間的な形式である。本橋においては、美観や施工性に優れているハープ型を採用するものとする。

## (2) アプローチ橋梁の形式選定

### 1) 目的

アプローチ部について適用性の高いコンクリート橋（単純PC橋とラーメン橋）と鋼橋（連続I桁橋と連続BOX桁橋）について、支間を変えて設計を行ない工事費を最少にする最適支間を求める。これら橋種の最適支間の中で、最も工事費の少ない橋種を選定するものとする。

### 2) 検討の前提条件

#### ① 橋種

検討する橋種は下記の5種類の橋種を対象とする。すなわち、コンクリート橋では支間20～50mの間はポストテンションT型桁と、ポストテンションBOX桁を、また支間60～120mはPCラーメン橋を検討する。また、鋼橋で40～80mの間について、連続I桁橋と連続箱桁橋を検討する。

#### ② 下部工ならびに基礎工の形式

橋脚の形式はコンクリート橋に対しては、コンクリート製の矩形断面形式を、鋼橋の場合は反力が軽いところからコンクリート製のラーメン柱とする。また、基礎工は場所打杭とし、その杭長は100mとする。

#### ③ 桁下高

桁下高はアプローチ部の平均高さとして20mの高さと設定する。

#### ④ 単 価

調査結果によるとチュニスにおける工事単価は日本単価の約70%である。本検討は橋種間の相対比較であるため、単価の国別の差は比較的少ないと考えられるので日本における単価を使用した。

#### 3) 検討結果

図 7.5.3.3に支間と工事費の関係を橋種別に示している。

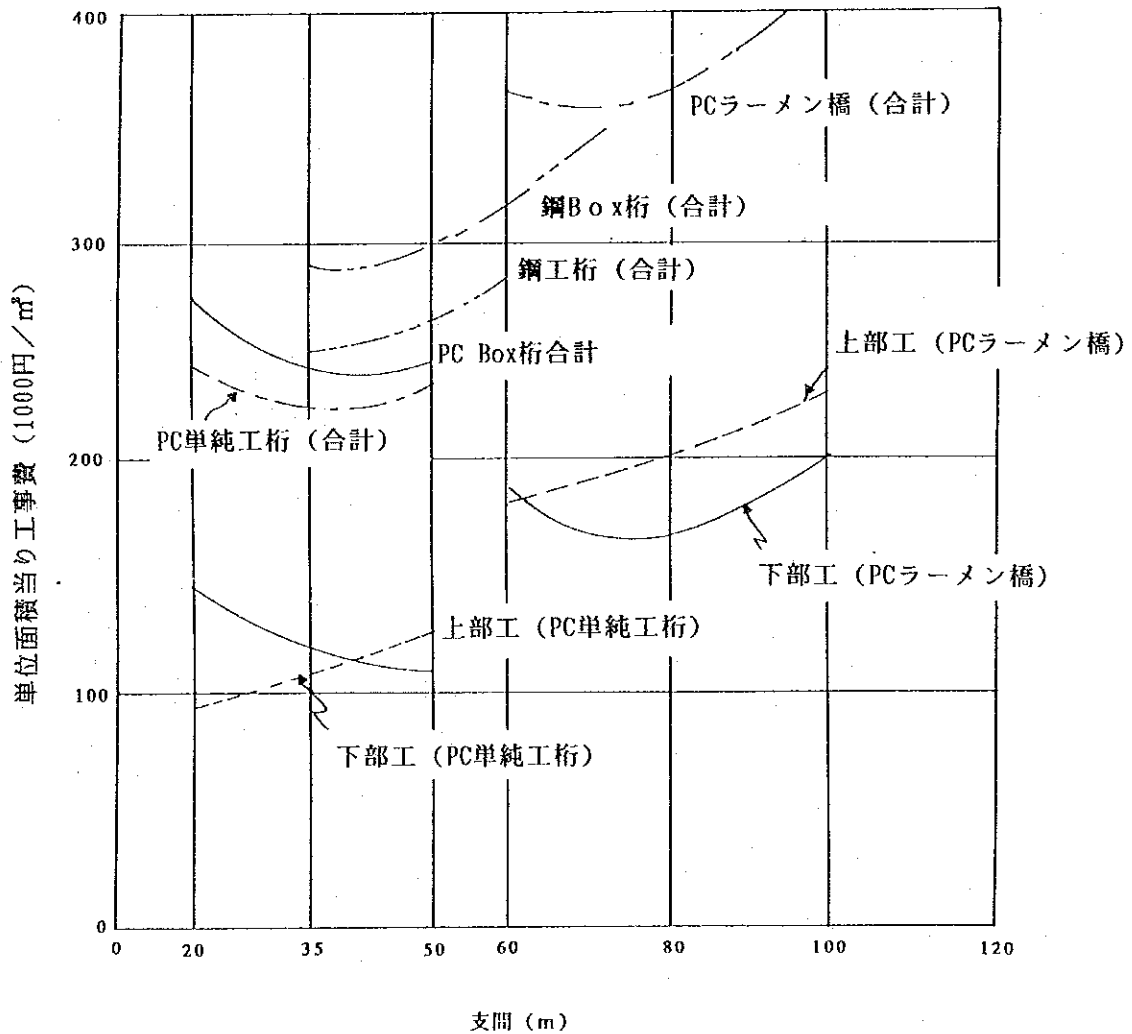


図 7.5.3.3 橋梁形式別の支間と工事費の関係

- ① 支間を自由に選べることを前提にすれば、最も経済的な橋梁はPC I桁橋であり、ついでPC BOX桁橋となる。また、経済支間は両者とも35～40m程度である。
- ② 平面曲線半径 $R = 50\text{m}$ の部分については、PC BOX桁橋に対するねじりモーメントの影響を考慮すると支間長の上限は30m程度が適当であるが、この範囲については支間長を30mとする。
- ③ PCラーメン橋は支間が大きい場合に適用できる。その経済支間は75～80mである。
- ④ 鋼橋は50m以下の支間ではPC桁橋より高価となる。ただし、PC桁橋の適用支間として経済性が損なわれると考えられる支間50～75mの間に採用すれば適切である。

以上より、アプローチ部の架橋条件より支間40m以下で橋脚位置が自由に選べることを前提にすれば、以上より橋種の選定について下記のごとく要約できる。

- ① 支間の選定に制約条件のない直線桁にはPC I桁橋が優れている。
- ② 同じく支間の選定には制約条件がない箇所では、曲線桁にはPC BOX桁橋が優れている。

#### 7.5.4 概略設計

##### (1) 主橋梁の概略設計

##### 1) 主要諸元の設定

##### ① 支間割り

本橋の中央径間長は150mである。一般に側径間長の中央径間長に対する比率は0.4～0.5程度が構造的に望ましく、また経済的となる。本架橋地点では、グレーット側に現在供用中のVoie Expresswayがあり、これを避けるためには側径間長を75mとする必要がある。このため、上記の比はちょうど0.5となる。また、これは工事中に桁下部の交通を阻害しないワーゲンによる両支間同時の張出し架設にも適した比率である。ラデス側の側径間長もまた構造系としての左右の対称性を保つため、グレーット側と同じ75mとする。

② 上部工の断面構成と断面力 (曲げモーメント)

PC斜張橋の断面構成と断面力を図 7.5.4.1、図 7.5.4.2に示す。

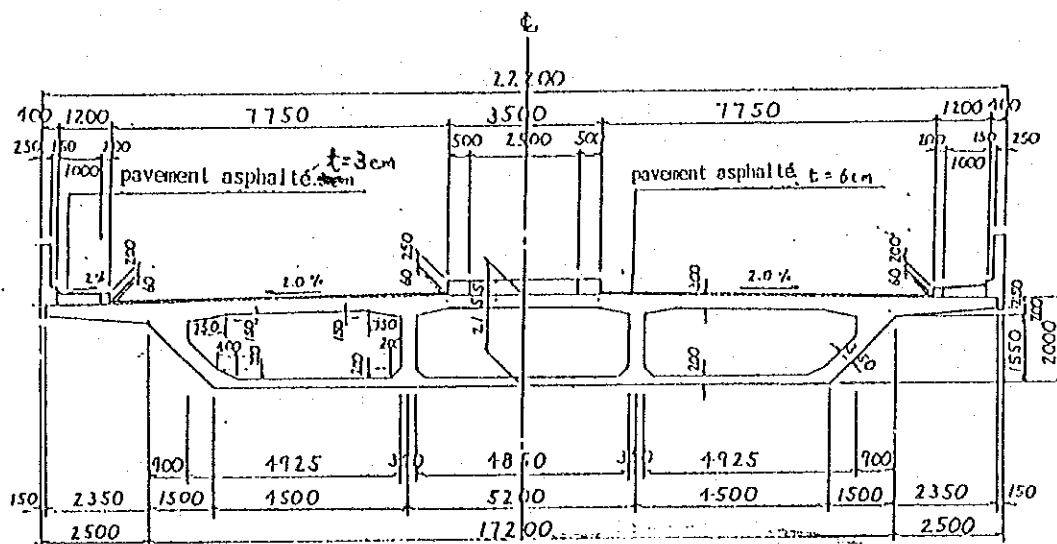


図 7.5.4.1 PC斜張橋の断面図

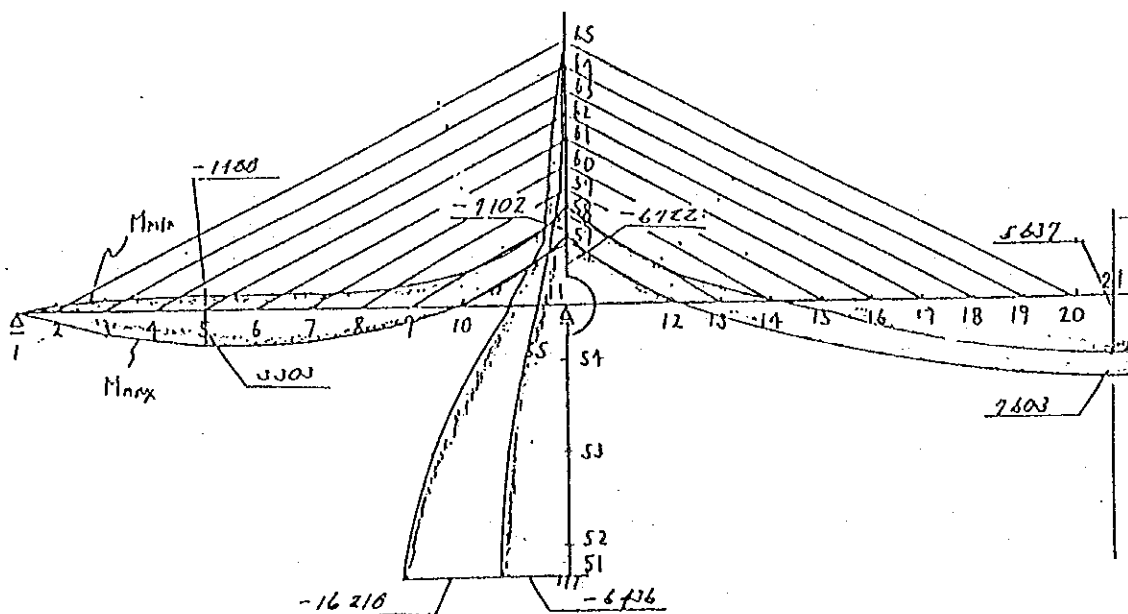


図 7.5.4.2 PC斜張橋の曲げモーメント図 (設計荷重時)

### ③ フーチング位置

表層部は軟弱層であるため、地盤の水平方向の抵抗力が少ない。このため、フーチングの位置を地表面近くにすれば、杭に過大な曲げモーメントが作用し、杭の本数を増す必要がある。他方、フーチング位置を下方に下げると仮締切りの仮設費や掘削土量が増加するものの、杭に作用する曲げモーメントが減少することにより杭本数が減少し、フーチングを地表面近くに上げた場合より経済的となる。従って、本橋では地盤が比較的安定する E.L.-7.5 m の位置にフーチングの底面を設けることとする。

### ④ 杭長および杭径

土質調査の項で述べたように、架橋地点の支持層は地表面下 100m の位置にある。この場合、支持層が非常に深いため杭を支持層に貫入させず、摩擦杭とする場合と杭を支持層に貫入させる支持杭とする場合がある。しかし、摩擦杭は長期の支持力特性に不明な点があるため、現段階では技術的、経済的に安全側となる支持杭を採用するものとし、杭長は 100m とする。工法としては杭長が 100m 程度と長くなっても施工可能なリバースサーキュレーション工法を採用するものとする。

基礎の杭径は種々の杭径について比較検討の結果、最も経済的となった。φ 2.0 m とする。

## (2) アプローチ橋梁の概略設計

### 1) 主要諸元の設定

#### ① 支間割り

##### a. ラデス側

主橋梁橋から盛土部までのアプローチ部の高架部の延長は 400m である。これはちょうど 40m の単純 I 桁を 10 径間で割付けることができる。これは、経済支間 35~40m の上限であり、美観的にも優れていると考えられる。

##### b. グーレット側

7.5.3 (2) において述べたとおり、主橋梁に隣接する直線部分については、Vole Expressway を避けるために、支間 40m と 35m のプレストコンクリート

桁橋の組合せとし、インターチェンジ部のカーブのきついところでは支間30m程度のプレストコンクリート箱桁橋とする。また、土工部分に隣接する橋梁については支間を30mとした。その他の部分については、Voie Expressway の制約を受けない限り、支間40m程度で支間割りを行なった。

## ② フーチング位置

基本的には主橋梁同様 E.L-7.5 m の位置にフーチングの底面を設けるが、フーチングの位置を上げて杭本数が増えない場合には、この方が経済的となるため、フーチング上の土かぶり量が 1.0m 程度となるまでフーチングの位置を上げるものとする。

