

# 第 8 章 西 大 堤



## 第8章 西大堤

### 8-1 西大堤計画に至る経緯

4-4の施設計画で取扱った半島式防波堤の計画内容は以下の手順をふまえて作成したものである。

1983年7月～8月に第1回の現地調査を行った。この現地調査においては中国側資料の収集を行い、要望の聴取を行った。この第1回調査に基づいて連雲港整備計画素案を作り、1983年10月の第2回現地調査の際協議を重ねた。この過程を経て計画を固めつつあった廟岭地区の埠頭を守る防波堤は半島式のものであった。この半島式防波堤は連雲港の段階的發展を踏まえた現実的な計画として推薦できるものである。半島式防波堤はさし当り廟岭埠頭を比較的安価な工事費で機能させ、しかも将来はこれを利用して、埠頭が建設できるものである。このようにして12月の中間報告書では半島式防波堤を提案した。これは前2回の現地調査の中で中国側とほぼ合意に達していたものである。

ところが、1983年12月の第3回現地調査時点において中国から新しい要望が出て来た。これは半島式防波堤に代えて西大堤を整備したいというものであった。西大堤を整備しなければならないという新しい要請内容については、中国側でも検討段階にあって確定内容に至ったものではない。又、この要請に基づく施設整備は1990年以降に具体的に進むと思われるものであって現在のところこの報告書も検討内容も構想的な検討にならざるを得ない。しかし、この新しい要請を受け、更に長期展望に立った連雲港の整備計画の中に西大堤を位置づけ、廟岭第2期工事の段階で整備に着手すべきものとして検討を進める。

### 8-2 開発に関する新要請

1983年12月に行なわれた第3回現地調査の際、連雲港に対する新しい要請について中国交通部から事情を聴取した。更に1984年5月に行われた第4回現在調査の際、連雲港整備に関わる要請についての意見交換を行った。これ等に基づいて連雲港整備に関わる要請を以下に整理する。

#### (1) 海底油田開発のための基地港湾整備

中国のエネルギー総生産量は1979年に9億3400万トン（標準炭換算）であるが、このうち商業エネルギー（石炭、石油など）が69%、非商業エネルギー（モミ穀、メタンガスなど）が31%を占めている。中国ではとくに農村において生活用燃料が不足している。しかも石炭と電力はかなり需要が逼迫しており、エネルギー不足は中国の経済成長の制約条件になっているといえよ

り。石油の生産量に対する1次エネルギー（石炭、石油、天然ガス、電力-水力）生産量比率の推移を表8-1に示す。これによると、石油の生産は1960年代以降急速に上昇し、1978年までの生産量は20%以上の増産となった年も多く、エネルギーの増産に寄与している。

表8-1 中国に於ける石油生産量

	原油生産量		1次エネルギー生産量 B; (標準炭換算万トン)	石油生産量ウエイト A/B; (%)	輸 出 量 (万トン)
	原油(万トン)	標準炭換算 A; (万トン)			
1957年	146	207	9,861	2.1	—
1965	1,131	1,619	18,824	8.6	20
1970	3,065	4,357	30,900	14.1	19
1975	7,706	11,018	48,754	22.6	988
1978	10,405	14,876	62,770	23.7	1,131
1979	10,615	15,172	64,562	23.5	1,343
1980	10,595	15,166	63,721	23.8	1,331
1981	10,122	14,478	63,223	22.9	1,384

出典：中国経済統計（日本貿易振興会）

石油埋蔵量についての1982年当時の中国側発表は究極埋蔵量が300～600億トンで、うち3分の2は陸上にあり、可採埋蔵量は23億トンとしている。近年、可採埋蔵量にかげりがみえはじめ、総生産量の半分を占める大慶油田の生産量は1976年以来約5000万トンで横這となっており、近い将来生産量が漸減していくことが予想されている。したがって、これに対処するため、胶州油田を第2の大慶油田として開発する意向があり、更に中国は将来に向け、海底油田の探査に全力を挙げようとしている。既に渤海では、日本の協力で試掘に成功しており、又、海南島北部でも試掘に成功している。このようなことから、海底油田開発にはますます拍車がかかるものと思われる。1982年に東海から南海までの広い区域の鉱区について国際入札を行っており、本格的に海底油田の調査と開発にのりだそうとしている。このように、中国における海底油田の調査、開発は渤海湾、南海が先行しているが、海底油田開発の重要性から東海に続いて黄海の調査も本格化しつつある。

表8-2 海洋石油産出量

	1978年	1979年	1980年	1981年
海洋石油(千バレル/日)	11,480	12,492	13,687	13,665
全産油量(千バレル/日)	60,337	62,768	59,812	55,886
海洋石油の割合(%)	19.02	20.15	22.88	24.45

出典：Offshore, June 20, 1982

世界の海底石油の産出量は対石油全生産量比をとると、年々増加している。その状態を表8-2に示す。

海底油田の探査・開発を進めるためには、海洋前線基地への物資供給を行う港湾基地が必要で

あり、この基地では気象・海象観測を行い前線基地への連絡・指令にも当る必要がある。

この港湾基地を連雲港に設けることが考えられており、中国石油開発公司の要望としては岸壁水際線延長1 km、土地面積10 haが考えられている。

## (2) 石炭積出能力の増強

主要国におけるエネルギー事情をエネルギーの生産量と消費量で見たものが表8-3である。

表8-3 主要国のエネルギー生産量と消費量

(単位：標準炭換算 万トン)

	生産量		消費量		1人当り消費量
	1970年	1976年	1970年	1976年	1976年(kg)
日本	5,500	3,800	33,200	41,500	3,679
中国	30,400	63,723('80年)	29,200	58,710('80年)	5,98('80年)
米国	206,200	205,000	227,000	248,500	11,554
ソ連	118,900	167,400	106,500	135,000	5,259
世界	698,900	895,100	682,000	831,800	2,069

出典：中国経済統計（日本貿易振興会）

中国の石炭生産量の1次エネルギー生産量に占める割合は1970年が81.6%、1975年が70.6%、1980年が69.4%と減少傾向であった。それが1975年以降ほぼ横這傾向を示すようになっている。

中国における石炭埋蔵量は1兆4000億トン、確認埋蔵量が6,436億トン（中国百科年鑑81年版）であり、ソ連、米国に次ぎ世界第3位となっている。このように石炭の豊富な中国は、10億人を越す大人口の必要とするエネルギーの大宗を石炭に頼らざるを得ないし、又これが可能でもある。

表8-4に見るように、現在の中国では1人当りのエネルギー消費量が少なく、今後とも増加傾向にあって、その主たる担い手が石炭になるであろうから、国内における輸送基地としての石炭埠頭の整備を進める必要がある。更には、中国経済の加速度的発展を促す貿易の拡大のためにも石炭の輸出用港湾施設整備が必要である。

表8-4 主要国の石炭生産量と消費量

(単位:万トン)

	生産量		消費量		1人当り消費量
	1970年	1977年	1972年	1978年	1978年 (kg)
日本	3,833	1,810('80年)	7,600	9,237('80年)	789('80年)
中国	35,400	62,013('80年)	39,400	59,437('79年)	612('79年)
米国	55,040	60,380	47,600	51,900	2,380
ソ連	43,270	49,980	46,300	50,200	1,916
世界	214,320	247,590	240,700	280,300	658

出典:中国経済統計(日本貿易振興会)

連雲港の背後圏には大炭田がある。石炭の山元からの輸送を考えたとき、連雲港は石炭積出港として優位性を持ち、麻峪地区石炭埠頭整備第1期工事に続いて、同規模の石炭埠頭整備を行うことを中国交通部は予定している。

### (3) 各省の要請埠頭

中国において、運輸事情は逼迫しており、特に港湾において、港湾施設等の不足から船舶の沖待ち現象が現れ、港湾が物資流通のネックにもなっている。このような物資流通の制約が、国全体に対してはもとより、各省の経済活動に制限を与えていることになる。このため省によっては国管理の港湾施設の他に、自省の優先利用が認められることが自省の経済活動の計画的発展に寄与するという認識が強くなってきている。

