

6) 振動解析

三次元解析結果は、以下の通りである。

モードNo.	振動数 (Hz)	周期 (sec)	振動モード
1	0.165	6.059	桁の橋軸方向移動
2	0.266	3.760	面外対称一次
3	0.488	2.050	面内対称一次 (fb)
4	0.655	1.527	〳 逆対称一次
5	0.738	1.355	〳 対称二次
6	0.757	1.321	面外逆対称一次
7	0.764	1.308	面内逆対称二次
8	0.837	1.195	面外対称二次
9	0.871	1.147	面内逆対称三次
10	0.920	1.087	ねじれ対称一次 (fq)

一次モードは主桁の橋軸方向振動であり、固有周期としては約6秒と長周期になっている。主桁の面外曲げ振動は二次モードで現れており、4秒弱の長周期となっている。耐震的には地震波のスペクトル分布との対応より、有利な構造形式と考えられる。

三次より五次までは主桁の曲げ振動モードとなっている。十次モードに主桁のねじれ振動モードが初めて現れている。風による主桁の振動については三次モード以降が関与する。曲げ振動とねじれ振動との振動数比は設計値では1.89となっており、両者の振動モードの同時発生に対する安全性はほぼ確保されている。

$$\text{振動数比} \quad m = \frac{fq}{fb} = \frac{0.920}{0.488} = 1.89$$

6.2 細部検討

1) ケーブルの1面吊について

ケーブルの1面吊の有利な点は路面中央でのケーブル碇着が、路面両端部での場合(2面吊)に対して、比較的容易であり、しかも碇着構造を主桁内に入れることが可能であるため、外観的にすっきりすることである。

しかしながら、塔あるいはケーブル設置のための中央分離帯が必要になり、本橋の場合には、

塔を1本柱とした場合には約 4.0m、逆Y型としてケーブルのみを設置する場合でも、車両のケーブルへの衝突防止のために、約 2.0mの橋梁幅員の増大をもたらし、経済的に不利な要因となる。

さらに1面吊の場合には、ケーブルが主桁のねじれに対して、まったく抵抗しないため、主桁の形状にねじれ剛性の高い断面が要求され、これも不利な要因となる。本複合斜張橋に対し、1本柱、ケーブル1面吊として試算した結果は次の通りである。【付属資料参照】

主桁とケーブルに着目した場合

	1面吊	2面吊
鋼材	5050 ton	4200 ton
ケーブル	670 ton	900 ton
コンクリート	5240 m ³	4940 m ³
主桁高	4.0 m	2.8 m

となり、塔及び主桁より下の躯体、基礎工も含めても、経済的に有利となるとは思えない。

さらに、1面吊の場合にはねじれ振動数の低下により、曲げ振動数に近付くという状況が発生する。

振動解析の結果によれば、次の通りである。

		1面吊	2面吊
ねじれ振動数	f_q (Hz)	0.485	0.920
曲げ振動数	f_b (Hz)	0.456	0.488
振動数比	f_q/f_b	1.064	1.885

これにより2面吊に比較して、1面吊の場合には、耐風安定上の問題が大きくなり、風洞実験による照査の必要性が非常に重要となってくる。

2) 合成桁斜張橋について

本橋を合成斜張橋形式(2主桁)として試算した。支間割は鋼桁案、PC桁案と同じ156.0+400.0+156.0=712.0mとした。結果は次の通りである。【付属資料参照】

(1) 主桁断面

スラブ厚	$t = 220\text{mm}$	($\sigma_{ck} = 600\text{kg/cm}^2$)
上フランジ	$800 \times 35\text{mm}$	(S S 4 1)
ウェブ	$2,000 \times 12\text{mm}$	(S M 5 0 Y)

下フランジ 800×70mm (SM50Y)

(2) 主桁とケーブルに着目した複合案との数量比較

	合成桁 (L=712.0m)	複合案 (L=652.0m)
鋼材	4,100 ton	4,200 ton
ケーブル	1,000 ton	900 ton
コンクリート	5,010 m ³	4,940 m ³
PC鋼材	0	148 ton
上部工工期	8ヵ月	13ヵ月

(3) 特徴と問題点

- ・高強度コンクリートの使用 ($\sigma_{ck} = 600\text{kg}/\text{cm}^2$)
- ・スラブの1パネル重量 約35ton 運搬、架設に大規模施設必要
- ・スラブのクリープ変形除去のため、長期間の養生が必要 (約6ヵ月が望ましい。)
- ・床版有効幅の検討 (特に側径間中間橋脚付近において変形量が少ないので、床版のせん断伝達幅が小さい。)
- ・耐風安定の照査が必要
- ・床版としての応力、主桁としての応力の合成作用に対して、長期間にわたる耐久性の照査が必要
- ・床版の破損時において、その補修は床版が主要部材として高度利用されているため、非常に困難である。

(4) 結論

鋼材使用量の減少及びI桁使用による工場製作、架設の容易さ、プレストレス不要の床版等より、複合案より工費的に安いことは明白である。

また、基礎工への影響は鋼桁案程度と考えられる。(スラブ厚220mmは550kg/m²に相当する。) 上部工工期も複合案に比較して5ヵ月程短縮される。ただこの場合は、アプローチの工期がクリティカルとなるため、必ずしも有利とならない。いずれにしても合成桁斜張橋は優れたアイデアに基づくものであり、工費的にも安く出来るものと考えられる。

ただ、問題点として挙げた耐風安定性及び耐久性については、現時点では未解決の領域にある。これらの問題の解決にはなお時間がかかりそうである。

F/Sの段階においては、充分に実績のある橋種を調査の対象とすべきと考える。

3) 主塔の形式について

鋼塔、SRC塔及びRC塔の3形式の比較を以下に示す。

	鋼塔	SRC塔 (鉄骨・鉄筋)	RC塔 (鉄筋)
塔数量	鋼材 5,087t	コンクリート 4,421 m ³	コンクリート 5,699 m ³
フーチング数量 (コンクリート)	6,965 m ³	9,230 m ³	9,230 m ³
杭本数 (φ2.0m)	40本	60本	64本
フーチング寸法	20×59×8.0m	25×65×8.5m	25×65×8.5m
工費 (百万元) 2基当り	109.6	86.1	78.2
全体工期	27月	34.5月	34.5月

RC塔は工費が最も経済的になっているが、工期がかなり延びるため、事業としての採算性は鋼塔に比べると悪くなっている。【詳細は付属資料参照】

また、フーチングの寸法が大きくなるため、施工性も劣ることになる。

4) 基礎杭の沈下について

主塔基礎杭について既存資料 (上海北駅跨線橋、及び本調査の地質資料) を用いて基礎杭の沈下量の検討を行った。【詳細は付属資料参照】

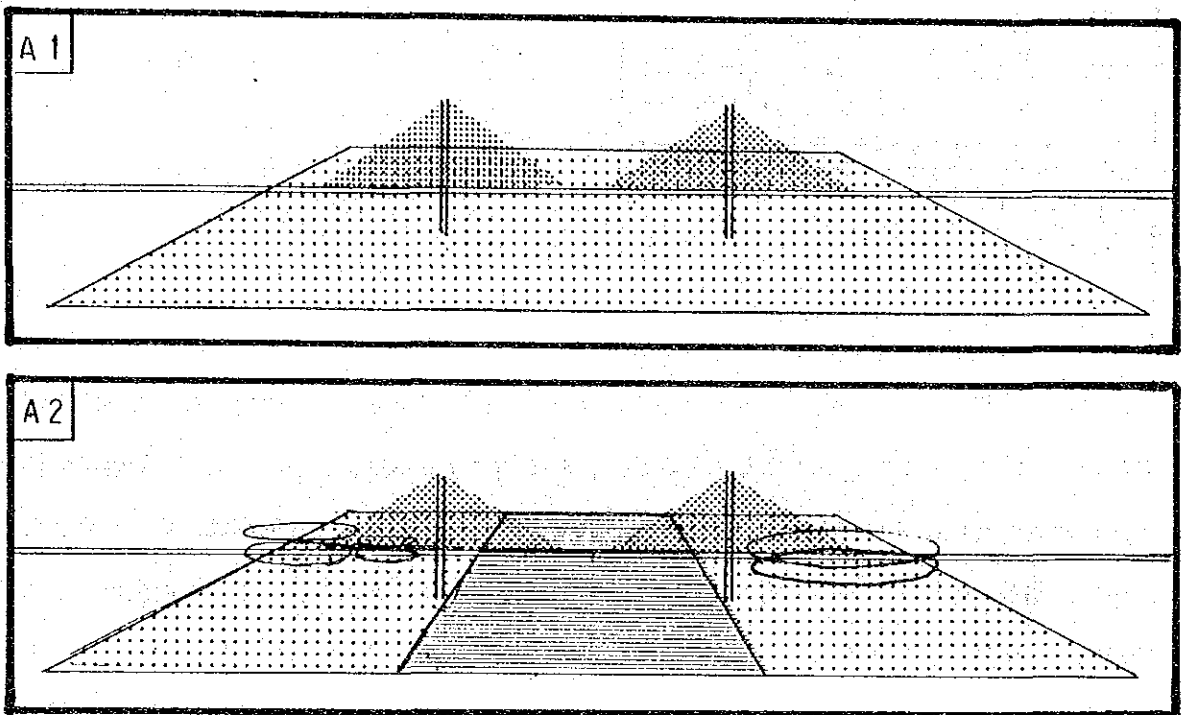
その結果によれば、沈下量は約10cm程度発生する可能性があり、その全てが上部桁部分に影響を与える事にはならないが、詳細設計段階においては、この基礎杭の沈下について更に詳細な検討が必要となる。

6.3 景観検討

1) 全体景観

浦西、浦東を一体化させる黄浦江大橋は、400mの中央径間、126mのタワー高、40m以上の路面高と、従来の上海の都市空間にはないスーパースケールの尺度を持っている。この巨大な橋梁の出現は上海の都市空間に新たな秩序をもたらす。

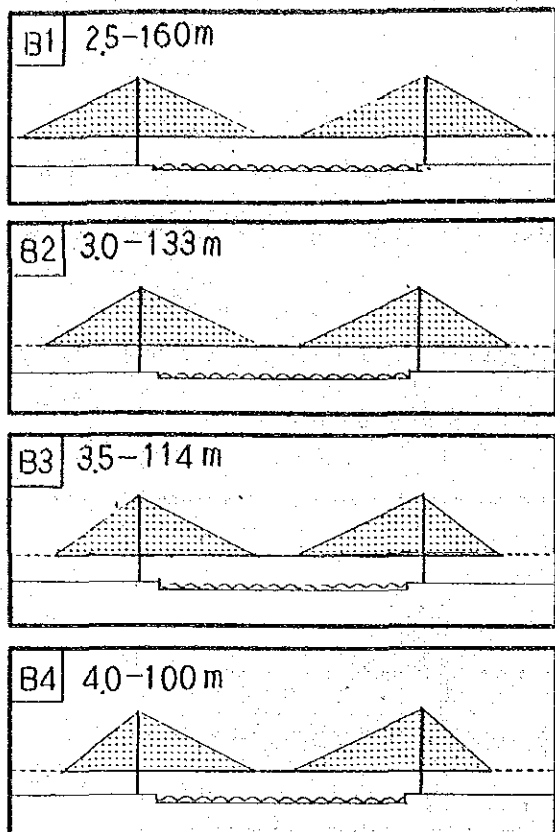
黄浦江大橋のようにスーパースケールの橋梁が上海の都市空間に取りこまれ、シンボルとして位置付けられるには、架橋空間と橋梁との一体化した秩序づくりが大切である。



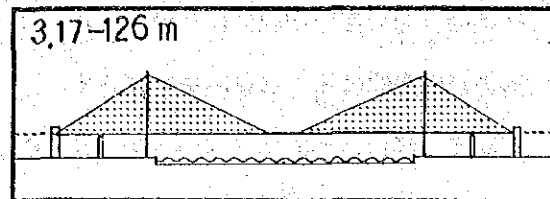
黄浦江大橋はA1のように路面下に中央径間、側径間にわたって同質の空間が広がるのではなく、A2ののように中央径間で上海市のシンボルである黄浦江を跨ぎ、両側の側径間を過ぎたところで、40m下の道路にすり付くアプローチランプが存在し、それぞれ異質の空間で構成されている。

橋梁景観を構成するにあたって、中央径間に存在する黄浦江を主題にすることは立地環境から当然のことと言える。中央径間の空間に焦点を当てて主従の関係を作り出す構図が考えられる。その具体的手法として、側径間に比較して中央径間をやや広め取ることによって、中央部に緊張感が現れ人々の視線の焦点が当てられることになる。これは本橋梁のテーマ性を浮き彫りにする効果があり、単なる「美」を越えて上海市の「シンボル」としての景観的意味を持つことになる。

具体的に中央径間と側径間の比を求めると、2:1がA1のバランス状態とすれば、次ページに示すように2.5~4.0までのバランスを求めてみる。



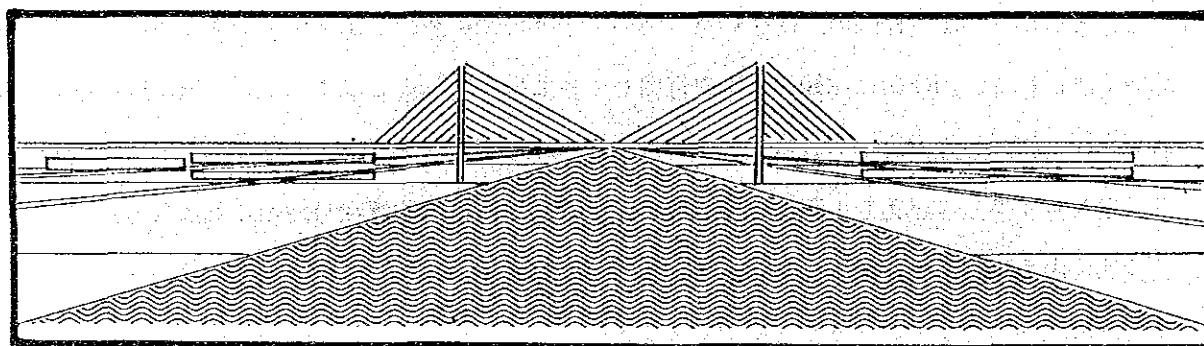
基本案



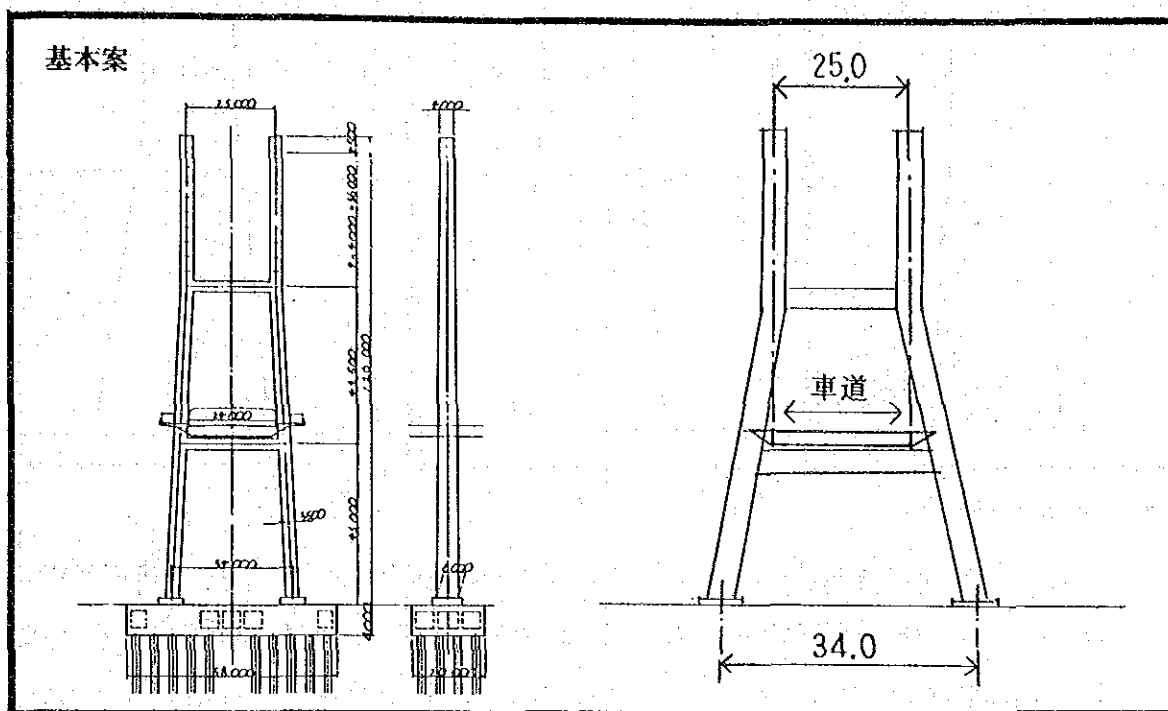
2.5 では、まだバランスの状態から脱け出られないが、3.0 以上になると中央径間に緊張状態が顕著に現れてくる。しかし、4.0 になると構造的合理性に欠ける不自然さが出て来る。斜張橋の持つ本来のバランス性の美しさを持ち、更に中央径間にテーマ性を持つような形態は、B 1～B 2 の中間値に最適解が存在するものと思われる。この最適解を決めるにあたり、もう一つの視点として浦西地区での側径間とアクセスランプとのすりつけも考慮に入れなければならない。