## ③ 杭 径

杭径は過去の施工実績と施工性を検討した結果、1.5m としている。杭長は主橋梁と同様 100m とする。

材料総括表

項	目		単位	主橋梁	取付				梁橋	合計
					ラデス側	グレーレット側	小水路用橋梁	小計		
上部工	本設	コンクリート	m <sup>3</sup>	—	9,584	—	—	9,584	9,584.0	
		鉄筋 SD30		5,551	1,015	149	5,800	11,351.0		
	本設	鋼線	縦	t	888	1,855	19	2,828	3,196.0	
			鉛	t	159.2	324.8	7	673.0		
		PC鋼材	斜	t	0.7	—	—	—	0.7	
			ケ	t	68.4	75.8	—	116.6	185.0	
	仮設備	型	樺	m <sup>2</sup>	17,157	37,789	823	65,372.0	82,592.0	
			場	m <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	
		支保工	工	m <sup>3</sup>	—	109,429	—	109,429.0	109,429.0	
			コンクリート	m <sup>3</sup>	7,792	11,315	686	18,531.0	26,323.0	
下部工	本設	鉄筋 SD30	t	1,247	1,810	56	2,911.0	4,158.0		
		型	m <sup>2</sup>	6,708	9,636	624	15,654.0	22,362.0		
	仮設備	足	m <sup>2</sup>	6,772	13,737	—	13,737.0	20,509.0		
		支保工	m <sup>3</sup>	3,198	2,892	—	2,892.0	6,090.0		
基礎工	本設	φ 2,000	m	3,072	—	—	—	3,072.0		
		φ 1,500	m	1,146	13,847	600	18,847.0	19,993.0		
	本設	場	m <sup>2</sup>	9,652	—	—	—	9,652.0		
		打杭	m <sup>2</sup>	2,025	24,468	1,060	33,303.0	35,328.0		
	仮設備	掘	t	772	—	—	—	772.0		
		削	m <sup>3</sup>	182	2,202	95	2,991.0	3,173.0		
盛土	掘	m <sup>3</sup>	10,394	21,738	1,288	33,172.0	43,566.0			
盛土	削	m <sup>3</sup>	8,100	45,329	—	45,329.0	53,429.0			



## 7.6 施工計画

### 7.6.1 概 要

ラデス・ゲーレット橋梁の施工計画は、7.5.3 節で提案された最適橋梁規模に基づいて、現場条件、最適施工法およびチュニジア国で調達できる建設資機材や熟練工の技能等を検討して計画している。また、建設工事は長大なコンクリート斜張橋でかつ長尺な場所打杭を施工する特殊工事となることを考慮して、ヨーロッパ諸国や日本の実績のある総合建設業者が請負うものと仮定している。

### 7.6.2 建設資材

建設資材調査は、政府関係の事務所、試験所および現地の建設業者で聞きとり調査を行ない、建設資材がチュニジア国内で調達できるか、または他国から輸入しなければならないか検討した。主要建設資材の必要量はラデス・ゲーレット橋建設の概略設計の結果をもとに算出し、表 7.6.2.1に示す。

表 7.6.2.1 主要建設資材

No.	資 材 名	必要数量	供給地
1	セメント	31,000 t	国内
2	鉄筋	11,000 t	国内
3	粗骨材	100,000 t	国内
4	細骨材	65,000 t	国内
5	混和材	100 t	国内
6	プレストレス鋼棒	250 t	輸入
7	プレストレス・ストランド	600 t	輸入
8	斜張橋ケーブル	153 t	輸入
9	型钢	3,000 t	輸入
10	盛土材	170,000 m <sup>3</sup>	国内
11	路盤材	20,000 m <sup>3</sup>	国内
12	アスファルト	500 t	国内
13	法面保護用石材	3,000 m <sup>3</sup>	国内

## (1) 現地資材

### 1) セメント

現地のセメント工場では数種類のセメントをガベス、ビゼルテおよび他の5ヶ所で生産している。年間のセメント生産量は約4.4百万トンであり、チュニジアの国内需要を上回っている。現地産のセメント価格はトン当たりTD 54であり、海外からの輸入品よりは低価格である。

### 2) コンクリート骨材

コンクリート粗骨材用の原石は、チュニスの南東約20kmに位置するディザレス(Dj Ressas)付近の採石場と南約20kmに位置するケリデア(Khelidia)付近の採石場で採石する。このコンクリート骨材は強度が高く、PC橋梁用として使用できる。民間の骨材生産業者がライセンスを取得し、採石プラントを設置して生産している。

### 3) 盛土材

盛土材は建設現場近くにはなく、チュニスの東方約35kmに位置するコルブス(Korbous)付近の土取場から採取する。採取土は盛土材として品質がよく、C.B.R (The California bearing ratio)は約15程度示されている。コルブスからの盛土材の輸送路として海上輸送も考えられるが、バージや引船の現地接岸が難しく、コスト高となりフィージブルでない。

チュニスの南東約20kmに位置するディサレス付近の土取場では砂質土が採取できる。また、この付近の採石場から出る廃材も盛土材として使用できる。

### 4) 法面保護用岩石

法面保護用岩石はチュニス北西約15kmのナヒリ(Nahli)付近で採石される。原石は石灰岩で硬岩ではないが、チュニス近辺の法面保護用岩石として一般に使用されている。

### 5) 鉄筋

鉄筋はチュニジア国では国営企業のELFOULADHが独占的に生産し、また輸入購買も行なっている。しかし、鉄筋の生産は国内の大規模プロジェクトへ短期間に大量の鉄筋を供給する生産設備はない。従って、鉄筋は建設スケジュールにそって計画的に生産し備蓄しておく必要がある。

## 6) 他の現地資材

アスファルト (Bitumen)材、レンガ、合板、コンクリート混和材等はチュニジア国内市場で調達可能である。軽油、ガソリンやエンジンオイルは海外から輸入しているが、チュニジア国内市場では十分に調達できる。

## (2) 輸入資材

チュニジア国内市場で調達できない以下の資材はヨーロッパまたは日本の市場へ調達する。

- ・ 組立て済みの鉄構造物
- ・ PCケーブル、PCワイヤーとPCアンカー
- ・ H鋼等の型钢
- ・ 鋼板

これらの輸入資材がチュニジアに輸入された場合、C.I.F 価格の20～55%の輸入税が課される。また、これらの資材がヨーロッパ市場で調達する場合、調達、船積み、輸送に 1.5ヶ月必要とし、日本市場での調達の場合 3.0ヶ月必要とする。

## 7.6.3 建設機械

建設機械のリースまたはレンタル業者は、チュニジア国には存在しない。現地の建設業者は道路建設機械を所有しているが、長大橋建設に必要な建設機械は所有していない。従って、主要な橋梁建設機械は海外より搬入し、工事終了後持ち帰るものと仮定する。

## 7.6.4 建設施設

コンクリート生産プラント、PCプレキャスト橋梁製作ヤード、ストックヤード、貯蔵倉庫、修理工場、建設機械置場、建設業者の事務所・宿舎等はラデス港の西側および南側の未使用地に開発する必要がある。ラデス港の西側の未使用地はすでに埋立てが済んでおり、またラデス港へ進入道路が整備されているため、建設施設用として推薦する。建設施設を建設する用地は約40,000㎡とする。

#### 7.6.5 作業条件

##### (1) 作業可能日数

各月ごとの作業可能日数はチュニスの過去の雨量記録から算出した。年間の作業可能日数は 261日、月間平均作業可能日数は21.6日、冬期で19日、夏期で22日となる。詳細な月別作業可能日数は表 7.6.5.1に示す。

##### (2) 工事用電力

Societe Tunisienne d'Electricite et de Gaz (STEG) は、チュニジア国で電力を供給する国営電力公社である。ラデス中央発電所は建設現場の近くに建設されており、90 KV と225 KVの2種類の電力を供給し、これらの送電線は運河を渡河している。工事用電力は6.6 KVと30 KV に電圧降下され、低電圧送電線によって現場近くに配電されている。

##### (3) 工事用水

リバース杭掘削用循環水は運河から給水し、その他の工事用は現場近くの水道管より配管して給水する。

##### (4) 熟練工の技術レベル

チュニス近郊には多くの現地建設業者が登録されている。Appendix 7.6.5.1にリストされた建設業者は十分な熟練工を雇用し、道路および小橋梁を広範囲に請負っている。

これら熟練工はチュニジア国内や海外の道路や小橋梁建設の経験があり、コンクリート橋梁建設の技術レベルは十分と判断できる。従って、PC橋梁、斜張橋や長尺大口径のリバース杭のような特殊な工事にのみ外国人専門家が必要となる。

表 7.6.5.1 作業可能日数

月	日数	休日・祝日	雨日	作業可能日数
1月	31	5	6	20
2月	28	4	5	19
3月	31	6	5	20
4月	30	8	4	18
5月	31	3	2	24
6月	30	4	1	25
7月	31	9	0	22
8月	31	5	0	26
9月	30	5	2	23
10月	31	5	4	22
11月	30	4	4	22
12月	31	5	6	20
計	365	65	39	261

注) 雨日 = (10mm以上の雨日) + (10mm以下の雨日×1/2)

## 7.6.6 建設施工法

### (1) PC斜張橋（主橋梁部）

主要橋梁は3径間連続PC斜張橋（75m + 150m + 75m）で、主桁と橋脚は剛結合している。橋脚は地上から足場を組立て、型枠は鋼製大型パネルで、タワークレーンを用いて1面ずつクライミングさせる。主塔と主桁は同時施工となる。主塔の構造上の機能は斜材の定着であり、斜材の挿入・定着用のケーシングパイプの設置の精度が求められる。従って、主塔は鉄骨コンクリート構造とし、鉄骨とケーシングパイプを工場で一体化し、現場で鉄骨を垂直に立てることにより精度を確保する。主桁は移動ワーゲン2台を用いたキャンチレバー施工を行なう。主桁部における定着間隔は7.0m（1ブロック）であるため、ワーゲンの1サイクルを3.5mとし1ブロックを2サイクル（30日）で施工する。

1ブロック施工中の斜ケーブル緊張作業は、1) 仮緊張：コンクリート打設前に支保工桁を吊り上げる。2) 本緊張：コンクリート打設後主桁を緊張する。以上の作業は主塔側にセットしたジャッキにより左右同時に行なう。施工要領図は図7.6.6.1に示す。

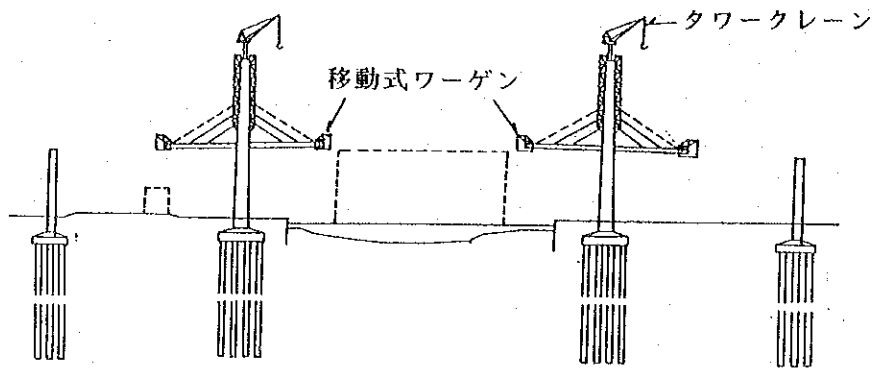
### (2) PCT桁橋（取付橋梁）

取付橋梁は単純PCT桁橋（南側10@40.00 = 400.00m：北側3@37.50 = 112.5m）である。PC桁の重量が大きく、高所作業となるため、地上に大型の建設機械や設備を必要とせず、架設時間が短く架設機械の移動が容易であり、また安全な工法を考慮した桁の架設工法を採用する。

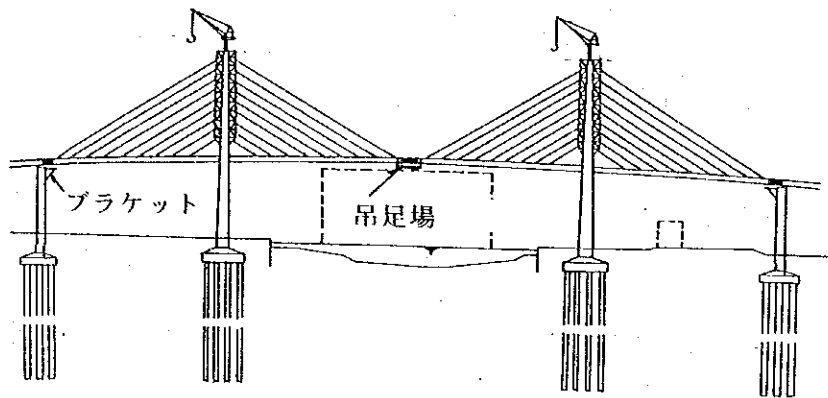
まず、2本のガーダを架設径間の左右に設置し、そのガーダ上に門形架設機を2台配置し、ガーダ上を門形架設機が走行することによりPC桁を架設径間にわたし、そのまま横移動し桁を降下して沓に据付ける。架設後の架設機械の移動は、門形架設機をガーダに固定し、2本のガーダを同時にガーダ移動装置で前方橋脚上に移動させる。施工要領図は図7.6.6.2に示す。

### (3) PC曲線箱桁橋（取付橋梁）

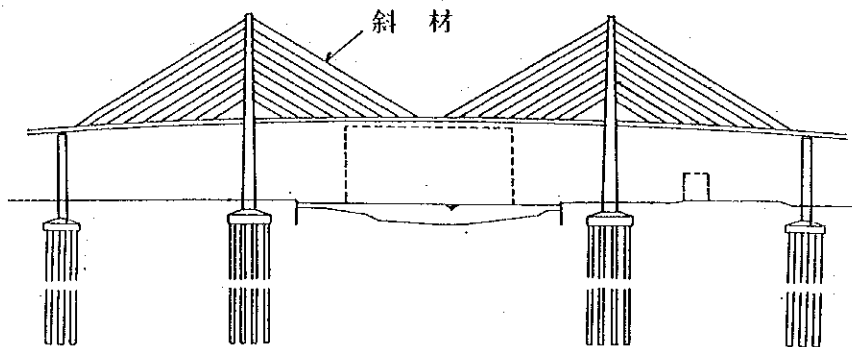
取付橋梁ランプ部の曲線部はPC箱桁橋で曲線桁となっており、また桁下が比較的低いことから支保工架設工法を採用する。



