

## 第10章 施工、概略工費積算

### 10.1 工費積算

#### 10.1.1 積算体系

概算工費の積算については、中国における建設状況に対応するため、主として以下の文献を参考にして行った。ただし、これらの文献にないもの特にケーブルの架設、補剛桁の架設等については日本における施工歩掛りを参考に積算した。

- a. 中華人民共和国交通部 公路基本建設工程概算、預算編成弁法 1992年7月
- b. 中華人民共和国交通部 公路工程概算定額 1992年5月
- c. 中華人民共和国交通部 公路工程預算定額 1992年5月
- d. 中華人民共和国交通部 公路工程機械台班費用定額 1990年10月
- e. 公路工程機械設備手冊 韓志強・謝永平・張萌 編 1992年12月
- f. 簡明建築機械使用手冊 朱学敏・錢風 主編 1992年12月
- g. 全国統一市政工程預算定額 福建省單位工料總括表 1992年10月

#### (1) 事業費構成

事業費の構成は中国における公路建設費用積算に従い以下のごとくとした。

- 1. 建設工事費
  - a. 直接費
  - b. 間接費（公路基本建設工程概算、預算編成弁法による。）
  - c. 施工技術・裝備費（公路基本建設工程概算、預算編成弁法による。）
  - d. 施工企業利潤（公路基本建設工程概算、預算編成弁法による。）
  - e. 諸税（公路基本建設工程概算、預算編成弁法による。）
- 2. 建設工事その他費用（公路基本建設工程概算、預算編成弁法による。）
- 3. 予備費
- 4. 建設期間借入利息費（公路基本建設工程概算、預算編成弁法による。）

#### (2) 事業費各項目内容

事業費の各項目の内容は以下のごとくである。

##### 1) 直接費

直接費は工事本体に要する人件費、材料費、機械器具損料及びその他から成る。人件費及び主要材料費単価については、1993年の年央値として中国における建設

物価（建設情報、1993年6、7月）を基準に表10-1-1のごとくとした。

表10-1-1 主要建設材料単価（1993年年央）

材料名	単位	国内価格（元）	C I F 価格(US\$)	備 考
労務費（普通）	人日	11.0	—	
労務費（熟練）	人日	22.0	—	
原木	m <sup>3</sup>	900.0	94	輸入材扱い
板材	m <sup>3</sup>	1330.0	146	輸入材扱い
鉄筋	ton	3900.0	428	輸入材扱い
P C 用スラット	ton	8150.0	895	輸入材扱い
P C 用鋼棒	ton	4130.0	—	
ケーブル用鋼線	ton	45500.0	4760	製品輸入材扱
鋼板（桁用）	ton	6500.0	715	輸入材扱い
鋼管杭	ton	7800.0	865	輸入材扱い
その他鋼材	ton	5200.0	570	輸入材扱い
溶接棒	kg	5.02	—	
塗料	kg	18.12	—	
セメント、普通	ton	580.0	61	輸入材扱い
セメント、早強	ton	690.0	72	輸入材扱い
粗骨材	m <sup>3</sup>	55.0	—	
細骨材	m <sup>3</sup>	18.0	—	
アスファルト	ton	1300.0	—	
道路用碎石	m <sup>3</sup>	55.0	—	
石屑	m <sup>3</sup>	35.0	—	
ガソリン	kg	2.30	—	
軽油	kg	1.80	—	
電力	kwh	0.70	—	
水	m <sup>3</sup>	0.76	—	

注：元の対ドルレートは公定；5.7、市場：8.7とする。

国内材及び輸入材の区別は、廈門市周辺における建設資機材の需給状況から判断し、現在中国国内において生産されている建設資機材であっても、本事業のごとき大規模工事の実施時においては、輸入せざるを得ないと考えられるものについては輸入材とした。

輸入材の価格はUSドルの対元レートを市場レート（8.7元/ドル）で積算している。輸入建設資材の調達には国際入札によると考えられる。このための外貨は国外の公的融資機関或いは民間金融機関から借り入れることになる。従って、輸入資機材調達用に元を借り入れ、中国国内で外貨を調達する必要は生じないと思われる。一方償還については元単位が収入の基になり、それを外貨に換金する必要が生ずる。時期的には2000年頃以降であり、その場合中国のガット加盟による為替制度の整備が実現していると思われる。

機械器具損料については前出の“公路工程機械台班費用定額”における機械器具損料に物価上昇率を加え、1993年値を設定した。

その他については雨期施工割増（人件費、材料費及び機械器具損料の合計の0.

5%)、夜間施工割増(同合計の0.8%)、現場宿泊施設費(主橋、取付橋及び道路に対して同合計の各1.3%、4.2%、2.2%)及び施工雑費(主橋、取付橋及び道路に対して同合計の各1.1%、3.6%、1.7%)を計上した。

## 2) 間接費

間接費は施工管理費及びその他間接費から成る。施工管理費は基本費用定額とその他単工費用定額(主副食費、労働者帰休手当、流動資金借入利息)で構成され、その他間接費は臨時施設費、労働保険費及び施工部隊派遣旅費より成る。これらの費用は主橋、取付橋及び道路部に対して規定し、その各内容は以下表 10-1-2 のとおりとした。

表 10-1-2 間接費比率内訳

施工管理費項目	費用比率(直接費に対する%)		
	主橋	取付橋	道路部
施工管理費			
基本費用定額	6.00	15.00	9.00
主副食費	0.27	0.36	0.38
帰休手当費	0.40	0.90	0.65
借入利息費	0.60	1.50	1.20
その他単工費用			
臨時施設費	5.30	7.40	5.30
労働保険費	2.00	4.00	3.00
施工部隊旅費	3.40	3.40	3.60

## 3) 施工技術・装備費

施工技術・装備費は施工企業の施工技術・装備の拡大を図る目的で設けられており、直接費用と間接費の合計の3%とする。

## 4) 施工企業利潤

施工企業の計画利潤として直接費用と間接費の合計の4%を計上する。

## 5) 諸税

建設企業営業税、都市建設維持管理税及び教育費付加税として”直接費用+間接費+施工企業利潤-臨時施設費-労働保険費”の3.38%を計上する。

## 6) 建設工事その他費用

この費目は用地・家屋等移転補償費、建設単位管理費、研究試験費、測量・設計

費及び供電施設費から構成される。

a. 用地・家屋等移転補償費

西通道建設予定路線には住宅、工場、商店等の建築物或いは水田、畑及び養魚池が存在する。また火焼嶼周辺の海域では養殖用のいけすが分布している。土地自体の所有権は国家にあるが、使用权・占有権は住民及び企業に属している。以下の基準により用地・家屋等移転補償費を概算する。

一 農地収用費（1ha当り）；1993年基準値

収用費	64.5 万元
関連費	60.0 万元
占有税	5.1 万元
食料補償費	2.0 万元
手続き費用	2.2 万元
合計	133.8 万元

一 住宅移転補償費（床面積100m<sup>2</sup>当り）

厦門島内	28.8 万元
海滄地区	15.0 万元

一 漁業補償

漁業に対する影響は現在明確に積算できないが、大略海面占有に対する補償（30Ha）及びいけす移転費用（1000箱）に対する補償として一括500万元を計上する。

b. 建設単位管理費

建設単位管理費は建設単位管理費と施工管理費に区分し、前者は建設工事費に対して、表 10-1-3 の費用率を適用し算定する。後者については施工管理委託費として主橋部及びその他部分に対して各々建設工事費の4.0%及び1.5%の額を計上する。

表 10-1-3 建設単位管理費用計算累進率（建設工事費に対する%）

建設費用総額（万元）	费率（%）	建設管理費最大額（万元）
500 以下	2.00	10
501 - 1000	1.60	18
1001 - 5000	1.20	66
5001 - 10000	1.04	118
10001 - 30000	0.88+0.76	294 + 152
30001 - 50000	0.76+0.60	446 + 272
50001 - 100000	0.60+0.52	746 + 532
100001 - 150000	0.52+0.44	1006 + 752
150001 - 200000	0.44+0.31	1226 + 907
200000 以上	0.31+0.22	-

注：+分は外国建設企業が参入した場合のもの。

c. 研究試験費

研究試験費は吊橋建設における設計・施工に対する各種試験費用として一括主橋建設工事費の2.0%を計上する。

d. 測量・設計費

建設工事費の4%を計上する。

e. 供電施設費

一括250万元を計上する。

7) 予備費

予備費は建設資材量増加費及び建設資材価格増加費で構成される。資材量増加費は建設工事費及び建設工事その他費用の合計の10%とする。資材価格増加費については建設開始年を1995年、建設期間を4年間とし、年間価格上昇率を中国の現状を考慮し以下の値と想定し、建設工事費の増加分として計上する。

人件費	年率	12% (廈門市の物価上昇率; 91/90:2.7%, 92/91:9.8%)
資材費	年率	7% (但し、輸入材は年率3%)
機械器具損料費	年率	6%

8) 建設期間借入利息費

西通道の建設費用は全て借り入れによるものとし、建設工事費、建設工事その他費用、及び予備費に対して建設期間中7%の金利を計上する。

10.1.2 基本施工単価

(1) 積算方法

”公路工程概算定額”、”公路工程機械台班費用定額”及び日本における施工歩掛りを基に、施工単位量当りの施工費用を人件費、材料費、機械損料の区分毎に、また内貨、外貨の区分で積算した。なお人件費及び主要材料単価については表11-1-1に示す数値を用いた。また機械損料については”公路工程機械台班費用定額”に示されている金額が1990年値であるので、廈門市建設委員会通達(1993年6月15日付け)に基づき48%増し、1993年値に変換して用いた。

(2) 概算工費

最適代替案に対する概略工費積算結果を表10-1-4に示した。

表 10-1-4 概略工費積算結果

工 種	工費 (万元)	労務費	材料費	機械損料	内 貨	外 貨
直接工事費	84,285	7,035	66,984	10,226	27,975	56,310
主橋梁部	48,580	3,960	38,988	5,632	13,313	35,267
上部工	35,064	2,926	28,405	3,733	8,146	26,918
下部工	13,136	1,005	10,545	1,586	4,849	8,287
仮設備工	380	29	38	313	317	63
取付橋梁部	21,348	1,046	17,510	2,433	6,903	14,446
上部工	13,579	684	11,069	1,825	4,241	9,338
下部工	7,770	721	6,441	607	2,661	5,108
アツツ部	3,532	245	2,944	343	1,050	1,395
上部工	1,904	98	1,577	229	509	1,395
下部工	1,629	147	1,367	114	541	1,088
取付道路部	6,428	1,072	4,029	1,328	5,221	1,027
その他直接 工事費	4,396	352	3,513	530	1,488	2,908
間接費	13,561	6,190	4,770	2,602	13,561	0
施工技術装備	2,935	440	1,614	881	2,935	0
施工企業利潤	3,914	587	2,153	1,174	3,914	0
諸税	3,367	505	1,852	1,010	3,367	0
建設工事						
その他費用	37,934	7,812	30,122	0	33,823	4,111
用地等補償	27,614	0	27,614	0	27,614	0
建設管理費	4,516	2,258	2,258	0	1,485	3,030
研究試験費	1,232	1,232	0	0	1,232	0
測量設計費	4,322	4,322	0	0	3,242	1,081
供電施設費	250	0	250	0	250	0
予備費	49,387	13,514	30,634	5,239	36,343	13,044
資機材増	14,600	2,257	10,749	1,593	8,557	6,042
価格上昇	34,788	11,257	19,885	3,646	27,785	7,002
建設期間						
借入金利	29,080	5,370	20,558	3,151	18,146	10,934
事業費総額	224,463	41,453	158,687	24,323	140,063	84,400

## 10.2 施工検討

### 10.2.1 施工法

西通道は構造物として鋼吊橋、コンクリート連続桁、コンクリート高架橋、道路等多種にわたり建設されることになる。このうち鋼吊橋を除く構造物は中国において十分に施工実績があり、本プロジェクトにおいても施工技術的には特に問題はないと考えられる。従って、本節においては鋼吊橋に関する施工方法についてまず検討を行い、その後その架設における課題と対処方法を考察する。

#### (1) 主橋梁上部構造の施工法

##### 1) ケーブル架設工事

ケーブル架設工事は前期工事と後期工事に分けられ、前期工事はパイロットロープ渡海に始まり、キャットウォーク架設、ケーブルストランド架設、ケーブルバンド架設、ハンガーロープ架設と続く。その後補剛桁架設工事が終了した時点でケーブル後期工事が始まり、ケーブルラッピング、ハンドロープ架設、キャットウォーク撤去、主ケーブル・ハンガーロープ等の現場塗装を行う。

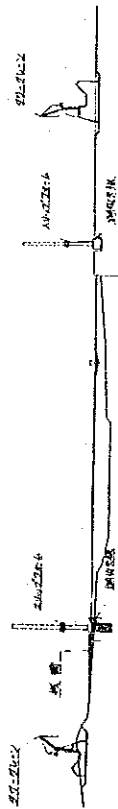
- ・パイロットロープの渡海工法は、曳船による浮子工法とする。
- ・主ケーブルの架設は架設工期の短縮をはかり、プレハブ平行線ストランド工法とする。
- ・キャットウォーク用ワイヤーロープやケーブルストランドを引き出すための架線設備であるホーリングシステムは、ループ式で1ケーブル・1ホーリングシステムを採用する。
- ・ケーブル整形工事に使用する主要機械であるスクイジングマシンは全橋で4台、ラッピングマシンも全橋で4台使用するものとする。

##### 2) 補剛桁架設工事

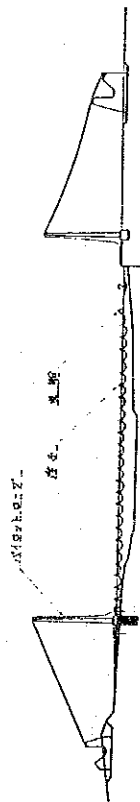
補剛桁架設工事はケーブル前期工事が終了した時から開始し、クロスブリッジ撤去、ウインチ設備据付、リフティングビーム架設を行ったのち、リフティングビームにより補剛桁ブロック架設、移動防護工架設、局部防護工架設を行う。補剛桁の閉合後は、移動防護工撤去、局部防護工撤去、リフティングビーム撤去を行う。

- ・中央径間の補剛桁の架設工法については、海面使用が可能であることから、工期および経済性の点で優れており実績も多いリフティングビームによる直下吊上げ工法を採用する。なお、吊上げ直下に台船を係留することが不可能な3P主塔付近については、台船係留が可能な地点で桁架設ブロックを吊上げ、リフティングビームと仮ハンガーとの交互の盛替えによる縦取り架設工法を併用する。

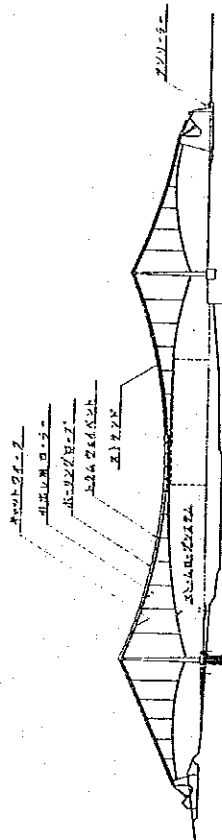
1 アンカレイジ、基礎基礎、主塔の施工



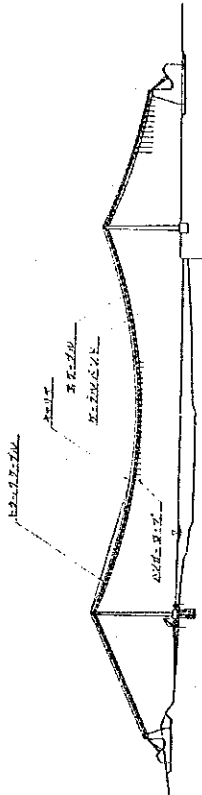
2 ハイロフトロープの張設



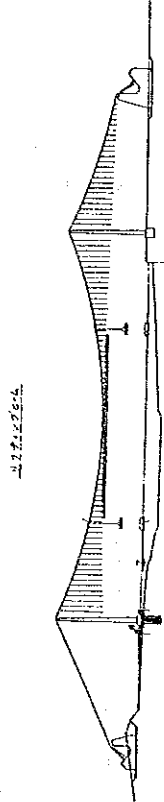
3 キャットウォーク、ケーブルスタンドの架設



4 ケーブルバンド、ハンガーロープの架設



5 補剛桁の架設



6 補剛桁の閉合、付属物の架設、橋面工の施工、ケーブルのラッピング

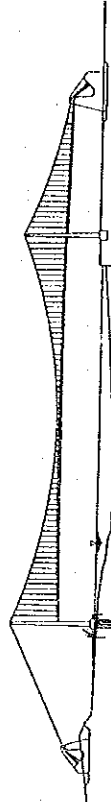


図 10-2-1 主橋上部工階段図



- ・ 3 P 側側径間の補剛桁の架設工法については、陸上部であることから、吊上げ直下に台船を係留することが不可能なので、岸壁で台船から台車に桁架設ブロックを水切りし、直下吊上げが可能な地点迄レール軌道上を移動させたのち、リフティングビームにより直下吊上げを行う。なお、鉄道の引込線により直下に台車を移動させることが不可能な範囲については、3 P 主塔付近の中央径間側と同様に縦取り架設工法を併用する。
- ・ 桁ブロックの架設順序としては、中央径間は支間中央からそれぞれ2 P、3 Pの主塔方向へ向かって架設するバランス架設とし、側径間についても中央径間とのバランスを考慮しながら、アンカレイジ側から主塔方向へ向かって架設するものとする。
- ・ 架設途中の架設構造系は、架設工期を短縮でき、またリフティングビームの吊能力も小さくできるオールピンジ工法とする。
- ・ 工事に使用する主要な機械である吊上げ設備（リフティングビーム）は1ヶ所当たり1台で、2 P 主塔中央径間側、3 P 主塔中央径間側、3 P 主塔側径間側それぞれに準備し、全橋で3台配置するものとする。

## (2) 主橋梁下部構造の施工法

### 1) 仮設備工事

バッチャープラント一式、グリーンカット等が出る廃液を処理するための廃液処理設備および型枠のスライディング、鉄筋組立等に用いるタワークレーンの設置を行う。

### 2) 1 A アンカレイジの施工

本橋梁のアンカレイジは重力式直接基礎形式で橋軸方向長さ50 m、直角方向幅44 m、高さ3.9 m、基礎の設置面DL+6.000 mでコンクリート体積は約41,000 m<sup>3</sup>の規模である。アンカレイジは、火焼嶺の北端の小高い山の中心付近に構築され、山の斜面は比較的急であり、前後は海岸に落ち込む崖垂に挟まれている。アンカレイジの施工は特に難しいことは無く、工種は大別して次に説明する3工種に分けられる。

#### a. 掘削工

アンカレイジを設置するため、現地盤の掘削を行う。掘削は4台のバックホーを用いて行い、掘削土砂はダンプトラックにより所定の場所に捨土を行う。掘削範囲は、アンカレイジ躯体の周囲15 mを、施工スペースおよび資機材用ヤードとするため平坦に仕上げ、それ以上は1割の法面勾配で掘削を行う。

#### b. アンカレイジ躯体構築工

掘削終了後、速やかにアンカレイジ躯体コンクリート打設工事を開始する。躯体

構築工事の内容はコンクリート打設、グリーンカット、鉄筋組立、型枠スライディング、1次クーリング等であり、200t級のタワークレーンを用いて行う。コンクリートはおよそ1mのリフトに分割して行う。コンクリート打設終了後2次クーリングを行い、ケーブルアンカーのプレストレスを導入し躯体の施工を終了する。アンカレイジの打設割りおよびサイクルタイムを図10-2-2に示す。

#### c. 上屋工

アンカレイジ躯体構築終了後、ケーブル架設、アンカレイジ側の補剛桁の架設工事が終了した時点で、ストランドを防護するための上屋（ストランド防護壁）の構築を行う。

### 3) 2P主塔基礎及び主塔の施工

2P主塔基礎は火焼嶼の東側約100mの水深約4mの海上に構築する。基礎形式は、海面付近に頂版を有する多柱式場所打杭基礎である。施工は次に示す7工種に分かれる。

#### a. 1次締切り工

築島を行うため、2P主塔基礎の周囲に矢板を打設する。矢板は台船上にクローラークレーンを乗せ海上より行う。

#### b. 1次埋立工

外側の矢板を打設後、DL±0.000mまでガット船により1次埋め立てを行う。

#### c. 2次締切り工

1次締切りの内側に2次締切りとして矢板を打設する。矢板は頂版より1m離し、1A側では外側矢板から10m、3P側では外側矢板から5m内側に打設する。打設天端はDL+5.000mとする。矢板打設終了後天端をタイロッドで連結する。

#### d. 2次埋立工

矢板打設後、外側矢板と内側矢板の間を埋め立て、天端高さDL+5.000mの築島を完成する。

#### e. 場所打ち杭打設工

築島完成後、DL±0.000m位置から多柱杭の孔壁崩壊防護用のφ1500mmのケーシングパイプをバイプロハンマーを用いて打設する。ケーシング完成後、埋立地盤はハンマーグラブで、それ以深の粘性土層はロータリー式掘削機で掘削を行い鉄筋建込み後トレミー管を用いてコンクリートを打設し、場所打ち杭を完成する。

f. 頂版コンクリート工

場所打ち杭の杭頭を処理した後、頂版コンクリートを打設する。打設は鉛直方向に数リフトに分割して行う。

g. 主塔コンクリート工事

頂版のコンクリートの打設終了後、主塔を構築する。主塔の構築には、スリップフォームとタワークレーンを用いて行う。構造上、下段水平材にはプレストレスを導入する。

4) 3P主塔基礎及び主塔の施工

3P主塔基礎は軸方向幅17m、直角方向幅50m、高さ14m、コンクリート体積 $V=11,900\text{ m}^3$ の直接基礎である。基礎のセット面はDL-7.000mであるため施工には、鋼板矢板による締め切りが必要となる。3Pの工種は次の4工種となる。

a. 矢板打設および現地盤掘削

クローラクレーンを用い、バイブロハンマーで鋼板矢板を所定の深度まで打ち込んだ後、バックホウ及びその他の土工機械で所定の深度まで現地盤を掘削する。掘削中は底面からの湧水が予想されるため排水設備を用意する必要がある。

b. コンクリート打設工

掘削終了後、基礎を構築する。コンクリートの打設高さは1mとし、基本はアンカレイジと同様とするがクーリングは行わない。

c. 主塔構築工

基礎コンクリート打設終了後、主塔の構築を行う。施工要領は2Pと同様である。

5) 4Aアンカレイジの施工

4Aアンカレイジは重力式直接基礎形式で橋軸方向長さ65m、直角方向幅44m、高さ58m、基礎の設置面DL-2.000mでコンクリート体積は約77,000 $\text{ m}^3$ の規模である。アンカレイジは、牛頭山の西側に構築されるが現在牛頭山の掘削が進み、アンカレイジ構築時にはDL+5.000mの平坦な地形となる。

アンカレイジの構築は基本的に1Aと同様である。

6) 主要施工機械

表 10-2-1 に下部構造施工に使用する主要施工機械を示した。

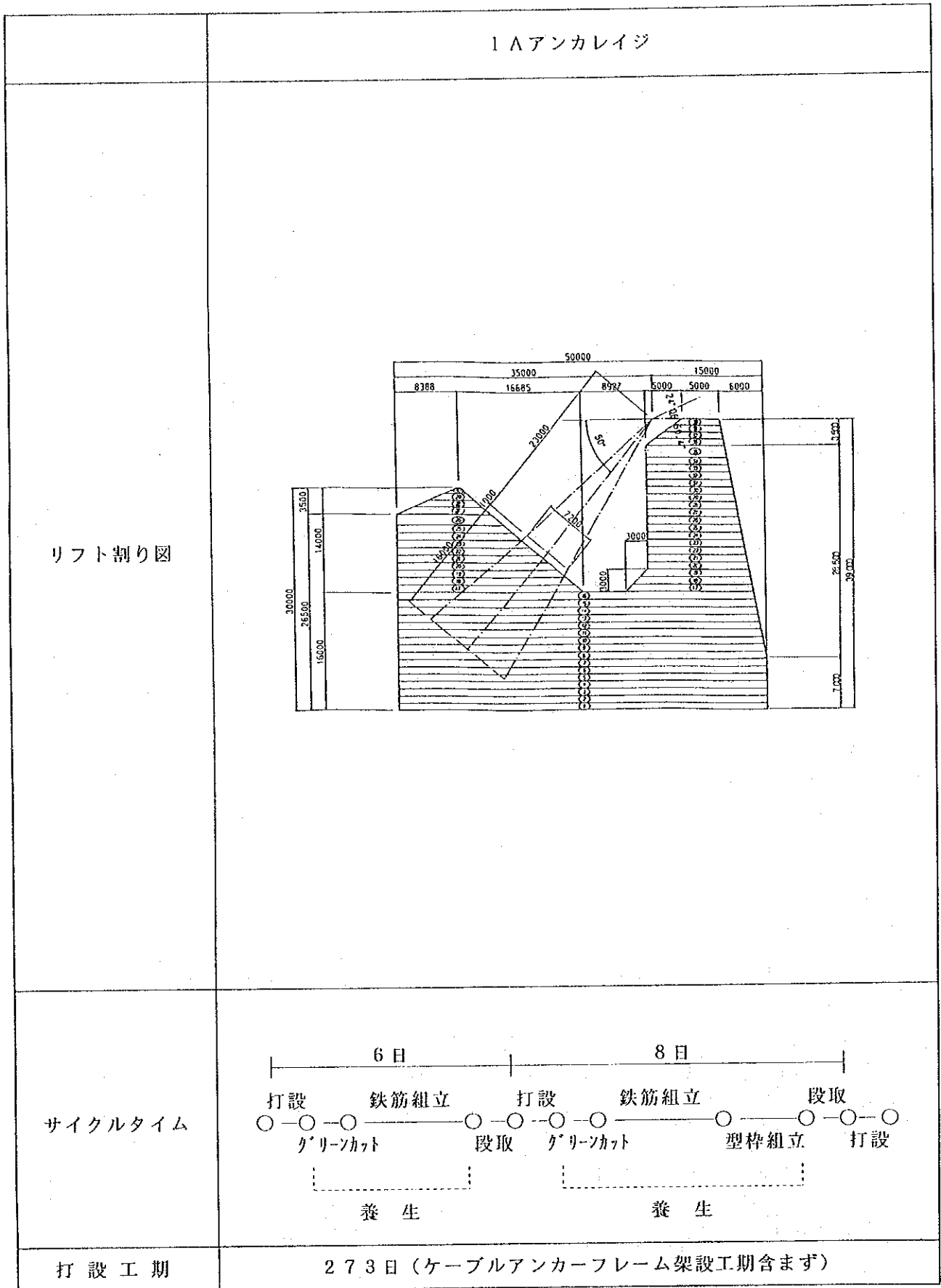
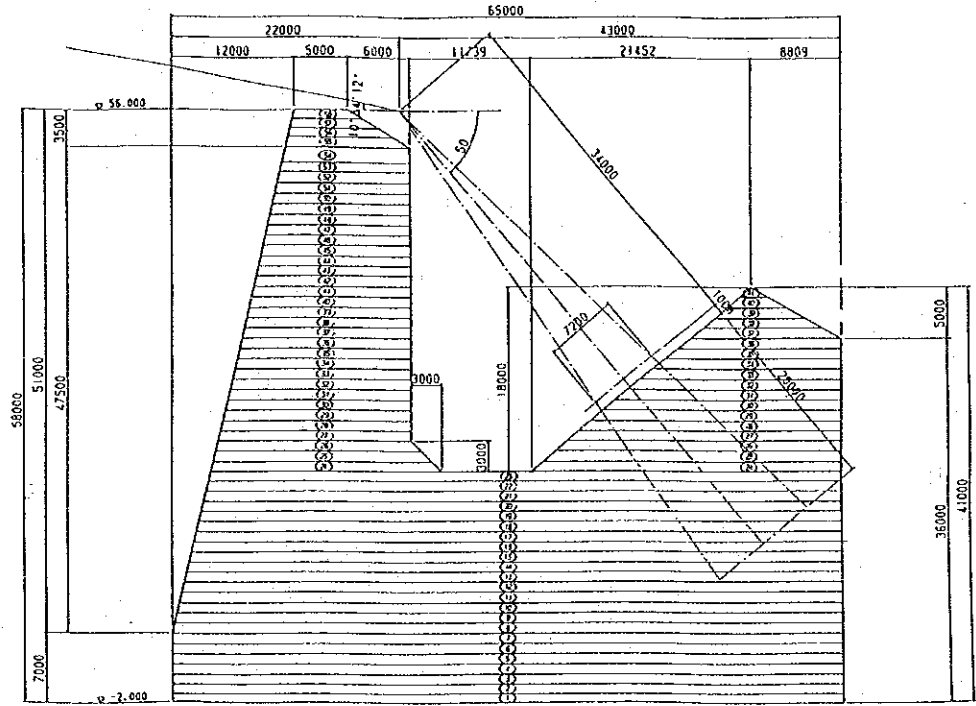