江蘇省および河南省等の如く連雲港における自省の利用に供する埠頭施設を要求するところが出て来た。この要求施設としては、現在のところ対象船舶が5000トン程度の岸壁である。

又、上の2省以外の省も中小の埠頭を要求する動きがある。

### (4) 運河開発

中国における交通運輸事業は経済発展の重要な要なので、鋭意交通施設整備が進められているところである。河川が縦横に走っている広大な中国では、内陸河川の航運への利用が交通運輸事業の発展に大きな貢献をし、物資流通量の増大に対処し易くしている。

中国においては昔から長江、淮河水系の水運への利用がなされ、運河が、縦横に開削された。その最大のものが京杭大運河である。紀元5世紀にまで溯る江都から淮水の末口(現在の江蘇省

淮安県北 2.5 km の北神賑地方) に至る間で“邢溝”と呼ばれる運河を開削した。これが現在の京杭大運河の始まりで、全長 150 km のものであった。その後隋の時代に長江、淮河・黄河・汴河などの大河が一つの内陸水運系統にまとまった。又、京口(現在の江蘇省 鎮江)から余杭(現在の杭州)に至る 800 余 km、巾 10 余丈(1 丈は 10 尺)は龍舟(御座船)が航行できるようになった。このように中国においては昔から運河開発に努力しており、物資流通に大きな役割を担って来た。

中国内河川の総延長は 43 万 km、1979 年時点でそのうち船舶が航行できるのは 10.8 万 km、動力船が航行できるのは 7.9 万 km と比較的短かく、1000 トン以上の船舶が航行できる 6,000 km の半分以上は長江においてである。

水上輸送量は 1979 年が 4.3 億トンであり、このうち中国内河川が 3.4 億トンで 80% 近くを占め、沿海は 12% 弱、遠洋は 9% 余である。一方同じ 1979 年における水上輸送量は 4.564 億トンキロで、うち国内河川輸送によるものは 13%、沿海が 17%、遠洋が 70% である。

連雲港から京杭大運河に入るには、連雲港から約 29 km のところにある塩河へ新たな運河を開削する必要がある。中国交通部は、この新運河を開削し、連雲港と京杭大運河を結ぼうとして調査を進めている。この新運河が開けば、図 8-1 に示すよう塩河を経て連雲港と京杭大運河が通じ、中国の内陸水運の利用が可能となる。連雲港は運河の出入口としての機能を持つことになり、運河利用船舶の停泊や物資の積替え等の施設も必要となる。

#### (5) 地元連雲港市の海浜利用

連雲港は非常に遠浅の海浜を持っており、現在砂浜は海水浴・コンブ養殖等の利用が進んでいる。しかし本格的な施設の利用はいまだなされていない。今後は夏の暑さが厳しいこともあって、次第に憩いの場としての海浜の利用増大が求められていくものと思われる。

連雲港は前に島、後ろに山を背負い、西方に大門山があって山に囲まれた地形になっている。この西方の大門山の東斜面を開発し、更にその前面海浜を利用して休養施設・遊休施設等を含めた環境整備を行って、連雲港地域の福祉増進を図ることは、この地域の活性化に貢献することになる。経済開発区に指定された連雲港は今後ますます発展が期待されることとなり、都市開発上環境整備に注力する必要がある。この点からも海浜の利用を高めねばならない。

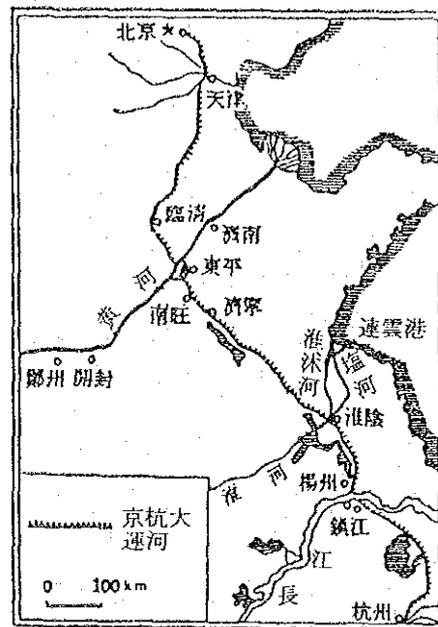


図 8-1 京杭大運河

### 8-3 整備の地区別展開

中国において重要な流通基地である連雲港は、新たに、経済開発区に指定され、将来経済活動の場としても大いに重きをなすに到る処となろう。従って、今後ますます連雲港の港湾整備を強力に推進する必要がでてきた。すなわち、図8-2に記した新要請を受けた港湾整備を急ぐ必要がある。従って、これを受ける連雲港の地区別整備手順は変らざるを得ない。

#### (1) 従来の地区別整備順序

本調査団が第三回現地調査以前に想定していた連雲港の地区別整備順序は以下のとおりである。

- ① 現港地区における第3突堤の整備（現在進行中）
- ② ①に前後して廟岭地区の石炭バースの整備（現在進行中）
- ③ 第二期工事として、②に隣接して廟岭地区埠頭を整備し、この埠頭（5バース）の使用開始目標を1990年とする。
- ④ 2000年前後の使用開始を目指して、現港地区と廟岭地区の間に埠頭を整備をする。
- ⑤ 現港地区から廟岭地区までの開発が完了した後の港湾開発地区として、廟岭地区より西方を当て、2000年前後から開発に着手する。

以上が連雲港開発における地区別展開として、妥当なものと考えられていた。

#### (2) 新要請後の地区別整備順序

前章に述べた種々の新しい要請が生じ、これに対応するためには従来の開発速度を上げなければならない。この新要請に対応しな施設整備を行う展開場所としては、廟岭地区の西方が適当であると考えられる。新要請に対応すると連雲港における港湾整備の地区別開発順序は前記(1)を変更する必要がある。即ち前記(1)の①～③を経た後、

- ④ 現港地区と廟岭地区間の開発と並行して廟岭地区の西方開発を行う。この西方開発に先行して、③の整備段階で西大堤に着手する。
- ⑤ 西大堤内側および連島の開発を行う。

以上のように、連雲港の整備が進むものと想定して、今第二期工事の中で、西大堤整備に着手することを検討する。

### 8-4 西大堤整備の基本方針

#### (1) 西大堤整備の必要性

8-2に記述したように、連雲港に対する整備要請は多様であり、この要請に対応するためには大きな空間が必要である。この要請に対応するには、背後圏との輸送手段としての水運を考えた運河開発が必要となるが、この運河の取付口は地理的条件より廟岭地区の西部に位置する墟沟地区とな

る。又、必要とされる大きな整備空間が提供出来る場所としては現在時点では庙岭地区の西方のみである。従って、今回の第二期工事に引続いて庙岭地区の西方の開発を進める必要がある。

西方開発に当っては、この地区を外部の波から防護すると共に、埋没問題にも対処する防波堤が必要不可欠である。

庙岭地区埠頭の整備に引き続き連雲港西部の開発が進むとすれば、第二期工事時点で西大堤（大門崎から連島に結ぶ大防波堤）の整備に着手することが、今後の連雲港の整備上効率良いものとなる。又、逆にこの西大堤整備により、西方開発のための港湾施設整備に拍車がかかり、中国における港湾整備の遅れを取戻す一役を担うことができよう。さらに西大堤を利用すれば連雲港の整備上で浚渫土を西大堤と航路間の埋立地の埋立土として活用し得る。このことにより将来の土地需要にも対処することができる。

## (2) 計 画 方 針

以上の西大堤整備の要請からその計画方針をまとめると次のとおりとなる。

- ① 連雲港は地理的に有利な位置を占めていることから、大型港湾に向けて整備することとし、連雲港第2期工事に西大堤を含めて、大型港湾への整備を開始するものとする。
- ② この大型港湾への整備の一環として背後圏との連絡を鉄道のみならず、運河を整備し内航水運をも利用する。
- ③ 連雲港への各種の要請に必要な土地及び水際線需要に対処し得るよう西大堤を整備し、西部地区の開発を促進させ大型港湾への骨格造りを行う。
- ④ 現港地区より西の航路法線を一直線とし、航行安全に寄与する。
- ⑤ 西大堤の整備は庙岭地区埠頭の利用時期に合わせるものとし、西大堤の整備完了は概ね1990年とする。
- ⑥ 西大堤内埋立地の水際線利用および連島の開発については2000年以降に行われるものとする。