- (1) 移動式ワーゲンをを用いたキャンチレバー施工  
 主塔と主桁を同時施工する。主塔はタワークレーンにより総足場工法で施工し、コンクリートはポンプ車を使用し配管圧送する。主桁は移動式ワーゲンで左右同時に施工する。コンクリート打設は主塔と同じ。

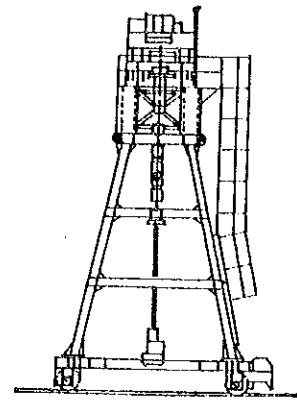
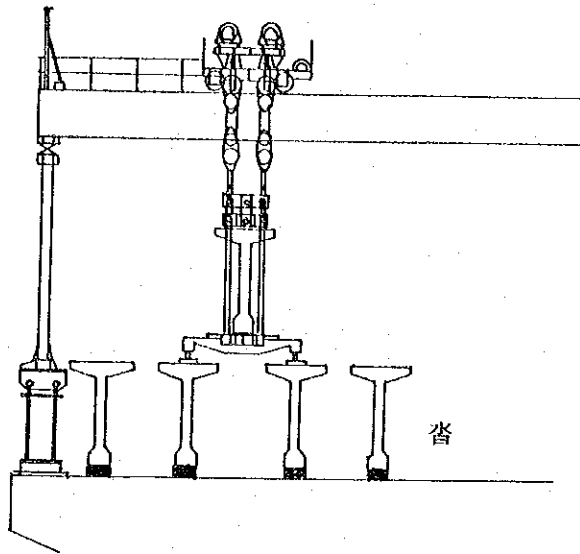


- (2) 主桁の閉合・桁端部の施工  
 ケーブルの張力調整後、支間中央で吊支保工を用いて主桁の閉合を行なう。橋脚側の桁端部は橋脚からブラケットを出して支保工で施工する。

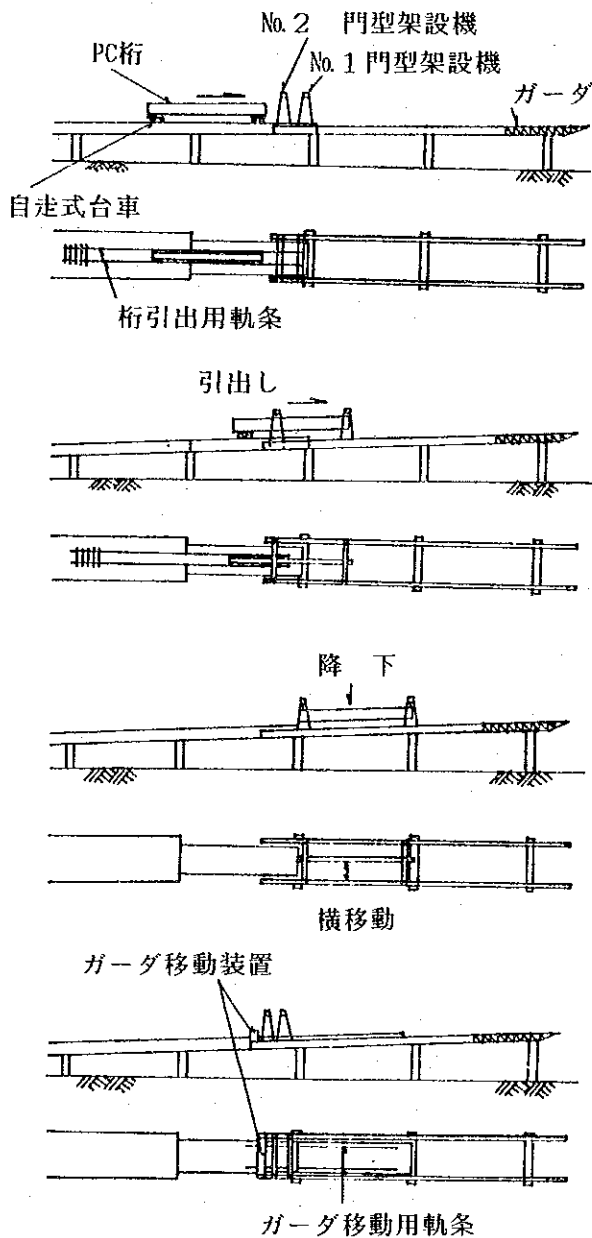


- (3) 斜ケーブル張力調整  
 主桁の閉合後、移動ワーゲンを解体し斜ケーブルの最終張力の調整を行なう。最終張力調整後、保護管内へセメントグラウトを注入する。

図 7.6.6.1 PC斜張橋施工要領図



門型架設機



- (1) 架設機器組立て、PC桁運搬  
ガード、門形架設機は高架橋上で組立て、トラッククレーンにより所定の位置にセットする。桁は制作ヤードより自走式台車により桁引出用軌条上を架設地点まで引出す。
- (2) PC桁引出し  
1号門形架設機と後方の自走式台車を連動して、桁の後方を2号門形架設機で吊りこめる位置まで引出す。
- (3) PC桁据付  
両方の門形架設機を連動して、桁を所定の位置まで縦移動および横移動させる。桁を降下させ脊にセットする。桁に転倒防止機を取付ける。
- (4) ガード移動  
架設終了した桁上にガード移動用レールを敷き、ガード移動装置をセットし、駆動装置によりガード全体を前方に送り出す。

図 7.6.6.2 架設桁架設工法施工要領図



#### (4) 場所打杭

建設現場付近の地質は、シルト～砂の互層と粘土からなり、支持層は地表下100 m程度に存在する軟質泥岩である。従って、基礎工は地表下100 m程度まで施工可能な場所打杭（リバースサーキュレーションドリル）を採用する。リバース工法の施工は図 7.6.6.3に示す要領図のように 1) リバース機械による掘削、2) 鉄筋かごの建込み、3) トレミー管によるコンクリート打設からなっている。しかし、通常のリバース杭の使用範囲より長尺となるため、以下の点を考慮する必要がある。

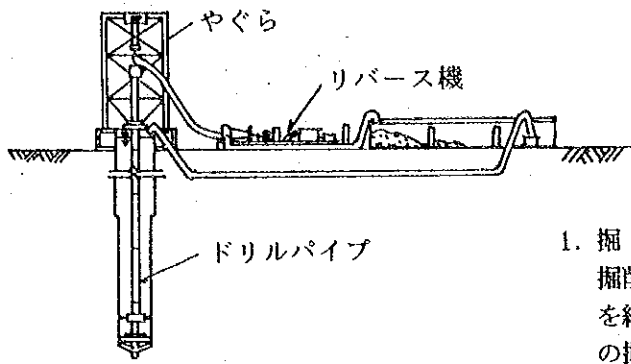
- ・ 掘削した土の排土方法が通常のリバース機に装備されているポンプサクション式では限界があるため、エアールフト方式を採用する。従って、高圧エアークンプレッサーを追加装備する（資料編 7.6.6.1参照）。
- ・ 長尺リバース杭の削孔時の杭垂直精度を高めるため、掘削用やぐらとドリルスタビライザー（資料編 7.6.6.2参照）を使用する。
- ・ リバース杭の掘削を昼夜作業で行ない、掘削サイクルタイムロスを低減する。
- ・ 長尺リバース杭では鉄筋建込み時、杭底にスライムがたまるため、泥水処理機を使ってスライム処理を確実にする。
- ・ 粘土質層の厚い地質に長尺リバース杭を施工する場合、泥水比重が高くなるため経済的な泥水処理法を考慮する必要がある。従って、沈殿池の大きさ、補給水を従来の2倍以上にする。また、泥水処理機も設備する。

#### (5) 軟弱地盤改良

北側、南側取付道路の盛土部は軟弱な粘土質地盤上に建設されるため、サンドドレーン工法による軟弱地盤改良を行なう。サンドドレーン工法は砂柱を地中に必要な間隔（1.5 m）で打設し、その地盤上に盛土による荷重（プレローディング）をかけて、周囲の粘性土の中にある水を砂柱内に流出させ、そしてその砂柱を排水路として水を地表へ排水し、短期間に粘性土の強制圧密を行なう。施工要領図は図 7.6.6.4 に示す。

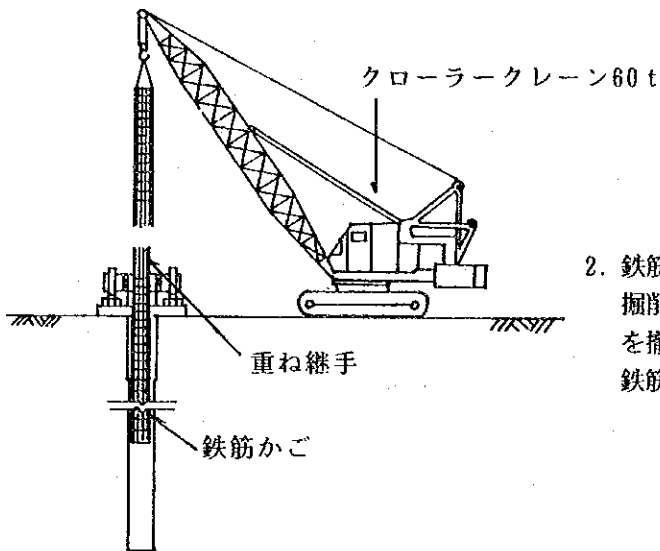
#### 7.6.7 建設工程

建設期間はPC斜張橋また 100mを越える場所打杭の施工難度、インターチェンジを含む取付橋梁等のプロジェクト規模、および年間作業可能日等を考慮して 3.5年（42ヶ月）に計画している。建設開始地前に詳細設計として1年（12ヶ月）、入札・契約期間6ヶ月を計画している。建設工程は、以下の仮定をもとに設定している。



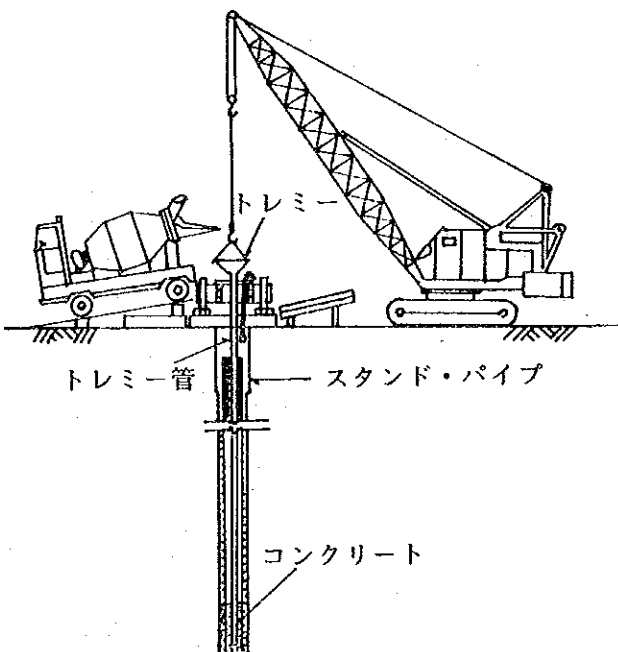
### 1. 掘削

掘削用やぐらを設置し、リバース機でドリルパイプを継ぎたしながら設計深度まで掘削する。50m以下の掘削はエアーリフトポンプ方式を採用する。掘削孔の垂直精度は超音波測定器で計測する。



### 2. 鉄筋かご建込み

掘削完了後、ドリルパイプを引きあげ掘削用やぐらを撤去する。鉄筋かごはクローラークレーンで建込む。鉄筋は重ね継手とする。

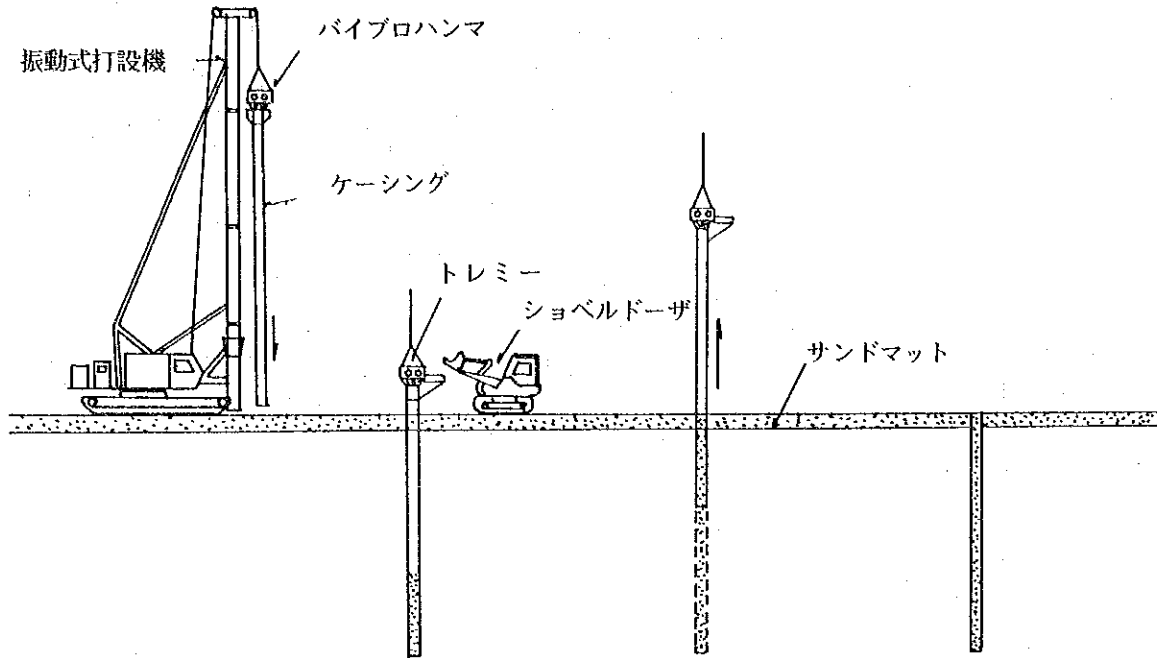


### 3. コンクリート打設

鉄筋建込み完了後、泥水処理用遠心分離機でスライム処理を十分行なう。ホッパーを取りつけ、コンクリートを打設しコンクリート仕上り面を測定しながら、トレミーパイプを引抜く。コンクリート打設完了後、スタンドパイプをパワージャッキにより引抜く。