直線部の橋梁に比べ、アクセスランプでは直径 110m のややきつい曲線となっており、この間で緩和曲線区間が必要となる。そのために敷地条件等を考えると側径間をある程度圧縮して、緩和曲線区間を確保せねばならないからである。

基本案では、中央径間と側径間との比は $3.17 = 126\text{m}$ としている。これは構造面からの合理性を主体として決定されたものであるが、最適解に近似しているものと考えられる。



2) タワー形状



基本案のタワー形状は、上図に示すように車道 (24.0m) とその両側の歩道 (3.0m) の間に 1.0m の幅を設けて、タワーから垂線状にケーブルを張っている。このため、車道がタワー部でその幅員を確保するため、両側のタワーでそれぞれタワーの幅の1/2だけ外側に広げる形をとり、これを、このままタワー基礎まで傾斜させている。その結果タワー芯々で頂部 $W=25.0\text{m}$ 、基部 $W=34.0\text{m}$ となり、台形の安定感とタワー高の視覚的強調もなされて、スマートな印象を与える。

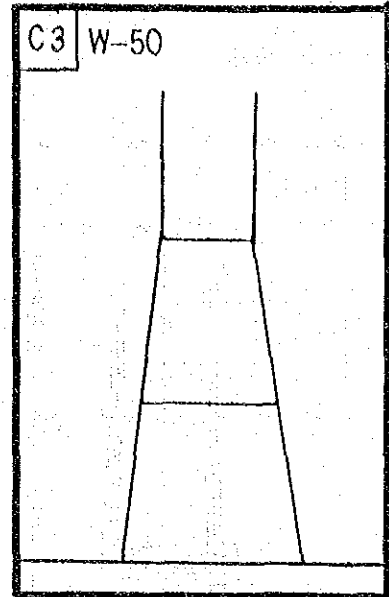
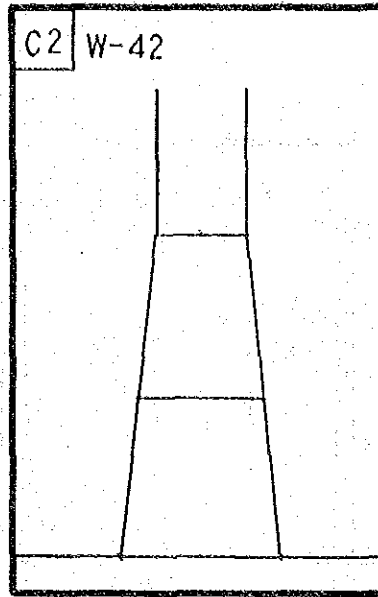
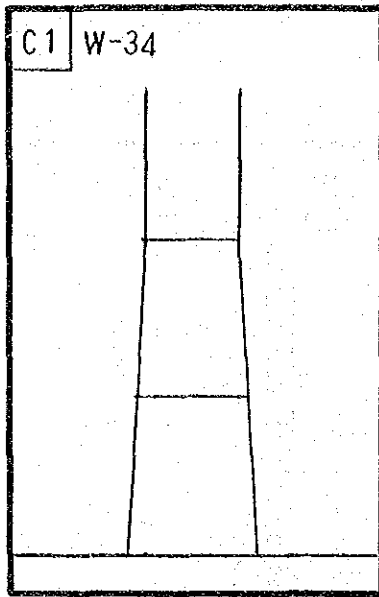
この形式は、床版とケーブルの合理性に着目して決定されたものであるが、タワー部では次の3点のデザインに留意が必要になる。

(1) タワーの傾斜について

一番下のケーブルの取付部からタワーを脚部に向けて広げる場合、広げすぎると基部で不経済になり、狭めると車道に障害が発生したり、直線がひずんだような不自然さがつきまってくる。次頁の比較案はタワー足もとの広がりを示す。

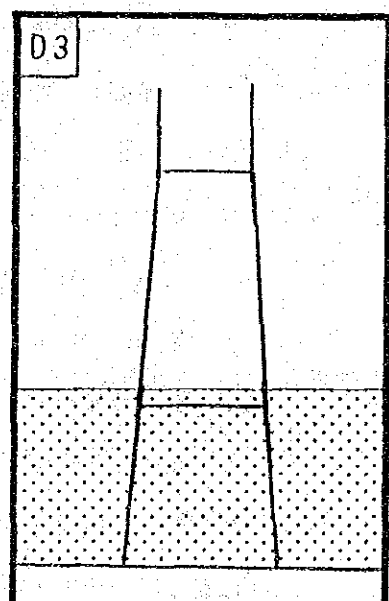
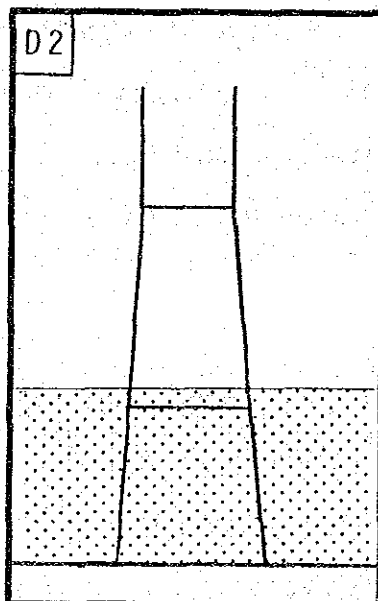
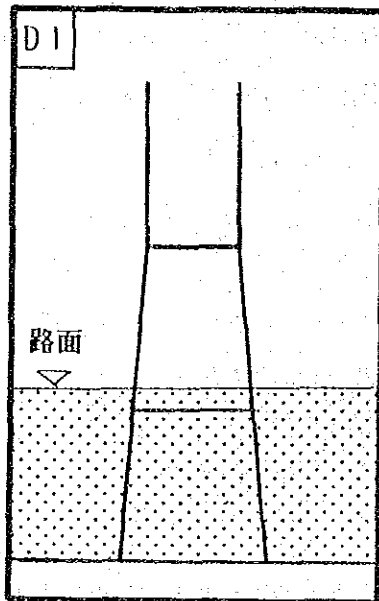
C1は基本案で車道の有効幅員を確保したもの、C3は車道+歩道の有効幅員を確保したもの、C2はその中間である。

景観的形状を重要視した場合、最適解はC1とC2の中間にありそうであるが、経済的条件も配慮した検討が今後必要となる。



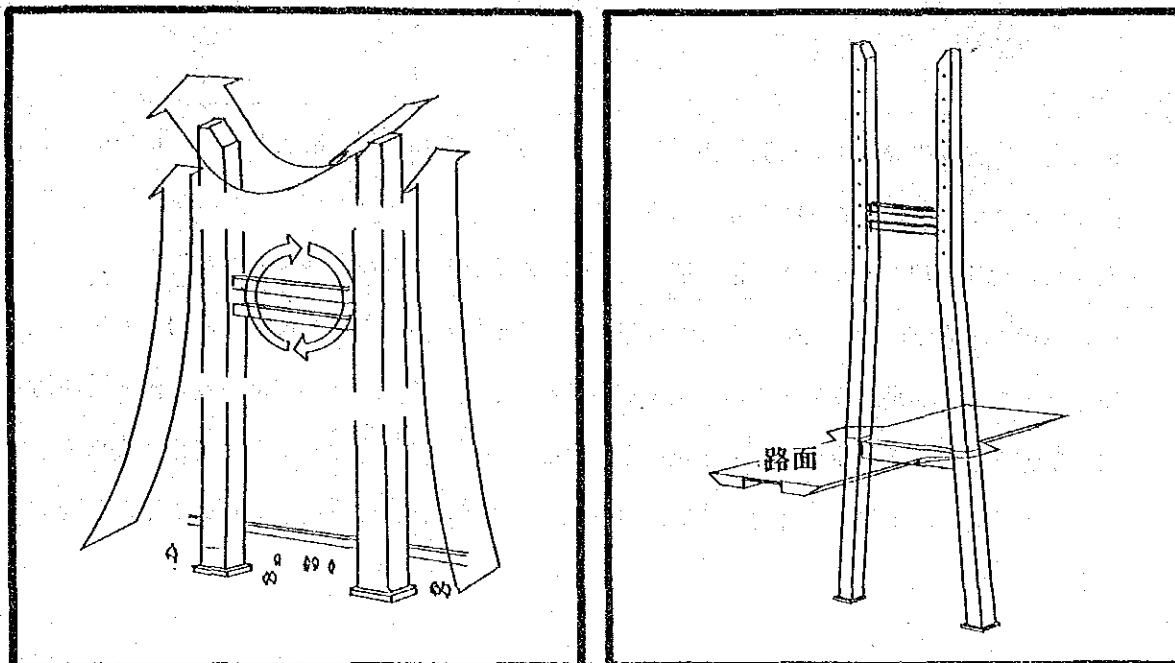
(2) 上段水平材について

タワーが内部に向けて傾斜するため、構造上水平材が必要となる。このうち、上段水平材は最も注目されるもので、位置や形状は十分な検討が必要となる。その場合、路面からの視点が重要で、路面上の形態バランスを主体にすべきである。下図の比較案はその位置について示すもので、D1は基本案、D2、D3はその取付け位置を上にあげたものである。最適解はD2とD3との間にあるものと思われるが、ケーブル取付けと合わせて検討する必要がある。



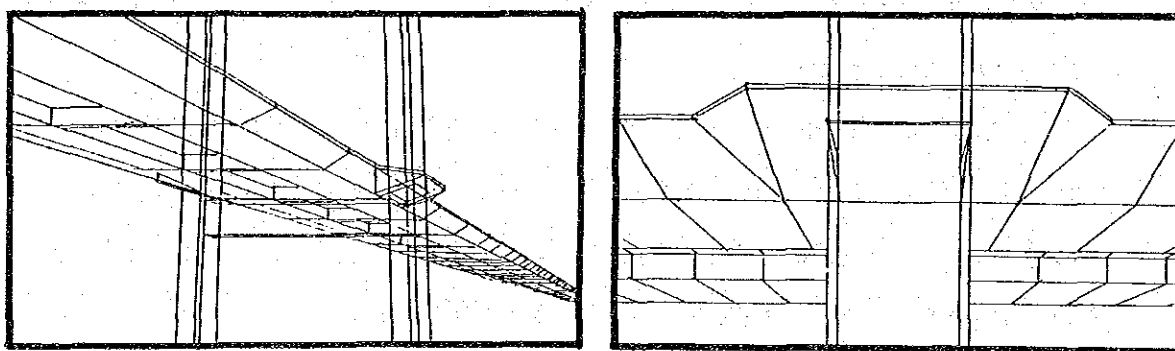
上段水平材の形状の考え方として、出来るだけスレンダーなものにすることを基本にして、視覚上の力の流れの秩序づくりに配慮を加えるべきである。次頁の左図に示すようにタワーの力の流れの与え方として、2本のタワーの上方に指向する垂直方向と、頂部でそれをやわらかく

受け取り、2本の対の関係を作り出す動きを「主」にし、「従」として上段水平材がその動きとは別のリズムを持つ秩序づけが考えられる。そのためには、下図に示すようにタワーと異なった断面構成の水平材を考慮する必要がある。



(3) 歩道との取合いについて

タワーの内側に歩車道が取り込まれるケースでは問題にならないが、C1またはC2タイプの場合、歩道がタワーの外側に回り込むことになる。この場合タワーの垂直性が歩道の水平ラインによって損なわれることになる。この不整流的な景観上の問題を最少限に食い止めるには、回り込みの歩道を出来るだけ小さく、薄くすることが大切で、今後十分な配慮をせねばならない。

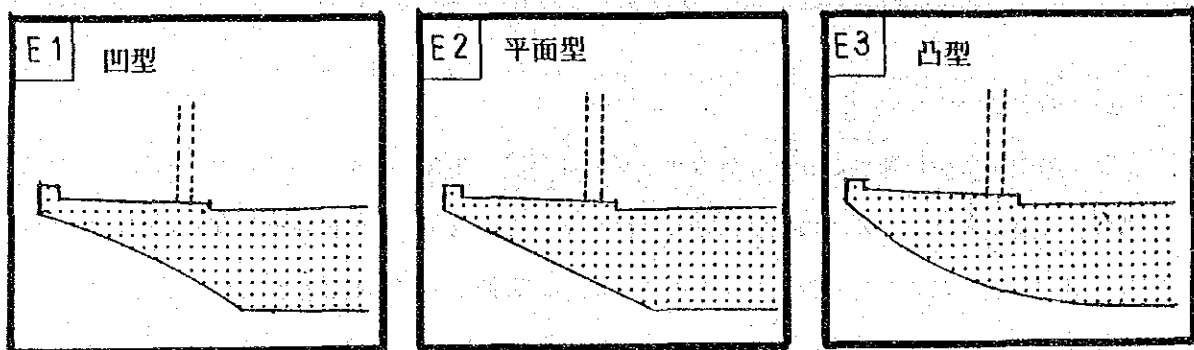


他の大スパンの吊橋や斜張橋のタワー部が水面に立地することが多い中で、黄浦江大橋は陸部にあり、人々が近寄ることの出来る環境にある。この特徴を生かして、本橋梁が親しみあるものとするためにも、脚もとまわりのデザインは特に大切である。通常、水面上では巨大な基礎が現れることもあるが、ここでは地下に収め、周辺の土地利用と整合の取り易い状況にしておくべきである。

3) 桁形状

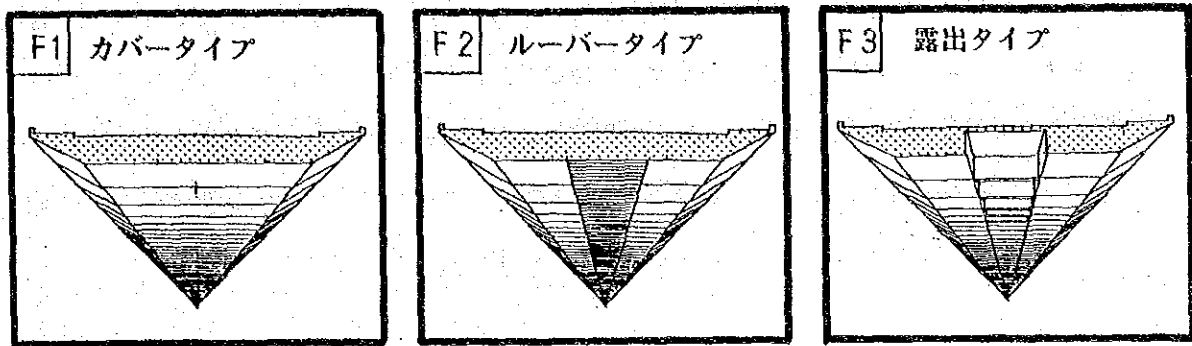
構造上、桁材は中央径間で鋼製、側径間でPCとなり、異種材料で構成される。しかし、景観的には桁は中央径間、側径間ともに一体となったひとつの水平材として位置付けられる。そのためには異種材料と言えども、桁形状は全く同一断面として計画すべきである。