## 8-5 港湾整備計画

### (1) 施 設 計 画

8-2で述べた連雲港に対する要請及び8-4で述べた西大堤整備の基本方針を受けて以下のような施設を計画する。以下に述べる施設整備は1990年代に進むと思われるものであり、現在定量的には検討が充分には行えないが一応必要施設量を検討してあげると次のとおりとなる。

#### ① 海底油田開発のための基地港湾施設

黄海における海底油田調査および開発を支援するための基地港湾としての整備を行う。基地に必要な施設としては以下に列記するものがある。

① 調査船・開発船用岸壁

海底石油調査船および海底石油開発船のための繫船岸壁として中型バースを整備する。

岸壁水深 6 m 岸壁延長 300m

② 油田開発用資材置場と積出し岸壁

パイプや泥水掘削用機材一式等、油田開発用資材の置場としての用地および管理施設、それに資材積出し岸壁を整備する。

岸壁水深 6 m 岸壁延長 300m 用地 50,000m<sup>2</sup>

③ 修理ドックおよび纜装岸壁

海底石油調査船および海底石油開発のための洋上基地施設と物資供給船のための修理ドックおよび纜装岸壁を整備する。

修理ドック 水深 8 m 延長 150m

纜装岸壁 水深 6 m 延長 150m

④ 洋上基地との連絡用ヘリ・ポート

洋上基地と陸上基地をヘリコプターで結ぶため、ヘリ・ポートを整備する。

⑤ 指令基地

気象および海象の観測およびデータ解析をするとともに、洋上基地への指令を行う施設を整備する。

⑥ 事務所

海底石油調査および開発に際して必要な技術検討の場および膨大な資料の収集・整理のための事務所を整備する。

以上の諸施設整備を行うため、海底油田調査、開発のための港湾施設として、水際線延長900m、用地10haを確保する。

2) 石炭積出用施設

前にも見たように連雲港からの石炭積出し量は今後とも増大が期待される。この増大する石炭積出し量に対処するため、現在建設中の廟岭地区石炭積出し基地程度の能力を持つ施設整備を行う。この施設整備により連雲港の石炭積出し能力は年間2000万トン程度となる。

整備すべき施設としては以下のとおりである。

① 石炭積出し岸壁

この施設能力は1000万トン/年とし、廟岭2期工事完了時の航路整備水準を考慮して、以下の施設整備を行う。

岸壁：水深13m，2バース

② 石炭ヤード

石炭ヤードとして350m×750m程度のヤード用地を確保する。

3) 各省要請の埠頭施設

各省が独自に利用できる内貨用の埠頭について要請されている対象船舶は5000トン程度であるが、将来船舶が大形化することが予想されるので、1万トンの船舶に対応出来るようにする。江蘇省および河南省はこの省専用の埠頭利用についての希望を明確に打出しており、他にも利用を希望する省が現れることが予想されている。省専用埠頭の利用については連雲港全体の管理運営上十分な検討を要するが、ここでは整備すべき岸壁数を次のように算定する。すなわち、必要とする岸壁数を各省2バースとし、余裕を持たせて4省分を考える。ただし、この施設数については今後とも検討を続ける必要があり、変更があっても対応できるよう配置計画において配慮する必要がある。

整備すべき施設内容としては以下のとおりである。

岸壁：水深9m，8バース

#### 4) 運河開発関連施設

京杭大運河の航行能力は場所にもよるが2000トン程度であり、塩河の航行能力は現在100トン程度であり、将来500トン程度の航行能力にする予定である。連雲港から塩河に結ぶ新運河の航行能力は当初100トン程度が妥当なものであろう。

この運河の連雲港取付け口は地形上の制約から壩沟地区となる。連雲港の潮位差が4.6mと大きいので、運河取付け口には閘門が必要である。又、運河への航行待ちや、物資積替えのための泊地およびけい船岸が必要である。

#### 5) その他施設

##### ① 海浜等環境整備

連雲港の西部に位置する大門山の東斜面を社会福祉施設用地として開発すると共に、その前面海浜である連雲港の最西部域の環境整備を行うことにする。

##### ② 旅客船バース整備

連雲港から沿岸都市との間に開く旅客航路用の旅客船用バースの整備を行う。

##### ③ 港湾貨物用施設整備

連雲港の一般港湾貨物取扱い量は1990年以降も増大が続くので、この増大する貨物量に対処する港湾整備計画が必要になる。当然これには今後別途検討すべき課題である。ここでは簡単な検討に止める。

連雲港の整備目標年次を2000年に置いた場合、この年の連雲港の取扱貨物量は交通部の予想では3000万トン以上として時系列的に推算すると大略5000万トンとなる。この場合、上に列挙した諸施設整備の他に、現在整備中のものが完了した時点での現港地区と廟岭第二期工事完了時の両施設を合わせた程度の施設整備が必要となる。

#### (2) 施設配置計画

##### 1) 配置の考え方

(1)で取り上げた施設の配置を考えるに当たって、配慮すべき大きな要素としては庙岭地区の石炭埠頭がある。新しい石炭埠頭は、この現在建設中の石炭埠頭に隣接して配置するのが妥当である。なぜなら両者ともベース水深が大きく、又、粉塵の周りへの影響からは一カ所にまとめて配置した方がよいからである。

次に、地理的条件から配置位置がきまる施設としては運河取付口がある。これは自動的に港内最西部の墟沟地区となる。

海底油田開発のための港湾施設、各省要請の岸壁および旅客船用施設のいずれも岸壁水深は6 m～9 m程度のもので、これ等の施設は互に隣接させて連雲港の奥域となる庙岭地区西方を配置位置に当てるのが妥当である。特に各省要請ベース、中でも地元江蘇省利用ベースが運河口に近いことが望ましいものと思われる。

一方、以上の施設とは別に、(1)5)③に述べた国が整備する港湾貨物用施設は規模および岸壁水深の大きさ等から現港地区と庙岭地区の間に収めるのが妥当である。

以上に見るとおり、連雲港における今世紀の開発区域は広範囲に渡っている。この庙岭地区の東から大門崎に渡る広範囲の開発に先がけて、航路・泊地の埋没問題にも対処することになる防波堤が必要で、大門崎から連島を結ぶ西大堤が必要になる。

この西大堤のさし当りの目的は連雲港庙岭二期工事として整備を進める庙岭埠頭のための防波機能の確保である。8-3に記したように連雲港整備のテンポが早まることから、庙岭二期工事で西大堤整備に取り組むことが妥当となるものである。

この西大堤は内側を埋立てて21世紀の港湾施設需要に対応する空間とするものであるから、長期構想に立った西大堤法線としなければならない。

## 2) 西大堤平面計画

1)で述べた施設配置の考え方を基本にして、長期的連雲港の発展を想定し、将来のための利用空間を効率良く大きくとる西大堤の平面計画を考える。それを示したものが図8-2の連雲港将来構想図(1)である。この構想図における西大堤形状を西大堤1案とする。

一方、図8-2の場合と同じ起終点を一直線で結ぶ防波堤を示すと図8-3のとおりとなる。

この構想図における西大堤形状を西大堤2案とする。

この両構想図において記号で示す用途別地区割は以下のとおりである。

- A：一般港湾貨物用施設配置地区
- B：石炭埠頭地区
- C：海底石油開発のための基地港湾施設地区
- D：各省要請の埠頭施設地区
- E：運河航行船用けい船岸
- F：運河口
- G：旅客船用埠頭施設地区

## II：海浜環境整備地区

図8-3における西大堤の延長は6.7 kmであり、一方図8-2の西大堤延長は6.8 kmである。両者の防波堤延長は大差がなく、又防波堤設置水深も両者において大差はない。従って防波堤自体の建設費は両者ともほぼ等しいものと見なせる。

一方、西大堤で囲まれた連雲港廟崎地区の西方および西大堤内埋立地を利用空間として見ると、図8-2の西大堤1案の方が図8-3の西大堤2案よりも大きな空間を持つため、施設配置計画において有利である。