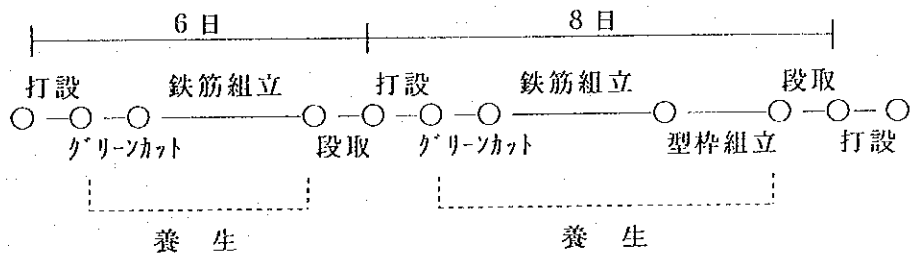
図 10-2-2 1 A アンカレイジ施工要領図

4 A アンカレイジ

リフト割り図



サイクルタイム



打設工期

406日 (ケーブルアンカーフレーム架設工期含まず)

図 10-2-3 4 A アンカレイジ施工要領図

表 10-2-1 主橋主要施工機械一覧

主要機械		規格	台数	摘要
1	土工工事			
	バックホウ	0.6m <sup>3</sup>	4 台	土工掘削機械
	ブルドーザ		2 台	集土機械
	ダンプトラック	11 t	12 台	土工運搬機械
	トラクターショベル		2 台	土工積込機械
	アンカレイジ躯体工事			
	タワークレーン	200tm	1 台	
	クローラクレーン	40 t	1 台	サービスクレーン
	トラック	4 t	1 台	場内小運搬用
	ポンプ車	90m <sup>2</sup> /h	2 台	
A	パイプクーリング設備		1 式	
	廃液処理設備		1 式	
	基礎工事			
2	台 船	500 t	1 台	矢板打込
	クローラクレーン	50 t	1 台	矢板打込及びサービスクレーン
	パイプロハンマー	60 KW	1 台	矢板打込
	ガット船	499 t	1 台	築島埋戻し
	ロータリー式掘削機	φ1200	2 台	場所打ち杭掘削
	ポンプ車	90m <sup>2</sup> /h	-	1 A ポンプ車と併用
	掘削ずり処理設備		1 式	
P	主塔工事			
	タワークレーン	200tm		
	スリップフォーム		1 式	型枠スライディング
3	基礎工事			
	クローラクレーン	50 t	-	矢板打込及びサービスクレーン
	パイプロハンマー	60 KW	-	矢板打込
	バックホウ	0.6m <sup>3</sup>	2 台	掘削
	ブルドーザ		1 台	集土
	ダンプトラック	11 t	6 台	土工運搬機械
	クラムシェルバケット	1.0m <sup>3</sup>	2 台	揚土
	ホッパ		1 台	土工積込機械
	ポンプ車	90m <sup>2</sup> /h	-	4 A ポンプ車と併用
	P	主塔工事		
タワークレーン		200tm		
スリップフォーム			1 式	

### (3) 鋼吊橋架設における課題とその対処方法

#### 1) 施工機械、

施工機械類に関しては中国国内においてほとんど調達可能であるが、鋼吊橋上部高架設における以下の特殊施工機械類については中国外から調達する必要があるだろう。

- a. 主ケーブル成形用のスクイーミングマシン（コンパクトマシン）
- b. 主ケーブル成形用のラッピングマシン
- c. 鋼箱桁吊り上げ架設用の吊り上げ機

現在中国においては吊橋の建設が広東省虎門大橋、江蘇省江陰長江大橋等で開始されているが、上記施工機械類は工期の重複或いは橋規模の相違等で流用する事が困難であり、また施工会社が異なることから新たに海外から調達することになるだろう。

#### 2) 建設資材

建設資材については、表 10-1-1 に示したごとく木材、鉄筋、P C鋼材、鋼板、セメント等主要資材について輸入扱いとした。現在中国においては鋼製品は国産されているが、需要が大きく現状はかなりの鋼製品が輸入されている状況である。セメントについても同様な状況である。輸入建設資材に対する関税は25%程度掛けられているが、今回のプロジェクトにおいては一般市場を通じた資材調達でなく、このプロジェクト専用としての国際競争入札による資材調達を行い、製品の品質確保及び関税等の免除を考慮すべきである。

#### 3) 建設企業の経験

現在の中国の建設システムでは基幹施設の建設は中国企業によって行われている。しかし、中国の建設企業にとっては鋼吊橋の建設は未経験の分野であり、特に大型の下部構造の建設、吊橋ケーブルの架設、鋼箱桁の製作・架設等は技術的に高度なものを開発していく必要がある。

日米欧の諸国における吊橋建設の情報に関しては、中国の技術者はよく収集分析しているが、現実に建設段階になれば種々の製作・施工上の課題が生じてくることになり、この意味で諸外国の経験を生かすような製作・施工に関するアドバイザー的なシステムを建設側としても取り入れる必要があるだろう。

## 10.2.2 施工工程

最適案の全体施工工程を表 10-2-2に示す。施工開始時期に関しては1995年年  
央から施設建設開始とした。検討の詳細は第14章、14.3 実施工程に示した。

### (1) 主橋梁部（吊橋）の施工

下部構造の施工はその規模から、2P及び4Aの工事が支配的なものとなる。4  
Aの工事はコンクリート打設が中心で、実働400日を要する。

上部工工事はケーブル工事工、補剛桁工事及び舗装等工事に区分される。図示の  
工期は架設工事期間のみであり、ケーブル製作工及び補剛桁製作工は下部工事期間中  
に開始される必要がある。ケーブル前期工事はハンガーロープ架設工事までである。  
補剛桁架設終了後ケーブルラッピング工事を主体としたケーブル工期工事を行う。

施工工期としては下部工事に20ヵ月、上部工事に22ヵ月、合計42ヵ月要  
する。

### (2) 取付橋梁部

取付橋梁部の施工は西側航路上橋梁部、アプローチ橋梁部及びランプ橋梁部に分  
けて検討した。この工事部分は吊橋の全体工事期間以内に納まるため、施工開始時期  
はそれほど拘束されない。またアプローチ橋梁部に関しても施工区分を小さくするこ  
とにより工期短縮が可能である。

西側航路上橋梁工事については、その上部工架設工事と火焼嶼1Aアンカレイジ  
工事と競合する期間があるので、1Aアンカレイジ工事終了後上部工工事が行われる  
ように設定した。

全体工程としてはアプローチ橋梁工事及び舗装工事に39ヵ月設定した。

### (3) 取付道路部

取付道路工事は用地収用の難易及び工事用道路確保の観点より、海滄地区側工事  
を先行させた。管理施設等工事は西通道全線が通行可能となる時期に工期を設定して  
いる。

取付道路の施工は全体工事の施工工程を左右する要素とはならないが、最短とし  
ても約18ヵ月は必要である。



(4) 用地取得等

施工工程表には用地収用等に関するスケジュールは示していないが、以下の手続きについては各関連工事開始までに完了されているものと仮定した。

- a. 海滄地区側、廈門島側取付部の用地収用
- b. 火燒嶼の土地占有使用許可
- c. 東渡港埠頭占有使用許可
- d. 火燒嶼周辺養魚いけす移転・補償

表 10-2-2 全体施工工程表

年 月	1995		1996		1997		1998		1999		全体工期
	7	12	1	6	7	12	1	6	7	12	
主橋梁部				1 A下部工事 (16ヶ月)				1 A上屋工事 (9ヶ月)			42ヶ月 (3年6ヶ月)
			2 P下部工事 (14ヶ月)	2 P主塔工事 (6ヶ月)		補強工事 (10.5ヶ月)	補強工事(2ヶ月)				
			3 P下部工事 (6ヶ月)	3 P主塔工事 (5.5ヶ月)	ケーブル初期工事 (6.5ヶ月)	ケーブル後期工事 (3ヶ月)					
			4 A下部工事 (20ヶ月)			4 A上屋工事 (9ヶ月)					
取付橋梁部			西側水路下部工事 (12ヶ月)		西側水路上部工事 (14ヶ月)			舗装工事 (3ヶ月)			
					アプローチ橋梁工事 (36ヶ月)		ランブ工事 (12ヶ月)				
取付道路部				海濱側埋設工事 (12ヶ月)							
						廈門島側道路工事 (12ヶ月)	舗装工事 (3ヶ月)				
							管理施設等 (12ヶ月)				

## 第11章 環境影響評価

### 11.1 目的

西通道建設計画事業の中国側が想定している概略事業内容を把握し、本調査団が計画した概略事業内容検討結果を基に、建設計画が実施された際に社会環境や自然環境に対して総合的に環境影響要因を把握し、本プロジェクトが実施される際における環境影響の評価を行う。

### 11.2 調査の内容

最適代替案の事業内容のまとめを行い、プロジェクトの立地環境を現地踏査及び各種資料収集（環境基準、農漁業現況、環境保護地区指定、環境ガイドライン等）により把握し、スクリーニング及びスコーピング手法により、さらに詳細に調査を行い、社会環境や自然環境及び公害等の環境項目について環境影響の有無と程度を判定し、総合的な視点から影響評価を行う。

### 11.3 計画路線の立地環境

計画路線の立地環境は、現地踏査及び資料収集に基づいて、表11-3-1に示した。

表 11-3-1 プロジェクトの立地環境

項 目		内 容
社 会 環 境	地域住民（居住者・先住民・地域分断等）	厦門島側アプローチ部分には、仙岳路付近に住宅がある。 海滄地区側は、小規模な集落が点在している。
	土地利用（都市・農漁村・史跡・景勝地・港湾・工場・学校・病院・観光施設・自然公園・鳥獣保護区域等）	厦門島側は、港湾施設・工場・高圧線等がある。 海滄地区側は、広範囲に渡って養殖場がある。
	経済及び交通（商業・農漁業・バスターミナル・列車駅・航路等）	厦門島側は、海岸沿いに鉄道（工業用）がある。また、大規模な船舶（5万tクラス）の航路が計画路線の中央部を横切っている。 海滄地区側は、内陸（海岸から約1,500m）に馬青路（建設中）がある。
自 然 環 境	地形、地質（断層・急傾斜地・湿地・軟弱地盤・地盤沈下等）、地下水	表土以外は岩石の部分が多い。 海滄地区側のアプローチ部は、大平山の裾野にあたり起伏が激しい（傾斜度45度程度）。 計画路線の中央を断層が横断している（火燒島のあたり）。 海滄地区側の一部地域では、井戸水を飲料用に使用している。
	貴重な動植物（貴重種・指定種・絶滅種等の生息域の減少、貴重植物・貴重植物群落・マングローブ林等の生育場の減少等）	厦門島側は住居区域や港湾区域であり、自然林等は少ない。 海滄地区側は大平山の周辺に林地が残存している。
	海生生物（貴重種・指定種・絶滅種・珊瑚礁等生息域の減少等）	特になし。
公 害	苦情の発生状況（関心の高い公害等）	工事中の騒音・振動・水質汚濁・大気汚染、供用後の大気汚染・騒音（アプローチ部）・潮流障害等がある。 水質汚濁等により、二次的に養殖場の補償問題等が懸念される。
	対応の状況（制度的な対策及び補償等）	用地及び養殖場の補償は、法制度に基づいて行われている。
特記すべき事項		特になし。

#### 11.4 環境の現状

中華人民共和国環境保護法第11条の規定に基づいて、公布された「1991年厦門市環境状況の公報」（1992年5月28日厦門市環境保護局より発行）によると以下のごとくである。

##### (1) 環境質の現状

厦門市における1991年時点の環境質の現状を表11-4-1に示した。大気質は環境基準値以下であるが、水質及び騒音については問題点が多い現状と考えられる。

表 11-4-1 環境質の現状（1991年）

項目	現 状	基 準 値
大気質	総廃棄排出量 52.0 Nm <sup>3</sup> (前年比4.0%減) 粉塵排出量 8,678 ton (前年比5.5%減) 二酸化硫黄 8,898 ton (前年比3.8%増) 工業粉塵 2,318 ton (前年比2.8%増) 都市部大気質 浮遊粉塵 0.094 mg/m <sup>3</sup> (年日平均) 二酸化硫黄 0.007 mg/m <sup>3</sup> (年日平均) 窒素酸化物 0.011 mg/m <sup>3</sup> (年日平均) 酸性雨 Ph値 4.61 (年平均、最低3.74)	国家二級基準 濃度上限値 0.30 0.06 0.10
水 質	工業排水総排出量 2,688万トン(6.9%増) 化学的酸素要求量 1.18万トン(29%減) 有害物質排出量 3.88万トン(29%減) 河川水質 坂頭ダム 地面水環境質量基準第3種基準以上 北溪 " (大腸菌、石油類を除く) 海域水質 杏林湾 地面水環境質量基準第3種基準以上 九龍江河口 " " 厦門島周辺 海水水質基準第2種基準以上 (無機窒素・磷、石油類以外)	
騒 音	都市部 等価騒音レベル 63.5 dB (日平均) 内訳： 交通騒音 44.5% 生活騒音 19.0% 工業騒音 12.0% その他 24.5% 道路交通 等価騒音レベル 77.1 dB (日平均)	昼間 住宅区 50 商業中心区 60 工業中心区 65 幹線路側 70

##### (2) 工業個体廃棄物（気体・液体廃棄物は、含まない）

1991年の厦門市における工場等から出る工業個体廃棄物の総産出量は24万

tで、前年比14.2%の増加である。このうち、総利用量は21.36万t、総利用率は88.6%である。廃棄物の利用率が高いのは、各肥料工場の硫酸鉄残渣を製鉄工場によって総合利用したこと、及び発電所の石炭残渣をレンガや民間に転用したこと等による。この結果、工業個体廃棄物の総処置量は年間2.6万tで、前年比73.3%の増加である。また、貯蔵量は0.05万tとなっている。

### (3) 環境保護への取り組み

#### 1) 環境汚染の防止

工業ボイラーのうち、ばいじんが排出基準を達成しているものは全体の94.6%、工業炉では69.1%である。

都市地域における汚水処理率は34.6%である。また、工業の廃水処理率は58.2%で、前年比20.1%の増加である。工業処理水の水質は、排出基準を達成しているものが46.7%で、前年比10.9%の増加である。工業生産高1万元当りの廃水排出量は27.9tである。

1991年に完成したプロジェクトは16項目で総投資額は2,718万元、このうち、“三同時”の原則で行われている環境保護を行った建設工事の総投資額が1,770万元となっている。

#### 2) 環境管理の強化

1991年、廈門市は、環境管理に関する8項目(a. 環境影響評価、b. 三同時制度、〔建設計画環境保護管理方法に係わる通達(1986年)参照〕c. 焼却、d. 環境総合整備、e. 市長環境保護目標責任制、f. 集中管理、g. 企業内目標達成、h. 試験制度)の制度を継続的に実行している。特に、市長の環境保護目標責任制を強調したところ、比較的、良好な結果を治めた。

大型、中型、小型の建設プロジェクトについては、それぞれ環境影響報告制度の執行率が100%に達している。“三同時”制度の執行率は92.8%である。“三同時”制度を実行していない組織に対して罰金処理を行い、改善勧告を命じている。都市地域における比較的大規模な10件の汚染源に対しては、期限を与えて処理等の改善勧告を行っている。

汚染物排出の許可制度を導入した結果、汚染物排出の申告数は397件、許可証の発行は42件となった。環境保全施設の大規模な検査を行った結果、設備の運転率は90%以上であった。市全体で476.2万元の汚染物排出費を徴収した。これは前年比70%の増収である。また、同時に21件の企業に対し、環境保護のための資

金と環境保護借款を合わせて、114.08万元補助した。

#### (4) 自然環境保護区域

計画区域の周辺に、国指定自然公園などの自然環境保護区域はない。

#### (5) 文化財

「廈門市各級文物保護単位 説明資料一覧表, 1990, 廈門市文物管理委員会」には、廈門市における歴史的に重要な文化財が61ヶ所掲載されている。また、同資料では、各々の文化財をその重要度から、国レベル、省レベル、市レベルの3種に分類している。その内訳は、全国レベルの重要な文化財が1ヶ所、省レベルの重要な文化財が10ヶ所、市レベルの重要な文化財が50ヶ所である。なお、本事業計画のルート内に、同文献に記載されている文化財はない。

#### (6) 自然景観

「廈門市・福建省南部地域経済総合開発図集, 1989, 科学出版社」に掲載されている廈門市の観光資源分布図によると、事業計画ルート近傍の「火烧嶼」・「猿嶼」・「大嶼」が、自然景観環境資源になっている。また、火烧嶼から大嶼に至る海域、筲筴湖を含む東渡埠頭、鼓浪嶼、思明区の商店街などは国際的観光地域となっている。

#### (7) 地形

「廈門市・福建省南部地域経済総合開発図集, 1989, 科学出版社」に掲載されている廈門市地形分類図によると、事業計画ルートの廈門島側海岸の地形は、概ね海積平原である。また、筲筴湖の周辺には沖積-海積平原が広がっている。一方、筲筴湖の北側の仙岳山周辺は低山地形で、その周辺は二級台地や低丘となっている。

海滄地区側海岸の地形は、概ね沖積-海積平原である。また、北側の太平山は低山に分類され、その周辺は一級台地や低丘である。一方、南側の京口岩山は低丘に分類され、その周辺は一級台地となっている。

#### (8) 水域利用

「廈門市・福建省南部地域経済総合開発図集, 1989, 科学出版社」に掲載されている廈門市海域資源図によると、事業計画ルートの位置する廈門西港には、広範囲にわたって海岸養殖が行われている。主な養殖種は、エビ、カニ、カキなどである。一方、海滄地区側の内水面では塩田やタニシの養殖が行われている。

(9) 土地収用の実施について

廈門市人民政府による土地収用等は、下記のような手続きで行われる。

- 1) 移転対象地域の場所、範囲、移転開始の年・月・日を公示する。
- 2) 移転対象者（家屋所有者、家屋使用者、企業体、事業公体、商工業個人経営体）は指示された期間内に身分証明書、戸籍証明、不動産権利書、家屋賃貸証明書、商工業営業証明書等のコピーを持参し、役所が指定した場所ですべて移転撤去登録番号を受領しなければならない。
- 3) 移転撤去番号を受領した者は、順序に従い指定された移転撤去事務所で家屋等の移転撤去の補償及び転居先等について協議・調印をする。調印をする期間は約2週間である。この期間内に移転撤去に合意しない時は、法律により裁決が行われる。ただし、公共事業の速やかな進行を妨げる場合は、強制的な移転や撤去及び土地収用が先行される。
- 4) 移転撤去対象者が、移転撤去のための協議・調印・転居等を行うにあたり、必要な時間は正常な勤務と見なし、所属部門は3～5日の休暇を認める。

(10) 土地収用費及び養殖場の補償費の算定について

土地収用及び養殖場の補償の算定はその時点の評価に基づき、土地局・移転土地収用弁公室及び農業委員会が行うこととされている。以下の価格は1993年4月までのものである。

- 1) 1畝(1/15ha)当り、収用費は4.3万元、関連費は4万元、耕地の占有税は0.34万元、食糧の補償費は0.13万元、手続き費用は0.15万元である。
- 2) 民間住宅の移転は、島内では1㎡当り0.25万元+15%、商店住宅補償は海滄地区では1㎡当り0.15万元（水田、水、電気、道路等の拡張を含む）。
- 3) 養殖についての補償
  - ・海中の箱網養殖は、1箱当り300尾（たい、すずき等）程度の養殖である。補償額は1箱当り3万元である。
  - ・エビ養殖場は、1箱当り1.5万元。
  - ・カニ養殖場は、1箱当り1.5万元。
  - ・アサリ養殖場は、1畝当り1万元。
  - ・カキ養殖場（一部エビも含む）は、1畝当り0.8万元。
- 4) 緑化、水、郵便、電気その他の移転にあたり、予測できない費用を予算として計上する（原価に8%加算する）。



## 11.5 スクリーニング

本建設計画の実施に当たって、環境影響評価調査が必要となる開発計画か否かの判断を行うことを目的として、表11-5-1に示すスクリーニングを行った。スクリーニングの理念は次のとおりである。

- 1) 西通道建設計画が関連住民の生存、生活に悪影響を与えないようにし、地域の持続的な開発・発展を確保しつつ、社会生活に十分な便益をもたらすことができるか？
- 2) 西通道建設計画が現況の自然環境を著しく損なわず、また、貴重な環境及び自然資源を保全し、将来にわたって調和のとれた環境を維持することができるか？

以下、橋梁案に対するスクリーニングの結果について述べる。

社会環境のうち、「住民及び住居移転」「経済活動」「交通・運輸・航路」「人口増加」「水利権・漁業権」「廃棄物」の6項目で“有”の評定が成された。以下にその内容を記す。

- 「住民及び住居移転」：建設用敷地確保のため海滄地区及び廈門島において影響有り。  
「経済活動」：海滄地区開発による経済活動範囲の拡大が生ずる。  
「交通・運輸・航路」：道路・橋梁建設時の航路障害が発生する。  
「人口増加」：海滄地区において開発による人口増が発生する。  
「水利権・漁業権」：火烧嶼周辺の養殖漁業に橋梁下部工工事時あるいは橋梁下面占用のため影響する。  
「廃棄物」：工事にもともなう廃棄物が発生する。

自然環境では、「地形・地質」「海生生物」「海象」「自然景観」「野外レクリエーション地」の5項目で“有”の評定が成された。以下にその内容について記す。

- 「地形・地質」：特に海滄地区側の取付道路工事において地形の改変が生ずる。  
「海生生物」：大規模な橋梁下部構造建設のため魚類及びマヅゴロフ類への影響が発生する。  
「海象」：大規模な橋梁下部構造建設のため湾内潮汐流に対する渦発生の可能性。  
「自然景観」：火烧嶼を含む風致地区に大規模構造物が建設されることによる周辺地区との調和が崩れる可能性。  
「野外レクリエーション地」：火烧嶼の一部を橋梁建設用地として利用することによる指定地の減少。

表 11-5-1 橋梁案のスクリーニング

環境項目		内容	評価結果			
社会環境	1	住民及び住居移転	用地占有に伴う移転(住居権・土地所有権の転換)。	有	無	不明
	2	経済活動	生産機会の喪失、所得格差の拡大、経済活動の基盤転換、失業。高圧線の移設等。	有	無	不明
	3	交通・運輸・航路	渋滞、事故等既存交通への影響。航路阻害。	有	無	不明
	4	コミュニティ施設及び生活施設	用地占用に伴う移転、利便性の悪化。	有	無	不明
	5	地域分断	交通の阻害による地域社会の分断。	有	無	不明
	6	人口増加	人口増加に伴うコミュニティの変化。	有	無	不明
	7	住民間のトラブル	他地域からの住民の移転等による生活慣習の違いによるトラブルの発生。	有	無	不明
	8	水利権・漁業権	魚、貝、エビ、カキ等の養殖等漁業権及び稲作等の利水権への阻害。	有	無	不明
	9	遺跡・文化財	名所、旧跡、埋蔵文化財等の損失や価値の減少。	有	無	不明
	10	保健衛生	ゴミや衛生害虫の発生等、衛生環境の悪化。	有	無	不明
	11	廃棄物	建設廃材、残土、一般廃棄物等の発生。	有	無	不明
	12	災害	地盤崩壊、落盤、事故等の危険性の増大。	有	無	不明
自然環境	13	地形・地質	掘削、残土等による価値のある地形・地質の改変。貴重な地形・地質の改変、海岸浸食、海底地形変化、断層等	有	無	不明
	14	土壌浸食	土地造成、森林伐採後の雨水による表土流出。	有	無	不明
	15	地下水	掘削に伴う地下水脈の分断による涸渇。	有	無	不明
	16	湖沼・河川・流量	埋立や排水の流入による流量・河床の変化。	有	無	不明
	17	陸上動物	貴重種・指定種・絶滅種等の生息域の減少。	有	無	不明
	18	陸上植物	貴重植物・貴重植物群落等の生育場所の減少。	有	無	不明
	19	海生生物	生息条件の変化による繁殖阻害、種の絶滅。	有	無	不明
	20	気象	大規模造成、大規模構造物による気温、風況等の変化	有	無	不明
	21	海象	護岸の建設、埋立に伴う潮流の変化による海岸浸食や堆積及び工事のための航路阻害。 海中構造物による潮流の変化、うずまき現象。	有	無	不明
	22	自然景観	構造物建設による周辺風景との不調和。	有	無	不明
公害	23	野外レクリエーション地	国際的観光地区の喪失。	有	無	不明
	24	大気汚染	車両からの排出ガス、有毒ガスによる汚染。	有	無	不明
	25	水質汚濁	工事中の土砂及びコンクリート等の汚水による汚染。	有	無	不明
	26	土壌汚染	アスファルト乳剤等による汚染。	有	無	不明
	27	騒音	建設機械・交通車両による騒音の発生。	有	無	不明
	28	振動	建設機械・交通車両による振動の発生。	有	無	不明
	29	地盤沈下	地質変化や地下水位低下に伴う地盤変形。	有	無	不明
	30	悪臭	排気ガス、一般廃棄物等による悪臭。	有	無	不明
	31	電波障害	大規模構造物による電波環境の悪化。	有	無	不明
	32	日照障害	大規模構造物による日照時間の減少。	有	無	不明
総合評価：環境影響評価調査（EIA）の実施が必要となる開発計画か？			評価の結果、必要と認められた。			