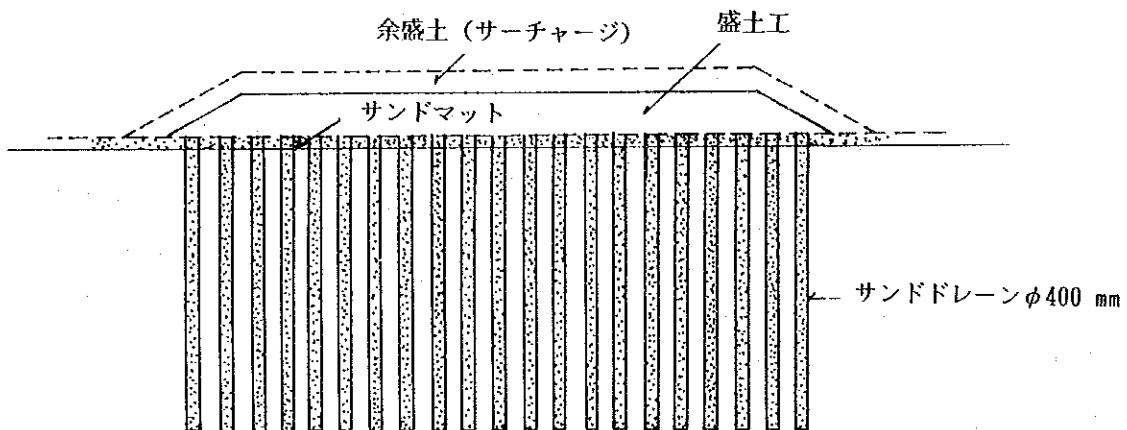
図 7.6.6.3 場所打杭施工要領図

(1) サンドドレーン杭打設



- (a) 振動式打設機でケーシング打込み開始  
 (b) 所定の深さケーシング打込み、砂を投入する。  
 (c) 砂杭を形成しながらケーシングを引抜いて行く。  
 (d) ケーシング引抜き完了後、砂杭形成。

(2) プレロード盛土工



サンドコンパクションパイル打設後、盛土をダンプトラックで運搬し、湿地ブルドーザで敷均しを行なう。沈下完了後、サーチャージ（余盛土）を撤去して、取付道路盛土工を形成する。

図 7.6.6.4 サンドドレーン杭施工要領図

- 工事は1993年4月に開始し、現場設営や準備工を3ヶ月で完了させ、主橋梁の橋脚基礎工時（場所打杭）を1993年7月に開始する。
- 場所打杭は長尺で掘削に長時間必要であり、掘削能率を考慮して掘削は昼夜作業とする。
- PC斜張橋と取付橋梁は平行して施工するが、北側取付橋梁のPCT桁架設はPC斜張橋完成後に施工する。
- すべての橋梁建設は、1996年7月末に完成させる。（37ヶ月）
- 建設現場の撤去した後、建設事業は1996年9月末までに完成させる。

上記に仮定した条件に従って、建設の作業工程は図 7.6.7.1に示す。

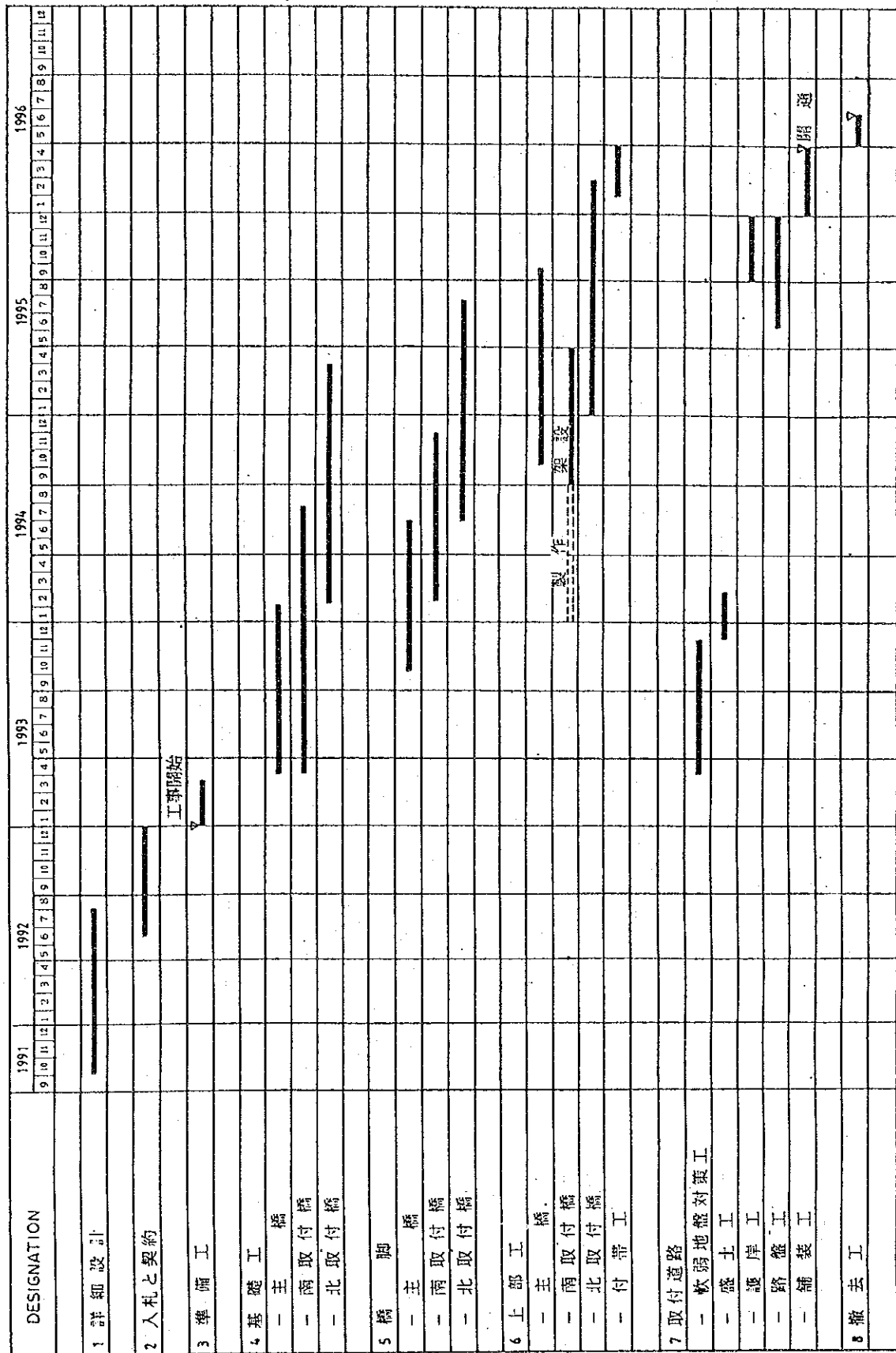


図 7.6.7.1 ラダス・グレーレット橋の建設工程案

## 第 8 章 事業費の積算



## 第8章 事業費の積算

### 8.1 事業費積算の基本方針

事業費は工事費、コンサルタントの技術管理費（詳細設計と施工管理費）、用地費と補償費、住宅・設備省の管理費および予備費から構成されている。事業費積算の基本的な体系は図-8.1.1に示す。また、事業費積算における仮定および前提条件を以下に示す。

- a) 事業費は1990年1月末の価格レベルをもとに積算する。
- b) 為替レートはUS\$ 1.0 = DT 0.087 = ¥ 150 に仮定する。
- c) 事業費は外貨、内貨と税金にわけてチュニジア・ディナールで算出する。
- d) 建設は大規模で高度な施工技術を必要としているため、国際競争入札によって選定される建設業者が請負うものと仮定する。

### 8.2 工事費

工事費は直接工事費と間接工事費に分けられる。

#### 8.2.1 直接工事費

直接工事費は本体構造物と仮設備工を含む。直接工事費は労務費、材料費と機械費からなり、概略設計で求めた各作業項目ごとの作業数量をもとに算出する。

##### (1) 労務費

労務費は住宅・設備省およびチュニス市内の建設業者において、既プロジェクトの実績を調査して設定した。労務単価は表 8.2.1.1に示す。

##### (2) 材料費

チュニジア国では調達可能な建設資材は、現地業者のインタビュー、住宅・設備省での調達実績と供給業者の見積等を考慮して設定した。また、鉄筋については政府系の供給者 ELFOULADHの販売価格を用いた。チュニジア国で調達が難しいPC鋼材、ロール鋼材等の建設資材はヨーロッパの近隣国から輸入することになるが、国際マーケット価格としてその変動幅は少ないと考えられることから、その価格は日本での調達価格とする。建設資材の価格は表-8.2.1.2に示す。



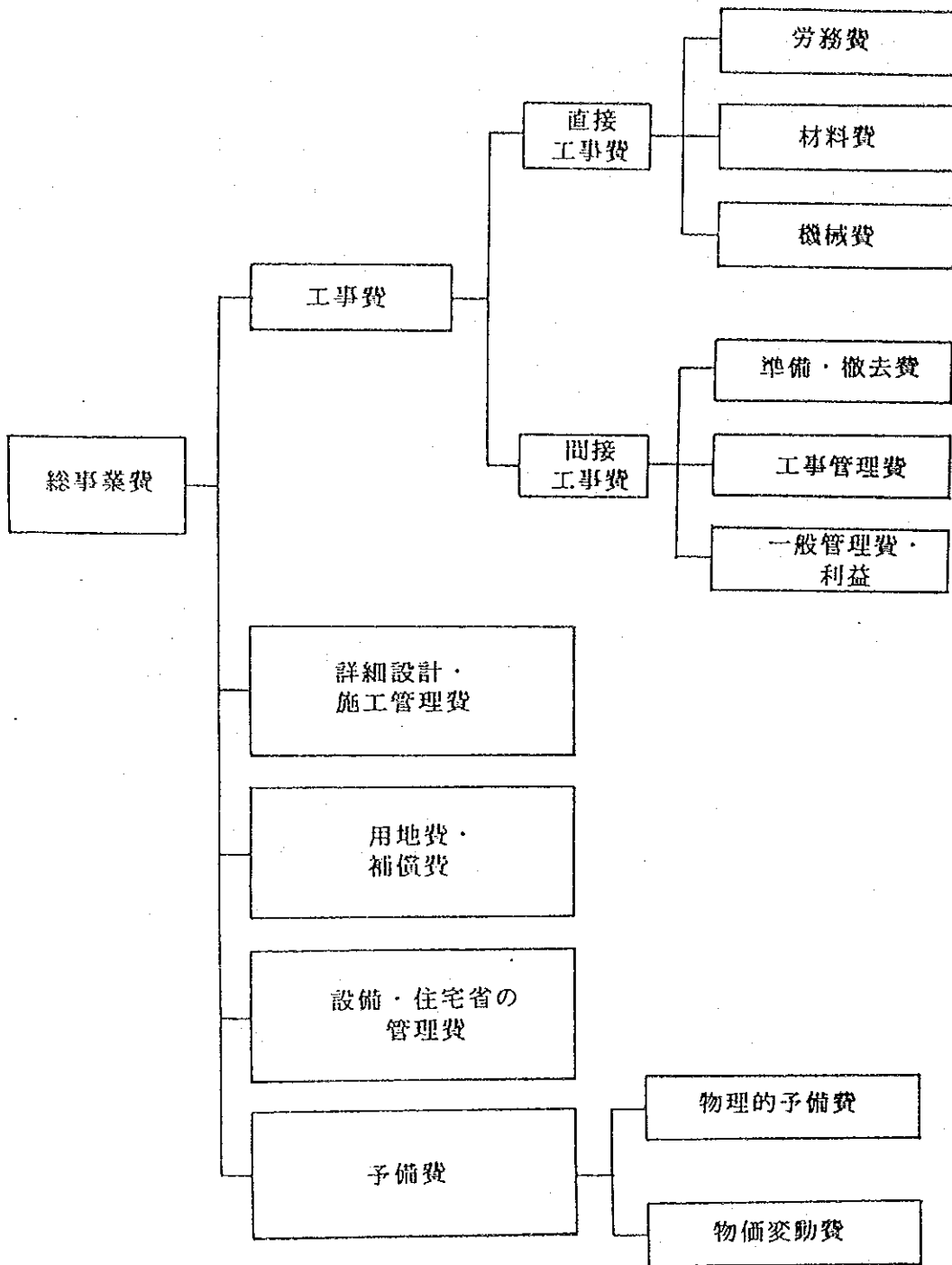


図 8.1.1 事業費積算の体系

(3) 機械費

チュニジア国では建設機械をリースする業者はない。また、現地の建設業者は汎用建設機械を所有しているが、橋梁建設用の大型で特殊な機械は所有していない。従って、建設機械は施工業者がチュニジア国に搬入し、工事完了後持ち帰ることを前提とする。建設機械損料は表-8.2.1.3に示す。

(4) 外貨、内貨と税金の構成要素

工事単価は労務費、材料費、機械費ごとに外貨、内貨と税金の各成分に分解し、これらを積上げて算出する。外貨、内貨と税の構成比率を表-8.2.1.4に示し、これらの算出根拠を資料編 8.2.1.1に示す。