なお、両図において西大堤内埋立地の航路側埋立法線は、点線をピア、ヘッドラインとし、この線より埋立地内にスリップを造って、埠頭整備をすることになる。この地区の整備時期は港湾需要からみて、2000年以降と考えられるのでここでの検討からは除外してある。

なお、西大堤完成には多年を要するので、建設途時の港内静穏度の数値計算を行い廟崎埠頭利用の参考に供する事にした。

この計算条件を図8-4に示す。

沖波として、波高4.0 m、周期8秒、進入方向Nからのものが西大堤の場所で進入方向がNからE方向17°、波高3.9 mの波となっている。

又、反射率は図8-4に示した数値を仮定している。

計算結果を図8-5(1)~(3)に示す。図8-5(1)は西大堤が連島の江家咀から4.0 km建設された時、さらに図8-5(2)、(3)はそれぞれ4.5 km、5.0 kmに西大堤の延長が伸びた状態の時の港内静穏度を図示したものである。これによれば図8-5(3)の西大堤が5.0 km完成すれば廟崎埠頭の西側では波浪波高4.0 mは1.0 m以下になり港内の静穏が保たれる。

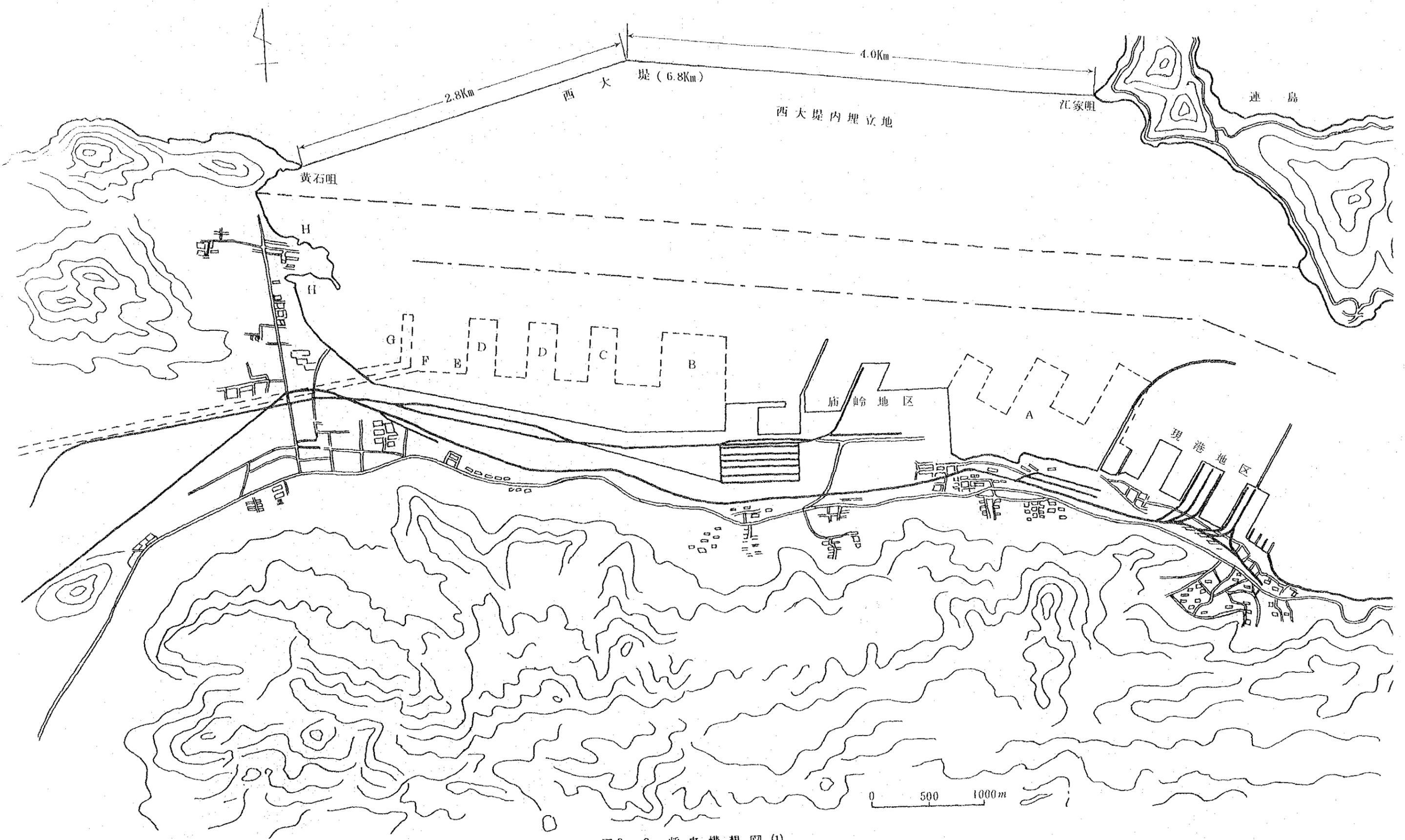


图8-2 将来构想图(1)

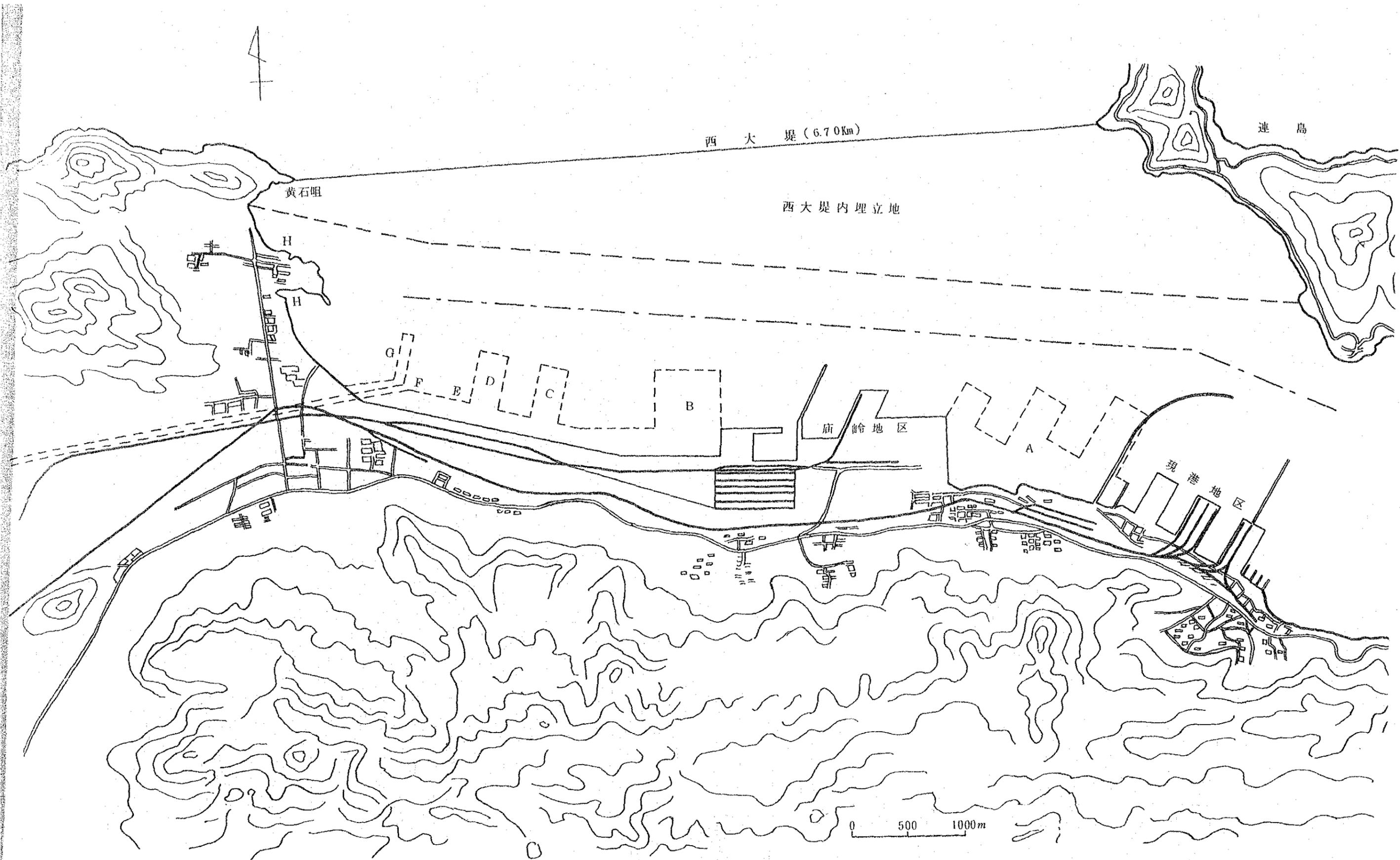


图8-3 将来构想图(2)