桁は耐風上の安定確保のため、先端部を薄くして風抵抗を少なくすることが大切であるが、景観面でも先端部を薄くすることは、桁を軽快にしかも美しく見せる効果がある。桁先端部処理の比較案として下図に示すが、E1及びE2ではケーブル定着装置を桁内に収めて突出を避けることが大切で、E3では特にPC区間で雨水による汚れ防止に対応した水切対策が重要である。

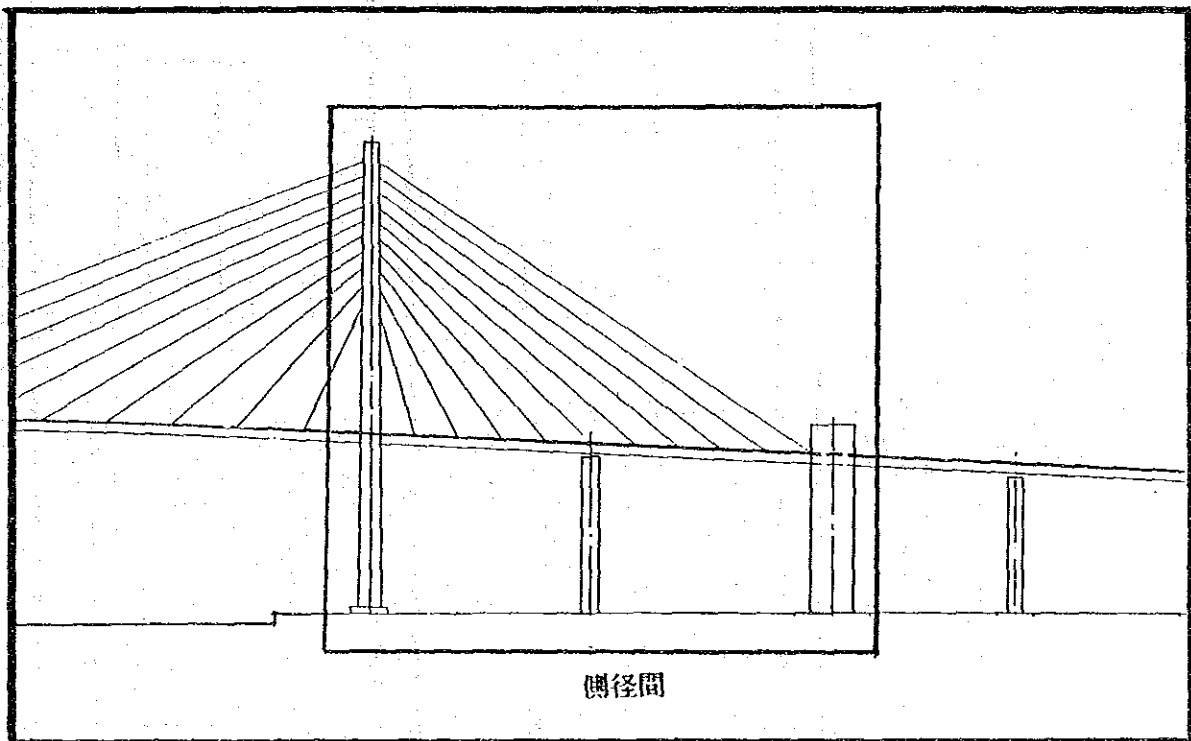


桁下空間が40m以上になり、下からの視点で桁下部分が良く眺められることになり、そのデザインに注意を払わなければならない。

とくに添加物がある場合には、その配置に留意する必要がある。また箱桁間に横桁が入ることになるが、F1、F2のようにこの部分にカバーやルーバーの設置も考えられる。しかし、F3のようにこれらを設置せず横桁を露出させることにより、軽快感を感じさせる方法もある。その場合横桁のピッチや高さを統一することは言うまでもない。



4) ピア形状

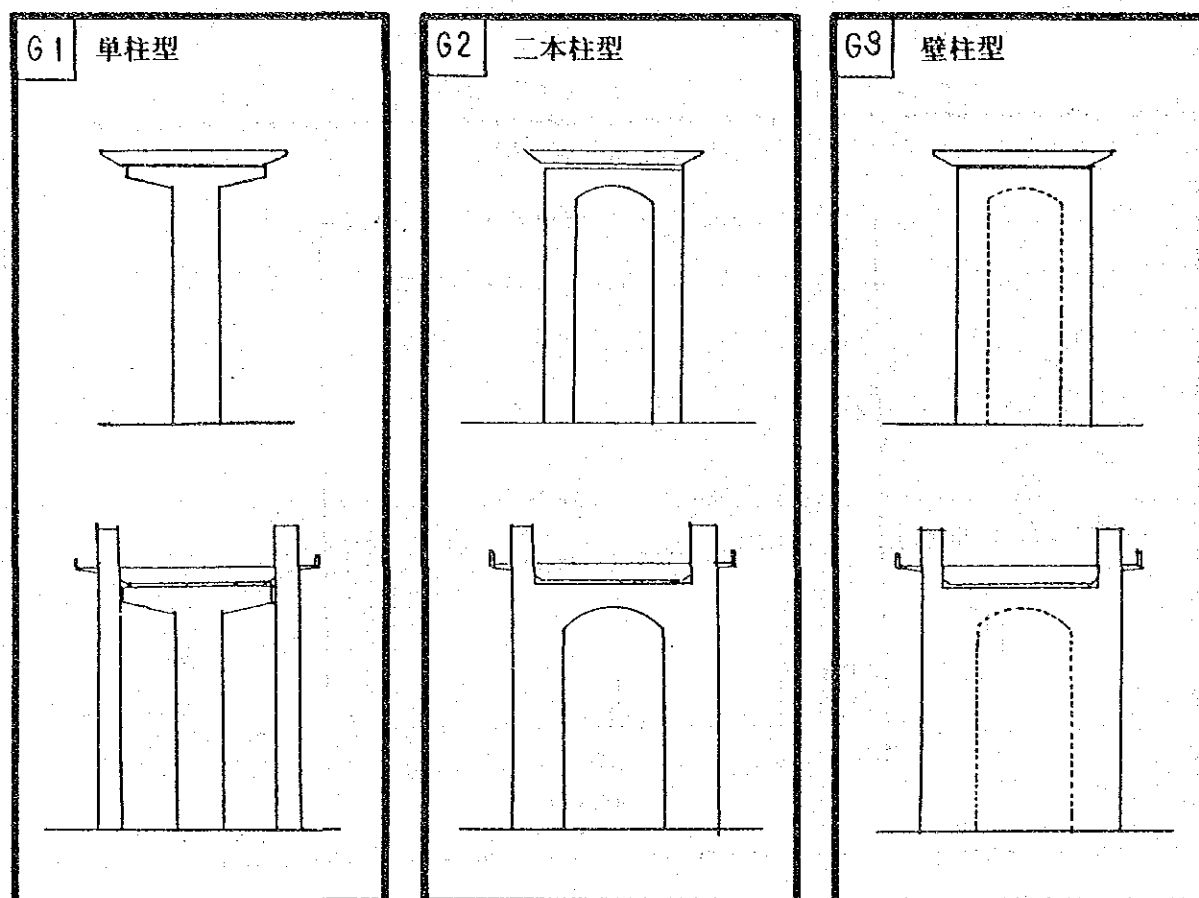


側径間は中央径間と同断面のPC桁と2本のRCピアで構成される。タワーより外側方向の2本目のピアは、地面と橋面の歩道を結ぶエレベーター、階段を内包する2本の塔を側面に抱える。

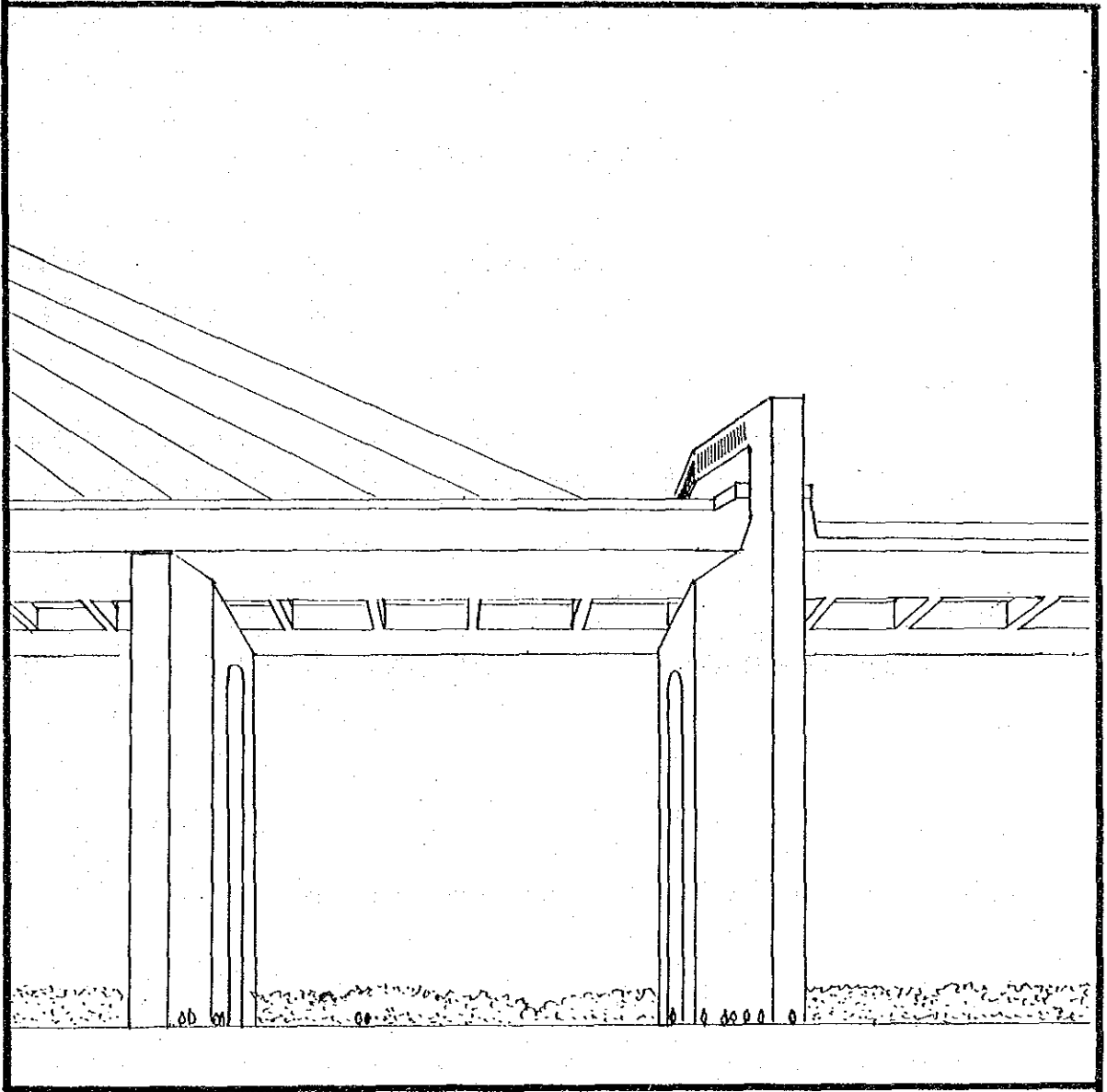
2本のピアは斜張橋の構造の一部であり、ある程度の明解さをもってアプローチランプの構造群との構成を区画する方が、橋梁空間のメリハリが生まれてくる。その意味で2本の塔は節としての役割をはたし、路面より突出することは景観上意味をもつことになる。

この2つのピアは斜張橋に所属する部位として、形態的に統一すべきであるが、タワーに対して外側のピアは2本の塔を抱えているので、留意しなければならない。

下図はその形態の比較案であるが、G1の単柱タイプは2本のタワーとのおさまりで難点がある。G3は壁面タイプであるが、壁面の一部に彫り込みをつけても重圧感は避け難く、同様に問題がある。G2の2本柱タイプで今後デザインを進めるべきものとする。



昇降施設を内包する2本の塔を経由して橋面の歩道に到達すると、他方の歩道に渡ることは不可能である。各歩道からの展望は1方のみとなるので、2本の塔上部で連絡施設を取付けることも考えられる。その場合、ある程度の広さを確保すれば、展望台としては機能することになり、地上50mからの上海の都市景観や橋梁景観は新しい都市施設として注目を浴びるものとなるであろう。



第7章 取付部代替案の設計

本構造計画は、黄浦江部の主橋梁に接続する西側及び東側の取付部高架構造について行うものである。

以下に、設計条件及び構造計画について述べる。

7.1 設計条件

構造計画を行うにあたっては、次の諸条件を設定した。

1) 線形条件

第3編第3章で計画された平面及び縦断線形を基本として行った。

2) 計画範囲

黄浦江部主橋梁の橋長652mに接続する位置から計画道路面に接続する位置までを計画範囲とした。

3) 地盤面レベル

平地部の地盤面及び計画道路面のレベルは現況地盤を想定し、呉松江基準レベル+4,0mとした。

4) 道路幅員

道路計画による道路幅員とし、拡幅は線形計画による幅員とした。

5) 使用材料

中国側の予備 F/Sに配慮して鉄筋コンクリート及びプレストレスト・コンクリートを主要な材料とした。

7.2 構造計画

西側及び東側の高架構造計画は次のように行った。

1) 上部工

桁下空間利用、都市景観、シンボル性、施工条件（オールステーシング工法が可能であること）に配慮して、スパン50m程度を基本にした連続3径間連続PC箱桁形式とした。

尚、道路面が低い部分については、経済性等よりスパン30m程度の単純PCT桁形式とした。

2) 下部工

高橋脚部はシンプル性に配慮し壁式とし、ダブルデッキ部はラケット式、そしてその他の部分については逆T式の鉄筋コンクリート橋脚とした。

3) 基礎工

地質柱状図によると地盤が軟弱と判断されるため、径が1.0mの場所打コンクリート杭とした。

4) 高架とのすりつけ部

鉄筋コンクリートU型擁壁として計画した。

5) 計画結果を付属図面集に示す。

表 3-19 取 付 部 数 量 表

資 材		位 置		西 側 取 付 部	東 側 取 付 部
上 部 工	P C 箱 桁	コンクリート	m ³	36,979	43,405
		型 枠	m ²	102,379	122,405
		鉄 筋	t	3,799	4,505
		P C 鋼 材	t	2,172	2,606
		支 保 工	空m ³	599,900	763,000
	P C 単 純 T 桁	コンクリート	m ³	2,925	5,460
工		型 枠	m ²	17,280	32,256
		鉄 筋	t	486	907
		P C 鋼 材	t	121	227
下 部	壁 式 橋 脚 及 び ラ ー メ ン 橋 脚	コンクリート	m ³	15,408	18,844
		型 枠	m ²	29,015	16,018
		鉄 筋	t	1,294	1,187
		杭 (φ1.0m)	m	37,273	44,187
		堀 削	m ³	36,400	39,500
工	T 型 橋 脚 及 び 橋 台	コンクリート	m ³	1,929	3,020
		型 枠	m ²	1,929	3,020
		鉄 筋	t	99	156
		杭 (φ1.0m)	m	3,588	6,396
		堀 削	m ³	3,482	5,840

第 8 章 工費積算、施工計画

8.1 概略事業費

1) 積算の範囲

事業費は下記の 3 項目から構成される。

- ① 橋梁建設費（本橋部及び取付部）
- ② 用地補償費
- ③ 街路整備費

2) 用地補償費

中国側より提示された用地補償費を表に示す。

表 3-20 用地補償費内訳

項 目	単位	数 量	単 価	金 額 (万元)	備 考
工場、商店、フェリー、学校補償費	m ²	123,000	545元	6,700	
既設住宅補償費	m ²	141,000	67元	950	
新設住宅建設費	m ²	350,000	486元	17,000	
地下防空壕撤去建設費	m ²	6,500	692元	450	
公共施設（トイレ等）撤去建設費	式	1		16	
緑化、地下配線配管撤去建設費	式	1		1,730	
立退地の整備費	式	1		75	
農地の買収費	m ²	133,300	68元	1,050	
農地の借地費	m ²	100,000	12元	120	
予 備 費	式	1		2,388	
合 計				30,479	

3) 街路整備費

以下の街路整備費を計上する。

表 3-21 街路整備費

項 目	面 積 (㎡)	単 価 (元)	工 事 費 (万元)
浦西側取付部	99,540	120	1,163
浦東側取付部	148,900	120	2,412
合 計	248,440	120	4,025