公害では、「大気汚染」「水質汚濁」「騒音」「振動」「日照障害」の5項目で“有”の評定が成された。以下にその内容について記す。

- 「大気汚染」 : 西通道利用交通は将来6万台/日とされており、市街地での自動車排気ガスによる汚染がひどくなる。
- 「水質汚濁」 : 橋梁下部工工事中のコンクリート、道路工事中の流出土砂による湾内海水の汚染の可能性。
- 「騒音」 : 西通道利用交通による自動車騒音及び工事中の建設機械類による騒音発生。
- 「振動」 : 同上
- 「日照障害」 : 厦門島側取付橋梁がかなり高い高架橋となるための周辺家屋に対する日照障害が発生する。

#### 11.6 スコーピング

本建設計画から考えられる環境インパクトのうち、重要と思われるものを見だし、それを踏まえて環境影響評価調査の重点分野あるいは重点項目を明確にすることを目的として、表11-6-1に示すスコーピングを行った。スコーピングは以下の条件・手順によった。

- ・スコーピングの実施に当たっては、現段階で実現可能と想定される計画の内容を設定した。
- ・計画の実施中・実施後、西通道及びその周辺地域に与える環境の変化に着目した。

表 11-6-1 橋梁案のスコーピング

環境項目		評定	根拠
社 会 環 境	1	住民及び住居移転	A 厦門島側と海滄地区側共、アプローチ部分で一部該当する。
	2	経済活動	C 厦門島側アプローチ部分で、多少影響がある。
	3	交通・運輸・航路	A 厦門島側の列車と海域の航路に影響がある。
	4	コミュニティ施設及び生活施設	C 影響は少ない。
	5	地域分断	C 厦門島側で多少あるが、影響は少ない。
	6	人口増加	B 海滄地区側は、かなりの人口増加が起る。
	7	住民間のトラブル	D 少ない。
	8	水利権・漁業権	A 火烧島周辺と海滄地区側では、養殖場に多大な影響がある。
	9	遺跡・文化財	C 無し（厦門市文物管理事務所で確認済み）。
	10	保健衛生	D 無し。
	11	廃棄物	C 掘削土砂、岩石、残土等は、再利用可能である。
	12	災害	D 両方のアプローチ部分の法面崩壊、落石防護等が必要である
自 然 環 境	13	地形・地質	C 火烧島の西側に断層がある。
	14	土壌浸食	C 土地造成、林地伐採後の雨水による土砂の流失がある。
	15	地下水	C 海滄地区側は、井戸水を利用しており、多少の影響がある。
	16	湖沼・河川・流況	C 少ない。
	17	陸上動物	C 海滄地区側、大平山周辺に林地がある、確認が必要である。
	18	陸上植物	C 海滄地区側、大平山周辺に林地がある、確認が必要である。
	19	海生生物	B 岩盤掘削でダイナマイトを使うと、魚類の大量死の可能性はある。
	20	気象	D 該当しない。
	21	海象	B 海中の橋脚付近で渦巻状況による、潮流変化が起る可能性がある。
	22	自然景観	B 火烧島は、自然景観環境資源になっている。
	23	野外レクリエーション地	B 厦門島側と火烧島は、国際的観光地域になっている。
公 害	24	大気汚染	B 工事中の建設機械と運搬車、供用後の車両から影響がある。
	25	水質汚濁	B 工事中の建設機械と運搬車、供用後の車両から影響がある。
	26	土壌汚染	D 無し。
	27	騒音	B 工事中の建設機械と運搬車、供用後の車両から影響がある。
	28	振動	B 工事中の建設機械と運搬車、供用後の車両から影響がある。
	29	地盤沈下	D 該当しない。
	30	悪臭	D 該当しない。
	31	電波障害	D 該当しない。
	32	日照障害	C 厦門島側アプローチ部分で、影響のある可能性がある。

注) 評価の区分

A : 重大なインパクトが見込まれる。

B : 中程度のインパクトが見込まれる。

C : 不明(検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分に考慮に入れておくものとする)

D : ほとんどインパクトは考えられないため、EIAの対象としない。

## 11.7 環境影響評価

本節においては11.6において抽出された評価項目に対する環境影響評価を実施する。

環境影響評価については、日本側の予備環境影響評価によって検討課題とされた評価項目に対して中国側が実施するとされ、それについて日本側がレビューすることになっていた。しかし、調査工程上中国側の作業が完了していないものに関しては日本側調査団が補足検討して取りまとめた。詳細については付属資料-27参照のこと。

ただし、水質汚濁については、現況値把握に長期間要するためこの環境影響評価の項目から除外した。

### 11.7.1 評価結果

以下に環境影響評価実施による結果をまとめて述べる。

#### (1) 社会環境

##### 1) 「住民及び住居移転」、「利水権・漁業権」

中国においては土地の所有権は個人に属していない。ただし土地・水面の使用権、家屋の所有権及び使用権は認められているので、これらの用地収用及び権利補償は必要になる。これらの土地収用・権利補償に関しては制度、補償額が細かく定められており、法制度上問題とはならない。廈門市が実施したこの問題に対する地域住民の意見調査によれば、

- a. 海滄地区住民：住民の多くが漁業収入に依存しているため、養殖漁業に対する影響及び補償に関心が集中している。
- b. 濠頭地区住民：廈門島側住民は近年の都市開発により離農者や他地域からの移転者が多く、住居移転やそれにとまなう補償に関心が集中している。

状況である。実際の運用について個々の住民がどのような反応を示すか不明であるが、廈門市における過去の同種の事業実施において問題となったことはない。住民移転に関してはこれまで代替え地を提供し解決されている。また養殖いけすの移転についても代替え場所を指定することになる。

##### 2) 「交通・運輸・航路」

この項目については西通道建設期間中の障害発生が問題となる。工事終了後は西通道本体は港湾区域では水面上40-55m上方を通過するため問題とならない。

工事期間中は鉄道引き込み線及び港湾内航路に対して規制措置が取られる。また埠頭の一部を建設用に占用する。このため、港湾当局、鉄道運行管理当局等との協議あるいは利用者への公示によって対処可能と判断できる。

### 3) 人口増加

海滄地区は現在純農村地区であり、人口密度はかなり低い。この地区の開発によってかなりの人口増が予測される。ただし工業区として開発されるため、人口増としては長期的にみても15万人程度である。人口密度としては現在の3倍程度になる。住環境的には新しく開発される地域であるので、厦門島の現市街地よりは良くなるだろう。海滄地区には少数民族は生活していないので、この点からの問題発生はない。

## (2) 自然環境

### 1) 「海生生物」

海生生物として厦門市周辺の海域に生息する貴重生物は以下のものが確認されている。

- a. イルカ
- b. スナメリ
- c. カプトガニ
- d. シャミセンガイ
- e. ナメクジウオ

これらの内シャミセンガイについては埋在性であり、生息区域が橋脚建設位置に重なる場合、保護措置が必要となろう。その他の生物については移動性が高いため、建設中の水質汚濁に留意することで影響を最小限にとどめることができる。

### 2) 「潮間帯の生態」

海滄地区側の海域にはマングローブ（紅樹）の林が分布している。中国ではマングローブ林は保護対象にされており、現在厦門市においては海滄地区のマングローブ群生区域を保護指定区にするか検討中である。従って、区域指定され、西通道建設ルートがこれに影響を与える場合にはルート変更が必要となる。また区域指定されなかった場合においても、建設においてはマングローブの生育に十分な対策（移植、橋脚位置の変更、ルート修正等）を行う必要がある。現計画においてはルート上に大規模な生育域は存在していない。

### 3) 「海象」

海象については、浅水域において構造物周辺の局所的な潮流の乱れの発生も予測されるがそれほど潮流が早くなく、橋脚断面形状の検討等により潮流への影響を抑えることが可能である。ただし実験等長期的な調査による確認が必要である。

#### 4) 「陸生植物」

計画路線の東岸の牛頭山、狐尾山、仙岳山一帯はアカマツ林であったが現在伐採されてほとんど残っていない。西岸の太平山周辺にはアカマツとタイワンソウジュの二次林が分布している。火焼嶼もアカマツの二次林の覆われている。この様に計画路線周辺地域は二次林が分布しているだけであり、原生林は存在していない。

廈門市においては現在開発によって緑地部分が減少し、土砂流出、荒れ地の増加が問題となっており、計画実施においては可能な限り、緑地保存、緑地回復の措置を取る必要がある。特に火焼嶼の利用は緑地修復を前提にすべきである。

### (3) 公害

#### 1) 「大気汚染」

大気汚染に関しては西通道利用交通による一酸化炭素及び窒素酸化物濃度の増分について予測を行った。計画路線4地点の現況値に予測増加分を加えた予測濃度は、4地点ですべて大気環境質量基準の二級基準値以下であり問題ないと結論できる。

#### 2) 「騒音」

計画路線5地点の現況値と西通道利用交通(6万台/日)による騒音発生予測値の合成による予測値は、夜間における騒音レベルが2地点において環境保全目標値(55 dB(A))を上回っている。ただし現況値も同様に基準値を上回っているため、この区間については騒音対策を実施する必要がある。

#### 3) 「振動」

振動に関しては現況値がないため、寄与量の検討でとどめている。予測結果では昼間・夜間共環境保全目標値に対して20-30 dBの余裕があり、現況値を合成しても十分目標値を下回るものと推定できる。

#### 4) 「日照障害」

日照障害については高架道路が建設される廈門島濠頭地区において発生すると考えられる。ただし同地区における道路計画では沿線の両側に30m程度幅の側道が計画され、また周辺地域は工場地域となっている。そのため住宅に対する日照障害は大規模に生じることはないと考えられるが、用地収用幅、移転対象家屋等が定められた後詳細に再度検討されることが必要である。

#### (4) 総合評価

中国側が実施した環境影響評価の内容に基づき、日本側が実施した評価検討による環境影響評価の結論としては、西通道建設計画に対して

- a. 自然環境として建設を中止すべき問題はない。ただし、緑地保全、保護指定の動植物に対する配慮が設計、施工段階で求められる。
- b. 社会環境としては建設実施前に解決すべき大きな問題として、用地収用、住民移転、漁業権等補償がある。制度的には整備されているので問題は解決可能であるが、住民等に対する十分な情報提供が必要である。
- c. 港湾区域における建設時の船舶航行規制等に関しては、関係部局との協議或いは利用者への公示により解決可能である。
- d. 公害に関しては西通道建設後の周辺地域に対する影響は基準値以内に納まるので、特に構造形式変更を行う必要はない。

以上であり、実施可能と判断できる。

#### (5) 検討課題

今後の検討課題としては、以下の諸点である。

- a. 長期観測結果に基づく水質汚濁に関する評価
- b. 詳細ルート設定、構造物設計に基づく建設用地収用、家屋移転等による影響範囲の検討
- c. 詳細ルート設定、構造物設計に基づくマングローブ生育域への影響検討と設計変更
- d. 詳細ルート設定、構造物設計に基づく日照障害の検討と設計変更
- e. 構造物設計における環境影響配慮（緑地保全、掘削量削減、景観配慮等）
- f. 構造物建設時における環境影響配慮（緑地保全、掘削量削減、廃棄物等）



## 第12章 経済分析

### 12.1 概説

プロジェクトの経済分析は、国民経済的観点から廈門市西通道建設計画の効果を検証し、本プロジェクトの経済的妥当性を評価することを目的とする。

定量化された経済便益および経済費用に関する評価方法は、標準的手法である割引キャッシュ・フロー法に従って、経済内部収益率（EIRR）、純現在価値（NPV）、および便益・費用比（B/C）を算定するものである。（これらの評価指標についての概説は、付属資料を参照。）

本プロジェクトの経済分析に関しては、以下の諸前提を設定した。

#### （1）「With」プロジェクト・ケースおよび「Without」プロジェクト・ケース

本プロジェクトの実現に伴う経済便益は、計画西通道に関する「With」プロジェクトのケースおよび「Without」プロジェクトのケースを比較した時の車両旅行費用の節減として定義される。車両旅行費用は、車両走行費用と車両時間価値とから構成される。

ここで、「With」プロジェクトのケースとは、西通道建設を実施する場合であり、「Without」プロジェクトのケースとは西通道の建設を実施しない場合である。ただし、海滄地区と廈門島とを結ぶ連絡施設以外の道路交通施設については、将来の整備が予測されるものは「With」「Without」とも解析に取り入れている。廈門島と大陸とを結ぶ連絡施設に関しては、その建設時期として必要とされるのは本プロジェクト期間の後半以降と想定されるため、現廈門大橋以外は考慮していない。本プロジェクトに係る費用についても、「With」プロジェクトのケースおよび「Without」プロジェクトのケースを比較した時の差として取り扱う。

#### （2）価格

価格計算のベースは、1993年年央での価格（経済価格）とした。

#### （3）計画実施スケジュール

本プロジェクトの建設工程は、1994年－1998年とし、完成は1999年と設定した。

#### （4）プロジェクト・ライフ

プロジェクト・ライフは、完成後25年間と設定した。

図 12-1-1 に経済評価のフローチャートを示した。

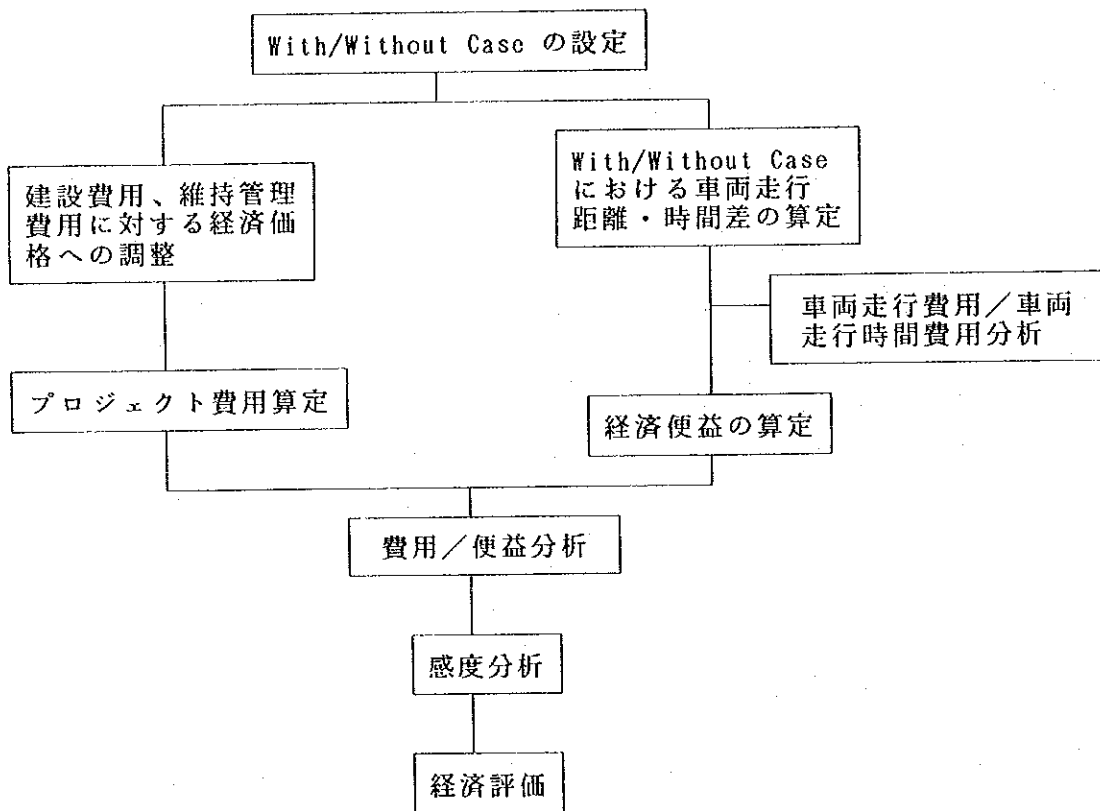


図 12-1-1 経済分析フローチャート

## 12.2 単位車両走行費用の推定

### (1) 車種別走行費用推定

表 12-2-1 に、車種別走行費用の推定に関する基礎情報及びその計算結果を示す。

### (2) 統合車種別単位走行費用の推定

前項では、5車種別での車種別単位走行費用を推定したが、ここでは車種構成比を設定する事により「乗用車系」及び「貨物車系」の2車種ベースの統合車種別単位走行費用を推定する。

乗用車系（乗用車、小型バス及び大型バス）及び貨物車系（小型トラック及び大型トラック）の将来の車種構成比は、1993年6月に調査団の実施した厦門大橋での交通量観測値に基づいて設定した。前節での5車種ベース車種別単位走行費用と設定将来車種構成比とから加重平均として統合車種別単位走行費用を求めた。（推定結果は表12-2-2を参照）

表 12-2-1 車種別走行費用の推定

車名		乗用			貨物	
		乗用車	小型バス	大型バス	小型トラック	大型トラック
		夏利	万山	揚子	東風 (3.5t)	東風 (5.0t)
単体価格	(元)	82,000	40,200	65,600	57,400	82,000
年間使用	時間	1,200	2,500	2,500	2,000	2,000
	年平均走行距離 (1,000Km)	30	40	40	40	40
耐用年数	年	12	10	10	10	10
	耐用距離 (1,000Km)	360	400	400	400	400
	残存価値 (%)	20%	10%	10%	10%	10%
減価償却	時間 (償却率/年)	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%
	距離 (償却率/100,000Km)	12.2%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%
タイヤ	耐用距離 (1,000Km)	50	50	60	50	60
	価格 (元)	536	1,080	1,422	1,422	3,318
燃料	価格 (元/l)	1.31	1.31	1.31	2.09	2.09
	消費 (l/Km)	0.08	0.15	0.20	0.20	0.28
オイル	燃料費に対するパーセント (%)	6%	7%	7%	7%	7%
保守費	(元/1,000Km)	240	271	443	356	505
保険費用	(元/台・年)	890	432	706	620	887
人件費	(元/年)	0	16,800	16,800	8,400	16,800
一般管理費	(%)	0%	10%	10%	10%	10%
時間 (元/年)	資本費用 (12.0%)	4,920	2,412	3,936	3,444	4,920
	乗務員	0	16,800	16,800	8,400	16,800
	保険	890	432	706	620	887
	減価償却	2,460	1,206	1,968	1,722	2,460
	小計	8,270	20,850	23,410	14,186	25,067
距離 (元/1,000Km)	(元/1000Km)	276	521	583	333	627
	燃料・オイル	111	210	280	147	626
	タイヤ	11	22	24	28	55
	保守費	240	271	443	356	505
	減価償却	100	60	98	86	123
小計	462	563	845	917	1,309	
走行費用合計 (元/1,000Km)	時間+距離	738	1,084	1,430	1,272	1,936
	一般管理費	0	108	143	127	191
	合計	738	1,192	1,573	1,399	2,130

出典：調査団推定

表 12-2-2 統合単位走行費用の推定

(1) 車種別単位走行費用および設定車種構成比

	単位走行費用 (元/1,000Km)	設定車種構成比 (%)			
		1993年	2000年	2010年	2020年
(乗用車系)					
乗用車	738	69.8%	75.0%	80.0%	80.0%
小型バス	1,192	17.1%	15.0%	10.0%	10.0%
大型バス	1,573	13.1%	10.0%	10.0%	10.0%
(計)		(100.0%)	(100.0%)	(100.0%)	(100.0%)
(貨物車系)					
小型トラック	1,399	48.1%	40.0%	30.0%	30.0%
大型トラック	2,130	51.9%	60.0%	70.0%	70.0%
(計)		(100.0%)	(100.0%)	(100.0%)	(100.0%)

注：車種構成比：1993年：厦門大橋での交通量観測値

2000年、2010年および2020年：設定値

(2) 統合単位走行費用の推定

		1993年	2000年	2010年	2020年
乗用車系 (元/1,000Km)		925	890	867	867
貨物車系 (元/1,000Km)		1,778	1,838	1,911	1,911

出典：調査団推定

### 12.3 単位車両時間価値の推定

車両の走行時間価値については乗用車系及び貨物車系に分けて算定した。乗用車系は人口当たりの地域総生産をベースにトリップ目的別（業務、非業務）に算定した。また貨物車系については、積載貨物の価値をベースに算定した。詳細については付属資料に示した。

結果を表12-3-1に示した。

表 12-3-1 統合車種別単位時間価値の推定

#### (1) 車種別単位時間価値

	車種別単位時間価値（元/時）			
	1993年	2000年	2010年	2020年
（乗用車系）				
乗用車	11.00	17.30	28.70	35.60
小型バス	34.70	72.30	154.20	213.70
大型バス	69.40	144.50	308.30	427.40
（貨物車系）				
小型トラック	0.10	0.17	0.33	0.65
大型トラック	0.21	0.33	0.66	1.29

出典：調査団推定値

#### (2) 統合単位時間価値の推定

	1993年	2000年	2010年	2020年
乗用車系	22.70	38.27	69.21	92.59
貨物車系	0.16	0.27	0.56	1.10

出典：調査団推定

## 12.4 建設コストに関する経済価格への調整

第10章に示される建設費用は財務価格として算定されているため、経済価格に変換するため以下の修正を行う。

### 12.4.1 材料費に関するコンバージョン・ファクター

#### (1) 概説

材料費に関するコンバージョン・ファクターとしては、国境価格ベースで経済価格を推定する方法を採る。

#### (2) 材料費に関するコンバージョン・ファクター

国内市場での価格水準と国境で成立している国際市場での価格水準との間には、輸入関税、輸出補助金のような政策的要因により、ある程度のひずみが存在している。コンバージョン・ファクターは、この国内価格のひずみを調整して国境価格に変換するための指標であり、次の式により表される。

$$\frac{I + E}{(I + D_i) + (E - D_e)}$$

ここで、

- I : 輸入総額
- E : 輸出総額
- D<sub>i</sub> : 輸入関税総額
- D<sub>e</sub> : 輸出関税総額

1989年、1990年、1991年の3ケ年の輸出入統計（中国統計年鑑）から推定すると、0.97の値を得た。

### 12.4.2 労働コストに関するコンバージョン・ファクター

#### (1) 概説

一般に中国において、労働者には現金支給の賃金以外に住宅費と食糧費に対する社会補助がある。これを考慮し、労働コストの経済価格を算出するため労働コストに関するコンバージョン・ファクターを推定した。

非熟練労働についての経済価値については、発展途上国における失業率を考慮し

て、割引く考え方が採用されている。中国では公式には失業者は存在しない（一部都市部において待業者として労働者の1%弱が存在している）。しかし、労働人口の約60%を占める農業等第一次産業部門においては、最近の郷鎮企業の発展を考慮してもかなりの余剰労働者を抱えているものと考えられ、沿岸諸都市への建設労働等の形で農村部から都市部へ大量の労働力が流入している。

一次産業部門の労働者1人当り国民総生産額と他部門の労働者1人当り国民総生産額は1991年統計によれば表12-4-1のごとくとなっている。

表 12-4-1 部門別国民総生産額（億元、元/人）

	労働人口（万人）	社会総産値	国民総生産	1人当国民総生産
全 国	5,836.4	43,803	19,855	3,402
一次産業	35,016.0	8,157	5,289	1,510
工業	9,947.2	28,248	8,087	8,130
建設業	2,521.2	3,700	1,060	4,204
福建省	1,436.5	920	559	3,883
一次産業	830.6	229	☆148	1,785
工業	225.6	531	☆152	6,745
建設業	75.2	69	☆20	2,646

出典：中国統計年鑑、1992年

注：☆印は推定値

建設業の労働者1人当りの労働生産性は、全国的にも福建省においても一次産業より大きく、工業に比べると少なくなっている。近年の工業開発による雇用機械の増加を考慮すれば、第一次産業の労働力は建設産業以外の第二次産業に吸収される機会が十分に考えられる。廈門においては国内各地からの一般労働者は労働供給会社を通じて各企業に供給され、短期及び長期の雇用形態がある。この場合、戸籍の移動は必要とされていない。

以上の考察からして、建設関連非熟練労働者の労働生産性の経済価値は、農業部門における労働生産性基準で算定することは、廈門市或いは福建省における労働市場の現状からは低すぎる値を得ることになる。ただし、一般労働者が建設労働に従事しない場合、全て工業部門に従事すると考えられないので、一部は農業部門に従事しまた一部は待業状態で過ごすことになる。

従って、結論的には建設労働における非熟練労働者と熟練労働者の賃金レベルについて特に分けて調整することはせずに、労働コストについては一律に扱うこととした。

## (2) 住宅費補助額の推定

住宅費の補助額の推定は、以下のような方法で行った。（以下の数値は、199

1年価格である。)

- 「厦門統計年鑑」における厦門市民1人あたり平均居住面積、平均各戸人口数から平均各戸居住面積を算出(約33m<sup>2</sup>)した。
- 次に、同じく「厦門統計年鑑」における平方メートルあたり住宅平均建造費を用い、1戸あたり住宅平均建造費を算出(約13,500元/戸)した。
- 住宅の設定耐用年数を50年とし、また金利分を含む年間あたり住宅建造費(年利6%として元利均等分を計算)を推定した。
- 1戸あたりの労働者数を2人として補助対象率を0.5と仮定し、結果として年間住宅費補助額は、約428元と推定した。

### (3) 食糧費補助額の推定

「中国統計年鑑」における食糧等への総財政補助額を総人口で除算し、1991年1人あたり食糧費補助額を推定(32元)し、さらに人口1人に対する労働者数比(0.504)を考慮して、労働者1人に対する食糧費補助額を63元と推定した。

### (4) 労働コストに関するコンバージョン・ファクター

上述の住宅に対する補助額および食糧に対する補助額の合計額(約491元)と、厦門市平均労働者賃金(3,612元、1991年、「厦門統計年鑑」による)との比から労働コストに関するコンバージョン・ファクターを1.1と推定した。推定の詳細は、付属資料参照のこと。

## 12.4.3 土地の経済価格

### (1) 土地価格の調整

計画対象橋梁の取付道路部予定地の状況は、海滄地区側(大平山山麓付近)は、丘陵地帯であり、土地利用としては畑地が主で他に水田、集落が散在しており、他方、厦門島側(東渡路から仙岳路沿線近辺)は、土地利用としては工場および住宅が多数立地している。

これら実際の土地利用状況を考慮して、プロジェクトの土地収用経済価格は、当該土地の土地生産性をベースにして算出することとする。具体的には、海滄地区側は農業(野菜栽培)をベースに土地の経済価格を算定し、厦門島側は工業をベースに土地の経済価格を算定することとする。(東渡路から仙岳路沿いの地域は、上述のように工業以外にも住宅、公共用地が分布しているが、推定データの便宜上、工業をベースに土地収益性を推定することとする。)

## (2) 海滄地区側用地の経済価格

「厦門統計年鑑」によって、厦門市地域における1991年の野菜類生産額および野菜類生産面積のデータを用い、また伸び率を仮定して1993年年央価格での野菜類土地生産性を推定した。生産コストを生産高の30%程度と仮定し、土地の年間純収益性を、440元/畝(1畝=1/15ha)と推定した。社会的割引率を12%と設定し、土地の経済価格は3,670元/畝、すなわち約5.5元/m<sup>2</sup>と算定された。(推定の詳細は付属資料-16参照)

## (3) 厦門島側用地の経済価格

調査団が、1993年6月に実施した「湖里地区企業アンケート調査」の回答会社から、大企業および電器、電子などのいわゆるハイテク企業を除く小・中規模の工業企業を幾つか選び、回答データ中の年間出荷額および工場土地面積のデータを用い、また生産性伸び率を想定して1993年年央価格土地生産性を推定(1203元/m<sup>2</sup>)した。(地域的には、東渡路から仙岳路に沿った地帯は、湖里地区とは山を隔てた所であり、また立地企業の事業内容も差異があると思われるが、湖里地区にも小・中規模の工業企業も立地しており、他に利用できる土地生産性データが無いので、このアンケート結果を利用した。)