表-8.2.1.1 労務単価

番号	項目	単位	日給 (DT)
1.	土木技師	人/日	75.0
2.	世話役	人/日	20.0
3.	重機オペレーター	人/日	16.0
4.	測量作業員	人/日	18.0
5.	電気工	人/日	15.0
6.	機械工	人/日	15.0
7.	とび工 (橋梁作業員)	人/日	15.0
8.	鉄筋工	人/日	12.5
9.	大工	人/日	12.5
10.	配管工	人/日	12.5
11.	普通作業員	人/日	8.0

表-8.2.1.2 材料単価

番号	項目	単位	単価 (DT)
1.	セメント	Ton	54.000
2.	鉄筋	Ton	450.000
3.	コンクリート混和材	Q	1.500
4.	P C 鋼棒	Ton	2.980.000
5.	P C アンカー (φ32)	No.	24.500
6.	斜ケーブル	Ton	9.400.000
7.	H 型鋼	Ton	725.000
8.	粗骨材	Ton	10.000
9.	細骨材	Ton	6.000
10.	砂	m <sup>3</sup>	6.000
11.	法面保護用石材	m <sup>3</sup>	10.000
12.	軽油	Q	0.290
13.	ガソリン	Q	0.470
14.	エンジンオイル	Q	1.200
15.	アスファルト	Ton	147.000

表-8.2.1.3 主要機械台数および時間当り単価

番号	機 種	能 力	台 数	単 価(TD)
1.	クローラクレーン	80 t	1	161
2.	クローラクレーン	60 t	1	102
3.	トラッククレーン	30 t	2	51
4.	タワークレーン	180t-m	2	640 (D)
5.	片持架設用ワゴン	W = 17 m	4	410 (D)
6.	リバースサーキュレーションドリル	75KW	2	59
7.	サンドコンパクションパイル機	30KW	1	88
8.	空気圧縮機	14 kg/cmf	2	168
9.	ブルドーザー	15 t	2	31
10.	バックホー	0.7 m <sup>3</sup>	2	32
11.	トラックターショベル	1.4 m <sup>3</sup>	1	23
12.	ダンプトラック	11 t	10	14
13.	バイブレーションハンマー	60KW	1	28
14.	ジェネレーター	250 KVA	2	86 (D)
15.	グレーダー	3.1 m	1	22
16.	タイヤローラー	20 t	1	15.4
17.	マカダムローラー	10 t	1	15.7
18.	モーターグレーダー	3.1 m	1	22.4
19.	アスファルトフィニシャー	6 m	1	67
20.	コンサルタントポンプ車	90m <sup>3</sup> /h	1	55

注) (D)は1日当りの機械単価を示す。

表-8.2.1.4 外貨・内貨と税金の構成比率

番号	項 目	構 成 比 率 (%)		
		外 貨	内 貨	税金 (TVA)
1.	建設機械	90	10	0
2.	建設労務者	0	83	17
3.	PCケーブル	65	0	35
4.	PCアンカー	65	0	35
5.	H-鋼/鋼板	65	0	35
6.	セメント	48	35	17
7.	鉄筋	48	35	17
8.	型 枠	66	17	17
9.	混和材	66	17	17
10.	アスファルト	66	17	17
11.	木 材	66	17	17
12.	軽 油	66	28	6
13.	エンジンオイル	66	28	6
14.	ガソリン	66	28	6
15.	粗骨材	51	32	17
16.	法面保護用岩石	51	32	17
17.	砂	55	28	17
18.	盛土材	55	28	17
19.	生コンクリート	51	33	16
20.	他の輸入資材	65	0	35

## 8.2.2 間接工事費

間接費は工事管理費、利益、着工、撤去費からなる。

### (1) 工事管理費

工事管理費は a) 現場管理費、 b) 通信交通費、 c) 事務所経費、 d) 付加利益、 e) 雑費からなり、その割合は大規模橋梁工事を考慮して、直接工事費の13%とする。

(2) 利益は直接工事費の7%とする。

(3) 着工・撤去費は大規模橋梁工事を考慮して直接工事費の5%とする。

従って、間接工事費は直接工事費の25%となる。

## 8.3 詳細設計・施工管理費

詳細設計・施工管理費は、建設を実施するためのコンサルタント費用である。本フェージビリティ調査において、詳細設計・施工管理費は建設費の10%に設定した。

## 8.4 用地費・補償費

用地費および補償費は建設地付近の売買価格または補償実績等を調査して設定した。また、西ルート of 用地は大部分が公用地であるため、用地取得および補償の対象となる私有地の範囲は地形図上で概略的に算出した。

### (1) 用地費

番号	項目	用地費 (DT/㎡)	取得用地 (㎡)
1.	住宅地	50	9,000
2.	商業地	30	-

(2) 補償費

番 号	項 目	補償費 (DT/m <sup>2</sup> )	補償区域 (m <sup>2</sup> )
1.	鉄筋コンクリート建屋	150	330
2.	レンガ建屋	120	-
3.	木造建屋	50	-

8.5 設備・住宅省の管理費

設備・住宅省の管理費、設備・住宅省が橋梁建設事業を管理するための費用であり、コンサルタントの詳細設計・施工管理費20%に設定した。

8.6 予備費

建設費は、フィージビリティ調査段階で判明している情報をもとに算出している。従って、予備費は詳細設計で判明する地質・設計条件による工事数量の変化 (Incidents Physiques) とチュニジア国や世界経済度 (為替レート、インフレーション)、変化 (Indexation Des Prix) 等予見できない要因について積算する。橋梁建設の開始は、フィージビリティ調査の2年後と仮定する。

フィージビリティ調査段階では、Incidents Physiques を5%、Indexation Des Prixを10%に設定する。

8.7 総事業費

事業費は工事費、詳細設計・施工管理費、用地・補償費、設備・住宅省の管理費および予備費でなる。これらの費用は、図 8.1.1に示す手順で積算する。事業費は表 8.7.2.1 に示す。工事費の詳細については、表 8.7.2.2に示す。

表 8.7.2.1 事業費内訳

項 目	合 計	外 貨 分	内 貨 分	税 金
1. 工 事 費	57,140	34,190	14,320	8,630
2. 詳細設計・施工管理費	5,720	3,420	1,430	870
3. 用地・補償費	500	-	430	70
4. 設備・住宅省の管理費	570	-	480	90
5. 予 備 費	9,590	5,640	2,500	1,450
合 計	73,520	43,250	19,160	11,110

表 8.7.2.2 ラデス・グーレット橋工事費積算

番号	項目	単位	数量	単価	合計	外貨分	内貨分	税金分
<b>1 主橋梁</b>								
1.1 上部工								
1.1.1	コンクリート (Sck=400kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	4835	131.95	637,978	373,664	191,330	72,985
1.1.2	鉄筋工	Ton	725	1128	817,800	405,711	308,720	103,370
1.1.3	型枠工	m <sup>2</sup>	16170	257.51	4,163,937	2,693,651	546,308	923,978
1.1.4	PC鋼材	Ton	228	6822	1,555,416	864,345	236,579	454,493
1.1.5	斜ケーブル工	Ton	153	16600	2,539,800	1,692,777	73,654	773,369
1.1.6	鉄道防護工	m <sup>3</sup>	3000	58	174,000	95,700	52,200	26,100
1.1.7	橋梁附属品	Ls			988,893	612,585	140,879	235,429
	小計				10,877,824	6,738,431	1,549,670	2,589,723
					100.00%	61.95%	14.25%	23.81%
1.2 下部工								
1.2.1	場所打ち杭工 (φ2.0m)	m	3072	947	2,909,184	1,836,277	812,826	260,372
1.2.2	場所打ち杭工 (φ1.5m)	m	1145	562	643,490	403,146	182,301	58,043
1.2.3	コンクリート (Sck=240kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	7790	78.2	609,178	261,642	252,931	94,544
1.2.4	コンクリート (Sck=400kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	715	131.95	94,344	55,257	28,294	10,793
1.2.5	鉄筋工	Ton	1390	981.9	1,364,841	668,226	512,634	183,981
1.2.6	型枠工	m <sup>2</sup>	7696	54.7	420,643	230,933	131,409	58,343
1.2.7	掘削工	m <sup>3</sup>	10400	47.36	492,544	319,907	54,771	117,915
1.2.8	護岸工	m <sup>2</sup>	4050	23.08	93,474	50,457	23,957	19,059
	小計				6,627,693	3,825,847	1,999,123	803,050
					100.00%	57.73%	30.16%	12.12%
	主橋梁合計				17,505,522	10,564,278	3,548,792	3,392,774
					100.00%	60.35%	20.27%	19.38%
<b>2 取付橋梁</b>								
2.1 上部工 (PC-T桁橋)								
2.1.1	コンクリート (Sck=400kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	5650	117.95	666,418	381,924	205,190	79,237
2.1.2	鉄筋工	Ton	587	925.59	543,321	216,894	242,050	84,378
2.1.3	型枠工	m <sup>2</sup>	34170	30.7	1,049,019	527,237	415,938	105,846
2.1.4	PC鋼材	Ton	271	7178	1,945,238	1,121,430	247,240	576,768
2.1.5	PC-T桁架設	Nos	121	4469	540,749	356,191	158,223	26,334
2.1.6	橋梁附属品	Ls			474,474	260,368	126,864	87,256
	小計				5,219,219	2,864,043	1,395,502	959,814
					100.00%	54.87%	26.74%	18.39%
2.2 上部工 (PC箱桁橋)								
2.2.1	コンクリート (Sck=350kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	9580	126.87	1,215,415	696,554	374,226	144,513
2.2.2	鉄筋工	Ton	1722	979.76	1,687,147	722,605	718,218	246,323
2.2.3	型枠工	m <sup>2</sup>	30380	81.34	2,471,109	1,581,510	586,394	303,205
2.2.4	PC鋼材	Ton	340	6290	2,138,600	1,180,079	326,778	631,742
2.2.5	橋梁附属品	Ls			751,227	418,075	200,562	132,578
	小計				8,263,498	4,598,823	2,206,178	1,458,362
					100.00%	55.65%	26.70%	17.65%
2.3 下部工								
2.3.1	場所打ち杭工 (φ1.5m)	m	18250	562	10,256,500	6,423,697	2,905,666	925,136
2.3.2	コンクリート (Sck=240kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	15950	82.91	1,322,415	593,632	528,966	199,817
2.3.3	鉄筋工	Ton	2264	872.9	1,976,246	868,758	810,063	297,425
2.3.4	型枠工	m <sup>2</sup>	15030	42.23	634,717	303,014	212,630	119,073
2.3.5	掘削工	m <sup>3</sup>	31880	47.36	1,509,837	980,639	167,894	361,455
	小計				15,699,714	9,171,740	4,625,219	1,902,906
					100.00%	58.22%	29.46%	12.12%
	取付橋梁合計				29,182,431	16,634,606	8,226,900	4,321,082
					100.00%	57.00%	28.19%	14.81%
<b>3 取付道路</b>								
3.1.1	盛土工	m <sup>3</sup>	170000	11.26	1,914,200	1,400,046	449,071	64,891
3.1.2	地盤改良工	m <sup>2</sup>	56700	35.06	1,987,902	1,476,614	448,669	62,619
3.1.3	舗装工	m <sup>2</sup>	77800	11.27	876,806	646,118	202,016	28,672
3.1.4	法面保護工	m <sup>2</sup>	18090	11.54	208,759	112,688	53,505	42,566
3.1.5	ボックスカルバート	No.	100	1278	127,800	64,041	47,286	16,473
3.1.6	小橋梁 (橋長=20m)	m <sup>2</sup>	346	780	269,880	136,586	89,546	43,775
3.1.8	道路付属施設	Ls			1,077,069	767,219	258,019	51,799
	小計				6,462,416	4,603,311	1,548,113	310,795
					100.00%	71.23%	23.96%	4.81%
	取付道路合計				6,462,416	4,603,311	1,548,113	310,795
					100.00%	71.23%	23.96%	4.81%
4	共通仮設費	Ls			3,986,278	2,385,165	999,285	601,849
5	建設費合計				57,136,647	34,187,359	14,323,091	8,626,499
					100.00%	59.83%	25.07%	15.10%





## 第 9 章 經濟評估



## 第9章 経済評価

### 9.1 概要

経済評価は本プロジェクトが、チュニジアの国民経済にいかに関与するかを、その費用と便益の比較検討によって評価しようとする。

プロジェクトの費用とは、プロジェクトの実施によって消費される資源（含労働力）の量であるが、税金のような移転部分は含まない。なぜなら税金は、納税者にとってはコストであるが、政府にとっては収益であり、国民経済全体としてはプラス、マイナス0である。

プロジェクトが生むすべての便益を金銭的に定量化することは不可能である。本調査においては、次の4種の便益について定量化を行なった。

- (1) 利用者便益（走行費と時間費の節約）
- (2) フェリーが廃止されるために節約される費用
- (3) プロジェクト投資に伴うフロー効果
- (4) 評価期間の最後における残存価値

### 9.2 建設費

建設費を表-9.2.1に示す。この表において、内貨分、外貨分ともに税金をまったく含んでおらず、すべて経済価格である。

### 9.3 維持管理費

橋梁の維持管理費は通常維持管理と補修に分けて算出する。通常維持管理は損傷を予防するための巡回維持管理であり、道路の1 km当り維持管理費に定数をかけて算出するEKM方式（Equivalent Maintenance Kilometer of Road）で算出する。チュニス市内の道路の維持管理費予算は1989年 1,110ディナール/kmである。従って、橋梁に対する維持管理費は以下のとおりである。

項 目	E K M の 基 準 単 位 (ディナール/km)	橋 梁 の 定 数	単 位 m 当 り 橋 梁 維 持 管 理 費 (ディナール/m)
コンクリート橋梁	1,110	0.010	11.10
鋼 橋	1,110	0.040	44.40

表-9.2.1 経済評価用專業費(税抜)