4) 橋梁建設費

(1) 事業費算出の前提条件

- ① 工事費は工事項目毎に労務費・材料費・機械費・諸経費を基に算出する。
- ② 工事費は1987年6月現在の価格として、エスカレーションの要素は考慮しない。
- ③ 工事費は外貨・内貨に分けて算出する。
- ④ 外貨対象として輸入資機材等については C.I.F (運賃、保険料込渡し) 価格とする。
- ⑤ 外貨換算レートは1元=40円とする。
- ⑥ 労務費・材料費・機械費などの単価は中国及び日本での工事实績を参考にして設定する。
- ⑦ 工事に伴う予見不可能性を考慮して工事費の10%を予備費とする。
- ⑧ 総係費として全体工事費の10%を考える。

(2) 積算条件

① 外貨、内貨の区分

下記の資材は外貨と設定する。

セメント、木材、鉄筋、PC材料(鋼線、鋼棒、シース、カップラー、継手)、
鋼材(鋼板、ケーブル)、輸入建設機械の償却費は外貨とする。

労務費の1部については外貨分も見込む。

- ###### ② 単価の設定の内、中国での施工事例のある取付部の単価は、主として下記の資料に依拠した。

上海市市政工程材料単価表

上海市市政工程開発公司工事単価

(3) 単価の設定

① 労務単価及び歩掛

労務単価は上記資料に基づき、アプローチ部分については5元/日と設定し、主橋梁部については中国国外の施工単位が中国人労働者を雇用する場合を想定して、25~30元/日を用いた。歩掛については上記資料の下記の工種について次頁の表のとおり設定する。

表 3-22 工 種 別 歩 掛 (取付部)

工 種		歩 掛
柱式鉄筋コンクリート橋脚	10 m ³	83.1 人
鉄筋コンクリートフーチング	10 m ³	89.0
場所打コンクリート杭φ 1.8m	10 m ³	104.0

② 材料単価

輸入材料については、表の様に設定する。

(日本、韓国及び台湾における単価を参考とした。)

表 3-23 材 料 単 価

材 料	単 位	単 価 (元)
鋳 板 (SS41)	t	2,544
鋼 板 (SM50Y)	t	2,839
ケーブル (SWR677B)	t	10,160
鉄 筋 (異 形)	t	1,000
セメント (普 通)	t	300
セメント (早 強)	t	300
木 材 (合 版)	m ³	750
木 材 (厚 板)	m ³	500
P C 鋼 線	t	5,280
P C 鋼 棒	t	3,500

国産材料の内、調査資料にある骨材、アスファルト、軽油等については前記資料を基に単価を設定した。

③ 機械損料

調査結果によると機械損料は日本単価の10～50%である。中国での機械の使用の状況は耐用年数が日本の5～6年に対し15～20年と永く、又4～5年に1回の大修理があり、その修理費は大体購入価格の約15%で行っている。

この様な中国での使用状況を反映した機械損料は日本の30～40%となる。

以上の事により機械損料は日本の30%と設定する。主橋梁部については、中国国外の施工単位の参入を前提として日本の損料率を用いる。

④ 諸経費率

中国側での実績により、35%と設定する。

⑤ 主橋梁部積算単価

主要工種と積算単価を表3-24に示す。

⑥ 取付部積算単価

主要工種と積算単価を表3-25に示す。

表 3 - 24 主橋梁部主要単価

項 目 工 種	単 位	単 価 元	内 訳 (1)		内 訳 (2)		
			内 貨	外 貨	労務費	材料費	機械費
上部工 鋼桁製作	t	9500	4975	4525	4775	4725	-
コンクリート	m³	353.8	116.5	237.5	89	209.5	55.3
型わく	m²	89.4	83.8	5.6	77	8.4	4.0
鉄筋	t	1915.9	818.6	1097.3	747	1106.6	62.3
P C鋼材	t	15447.4	7700.7	7746.7	5000	8780.7	1666.7
支保工	m³	35.5	23.3	12.2	22.5	2.3	10.7
鋼桁架設	t	4350	875	3475	850	900	2600
ワーゲン架設	台日	2094	84	2010	225	238	1631
斜 材 製作 (鋼)	t	20100	-	20100	-	20100	-
架設 (鋼)	t	4350	875	3475	850	900	2600
塔 鋼塔製作	t	13250	-	13250	9300	3950	-
鋼塔架設	t	4350	875	3475	850	900	2600
基礎工: RC杭 (φ2m)	m	2191.3	1766.7	424.6	431.8	1334.9	424.6
掘削	m³	69.8	43.4	26.4	35	1.8	33
コンクリート	m³	292.8	132.3	160.5	99.5	130.0	63.3
鉄筋	t	1915.9	818.6	1097.3	747	1106.6	62.3
型わく	m²	39.6	38.5	1.1	36	3.6	-
橋面工:	m²	165.1	137.8	27.3	57.5	80.3	27.3

表3-25 取付部主要単価

項 目	工 種	単 位	単 価	内 訳 ①		内 訳 ②			
				内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	材 料	機 械
上部工 P C連続箱桁橋	コンクリート	m ³	243.9	56.4	187.5	17.8	209.5	16.6	
	型 枠	m ²	25.0	23.0	2.0	15.4	8.4	1.2	
	鉄 筋	t	1,274.7	233.5	1,041.2	149.4	1,106.6	18.7	
P C 鋼材	P C 鋼材	t	10,280.0	4,033.3	6,246.7	1,000.0	8,780.0	500.0	
	支 保 工	m ²	10.0	7.4	2.6	4.5	2.3	3.2	
	上部工 P C単純T桁	コンクリート	m ³	243.9	56.4	187.5	17.8	209.5	16.6
型 枠	型 枠	m ²	25.0	23.0	2.0	15.4	8.4	1.2	
	鉄 筋	t	1,274.7	233.5	1,041.2	149.4	1,106.6	18.7	
	P C 鋼材	t	9,900.0	4,033.3	5,956.7	1,000.0	8,490.0	500.0	
架 設	架 設	m ²	25.0	17.8	7.2	3.5		21.5	
	下部工	コンクリート	m ³	168.9	65.4	103.5	19.9	130.0	19.0
	型 枠	m ²	10.8	9.7	1.1	7.2	3.6		
鉄 筋	鉄 筋	t	1,274.7	233.5	1,041.2	149.4	1,106.6	18.7	
	杭(φ1000)	m	389.6	161.6	228.0	42.3	261.2	86.1	
	堰 削	m ³	18.7	15.4	3.3	7.0	1.8	9.9	
橋 面 工		m ²	100.0	97.3	2.7	11.5	80.3	8.2	
	盛土舗装	m ²	120.0	117.5	2.5	7.4	105.0	7.6	

(4) 橋梁工事費

主橋梁部及び取付部の直接工事費を表に示す。

表 3-26 取付部概算工事費

項 目	金 額 (万元)	比 率
合 計	23,219	1.00
外 貨	12,819	0.55
内 貨	10,400	0.45
労 務 費	3,251	0.14
材 料 費	17,349	0.75
機 械 損 料	2,619	0.11

表 3-27 主橋梁部概算工事費 (複合斜張橋)

項 目	金 額 (万元)	比 率
合 計	23,418	1.00
外 貨	16,439	0.70
内 貨	6,979	0.30
労 務 費	10,177	0.43
材 料 費	9,003	0.38
機 械 損 料	4,238	0.19

(5) 事業費

全体事業費、および各事業年次支出額を表 3-28に示す。

表 3-28 事業費年区分

単位：万元

項 目	1988年		1989年		1990年		1991年		1992年		合 計		備 考	
	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨		合 計
1) 用地費	10,113	—	10,113	—	7,865	—	—	—	—	—	28,091	—	28,091	
2) 街路整備費	—	—	—	—	—	—	—	—	3,941	84	3,941	84	4,025	
3) 工事費計	—	—	—	—	480	2,820	9,901	18,032	8,777	9,690	19,158	30,542	49,700	
本橋工事費	—	—	—	—	—	2,138	5,296	11,410	1,683	2,895	6,979	16,439	23,418	
西側取付工事費	—	—	—	—	218	309	2,155	3,024	2,435	2,522	4,808	5,855	10,663	
東側取付工事費	—	—	—	—	262	373	2,451	3,602	2,879	2,990	5,591	6,965	12,556	
施設工事費	—	—	—	—	—	—	—	—	1,780	1,283	1,780	1,283	3,063	
4) 予備費	860	—	860	—	715	282	990	1,804	1,271	977	4,696	3,063	7,759	
予備費①	860	—	860	—	667	—	—	—	—	—	2,387	—	2,387	1) × 8.5%
予備費②	—	—	—	—	48	282	990	1,804	1,271	977	2,309	3,063	5,372	2) , 3) × 10%
5) 総係費	827	887	827	887	710	767	325	178	325	177	3,014	2,896	5,910	2) , 3) × 10%
														4) ②
6) 合計 1)~5)	11,800	887	11,800	887	9,770	3,869	11,216	20,014	14,314	10,928	58,900	36,585	95,485	

8.2 方格工言十画

1) 施工条件

代替案の比較のための概略施工計画は、以下の施工条件のもとで立案した。

- ① 工事対象地域は施工準備に入るまえに整地されているものとする。
- ② 稼働率は70%と仮定する。
- ③ 黄浦江は港湾であるため、船舶の往来がはげしく、橋梁の架設のため水面の利用は不可能である。したがって、黄浦江上の架設はすべて張出架設工法とする。
但し、資機材の水切りは兩岸で行うことは可能とし、台船の保留は出来るものとする。
- ④ 南碼頭フェリーは工事中移設する。
- ⑤ 工事は浦東側、浦西側並行に進めるものとする。
- ⑥ 取付部の作業用地は原則として、構造物+片側10m×2の用地を確保し施工を行う。
- ⑦ 中国の環境基準により騒音に対する規制があるため、規制対象の工事の作業時間は地域ごとに設定する。
しかし、規制対象外の工事の作業時間については、工程上必要な場合は24時間作業も可能なものとする。
- ⑧ 施工期間は、用地整備期間2年9ヵ月、工事期間2年3ヵ月とする。
- ⑨ その他の施工条件は以下の通りである。

土捨場の位置 : 浦東側 農地 L = 3 km

浦西側 市郊外 L = 15 km

材料の供給 : 骨材 浙江省より供給

コンクリート 現場にプラントを設置する。

アスファルト 市内のプラントより供給する。

2) 主橋梁部 (複合斜張橋)

(1) 施工概要

施工条件から主径間は張出架設工法を採用する。

したがって、部材の搬入はすべて後方、すなわち陸上側から行う必要がある。部材の移送距離は短いほどよく、また、設備も少ないほどよい。この点から、部材の吊上げは水切場に近い塔の近辺が望ましいが、2面ケーブルであり斜ケーブルの間を通して、主桁上面まで吊込むのは困難である。一方、部材の移送を架設ずみの主桁の下側を利用する方法もあるが、今回は施工中より安全な既設桁上面を利用することにした。

橋梁は施工途中が不安定状態にあり、本橋の場合、特に主径間張出中の安全性に配慮しなければならない。主桁の施工は斜ケーブルを有効に活用し、塔から主径間中央側に張り出し架設する。側径間は先に架設する方法を採用する。

上記の事項を勘案すると、ここでは以下の工事が支配工程となる。

- ① 主塔基礎
- ② 主塔の架設
- ③ 側径間主桁の架設
- ④ 主径間、主桁およびケーブルの架設

(2) 下部構造

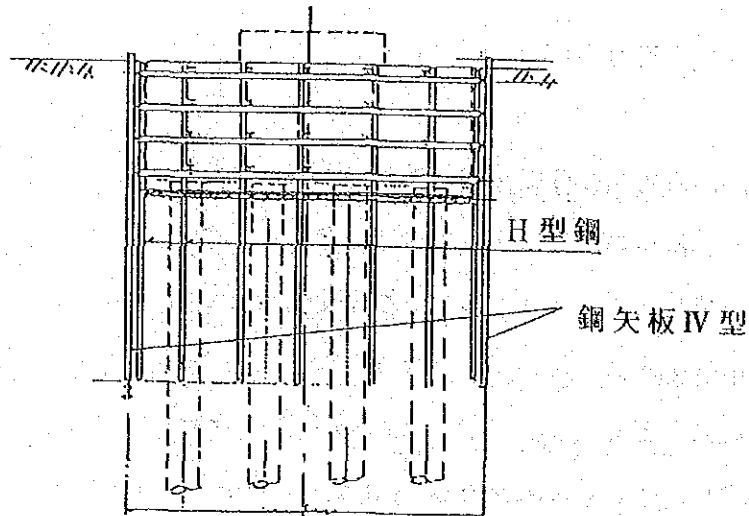
下部構造の施工は、上部工の施工の工程に合せ、最少限の資機材を搬入して行う。すなわち主塔基礎の施工を優先し、他の橋脚は上部工の工程に合せ、主塔の架設完了までに施工を終了させる。

① 場所打杭の施工

リバース掘削機2000mm75kw及びクローラクレーン等機械設備を浦東側、浦西側各々2組計4組で施工する。

② フーチング

フーチングは地表面下6.5mの深さで、気中コンクリートとする。締切はシートパイル(Ⅳ型)一重とし支柱及び切梁3段の構造とする。



③ 橋脚

図3-18 フーチング仮締切

橋脚の施工は、タワークレーン（6 t吊）とスライディングフォームにより施工する。

(3) 上部構造

① 塔の製作及び架設

塔の水平継手は面タッチとする。このため大型の切削機を必要とするため中国国外で製作を行う。橋脚上面と塔底板との間は無収縮モルタル注入の構造とし、経済性と工期の短縮を計る。

塔の建て方は以下の方法で行う。

- (a) アンカーフレーム及び塔柱5段、下段水平材をクローラクレーン（300 t吊）で組立てる。
- (b) 部材搬入は台船により現場搬入、水切三脚デリックで荷卸しを行う。
- (c) クリーパークレーン（90 t吊）をクローラクレーンで組立てる。
- (d) 6段目以降はクリーパークレーンにより架設する。
- (e) 中間の水平材上にタワークレーンを据付
- (f) クリーパークレーンを解体する。
- (g) ケーブル用塔足場を組立てる。

② 主桁の製作

主桁の製作は、原則として中国国内の工場で行う。

③ 側径間主桁の架設

側径間主桁の施工は、中間橋脚より主塔側および側径間端部側へ張出し架設を行う。

施工要領は以下の通りである。

- (a) 側径間中間橋脚上の主桁の施工、および仮固定を行う。

- (b) 移動主桁架設台車の組立て（浦西、浦東側各々4台）
- (c) 箱げたの施工。
- (d) 主桁作業車の移動及び横げた床版用の特殊移動作業車の組立て。
- (e) 横桁、床版の施工。
- (f) 以降、箱桁及び横桁、床版の施工を繰返し行う。
- (g) 鋼桁とP C桁の連結部のコンクリート打設及びP C鋼棒緊張を行う。

③ 主径間主桁及びケーブルの架設

主径間の主桁（2箱桁及び床組）をトラベラークレーン（90t吊）でケーブル間隔分（18m）つつ張出し、ケーブルを張り渡す。

施工順序は以下の通りである。

- (a) 塔部分の桁をクリーパークレーンで架設し、仮固定する。
- (b) 側径間完了後、主桁架設用のトラベラークレーン及び塔クレーンで組立てる。
- (c) 2主桁及び床組をトラベラークレーンで張出し架設する。
- (d) ケーブルは、塔クレーン及び油圧クレーン（45t吊）で張り渡す。
- (e) 以下、部材運搬用レールの延長、移動足場の移動を繰返ししながら架設を進め、最後に閉合部材を架設する。
- (f) 閉合調整完了後、仮設備等の解体を行う。

(4) 工程計画

施工工期は、図面集に示すように27ヵ月である。

① 塔及び主桁の工場製作

塔及び主桁の工場制作は、材料の発注、部材の輸送を考慮し、架設作業工程に合わせて行う。

(a) 塔

材料発注から2ヶ月遅れで製作し、輸送を1ヶ月見込んで製作期間5ヶ月とする。生産能力として約1100t/月が必要である。

(b) 主桁

主桁の製作期間は、材料発注後製作にかかるまでの期間を3ヶ月見込んで12ヶ月以内とする。月産能力700tが必要となる。

(c) ケーブル

ケーブルは、側径間主桁架設完了までに現地に搬入するものとする。

② 基準サブ工程

(a) 主径間箱桁の架設とケーブルの張り渡し。

(13日サイクル - 2ブロック18m)