一方、「厦門統計年鑑」(工業企業主要経済指標)によって、厦門市地域における工業企業の平均税引き後利益率を推定すると、約10%であった。結果として、工業企業の土地収益性は、約120元/m<sup>2</sup>/年と推定した。

他方、この東渡路から仙岳路に沿った地域には、工業企業以外にも、住宅および公共用地がかなり分布している。従って、これを考慮することとし、補正係数として0.25を仮定した。社会的割引率を12%と設定して、東渡路から仙岳路に至る地域の土地の経済価格は、約250元/m<sup>2</sup>と推定された。(推定の詳細は付属資料-16参照)



## 12.5 経済便益の算定

### (1) 概説

本プロジェクトの実施によってもたらされる定量的経済便益は、「With」プロジェクトのケースと「Without」プロジェクトのケースとを比較した時の、車両旅行費用の節減として定義される。本プロジェクトから産み出される有料道路橋料金収入は、移転項目として取り扱い、従って経済便益からは除外する。何故なら、有料道路橋利用料金は、有料道路橋利用者が旅行費用の節減および安全性・快適性の増加を期待し、その見返りに対して支払うものだからである。

本プロジェクトの実施からは、その他の便益も期待される。道路橋の建設に際しては、建設期間中における追加的な短期的雇用が創出され、さらに、これは本プロジェクト実施地域に対し複合的波及効果をもたらす。維持管理のための要員の必要性からは、長期的雇用が期待される。本プロジェクトは、地域開発、特に廈門市海滄地区における将来の地域開発（工業、住宅開発など）を物流面において支援するものである。物資輸送の効率の増大は、生産者と消費者の両方に便宜を与える。また、高速道路を含む将来の都市間道路網の整備と相俟って、廈門市とその周辺諸都市との連結が一層改善される。さらに、局地的に見ると、本橋およびその周辺に展望施設等を追加的に付設することにより、本橋が新しいひとつの観光資源となる可能性もある。これらの経済便益は、本経済分析においては定量的便益としては取り扱わないものとする。従って、算定した本プロジェクトの経済便益は、控え目なものと考えられる。

### (2) 旅行費用経済便益

旅行費用に関する定量的経済便益は、「With」プロジェクトのケースと「Without」プロジェクトのケースとを比較した時の、車両旅行費用の節減として定義される。

「With」プロジェクトのケースとは、計画西通道を含む道路ネット・ワークのもとで交通量配分を行う状態であり、他方「Without」プロジェクトのケースは、計画西通道が存在しない道路ネット・ワークのもとで交通量配分を行う状態である。

車両走行費用節減便益（車両走行費用の差）は、統合車種（乗用車系および貨物車系）別の「Without」のケースにおける台・キロと「With」のケースにおける台・キロの差分に単位走行費用を乗算することによって算定される。

同様の考え方を、時間節減便益の算定にも用いる。統合車種（乗用車系および貨物車系）別の「Without」と「With」の両ケースにおける台・時の差分に単位時間価値を乗算することによって、時間節減便益を算定する。

表 12-5-1 With/Without ケースにおける車両走行台時、台キロ

年 次	With Case		Without Case	
	走行台時	走行台キロ	走行台時	走行台キロ
2000	16,786	1,206,000	20,800	1,339,000
2010	36,414	2,388,000	51,423	2,770,000
2020	142,000	5,405,000	460,000	6,533,000

車両走行費用と車両時間価値の節減便益は、計画年次の2000年、2010年および2020年に対して算定した。算定結果は、表12-5-2に示す。算定の詳細は、付属資料-15を参照のこと。

表 12-5-2 算定経済便益 (万元/年)

年 次	経済便益		
	走行費用節減	時間節減	合 計
2000	5877	3871	9,748
2010	17690	25717	43,407
2020	50405	824238	874,643

出典：調査団推定

## 12.6 経済費用の算定

投資費用の経済価格は、前節12.4「建設コストに関する経済価格への調整」において記述した設定に基づき推定した。財務価格および経済価格投資費用の要約は、表12-6-1に示す。経済価格推定の詳細は、付属資料-16を参照のこと。年次別投資スケジュールは施工工程（第10章参照）に基づき、表12-6-2のごとくとした。

表 12-6-1 要約投資費用（財務・経済価格）  
(万元)

項 目	財務価格	経済価格
直接工事費計	84,285	81,013
施工管理・技術費等	34,098	30,449
用地取得・補償等	27,614	26,437
予備費	49,387	13,680
合 計	195,384	151,579

(注) 建設期間中利息を除く

同様に、維持管理費についても第15章の”維持管理費”積算に基づき経済価格を推定した。(付属資料-17を参照のこと)ここで、財務価格から経済価格への変換は、直接工事費の財務価格と経済価格の比(0.96)を用いて行った。

表 12-6-2 年次別投資コスト

	総 額	年次別				
		1994	1995	1996	1997	1998
財務価格	195,384	3,539	37,154	66,920	45,235	42,536
経済価格	151,579	2,746	28,824	51,917	35,093	32,999

(注) 建設期間中利息を除く

## 12.7 費用－便益分析

経済内部収益率 (EIRR)、純現在価値 (NPV)、および便益・費用比 (B/C) の算定にあたっては、標準的手法である割引キャッシュ・フロー法に従った。これらの評価指標は、計画西通道の経済的フィジビリティを検証するものであり、またプロジェクトの費用と便益についての感度分析の結果を判定するものである。

プロジェクトの費用と便益の年次毎の価額は、表 12-7-1 に示す。費用－便益分析にあたっては、投資資産の残存価額は無しと設定した。年次別便益額に関し、計画年次以外の中間年については、内挿法にて推定し、2020年以降は一定とした。純現在価値および便益・費用比の計算においては、中国での F/S 調査に適用されている 12% の割引率を用いた。

標準的手法である割引キャッシュ・フロー法に従って、評価指標を次のように算定した：

経済内部収益率 (EIRR)	=	19.6%
便益・費用比 (B/C)	=	3.3
純現在価値 (NPV)	=	276,200 (万元)

経済内部収益率が 20% 程度得られていることは、本プロジェクトのような投資先行タイプのものでは非常に高い値を示している。理由としては経済便益として 2010 年以降の時間節約便益がかなりこの高収益率に寄与していると考えられる。交通量の増大と共に GDP の成長による時間価値の増大が時間節約便益を大きくしている。しかし、2011 年以降の時間節約便益を表示の 50% 減として計算した場合の内部収益率は約 17% であり、プロジェクトとしての経済性は確保されている。

プロジェクト終了時点の純経済価値は初期投資の約 2 倍に達しており、十分資本回収が可能であると考えられる。

これらの結果は、本プロジェクトの実施が、経済的観点から見てフィージブルであることを示している。

表 12-7-1 経済便益・費用キャッシュ・フロー

経済内部収益率： 19.6%  
 便益・費用比： 3.32  
 純現在価値： 276,176 (万円)  
 (割引率 = 12%)

年	便益			費用			ネット・ キャッシュ ・フロー
	走行 費用節減	時間 費用節減	計	投資	維持管理	計	
1 1994				2,746		2,746	-2,746
2 1995				28,824		28,824	-28,824
3 1996				51,917		51,917	-51,917
4 1997				35,093		35,093	-35,093
5 1998				32,999		32,999	-32,999
6 1999	5,264	3,203	8,467		493	493	7,974
7 2000	5,877	3,871	9,748		493	493	9,255
8 2001	6,562	4,678	11,240		896	896	10,344
9 2002	7,326	5,653	12,979		493	493	12,486
10 2003	8,180	6,832	15,011		493	493	14,518
11 2004	9,132	8,256	17,389		896	896	16,493
12 2005	10,196	9,978	20,174		645	645	19,529
13 2006	11,384	12,058	23,442		493	493	22,949
14 2007	12,710	14,571	27,282		896	896	26,386
15 2008	14,191	17,609	31,800		493	493	31,307
16 2009	15,844	21,280	37,125		493	493	36,632
17 2010	17,690	25,717	43,407		896	896	42,511
18 2011	19,643	36,375	56,018		493	493	55,525
19 2012	21,811	51,450	73,261		1,047	1,047	72,214
20 2013	24,219	72,773	96,992		493	493	96,499
21 2014	26,892	102,933	129,825		896	896	128,929
22 2015	29,861	145,592	175,452		493	493	174,959
23 2016	33,157	205,930	239,087		896	896	238,191
24 2017	36,817	291,275	328,092		493	493	327,599
25 2018	40,881	411,990	452,871		896	896	451,975
26 2019	45,394	582,733	628,127		645	645	627,482
27 2020	50,405	824,238	874,643		896	896	873,747
28 2021	50,405	824,238	874,643		493	493	874,150
29 2022	50,405	824,238	874,643		896	896	873,747
30 2023	50,405	824,238	874,643		493	493	874,150
	投資合計 (初期投資のみ)			151,579		151,579	
	投資合計			151,579	16,810	168,389	

## 12.8 感度分析

費用と便益について、各々10%増減、および20%増減というように、条件を変化させて感度分析を行った(表12-8-1参照)。便益の20%減および費用の20%増という厳しいケースにおいても、なお16.8%の経済内部収益率を示している。

便益の20%減に対する内部収益率の減は約1.5%であり、また費用の20%増に対しては約1.2%減となっている。この比率を用いて推計すると、内部収益率が14%程度になる場合としては、

- a. 費用が20%増では便益が約55%減の状態
- b. 費用が10%増では便益が約65%減の状態

と想定できる。従って、かなりの便益減に対しても本プロジェクトは経済的に余裕があると考えられる。

表 12-8-1 感度分析結果

費用 \ 便益	基本ケース	-10%	-20%	備考
基本ケース	19.6% 3.3 276,200	18.8% 3.0 236,700	18.0% 2.7 197,100	経済内部収益率 便益費用費 (i=12%) 純現在価値 (i=12%)
+10%	18.9% 3.0 264,300	18.2% 2.7 224,800	17.4% 2.4 185,200	同上
+20%	18.3% 2.8 252,400	17.6% 2.5 212,900	16.8% 2.2 173,300	同上

出典：調査団算定 注：純経済価値は万元単位



## 第13章 財務分析

### 13.1 概説

#### (1) プロジェクトの運営形態

本プロジェクトにおいては、現行の厦門大橋と同様に西通道は有料施設として運営されることを想定している。すなわち、施設利用者から通行料金を徴収し、この料金収入を本プロジェクトの建設資金の償還及び維持管理費に充当する。

#### (2) 財務分析の目的・手法

プロジェクトの財務分析の目的は、厦門市西通道計画の建設および運営の実施に関し、財務的妥当性を検証することである。財務分析は、算定された料金収入および建設費、維持管理費に基づいて行われる。また、プロジェクトに必要な資金についての調達条件を設定する。上記の算定および設定に基づき、損益計算書およびキャッシュ・フロー表（資金繰表）を作成し、単年度黒字転換年および累積黒字転換年を吟味する。財務分析の評価指標として、財務内部収益率（FIRR）を、標準的手法である割引キャッシュ・フロー法に従って算出する。（評価指標についての概説は、付属資料-18を参照）本プロジェクトの財務分析に関しては、以下の前提条件を設定した。

##### 1) 価格

価格計算は、市場価格ベースとした。料金水準および維持管理費については、一定の上昇率を設定した。上昇率としては、厦門市における1人あたり地域総生産の将来伸び率を採用した。

##### 2) 計画実施スケジュール

本プロジェクトの建設工程は、1994年-1998年とし、開業は1999年と設定した。

##### 3) プロジェクト・ライフ

プロジェクト・ライフは、開業後25年と設定した。

##### 4) 残存価額

25年間というプロジェクト・ライフは、本財務分析のために設定した期間である。他方、計画西通道の施設はそれ以上の耐用年数を持つ。従って、残存価額（未償

却残高)が、プロジェクト・ライフの最終年次においてマイナスの費用として計上されるものとした。

### 13.2 財務収入算定

#### 13.2.1 料金水準

##### (1) 車種要約料金体系

財務分析における料金収入算定のための料金水準は、現存の厦門大橋の現行利用料金体系(付属資料参照)に基づいて設定した。現在の厦門大橋の現行利用料金体系に対して、計算の便宜上、車種を要約して、車種要約料金体系を算定する。車種要約の考え方は、次のとおり：

車種を5車種(乗用車、小型、大型バス、小型、大型トラック)に分け、現在の厦門大橋の料金体系表から以下のように自動車のサイズを仮定して、この5車種に対応する料金体系を算定した。

- 小型バス： 乗車容量  $10 < 人 \leq 19$  のバスと  $20 \leq 人 < 30$  のバスとの平均値と仮定
- 大型バス： 乗車容量  $30 \leq 人 \leq 40$  のバスと  $40 < 人$  のバスとの平均値と仮定
- 小型トラック： 積載容量  $1 < トン \leq 2$  のトラックと  $2 < トン < 4$  のトラックとの平均値と仮定
- 大型トラック： 積載容量  $4 \leq トン \leq 5$  のトラックと  $5 < トン \leq 8$  のトラックと  $8 < トン \leq 15$  のトラックとの平均値と仮定

車種要約料金体系の算定結果は、表 13-2-1 に示す。

表 13-2-1 車種要約料金体系  
(1993年価格)

車 種	料金 (元)
乗用車	5.0
小型バス	12.5
大型バス	32.5
小型トラック	12.5
大型トラック	30.0

出典：調査団推定



(2) 将来料金体系

前節では、5車種別での料金体系を算定したが、ここでは料金水準の上昇を設定して、将来料金体系を算定する。料金水準は、廈門市における1人あたり地域総生産の将来伸び率に対応して上昇するものと仮定した。

第3章「調査対象地域の将来社会経済フレーム」によると、廈門市における1人あたり地域総生産の年平均伸び率は、1990年-2000年は12.4%、2000年-2010年は9.1%および2010年-2020年は4.6%である。これらの数値を基に、料金水準の上昇率は1990年-2000年は12.0%、2000年-2010年は9.0%および2010年-2020年は4.0%と仮定した。料金改定は、基本的に開業後5年毎に実施されるものとした。(算定の詳細は、付属資料-20を参照)

(3) 統合車種別料金体系の設定

前節では、5車種別での将来料金体系を算定したが、ここでは車種構成比を設定することにより「乗用車系」および「貨物車系」の2車種ベースの統合車種別料金体系を算定する。乗用車系(乗用車、小型バスおよび大型バス)および貨物車系(小型トラックおよび大型トラック)の将来の車種構成比は、1993年廈門大橋での交通量観測値に基づいて設定した。前節において推定した5車種別車種別料金体系と設定車種構成比とから加重平均として統合車種別料金体系を求めた。算定結果を、表13-2-2に示す。

表 13-2-2 西通道統合車種別料金体系の算定

(1) 車種別料金

車 種	車種別料金 (元/台)					
	1993	1999	2005	2010	2015	2020
(乗用車系)						
乗用車	5.00	10.00	17.00	26.00	32.00	39.00
小型バス	12.50	25.00	43.00	65.00	80.00	97.00
大型バス	32.50	64.00	111.00	170.00	207.00	252.00
(貨物車系)						
小型トラック	12.50	25.00	43.00	65.00	80.00	97.00
大型トラック	30.00	59.00	102.00	157.00	191.00	232.00

出典：調査団算定値

表 13-2-2 西通道統合車種別料金体系の算定（続き）

(2) 設定車種構成比

車 種	設定車種構成比 (%)					
	1993	1999	2005	2010	2015	2020
(乗用車系)						
乗用車	69.8	75.0	75.0	80.0	80.0	80.0
小型バス	17.1	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0
大型バス	13.1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
(貨物車系)						
小型トラック	48.1	40.0	40.0	30.0	30.0	30.0
大型トラック	51.9	60.0	60.0	70.0	70.0	70.0
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

注：1993年時は廈門大橋での観測値、他は調査団の設定値

(3) 統合車種別利用料金

車 種	1993	1999	2005	2010	2015	2020
(乗用車系)	9.9	17.7	30.3	44.3	54.3	66.1
(貨物車系)	21.6	45.4	78.4	129.4	157.7	191.5

13.2.2 料金収入の算定

前節で求めた統合車種別料金体系と需要予測結果からの西通道利用将来交通量とから、西通道の料金収入を算定する。需要予測計画年次以外の中間年の利用交通量は、内挿法にて推定した。料金徴収の方式としては、現行の廈門大橋と同様に廈門島より流出方向の車両のみ料金を徴収することとした。算定結果を表 13-2-3 に示す。（また、算定の詳細については、付属資料-21を参照）

表 13-2-3 西通道算定料金収入

年 次	収入額 (万元/年)
1999	5, 198
2005	13, 961
2010	31, 682
2015	69, 317
2020	151, 581

出典：調査団算定

13.3 財務事業費用

事業費積算の調査結果および施工スケジュールの設定（第10章参照）に基づき、初期投資に関する財務価格での事業費および年次別投資工程を、表 13-3-1 に要約的

に示す。(なお、表 12-6-1、表 12-6-2及び付属資料-16を参照)

表 13-3-1 要約財務価格投資費用

項 目	財務価格(万元)
直接工事費	84,285
施工管理費・技術費等	34,098
用地取得・補償費等	27,614
予備費	49,387
合 計	195,384
(年次別投資額)	
1994年	3,539
1995年	37,154
1996年	66,920
1997年	45,235
1998年	42,536

注：建設期間中利息を除く。

維持管理費については、第14章の維持管理費積算を基に、廈門市における1人あたり地域総生産の将来伸び率に対応した上昇率を設定し算定した。(付属資料-17を参照)

### 13.4 キャッシュ・フロー分析

#### 13.4.1 損益計算書

プロジェクトのキャッシュ・フロー分析では、下記の前提条件に基づいて、損益計算書を算定した：

- a) 収入 13.2節を参照のこと。
- b) 維持管理費 13.3節を参照のこと。
- c) 支払利息(長期借入金および短期借入金)  
長期借入金および短期借入金に関する利息の支払いは、借入金残高に対して計算されるものとした。借入金条件の詳細は後述する。
- d) 減価償却  
投資資産の減価償却は、定額法に拠った。計画西通道の会計上の耐用年数を50年とした。建設期間中利息は、償却対象資産として取り扱う。償却期間はプロジェクト・ライフの期間に従い、25年間(定額)とした。

## 13.4.2 資金繰表

### (1) 資金調達および運用に関する前提

#### 1) 資金調達

資金調達項目は、下記のとおり設定した：

- 減価償却前利益（利払後利益）
- 出資金
- 土地利用権売却益
- 長期借入金

ここで、出資金とは財政からの資金であり、廈門市政府財政および中央政府財政からの資金を見込んでいる（総額約7億元）。本財務分析ではこれらを出資金として総称した。出資金の年次配賦は、概ね均等と設定したが、各年次の所要投資額に対応して調整させた。

土地利用権売却益とは、西通道取付道路の海滄地区側沿線の土地に関するものである。市政府は土地利用権を西通道の開通に対応させて売却する予定で、売却益としては合計で約5億元を見込んでおり、これを西通道建設への資金の一部とする計画である。（中国側の意向では、この売却益を初期投資への調達資金源のひとつとしたいとのことであるが、本財務分析では、土地利用権売却のタイミングは西通道開業後として控え目に設定するのが妥当と考え、この資金の配分は開業後5年間において計上（各年均等）するよう設定した。）

#### 2) 資金運用

資金運用項目は、下記のとおり設定した：

- 建設投資
- 建設期間中利息
- 長期借入金返済
- 短期借入金返済

ここで、建設投資の資金調達は、出資金および長期借入金によって賄われるものとした。建設期間中利息の資金調達は、長期借入金の種類によって異なる設定を行った（詳細は後述）。

## (2) 長期借入金に関する前提

本財務分析では、下記の条件の長期借入金で調達可能と仮定した：

- a) 国内借入金 (中国国内金融機関から)
  - 借入利率 : 14%
  - 据置期間 : 5年間
  - 返済期間 : 8年間
- b) 海外借入金1 (二国間援助ベースから)
  - 借入利率 : 3%
  - 据置期間 : 10年間
  - 返済期間 : 15年間
- c) 海外借入金2 (国際開発金融機関から)
  - 借入利率 : 6%
  - 据置期間 : 5年間
  - 返済期間 : 20年間
- d) 海外借入金3 (海外民間金融機関から)
  - 借入利率 : 6%
  - 据置期間 : 5年間
  - 返済期間 : 8年間

ここで、海外からの借入金のうち、二国間援助ベースおよび国際開発金融機関に関しては、建設期間中利息も借入対象とした。

上記の海外金融機関からの借入金の借入利率は、特に上乗せを加味していない水準のものを示している。代替計算ケースとして、将来における外貨の中国元に対する為替レート変動を考慮して、為替変動対応策として上乗せ利率を採用(上記の想定利率プラス2%)した場合も設定した。

## (3) 短期借入金に関する前提

キャッシュ・フロー分析では、運用資金の合計に対して調達資金が不足する場合、その不足分を短期借入金で補充するものとする。また、中国国内銀行および海外民間金融機関からの借入金関連の建設期間中利息に対する資金調達は、短期借入金によって賄われるものとした。短期借入金の元本返済と利息返済は、借り入れの翌年に行われるものと設定した。短期借入金の利息は、10%と設定した。

## (4) 資金調達における長期借入金の設定

資金調達において、長期借入金の設定は次のとおりとした：

海外からの借入金は、US\$相当額で1.1億ドルとし（代替案として、1.0億ドルの場合も想定）、二国間援助ベースあるいは国際開発金融機関と海外民間金融機関との協調融資の形とし、融資比率は各々75%：25%とした。（ここでの、US\$中国元為替レートは、1US\$=8.7元である。）年次別配賦は、後半の年次に配分し、概ね1996年で40%、1997年で30%、1998年で30%とした。中国国内金融機関からの借入金は、出資金および海外からの借入金の合計に対する不足分に対応させるよう配分するよう設定した。

#### （5） 資金調達代替案

資金調達に関しては、下記のように代替案を想定した：

ケース1：海外借入金（総額US\$相当額で1.1億ドル）は、二国間援助ベースと海外民間金融機関との組み合わせ。

ケース2：海外借入金（総額US\$相当額で1.1億ドル）は、国際開発金融機関と海外民間金融機関との組み合わせ。

ケース3：海外借入金（総額US\$相当額で1.0億ドル）は、二国間援助ベースと海外民間金融機関との組み合わせ。

ケース4：ケース1に対応して、海外借入金に上乗せ金利を採用。

ケース5：ケース2に対応して、海外借入金に上乗せ金利を採用。

ケース6：ケース3に対応して、海外借入金に上乗せ金利を採用。

ケース1、2および3の場合の資金調達案を表13-4-1に各々示す。

### 13.5 財務分析結果

#### （1） FIRR（財務内部収益率）

FIRRの値は、9.9%を示す（付属資料-22を参照）。各資金調達代替案に対する調達借入金の加重平均金利は、ケース1から6に対してそれぞれ6.2、7.9、6.9、7.7、9.4及び8.3%である。上記のFIRRの値はこれらの加重平均金利水準を越えており、本プロジェクトは全体として見た場合財務的妥当性を有していると判断できる。特に海外借入金の調達先として国際開発金融機関と海外民間金融機関との組み合わせ（ケース6）に対しても調達金利以上の収益率を示していることは、資金調達先の幅を広く設定できることになりプロジェクト形成が容易になる。

#### （2） その他評価指標

表13-5-1に、各ケースのその他評価指標結果を示す。

表 13-4-1(1) 資金調達案の設定

ケース：1

調達源	金額		年次別金額 (万元)				
	(万US\$)	(万元)	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年
1) 市政府・中央政府からの出資		70,000	3,539	21,461	15,000	15,000	15,000
2) 国内借入金 (中国国内銀行)		29,684	0	15,693	13,640	351	0
3) 海外借入金-1 (2 国間援助)	(8,250)	71,775	0	0	28,710	21,533	21,532
4) 海外借入金-2 (国際開発金融機関)	(0)	0	0	0	0	0	0
5) 海外借入金-3 (海外民間金融機関)	(2,750)	23,925	0	0	9,570	8,351	6,004
合計	(11,000)	195,384	3,539	37,154	66,920	45,235	42,536

(注) 1) 為替レート：1 US \$ = 8.7 元

2) 建設期間中利息相当分を含まず

表 13-4-1(2) 資金調達案の設定

ケース：2

調達源	金額		年次別金額 (万元)				
	(万US\$)	(万元)	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年
1) 市政府・中央政府からの出資		70,000	3,539	21,461	15,000	15,000	15,000
2) 国内借入金 (中国国内銀行)		29,684	0	15,693	13,640	351	0
3) 海外借入金-1 (2 国間援助)	(0)	0	0	0	0	0	0
4) 海外借入金-2 (国際開発金融機関)	(8,250)	71,775	0	0	28,710	21,533	21,532
5) 海外借入金-3 (海外民間金融機関)	(2,750)	23,925	0	0	9,570	8,351	6,004
合計	(11,000)	195,384	3,539	37,154	66,920	45,235	42,536

(注) 1) 為替レート：1 US \$ = 8.7 元

2) 建設期間中利息相当分を含まず

表 13-4-1(3) 資金調達案の設定

ケース：3

調達源	金額		年次別金額 (万元)				
	(万US\$)	(万元)	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年
1) 市政府・中央政府からの出資		70,000	3,539	21,461	15,000	15,000	15,000
2) 国内借入金 (中国国内銀行)		38,384	0	15,693	17,120	4,135	1,436
3) 海外借入金-1 (2 国間援助)	(7,500)	65,250	0	0	26,100	19,575	19,575
4) 海外借入金-2 (国際開発金融機関)	(0)	0	0	0	0	0	0
5) 海外借入金-3 (海外民間金融機関)	(2,500)	21,750	0	0	8,700	6,525	6,525
合計	(10,000)	195,384	3,539	37,154	66,920	45,235	42,536

(注) 1) 為替レート：1 US \$ = 8.7 元

2) 建設期間中利息相当分を含まず

表 13-5-1 財務分析結果要約

項 目	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
(a) 黒字転換年						
利払後利益	2005	2005	2005	2005	2008	2005
減価償却後利益	2005	2008	2006	2008	2010	2008
累積減価償却後利益	2011	2013	2011	2013	2015	2013
資金繰	2010	2013	2011	2012	2015	2013
(b) 短期借入金 借入終了年	2010	2013	2011	2012	2015	2013
年間最大借入額(万円)	14,297	72,071	34,408	46,488	111,039	65,424
最大額借入年	2007	2008	2008	2008	2009	2009

出典：調査団算定

ケース1、2、3のなかでは、ケース1の場合が相対的に最良の結果を示している。利払後利益は交通供用後6年で黒字転換し、11年後には資金繰の余剰金を計上する結果となっている。ケース2においては、短期借入金の年間最大借入額が、2008年において約7億元に達し、資金調達の観点から見て厳しい結果を示す。

ケース1、2、3に対して、各々海外借入金の金利水準をプラス2%としたケース4、5、6のなかでは、やはりケース4が相対的に最も良好な結果を示す。資金繰上の黒字転換年は、ケース1、2、3の場合に比べて2年程度の遅れを示す。短期借入金の年間最大借入額では、ケース1、2、3の場合に比べ各々概ね3億元以上の増加となり、資金調達の観点から見て厳しい結果となる。