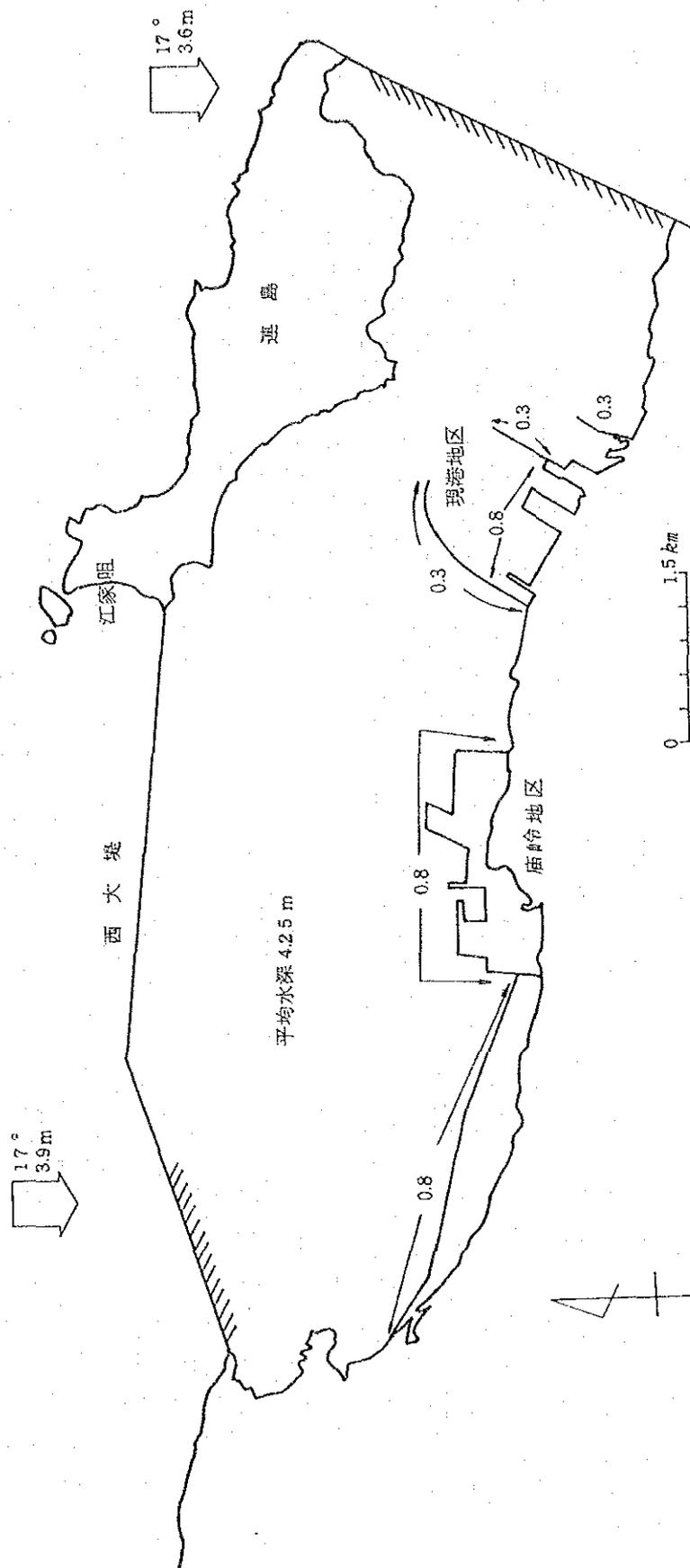
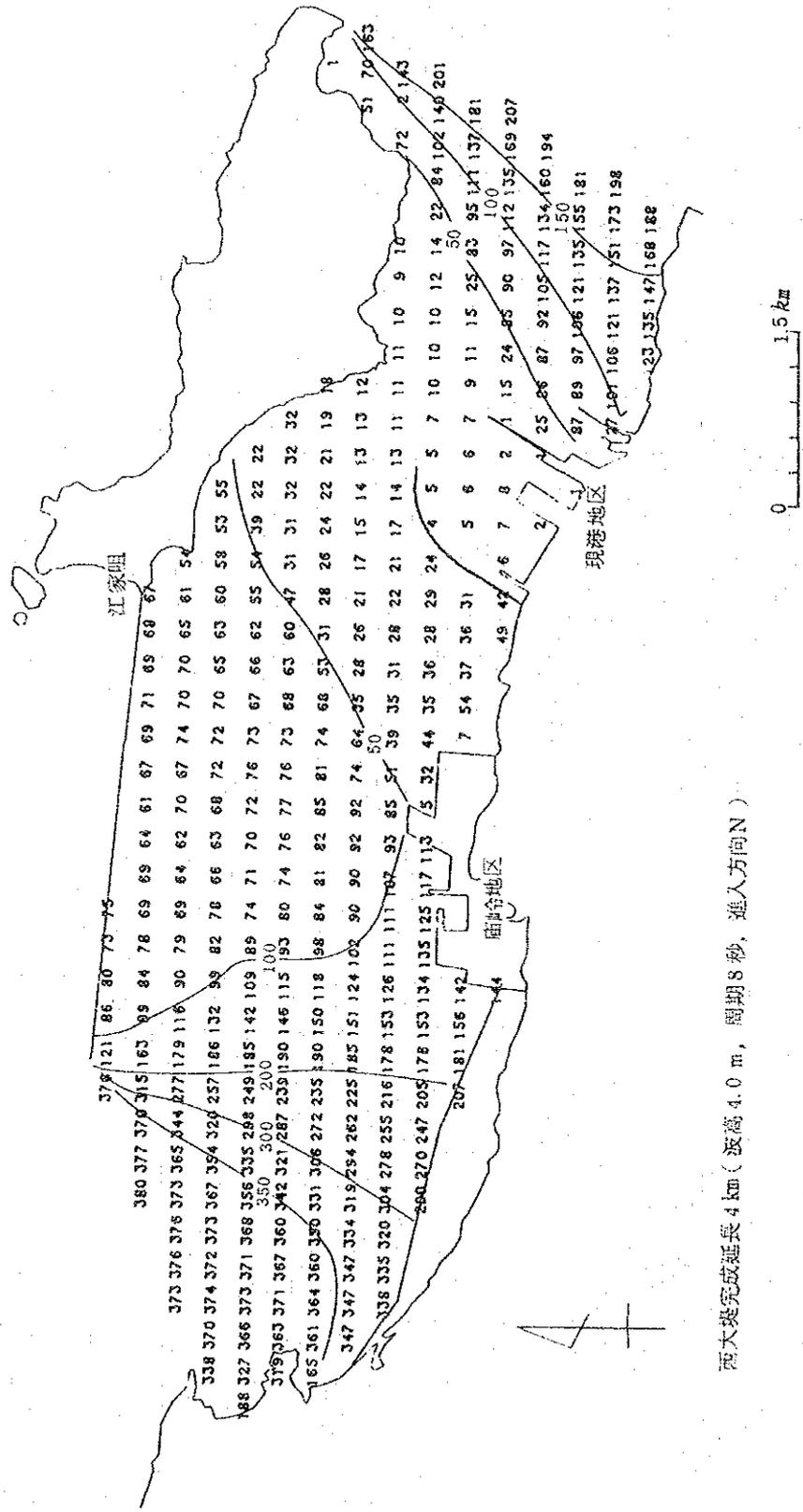
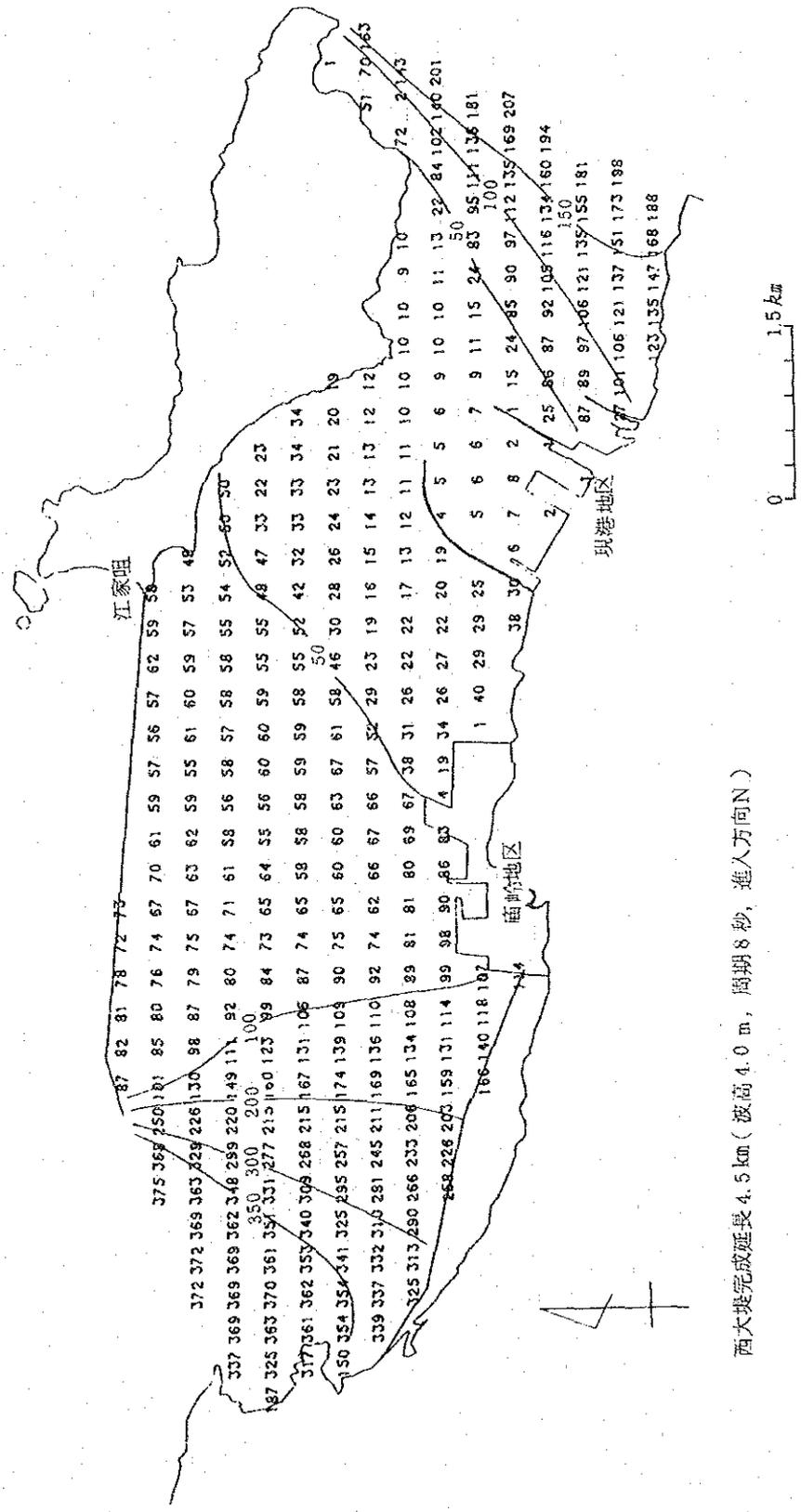