作業内容	日 数												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
移動足場の取付	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>							
主桁の架設	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
横桁及び鋼床版架設		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
高力ボルト締付			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
トラベラークレーン移動					<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>			
ケーブル架設及び調整													

(b) 塔の架設

(6日サイクル - 12m標準)

作業内容	日 数					
	1	2	3	4	5	6
足場の取付	<input type="checkbox"/>					
塔の架設	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
高力ボルト締付			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
クリパークレーン せり上げ					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(c) 場所打杭の施工 (リバース本当り)

(32時間サイクル - 38.5m)

時間	5																																10																																15																																20																																25																																30																															
スタンドパイプ 建込の撤去																																																																																																																																																																																																
掘削機掘付移動																																																																																																																																																																																																
掘削工																																																																																																																																																																																																
鉄筋かご建込																																																																																																																																																																																																
トレミー管吊込																																																																																																																																																																																																
コンクリート 打設																																																																																																																																																																																																

(d) PC箱桁の架設

(10日サイクル - 4m)

日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
作業内容										
作業車の移動と固定	<input type="checkbox"/>									
型枠工										
PC材及び鉄筋組立										
コンクリート打設										
コンクリート養生										
PC鋼材の緊張										

(e) 床版・横桁の架設

(20日サイクル - 8m)

日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
作業内容																				
作業車の移動と固定																				
型枠工																				
鉄筋組立																				
コンクリート打設																				
コンクリート養生																				
横桁PC鋼材の緊張																				

(5) 主要機械設備

(輸送用車両, 一般工具類を除く)

名 称	能力・寸法	数 量	備 考
1. 場所打ちコンクリート杭の施工			主橋脚先行
リバース掘削機	75kw φ 2000mm	4 台	両岸各 2 台
クローラクレーン	吊能力 40 t	4 台	
トラッククレーン	吊能力 40 t	4 台	
バックホー	0.7m ³	4 台	
スタンドパイプ	φ 2.0m × 10m	4 台	
バイブロハンマー	90kw	2 台	
泥水処理機		4 台	
水槽	40m ³	4 台	
トレミーパイプ	径250mm × 3 m	60本	
2. フーチング掘削			
クラムシエル	0.6m ³	4 台	
ローダー	2.1m ³	2 台	
クローラクレーン	吊能力 40 t	2 台	
バイブロハンマー	40kw	2 台	
3. 橋脚工			両岸各 4 基 シリーズ施工
クローラクレーン	25 t	2 台	
トラッククレーン	40 t	2 台	
スライディングフォーム		4 台	
コンクリートポンプ車		2 台	

名 称	能力・寸法	数 量	備 考
4. 上部構造			
クローラークレーン	300 t	2 台	
水切 3 脚クレーン	90 t × 22 m	2 基	
部材吊上 3 脚クレーン	90 t × 22 m	2 基	
トラッククレーン	40 t	2 台	
ベント	H ≒ 50 m	6 基	
クリーバークレーン	90 t × 22 m	2 基	エレベーター込
塔頂クレーン	20 t × 22 m	2 基	
油圧クレーン	45 t	2 台	
部材運搬台車	90 t	2 台	軌条, 移動装置含
トラベラークレーン	60 t × 30	4 台	ク
移動足場		2 基	
トラック	4 t	2 台	
ウィンチ		16 台	塔内 4 台, 引出し 8 台, その他 4 台
アンリーラー		8 台	
引出しウィンチ	50HP単胴	8 台	ケーブル架設
塔足場		2 式	
センターホールジャッキ	600 t	8 台	
架設作業車 (主桁)		8 台	
ク (床版)		4 台	
PCジャッキ、ポンプ		16 台	
グラウトポンプ、ミキサー		4 台	
5. 路面工			
アスファルト フィニッシャー		1 台	
ロードローラー		1 台	
タイヤローラー		1 台	
ディストリビューター		1 台	

(6) 橋梁主構造の架設時の耐風対策

斜張橋はたわみ易い構造物であり、風の影響を受けやすい。完成後の耐風安定性については、橋桁断面に工夫を凝らし、空力減衰効果を高めるなど、より安定性に優れた構造を採用することで対処している。

一方、長大スパンの橋梁は架設期間が長くなり、その架設途上で台風もしくは強風にさらされる可能性がある。

斜張橋の架設はその特性を生かして、張出式の架設工法が採用される。この場合、張出長が大きくなると、橋は特に風荷重および風の作用に対して不安定な状態となる。施工計画にあたっては架設中の安全性を考慮して、張出架設は台風の時期を避けるよう配慮するのが原則である。しかし、工期の遅れ等不測の事態も起こりうるので、あらかじめ耐風対策を行っておく必要がある。耐風対策としては、以下の方法が考えられる。

① 構造的に剛性を高める

- ・側径間を先行架設するか、仮ベント等によりアンカースパンとしての機能を強固にする。
- ・張出中の桁と、塔基部もしくは水中アンカーとをケーブルなどの付加部材によって連結し、剛性を高める。

② 風の作用力の影響を少なくする。

- ・フェアリングやフラップ等を取付けることにより構造物全体に作用する空気力を減らす。

③ 減衰効果を高める。

- ・フェアリングやフラップ等を取付けることにより空力的効果による減衰性の増大を図る。
- ・スライディングブロックや動吸振器 (Tuned Mass Damper、略してTMD) により減衰を付加し、制振対策を行う。
- ・オートジャイロにより振動を制御する。

また、斜張橋の塔は通常矩形断面が用いられるため、渦励振とギャロッピングが考えられる。

この場合の耐風対策としては、以下の方法が考えられる。

① スライディングブロックやTMDにより減衰を図る。

② 塔の架設を斜材ケーブルの取付に合わせて施工し、塔が独立で立っている期間を短くする。

2) 取付部施工計画

(1) 施工条件

① 稼働率は70%とする。

② 作業用地

・浦東側取付部

取付部の作業用地は原則として次ページ図の様に構造物+片側10m×2の用地を確保し施工を行う。コンクリートプラント、PC桁製作ヤード、作業員宿舎等の仮設備用地がループ内用地で不足の場合は、浦東南路、東側の農地を借地し設置する。

・浦西側取付部

取付部の作業用地は原則として浦東側と同様である。しかし市街地内の工事のため出来るだけ既設建物の撤去は少なくする方向で検討する。

仮設備等はループ内及び周辺道路(中山南路、陸家浜路)を使用して設置する。

④ 作業時間

取付部は浦東地区の1部を除き概ね市街地である為、1日10時間と設定する。

⑤ 工程

用地整備期間2年9ヵ月、工事期間は2年3ヵ月とする。

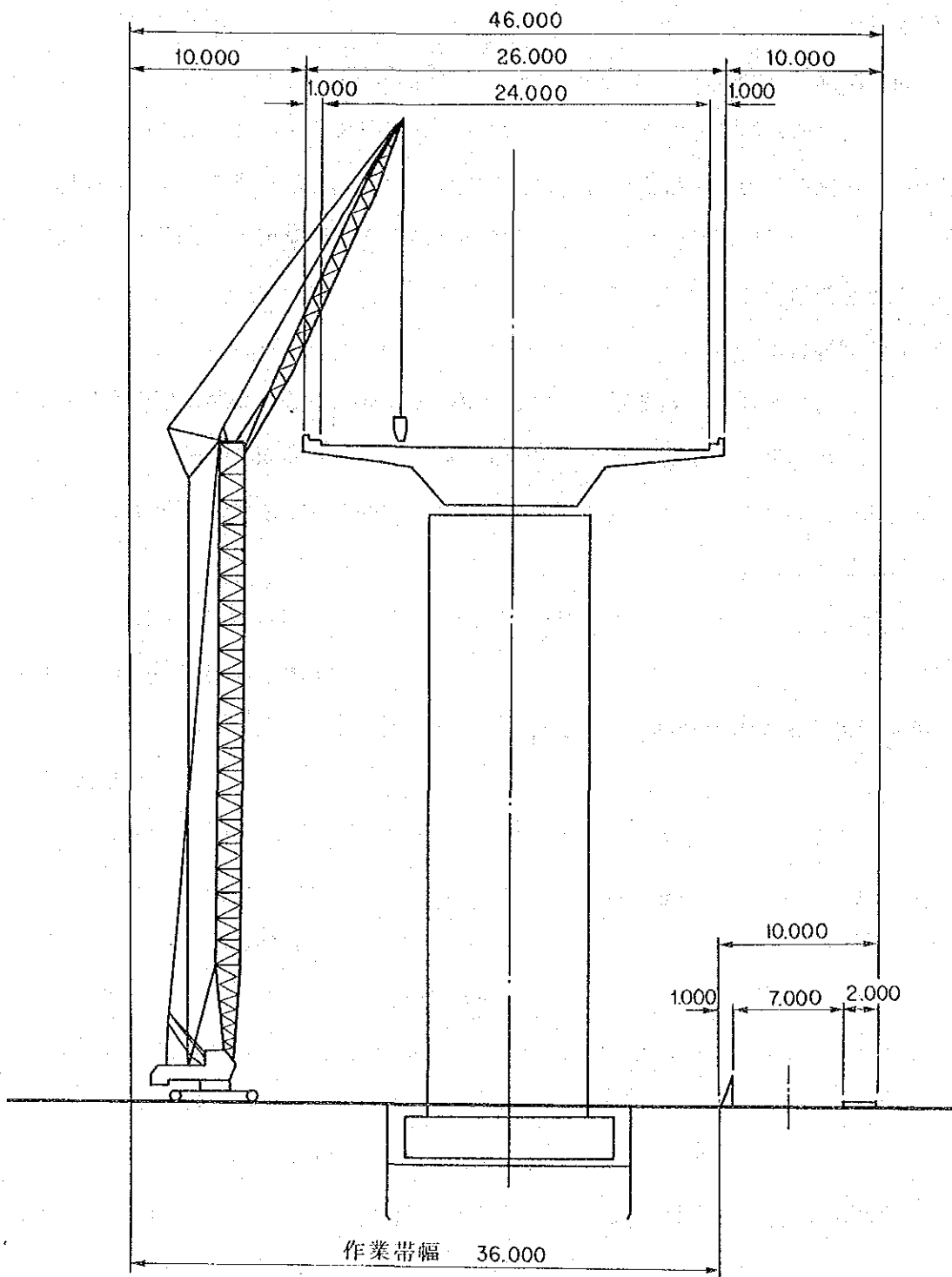


图3-19 取付部工事断面

(2) 下部工橋脚の施工順序

- ① 杭基礎の施工
- ② 土留矢板の打込
- ③ 掘削切梁支保工の施工
- ④ フーチングの施工
- ⑤ 軀体施工
- ⑥ 埋戻し
- ⑦ 土留工撤去
- ⑧ 軀体施工

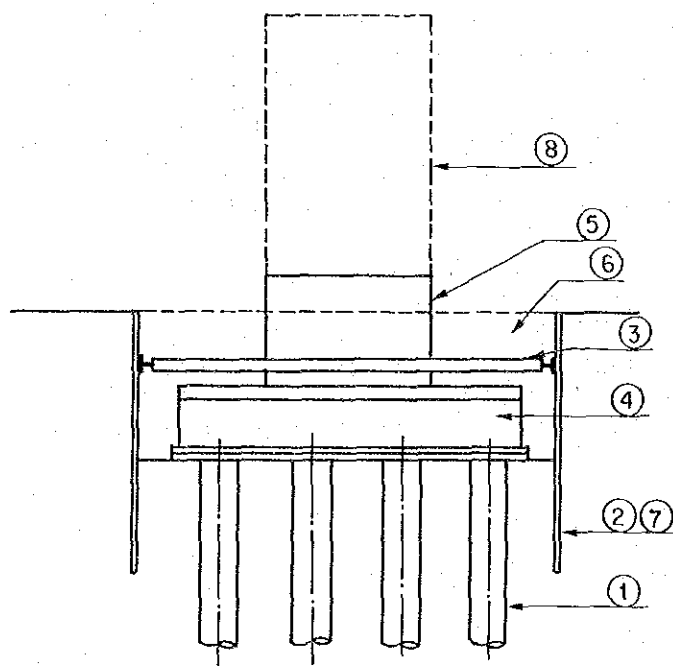


図3-20 下部工橋脚の施工

表 3-29 施 工 規 模 (取付部)

項 目	単位	西側取付	東側取付	計	備 考
橋 梁 延 長	m	3,455	3,959	7,414	
橋 面 積	m ²	46,900	55,600	102,500	
上 部 工	ケ ー ブ ル	t	-	-	-
	P C 鋼 材	t	2,290	2,830	5,120
	コ ン ク リ ー ト	m ³	39,900	48,900	88,800
	鉄 筋	t	4,300	5,400	9,700
	型 枠	m ²	120,000	155,000	275,000
	支 保 工	m ³	600,000	763,000	1,363,000
下 部 工	橋台・橋脚数	基	73	91	164
	コ ン ク リ ー ト	m ³	64,900	80,400	145,300
	鉄 筋	t	5,700	6,660	12,360
	型 枠	m ²	32,300	20,700	53,000
	基 礎 杭 (φ=1.0)	本	1,220	1,510	2,730

(3) 上部工の施工

連続箱桁型式について述べる。

施工法はオールステイジング工法で行う。

施工順序

- ① 支保工の施工
- ② 型枠・鉄筋・PC鋼材の設置
- ③ コンクリート打設
- ④ 緊張工
- ⑤ グラウト工
- ⑥ 型枠支保工撤去
- ⑦ 橋面工の施工

(4) 施工工程

工程は取付部の特性を考え下記の検討を行い、表3-31の工程となった。

特 性

- ① 取付部は構造物の数が多く投入作業パーテータ数を増加する事により工期短縮が出来る。
- ② クリティカルパスと推定される部分は二層ラーメン高架部及び交差部分であり、その部分の全体との割合は西側60%、東側30%である。

検討方法

- ① 各工種の1パーテータ1日当りの作業量を表3-30の様に設定する。

表 3-30 1日当たりの作業量

上 部 工			下 部 工		
工 種	単位	作 業 量	工 種	単位	作 業 量
コンクリート	m ³	125	コンクリート	m ³	170
型 枠 組 立	m ²	60	型 枠 組 立	m ²	60
型 枠 撤 去	m ²	120	型 枠 撤 去	m ²	120
鉄 筋	t	2.5	鉄 筋	t	2.5
P C 鋼 材	t	1.3	基 礎 杭	本	0.33
支保工仮設	空m ²	420	堀 削 工	m ²	170
支保工撤去	空m ²	580	土留工仮設	m ²	55
			土留工撤去	m ²	80

- ② 代表工区として下記の3工区の工程表を作成する。【詳細は付属資料】

P C 連続箱桁 2層ループ部1連 ラーメン橋脚3基

P C 連続箱桁 1層平均高さ部1連 壁式橋脚3基

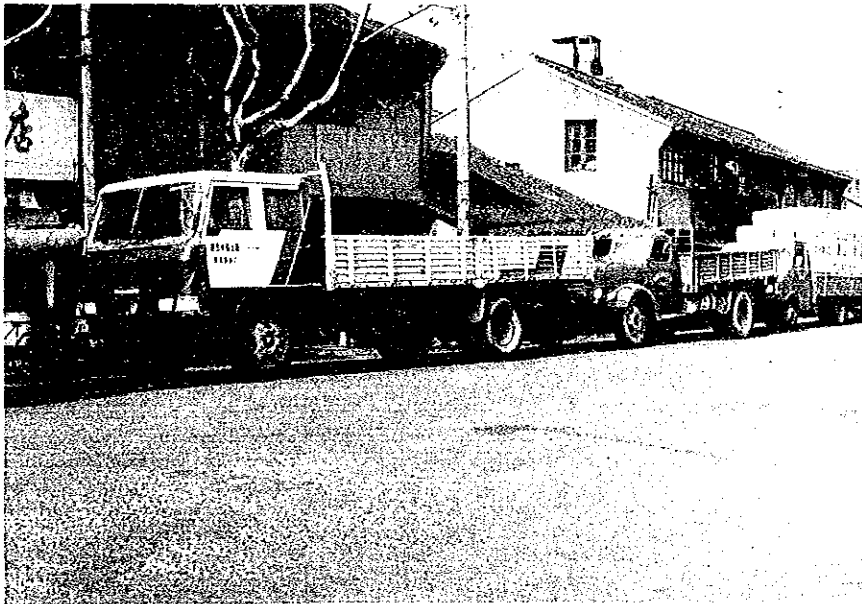
P C 単純T型桁 3連 T型橋脚3基 橋台1基

- ③ ②の工程を基に各工種の可能工期を設定し作業数量により必要パーテータ数を算出した。

表3-31 取付部工程（西側及び東側は同一工程）

項目		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
下部工	準備工																																						
	基礎杭																																						
	土留・掘削工																																						
	フォーミング躯体																																						
上部工	準備工																																						
	支保工組立																																						
	橋体工																																						
	支保工撤去																																						
橋面工																																							