ケース1、2、3とケース4、5、6との比較は財務的実施可能性が借入金条件によって大きく影響を受けることを示している。相対的に最も条件の緩いケース1と最も条件の厳しいケース5とでは、資金繰上黒字転換年で5年の差、短期借入金年間最大額で約10億元の差がある。

ケース5においても、黒字転換年は利払後利益は交通供用後の9年、資金繰余剰金の計上は16年後となっており、これ自体は有料道路/橋梁プロジェクトとして決して悪いものでない。しかしながら、約11億元に達する短期借入金年間最大借入額の調達可能性を考慮すると、資金調達の観点からは厳しいものと判断される。

以上の考察から、財務的健全性を高めるためには、可能な限り借入金は条件の緩やかな(低利で長期の償還期間)ものを調達する努力が求められる。

計算結果例として、付属資料-25にケース1の場合を表示する(長期借入金資金繰表、損益計算書及び資金繰表)。



### 13.6 感度分析

感度分析ケースとして、基本ケース1、2、3に対して、前述の土地利用権売却益からの資金調達（基本ケースでは、資金繰表上での出資金として1999年～2003年において各年1億円配賦）が、無い場合を各々感度分析ケース1A、2A、3Aと想定した。

さらに、基本ケース1の場合において、投資額が10%上昇した場合を想定し、これを感度分析ケース1Bとした。この場合、増加投資額の資金調達は、中国国内金融機関からの借入額を増加させることで賄うものとした。

上記の感度分析結果を、表13-6-1に要約的に示す。

表13-6-1 感度分析結果要約

	ケース1A	ケース2A	ケース3A	ケース1B
(a) 黒字転換年				
利払後利益	2006	2010	2008	2005
減価償却後利益	2010	2010	2010	2009
累積減価償却後利益	2014	2016	2015	2014
資金繰	2015	2017	2015	2014
(b) 短期借入金				
借入終了年	2015	2017	2015	2014
年間最大借入額(億円)	11.46	17.99	13.84	8.76
最大額借入年	2009	2009	2009	2009

出典：調査団算定

ケース1A、1B、1Cにおいては、基本ケースに比べ、黒字転換年は後年に延びる。すべてのケースにおいて、累積減価償却後利益では概ね3年程度後年となり、また資金繰上黒字転換年は4～5年程度後年となる。短期借入金年間最大借入額はおしなべて約10億円増加となる。

ケース2Aにおいては短期借入金は約18億円に達しており、プロジェクトとしての成立は困難な状況と考えられる。ケース3Aにおいても同様であり、土地利用権売却益の効果が大きいことを示している。できるだけ早期にかつ最大効果を得られる時期の選定が重要である。売却時期の選定には、当該土地の売却金の上昇とプロジェクトの財務状況を充分分析する必要がある。

投資額10%上昇のケース1Bにおいては、基本ケースに比較し、累積減価償却後利益黒字転換年において3年程度、また資金繰上黒字転換年は4年程度後年となる。さらに、短期借入金年間最大借入額を約7億円増加させる。短期借入に対する感度はかなり敏感であり、注意を要する。

さらに F I R R に対する感度分析結果を表 13-6-2 に示した。

表 13-6-2 F I R R 感度分析結果

費 用	収 入		
	基本ケース	- 1 0 %	- 2 0 %
基本ケース	9 . 9 %	9 . 2 %	8 . 5 %
+ 1 0 %	9 . 3 %	8 . 6 %	7 . 9 %
+ 2 0 %	8 . 7 %	8 . 1 %	7 . 3 %

出典：調査団算定

収入 2 0 % 減に対する財務収益率の減は 1 . 4 %、費用 2 0 % 増に対しては 1 . 2 % でありそれほど敏感に変化していない。加重借入金利が 8 % 程度の場合、費用増が 1 0 % 程度であれば、収入減は 1 0 % 程度でなければプロジェクトは財務的に成立しにくいと考えられる。

以上のごとく、本プロジェクトの財務内部収益率は 9 . 9 % とかなり良い値を示しているが、借入金によって必要資金の約 6 5 % を調達する事としているため、財務状況は借入資金の調達条件によって左右される。特に短期借入金の額は長期借入資金の金利条件が約 8 % 以上になると年間約 7 億円程度に達し、債務補償の観点からもプロジェクトの運営が難しくなる。

## 第14章 事業実施計画

### 14.1 概説

西通道建設は廈門市においてこれまで経験されたことのない事業であり、その実施にあたっては建設・運営組織、事業資金調達、維持管理手法、料金徴収システム等の多方面にわたる検討が必要となる。

前章までに事業実施の技術的、経済的及び財務的検討を行ってきた。本章ではそれらの結果を受け、事業実施体制、事業実施時期・工程、事業資金調達、維持管理・運営方法等に関する検討結果を以下に述べる。

### 14.2 事業実施体制

#### 14.2.1 概説

廈門市人民政府は1993年6月に廈門市路橋建設投資総会社の設立を批准し、西通道建設の実質的事業実施の方針を定めた。路橋建設投資総会社は廈門市における資金借款による主要幹線道路の計画・建設・維持・運営を主業務とし、そのための事業資金の調達及び返済の機能も併せ保有している。

現時点における路橋建設投資総会社の担当する事業としては、西通道建設、廈門島東部横断面（蓮坂—哈兜間）建設が決められている。東通道建設についても管轄事業としての候補に挙げられている。

西通道の建設及び維持・運営についてはそれぞれ建設事務所及び管理・運営事務所が必要となるが、これらの組織は路橋建設投資総会社の下部組織として機能することになる。本節においては上海南浦大橋建設、廈門大橋維持管理を参考に、維持管理費用の算定を念頭において、管理建設事務所及び管理・運営事務所の構成並びに機能について述べる。

#### 14.2.2 建設組織体制

路橋建設総投資会社には西通道建設のための調査・計画部門が設けられているが、さらに建設に着手するためには現在の機能を拡大・充実した本格的な建設管理組織が必要である。特に鋼吊橋建設に関して調査・設計、建設及び資機材調達を専門に管轄する部署が必要である。現在路橋建設総投資会社は所属技術者の研修・訓練により担当技術陣の技術的レベルアップを図っているが、早期の建設着工を行うとすれば技術スタッフの拡充にはかなりの困難が伴う。この場合には諸外国からの設計・施工面での技術的協力を念頭に建設体制を整備していくことが必要と考えられる。建設事務所

の機能としては西通道建設事業の調査、建設に係る技術的及び事務的業務を処理することであり、以下の業務内容となる。

1) 技術的業務

a. 調査、設計

自然条件調査、各種試験、構造物の設計、設計変更、完成構造物の各種試験等

b. 建設

道路、橋梁構造物等の建設管理、工事安全管理

c. 検査

工事使用資材の品質管理、工事出来形検査

2) 事務的業務

a. 用地取得、移転補償等

用地取得計画、家屋・商店・工場移転計画

b. 調達

資機材、コンサルティングサービス、工事等の入札・契約、資金の受入・支払

c. 総務

対外窓口、事務所経費経理、事務所備品管理、職員福利厚生、事務所車両運行管理

1.4.3 事業実施時期・工程

(1) 事業実施時期

事業実施時期については純経済的に考えた場合、経済効果が最大になる着工時期を選定することができる。本プロジェクトの場合、西通道建設の時期によって海滄地区開発の進展に影響を与えないとの仮定に立てば、最適建設時期は経済内部収益率と着工時期との関係より定められる。

表 14-3-1 は着工時期を1994年から2004年まで変化させた場合の経済内部収益率の変化を示したものである。交通量が2010年頃から増大することから、内部収益率は着工時期が10年程度遅らせた場合の方が高くなる。交通量増加が遅ればさらに着工時期を遅らせる方向になる。

表 14-3-1 経済内部収益率と着工時期

着工時期	経済内部収益率 (%)
1994	19.6
1999	24.0
2002	25.1
2004	25.2

以上は議論を簡単にするために単純化した仮定の基に計算を行った結果であるが、海滄地区の開発に関しては、西通道建設がそれを支える大きな要素となっており、着工時期の遅れは海滄地区開発に多大の影響を与えるため、それによる経済損失を上記計算に含めなければ合理的とは言えない。西通道建設時期の遅れがどの程度海滄地区開発の進展に影響を与えるか明確でないが、単純に着工時期の遅れが海滄地区の開発進展遅れとなると仮定すれば、以下の結論が得られる。

将来の海滄地区での地域総生産（GDP）は2020年時点で約152億元と推定されており（将来フレームより）、等比増とすれば2000年頃のGDPは約6億元となる。1年のGDPの差は約1億元近くになりその差は年々増大する。2000年時点の交通便益は約1億元であり、ほとんど建設時期の1年遅れによるGDP減と相殺されることになる。従って、着工時期はできるだけ早い方が望ましいことになる。

いずれにしても上記の議論は単純化した仮定の下でのものである。海滄地区の開発が既に進展した段階に入っていること、その開発促進に西通道建設が大きな役割を負っていること、及び現廈門大橋利用交通が2000年頃には約3万台／日になり交通容量に近づくこと等を考慮すれば、早期着工が必要と考えられる。

## （2） 事業実施工程

事業実施スケジュールは資金調達状況に左右されるが、可能性の高い工程として表 14-3-2 のごとくと想定される。

表 14-3-2 事業実施工程

事業項目	年 次					
	1994	1995	1996	1997	1998	1999-
調査・設計 用地・移転 施設建設 管理運営計画 管理・運営	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ →

### 1) 調査・設計

本F/S調査終了後、下記のごとき調査が必要となる。

- a. 詳細地質調査
- b. 計画路線地形測量
- c. 橋梁比較設計
- d. 構造物詳細設計

- e. 耐震・耐風検討
- f. 主橋梁部架設検討

## 2) 用地取得、工場・家屋移転

計画路線に対する地形測量結果に基づき、用地幅を設定し、それに対する用地取得及び工場・宅地等の移転に要する資料の準備を行い、関連部局による土地収用及び工場・宅地等の移転を実施する。

## 3) 施設建設

道路、橋梁及び管理施設の建設を行う。

## 4) 管理・運営計画

西通道の管理・運営に対して以下の項目の計画を作成することが必要である。

- a. 構造物の維持・管理
- b. 交通流の管理・制御
- c. 利用交通車両からの料金徴収
- d. 借入金返済

建設後の西通道の維持管理については、早期に計画を作成することが重複投資を避けることから望ましい。なお、現在の厦門大橋を含めて厦門島と大陸との連絡施設全体として管理することも考えられるので、料金徴収及び借入金返済に関しては統一的なシステムを取り入れることも可能であろう。

### 14.4 事業資金調達

#### (1) 資金源

厦門市では事業資金を暫定的に以下のごとく調達すると想定している。

#### a. 自己資金（無利子返済金）

厦門大橋通行料収入	： 5ヶ年 x 5千萬元 = 2.5億元
市政府補助金	： 5ヶ年 x 5千萬元 = 2.5億元
中央政府補助金	： = 2.0億元
合計	= 7.0億元

上記の金額については不確定要素があるが、無利子のものであり可能な限り調達する事が望ましい。2015年以降、交通量の増大による料金収入の増大及び借り入れ金返済額の減少に伴う余剰金の計上により、市政府あるいは中央政府からの補助金は返済する事も可能となる。

#### b. 国内借入金

国内の借入金は中国国内の民間銀行からの長期借り入れあるいは路橋投資総会社の長期債権の形で調達される。基本建設に対して民間銀行の1993年央時点での金利条件は、5年以上借り入れの場合年率12%強であり、長期債権においても同様な金利条件となろう。国内借入金の総額は次項の海外借入金の額に左右されるが、5～7億元必要であり、建設投資が盛んに行われている中国における現在の状況から考えて、あまり多く見込む事は問題となる事も予想される。

#### c. 海外借入金

海外からの借入としては以下の借り入れ先が考えられる。

- 二国間政府資金協力
- 国際開発銀行借款
- 海外民間銀行団借款

二国間政府資金協力及び国際開発銀行借款に関しては、貸出条件的には前者がよりソフトと考えられるため、資金源としては有利となる。海外民間銀行団借款は前記の公的資金の貸出が行われれば、協調融資として貸し出される可能性が高い。金利水準としてはHIBOR（香港国際銀行間貸出金利水準）に0.75%程度上乗せされた値と考えられるので、1993年末時点で年率6%程度となろう。

海外借入金の額としては、工事費における外貨相当額に多少の余裕を考慮し、約1.0～1.2億USD（約8.7～10.4億元）が必要となる。

### (2) 年次別調達額

以上の資金源別について、年次毎の必要調達資金額を表14-4-1に示すごとくと想定した。長期借入金は全体資金の約65%に達するが、その内約60%を海外の公的機関からの借り入れを想定した。

表 14-4-1 年次別資金調達額（万元）

資金源	年 次					合 計
	1994	1995	1996	1997	1998	
自己資金						
廈門大橋収入	3,539	6,461	5,000	5,000	5,000	25,000
市政府補助		10,000	5,000	5,000	5,000	25,000
中央政府補助		5,000	5,000	5,000	5,000	20,000
小 計	3,539	21,461	15,000	15,000	15,000	70,000
国内民間銀行借入	0	15,693	13,640	0	0	29,333
海外公的機関借入	0	0	29,386	22,040	22,040	73,466
海外民間銀行借入			8,894	8,195	5,496	22,585
合 計	3,539	37,154	66,920	45,235	42,536	196,384

単位：万元

注：建設期間中の金利含まず。海外借入総額約1.1億USドルの場合を想定

#### 14.5 維持管理、運営

##### 14.5.1 概説

西通道は有料交通施設として運営されるためには、交通管理、構造物維持・管理及び料金徴収の面の検討が充分になされることが必要である。構造物として中国でまだ建設されたことのない吊橋であること、大規模な自動車専用道路として将来の廈門市における幹線道路として位置づけられること、並びに有料施設であることを考慮すると、今後詳細な管理・運営計画の立案が必要になるが、以下に維持・管理・運営に関してその要点を述べる。

##### 14.5.2 交通管理

道路における交通・維持管理施設は、主として道路交通の安全、円滑な管理運用及び道路構造本体の保全とを目的とするものである。西通道完成後の維持管理について、その概要を説明する。

###### (1) 交通管理施設の項目

交通管理施設は以下の図 14-5-1 に施設により構成される。



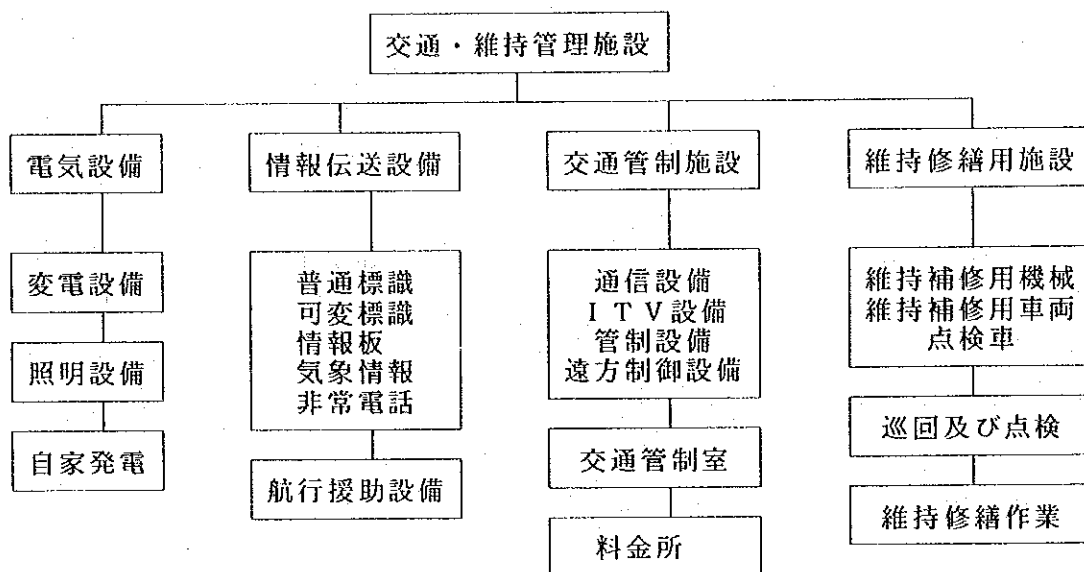


図 14-5-1 交通管理施設システム

これら管理システムの関連を図 14-5-2 に示した。また長大橋における諸施設の概要を図 14-5-3 に示した。

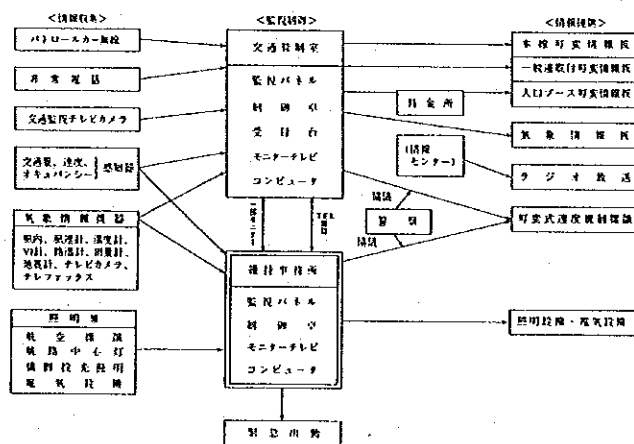


図 14-5-2 維持管理システム関連図

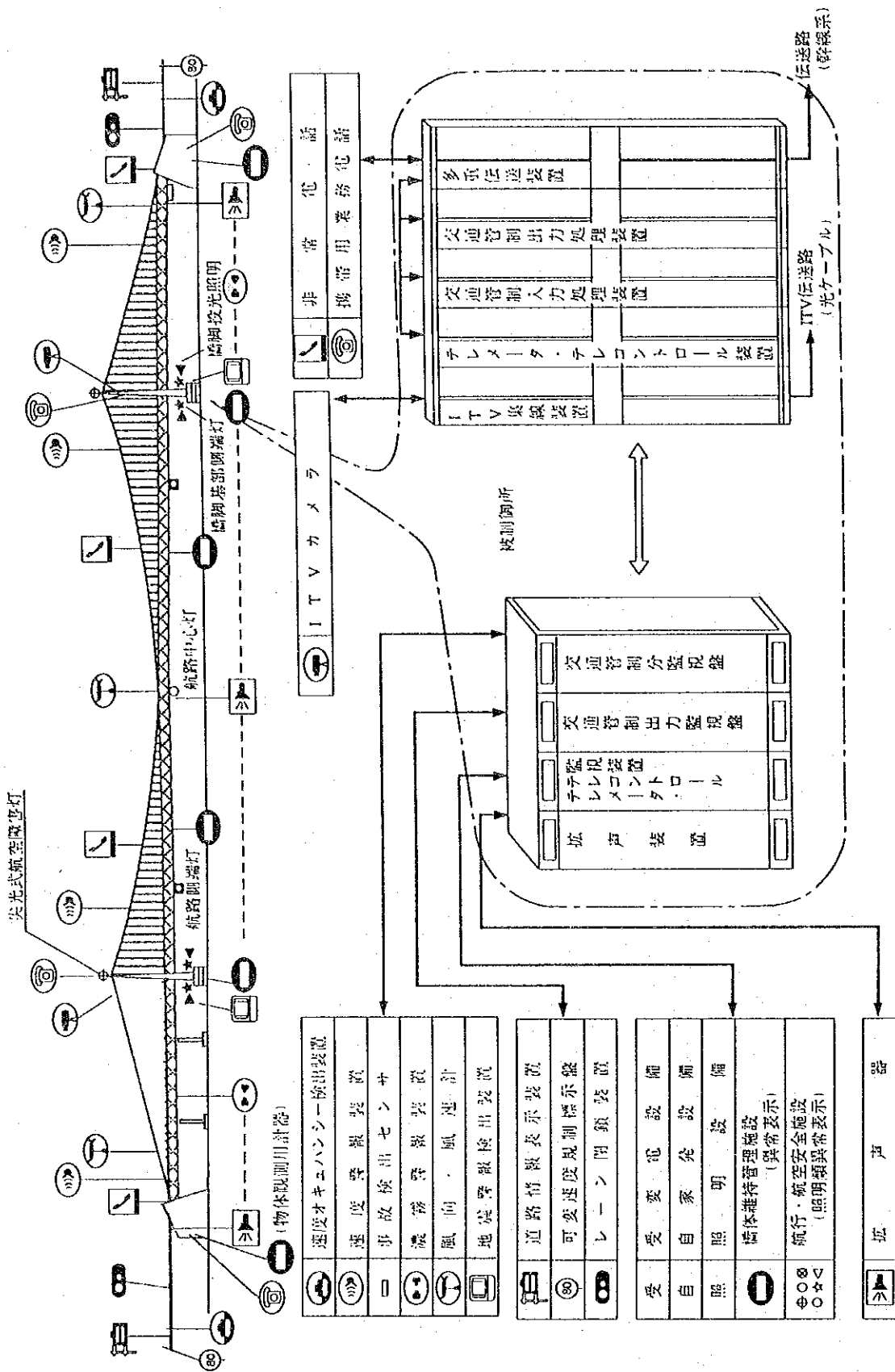


図 14-5-3 長大橋維持管理設備配置例

(2) 施設の概要

1) 道路標識(案内板)

本線延長に対し計画する。

2) 立入り防止柵

本線取付け道路区間に設ける。

3) 照明設備

受変電工事、照明配線工事、本線延長に対し考慮する。

4) 通信管路設備

本線延長に対し配線する。本線路肩部、または中央分離帯に設置する通信管路及びそれに付帯する伸縮継手、マンホール、電源引込み等の施設。

5) 遠制制御設備

道路施設の監視及び制御機能を、集中化するために要する設備機器類である。中央管制室は、疏港路ランプの橋梁敷地内の空地に建設する。

6) 情報、観測装置設備

本線橋梁及び取付道路部に関して、可変標示板、気象観測機器、交通量計測器等必要と思われる設備。

a. 可変標示板

設置位置は、IC流入部、料金所、橋梁部前後、仙岳路流入部とする。

b. 気象観測機器

橋梁主塔部天端に1箇所、管理事務所に設置する。

c. 交通量計測器

料金所と仙岳路流出入部に設置する。

d. ITV(カメラ)類の設備

本線取付部も含めて、必要な箇所に設置する。

以上に関する、制御装置系統図の例を図 14-5-4 に示す。

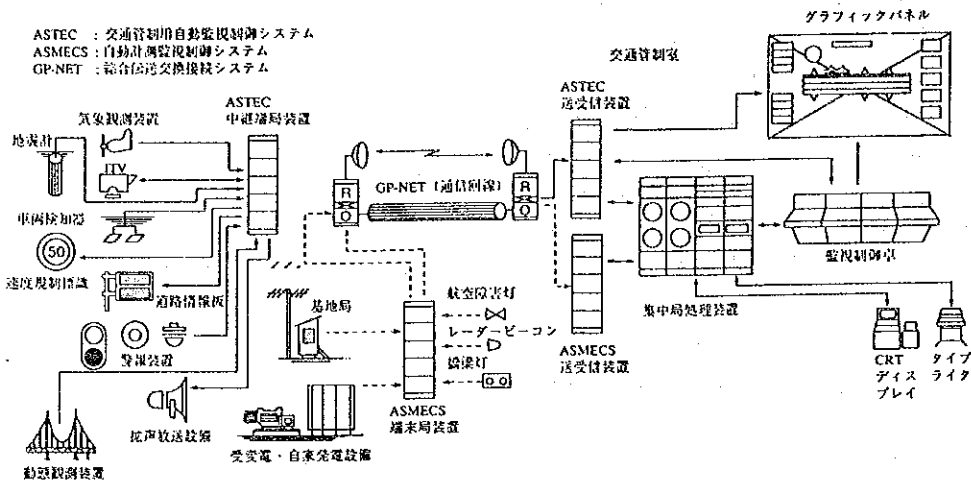


図 14-5-4 交通管理用自動監視制御装置系統例図

(3) 維持管理用機械

現在日本国内で一般的に採用されている、維持作業用機械を表 14-5-1 に示す。これらの機械を何台保有するかは、管理組織や点検システムのマニュアルを作成し、この方針が定められてから決定されるが、本調査では、下表の設備を計画した。

表 14-5-1 維持作業用機械

機種名	規格	台数	作業内容
維持巡回作業車	ワゴン車 (無線付き)	6	道路の点検、巡回作業、維持補修箇所の調査、監督
散水車	m <sup>3</sup>	1	路面清掃、構造物清掃
路面清掃車	ブラシ式	1	路面清掃
	真空式	1	路面清掃
側溝清掃車	真空式	1	排水柵、構造物、
ジェットクリーナー	10 m <sup>3</sup>	1	橋梁伸縮継手、排水管、排水溝の清掃
リフト車	5 m	2	照明灯、案内標識の維持、点検
ビームリフター	15 m	1	道路照明の維持、点検
橋梁点検車	特注	2	橋梁の維持、点検
標識車	2 t	2	作業現場、災害箇所等の交通規制
道路試験車	2 t	1	路面のすべり抵抗、わだちの測定等
レッカー車	4 t	2	故障車の運搬、維持作業
連絡車	ワゴン車	4	事務連絡車

(4) 航行援助設備

橋梁渡海地点は、厦門港の主要航路である。現在、船舶の大多数は、レーダーを装備しているが、海峡部を跨いで航路を横切る架橋は、レーダースコープ上に偽像を発生させ航行船舶の安全運行に重大な影響を与える。この対策として、橋梁部材に電波吸収材を貼り付けレーダー電波を吸収させる方法やアンカレイジの表面構造に多段式の斜め構造を設け、悪影響を及ぼさない方向に電波を散乱させてしまう方法、また、桁をBOX構造とすることで極力不要反射波をなくする方法等を検討研究する必要がある。当該計画橋梁の補剛桁は箱桁形式であり、桁形状の選定によりレーダー障害を防ぐことが可能であり、電波吸収材の採用は必要ないと考えられる。

日本における船舶航行援助施設としては、レーダビーコン装置がある。レーダビーコン装置は、船舶上の指針となる固定点に設置され、船舶レーダから発射されたレーダパルスを送りかとして直ちに符号化された応答パルスを送射することにより、レーダPPI上にレーダビーコン装置位置までの距離、方位及び識別情報を提供する施設である。これらの施設の運用も含めて十分に研究する必要がある。