単位：1,000円

	合計金額		(1992)		(1993)		(1994)		(1995)		(1996)	
	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨
工事費	34,200	14,300			6,015	2,515	13,382	5,595	11,638	4,866	3,166	1,324
詳細設計・施工監理	3,420	1,430	1,026	429	431	180	934	390	814	340	215	91
用地費・補償費		425				425						
設備省の監理費		480		144		60		131		114		31
予備費	1,881	832	51	29	322	159	716	306	623	266	169	72
合計	39,501	17,467	1,077	602	6,768	3,339	15,032	6,422	13,074	5,586	3,550	1,518
		56,968		1,679		10,107		21,454		18,660		5,068
				2.95%		17.74%		37.66%		32.76%		8.90%

通常維持管理費（橋梁）：  $11.10 \text{ デイナール/m} \times 1,600 = 17,760 \text{ デイナール/年}$   
 “ （道路）：  $1.10 \text{ デイナール/m} \times 2,200 = 2,420 \text{ デイナール/年}$   
 合 計 20,180 デイナール/年

また、補修費としては10年に一度舗装のオーバーレイを実施する。

補 修 費 :  $7.6 \text{ デイナール/m}^2 \times 58,000 \text{ m}^2 = 440,800 \text{ デイナール}$

なお、上記の維持管理費は税金を除いた経済価格である。

## 9.4 利用者便益

### 9.4.1 車両走行費

車両走行費は次の2部分よりなる。

- 距離比例費。燃料、油脂およびタイヤの費用、維持費および修理費がこれである。
- 年間固定費。減価償却費、金利、人件費（トラックの場合）、一般管理費がこれである。

上記の費用を推定するために、実際に調査を行ない、そのデータを分析した。以下、車種別の費用を説明する。年間固定費は、車種別の平均走行時間に基づいて、時間当り費用に変換された。費用は経済価格（税抜）および財務価格（TTC）の両価格で表現されている。

### 走 行 費 用

車 種	km 当り 費用 (ミリム/km)		時間当り費用 (デイナール / 時間)	
	税 抜	税 込	税 抜	税 込
乗 用 車	41.5	79.0	-	-
タ ク シ ー	41.9	69.9	3.6	10.7
ピ ッ ク ア ッ プ	40.1	65.5	1.0	1.4
小 型 ト ラ ッ ク	134.4	82.9	2.5	3.1
大 型 ト ラ ッ ク	177.6	241.5	4.9	6.0
ト レ ー ラ ー	217.7	302.7	7.2	8.6
バ ス	194.9	267.9	10.5	12.6

乗用車に関しては、利用者が感知する費用としての距離比例費のみを考慮した。時間に比例する費用は、利用者の時間価値に基づいて計算された。

#### 9.4.2 時間評価値

時間価値は費用一般を構成する諸要素のひとつである。従って、旅客が時間に与える価値は、旅行時間を短縮しようとする努力の効果の推定にとって決定的な重要性をもっている。

時間価値は労働1時間当りの平均収入に基づいて推定されたが、これは一般的に認められている手法である。アンケート調査の結果、得られた小型車旅客の1人当り平均収入は次のとおりである。

- 勤労者は1ヶ月 79.5ディナール
- 自由業は1ヶ月 102.2ディナール

労働1時間当りの平均収入は次式によって計算された。

$$RH = \frac{RMT \cdot NPM}{NAM \cdot NHM}$$

- RH : 1時間当り収入
- RMT : 人月当り収入
- NPM : 世帯当り人員
- NAM : 世帯当り労働者数
- NHM : 1ヶ月当り労働時間数

平均世帯人員は5.2人で、世帯当り労働者数は1.5人である。月間労働時間は一般に180時間であるから、労働1時間収入は次のように推定された。

- 勤労者は1時間当り 1.531ディナール
- 自由業は1時間当り 1.968ディナール

時間価値は上記の1時間当り平均収入にある割合を適用して推定されうる。世界銀行はこれに関し、次のような割合を提唱している。

- 業務トリップ : 時間当り収入の50~100 %
- 通勤トリップ : " 25~50%
- 私的トリップ : " 0~25%

本調査では次のような割合が採用された。

- 業務トリップ : 75%
- 通勤トリップ : 33%
- 私的トリップ : 20%

アンケート調査の結果によれば、小型車によるトリップの35%は私的トリップで65%が職業上のトリップである。他方、職業上のトリップの44%は通勤トリップであり、56%は業務トリップである。上記の各種のパーセンテージを適用して、次のような時間価値が推定された。

0.69ディナール/h

アンケート調査で判明した平均乗車人数を考慮すると、車両そのものの時間価値は次のようになる。

- 乗用車は1.36ディナール/h (1.97人)
- タクシーは1.27ディナール/h (1.84人)

観光バスについては、旅客1人当りの時間価値を1/3減額し、また、22.8人という平均乗車人数に基づいて、1台当り10.5ディナール/hという値を採用した。

#### 9.4.3 モデルで使用された数値

車種別のkm当り費用、時間当り費用および乗用車当量に基づいて、乗用車換算1台当りのkm当り費用および時間当り費用が、次のように税抜きおよび税込みで算出された。

##### モデルで使用された数値

	税抜き	税込み
km当り費用 (ディナール/km)	0.0648	0.0947
時間当り費用 (ディナール/h)	2.38	3.57



上記の時間当り費用は、車両の走行時間費と時間価値の合計である。将来は、時間価値も1人当り収入すなわち1人当りGDPと同様に、増加するであろう。この増加率としては、次のような値が採用された。

- 1994年まで年間 1.2%
- 2004年 “ 1.7%
- 2014年 “ 1.9%

#### 9.4.4 利用者便益

利用者便益は次式で求められる。

$$UB = WOUC - WUC \quad \dots\dots\dots (9.4.4.1)$$

- UB : 1台当り利用者便益
- WOUC : “without project” の利用者費用
- WUC : “with project” の利用者費用

そして、利用者費用は次式で表現される。

$$UC = VOC \times km + TV \cdot H \quad \dots\dots\dots (9.4.4.2)$$

- UC : 1台当り利用者費用
- VOC : km当り自動車走行費用  
(VOC = 0.0648ディナール 1989年価格、税抜)
- TV : 1時間当り時間価値  
2.38ディナール 1989年価格、税抜
- H : 所要時間

なお車両走行費および時間価値は、最終的には6%の価格インフレーションを加味して1990年値に変換された。上述の乗用車換算1台当りの利用者便益に交通量を乗じて求められた年間の便益総額(1990年価格、税抜)は次のとおりである。

1996年	7,452,000ディナール
2006年	12,417,000ディナール
2016年	20,698,000ディナール

ゾーンペア別の利用者便益関連のデータを表 9.4.4に示す。これを見るに、たと

Table 9.4.4-1 利用者便益 (1990年価格)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
101	6 KARTHAGE	44	16	28	1.417	1.058	1.049	0.009	1.426	3.279	1.853	0
102	6 KARTHAGE	59	31	28	1.415	2.215	2.215	0.005	1.421	5.205	3.784	1
109	7 SIDI BOU SAID	21	20	1	0.051	1.428	1.420	-0.002	0.048	2.520	2.472	0
110	7 SIDI BOU SAID	37	25	12	0.608	1.725	1.557	0.168	0.776	3.615	2.839	2
111	7 SIDI BOU SAID	28	20	9	0.456	1.412	1.456	-0.044	0.412	2.863	2.451	0
112	7 SIDI BOU SAID	51	24	28	1.415	1.646	1.639	0.007	1.422	4.262	2.840	2
113	7 SIDI BOU SAID	45	17	28	1.416	1.170	1.159	0.011	1.427	3.458	2.031	3
114	7 SIDI BOU SAID	43	16	28	1.420	1.129	1.104	0.025	1.445	3.340	1.895	3
115	7 SIDI BOU SAID	43	14	29	1.466	1.063	0.967	0.096	1.562	3.232	1.670	31
118	7 SIDI BOU SAID	30	29	1	0.059	2.042	2.046	-0.004	0.056	5.384	3.525	0
119	7 SIDI BOU SAID	60	32	28	1.415	2.332	2.325	0.007	1.422	4.203	3.962	12
120	7 SIDI BOU SAID	42	30	12	0.608	2.081	1.914	0.168	0.776	4.203	3.428	0
128	8 LA MARS	20	19	1	0.053	1.633	1.435	-0.002	0.051	2.461	2.410	4
129	8 LA MARS	36	26	11	0.544	1.732	1.571	-0.161	0.705	3.577	2.872	266
130	8 LA MARS	19	19	0	0.024	1.475	1.476	-0.001	0.023	2.442	2.420	2
131	8 LA MARS	51	24	27	1.393	1.657	1.653	0.004	1.396	4.269	2.873	265
132	8 LA MARS	45	17	27	1.394	1.180	1.173	0.007	1.401	3.465	2.064	197
133	8 LA MARS	43	16	27	1.398	1.139	1.118	0.022	1.420	3.348	1.928	9
134	8 LA MARS	43	14	28	1.444	1.074	0.981	0.093	1.536	3.240	1.704	87
137	8 LA MARS	29	28	1	0.062	2.047	2.051	-0.004	0.058	3.521	3.463	8
138	8 LA MARS	60	33	27	1.393	2.342	2.339	0.004	1.396	5.391	3.995	216
139	8 LA MARS	37	30	7	0.377	1.985	1.963	0.022	0.399	3.876	3.478	28
141	8 LA MARS	41	30	11	0.544	2.088	1.927	0.161	0.705	4.166	3.461	58
149	9 GAMMARTH	39	28	11	0.566	1.856	1.708	0.148	0.714	3.826	3.111	12
150	9 GAMMARTH	22	21	1	0.049	1.593	1.598	-0.006	0.044	2.695	2.651	0
151	9 GAMMARTH	53	26	27	1.393	1.794	1.790	0.004	1.396	4.508	3.112	39
152	9 GAMMARTH	47	19	27	1.398	1.317	1.310	0.007	1.401	3.704	2.303	9
153	9 GAMMARTH	45	18	27	1.398	1.277	1.255	0.022	1.420	3.587	2.167	1
154	9 GAMMARTH	45	16	28	1.444	1.211	1.118	0.093	1.536	3.479	1.942	4
156	9 GAMMARTH	32	30	1	0.061	2.165	2.168	-0.003	0.058	3.774	3.716	1
157	9 GAMMARTH	62	34	27	1.393	2.480	2.476	0.004	1.396	5.630	4.234	63
158	9 GAMMARTH	40	32	8	0.399	2.109	2.100	0.009	0.408	4.125	3.717	21
159	9 GAMMARTH	43	32	11	0.566	2.212	2.064	0.148	0.714	4.414	3.700	8
166	10 SIDI DAOU	34	25	9	0.441	1.580	1.578	0.002	0.443	3.310	2.867	60
168	10 SIDI DAOU	35	24	11	0.575	1.915	1.653	0.263	0.838	3.701	2.864	36
169	10 SIDI DAOU	29	17	11	0.579	1.445	1.173	0.273	0.852	2.907	2.055	32
170	10 SIDI DAOU	42	14	28	1.406	1.020	0.981	0.039	1.446	3.140	1.694	4
174	10 SIDI DAOU	44	32	11	0.575	2.601	2.339	0.263	0.838	4.823	3.986	134
175	10 SIDI DAOU	25	24	1	0.057	1.874	1.879	-0.005	0.052	3.160	3.108	1
177	10 SIDI DAOU	39	30	9	0.441	1.936	1.935	0.002	0.443	3.898	3.456	14
186	11 AEROPORT	14	13	1	0.049	1.228	1.132	0.096	0.145	1.953	1.809	18
199	12 LA SOUKRA	27	26	1	0.050	1.894	1.898	-0.004	0.046	3.279	3.232	6
200	12 LA SOUKRA	20	19	1	0.054	1.436	1.440	-0.005	0.049	2.463	2.414	1
201	12 LA SOUKRA	19	18	1	0.048	1.434	1.440	-0.006	0.042	2.396	2.354	0
202	12 LA SOUKRA	29	20	9	0.459	1.445	1.298	0.147	0.606	2.910	2.305	28
206	12 LA SOUKRA	36	35	1	0.050	2.580	2.584	-0.004	0.046	4.401	4.354	3
216	13 LA ARIANA	14	13	1	0.049	1.214	1.118	0.096	0.145	1.909	1.765	50
231	14 TUNIS MORO	25	24	1	0.049	1.549	1.253	0.096	0.145	2.601	2.456	28
244	15 TUNIS CENTRE	20	19	1	0.049	1.027	0.931	0.096	0.145	2.043	1.898	88
300	22 RADES PORT	27	27	1	0.049	1.919	1.823	0.096	0.145	3.320	3.175	9
301	22 RADES PORT	23	22	2	0.049	1.456	1.411	0.045	0.135	2.646	2.511	5
303	22 RADES PORT	36	35	1	0.049	2.605	2.509	0.096	0.145	4.442	4.297	4