第4編 經濟・財務分析



貨物車両現況

第4編 経済・財務分析

第1章 経済評価

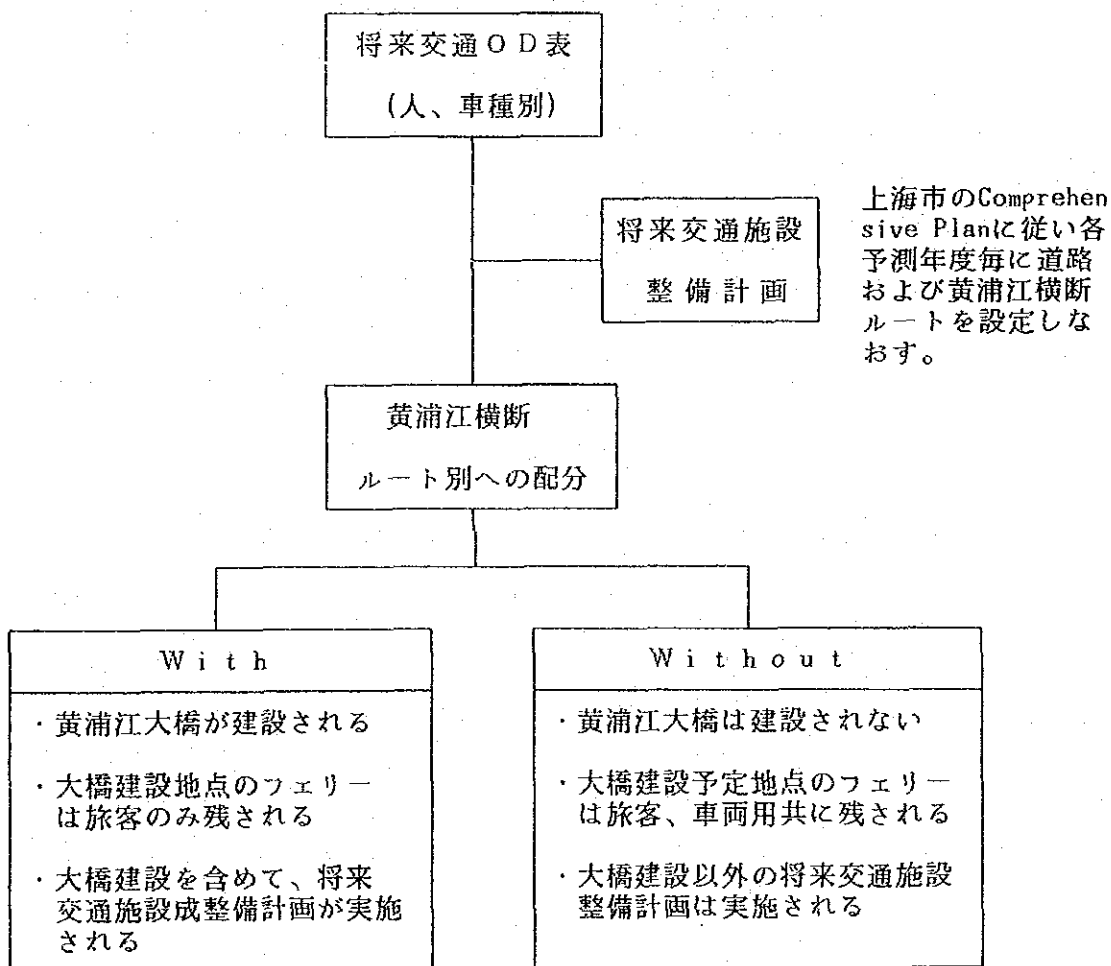
1.1 目的

経済評価の目的は、本プロジェクトが上海市の地域経済にどのような影響を与えるのかを、国際援助機関等で広く採用されている分析手法に従って評価することである。

1.2 With/Withoutの考え方

本プロジェクトを実施する場合 (With the Project) と実施しない場合 (Without the Project) との考え方については、交通需要予測との整合性を考慮して以下のように設定する。

図4-1 With/Withoutの考え方



1.3 費用、便益の考え方

前節1.2で述べたWith/Withoutの考え方から、本プロジェクトの直接的な費用、便益を表4-1のように設定する。経済内部収益率（EIRR）等の計算は、費用、便益ともWith/Withoutとの差からネット・キャッシュ・フロー（NCF）を求めて行う。

表4-1 費用、便益の考え方

項 目	With	Without	N, C, F
1. 費用			
(1) 投資	・大橋建設費		
	・大橋以外の将来交通施設整備費	・同 左	± 0
(2) 保守・運営	・大橋の保守・運営費		
	・大橋以外の将来交通施設の保守・運営費	・同 左	± 0
2. 便益			
車両交通	・走行費用節減便益		
	・走行時間節減便益		

1. 4 費用・便益計算

1) 費用の計算

(1) 投資費用

積算と工事工程に基づいて年度別の工事費（1987年価格）の経済価格を算定する。経済価格の適用については、外貨分については、政府関連プロジェクトという性格上、移転項目である関税等の諸税は含まれておらずそのまま採用する。ただし内貨分のうち材料費、および機械損料については約5%の税金が含まれているものと考えられるため、この相当分を経済費用から除外した。各年の投資費用は以下の通りである。

(単位：万元)

年 工事費	1988	1989	1990	1991	1992	計
内 貨	11,572	11,572	9,575	10,952	13,820	57,491
外 貨	887	887	3,869	20,014	10,927	36,584
計	12,459	12,459	13,444	30,966	24,747	94,075

(2) 保守・運営費

保守・運営費は第5編の“維持管理費用”算定に基づき、毎年支出を230万元、および塗装費として5年毎に300万元、さらに道路舗装補修費として7年毎に650万元を計上する。

2) 便益の計算

(1) 走行費用の節減

本プロジェクトの実施により、車両の走行距離の短縮から走行費用節減が期待される。走行費用の計算の前提条件は以下の通りである。

・代表車種の選定

走行費用を計算するための代表車種は以下の通りとする。経済価格については、中国側の資料による。

乗用車

小型……上海サンタナ

バス……J S - 663

貨物車

小型……解放 C A 15

大型……黄河 J N 150

・年間使用状態の推定

各車種毎の年間平均走行距離について、中国側より小型乗用車が32,000km/年、その他バス及び貨物車については45,000km/年との情報を得た。しかしこの年間走行距離は都市間の比較的交通量の少ない道路を走行する車に適用できる値と思われる。現在の上海市のバスの平均速度は中国側資料で14km/時であり、上海地下鉄建設に関する調査ではこの平均速度は1997年には7km/時になると予測されている。

本プロジェクトの場合、対象地域が上海市中心部に限らず郊外部分も含んでいるため、バスの平均速度を10km/時と設定し、それに合わせて他車種についても年間平均速度を調整した。

・耐用年数

中国側からの資料により小型乗用車は12年、他の車種については10年、また残存価値については小型乗用車が20%、他の車種については10%と設定した。

・減価償却

減価償却については東南アジアなどの例を参照にして時間による償却率と走行距離による償却率を各車種毎に設定した。

・その他費用

その他、タイヤ、燃料、油脂、保守、保険、人件費および一般管理費についてはその経済価格を中国側資料および他の類似調査の資料を基に各車種別に設定した。なお、資本費用については、中国側の利子に関する情報に基づき8.0%とした。

表4-2に車種別走行費用計算の基礎情報とその計算結果を示す。価格はすべて経済価格表示である。

表4-2 車種別走行費用

車種別		乗用		貨物	
		乗用車	バス	小型	大型
車名		上海サンタナ	J S - 663	解放 C A 15	黄河 J N 150
車体価格 (元)		33,070	43,130	15,223	51,760
年間使用	時間	2,400	3,000	1,800	1,800
	年平均走行距離 (1000km)	20	30	30	30
耐用年数	年	12	10	10	10
	1000km	240	300	300	300
	残存価値 (%)	20	10	10	10
減価償却	時間 (償却率/年)	3	3	3	3
	距離 (償却率/100000km)	18.3	20	20	20
タイヤ	耐用距離 (1000km)	40	60	50	60
	価格 (元)	604	2,520	2,520	3,090
燃料	価格 (元/ℓ)	0.470	0.470	0.470	0.696
	消費 (ℓ/km)	0.066	0.265	0.265	0.250
油脂	燃料費に対するパーセント (%)	6	7	7	7
保守 (元/1000km)		96.7	291.2	303.7	318.7
保険 (元/台・年)		358.5	463.6	261.1	559.5
人件費 (元/年)		1,440	4,320	1,440	2,880
一般管理費 (%)		10	20	20	20
時間 (元/年)	資本費用 (8.00%)	1,323	1,725	609	2,070
	乗務員	1,440	4,320	1,440	2,880
	保険	359	464	261	560
	減価償却	992	1,294	457	1,553
	小計	4,114	7,803	2,767	7,068
(元/1000km)		205	260	92	235
距離 (元/1000km)	燃料及び油脂	33	133	133	186
	タイヤ	15	42	50	52
	保守費用	97	291	304	319
	減価償却	61	86	30	104
	小計	206	552	517	661
走行費用合計 (元/1000km)	時間 + 距離	412	812	609	896
	一般管理費	41	162	122	179
	合計	453	974	731	1,075

全車平均走行費用は、交通需要の将来予測による車種構成比に基づいて計算した。なお、特殊車はその構成比も小さいことから大型貨物車に含めた。各車種の構成比と全車平均走行費用の将来予測を表4-3に示す。

表4-3 車種構成比と全車平均走行費用

年	車種構成比 (%)				全車平均走行費用 (元/1000km)
	乗用車	バス	小型貨物車	大型貨物車	
1990	20	10	7	63	916
2000	27	13	8	52	866
2010	29	14	9	48	849
2020	30	15	10	45	839

(2) 時間節約

・乗用車

小型乗用車およびバスの乗客については、本プロジェクトの実施により旅行時間短縮による時間節約便益が期待できる。この時間便益を計測する方法のひとつとして「所得接近法」が広く使われている。この方法により上海市における1985年の時間価値を収集データ、および中国側からのヒアリングに基づいて計算した。

・1985年上海市の月平均賃金 (上海統計年鑑 1986年版)

全民所有制単位	116.23 元
集合所有制単位	66.26
各種官営単位	129.67
平均	111.97 元

・月平均労働時間 (中国側のヒアリングより)

$$\frac{[366日 - 52日 (日曜) - 7日 (記念日) - 15日 (有給)] \times 8時間 / 日}{12ヶ月}$$

$$= 194 \text{ 時間 / 月}$$

・旅行目的別調査 (アジア諸国での運用例の平均的値を採用)

$$\text{業務旅行} = 111.97 \text{ 元} / 194 \text{ 時間} = 0.58 \text{ 元/時間}$$

$$\text{非業務旅行} = (\text{業務旅行}) \times 1/3 = 0.19 \text{ 元/時間}$$

(通勤・その他)

将来の時間価値については、1人当りGNPの実質成長率予測値(表2-24)に基づいて時間価値を計算した。結果を表4-4に示す。

表4-4 時間価値の予測

年	項目 1人当GNPの伸び (1985年 = 100)	時間価値 (元/人・時)	
		業務	非業務
1985	100	0.58	0.19
1990	144	0.84	0.27
2000	279	1.62	0.53
2010	455	2.64	0.86
2020	741	4.30	1.41

旅行目的別構成については、1987年4月実施のOD調査及び類似プロジェクトの情報に基づいて以下のように設定した。構成比は将来とも不変なものとした。

表4-5 旅行目的の構成比

(単位 : %)

	業務	非業務
乗用車	84	16
バス	55	45

小型乗用車の乗客は、バスの乗客より一般的にみて時間価値が高いと予想されるが、データの不足およびバスの乗客数に比べて人数が少ないことも考慮し、本分析では乗用車とバスの乗客について時間価値に差を設けなかった。

乗用車の平均乗車人数は、1987年4月実施のOD調査によると、3.34人/台とかなり高い数字で示している。しかし将来の乗用車の普及を考慮すれば、平均乗車人数は逡減することが予測される。本分析では乗用車の平均乗車人数が2020年時点で2.5人/台にまで逡減するものと設定した。

バスの平均乗客数については、中国側から都市間バスの平均乗客数と等しい41人/台という情報を得たが、現地調査および上海市における他の類似調査のデータを基に、本分析では50人/台と設定した。

・貨物車

貨物車の時間価値については、データの不足から今回は他の類似プロジェクトの情報に基づいて1990年の貨物車の時間価値を表4-6のように設定した。

表4-6 貨物車の時間価値

項目 車種	貨物車の時間価値	
	小型乗用車の時間価値	貨物車の時間価値 (元/台・時間)
小型貨物車	2.24	5.47
大型貨物車	2.58	6.30

将来の値については、1人当りGNPの実質成長率の予測を基に計算した。

車種別時間価値の将来推定値を表4-7に示す。

表4-7 車種別時間価値

(単位 : 元/台・時)

年 \ 車種	乗用車	バス	小型貨物	大型貨物	全車平均
1990	2.44	29.18	5.47	6.30	7.76
2000	4.35	56.48	9.74	11.22	15.13
2010	6.48	91.95	14.52	16.72	24.09
2020	9.59	149.98	21.48	24.74	38.66

3) 経済分析の結果

前述の経済費用と便益から本プロジェクトの経済内部収益率（EIRR）を計算した結果12.8%となった。これは資本の機会費用のひとつの目安である10%（中国国内貸出金利である8%+2%）を越えており、本プロジェクトは経済的観点からみてフィージブルであるといえる。

また8%の割引率での純現在価値（NPV）は8億9,600万元であり、便益・費用比（B/C Ratio）は2.12となり、いずれも本プロジェクトが経済的にみてフィージブルであることを示している。

4) 感度分析

総事業費（初期投資額）の増加、或いは経済便益の減少の状況を想定し、感度分析を行った。結果については表4-9に示す通りである。便益額が10%減毎に内部収益率は約0.8%、総事業費が10%増毎に内部収益率は約0.7%小さくなっている。

表4-9 感度分析結果

ケース		EIRR	NPV	B/C
基本ケース		12.8%	約8.96億元	2.12
ケースA	総事業費 10%増	12.2	8.19	1.93
ケースB	便益額 10%減	12.1	7.26	1.91
ケースC	総事業費 10%増 便益額 10%減	11.4	6.49	1.74
ケースD	便益額 20%減	11.3	5.56	1.69
ケースE	総事業費 10%増 便益額 20%減	10.7	4.79	1.54

注) NPV、およびB/Cの計算には、8%の割引率を適用。

表4-8 キャッシュ・フロー

(単位：万元)

年	費用			便益		
	投資	O/M	計	走行	時間	計
1988	12,459		12,459			
89	12,459		12,459			
90	13,444		13,444	(1,103)	(1,161)	(2,264)
91	30,966		30,966			
92	24,747		24,747			
93		230	230			5,241
94		230	230			6,233
95		230	230			7,226
96		230	230			8,218
97		530	530			9,210
98		230	230			10,202
99		880	880			11,195
2000		230	230	3,793	8,394	12,187
1		230	230			13,817
2	2007	530	2537			15,448
3		230	230			17,078
4		230	230			18,708
5		230	230			20,339
6		880	880			21,969
7		530	530			23,599
8		230	230			25,229
9		230	230			26,860
10		230	230	6,508	21,982	28,490
11		230	230			34,020
12	2007	530	2537			39,550
13		880	880			45,080
14		230	230			50,610
15		230	230			56,140
16		230	230			61,669
17		530	530			67,199
18		230	230			72,729
19		230	230			78,259
20		880	880	10,412	73,377	83,789
21		230	230			83,789
22	△26,824	530	△26,294			83,789