この他、各橋に灯火による河航航路域表示灯及び橋脚照明をおこなうほか、巨大船管制用電光表示板設置の必要性についても検討せねばならない。

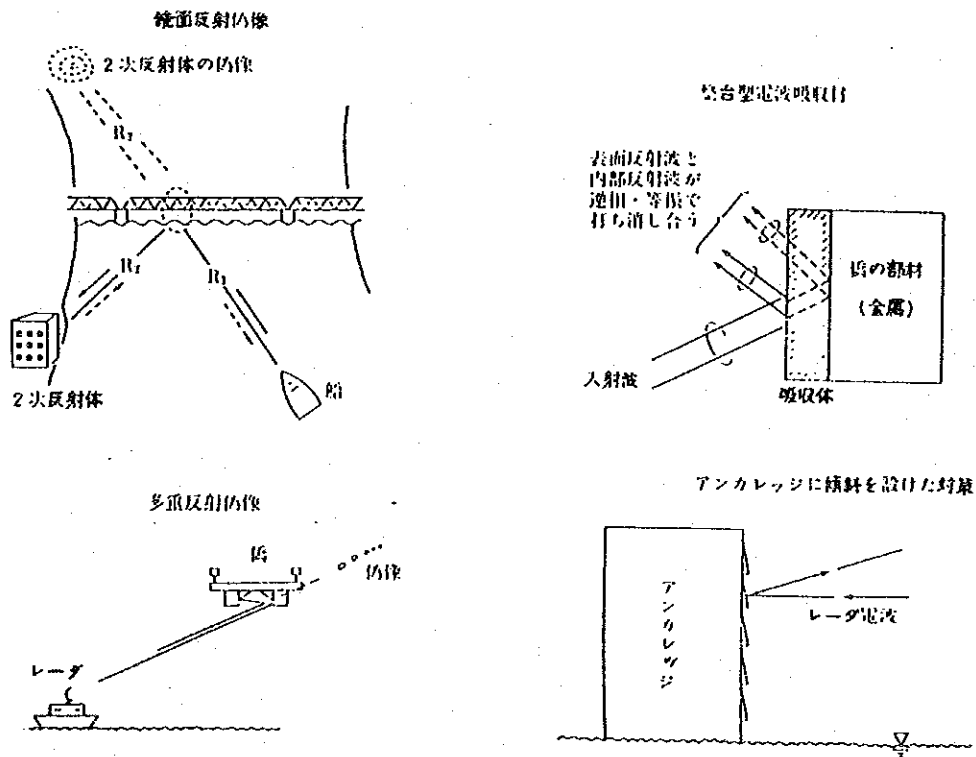


図 14-5-5 反射偽像と電波吸収例

## 14.5.2 維持管理組織及び管理費

### (1) 維持・管理組織

本西通道の管理には、厦門大橋の管理組織を参考とし、料金管理所（人員50名）及び西通道管理事務所（人員130名）の管理組織とした。

料金管理所については料金所ブースに近接して設置する必要があることから、海滄地区に配置し、西通道管理事務所の建設位置については、厦門島側とし疏港路ランプの用地内（付属資料-28参照）に計画した。

### (2) 交通管理施設及び設備工事費

表 14-5-2 交通管理施設とその設備工事費を示した。

表 14-5-2 交通管理施設及び設備工事費一覧

1. 管理所建物費 ・料金管理所 ・料金ブース ・料金通路Box ・大橋管理所 ・造成工 小計	3,760,000 300,000 1,000,000 8,700,000 1,380,000 15,140,000
2. 維持補修車両 ・車両 23台	3,590,000
3. 受配電設備費 ・料金管理所 ・大橋管理所 小計	659,000 5,491,000 6,150,000
4. 遠方監視制御設備費 5. I T V設備費 6. 道路照明設備費 7. 案内表示板設備費 8. 非常電話設備費 9. 航空、航路援助施設費 10. 気象観測設備費（地震計含む） 小計	10,566,000 3,198,000 4,998,000 1,575,000 1,410,000 3,745,000 2,575,000 26,722,000
総計	52,947,000

### (3) 維持管理補修費

維持管理費用の概算を表 14-5-3 に示した。経常費及び定期補修費用を含めたものである。

表 14-5-3 維持管理補修費一覧表

項 目	補 修 費 (元/年)
1. 管理組織人件費 180名	1,404,000
2. 維持車両費 23台	359,000
3. 照明等電力費	1,001,662
4. 照明灯具保守費	749,500
5. 管理建物保守費	302,000
6. 舗装修理費(全線1回当たり)	4,185,000 (元/回)
・当初1回/3年	
・2010年から1回/2年	
7. 橋梁塗装費(7年に1回)	1,580,000 (元/回)
8. 受配電設備保守費	314,000
9. 遠方監視制御保守費	541,300
10. 案内標示板保守費	79,000
11. 航空・航路施設保守費	187,000
12. 非常電話保守費	71,000
13. 気象観測器保守費	129,000

### 14.5.3 道路・橋梁の維持管理

#### (1) 道路維持管理

道路維持管理は、交通管理と共に車両走行の安全性の確保、円滑な交通流の流れの確保および利用車の快適性の確保という基本目的を持っている。維持業務の内容は、次の3種類に分けられる。

- ・ 通常維持業務  
路面、切土のり面、盛土のり面、排水構造物、橋梁、その他構造物や施設の損傷、などを点検する通常(日常)巡回の結果に基づいて行われるものである。通常巡回の結果は、必要に応じた維持業務を実施するために、すみやかに管理事務所に報告される。
- ・ 定期維持業務  
施設、構造物の種類に応じて、週単位、月単位または年単位で実施される詳細な点検、試験の結果に基づいて行われるものである。報告された各種構造物や施設の欠陥や損傷に応じて、修繕、修復を行う。また路面の清掃、標識の清掃、植栽の維持、レーンマークの塗り換え、橋梁の塗装などの作業を含む。
- ・ 異常時維持業務  
交通事故や、自然災害によって損傷を受けた道路、関連施設を正常な状態に復旧する業務である。

参考資料として、日本道路公団における巡回、点検の基準を表 14-5-4 に、表 14-5-5 は、その内容を説明したものである。

表 14-5-4 巡回・点検頻度

土木巡回			巡回点検			
第1種巡回	第2種巡回	特別巡回	巡回	通常点検	特別点検	区域外点検
区分 種別 分類	土木巡回			巡回点検		
	第1種巡回	第2種巡回	特別巡回	巡回	通常点検	特別点検
1. 路面に関する巡回点検	1回/日以上	1回/月以上	必要の都度	1回/日	1回/年	必要の都度
2. 橋梁等構造物に関する巡回点検	〃	〃	〃	〃	〃	〃
3. 路肩・中央分離帯の巡回点検	〃	〃	—	〃	—	〃
4. 排水施設に関する巡回点検	—	〃	〃	〃	4回/年	〃
5. のり面に関する巡回点検	〃	〃	〃	〃	2回/年	〃
6. インターチェンジ等に関する巡回点検	〃	〃	—	〃	—	〃
7. 交通管理施設に関する巡回点検	〃	〃	〃	〃	1回/年	〃
8. 境界及び構造物等の巡回点検	—	—	〃	—	—	〃

断面 日交通量 種別	路面清掃 A		路面清掃 B	路面清掃 C	路面清掃 D
	左側路肩	中分側			
5,000 台未満	2週間に 1回	1ヶ月に 1回	2週間に1回	1週間に1回	1ヶ月に3回
5,000～ 10,000	3週間に 2回	3週間に 1回	3週間に2回	1週間に3回	1ヶ月に4回
10,000～ 25,000	1週間に 1回	2週間に 1回	1週間に1回	1週間に3回	1ヶ月に5回
25,000～ 50,000	2週間に 3回	1ヶ月に 3回	1週間に1回	1週間に6回	1ヶ月に6回
50,000 台以上	1週間に 3回以上	1週間に 1回以上	2週間に3回 以上	1週間に12回 以上	1ヶ月に8回 以上



表 14-5-5 点検作業内容

区分 種類 分類	土木巡回		巡回点検		
	第1種巡回	第2種巡回	特別巡回	巡回	通常点検/特別点検
1. 路面に関する巡回点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>路面のよごれ</li> <li>フラッシュ</li> <li>段違い、不等沈下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>クラック、ポットホール</li> <li>油漏れ等による舗装表面の軟化</li> <li>コルゲーション、凸凹の感じ</li> <li>部分的欠陥や表面剥離</li> <li>目地材の欠損</li> <li>シールコート上のチップの浮上り</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>路面の吹き溜り</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>路面の汚れ</li> <li>フラッシュ、ポットホール</li> <li>コルゲーション、凸凹の感じ</li> <li>油漏れ等による舗装表面の軟化</li> <li>部分的欠陥や表面剥離</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>クラック、ポットホール</li> <li>段違い、不等沈下</li> <li>目地材の欠損</li> </ul>
2. 橋梁等構造物に関する巡回点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>緑石、高欄の汚損</li> <li>伸縮継手の異常音</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>伸縮継手に異物等の混入</li> <li>排水装置の汚損</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>カルバート、コルゲートパイプ等の変形破損</li> <li>支承部汚損欠陥</li> <li>床版コンクリートのクラック</li> <li>沈下、傾斜</li> <li>舗装箇所の汚損</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>緑石高欄の汚損</li> <li>伸縮継手部の異常音</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>伸縮継手部に異物の混入</li> <li>排水装置の汚損</li> <li>カルバート、コルゲートパイプ等の変形破損</li> <li>支承部汚損、欠陥</li> <li>床版コンクリートのクラック</li> <li>塗装箇所の汚損</li> </ul>
3. 路肩・中央分離帯の巡回点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>樹木及び芝生の育成現況</li> <li>遮光板、開口部の汚損</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>病虫害発生の有無</li> <li>施肥、灌水等の必要の有無</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>遮光板、開口部の汚損</li> </ul>	
4. 排水施設に関する巡回点検		<ul style="list-style-type: none"> <li>側溝、集水溝、暗渠、整備溝、水路等の汚損及び通水状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>河川、海岸等の兼用工作物の破損</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>側溝、集水溝、暗渠、整備溝、水路等の汚損及び通水状況</li> <li>河川、海岸等の兼用工作物の破損</li> </ul>
5. のり面に関する巡回点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>のり面の崩壊、芝樹木等の生育状況</li> <li>落石崩土の堆積</li> <li>落石防止網・柵の破損</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>のり枠、ブロック張りのはらみ</li> <li>石積、コンクリート擁壁の破損</li> <li>のり面のクラック</li> <li>浮き石</li> <li>のり枠内申請のゆるみ</li> <li>水抜穴の通水状況</li> <li>のり面の湧水状況</li> <li>のり面水路の水はねによるのり面洗滌</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>落石防止網アンカー部の破損</li> <li>盲暗渠の通水状況</li> <li>天端及び小段に設けられている水路の通水状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>のり面の崩壊状況</li> <li>落石、崩土の堆積</li> <li>落石防止網・柵の破損</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>のり枠、ブロック張りのはらみ</li> <li>石積、コンクリート擁壁の破損</li> <li>のり面のクラック、浮石</li> <li>水抜穴の通水状況</li> <li>のり面の湧水状況</li> <li>のり面洗滌状況</li> <li>落石防止柵アンカー部の破損</li> <li>盲暗渠の通水状況</li> </ul>
6. インターチェンジ等に関する巡回点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>公衆便所の汚損</li> <li>樹木、芝生の生育状況</li> <li>域内の清掃状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施肥、灌水、病虫害の発生状況</li> </ul>			
7. 交通管理施設に関する巡回点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>標識類の汚染</li> <li>ガードレール等の汚損</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路照明の整備状況</li> <li>デリネーターの汚損</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>区画線ペイントの反射状況及び欠損</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>標識類の破損</li> <li>ガードレール等の破損</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>デリネーターの汚損</li> <li>区画線ペイントの反射状況及び欠損</li> </ul>
8. 境界及び構造物等の巡回点検			<ul style="list-style-type: none"> <li>立入防止柵、用地境界杭の整備状況</li> <li>事務所、倉庫</li> <li>車庫、油庫、貯水槽の整備状況</li> </ul>		

## 1) 巡回の区分、作業内容

### a. 第1種巡回・巡回

原則としてパトロールカーから視認できる範囲で道路の状況、交通の状況を把握する。維持作業及び小修繕工事の実施状況を把握する。緊急を要する異常を発見した場合に応急処置を講じ、被害の拡大を防ぐ。

### b. 第2種巡回・通常点検

道路、施設の保全をはかるため、舗装、構造物、排水施設、のり面、橋梁、隧道、交通管理施設の異常や損傷を早期に発見する。

### c. 特別巡回・特別点検

雨期、台風期、集中豪雨、地震発生時等に随時点検する。

### d. 区域外点検

道路に影響する沿道の状況を把握する。

## (2) 橋梁維持管理

### 1) 高架橋

高架橋の維持管理は以下の作業に分類される。

- a. 点検作業
- b. 路面施設清掃作業
- c. 補修作業
- d. 交通事故処理作業

b. 及び d. 項については道路維持管理作業と同じである。従って、以下に a. 及び c. についてコンクリート高架橋の維持管理作業の要点を述べる。

#### 一 点検作業

点検作業は日常、定期的及び臨時点検作業に分けられる。日常点検作業は日常の監視パトロールによって行われ、路面状況及び構造物の変形状況を車で走行しながら監視する。

定期的点検作業は年間1～2回実施し、構造物の詳細な変形状態を目視により調査する。この場合構造物の構造、力学に十分な経験を有する技術者の参加が必要である。

臨時点検は大規模地震後、大雨後、台風後等に行われる。構造物の異常な変形が発生していないかをパトロール車から、あるいは徒歩により点検する。

#### 一 点検対象

点検すべき対象を表 14-5-6 に示す。点検結果については記録として残し、補修

計画に役立てる。

表 14-5-6 高架橋点検対象

構造対象	日常点検	定期的点検	臨時点検
路面 舗装 継手	○ ○	○	必要時 必要時
排水施設	○	○	必要時
橋体 上部工 下部工 支承 高欄	○	○ ○ ○ ○	必要時 必要時 必要時 必要時
交通管理施設	○	○	必要時

#### 一 補修作業

補修作業は点検作業により異常が認められた場合に行われる。その内容としては橋梁本体に関わるもの（コンクリートのひび割れ等）、舗装に関わるもの及び橋梁付帯構造に関わるもの（伸縮継手、支承、交通管理施設等）である。補修作業を行う状況、時期については補修マニュアルを作成し、それに従って実施する。特にコンクリート構造はひび割れ発生によりその構造としての老化が進行するため、ひび割れの状況を数量的に把握し、構造物の耐久度を計ることが重要である。

#### 2) 吊橋

吊橋部は、架橋地点の厳しい自然環境条件を克服して架設された大規模橋梁であり、今後100年以上の長期にわたって良好な維持管理が必要である。また海上部にあるため、鋼材に対する厳しい腐食環境の中での維持管理が要求される。さらに構造部は、大規模かつ複雑な構造を有し海上にあることから、点検、補修等の作業に困難が伴う。このような目的から、設計施工時の段階で、長期の供用に耐えるよう十分な配慮を必要とする。

#### 一 塩害対策

塩害対策上の重要な項目でもある塗装については、腐食環境を考慮して耐久性に優れた厚膜型の長期防錆仕様を検討する必要がある。一般的に建設時の塗装は、現場継手部を除き原則として工場上で上塗りまで施工しており、品質管理の面にも十分留意する必要がある。また橋梁の防食において弱点となる継手部のボルトには、リン酸処理後、エッチングプライマーを塗布した防錆処理高力ボルトの採用も検討する必要がある。

一 橋体点検

点検の目的は、橋体を常に良好な状態に保ち、安全で円滑な交通を確保するために、常に橋体の状態を把握することから、部材の劣化および損傷の有無などの部材変状と橋体の形状変化などの構造系の変状の早期発見を行うものである。

また、これらの変状に対して経年変化の監視、あるいは建設時の初期データとの対比により、必要であれば補修処置要項も設ける必要がある。橋体点検は大きく分けて、日常点検、定期点検および臨時点検からなる。以下にその項目を記す。

表 14-5-7 日常点検の項目（吊橋）

管理路よりの範囲	
構造部位	点検内容
補剛桁	部材の変形、亀裂、ハンガー定着部
床組	鋼床版裏面の発錆、変形、縦桁支承部
エンドリンク タワーリンク ウインドシユュー ストップバシユュー	変形、破損、異常音
高力ボルト	ゆるみ、欠落、ネジ部の発錆
管理路	グレーチング、高欄の汚損、異常音
伸縮装置	異常音、異物のかみ込み、排水不良
塗装	塗膜の変状、表面のよごれ、滞水
橋台での範囲	
構造部位	点検内容
橋台	コンクリートの割縫、汚れ、鉄筋の露出、管理路の損傷
緩衝工	変形、損傷
塔頂、上部水平材での範囲	
構造部位	点検内容
塔頂	ケーブル設備の損傷、滞水、塗膜の変状
上部水平材	高欄の変状、汚れ、滞水、塗膜の変状
全体	塔、ケーブル全体の目視

表 15-5-8 精密点検の項目

構造部位	点検項目
補剛桁	桁の縦断線形、伸縮継手の遊間量、塔と桁、桁と下部工の相対位置
ケーブル類	ケーブルの周面温度、ハンガーロープの張力、
主塔	塔の倒れ量
アンカレイジ	スプレーサドルの移動量
橋台・橋脚	橋台・橋脚の移動量

- ・ 日常点検は、管理路または路面上から視認できる範囲を徒歩で行う巡回点検である。目視を主体としているので橋面、交通安全施設や添加物などのほか、重大な変状を発見することを主目的としたものである。頻度は、3ヶ月に1回程度で行なう。
- ・ 定期点検の基本点検は、管理路または橋梁点検補修用作業車を利用して目視ある

いは簡単な器具を用い、橋梁各部材の細部にわたり点検するものである。頻度は年1回程度行うものとする。

- ・臨時点検は、暴風、地震及び走行車両の橋体への衝突、それによる火災などの異常事態が発見した場合や、日常点検及び定期点検で発見された変状のうち、次の点検まで放置できない変状について、その継続的な監視または計器による測定が必要と判断された場合に行う点検である。

### 一 健全度の判定

点検の結果、変状または欠陥が発見された場合は、表 14-5-9 に示す5段階の評価を行って、次に示す処置を行う。

表 14-5-9 健全度判定標準

塗 装 以 外	
判 定	判 定 標 準
A	自動車の走行、船舶の航行及び第三者の安全に関わる変状または欠陥があり、安全上直ちに補強、使用停止等の措置を必要とするもの。
B	変状または欠陥があり、それらが進行して橋体の機能を低下させる恐れがあり、早期に措置を必要とするもの。
C	変状は軽微であるが、その進行状況を監視する必要があるもの。
D	軽微な変状または健全なもの。
Q	変状または欠陥の有無、程度の判定が困難で別の方法で再点検する必要があるもの。
塗 装	
判 定	判 定 標 準
B	塗装変状または腐食があり、それらが進行する恐れがあり、早期に措置するもの。
C	塗膜変状は軽微であるが、その進行状況を監視する必要があるもの。
D	軽微な塗膜変状または健全なもの。
Q	塗膜の変状の有無、程度の判定が困難で、別の方法で再点検の必要があるもの。

#### a. 判定Aの場合

応急処置を行った上で、永久処置の準備に入るか、直ちに永久処置を行うかの判断を下し、補修作業に入る。

#### b. 判定Bの場合

当面は交通の支障を生ずることはないが、早期に処置を行うために補修の優先度を見きわめた上で補修する。

#### c. 判定Cの場合

発見された変状または損傷について進行状態を監視し、更に悪化が予想されれば補修に入る。また変状が停止したときは記録するにとどめる。

以上の如く、点検・補修作業の項目は記録等も含めて多数の作業が有り、維持管理要項の作成に当たり、今後詳細に検討する必要がある。

#### 14.5.4 維持管理・運営に関する提言

現廈門大橋は建設後、廈門市の管轄下に置かれて運営されてきている。その料金収入は市政府の収入として納入されており、維持管理費用については市政府の一般財源から支出されている。料金徴収施設としては十分な機能を有しているが、交通施設の維持管理についてみれば、コンクリート構造でありまたその規模が比較的小さいこともあり、整備されていない。

一方西通道に関しては、施設規模がかなり大きくまた特殊構造物が含まれていることもあり、前述のごとくその維持管理においては施設及び管理方法は廈門大橋とは相当異なったものになる。管理組織としては市政府から独立したものとなるので、採算性に関しても十分検討して計画を作成することが望まれる。廈門市路橋建設投資総会社はその定款に西通道の建設・維持・管理をうたっており、維持・運営に対する法的な問題はないが、技術的な面においては未経験な分野も多くある。特に大量の交通流に関する管制方法、事故処理あるいは吊橋構造の維持管理等はこれから技術的蓄積の必要なものである。これらに関してこれから詳細な運営計画を作成することが必要である。1991年及び1999年開通の上海市の南浦大橋／楊浦大橋は規模及び構造形式が類似しており、その管理運営についての経験はこれからの計画立案に参考となる。

#### 14.5.5 料金徴収

##### (1) 料金水準

西通道建設事業は有料施設事業として計画されており、その料金体系は事業資金返済及び施設運営のための経費をまかなうことが可能なように設定されねばならない。利用交通からの料金収入額は利用交通量及び料金水準によって決められることになるが、予想利用交通量の見直しと共に料金水準の見直しは常時行われる必要がある。財務評価においては、将来の交通需要予測に基づき、料金水準を現行の廈門大橋の料金体系に経済成長率に対応した増加率を乗じて設定し、収支バランスを検討し概略良好な結果を得ているが、今後事業の進展に従いさらに詳細な検討が望まれる。

料金体系に関しては料金徴収の観点からはできるだけ車種を少なくした体系にする事が望ましい。客車類2区分、貨物車類3～4種類程度が適当と考えられるが、交通量の増加に対応して順次整理していくことも考えられよう。

##### (2) 料金徴収

料金の徴収方法は開通当初は交通量がさほど多くないため、人手による徴収で充分可能である。ただし、徴収ブースでの処理時間を短縮するため、徴収金額の表示、

料金領収書の発券等は機械化を考えることが望ましく、また、これらのデータをコンピューターに連動することにより、料金徴収における不正事故防止に役立てることが可能となる。

前売り回数券の発行は割引制度の導入で普及可能と考えられる。磁気カードによる通行券も検討に値する。

交通量増大時点での自動徴収システムの導入は今後の検討課題である。特定車種に対する自動システムの導入は現状においても可能であるが、導入価格は設置条件により変動し明確でなく、現時点ではその効果に充分見合うとは考えにくい。





## 第15章 総合評価及び勧告

廈門市西通道建設計画について、建設技術、環境影響、社会経済、財務及び維持管理の各分野を含むフィージビリティ調査を行った。以下にその結果を述べる。

### 15.1 総合評価

#### (1) 本プロジェクトの上位計画との整合性

中国政府国務院は廈門市の要請した海滄・杏林地区の工業開発区について、1988年5月承認した。同地区は現廈門市街地区の集中する廈門島の西岸にある。本プロジェクトはこの海滄地区と廈門島とを連絡し、海滄・杏林工業区の開発を促進する目的で計画されたものであり、廈門市における基本建設計画の最優先計画として位置づけられている。

西通道建設によって海滄地区と廈門島とは短距離で結ばれ、現市街地との連結による市街化区域の拡大、港湾への製品輸送の簡便化、市業務中心地との近接化等により、海滄地区への海外からの投資環境が整うことになる。現在中国沿海地域は経済開放の政策下、各地で海外からの投資誘致の基盤整備が進められており、経済特区と言う優位性は薄れてきつつある。投資環境をいかに整備するかは廈門市の今後の発展の重要な要素であり、本プロジェクトはその観点から廈門市の発展に貢献するものである。

#### (2) 本プロジェクトによる便益

本プロジェクト実施による便益は直接的には車両走行便益であるが、本来的には海滄地区の工業開発区としての発展促進にある。廈門市の経済発展は既成の工業区のみでは不十分であり、海滄地区は将来の工業区の重要な部分を占めることになる。

従って、本プロジェクトの便益としては車両利用者（自家用車両及び業務車両）に主として帰することになるが、間接的には海滄地区の企業立地による雇用増、消費増という形により廈門市市民に還元されることになる。

#### (3) 交通需要予測

2000年～2020年に対する西通道に対する交通需要は以下のとおりである。2010年以降経済発展にともなう車両保有の増大が著しくなり、交通量は増加する。現廈門大橋と西通道と合わせた交通容量は2015年以降その容量限界に近づくものと想定される。

2000年	11,904台/日
2010年	24,528台/日
2020年	59,850台/日

但し2020年の値は東通道開通を前提とする。

西通道の交通開放後約20年時点の2020年には約6万台/日の利用交通が見込まれ、6車線としての設計交通容量に達する。

#### (4) 建設技術の評価

##### 1) 西通道の構造形式及び建設ルート

西通道の構造形式として、橋梁形式、海底隧道形式及び沈埋隧道形式の比較を行ったが、隧道形式は社会環境影響・維持管理・交通流処理の諸点において大きな問題を含んでおり、これらの諸点のみならず経済性にも優れている橋梁案を最適案とした。

西通道建設ルート位置は仙岳路—東渡港—火焼嶼—水頭—大平山南山麓—馬青路のルートが経済性、施工性に優れており、既存の市街地街路との連結に対しても問題なく処理可能である。

##### 2) 橋梁形式

東渡港—火焼嶼間約1kmの海峡部を渡る主橋梁の形式は、港湾としての航路条件及び厦門国際空港への航空路からの構造物の高さ制限を条件に、施工性、経済性、景観に配慮して中央径間長650mの吊橋形式が最良と考えられる。

##### 3) 事業規模

西通道建設事業の事業規模は以下のとおりである。

a. 計画延長	8,480 m
道路延長	2,415 m
高架橋延長	2,825 m
主橋梁	860 m
小計	6,100 m
ランプ延長	2,380 m

##### b. 道路幅員

往復6車線

##### c. 事業費

22.45億元（予備費及び建設期間中金利を含む。）

d. 建設期間

5 ヶ年（調査・設計、用地取得期間を含む。）

(5) 社会経済・財務評価

1) 社会経済評価

社会経済評価は、西通道建設による車両走行費用節約及び車両走行時間節約を便益とし計算を行ったが、各指標は以下のごとく良好な結果を示した。

経済内部収益率	19.6%
純経済価値	27.6 億円（割引率 12%）
便益・費用比	3.3 （割引率 12%）

但し事業期間としては 25 年を計上。

便益・費用計算の不確実さを検討するための感度分析結果においても、便益 20%減、費用 20%増の条件下で内部収益率は 16.8%を示しており、中国で F/S 調査に用いられる機会費用 12%以上となった。

従って、社会経済的には本プロジェクトはフィージブルと結論できる。

3) 財務評価

財務評価は、西通道を有料施設として利用交通車両からの料金徴収を収入とし、事業の財務評価を行った。財務内部収益率は 9.9%となり、有料事業としてかなり有望な結果となった。資金繰り検討においては、借り入れ資金条件により事業の採算性に差異が認められるが、海外からの借入金を約 1.0～1.1 億ドル程度とした場合には、2011～2015 年には借入金元利返済後の余剰金計上が可能となり、この面からも事業実施の可能性が確認された。

ただし、短期借入金については、長期借入資金の条件でかなり多額になり、加重平均金利が 8%以上となると、債務保証の観点からは問題となることもあるため、借入資金先の設定には十分検討する必要がある。

料金水準に関しては、現行厦門大橋の料金水準に今後の経済成長に見合った料金上昇を仮定している。現在の自家用車両がごくわずかな状況ではそれほど問題とならないと思われるが、自家用車両が増えてくることが想定される 2010 年以降については、料金設定はその上昇率を緩やかにする必要があるだろう。財務上は 2010 年以降剰余金が急増してくるため料金設定を低めにすることが可能と考えられる。

## (6) 環境影響評価

初期環境影響評価によるスコーピング結果によれば、西通道建設によって影響を受けると想定される環境項目は以下のものである

- a. 社会環境： 住民及び住居移転、権利補償、交通・運輸・航路、人口増加
- b. 自然環境： 海生生物、海象、自然景観、野外レクリエーション地
- c. 公害： 大気汚染、水質汚濁、騒音、振動