Table 9.4.4-2 利用者便益 (1990年価格)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
7	1	16	13	0.051	0.891	0.893	-0.002	0.048	1.537	1.489		
8	1	17	12	0.608	1.188	1.022	0.166	0.775	2.632	1.857	9	0
9	1	18	16	0.456	0.875	0.919	-0.044	0.412	2.632	1.857	338	24
10	1	19	11	3.415	1.110	1.104	0.005	1.421	3.279	1.468	8	0
11	1	20	15	1.417	0.633	0.624	0.009	1.426	3.279	1.858	140	19
12	1	20	8	1.421	0.633	0.624	0.009	1.426	2.475	1.049	201	46
13	1	21	28	1.421	0.593	0.569	0.023	1.444	2.357	0.913	26	7
14	1	22	29	1.466	0.527	0.432	0.095	1.561	2.250	0.689	380	161
15	1	21	20	0.059	1.505	1.509	-0.004	0.056	2.597	2.542	2	0
16	1	26	51	1.415	1.796	1.790	0.005	1.421	4.401	2.980	193	16
17	1	27	23	0.397	1.441	1.376	0.065	0.462	2.931	2.469	1	0
18	1	29	33	0.608	1.545	1.379	0.166	0.775	2.921	2.446	173	9
19	2	16	15	0.051	1.028	1.031	-0.002	0.048	1.797	1.748	11	0
20	2	17	31	0.608	1.325	1.159	0.166	0.775	2.891	2.116	139	9
21	2	18	22	0.456	1.013	1.057	-0.044	0.412	2.891	1.728	21	0
22	2	19	45	1.415	1.247	1.241	0.005	1.421	3.538	2.117	229	27
23	2	20	39	1.417	0.770	0.761	0.009	1.426	2.734	1.309	247	46
24	2	21	37	1.421	0.720	0.706	0.023	1.444	2.616	1.172	14	3
25	2	22	36	1.466	0.664	0.569	0.095	1.561	2.509	0.948	160	51
26	2	23	23	0.059	1.642	1.646	-0.004	0.056	2.857	2.801	2	0
27	2	24	54	1.415	1.933	1.927	0.005	1.421	4.660	3.239	154	0
28	2	25	32	0.397	1.579	1.514	0.065	0.462	3.190	2.728	6	0
29	2	26	35	0.608	1.682	1.516	0.166	0.775	3.480	2.705	80	4
30	3	16	16	0.051	1.097	1.099	-0.002	0.048	1.926	1.878	0	0
31	3	32	20	0.608	1.394	1.228	0.166	0.775	3.021	2.246	32	2
32	3	23	14	0.456	1.081	1.125	-0.044	0.412	2.269	1.857	2	0
33	3	46	18	1.415	1.315	1.310	0.005	1.421	3.668	2.247	13	1
34	3	40	12	1.417	0.839	0.830	0.009	1.426	2.864	1.438	10	2
35	3	38	10	1.421	0.798	0.775	0.023	1.444	2.746	1.302	2	0
36	3	37	9	1.466	0.733	0.638	0.095	1.561	2.638	1.077	3	1
37	3	25	24	0.059	1.711	1.715	-0.004	0.056	2.986	2.931	0	0
38	3	55	27	1.415	2.001	1.996	0.005	1.421	4.790	3.369	33	3
39	3	33	25	0.397	1.647	1.582	0.065	0.462	3.320	2.858	0	0
40	4	17	16	0.051	1.166	1.168	-0.002	0.048	2.056	2.008	5	0
41	4	17	21	0.608	1.662	1.296	0.166	0.775	3.150	2.376	185	10
42	4	18	33	0.456	1.150	1.194	-0.044	0.412	2.599	1.987	45	0
43	4	19	25	1.417	0.908	0.898	0.009	1.421	3.797	2.377	196	21
44	4	20	13	1.421	0.867	0.844	0.023	1.444	2.994	1.568	173	28
45	4	21	39	1.466	0.801	0.706	0.095	1.561	2.876	1.432	48	9
46	4	22	10	0.059	1.779	1.783	-0.004	0.056	2.768	1.207	70	18
47	4	26	25	1.415	2.070	2.064	0.005	1.421	3.116	3.060	3	0
48	4	56	56	0.397	1.716	1.651	0.065	0.462	4.920	3.499	371	27
49	4	34	26	0.608	1.819	1.653	0.166	0.775	3.449	2.987	87	0
50	5	38	26	0.051	1.234	1.236	-0.002	0.048	3.739	2.964	0	0
51	5	19	18	0.608	1.531	1.365	0.166	0.775	2.186	2.137	2	0
52	5	34	22	0.456	1.218	1.262	-0.044	0.412	3.280	2.505	33	2
53	5	26	17	1.415	1.453	1.447	0.005	1.421	2.528	2.117	29	0
54	5	49	21	1.417	0.976	0.967	0.009	1.426	3.927	2.506	200	20
55	5	42	14	1.421	0.936	0.912	0.023	1.444	3.123	1.697	192	28
56	5	22	13	1.466	0.870	0.775	0.095	1.561	3.005	1.561	5	0
57	5	40	11	0.059	1.839	1.852	-0.004	0.056	2.898	1.537	36	8
58	5	27	29	1.415	2.139	2.133	0.005	1.421	3.246	3.190	1	0
59	5	35	27	0.397	1.784	1.719	0.065	0.462	3.049	1.561	183	13
60	5	39	27	0.608	1.888	1.722	0.166	0.775	3.579	3.117	3	0
61	6	36	24	0.608	1.613	1.447	0.166	0.775	3.869	3.094	37	2
62	6	50	22	1.415	1.535	1.529	0.005	1.421	3.436	2.661	2	0
63									4.083	2.662	2	0

表-9.4.4に関する説明

- (1) without project における所要時間 (分)
- (2) with project
- (3) with project における時間の短縮 (分)
- (4) 時間節約便益 (D/U・V・P)
- (5) without project における車両走行費 (D/U・V・P)
- (6) with project           "                   ( " )
- (7) 車両走行費節約便益 (D/U・V・P)
- (8) 利用者便益 (D/U・V・P)
- (9) without project の利用者費用 (D/U・V・P)
- (10) with project の           "           ( " )
- (11) 通常交通の利用者便益総額 ( 1,000D / 1996年)
- (12) 誘発交通の           "           ( " )

例えばGoulette港とRades 港との間の交通は、所要時間が29分短縮され、1台当り1.56ディナール利用者便益が生じ、年間の利用者便益総額は541,000 ディナールに達する。

#### 9.5 フェリーの廃止に伴う関連費用の節約

フェリー運航当局から提供された資料によれば、1990年度運航経費予算は次のとおりである。

人件費	127,000 ディナール
物件費	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

物件費 435,000ディナールの内訳を表-9.5.1および表-9.5.2に示す。運航当局の言によれば、人件費中の税金の割合は15%であり、物件費中のそれは17%である。従って、総合的には  $(127 \times 0.15) + (435 + 100) \times 0.17) \div 662 = 0.166$ 、すなわち16.6%となる。そこで、財務価格を経済価格に変換するための係数としては0.83を採用した。

without project の場合、フェリーは営業を継続することとなり、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new造という事態に至るであろう。従って、上述の 662,000ディナールという運航費はそのまま推移するのではなく、交通量の伸びに応じて伸びるものとした。

#### 9.6 建設投資の波及効果

投資の乗数効果は次式によって計算される。

$$\textcircled{1} \quad DP_{ij} = A_{ij} \cdot DF_j$$

$DP_{ij}$  :  $j$  部門への発注によって生じる  $i$  部門での生産増加額

$A_{ij}$  : 逆行列係数

$DF_j$  :  $j$  部門への発注額

$$\textcircled{2} \quad S_i = \sum_j DP_{ij}$$

$S_i$  :  $i$  部門における追加生産

表 9.5.1 フェリーの年間経費

	船底修理	曳船	定期検査
ZARZOUNA号	75.000,000 <sup>D</sup>	15.000,000 <sup>D</sup>	5.000,000 <sup>D</sup>
PORTE DE TUNIS号	75.000,000 <sup>D</sup>	15.000,000 <sup>D</sup>	5.000,000 <sup>D</sup>
計	150.000,000 <sup>D</sup>	30.000,000 <sup>D</sup>	10.000,000 <sup>D</sup>

3 フェリーの1990年度維持費予算

- 油脂	:	101.767,100 <sup>D</sup>
- 消耗部品	:	101.767,100 <sup>D</sup>
- 年間諸経費	:	190.000,100 <sup>D</sup>
		<hr/>
		423.767,100 <sup>D</sup>
- 修理 (D.E.M)	:	10.000,000 <sup>D</sup>
		<hr/>
計	:	433.767,100 <sup>D</sup>
		<hr/>
四捨五入して	:	435.000,000 <sup>D</sup>
		<hr/> <hr/>

表 9.5.2 フェリ－維持費 (1990年予算)

器	材	油	脂	(1) 消耗部品	修 理	点 検
フェリ－	3隻	93,000,000				365日/年
ルノ－	4台	1,861,200				330日/年
トラツク		1,247,400				330日/年
エレベーター		2,025,000				300日/年
モーターポンプ	3台	3,431,000				365日/年
モーターポート		202,500		132,000,000	10,000,000	150日/年
計		101,767,100		132,000,000	10,000,000	

(1) \* 保 険 : 2,000,000<sup>D</sup>

\* 雑 費 (塗装、モーター、スターター、フューズ、  
注入ポンプ、電路、消耗品、工具) : 40,000,000<sup>D</sup>

\* 交 換 部 品 : 90,000,000<sup>D</sup>

$$\textcircled{3} \quad A V I_i = S_i \cdot R V_i$$

$A V I_i$  :  $i$  部門での増加付加価値

$R V_i$  : 付加価値率

$$\textcircled{4} \quad T A V = \sum A V I_i$$

$T A V$  : 増加付加価値の総額

計算結果を表-9.6.1に示す。すなわち、建設部門において17,467,000ディナールの投資(表-9.2.1参照)を行なうと、その1.41倍、24,709,200ディナールの生産を誘発し、38.7% ( $6,764 \div 17,467 = 0.387$ ) に達する増加付加価値を生み出す。

投資額17,467,000ディナールは、税抜の経済価値額であるから 6,764,000ディナールという増加付加価値額もまた経済価値額である。

## 9.7 費用・便益分析

### 9.7.1 分析のための諸前提

#### (1) 評価期間

建設は1992年から開始され、5年の建設期間を経て1996年5月から供用開始となる。評価期間としては1992年から2021年までの30年間をとった。供用開始初年度の1996年は5月から営業開始なので年間8ヶ月の営業となる。そこで、1996年だけ利用者便益およびフェリー運営費節約便益に(8/12)を乗じた。

#### (2) 現存フェリーの取扱い

with projectの場合には、現存フェリーは廃止されるものとした。ただし、現存フェリーの改良計画はwith projectでも実施される。なぜなら、橋の供用開始予定が1996年なので、それまで不便にた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。引揚価値は0とし減価償却は直線法によった。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。その最後の残存価値のみが、その年の便益に算入された。



表 9.6.1 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	0.079816	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. 鋁 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. 輪 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	0.00325	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	0.554341	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

#### (4) 価 格

価格はすべて1990年現在の価格である。インフレーションはまったく考慮されていない。しかし、1989年価格を1990年価格に変換する場合には6%のインフレーションを見込んだ。また、価格はすべて税抜価格である。税を除去するための変換係数は項目によって異なるが、標準変換係数は人件費に関するそれが0.85、物件費に関するそれが0.83である（9.5 節 参照）。

#### (5) プロジェクトの便益

プロジェクトの便益としては、利用者便益プロジェクトの他に、廃止されるフェリーの運営費と投資の乗数効果を見込んだ。

### 9.7.2 内部収益率（IRR）

内部収益率とその計算過程を表 9.7.2.1および表 9.7.2.2に示す。すなわち、通常のケース（費用0%増、便益0%減）におけるIRRは18.6%、感度分析（費用15%増、便益15%減）におけるそれは14.7%である。チュニジア国における資本の機会費用（あるいは一般市場利子率）は12%前後と考えられるから、このプロジェクトは経済的には充分正当化される。

### 9.8 エコノミック・インパクト

ここではRades-Goulette橋の効果のうち、定量化できないものを論ずる。

#### (1) Rades 港とGoulette港の一体化

Rades 港とGoulette港との間の距離はせいぜい5kmであり、本来両者は単一の港として取扱われるべき性質のものである。事実、港湾局も税関もGoulette港にあって、Rades 港に関する業務もそこで取扱われている。しかし、両港を結ぶ橋がないためにひとつの港が2部分にひきさかれた恰好になっており、具体的には次のような不便が生じている。

- Goulette港からTunis 南部に貨物を運ぶ場合、あるいは逆にRades 港からTunis 北部に運ぶ場合、いずれも大迂回となり時間のロスを生ずるだけでなく、市内の交通混雑に拍車をかけている。

表 9.7.2.1 キャッシュフロー

費用 0% 増  
便益 0% 減

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ANEE	INVES-	COUT	COUT	AVANTAGE	ECONOMIE	EFFET	VALEUR	AVANTAGE	COUT	AVANTAGE
TISSEMENT	TISSSEMENT	D'ENTRETIEN	TOTAL	POUR L'USAGER	SUR COUT DU BAC	MULTI-PLICATEUR	RESIDUELLE	TOTAL	TOTAL	TOTAL
								ACTUALISE	ACTUALISE	ACTUALISE
1992	1681	0	1681	0	0	200	1681	200	1681	200
1993	10106	0	10106	0	0	1201	11753	1201	8519	1012
1994	21454	0	21454	0	0	2549	32971	2549	15244	1811
1995	18663	0	18663	0	0	2217	50969	2217	11178	1328
1996	5070	14	5084	4993	534	602	55001	6129	2567	3095
1997	0	20	20	7949	856	0	53862	8805	9	3747
1998	0	20	20	8445	915	0	52723	9360	7	558
1999	0	20	20	8942	974	0	51583	9915	6	2998
2000	0	20	20	9438	1032	0	50444	10470	5	2669
2001	0	20	20	9935	1091	0	49304	11026	4	2369
2002	0	20	20	10431	1150	0	48165	11581	4	2098
2003	0	20	20	10928	1209	0	47025	12136	3	1853
2004	0	20	20	11211	1268	0	45886	12479	3	1606
2005	0	20	20	11921	1326	0	44746	13247	2	1437
2006	0	461	461	12417	1385	0	43607	13802	42	1262
2007	0	20	20	13245	1428	0	42467	14673	2	1131
2008	0	20	20	14073	1470	0	41328	15543	1	1010
2009	0	20	20	14901	1513	0	40188	16414	1	899
2010	0	20	20	15729	1555	0	39049	17284	1	798
2011	0	20	20	16558	1597	0	37909	18155	1	707
2012	0	20	20	17386	1640	0	36770	19025	1	624
2013	0	20	20	18214	1682	0	35630	19896	1	550
2014	0	20	20	18687	1725	0	34491	20412	0	476
2015	0	20	20	19870	1767	0	33351	21637	0	425
2016	0	461	461	20698	1810	0	32212	22508	8	373
2017	0	20	20	21526	1852	0	31073	23378	0	326
2018	0	20	20	22354	1895	0	29933	24249	0	285
2019	0	20	20	23182	1937	0	28794	25119	0	249
2020	0	20	20	24010	1980	0	27654	25990	0	217
2021	0	20	20	24839	2022	0	26515	53375	0	376
TOTAL									39290	39290