圖 8-4 計算領域之反射率



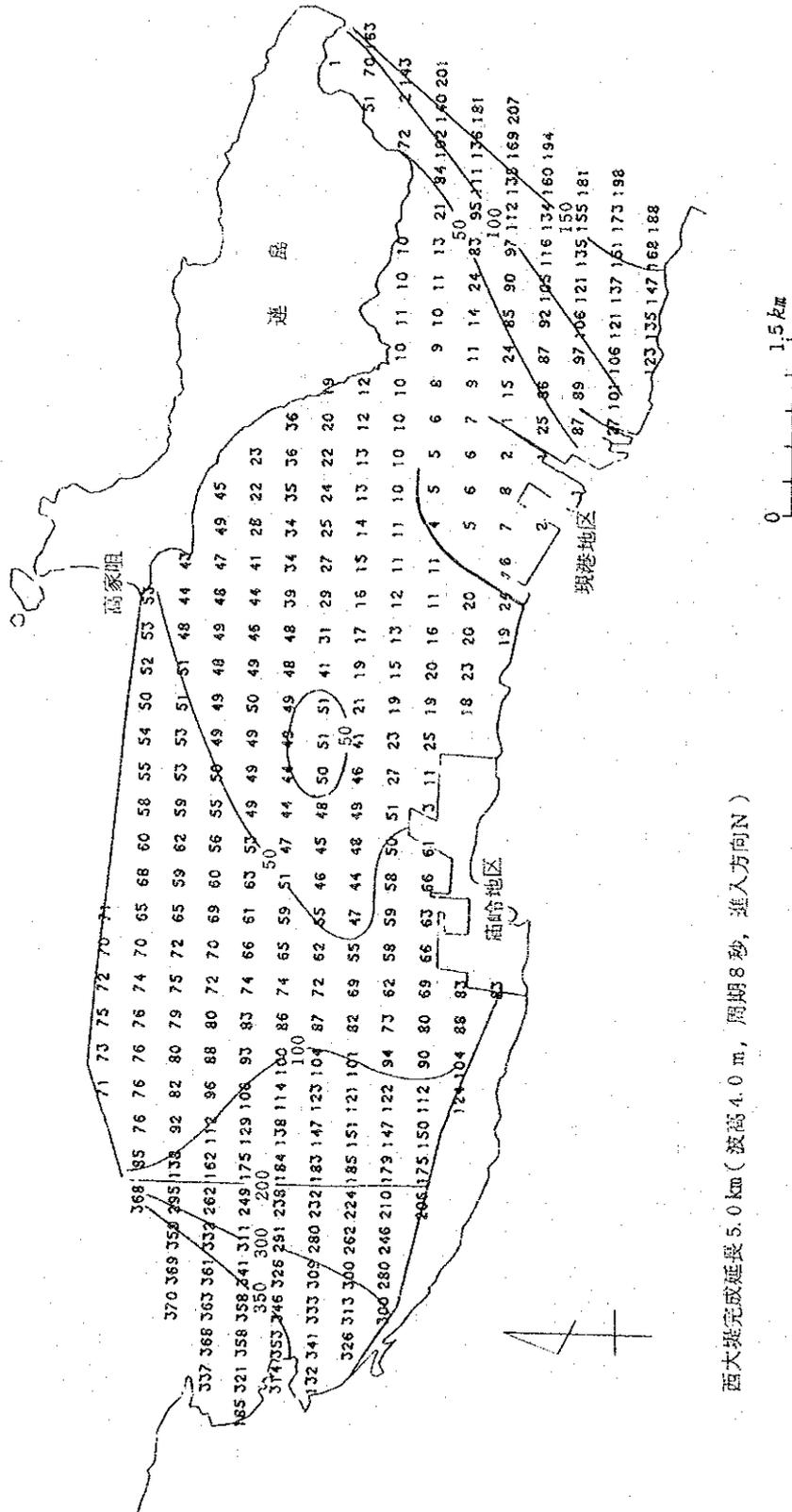
西大堤完成延長4km(波高4.0m, 周期8秒, 進入方向N)

図8-5 港内波高(その1)



西大堤完成延長 4.5 km (波高 4.0 m, 周期 8 秒, 進入方向 N)

図 8-6 港内波高 (その 2)