社会環境に関する項目で問題と考えられるものは住民及び住居移転、権利補償である。中国においては土地は国有のため、用地収用のためには住民・工場等の移転が主たるものとなる。廈門市では公共用地の土地収用は土地局移転土地収用弁公室が担当し、一定の手続きに従い土地収用が実施されている。公共用地収用は定められた期間内に実施されており、移転対象者は補償及び移転先について協議する。公共性優先であるが制度的に確立されており、事業実施に対する障害とはならない。

権利補償に関しては、養殖漁業者に対するいけす移転補償及び養殖場収用補償がある。この補償額の算定は農業委員会が担当しており、その補償額も毎年更新されている。事業実施に対する障害とはならない。

計画路線が港湾区域を通過するため、建設期間中に航路及び鉄道引込線に影響を与える。これらに関しては、航路規制、期間を区切った立ち入り禁止区域の設定等が行われることになり、事前に十分な担当部局との協議、利用者への公示等を行うことが必要となる。

自然環境に関しては海生生物の保護指定種が一部の廈門湾域で生息が確認されているが、回遊性の生物であり西通道建設によりその生態系に多大の影響を与えることはない。

公害に関しては大気汚染、騒音、振動に関して西通道建設による基準値を越える影響は予測されず、問題ないと想定される。水質汚濁に関しては現況値が不明であり、今後の長期観測を基にした影響評価に実施が必要である。

以上全体として、西通道建設によって周辺地域の社会環境、自然環境及び生活環境に悪影響を及ぼさないと想定される。

## (7) 事業実施

### 1) 実施体制

本プロジェクトの実施担当機関は廈門市路橋建設総投資公司であり、同公司は1993年6月に廈門市人民政府の正式批准を受けている。同公司は西通道建設の事業主体として資金調達を含めた機能を付与されており、事業実施に向けての法体制は整ったことになる。ただし、事業実施のための人的組織はこれからの課題と考えられ、特に技術者の量的確保及び質的向上が早急に必要である。諸外国からの技術協力を積極的に取り入れることも必要であろう。

### 2) 実施時期

事業実施時期については、海滄地区の開発促進と言う観点から分析すれば、できるだけ早期に行われることが効果的である。現在の中国中央政府及び廈門市人民政府は経済開放政策を協力に推進しており、海滄地区の開発は国家計画として承認されている。従って、調査・設計がある程度進展した段階としての1995年工事着工が順当な工程と設定できる。

## 15.2 勧告

本調査の結論としては以下のとおりである。

1. 西通道建設は技術的にも経済的にも実施妥当性を有しており、早期実施が望ましい。
2. 西通道建設位置としては東渡港—火燒嶼—排頭／水頭ルートが最適である。
3. 西通道の構造形式としては吊橋が経済的、技術的及び景観的に最適である。
4. 環境影響評価については計画段階のものであり、事業実施時においてさらに検討が加えられるべきである。
5. 西通道建設に向けて、建設担当の人的組織の整備、技術的向上を早急に実施すべきである。

当該調査はフィージビリティ調査であり、事業実施に対してはさらに詳細な検討が必要である。以下に今後必要とされる調査、検討項目について概略述べる。

### (1) 建設技術的調査検討

#### 1) 詳細地質調査

フィージビリティ調査において利用した地質調査は位置的に基礎構造が立地す

る地点のものでなく、また地質力学的なデータもごく限られたものである。今後の比較設計、詳細設計にあたっては支持地盤の選定、それら地盤の力学的データが不可欠であり、基礎構造立地地点周辺の詳細な調査を行うことが望まれる。

## 2) 建設条件の検討

架橋ルート、形式が選定されたことより、建設ルートに位置する関係団体あるいは個人の建設に対する対応を明確に把握することが可能であり、これにより用地条件、施工条件等を検討する事ができる。

## 3) 比較・詳細設計

フィージビリティ調査において実施された構造物の設計は精度的にそれほど高いものでない。詳細な支間割、構造形状寸法、使用材料等については詳細な比較検討が追加されることが必要であり、それに基づいた詳細設計により、最終的な構造物が選定されるべきである。比較設計すべき内容としては、以下のとおりである。

主橋梁主塔位置

主塔基礎形式

主橋側径間を吊り構造とするかどうか

主橋梁補剛桁形状

主ケーブルの材質

## 4) 耐風、耐震検討

耐風検討については本調査時点では廈門において強風記録が整備されていないため、設計風速は類推値として設定した。長大橋梁においては風力は重要な設計要素であるため、架橋地点の観測値を整備することは重要である。火烧嶼における測定の実施を提案する。また、補剛桁形状についての風洞試験をできるだけ早く行い、詳細設計の資料とする事が望ましい。

耐震検討については、設計震度の決定を含めて、架設現場の地質状況を取り入れた地震波分析、構造物振動応答解析等が行われる必要がある。

## 5) 施工法検討

中国においては、吊橋の施工はその端初についたばかりであり、そのための施工機器の整備、施工者の技術研修はこれからの段階である。従って、本事業計画の実施のためには事前の十分な施工検討を行い、現在中国国内に保有せず、必要とされる建

設材料、施工機械等については、中国国内で研究開発するか諸外国から輸入・技術導入するか方針を決定する必要がある。

## (2) 財務検討

財務評価においては、現時点で想定される条件に基づいて分析をおこなったが、想定した条件は事業実施の進展に従い変化することが予想され、その条件変化に対応した事業の財務分析を継続して行う必要がある。特に資金調達については本調査報告書はあくまで仮定の条件を設けて解析しており、さらに詳細な資金調達条件を検討した財務分析が必要である。

## (3) 維持管理・運営

維持管理・運営計画策定については、今後の事業の円滑な展開を計るため、不可欠であり、建設工事と平行してその計画策定がなされることが望まれる。その内容としては、以下の諸項である。

- 交通管理・運営
- 料金徴収システム
- 料金体系
- 橋梁維持管理
- 道路維持管理





## 付 属 資 料

付属資料-1	橋梁技術用語対象表	a-1
付属資料-2	中心線座標計算書	a-5
付属資料-3	地区別社会経済現況	a-15
付属資料-4	ゾーン別指標の設定	a-21
付属資料-5	調査対象地域の自然社会環境条件	a-25
付属資料-6	橋梁代替案の検討	a-37
付属資料-7	隧道換気設備計画	a-45
付属資料-8	橋梁・隧道案概略建設工程	a-49
付属資料-9	橋梁3代替案比較設計	a-53
付属資料-10	主橋梁部上部工比較案の検討	a-83
付属資料-11	2P主塔基礎形式の比較検討	a-89
付属資料-12	主橋梁下部工安定計算	a-95
付属資料-13	経済評価指標の概説	a-103
付属資料-14	車両走行費用算定上の設定条件	a-107
付属資料-15	経済便益の算定	a-115
付属資料-16	事業費（財務価格及び経済価格）	a-119
付属資料-17	維持管理費（財務価格及び経済価格）	a-125
付属資料-18	財務評価指標の概説	a-127
付属資料-19	現行厦門大橋料金体系	a-129
付属資料-20	西通道料金体系（5車種ベース）の算定	a-131
付属資料-21	西通道料金収入の算定	a-133
付属資料-22	財務便益・費用キャッシュ・フロー	a-135
付属資料-23	借入金資金繰表	a-137
付属資料-24	損益計算表	a-143
付属資料-25	資金繰表（ケース1）	a-145
付属資料-26	環境関係法令類	a-147
付属資料-27	中国側環境影響評価のレビュー及び補足環境影響評価	a-163
付属資料-28	大橋管理所及び料金管理所平面計画図	a-205



付屬資料－1 橋梁技術用語対象表

橋梁技術用語対照表

(1/3)

日本語	中国語	英語
建設材料	建設材料	Construction Materials
鋼板	鋼板	Steel Plate
鋳鋼	鋳鋼	Iron
鉄筋	鋼筋	Reinforcing Bar
型鋼	型鋼	Formed Steel
高強度鋼棒	高強鋼筋	High Strength Steel Bar
高強度鋼線	高強鋼糸	High Strength Wire
セメント	水泥	Cement
アスファルト	石油瀝青	Asphalt
細骨材 (砂)	砂	Fine Aggregate (Sand)
粗骨材 (砂利、碎石)	砂礫、碎石	Coarse Aggr. (Gravel)
セメントコンクリート	水泥混擬土	Cement Concrete
アスファルトコンクリート	瀝青混擬土	Asphalt Concrete
煉瓦	磚	Brick
合板	三合板	Plywood
木材 (加工材)	鋸材	Timber
型枠	模板	Formwork
支保工	支架	Support
足場工	脚手架	Falsework
建設機械	工程机械	Construction Equipments
コンクリートプラント	水泥混擬土攪拌站	Concrete Plant
ミキサー車	攪拌運輸車	Concrete Mixing Vehicle
アスファルトプラント	瀝青混擬土攪拌站	Asphalt Plant
タワークレーン	塔式起重機	Tower Crane
クラブ浚渫船		Grove Dredging Boat
トラッククレーン	汽車式起重機	Truck Crane
パワーショベル	挖掘機	Power Showel
ダンプトラック	自卸汽車	Dump Truck
タイヤローダー	輪胎式裝載機	Tire Loader
ブルドーザー	推土機	Bulldozer
タイヤローラー	輪胎圧路機	Tire Roller
グレーダー	平地機	Grader
下部構造	下部構造	Substructure
基礎	基礎	Foundation
橋脚	橋墩	Pier
主塔	索塔、橋塔	Main Tower
橋台	橋台	Abutment
アンカレイジ	錨碇体	Anchorage
脚柱	墩柱	Pylon
中空断面	空心断面	Hollow Section
隔壁	隔板	Diaphragm
頂版、底版	頂版、底版	Top Plate, Bottom Plate
ケーソン	沉井	Caisson
現場打ちRC杭	鋼筋混擬土灌注柱	Cast-in-place RC Pile
H鋼杭	鋼H柱	H-shape Steel Pile
鋼矢板	鋼板柱	Steel Sheet Pile
仮棧橋	臨時汽車便橋	Temporary Jetty

橋梁技術用語対照表

(2/3)

日本語	中国語	英語
<p>上部構造 橋長 径間長、支間長 幅員 鋼板桁 鋼箱桁 鋼トラス橋 アーチ橋 斜張橋 吊橋 P C I 桁 P C 箱桁 縦桁 横桁 床組 鋼床版 コンクリート床版 補剛材 補剛桁 リップ ウェブ 高力ボルト アプローチ橋</p>	<p>上部構造 橋梁総長度 跨径 寬度 鋼桁梁 鋼箱梁 鋼桁架梁 拱橋 斜拉橋 吊橋、懸索橋 預応力混擬土 I 形梁 預応力混擬土箱梁 縦梁 横梁 車道板体系 鋼車道板 混擬土車道板 綴板 加勁梁 肋板 腹板 高強螺栓 引橋</p>	<p>Superstructure Bridge length Span Length Carrigeway Width Steel Plate Girder Steel Box Girder Steel Truss Bridge Arch Bridge Cable Stayed Bridge Suspension Bridge Prestressed Concrete I-shape, Box Girder Stringer Cross Beam Floor Slab System Steel Floor Slab Concrete Slab Stiffener Stiffening Girder Rib Web Plate High Strength Bolt Approach Bridge</p>
<p>吊橋構造 ケーブル ハンガーロープ ケーブルサドル ケーブルスプレーサドル ケーブルバンド キャットウォーク A. S. 工法 P. S. 工法</p>	<p>吊橋(懸索)結構 主索、主纜 吊索 索鞍 散索鞍 索籠 猫道 空中索架設工法 P P W S 工法</p>	<p>Suspension Bridge Stru. Cable Hanger Rope Cable Saddle Cable Spray Saddle Cable Band Catwalk Air Spinning Method Prefabricated Palarrrel Wire Strand Method</p>
<p>サグ、サグ比 パイロットロープ ストランド ケーブルクレーン ハウリングシステム ラッピング スクイージング シム ハンドロープ リフティングビーム センターステイ ハンガーソケット</p>	<p>主索垂、主索垂跨比 先導索股 鋼線索股 縦索吊装設備 牽引系統 梱札 圧緊 墊片 扶手鋼系繩 提昇桿 中央挾具 吊索套筒</p>	<p>Sag, Sag Ratio Pilot Rope Strand Cable Crane Hauling System Wrapping Squizing Shim Hand Rope Lifting Beam Center Stay Hanger Socket</p>

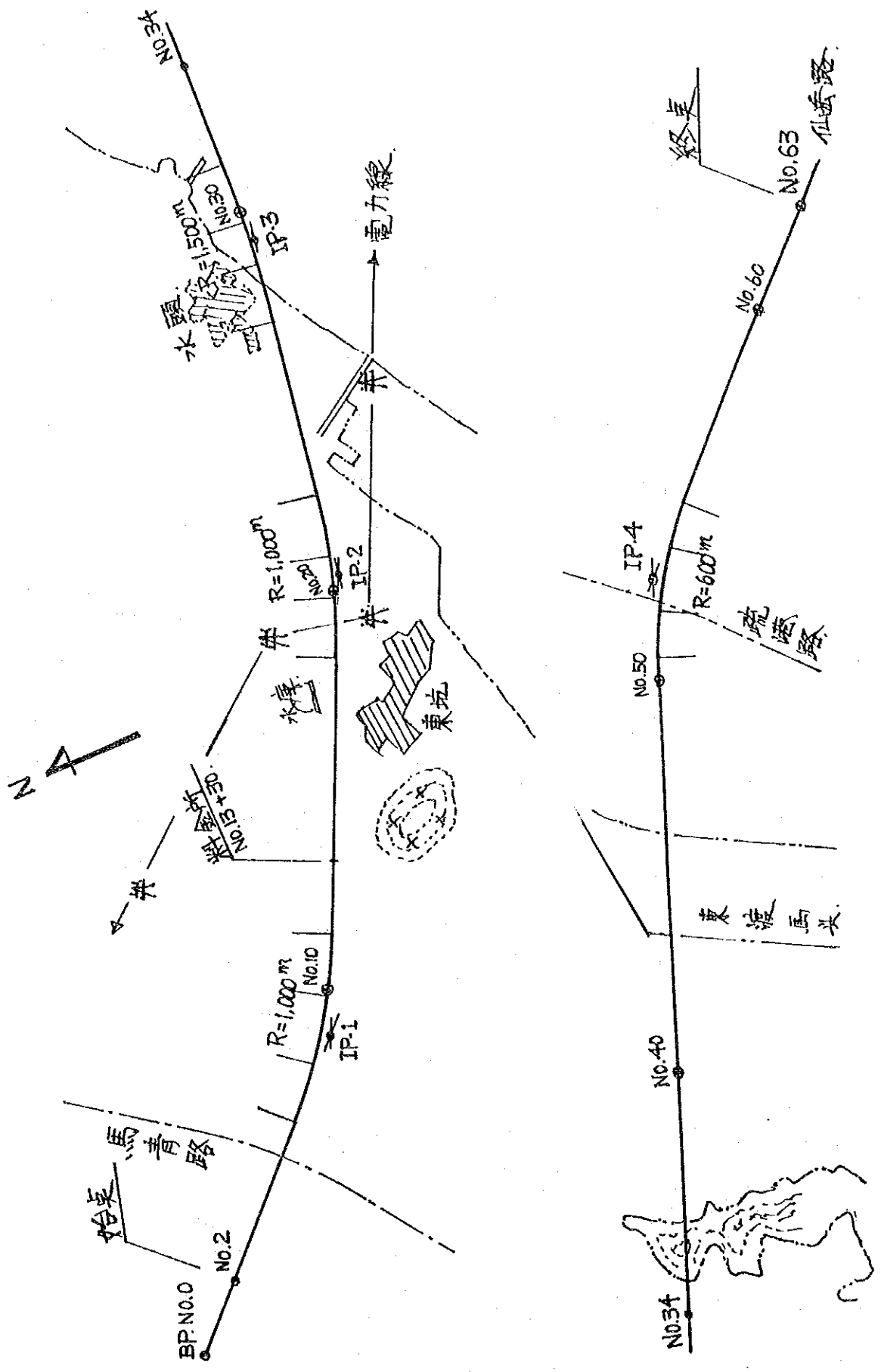
橋梁技術用語対照表

(3 / 3)

日 本 語	中 国 語	英 語
設計関連 設計荷重 活荷重、自動車荷重 死荷重 衝撃 架設時荷重 基本風速 設計風速 限界風速 迎角 構造減衰 自励振動 限定振動 設計震度 修正震度 共振 応力度、許容応力度 たわみ 安定計算 極限状態設計 弾性係数 クリープ 乾燥収縮	設計荷重 可変荷重、汽車荷重 永久荷重 冲击力 架設時荷重 基本風速 設計風速 限界風速 攻角 結構阻尼 馳振 限幅風致振動 設計烈度 地震荷重 共振 応力、容許応力 撓度 穏定性計算 極限状態設計 弾性模量 徐変 収縮	Design Design Loads Live Load, Vehicle Load Dead Load Impact Erection Loads Basic Wind Velocity Design Wind Velocity Critical Wind Velocity Attacking Angle Structural Damping Galloping Eddy Vibration Design Seismic Coeffic. Modified Seismic Coeff. Resonance Stress, Allowable Stress Deflection Stability Check Limit State Design Modulus of Elasticity Creep Shrinkage

付属資料一 2 中心線座標計算書

西通道線型概要圖





主要点の座標計算

774#名	RIY	点名	STA.No	X	Y	曲線諸元 1	方向角: 接線角	曲線諸元 2	区分	
		BP 1	0 +	0.00000	2711850.00000	452500.00000			1	601
		EA 1-1	6 +	19.54034	11394.75962	52920.22189	S= 884.59030 An= 137 17 26.196 R=-1000.00000 IA= 20 56 52.863 TL1= 265.04996 TAU1= 4 35 1.184 A1= 400.00000 TAU2= 4 35 1.184 L1= 160.00000 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= 1.06642 XM1= 79.98294	CL= 525.61188 TL2= 265.04996 A2= 400.00000 L2= 160.00000 dR2= 1.06642 XM2= 79.98294	2	
		EA 1-1	7 +	79.54034	11280.15896	53031.81100	TLI= 265.04996 TAU1= 4 35 1.184 A1= 400.00000 TAU2= 4 35 1.184 L1= 160.00000 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= 1.06642 XM1= 79.98294	TL2= 265.04996 A2= 400.00000 L2= 160.00000 dR2= 1.06642 XM2= 79.98294	3	
		EA 1-2	9 +	85.15222	11157.16183	53196.12539	TLI= 265.04996 TAU1= 4 35 1.184 A1= 400.00000 TAU2= 4 35 1.184 L1= 160.00000 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= 1.06642 XM1= 79.98294	TL2= 265.04996 A2= 400.00000 L2= 160.00000 dR2= 1.06642 XM2= 79.98294	4	
		EA 1-2	11 +	45.15222	11082.38740	53337.52632	TLI= 265.04996 TAU1= 4 35 1.184 A1= 400.00000 TAU2= 4 35 1.184 L1= 160.00000 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= 1.06642 XM1= 79.98294	TL2= 265.04996 A2= 400.00000 L2= 160.00000 dR2= 1.06642 XM2= 79.98294	5	
		0 1		12014.99132	53710.05978		An= 116 20 33.333 IA= 14 11 33.382 TAU1= 4 35 1.184 TAU2= 4 35 1.184 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= 1.06642 XM1= 79.98294	CL= 407.70771 TL2= 204.60676 A2= 400.00000 L2= 160.00000 dR2= 1.06642 XM2= 79.98294	6	
		IP 1		2711200.00000	453100.00000		S= 1160.05158 R=-1000.00000 IA= 14 11 33.382 TAU1= 4 35 1.184 A1= 400.00000 TAU2= 4 35 1.184 L1= 160.00000 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= 1.06642 XM1= 79.98294	CL= 407.70771 TL2= 204.60676 A2= 400.00000 L2= 160.00000 dR2= 1.06642 XM2= 79.98294	7	
		EA 2-1	18 +	35.54710	10776.03330	53956.22839	S= 1160.05158 R=-1000.00000 IA= 14 11 33.382 TAU1= 4 35 1.184 A1= 400.00000 TAU2= 4 35 1.184 L1= 160.00000 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= 1.06642 XM1= 79.98294	CL= 407.70771 TL2= 204.60676 A2= 400.00000 L2= 160.00000 dR2= 1.06642 XM2= 79.98294	8	
		EA 2-1	19 +	95.54710	10708.90258	54101.41416	TLI= 204.60676 TAU1= 4 35 1.184 A1= 400.00000 TAU2= 4 35 1.184 L1= 160.00000 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= 1.06642 XM1= 79.98294	TL2= 204.60676 A2= 400.00000 L2= 160.00000 dR2= 1.06642 XM2= 79.98294	9	
		EA 2-2	20 +	83.25480	10680.00080	54184.19337	TLI= 204.60676 TAU1= 4 35 1.184 A1= 400.00000 TAU2= 4 35 1.184 L1= 160.00000 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= 1.06642 XM1= 79.98294	TL2= 204.60676 A2= 400.00000 L2= 160.00000 dR2= 1.06642 XM2= 79.98294	10	
		EA 2-2	22 +	43.25480	10642.17772	54339.61169	TLI= 204.60676 TAU1= 4 35 1.184 A1= 400.00000 TAU2= 4 35 1.184 L1= 160.00000 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= 1.06642 XM1= 79.98294	TL2= 204.60676 A2= 400.00000 L2= 160.00000 dR2= 1.06642 XM2= 79.98294	11	
		0 2		11637.65437	54472.11635		S= 880.12672 R=-1500.00000 IA= 9 51 33.755 TAU1= 3 10 59.156 A1= 500.00000 TAU2= 3 10 59.156 L1= 166.66667 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= .77152 XM1= 83.32476	CL= 424.78453 TL2= 212.76965 A2= 500.00000 L2= 166.66667 dR2= .77152 XM2= 83.32476	12	
		IP 2		10685.24161	54139.58813		S= 880.12672 R=-1500.00000 IA= 9 51 33.755 TAU1= 3 10 59.156 A1= 500.00000 TAU2= 3 10 59.156 L1= 166.66667 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= .77152 XM1= 83.32476	CL= 424.78453 TL2= 212.76965 A2= 500.00000 L2= 166.66667 dR2= .77152 XM2= 83.32476	13	
		EA 3-1	27 +	6.00511	10544.78195	54791.99639	S= 2326.57192 R= 600.00000 IA= 25 29 35.939 TAU1= 25 29 35.939 A1= 600.00000 TAU2= 25 29 35.939 L1= 371.13205 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= 371.13205 XM1= 371.13205	CL= 371.13205 TL2= 371.13205 A2= 600.00000 L2= 371.13205 dR2= 371.13205 XM2= 371.13205	14	
		EA 3-1	28 +	72.67178	10512.73081	54955.52890	TLI= 212.76965 TAU1= 3 10 59.156 A1= 500.00000 TAU2= 3 10 59.156 L1= 166.66667 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= .77152 XM1= 83.32476	TL2= 212.76965 A2= 500.00000 L2= 166.66667 dR2= .77152 XM2= 83.32476	15	
		EA 3-2	29 +	64.12298	10501.23857	55046.24087	TLI= 212.76965 TAU1= 3 10 59.156 A1= 500.00000 TAU2= 3 10 59.156 L1= 166.66667 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= .77152 XM1= 83.32476	TL2= 212.76965 A2= 500.00000 L2= 166.66667 dR2= .77152 XM2= 83.32476	16	
		EA 3-2	31 +	30.78965	10491.49601	55212.59964	TLI= 212.76965 TAU1= 3 10 59.156 A1= 500.00000 TAU2= 3 10 59.156 L1= 166.66667 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= .77152 XM1= 83.32476	TL2= 212.76965 A2= 500.00000 L2= 166.66667 dR2= .77152 XM2= 83.32476	17	
		0 3		11994.39868	55189.32435		S= 2326.57192 R= 600.00000 IA= 25 29 35.939 TAU1= 25 29 35.939 A1= 600.00000 TAU2= 25 29 35.939 L1= 371.13205 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= 371.13205 XM1= 371.13205	CL= 371.13205 TL2= 371.13205 A2= 600.00000 L2= 371.13205 dR2= 371.13205 XM2= 371.13205	18	
		IP 3		10500.00000	55000.00000		S= 2326.57192 R= 600.00000 IA= 25 29 35.939 TAU1= 25 29 35.939 A1= 600.00000 TAU2= 25 29 35.939 L1= 371.13205 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= 371.13205 XM1= 371.13205	CL= 371.13205 TL2= 371.13205 A2= 600.00000 L2= 371.13205 dR2= 371.13205 XM2= 371.13205	19	
		EA 4-1	50 +	56.62190	10414.52428	57136.89307	S= 2326.57192 R= 600.00000 IA= 25 29 35.939 TAU1= 25 29 35.939 A1= 600.00000 TAU2= 25 29 35.939 L1= 371.13205 Rb= 0.0000 RE= 0.0000 dR1= 371.13205 XM1= 371.13205	CL= 371.13205 TL2= 371.13205 A2= 600.00000 L2= 371.13205 dR2= 371.13205 XM2= 371.13205	20	

45 + 91.7602

主要点の座標計算

774名	BP	STA. No.	X	Y	曲線諸元 1	方向角 : 交角 : 弦線角	曲線諸元 2	区分
IP 3			10500.00000	55000.00000	X <sub>M1</sub> = 83.32476 S = 2326.57192	A <sub>0</sub> = 92 17 26.196	X <sub>M2</sub> = 83.32476	507
KA 4-1	50 + 56.62190	10414.52428	57136.89307		R = 600.00000	I <sub>A</sub> = 25 29 35.939	CL = 371.13205	14
KE 4-1	51 + 60.78857	10407.35402	57240.77770		TL <sub>1</sub> = 187.97002	TAU <sub>1</sub> = 4 58 24.931	TL <sub>2</sub> = 187.97002	15
KE 4-2	53 + 23.58729	10365.24578	57397.51990		AI = 250.00000	TAU <sub>2</sub> = 4 58 24.931	A <sub>2</sub> = 250.00000	16
KA 4-2	54 + 27.75396	10319.39143	57491.01219		LI = 104.16667	EB = 0.0000	L <sub>2</sub> = 104.16667	17
0 4		9812.16984	57164.91079		dXI = 75332	BE = 0.0000	dR <sub>2</sub> = 75332	
IP 4		10407.01148	57324.71290		X <sub>M1</sub> = 52.07025		X <sub>M2</sub> = 52.07025	508
BP 4	63 + 27.46823	9900.00000	58287.00000		S = 1087.68429	A <sub>0</sub> = 117 47 2.135		505