費用便益比 = 1.00001      内部収益率 = .18632

表 9.7.2.2 キャッシュフロー

1. 年	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		
	ANEE	INVESTISSEMENT	COU D'ENTRETIEN	COU TOTAL	AVANTAGE POUR L'USAGER	ECONOMIE SUR DU BAC	EFFET MULTIPLICATEUR	VALEUR RESIDUELLE	AVANTAGE TOTAL	AVANTAGE TOTAL	AVANTAGE TOTAL	AVANTAGE TOTAL	AVANTAGE TOTAL	AVANTAGE TOTAL	AVANTAGE TOTAL	AVANTAGE TOTAL	AVANTAGE TOTAL	AVANTAGE TOTAL	AVANTAGE TOTAL	AVANTAGE TOTAL	AVANTAGE TOTAL	AVANTAGE TOTAL	
1992		1933	0	1933	0	0	195	1933	0	0	0	0	195	1933	195	1933	195	1933	1933	195	1933	195	
1993		11622	0	11622	0	0	1174	11622	0	0	0	0	1174	10133	1174	10133	1174	10133	10133	1174	10133	1174	
1994		24672	0	24672	0	0	2492	24672	0	0	0	0	2492	18754	2492	18754	2492	18754	18754	2492	18754	2492	
1995		21462	0	21462	0	0	2167	21462	0	0	0	0	2167	14223	2167	14223	2167	14223	14223	2167	14223	2167	
1996		5831	16	5846	4244	454	589	5846	4244	454	589	589	3378	5287	3378	3378	5287	3378	3378	5287	3378	5287	
1997		0	23	23	6756	728	0	23	6756	728	0	0	7484	7484	12	12	7484	10	10	7484	3494	3494	
1998		0	23	23	7178	778	0	23	7178	778	0	0	7956	7956	9	9	7956	9	9	7956	3227	3227	
1999		0	23	23	7600	828	0	23	7600	828	0	0	8428	8428	8	8	8428	8	8	8428	2971	2971	
2000		0	23	23	8022	878	0	23	8022	878	0	0	8900	8900	7	7	8900	7	7	8900	2728	2728	
2001		0	23	23	8444	927	0	23	8444	927	0	0	9372	9372	6	6	9372	6	6	9372	2498	2498	
2002		0	23	23	8866	977	0	23	8866	977	0	0	9844	9844	5	5	9844	5	5	9844	2282	2282	
2003		0	23	23	9288	1027	0	23	9288	1027	0	0	10316	10316	4	4	10316	4	4	10316	2046	2046	
2004		0	23	23	9529	1077	0	23	9529	1077	0	0	10607	10607	4	4	10607	4	4	10607	1893	1893	
2005		0	23	23	10132	1127	0	23	10132	1127	0	0	11260	11260	3	3	11260	3	3	11260	1720	1720	
2006		0	530	530	10554	1177	0	23	10554	1177	0	0	11732	11732	3	3	11732	3	3	11732	1594	1594	
2007		0	23	23	11258	1213	0	23	11258	1213	0	0	12472	12472	2	2	12472	2	2	12472	1472	1472	
2008		0	23	23	11962	1250	0	23	11962	1250	0	0	13212	13212	2	2	13212	2	2	13212	1355	1355	
2009		0	23	23	12666	1286	0	23	12666	1286	0	0	13952	13952	2	2	13952	2	2	13952	1244	1244	
2010		0	23	23	13370	1322	0	23	13370	1322	0	0	14692	14692	2	2	14692	2	2	14692	1140	1140	
2011		0	23	23	14074	1358	0	23	14074	1358	0	0	15432	15432	1	1	15432	1	1	15432	1041	1041	
2012		0	23	23	14778	1394	0	23	14778	1394	0	0	16172	16172	1	1	16172	1	1	16172	949	949	
2013		0	23	23	15482	1430	0	23	15482	1430	0	0	16912	16912	1	1	16912	1	1	16912	849	849	
2014		0	23	23	15884	1466	0	23	15884	1466	0	0	17350	17350	1	1	17350	1	1	17350	785	785	
2015		0	23	23	16889	1502	0	23	16889	1502	0	0	18392	18392	20	20	18392	20	20	18392	712	712	
2016		0	530	530	17593	1538	0	23	17593	1538	0	0	19132	19132	1	1	19132	1	1	19132	644	644	
2017		0	23	23	18297	1574	0	23	18297	1574	0	0	19872	19872	1	1	19872	1	1	19872	583	583	
2018		0	23	23	19001	1610	0	23	19001	1610	0	0	20612	20612	1	1	20612	1	1	20612	526	526	
2019		0	23	23	19705	1647	0	23	19705	1647	0	0	21352	21352	0	0	21352	0	0	21352	475	475	
2020		0	23	23	20409	1683	0	23	20409	1683	0	0	22091	22091	0	0	22091	0	0	22091	999	999	
2021		0	23	23	21113	1719	0	23	21113	1719	0	0	53323	53323	0	0	53323	0	0	53323	48601	48601	
TOTAL																							

費用便益比 = 1 内部収益率 = .146993

- ・ Rades 港と港湾局や税関との間の連絡車両は毎日相当な数で、これは現在フェリーを利用しているが、このフェリーが能力不足かつ不確実でしばしばダウンする。

## (2) 南北格差の解消

1990年現在、土地価格は平均して北部で 200ディナール、南部ではその1/10の20ディナールである。この地価の差そのものが開発の程度の差と考えてよい。事実、ホテル、高級住宅、外国人住宅、オフィスなどはほとんど北部にあり、南部は決定的に遅れている。これは北部がリゾート地であるという事実、およびカルタゴ以来の伝統によるかと思われる。

Rades-Goulette橋ができれば、次のようなプロセスを通じてこの南北格差は次第に解消されるであろう。

- ・ シーズン中、北のホテルが満員となったとき、あぶれた客は現在は市内のホテルに流れるが、橋ができれば南のホテルに流れていく。当然南ではホテルの建設が盛んとなる。ついには北のホテル南のホテルという区別すらなくなるであろう。
- ・ 外国人はほとんど北部に居住しており、従って、彼等の所有する事務所や店舗も北部や市内にあり南部にはない。しかし、橋ができれば通勤時間が短縮されるので南部にも事務所や店舗が進出するであろう。
- ・ 北部では開発はすでに限界に達している。これは農地の転用が制限されているからである。南部には開発の余地は大いにあるが、何分にも北部から時間距離が遠すぎて北部のポテンシャルを受けとめかねている。橋ができれば、北部のポテンシャルは急速に南部に浸透していくであろう。
- ・ 北部に職場をもつ勤労者が、地代・家賃の高い北部に居住するということは大変つらいことである。南部に居を移せば同じ家賃でより良い家に住むことができるが、そのかわり通勤が困難となる。橋はこのディレンマを解決してくれるであろう。そして、南部には大規模な住宅開発が進むであろう。
- ・ 北部の住宅はリゾートに近い住宅であり、南部のそれはリゾートに遠いそれである。当然北部は高級住宅地であり、南部は中級以下の住宅地となっている。しかし、橋ができればこの遠近差は小さくなり、北部の高級性が南部に移ってくると考えられる。南部の地価は大幅に上昇するであろう。

結論として、橋ができれば南北という区別は次第にうすれ、むしろテュニスの内陸部と海岸部として理解されることになるのかも知れない。

## 9.9 経済評価

すでに述べたように、内部収益率という観点からのみ考えても、このプロジェクトは非常に有望である。しかし、仮に内部収益率という観点をはなれても、ラデス・グーレット橋は不可欠である。なぜなら、この橋なくしてはデュニスの町が完成しないからである。それは金門橋のないサンフランシスコ、あるいはボスポラス橋のないイスタンブールを考えてみれば判る。本来ならばこのラデス・グーレット橋は20年以上も前に、すでに完成されていなければならないはずのものである。今までなしで済ませてきたのが不思議である。

また、投資による景気の刺激効果も発展途上国では重視されなければならない。橋ができてからの効果（stock 効果）よりは、むしろ建設中の効果（flow効果）をねらって、プロジェクトが推進されるというケースもかなり多いからである。



## 第10章 実施計画





## 第10章 実施計画

設備・住宅省が、本プロジェクトの実施主体である。チュニジア政府はプロジェクト遂行のために、建設業者を国際入札によって選定するものと考えられる。プロジェクト道路の建設に先立って、次のような準備作業が必要である。

- 1) 資金調達
- 2) 詳細設計（含む土質調査）
- 3) 建設業者選定入札および契約業務
- 4) 用地取得

建設期間はPC斜張橋また 100mを越える場所打杭の施工難度、インターチェンジを含む取付橋梁等のプロジェクト規模、および年間作業可能日等を考慮して 3.5年（42ヶ月）に計画している。建設開始前に詳細設計として1年（12ヶ月）、入札・契約期間6ヶ月を計画している。建設工程は、以下の仮定をもとに設定している。

- ・ 工事は1993年4月に開始し、現場設営や準備工を3ヶ月で完了させ、主橋梁の橋脚基礎工事（場所打杭）を1993年7月に開始する。
- ・ 場所打杭は長尺で掘削に長時間必要であり、掘削能率を考慮して掘削は昼夜作業とする。
- ・ PC斜張橋と取付橋梁は平行して施工するが、北側取付橋梁のPCT桁架設はPC斜張橋完成後に施工する。
- ・ すべての橋梁建設は、1996年7月末に完成させる。（37ヶ月）
- ・ 建設現場の撤去した後、建設事業は1996年9月末までに完成させる。

上記に仮定した条件に従って、建設の実施計画および年度別事業費は表10.1および表10.2に示す。

表 10.1 実施計画

	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1. 資金調達	—					
2. 詳細設計		—				
3. 入札契約業務			—			
4. 用地取得			—			
5. 工事実施				—	—	—
下部工			—	—		
上部工				—	—	

表 10.2 年度別事業費積算

	合計金額		(1992)		(1993)		(1994)		(1995)		(1996)	
	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨
工事費	34,200	22,940			6,015	4,034	13,382	8,976	11,638	7,806	3,166	2,124
詳細設計・施工監理	3,420	2,300	1,036	690	431	288	934	631	814	545	215	147
用地費・補償費		500				500						
設備省の監理費		570		171		71		155		135		36
予備費	5,640	3,950	154	129	967	734	2,147	1,464	1,368	1,273	507	346
合計	43,260	30,260	1,180	990	7,413	5,677	16,463	11,226	14,319	9,759	3,889	2,666
		73,520		2,170		13,040		27,689		24,078		6,543
				3.95%		17.74%		37.66%		32.75%		8.90%

第11章 提 言

第12章 今後の課題



## 第11章 提 言

前記のとおり本プロジェクトは、内部収益率との観点から考えても非常にフィージブルであり、また大テュニス圏の均衡のある発展のためにも不可欠なものである。それは、サンフランシスコにおけるゴールデンゲイト橋、あるいはイスタンブールにおけるボスポラス橋を想定してみれば明らかである。1976年にフランス国の SETEC社において行なわれた調査においても、本プロジェクトはその時点でフィージブルであると報告されている。

本来ならば、本プロジェクトはテュンジア国の文化水準ならびに経済力からして、かなり以前の段階にて完成されていなければならないものであったと言える。また、本地域ではプロジェクト完成後の効果のほかに、プロジェクト実施中の効果、すなわち投資による景気の刺激効果も大きく期待される。

以上のようなことから、調査団としては本プロジェクトが可能な限り早期に実施されることを提言する。

## 第12章 今後の課題

- (1) 本プロジェクトにおける交通需要予測においては、関連する道路における各種の改良計画が計画どおりに実施されることが前提となっている。このため、本プロジェクトが完成後において予測どおりの投資効果を発揮するためには、これらの計画を計画どおりに実現して行く必要がある。

特に本プロジェクト道路の延長上にある、グーレット～カルタゴ間におけるMC33とMC33E3間の交通は、現状にてすでに飽和状態である。このため、このプロジェクトの有効性を保持するためには、グーレット～カルタゴ間における上記道路の迂回道路を本プロジェクトの完成時期までに完成させることが必要であると言える。

- (2) 本プロジェクト道路はテュニス北湖の南岸部においてVoie Express（高速道路）と接続されるため、この地点にてインターチェンジとVoie Expressの付け換え道路を設ける必要がある。また、本プロジェクトに関連してテュニス北湖の東岸部において、Voie Expressをカルタゴ方向に延伸させることが計画されている。しかし、これら両地点においては、テュニス湖開発公社（SOCIETE PROMOTION DU LAC DE TUNIS）において湖岸部の開発計画がなされ、これらが一部実施に移されているところもある。このため、本プロジェクトの実施にあたっては、これらの計画との調整が重要であり、このため設備住宅省とテュニス湖開発公社においてこれらに関する協議を早期に実施する必要がある。

- (3) 本プロジェクト地域は軟弱地盤地域である。調査前の予測では橋梁基礎の支持層は約50mの深さに存在すると想定されていたが、ボーリング調査の結果、支持層の深さは約100mであることが判明した。このため、当初予定していた5ヶ所のボーリングが時間等の制約により2ヶ所に限定せざるを得なくなった。2本のボーリングデータの類似性ならびに既存の30m深さの既存データの土質構成より見てその変動は少なく、支持地盤位置の急変は考えられないが、なお調査の精度を上げるため詳細設計の時点で追加ボーリングを行なうことが望まれる。
- (4) 本橋梁の基礎杭の先端は、地盤の支持力として確実な値が期待される地下約100mの地層まで貫入させている。しかし、グレーレット側のランプ部における一部小支間橋梁で反力の小さい箇所では、これよりも浅い地層内にて杭の先端を止める設計も考えられるが、現段階では技術的な確実さを重視して支持杭方式を採用した。しかし、経済性をはかる意味から摩擦杭方式について検討する必要もあるが、この場合に安全率をよく大きくとるのが一般的であり、そうするとかえって不経済となることもあるので、詳細設計の段階にて慎重に検討される必要がある。





JICA