西大堤完成延長5.0 km (波高4.0 m, 周期8秒, 進入方向N)

図8-7 港内波高 (その3)

## 8-6 設 計

### (1) 設計方法

設計方法は、第5章設計5-1設計法で述べた方法と同様に行った。ただし工費が大きくなることから、以下に示す成立の可能性の高いと思われる5構造形式について、電算機も使用し詳しく検討し、完成後には護岸としても成立出来るように比較設計を行なうこととした。

1. PC杭式（前列直杭，後列斜杭）
2. PC杭式（二重壁体式）
3. ケーソン式（床掘置換工法）
4. ケーソン式（サンドコンパクション工法）
5. 石積堤（サンドドレーン工法）

なお、PC杭式の単杭のみの断面については検討を加えたが、杭に作用する曲げモーメントが過大になる等成立が困難となり検討の対象から除外した。また、ケーソン式（サンドドレーン工法）案については、基礎地盤の強度増加に見合う載荷高が+16.0m以上になることが判明し採用される見込みが少ないため、検討対象としなかった。

### (2) 設計条件

#### 1) 利用条件（天端の決定）

西大堤は、防波堤、および完成後護岸として機能するのでそれぞれの天端高を決定する。

##### (a) 防波堤の天端高

天端高は、半島式防波堤と同様にH.W.L.上0.6Hとする。（Hは設計波高）

$$\begin{aligned} \text{天端高} &= (\text{H.W.L.}) + 0.6H \sqrt{3} \\ &= 5.14 + 0.6 \times 3.70 \\ &= 5.14 + 2.22 \\ &= 7.36 \text{ m} \end{aligned}$$

従って、+7.50mを防波堤天端高として設計を行う。

##### (b) 完成後護岸の天端高

天端高は、許容越波流量により決定する。本設計では、越波による護岸（護岸天端被覆工なし）の被災限界である越波流量 $q=0.05\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{sec}$ 以下になるように天端高を検討した結果

$$\begin{aligned} \text{天端高} &= h_c + \text{H.W.L.} \\ &= 4.19 + 5.14 \\ &= 9.33 \text{ m} \end{aligned}$$

したがって、本設計における護岸（完成後）の天端高は、余裕高も見て+9.50と決定する。（詳細は附録I-1, 1を参照）

表 8-5 天 端 高

	防波堤ケース	護岸ケース
天 端 高	+7.50	+9.50

2) 自然条件

(a) 土 質

① 原地盤

連雲港西大堤工程可行性研究報告(中国交通部)における土質資料とボーリングNo. H65(西大堤に近い点)を考慮し、本設計における土質条件を図8-8の通りとする。また、H65における土質条件は、半島式防波堤の場合において判断されたものである。

② 埋立土

土砂  $\phi = 30^\circ$ ,  $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ ,  $\gamma' = 1.0 \text{ t/m}^3$  (水中)

埋立土と裏込石との間には、防砂布を使用

③ 裏込材料

$\phi = 40^\circ$ ,  $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ ,  $\gamma' = 1.0 \text{ t/m}^3$  (水中)

壁体と割石との摩擦角  $\delta = +15^\circ$

④ 基礎捨石

$\phi = 40^\circ$ ,  $\gamma = 1.8 \text{ t/m}^3$ ,  $\gamma' = 1.0 \text{ t/m}^3$  (水中)

(b) 地 震

水平震度  $K_H = 0.025$

鉛直震度  $K_V = 0$

(c) 潮 位

設計高潮位 H.W.L. + 5.14

設計低潮位 L.W.L. + 0.60

残留水位差(重力式)  $\frac{1}{3}(H.W.L. - L.W.L.) = \frac{1}{3}(5.14 - 0.60) = 1.51$

残留水位 L.W.L. + 1.51 = +2.10

(d) 波浪条件

半島式防波堤における設計波は、次の2地点の波浪を考慮し、 $H_{1/3} = 3.0 \text{ m}$ ,  $T_{1/3} = 8 \text{ sec}$  波向  $N27^\circ E \sim N31^\circ E$  と決定している。

A地点(将来計画防波堤計画地点)

$H_{1/3} = 3.7 \text{ m}$ ,  $H_{max} = 5.8 \text{ m}$

$T_{1/3} = 8 \text{ sec}$ , 波向  $N42^\circ E \sim N51^\circ E$

B地点(今回防波堤計画地点)

$H_{1/3} = 2.9 \text{ m}$ ,  $H_{max} = 4.5 \text{ m}$

半島式防波堤の場合		西大堤工程可行性研究報告		採用土質条件				
	1165 -0.70	標高は、中国検討断面図の 土層区分による。						
$\gamma = 1.5 \text{ t/m}^3$ $C = 0$	① -4.00	- 2.40						
$\gamma = 1.6 \text{ t/m}^3$ $C = 0.35 \text{ t/m}^2$	① -8.40	淤泥 (土層厚 4.1 ~ 8.7m) <table border="1"> <tr> <td>固 快</td> <td>快 剪</td> </tr> <tr> <td><math>\phi = 14.1^\circ</math> <math>C = 0.1 \text{ t/m}^2</math></td> <td><math>\phi = 2.3^\circ</math> <math>C = 0.8 \text{ t/m}^2</math></td> </tr> </table>	固 快	快 剪	$\phi = 14.1^\circ$ $C = 0.1 \text{ t/m}^2$	$\phi = 2.3^\circ$ $C = 0.8 \text{ t/m}^2$	①	$\gamma = 1.6 \text{ t/m}^3$ $C = 0.8 \text{ t/m}^2$
固 快	快 剪							
$\phi = 14.1^\circ$ $C = 0.1 \text{ t/m}^2$	$\phi = 2.3^\circ$ $C = 0.8 \text{ t/m}^2$							
$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $C = 3.5 \text{ t/m}^2$ $\phi = 15^\circ$ N = 7 ( $C = 6.0 \text{ t/m}^2$ )	②~③ -11.10	亜粘土 (土層厚 0.9 ~ 3.05m) <table border="1"> <tr> <td>固 快</td> <td>快 剪</td> </tr> <tr> <td><math>\phi = 21.8^\circ</math> <math>C = 3.3 \text{ t/m}^2</math></td> <td><math>\phi = 7.6^\circ</math></td> </tr> </table>	固 快	快 剪	$\phi = 21.8^\circ$ $C = 3.3 \text{ t/m}^2$	$\phi = 7.6^\circ$	② ③	$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $C = 6.0 \text{ t/m}^2$
固 快	快 剪							
$\phi = 21.8^\circ$ $C = 3.3 \text{ t/m}^2$	$\phi = 7.6^\circ$							
$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $C = 4.6 \text{ t/m}^2$ $\phi = 20^\circ$ N = 10 ( $C = 10 \text{ t/m}^2$ )	④ -12.00	粘土 (土層厚 1.2 ~ 4.25m) <table border="1"> <tr> <td>固 快</td> <td>快 剪</td> </tr> <tr> <td><math>\phi = 21.8^\circ</math> <math>C = 3.3 \text{ t/m}^2</math></td> <td><math>\phi = 20.3^\circ</math> <math>C = 4.9 \text{ t/m}^2</math></td> </tr> </table>	固 快	快 剪	$\phi = 21.8^\circ$ $C = 3.3 \text{ t/m}^2$	$\phi = 20.3^\circ$ $C = 4.9 \text{ t/m}^2$		
固 快	快 剪							
$\phi = 21.8^\circ$ $C = 3.3 \text{ t/m}^2$	$\phi = 20.3^\circ$ $C = 4.9 \text{ t/m}^2$							
		- 14.30						
	⑤ -16.25	砂性土 (土層厚 0.8 ~ 3.3m) $\bar{N} = 23$ (N = 14 ~ 31)	④	$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $\phi = 35^\circ$				
		- 16.60						
$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $\phi = 35^\circ$ N = 20	⑥ -18.50	粘土 (土層厚 0.7 ~ 7.05) <table border="1"> <tr> <td>固 快</td> <td>快 剪</td> </tr> <tr> <td><math>\phi = 20.8^\circ</math> <math>C = 3.5 \text{ t/m}^2</math></td> <td><math>\phi = 17.7^\circ</math> <math>C = 5.3 \text{ t/m}^2</math></td> </tr> </table>	固 快	快 剪	$\phi = 20.8^\circ$ $C = 3.5 \text{ t/m}^2$	$\phi = 17.7^\circ$ $C = 5.3 \text{ t/m}^2$	⑤	$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $C = 10 \text{ t/m}^2$
固 快	快 剪							
$\phi = 20.8^\circ$ $C = 3.5 \text{ t/m}^2$	$\phi = 17.7^\circ$ $C = 5.3 \text{ t/m}^2$							
		- 17.70						
	⑦ -18.50	砂性土 (土層厚 0.9 ~ 3.9m) $\bar{N} = 23$ (N = 13 ~ 47)	⑥	$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $\phi = 35^\circ$				
		- 19.00						
$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $C = 4.0 \text{ t/m}^2$ $\phi = 15^\circ$ N = 10 ( $C = 10 \text{ t/m}^2$ )	⑧ -21.00	粘土 (土層厚 2.05 ~ 8.15m) <table border="1"> <tr> <td>固 快</td> <td>快 剪</td> </tr> <tr> <td><math>\phi = 24.2^\circ</math> <math>C = 4.3 \text{ t/m}^2</math></td> <td><math>\phi = 17.2^\circ</math> <math>C = 5.2 \text{ t/m}^2</math></td> </tr> </table>	固 快	快 剪	$\phi = 24.2^\circ$ $C = 4.3 \text{ t/m}^2$	$\phi = 17.2^\circ$ $C = 5.2 \text{ t/m}^2$	⑦ ⑧ ⑨	$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $C = 10 \text{ t/m}^2$
固 快	快 剪							
$\phi = 24.2^\circ$ $C = 4.3 \text{ t/m}^2$	$\phi = 17.2^\circ$ $C = 5.2 \text{ t/m}^2$							
$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $C = 6.0 \text{ t/m}^2$ $\phi = 20.5^\circ$ N = 19	⑩							