中心線の座標計算

中心線の774号 CN1 役抗の774号 R1Y 774号 R1Y 1 1 1

測点	曲線長	弦長	方向角	接線角方向角	X	Y	BP	1-2	直線	L=
0 + 0.0000	100.0000	100.0000	137 17 26.20	137 17 26.20	2711850.0000	452500.0000				619.5403
1 + 0.0000	100.0000	100.0000	137 17 26.20	137 17 26.20	11776.5197	52567.8280				
2 + 0.0000	100.0000	100.0000	137 17 26.20	137 17 26.20	11703.0393	52635.6560				
3 + 0.0000	100.0000	100.0000	137 17 26.20	137 17 26.20	11629.5590	52703.4840				
4 + 0.0000	100.0000	100.0000	137 17 26.20	137 17 26.20	11556.0786	52771.3120				
5 + 0.0000	100.0000	100.0000	137 17 26.20	137 17 26.20	11482.5983	52839.1401				
6 + 0.0000	19.5403	19.5403	137 17 26.20	137 17 26.20	11409.1179	52906.9681				
6 + 19.5403			137 17 26.20	137 17 26.20	11394.7596	52920.2219	KA	1-1	直線	L= 619.5403
6 + 19.5403	80.4597	80.4597	136 54 15.25	137 17 26.20	11394.7596	52920.2219	KA	1-1	クロソイド	L= 160
7 + 0.0000	79.5403	79.5284	134 36 28.90	136 7 53.36	11336.0080	52975.1925				
7 + 79.5403			132 42 25.01	132 42 25.01	11280.1590	53031.8110	KE	1-1	クロソイド	B= -1000
7 + 79.5403	20.4597	20.4593	132 7 14.96	132 42 25.01	11280.1590	53031.8110	KE	1-1	円曲線	R= -1000
8 + 0.0000	82.3463	82.3230	129 10 32.33	131 32 4.91	11266.4370	53046.9863				
8 + 82.3463	17.6537	17.6535	126 18 39.10	126 48 59.76	11214.4335	53110.8042				PC
9 + 0.0000	85.1522	85.1265	123 21 56.47	125 48 18.42	11203.9798	53125.0297				
9 + 85.1522			120 55 34.52	120 55 34.52	11157.1618	53196.1254	KE	1-2	円曲線	L= 205.6118
9 + 85.1522	14.8478	14.8477	120 30 50.60	120 55 34.52	11157.1618	53196.1254	KE	1-2	クロソイド	R= -1000
10 + 0.0000	100.0000	99.9850	118 6 46.39	120 6 54.04	11149.6229	53208.9167				
11 + 0.0000	45.1522	45.1521	116 27 51.37	116 42 27.45	11102.5090	53297.1056				
11 + 45.1522			116 20 33.33	116 20 33.33	11082.3874	53337.5263	KA	1-2	クロソイド	L= 160

中心線の座標計算

中心線の7719	CHI	抵抗の7719	BIY	カクムアノク	1.37	源点	曲線長	弦長	方向角	接線角方向角	X	Y	EA	1-2	直線	L=
11 + 45.1522	54.8478	54.8478	116 20 33.33	116 20 33.33	116 20 33.33	11082.3874	53337.5263	EA	1-2	直線	L= 690.3948					
12 + 0.0000	100.0000	100.0000	116 20 33.33	116 20 33.33	11058.0494	53386.6785										
13 + 0.0000	100.0000	100.0000	116 20 33.33	116 20 33.33	11013.6756	53476.2942										
14 + 0.0000	100.0000	100.0000	116 20 33.33	116 20 33.33	10969.3019	53565.9099										
15 + 0.0000	100.0000	100.0000	116 20 33.33	116 20 33.33	10924.9281	53655.5256										
16 + 0.0000	100.0000	100.0000	116 20 33.33	116 20 33.33	10880.5544	53745.1413										
17 + 0.0000	100.0000	100.0000	116 20 33.33	116 20 33.33	10836.1806	53834.7569										
18 + 0.0000	35.5471	35.5471	116 20 33.33	116 20 33.33	10791.8069	53924.3726										
18 + 35.5471			116 20 33.33	116 20 33.33	10776.0333	53956.2284	EA	2-1	直線	L= 690.3948						
18 + 35.5471	64.4529	64.4529	116 5 40.77	116 20 33.33	10776.0333	53956.2284	EA	2-1	クロソイド	L= 160						
19 + 0.0000	95.5471	95.5290	113 57 4.72	115 35 55.64	10747.6836	54014.1111										
19 + 95.5471			111 45 32.15	10708.9026	54101.4142	EA	2-1	クロソイド	R= -1000							
19 + 95.5471	4.4529	4.4529	111 37 52.91	111 45 32.15	10708.9026	54101.4142	EA	2-1	円曲線	R= -1000						
20 + 0.0000	39.4009	39.3984	110 22 30.16	111 30 13.67	10707.2611	54105.5535										
20 + 39.4009	43.8539	43.8503	107 59 23.89	109 14 46.64	10693.5440	54142.4869	7/C									
20 + 83.2548			106 44 1.14	10680.0008	54184.1934	EA	2-2	円曲線	L= 87.7077							
20 + 83.2548	16.7452	16.7450	106 16 14.41	106 44 1.14	10680.0008	54184.1934	EA	2-2	クロソイド	R= -1000						
21 + 0.0000	100.0000	99.9856	103 51 22.58	105 49 27.93	10675.3093	54200.2677										
22 + 0.0000	43.2548	43.2547	102 15 41.95	102 29 5.94	10651.3640	54297.3437										
22 + 43.2548			102 9 0.00	10642.1777	54339.6117	EA	2-2	クロソイド	L= 160							

中心線の座標計算

測点	曲线長	弦長	方向角	接線角方向角	X	Y	直線	直線
22 + 43.2548	56.7452	56.7452	102 9 0.00	102 9 0.00	10642.1777	54339.6117	KA 2-2	L= 452.7503
23 + 0.0000	100.0000	100.0000	102 9 0.00	102 9 0.00	10630.2345	54395.0858		
24 + 0.0000	100.0000	100.0000	102 9 0.00	102 9 0.00	10609.1873	54492.8453		
25 + 0.0000	100.0000	100.0000	102 9 0.00	102 9 0.00	10588.1402	54590.6058		
26 + 0.0000	100.0000	100.0000	102 9 0.00	102 9 0.00	10567.0930	54688.3658		
27 + 0.0000	6.0051	6.0051	102 9 0.00	102 9 0.00	10546.0459	54786.1258		
27 + 6.0051			102 9 0.00	102 9 0.00	10544.7820	54791.9964	EA 3-1	L= 452.7503
27 + 6.0051	93.9949	93.9936	101 48 45.05	102 9 0.00	10544.7820	54791.9964	EA 3-1	L= 166.6666
28 + 0.0000	72.6718	72.6674	100 9 11.13	101 8 15.24	10525.5405	54883.9994		
28 + 72.6718			98 58 .79	98 58 .79	10512.7308	54955.5289	EZ 3-1	L= -1500
28 + 72.6718	27.3282	27.3278	98 26 41.84	98 58 .79	10512.7308	54955.5289	EE 3-1	L= -1500
29 + 0.0000	18.3974	18.3973	97 34 17.98	97 55 22.89	10508.7175	54982.5604		
29 + 18.3974	45.7256	45.7238	96 20 49.21	97 13 13.07	10506.2933	55000.7973		
29 + 64.1230			95 28 25.35	95 28 25.35	10501.2386	55046.2409	EE 3-2	L= 91.4512
29 + 64.1230	35.8770	35.8763	94 50 15.63	95 28 25.35	10501.2386	55046.2409	EE 3-2	L= -1500
30 + 0.0000	100.0000	99.9955	93 8 2.53	94 15 2.90	10498.2130	55081.9894		
31 + 0.0000	30.7896	30.7896	92 19 36.56	92 23 57.27	10492.7461	55181.8354		
31 + 30.7896			92 17 26.20	92 17 26.20	10491.4960	55212.5996	EA 3-2	L= 166.6666

中心線の座標計算

測点	曲线長	弦長	方向角	接線角方向角	X	Y	区間	距離
31 + 30.7896	69.2104	69.2104	92 17 26.20	92 17 26.20	10491.4960	55212.5996	KA 3-2	L= 1925.8322
32 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10488.7298	55281.7547		
33 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10484.7330	55381.6748		
34 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10480.7362	55481.5949		
35 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10476.7394	55581.5150		
36 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10472.7426	55681.4351		
37 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10468.7458	55781.3552		
38 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10464.7490	55881.2753		
39 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10460.7522	55981.1954		
40 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10456.7554	56081.1155		
41 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10452.7586	56181.0356		
42 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10448.7618	56280.9556		
43 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10444.7650	56380.8757		
44 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10440.7682	56480.7958		
45 + 0.0000	31.7605	31.7605	92 17 26.20	92 17 26.20	10436.7714	56580.7159		
45 + 31.7605	68.2395	68.2395	92 17 26.20	92 17 26.20	10435.5020	56612.4511	交点	
46 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10432.7746	56680.6360		
47 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10428.7778	56780.5561		
48 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10424.7810	56880.4762		
49 + 0.0000	100.0000	100.0000	92 17 26.20	92 17 26.20	10420.7841	56980.3963		
50 + 0.0000	56.6219	56.6219	92 17 26.20	92 17 26.20	10416.7873	57080.3164		
50 + 56.6219			92 17 26.20	92 17 26.20	10414.5243	57136.8931	KA 4-1	L= 1925.8322

中心線の座標計算

測点	中心線の774# CN1	半径の774# R1Y	ランダムデータ	1 方向角	接線角方向角	X	Y	クロソイド	L=
50 + 56.6219	43.3781	43.3777	92 34	41.18	92 17 26.20	10414.5243	57136.8931	KA 4-1	104.1666
51 + 0.0000	50.7886	60.7754	94 55	34.79	93 9 11.16	10412.5731	57180.2268		
51 + 60.7886					97 15 51.13	10407.3540	57240.7777	KE 4-1	600
51 + 60.7886	39.2114	39.2045	99 8	11.08	97 15 51.13	10407.3540	57240.7777	KE 4-1	円曲線 R= 600
52 + 0.0000	42.1879	42.1792	103 1	22.59	101 0 31.02	10401.1289	57279.4848		
52 + 42.1879	57.8121	57.7897	107 47	51.33	105 2 14.17	10391.6242	57320.5792	PC	
53 + 0.0000	23.5873	23.5858	111 41	2.85	110 33 28.49	10373.9605	57375.6032		
53 + 23.5873					112 48 37.20	10365.2458	57397.5199	KE 4-2	円曲線 L= 162.7987
53 + 23.5873	76.4127	76.3915	115 34	1.13	112 48 37.20	10365.2458	57397.5199	KE 4-2	クロソイド R= 600
54 + 0.0000	27.7540	27.7539	117 39	58.45	117 25 51.08	10332.2781	57466.4315		
54 + 27.7540					117 47 2.13	10319.3914	57491.0122	KA 4-2	クロソイド L= 104.1666
54 + 27.7540	72.2460	72.2460	117 47	2.13	117 47 2.13	10319.3914	57491.0122	KA 4-2	直線 L= 899.7142
55 + 0.0000	100.0000	100.0000	117 47	2.13	117 47 2.13	10285.7148	57554.9291		
56 + 0.0000	100.0000	100.0000	117 47	2.13	117 47 2.13	10239.1009	57643.4003		
57 + 0.0000	100.0000	100.0000	117 47	2.13	117 47 2.13	10192.4871	57731.8715		
58 + 0.0000	100.0000	100.0000	117 47	2.13	117 47 2.13	10145.8732	57820.3426		
59 + 0.0000	100.0000	100.0000	117 47	2.13	117 47 2.13	10099.2594	57908.8138		
60 + 0.0000	100.0000	100.0000	117 47	2.13	117 47 2.13	10052.6455	57997.2850		
61 + 0.0000	100.0000	100.0000	117 47	2.13	117 47 2.13	10006.9317	58085.7562		
62 + 0.0000	100.0000	100.0000	117 47	2.13	117 47 2.13	9959.4178	58174.2274		
63 + 0.0000	27.4682	27.4682	117 47	2.13	117 47 2.13	9912.8040	58262.6985		





付属資料－3 地区別社会経済現況

## 地区別社会経済現況

### (1) ゾーン区分

廈門市の行政区分は、廈門本島が思明区、開元区、湖里区の3区にわけられ、鼓浪嶼は全体で1区をなし、大陸部分は天馬山以西が集美区と杏林区の郊外2区、天馬山以東が所轄県の同安県となっており、6区1県の構成である。

都市構造・社会経済の現状分析や将来予測のための地区区分は、本調査の目的が西通道のフィージビリティ・スタディで、社会経済フレームが将来交通需要予測の基礎になることから、西通道の予定位置、競合する廈門大橋の位置、域内・域外の道路網、データの収集可能性などを考慮して決める必要がある。

1992年8月に実施されたOD調査における地区区分も基準にして、本調査では表-1に示すような地区区分を採用することとする。各ゾーンの概要は次のとおりである。

ゾーン1：思明区、開元区、鼓浪嶼区の3区からなり、廈門本島南西部の旧市街地、永嶺地区新市街地、南東部農村地帯及び鼓浪嶼観光地がある。

ゾーン2：湖里区1区で、湖里工業区、東渡埠頭、廈門国際空港、北東部農村地帯がある。

ゾーン3：集美区海滄地区と杏林区の馬鑾湾南部からなり、海滄台湾投資区の第一期開発地区に相当する。現在は海滄鎮の市街地以外農村地帯で、水田耕作や沿岸で海面養殖がおこなわれているが、1990年から道路、上水道、発電所などのインフラ整備が進行しつつある。

ゾーン4：集美区の集美鎮、后溪郷、灌口鎮から北の部分と杏林区の北部からなり、杏林工業区、集美鎮・灌口鎮などの市街地、廈門第二・天馬華僑などの農場、坂頭・天竺山などの林場がある。

ゾーン5：集美区東孚郷と廈門第一農場からなり、現状は農村地帯である。

ゾーン6：同安県1県で、大同鎮、馬巷鎮、劉五店などの市街地の他は、広大な農村地帯で、水田、畑地ひろがっている。

表-1 ゾーン区分 (図-1 参照)

ゾーン番号	ゾーン名	対応行政区画
1	廈門中心部	思明区、開元区、鼓浪嶼区
2	湖里	湖里区
3	海滄	集美区海滄鎮(郷)、海滄農場
4	集美・杏林	杏林区霞陽、新厝 集美区集美鎮、后溪郷、廈門第二農場、坂頭林場、灌口鎮、天竺山林場
5	東孚	杏林区杏林工業区、杏林、西亭、錦園、前場、西浜、内林、馬鑾、曾營、高浦
6	同安県	集美区東孚郷、廈門市第一農場 同安県

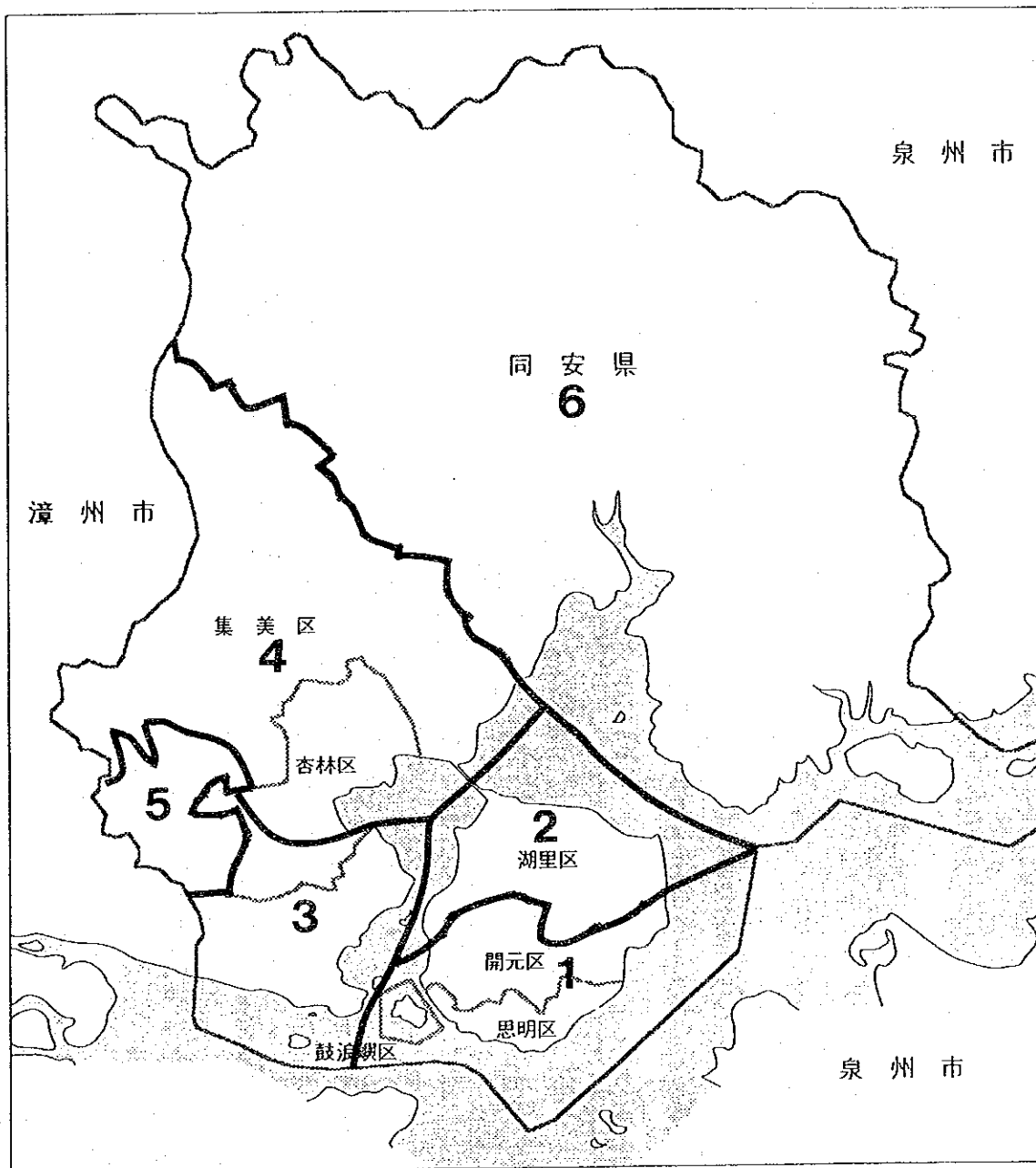


図-1 ゾーン区分図

## (2) ゾーン別面積と人口

廈門市の面積は 1,516km<sup>2</sup>で、市区部（ゾーン1～5）が555km<sup>2</sup>、同安県（ゾーン6）が 961km<sup>2</sup>である。廈門中心部（ゾーン1）は73km<sup>2</sup>（鼓浪嶼 2km<sup>2</sup>と海上各小島 1km<sup>2</sup>を含む）、湖里（ゾーン2）58km<sup>2</sup>で、大陸部の海滄（ゾーン3）は81km<sup>2</sup>、集美・杏林（ゾーン4）293km<sup>2</sup>、東孚（ゾーン5）50km<sup>2</sup>である。

人口は1990年央（年平均）で 110.59万人で、その54%にあたる 59.66万人が市区部（ゾーン1～5）に、46%にあたる 50.93万人が同安県（ゾーン6）に住んでいる。廈門中心部（ゾーン1）には市域全体の30%にあたる 32.72万人がおり、人口密度は4,480人/km<sup>2</sup>であるが、市街地では 10,000人/km<sup>2</sup>を超えている。湖里（ゾーン2）の人口は5.64万人、人口密度は970人/km<sup>2</sup>で、鉄道東側の農村部を含んでいるため密度が低くでている。湖里工業区の密度は非常に高いと思われる。

海滄（ゾーン3）と東孚（ゾーン5）にはそれぞれ4.8万人、2.4万人が住んでおり、大部分が農村であるため人口密度は非常に低い。集美・杏林（ゾーン4）には杏林工業区、集美鎮、灌口鎮などの市街地があって、そこに約10万人いるが、一方で広大な農場や林場があって全体の密度を低めている。

同安県にも大同鎮、馬巷鎮、新店鎮その他の城鎮があり、これらの城鎮の人口は合わせて約20万人であるが、残りの30万人が農業地帯に分布している。

表-2 ゾーン別面積、人口、人口密度（1990年央）  
単位：km<sup>2</sup>、万人、%、人/km<sup>2</sup>

ゾーン	面積	人口	構成比	人口密度
1 廈門中心部	73	32.72	29.6	4,480
2 湖里	58	5.64	5.1	970
3 海滄	81	4.80	4.3	590
4 集美・杏林	293	14.10	12.7	480
5 東孚	50	2.40	2.2	480
6 同安県	961	50.93	46.1	530
廈門市合計	1,516	110.59	100.0	730

## (3) ゾーン別産業別GDP

ゾーン別にGDPの分布をみると、50%以上の27.4億元がゾーン1に集中しており、ゾーン2を加えると70%以上が廈門島で生産されていることになる。第一次産業は過半の3.9億元がゾーン6によっている。第二次産業はその半分14.3億元がゾーン1で、残りは湖里工業区のあるゾーン2が7.3億元、杏林工業区のあるゾーン4が4.3億元となっている。第三次産業は70%近くの12.7億元がゾーン1で、他にはまだあまり大きな集積はできていない（表 2-2-12参照）。

表-3 ゾーン別産業別GDP(単位:億元)

ゾーン	第一次産業	第二次産業	第三次産業	全産業	構成比
ゾ-ゾ1	0.4	14.3	12.7	27.4	51.3
ゾ-ゾ2	0.9	7.3	1.5	9.7	18.2
ゾ-ゾ3	0.4	0.4	0.3	1.1	2.1
ゾ-ゾ4	0.9	4.3	2.1	7.3	13.7
ゾ-ゾ5	0.2	0.1	0.1	0.4	0.7
ゾ-ゾ6	3.9	1.7	1.9	7.5	14.0
合計	6.7	28.1	18.6	53.4	100.0



付属資料-4 ゾーン別指標の設定

## 1. ゾーン別産業別GDP

全市の産業別GDPをコントロールトータルとし、ゾーン別の開発動向を考慮して、ゾーン別の産業別GDPを推定した。推定に当たっては次のような作業を行った。

- a. 全産業の労働生産性上昇率をコントロールトータルとして、産業別の上昇率を計算し、産業別労働生産性を推定する（全市）。
- b. 全体の労働力人口をコントロールトータルとして、産業別GDPと産業別労働生産性を用いて産業別労働者数を推定する（全市）。

表一 1 将来のゾーン別産業別従業者数（単位：万人）

ゾーン	産業	1990	2020	倍率	ゾーン	産業	1990	2020	倍率
1	一次	0.51	0.19	0.37	5	一次	0.90	0.33	0.37
	二次	7.87	6.36	0.81		二次	0.13	0.56	4.31
	三次	10.42	15.37	1.48		三次	0.22	1.26	5.73
	計	18.80	21.92	1.17		計	1.25	2.15	1.72
2	一次	1.14	0.42	0.37	6	一次	19.18	23.85	1.24
	二次	4.05	7.40	1.83		二次	3.01	5.45	1.81
	三次	1.25	6.05	4.84		三次	5.07	9.99	1.97
	計	6.44	13.87	2.15		計	27.26	39.29	1.44
3	一次	2.00	0.54	0.27	廈門市	一次	27.94	27.12	0.97
	二次	0.52	6.97	13.40		二次	19.22	34.11	1.77
	三次	0.43	4.30	10.00		三次	19.55	42.99	2.20
	計	2.95	11.81	4.00		計	66.71	104.23	1.56
4	一次	4.21	1.80	0.43					
	二次	3.64	7.37	2.02					
	三次	2.16	6.02	2.79					
	計	10.01	15.19	1.52					

出典：調査団

- c. 次のような点を考慮して産業別従業者数をゾーン別に配分する。
  - 市区内各ゾーンの第一次産業従業者は漸減する。
  - ゾーン1には現状よりやや多い程度の従業者数を配置することとし、第二次産業は2000年までは増加するがそれ以降は減少し、第三次産業が2020年まで増加する。
  - ゾーン2は概ね現状の2倍程度の従業者数を配置する。第二次、第三次産業はともに増加するが、これからは第三次産業の比率が高まる。
  - ゾーン3はゾーン2よりやや小さいが、その85%程度の従業者の集積を持った都市地域を形成するものとする。杏林南工業区の開発を進め、港湾背後地工業地区は石油化学が立地しない場合は非装置型の企業立地によって開発されるものとする。



- ゾーン4は集美・杏林・灌口での開発が進み、第二次、第三次産業の集積でゾーン2と同じ規模になると考える。
  - ゾーン5はできるだけ将来の開発余地を残すものとして、積極的には従業者を配分しない。
  - ゾーン6では第一次産業は2010年までは漸増するが、それ以降は増加しない。第二次産業は現在の1.8倍程度まで増え、それにつれて第三次産業は現在の2倍程度になる。その結果は次の表-1のとおりである。
- d. 産業別労働生産性のゾーン間格差は、将来は縮小する方向でゾーン別に産業別労働生産性を推定する。
- e. 表4-5-1のゾーン別産業別従業者数にこのゾーン別産業別労働生産性を乗じてゾーン別産業別GDPを算出する。その結果を表-2に示す。

表-2 将来のゾーン別産業別GDP (単位: 億元)

ゾーン	産業	1990	2020	倍率	ゾーン	産業	1990	2020	倍率
1	一次	0.37	0.21	0.57	5	一次	0.20	0.11	0.55
	二次	14.27	89.19	6.25		二次	0.08	4.87	60.88
	三次	12.74	238.54	18.72		三次	0.13	11.22	86.31
	計	27.38	327.94	11.98		計	0.41	16.21	39.54
2	一次	0.83	0.48	0.58	6	一次	3.91	10.20	2.61
	二次	7.33	103.56	14.13		二次	1.67	47.43	28.40
	三次	1.53	76.98	50.31		三次	1.92	88.97	46.34
	計	9.69	181.01	18.68		計	7.50	146.60	19.55
3	一次	0.44	0.19	0.43	廈門市	一次	6.67	11.80	1.77
	二次	0.42	97.54	232.24		二次	28.09	445.71	15.87
	三次	0.25	54.71	218.84		三次	18.65	547.02	29.33
	計	1.11	152.43	137.32		計	53.41	1004.53	18.81
4	一次	0.92	0.61	0.66					
	二次	4.32	103.14	23.88					
	三次	2.08	76.59	36.82					
	計	7.32	180.34	24.64					

出典: 調査団

## 2. ゾーン別人口

ゾーン別人口は、現行の廈門市城市総体規画、市で検討中の市街地拡大方針、海滄地区の開発構想等に基づき、次のように設定した。

- a. ゾーン1は既に飽和状態であり、現状から微増として2020年には40万人とする。
- b. ゾーン2は市で計画しているとおり、将来鉄道線東側の部分を市街化するものとし、2020年に現状の2.6倍の15万人とする。ゾーン1とゾーン2を合わせて廈門島全体で55万人とする。

- c. ゾーン3の新規計画市街地の居住人口は、2020年に10万人とし、既存集落の増加分と合わせてゾーン全体で約17万人とする。
- d. ゾーン4では、2020年の人口を、杏林工業区15万人、集美鎮4.5万人、灌口鎮6万人とし、その他の人口を含めて約30万人とする。
- e. ゾーン5は新規市街地に2020年に2万人、その他と合わせて5万人とする。
- f. ゾーン6では、農村部人口は現在の25万人から2020年に29万人へと微増し、都市部人口は26万人から37万人まで1.4倍程度に増えると考え、全体で約66万人とする。

人口配分結果は表-3に示すとおりである。

表-3 将来のゾーン別人口（単位：万人）

ゾーン	1990	2020	倍率
1	32.7	40.0	1.22
2	5.7	15.0	2.63
3	4.8	16.8	3.50
4	14.1	29.9	2.12
5	2.4	5.0	2.08
6	50.9	65.9	1.29
廈門市	110.6	172.6	1.56

出典：調査団