第2章 財務分析

2.1 分析の手法

1) 本プロジェクトの運営形態

本プロジェクトにおいては、事業の運営形態としては、有料橋を想定している。すなわち、利用者から通行利用料金を徴収し、この料金収入を本橋の建設資金の償還および運営費に充当することを前提としている。

2) 財務分析の目的

経済分析では、国民経済視点からのプロジェクトの実施効果、ならびに実施する場合の時期、方法等について望ましい姿を検証することを目的とするが、財務分析では上記の前提に基づいて本プロジェクトの実施主体の財務的健全性を検証する。

すなわち、本プロジェクトを本プロジェクトの実施主体にとっての事業収入・費用および資金調達という視点から考察する。

3) 分析手法

具体的には、以下に示す分析をおこなう。

(1) 本プロジェクトの損益の想定

(2) 資金調達・運用の想定・分析

(3) 資金調達に伴う債務返済能力の考察

(4) 財務内部収益率の推定

投資採算評価法のひとつとして通常用いられる割引キャッシュフロー法 (Discounted Cash Flow Method) によって、財務内収益率 (FIRR - Financial Internal Rate of Return) を算出する。

(5) その他の評価指標

- ・キャッシュフロー現在価値 (Net Present Value - NPV)
- ・収益コスト比 (Benefit Cost Ratio - B/C Ratio)
- ・債務返済能力比 (Debt Service Coverage Ratio - DSCR)

4) 財務内部収益率 (Financial Internal Rate of Return)

この分析の目的は、収益と費用をプロジェクト期間中の毎年のフローとして把握し、その

収入と費用の現在価値が等しくなる割引率からプロジェクトの収益性を評価しようとするものである。

結果として算出される割引率を財務内部収益率と呼び、次式を満足させる率である。

$$\sum_{t=0}^n \frac{R_t - I_t - C_t}{(1+i)^t} = 0$$

R_t : t 年目の収入

I_t : t 年目の建設投資

C_t : t 年目の営業費用（維持管理費）

n : プロジェクト期間

t : プロジェクト期間第1年次をゼロとした年次（ n まで）

i : 財務内部収益率（FIRR）

ここで、 $(R_t - I_t - C_t)$ の値は、金利および返済債務支払い前の各年のプロジェクトの実施主体の資金の流入量マイナス流出量を示すものである。

5) キャッシュフロー現在価値 (Net Present Value)

計算式は次の様に表される。

$$NPV = \sum_t^n \frac{R_t - I_t - C_t}{(1+r)^t}$$

ここに、

R_t : t 年目の営業収益

I_t : t 年目の建設投資

C_t : t 年目の維持管理費用

r : 割引率

NPV: キャッシュフロー現在価値

これは、キャッシュフローをある一定の割引率で割り引いた現在価値の累積を示している。この場合、割引率は一般に市中金利が適用される。ここでは8%を用いた。

6) 収益コスト比 (Benefit Cost Ratio - B/C Ratio)

計算式は次の様に表される。

$$B/C = \frac{\sum R_t / (1+r)^t}{\sum (I_t + C_t) / (1+r)^t}$$

R_t : t年目の営業収益

I_t : t年目の建設投資

C_t : t年目の維持管理費

r: 割引率

これは収益（営業収益）をある一定の割引率で割り引いた現在価値の累積値を、費用（建設投資および維持管理費）を一定の割引率で割り引いた現在価値の累積値で除したものである。この場合、割引率は一般に市中金利が適用される。本分析では8%を適用している。この比率が1以上の値を示すならば、事業は良好と判断される。

7) 債務返済能力比 (Debt Service Coverage Ratio - DSCR)

計算式は次の様に表される。

$$DSCR = \frac{\text{償却前利益} - \text{投資額} + \text{支払利息}}{\text{借入金元本返済} + \text{支払利息}}$$

毎年の償却前利益から設備投資額を控除し、設備資金借入に係わる支払利息を加えたものを、毎年の設備資金借入に係わる元本返済と支払利息の合計で除したものである。

DSCRは金融債務返済能力を示す指標であり、各期毎の返済金と支払利息の合計に対して、何倍の資金余裕があるかを示している。計算値としては単年度系列推移と累積値の両方があり、借入期間中1.0を上回っている場合は、返済能力は良好と言える。

2.2 主要前提条件

分析のための主要前提条件を以下に示す。

1) プロジェクト ライフ

工事完成後、30年と設定する。

工事期間は、1988年～1992年の5年間とし、1993年から供用開始となるものとする。

従って、プロジェクト計算期間は35年間（1988～2022年）と設定する。

2) 使用価格

使用価格は、市場価格とする。

3) インフレーション

基準価格は、1987年調査時点の価格とし、収入・費用に関するインフレーション要素は考慮しない。

4) 残存価格

設定された35年間のプロジェクト ライフは、分析計算上の期間であって、架橋施設はそれ以後も存在し運営されるので、プロジェクト ライフの最終年度における償却資産の未償却残高を、残存価格 (Salvage Value) として計上する。

この残存価格は、最終年度においては、計算上マイナスの投資額として取り扱われる。

2.3 損益予想計算

以下に示す手順および前提条件に基づき、本橋梁建設工事着工以降に予想される収入と費用を求め、損益計算書を作成する。

1) 収入および費用の要素

(1) 収入

a. 交通収入

本橋梁を利用する車両から徴収する料金を基本収入とする。

利用車両の量については、将来交通需要予測の結果に基づく。

b. 観光収入

本橋梁からの眺望の活用として付設される観光用展望設備（歩道）に関する利用料金も収入の一部として見込む。

(2) 費用

費用項目としては、維持管理費、減価償却費、支払利息（建設借入金および短期借入金）、および税金を見込む。

2) 収入の推計

(1) 交通収入

a. 利用料金の設定

車種に応じて利用料金を設定する。

車種区分は、交通需要予測の結果に基づく。

料金水準は、上海市内におけるトンネルおよびフェリーの現行の利用料金水準を前提とする。⁽¹⁾

設定した料金水準は、次の通りである。

(なお、基本ケースとしては途中年次での料金改訂（上昇）は見込まないものとして計算している。)

乗用車	3元
バス	6元
小型貨物車	3元
貨物車	12元
特殊車	21元

注(1) 現在、上海市内のトンネル、フェリーの料金体系は、施設利用料と城市建设附加金（都市建設附加費）とから成る。上記の料金は両者を合計したものを前提としている。【付属資料参照】

b. 利用交通量

交通需要予測で推計された利用台数を基としている。（大型車規制台数）

基準年次以外の中間年については、内挿法で補間している。

2021年以降は横這いと仮定した。

(2) 観光収入

付属資料に示す計算結果に基づき、年間約98万元の観光収入を見込む。（計算期間中一定とする。）

(3) 開業年次

開業は、1993年と設定し、この年次から2022年までの収入を算定する。

3) 費用の推計

(1) 収入に対する課税（販売税）

中国においては収入に対する課税として販売税がある。交通サービス事業に対しては、3%である。この点に関し、中国側は税務当局に減免を申請中とのことであり、協議の結果、本プロジェクトの財務計算上は、販売税は免税扱いとし、ゼロ計上することとした。

(2) 維持管理費

維持管理費については、第5編“運営管理組織および維持管理費”に示す値を用いる。

毎年 230万元（但し、塗装費として5年毎に300万元、及び道路舗装補修費として7年毎に650万元追加支出）の計上をする。

(3) 減価償却費

定額法により算出し、償却資産の耐用年数は本橋梁部、取付橋梁部ともに50年と設定する。

他の資産（エレベーター、自動車、機械等）についてはその期間は10年とする。

残存簿価は10%と設定した。

(4) 支払利息

設備借入金、短期運転借入金の利息支払は、年央とする。

(5) 建設期間中利息

建設期間中利息は、償却資産扱いとし、償却期間はプロジェクト計算期間に合わせて30年

とする。

(6) 所得税

所得税の取扱いについては、前述の販売税と同様に税務当局に減免を申請中である。この

場合も同様に、プロジェクトの財務計算上は免税扱いとし、ゼロ計上とする。

2.4 資金調達・運用分析

1) 資金調達・運用に関する主要前提

資金調達・運用に関する主要前提を以下に示す。

資金調達は、償却前利益、上海市政府（国家）の出資金、長期借入金、および資金不足が生じた場合の短期借入金を想定する。（長期借入金に係わる建設期間中の利息部分の調達先は、短期運転資金借入金からと設定する。）

資金運用としては、工事期間中の総建設費、後年の再投資（もし必要あれば）、長期借入金返済、資金に余裕が生じた場合の短期借入金返済とする。

特に、建設費の資金調達は、長期借入金および上海市政府（国家）からの出資金を見込む。出資金—長期借入金の比率、および借入金の条件等を、幾通りか変化させた場合の資金調達案を複数の代替案として考察する。

調達資金のうち長期借入金および短期運転借入金については、次のように設定する。

(1) 長期借入金

次のような資金が調達可能と設定する。

a. 借入利率 年利 8%

 据置期間 5年

 返済期間 5年

 （借入金Aと呼ぶ）

b. 借入利率 年利 3%

 据置期間 10年

 返済期間 20年

 （借入金Bと呼ぶ）

(2) 短期運転借入金

開業後、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。

返済については、運用資金に調達資金合計を充当した後、資金余剰があれば、その余剰の範囲内で返済をおこなうこととした。

借入利率は、年利 8 % と設定した。

2) 資金調達に関する代替案 (想定ケース)

資金調達に関しては、下記のように幾つかの代替案を想定する。

(ケース 1)

用地・補償費は出資金から、架橋工事費 (本橋梁部、取付橋梁部) 及び街路整備費は借入金 (全額を借入金 A) から調達とする。

(ケース 2)

用地・補償費は出資金から、架橋工事費 (本橋梁部、取付橋梁部) 及び街路整備費は借入金から調達とし、内貨分は借入金 A、外貨分は借入金 B から調達とする。

(ケース 3)

全額を借入金調達とし、用地・補償費は借入金 A から、架橋工事費 (本橋梁部、取付橋梁部) 及び街路整備費は、内貨分は借入金 A、外貨分は借入金 B から調達とする。

(ケース 4)

全額を借入金調達とし、借入利率は 8 %、返済期間 25 年、据え置き 5 年とする。

2.5 分析結果

1) 財務諸標

(1) 財務内部収益率、キャッシュフロー現在価値及び収益コスト比

本プロジェクトの財務内部収益率は8.73%になり、中国国内の金利水準8%をやや上回る。

キャッシュフロー現在価値は約7,100万元、収益コスト比は1.09の値を示している。

財務的に見た採算性は、比較的良好と言える。

(2) 債務返済能力比率 (DSCR)

各ケースのDSCRは以下のごとくとなっている。

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
1.0を越える年次				
単年度ベース	2001	1993	2000	2013
累積ベース	2003	1993	2005	2018
借入期間中の平均値				
累積ベース	1.03	2.30	1.18	0.89

ケース4の結果は1.0以下となり厳しい状況である。設備資金調達における借入金の比率及び条件は、ケース3、4において前2者に比べ厳しいため、結果としてそれが反映されている。ケース1、2では用地補償費(全事業費の約30%に相当)が自己資金として計算されるため、返済資金に余裕が生じている。

(3) 短期借入金

資金繰りにおいては、資金不足の場合には短期運転資金の導入が必要となる。したがって建設資金調達条件の差異により、その導入条件が異なってくる。

各ケースにおける短期運転資金の借入、および返済については以下のごとくとなる。

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
短期借入金 終了年	2000	1992	1999	2012
短期借入金 完済	2003	1994	2007	2020
短期借入金 累積額(億元)	3.08	0.47	4.44	4.22
余剰金累積額(億元)	23.50	24.44	16.40	5.55

ケース3およびケース4においては、短期借入金の累積額は約4億元に達し、総事業費の約40%に相当する短期運転資金の調達が必要になってくる。ケース2では事業費の資金調達条件が有利なため、ごく僅かの借入額となっている。

(4) 累積余剰金

ケース3の事業最終年に於ける累積余剰金は約16.4億円になっており、投下される事業費の約2倍弱の余剰金が回収されることになる。

2) 感度分析

ケース3について総事業費の増、あるいは料金収入の減の状況を想定し、感度分析を行った。

ケース3 A	総事業費 10%増
ケース3 B	料金収入 10%減
ケース3 C	総事業費 10%増、料金収入10%減
ケース3 D	料金収入 20%減
ケース3 E	総事業費 10%増、料金収入20%減

以上のケースについて、財務諸標の値は以下のごとく変化する。

	ケース3 A	ケース3 B	ケース3 C	ケース3 D	ケース3 E
財務内部収益率	7.93%	7.82%	7.06%	6.86%	6.15%
キャッシュフロー現在価値	- 0.07億円	- 0.16	- 0.94	- 1.04	- 1.82
収益コスト比	0.99	0.98	0.89	0.87	0.80
D S C R					
1.0を越える年					
(単年度ベース)	2000	2000	2007	2013	—
(累積ベース)	2010	2011	2020	2022	—
借入期間中の平均値					
(累積ベース)	0.96	0.93	0.68	0.60	0.36
短期借入終了年	1999	1999	2006	2012	2021
短期借入金完済年	2013	2014	2022	*	*
短期借入累積額(億円)	5.75	5.33	6.84	6.70	12.50
累積余剰金(億円)	12.8	10.8	4.0	1.1	0.0

注) —: 計算期間内では、1.0にならない事を示す。

*: 計算期間内では、返済不能を示す。

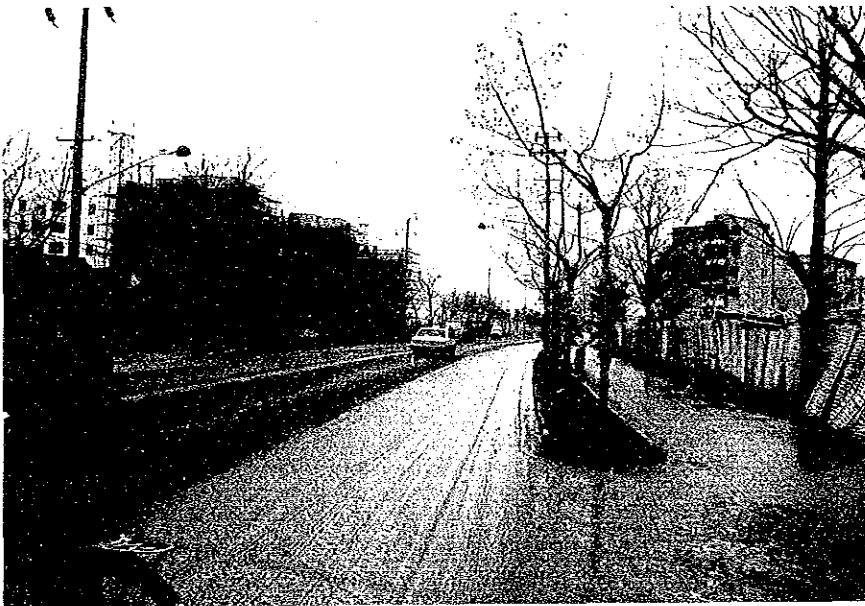
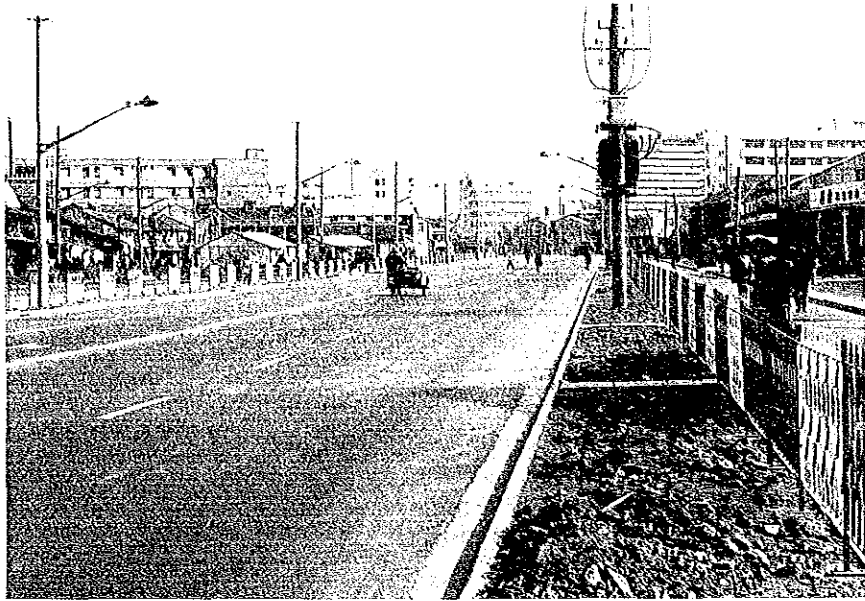
財務内部収益率は何れの場合も8%以下であり、結果的にキャッシュフロー現在価値はマイナスを示し、コスト収益比も1.0以下となる。とくにケース3D、3Eの場合財務内部収益率は6%台に落ちる。DSCRに関しては、ケース3A、3Bでは1.0をやや下回る程度であるがその他のケースの場合では特に収入不足から、数値は非常に悪いものとなっている。短期借入金の累積もケース3D、3Eの場合保有資産価格以上の状況に面する。また、短期借入金の返済は、計算期間内では不可能である。ケース3Cの場合は、財務計算上ようやく収支がバランスするケースとなっているが、短期借入金の累計は6.8億元に達し、資金調達の可能性が問題となろう。

以上の様に、感度分析結果より判断すれば、事業資金の増加、あるいは収益不足の事態に対処するため、長期借入資金については、出来るだけ融資条件の緩やかなものを調達することが望まれる。

年次	1995	2000	2005	2010	2015	2020
保有資産価格(億元)	6.10	5.44	4.95	4.29	3.82	3.16

注; 用地については資産価格に含めず。

第5編 維持管理、運営計画



取付道路(上段中山南路、下段浦東南路)

第5編 維持管理、運営計画

第1章 運営管理組織

本プロジェクトにおいては、有料橋を前提としている。

従って、本橋の運営管理組織を想定する場合、橋梁本体の維持管理のみならず、料金徴収についても配慮が必要である。この運営管理組織が、橋梁の適正な維持保守を行うと同時に、利用者からの料金徴収を実施することとなる。

さらに、本橋梁からの眺望の活用として、観光用展望設備（歩道）、及び昇降施設としての観光用エレベーターの設置が付帯的施設として、計画されている。このため、観光用エレベーターの運営も、この運営管理組織の業務の一つとなる。組織は独立採算となるため、上記の料金収入をもって維持管理費、及び建設資金の償還に充てることになる。

1-1. 組織の所属

上海市市政工程管理局の管理下にあり、人的及び技術的な支援が得られるものと仮定する。

1-2. 業務担当範囲

この組織において担当する業務内容は、以下の通り設定した。

業務内容： 構造物及び取付道路の清掃

構造物の点検

構造物の補修

施設の点検

施設の補修

事故車の処理

故障車の処理

料金の徴収

観光用エレベーターの運営

本プロジェクトでは、すべての業務について直営方式を採るのではなく、一部の業務については委託方式を採用するものとした。直営—委託の分担範囲については、表5-1を参照。

なお、職員食堂の運営についても委託とした。

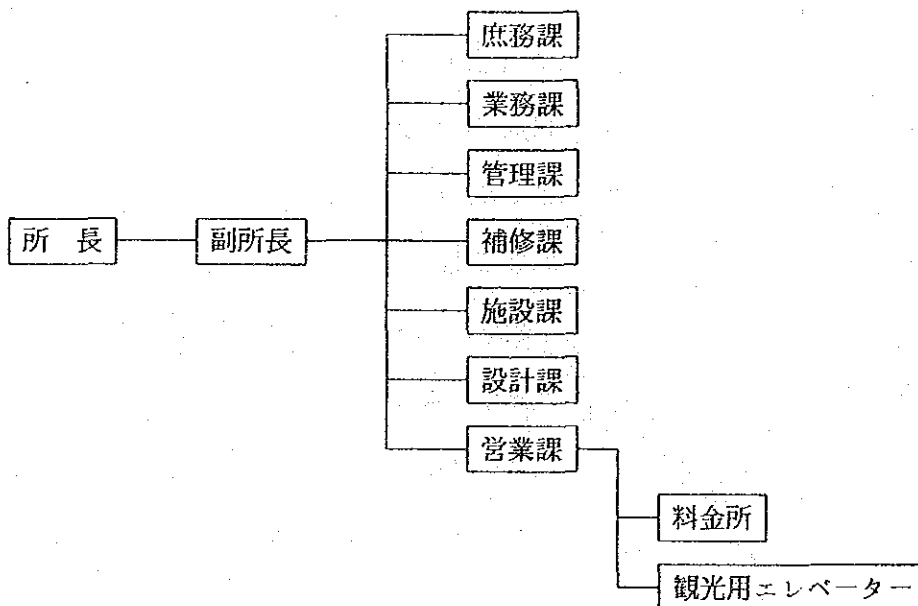
表5-1 業務担当範囲の設定

業務内容	直営	委託
構造物及び取付道路の清掃	○	
構造物の点検	○	
構造物の補修		○
施設の点検		○
施設の補修		○
事故車の処理	○	
故障車の処理	○	
料金の徴収	○	
観光用エレベーターの運営	○	

1-3. 組織構成

次の組織構成を設定した。

図5-1 組織構成図(案)



各々のセクションの担当業務は次のように設定する。

- (1) 庶務課：組織に関わる総務・庶務的事項全般、すなわち総務、人事、会計等を担当する。
- (2) 業務課：下記の交通管理を担当する。
 - 1) 交通管制機器の操作運用。
 - 2) 道路巡回によって、路上の障害物除去、事故車、故障車のチェック及び排除処理。
- (3) 管理課：橋梁、取付道路等の維持管理に必要な業務関係資料及び用地関係資料の整理・保存を担当する。
橋梁、取付道路及び用地の占用申請に関する協議及び許可等を担当する。
- (4) 補修課：
 - 1) 路面、標識、案内板、ガードレイル等の清掃作業。
 - 2) 排水樹、側溝等の泥さらい作業。
 - 3) 法面の草刈、樹木の剪定、施肥・植替等の植栽作業。(以上の作業は直営。)
 - 4) 道路舗装修繕作業(外部委託)の指揮・監督。
- (5) 施設課：
 - 1) 機械・電気・通信等の施設の保守作業を担当する。(施設の保守作業は直営)
 - 2) 機械・電気・通信等の施設の定期点検・補修工事の発注及び指揮・監督を担当する。(施設の定期点検・補修工事の実施は外部委託である。)
- (6) 設計課：
 - 1) 将来あり得る追加工事等の場合における設計の技術審査を担当する。
 - 2) 定期点検・補修工事の審査・指導等を担当する。
- (7) 営業課：料金所及び観光用エレベーターのサブ・セクションを統括し、料金徴収業務及び観光用エレベーターの運営等を担当する。

1-4. 料金所に関する設定

ここでは、施設計画としての料金所のブース数を設定する。

(1) 交通量に基づく必要ブース数の算定

1) 算定のための前提

- a) 料金徴収は、両方向徴収とする。
- b) 設置場所は、浦東側における取付道路の on ramp 上及び off ramp 上に設置する。
(浦西側は、余地が無く、設置が困難。)
- c) 対象交通量は、交通需要予測の結果(方向別交通量)に基づく。
- d) ピーク率は11%とする。
- e) 1ブース当り処理能力は、1時間600台とする。(サービス・タイム=6秒/台)
- f) 設置場所は、浦東南路のアプローチ上(4方向)に計4ヶ所、及び揚高路へのアプローチ橋上に1ヶ所の合計5ヶ所とする。
(なお、料金所の設置場所の代替案については、付属資料参照。)

2) 必要ブース数

交通需要予測の結果及び上記の前提に基づいて算定された、2000年及び2010年の浦東側における方向別の必要ブース数を次の通り示す。

(算定式は、交通量 × ピーク率 ÷ 1ブース当り処理能力。)

	2000年	2010年 (両方向)
大橋 ↔ 浦東南路北側の方向に対して	4	6
大橋 ↔ 浦東南路南側の方向に対して	2	2
大橋 ↔ 揚高路 の方向に対して	4	6

(2) 施設設計におけるブース数

交通量から算定される必要ブース数は上記の通りであるが、施設計画としては、次のことを前提として、下記のようにブース数を設定した。

- a) 2000年を設計基準年次とする。

b) 車線数及び施設構造物としての調和を考慮する。

施設計画における設定ブース数（両方向）：

大橋	↔	浦東南路北側の方向に対して	4
大橋	↔	浦東南路南側の方向に対して	4
大橋	↔	揚高路の方向に対して	6
（合計）			14

1-5. 観光用エレベーターに関する設定

ここでは、観光用エレベーターの施設計画を設定する。

— 設置基数 —

観光用エレベーターは、橋脚を利用して設置する事とし、設置基数は、浦東側4基、浦西側4基の合計8基とする。

— エレベーターの仕様 —

容量は、30人乗りを設定する。

— 運転時間 —

エレベーターの運転時間は、日中の10時間程度（8:00～18:00）と設定する。

1-6. 勤務形態

(1) 前提

本橋梁は、24時間供用を前提とする。

但し、観光用エレベーターの運転は、日中の10時間程度とする。

(2) 勤務形態

- 1) 料金徴収作業以外の点検・補修等の作業は、昼間での適宜な実施が可能なので、特に24時間体制は採らない。事故車・故障車等に備える体制は、24時間堅持するが、要員の勤務形態としては、適宜交代制を前提とする。

2) 料金徴収作業は、24時間体制とする。料金徴収要員は、8時間3交代勤務とし、3クルーの他に休日余裕のために1クルー追加し、合計4クルー用意する。

1クルーの構成は、2名とする。

3) 観光用エレベーターの運転要員は、1基当り2クルー編成(1クルー:2名)とする。

1-7. 要員の必要人数

上記の諸前提に基づき、各セクションの要員の必要人数を表5-2の様に設定した。合計の人数で約240名となる。

表5-2 セクション毎の要員の必要人数

セクション	人数	(内訳)
所長	1名	
副所長	1名	
庶務課	10名	課長1名、職員9名
業務課	28名	課長1名、職員27名 (業務関係 3名) (交通管理隊 24名)
管理課	3名	課長1名、職員2名
補修課	31名	課長1名、職員30名
施設課	7名	課長1名、職員6名
設計課	3名	課長1名、職員2名
営業課	153名	課長1名、職員8名 料金所 112名 (14ヶ所×2名×4クルー) 観光用エレベーター 32名 (8基×2名×2クルー)
合計	237名	

第 2 章 維持管理費

2-1. 維持管理費の構成要素

(1) 費用発生のタイミング

維持管理費は、その発生のタイミングによって次の様に分類される。

- a) 毎年発生する費用
- b) 一定の年間隔で（何年か毎に）発生する費用

(2) 毎年発生する費用

毎年発生する費用の構成要素は、次の通りである。

- a) 運営管理組織に係わる年間人件費
- b) 電力費
- c) 施設維持費

(3) 一定の年間隔で（何年か毎に）発生する費用

一定の年間隔で（何年か毎に）発生する費用の構成要素は、次の通りである。

- a) 塗装費

橋梁の塗装は、5年に1回実施する事とする。

- b) 道路舗装補修費

道路舗装の補修は、7年に1回実施する事とする。

2-2. 維持管理費

維持管理費を要約的に示すと、以下の通りである。なお、詳細については、付属資料参照。

a) 年間維持費	(単位：万元)
人件費	71.1
電力費	17.3
施設維持費	134.6
(合計)	223.0 (約230万元)
b) 5年毎の費用 (塗装費)	300万元
c) 7年毎の費用 (道路舗装補修費)	650万元

第6編 結論



渡江フェリー利用状況(上段旅客、下段車両)

第6編 結 論

本文第5編まで調査の内容を述べてきた。以下にF/Sとしての結論を述べる。

- (1) 黄浦江をはさむ浦西、浦東両地区の均衡のとれた発展は、上海市の都市構造としての浦西地区の超過密状態からの脱却に対する有効な手段であり、このための黄浦江を横断する交通施設網の整備は、上海市としての都市が具備すべき基本的な基盤施設の構築に他ならない。
- (2) 現在の車両交通需要に対する黄浦江渡江施設の容量は、ほぼその限界に近づいており、早急な整備が必要である。その最初に建設すべき施設の位置については、現在および将来の道路網或いは市街地の形成状況より、南市区南碼頭が最適と判断され、大容量の交通施設としては橋梁形式が隧道形式に比べて有利である。
- (3) 橋梁形式としては、独立採算事業として考えた場合、工費と工期のバランスが重要な要素となり、この面より主径間長400mを有する複合斜張橋が推奨される。
事業工程としては用地整備に33ヵ月、建設期間27ヵ月、計60ヵ月を要する。
事業費としては約9.5億元を必要とし、そのうち外貨分は6.3億元になっている。
- (4) 大規模交通施設としての黄浦江大橋の建設は、全渡江交通流の潤滑化という観点から見て、社会経済的には多大の便益をもたらす。経済内部収益率は12.8%に達し、事業実施の社会経済的価値は十分であると判断される。
- (5) 全資金を借入、および料金水準として現行の渡江施設利用料金水準を用いると仮定して財務計算を行い、以下の結果を得た。
 - ・建設投資額が多額であり、その負担はかなり厳しい。
 - ・外貨分を長期低利の外貨で導入、内貨分を中国国内金利水準の資金導入という前提のもとに試算しても、プロジェクトの前半期間に短期借入金が必要となり、その累積債務額は4億元強に達する。短期借入金の借入は開業後6年間で済むが、その返済は開業後15年間必要である。
 - ・また、全建設資金を市場金利で、ただし5年据置き、返済期間を25年間という条件で導入した場合においても、同様に開通後19年間にわたって短期借入金が必要となり、資金額としても累積で約4億元必要となる。
 - ・いずれの場合においても、事業資金を全額借入でまかなう場合においては、その資金計画上短期借入金が必要であり、その資金導入条件を充分検討して、事業実施上、短期借入金の調達に支障がないように留意することが必要である。

第7編 提言

第7編 提 言

1) 上海市の全面支援

本事業は有料事業として計画されており、そのため工事期間の伸長は事業の採算性に大きな影響を及ぼす。そのため、資金の調達もさることながら、工期内での完成のためには、工事期間中におけるさまざまな関係機関との調整が必要となる。上海市あがての支援が望まれる。

2) 事業費低減の努力

本事業の財務採算性は、投資金額が巨額に達するために、事業期間の初期においてかなりの短期借入金の導入が必要であり、そのため金利負担が大きくなっている。これらの状況改善には事業費の低減に対する努力が不可欠となる。

このため、事業費の主体となっている用地整備費、構造物建設費等の削減について、例えば、本調査では検討していないが、事業の段階施工（交通需要に対応するような取付部構造の段階施工、街路取付けランプの段階施工等）、段階施工に対応した用地整備の繰延、あるいは施工条件の見直し（例えば水面からの大型架設機材の利用）等についての検討が望まれる。

3) 主橋梁部の橋梁形式

本調査においては過去の架設実績、経済性、景観等の技術的側面より、主橋梁の形式を当初の7案から中間段階で斜張橋形式の3案にまとめた。そして最終的には経済性、財務健全性さらに施工安全性の諸点からの総合的判断より複合斜張橋形式を最有力案として選定した。斜張橋の形式には、本調査で取り挙げなかった合成桁形式等のものも近年提示されているが、これらについては施工実績が乏しく、他の形式の橋梁と同一レベルで論議出来ないこと等の理由で、あえて代替案の対象外とした。

従って、実施計画段階でそれらの形式の橋梁を検討する場合には、設計・製作・施工の面は勿論のことその耐久性、維持管理についても、十分な調査・検討がなされることが緊要である。

4) 今後の技術的課題

本報告書のデータ、設計基準等はF/Sのためのものであり、実施設計にあたっては、それらの内容についてさらに深く検討する必要がある。以下に主な項目について示す。

- ・ 地質調査 取付部を含めた追加ボーリング
- ・ 道路線形 緩和曲線及び、曲線部車線幅の検討

- ・設計基準 実施段階における設計・施工基準の検討
- ・橋梁断面 風洞による耐風安定性の検討
- ・景観 構造物の形状検討

JICA