図 8-8 土質条件

$$T_{1/3} = 8 \text{ sec} , \text{ 波向 } N 27^\circ E \sim N 31^\circ E$$

A地点, B地点は, 次のページに示す位置である。

本設計対象の西大堤は, ほぼA地点の位置に施工される。そこで, 設計波は当然A地点でのものを採用しなければならない。しかし本設計地点における原地盤水深が約 $-2.4 \text{ m}$   $\sim$   $\pm 0.00$ と幅があり, 又土層の上層部が超軟弱地盤であるため, 波浪による原地盤水深の変化が見込まれる等の理由により安全側を採用することとし, 設計波高はA地点のもの, 波向はB地点のもの(西大堤法線は2案)とした。以上より, 西大堤の設計波は次の通りとする。

$$H_{1/3} = 3.7 \text{ m} , H_{\text{max}} = 5.8 \text{ m}$$

$$= 8.0 \text{ sec} , \beta = 32^\circ \quad \beta' = 32^\circ - 15^\circ = 17^\circ$$

(e) 原地盤水深

西大堤施工地点の原地盤の水深は, 図8-10に示す通りである。

3) 安全率等

安全率は, 次表のとおり設定する。

表8-7 安全率

項 目	安 全 率	
	常 時	異 常 時
壁体のすべり出し	1.2 以上	1.0 以上
〃 の転倒	1.2 〃	1.1 〃
直線すべり	1.2 〃	—
円形すべり	1.3 標準	—
等分布荷重を受ける浅い基礎の支持力	2.5 以上	1.0 以上
くいの支持力 (支持くい)	2.5 〃	1.5 〃
くいの引抜き力	3.0 〃	2.5 〃

なお, 基礎捨石面上の許容地盤反力は, 次の通りとする。

$$P_a = 60 \text{ t/m}^2$$

また, 摩擦係数は以下の通りである。

$$\text{捨石とコンクリート} \quad \mu = 0.6$$

$$\text{捨石と捨石} \quad \mu = 0.8$$

$$\text{コンクリートとコンクリート} \quad \mu = 0.5$$

(3) 採用断面

以上の条件のもとで附録I-2に示した設計計算方法により安定計算および一部の詳細な検討を行った結果表8-6のとおりである。又標準断面図を図8-11~図8-15に示す。

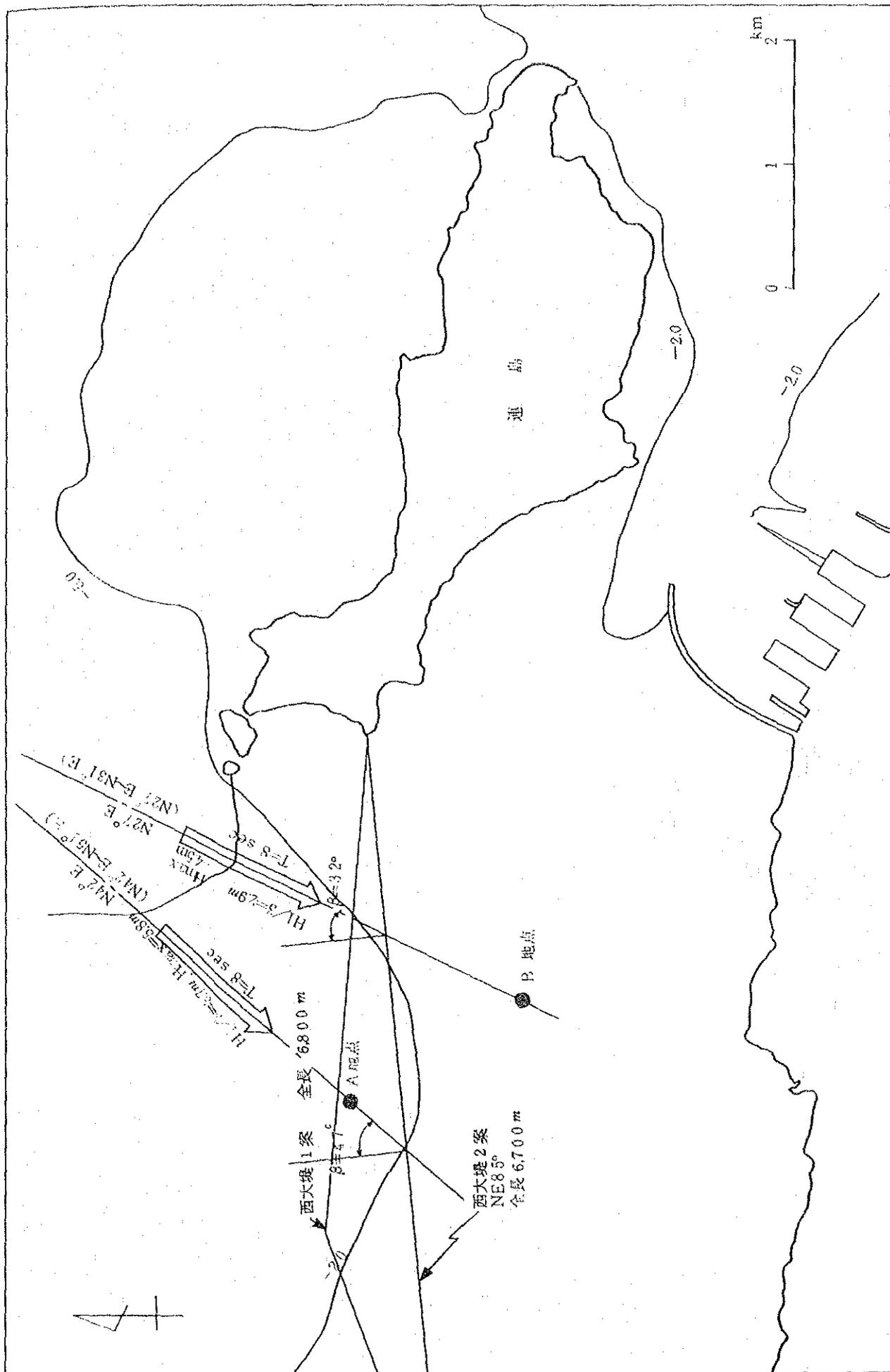


図 8-9 西大堤への波向

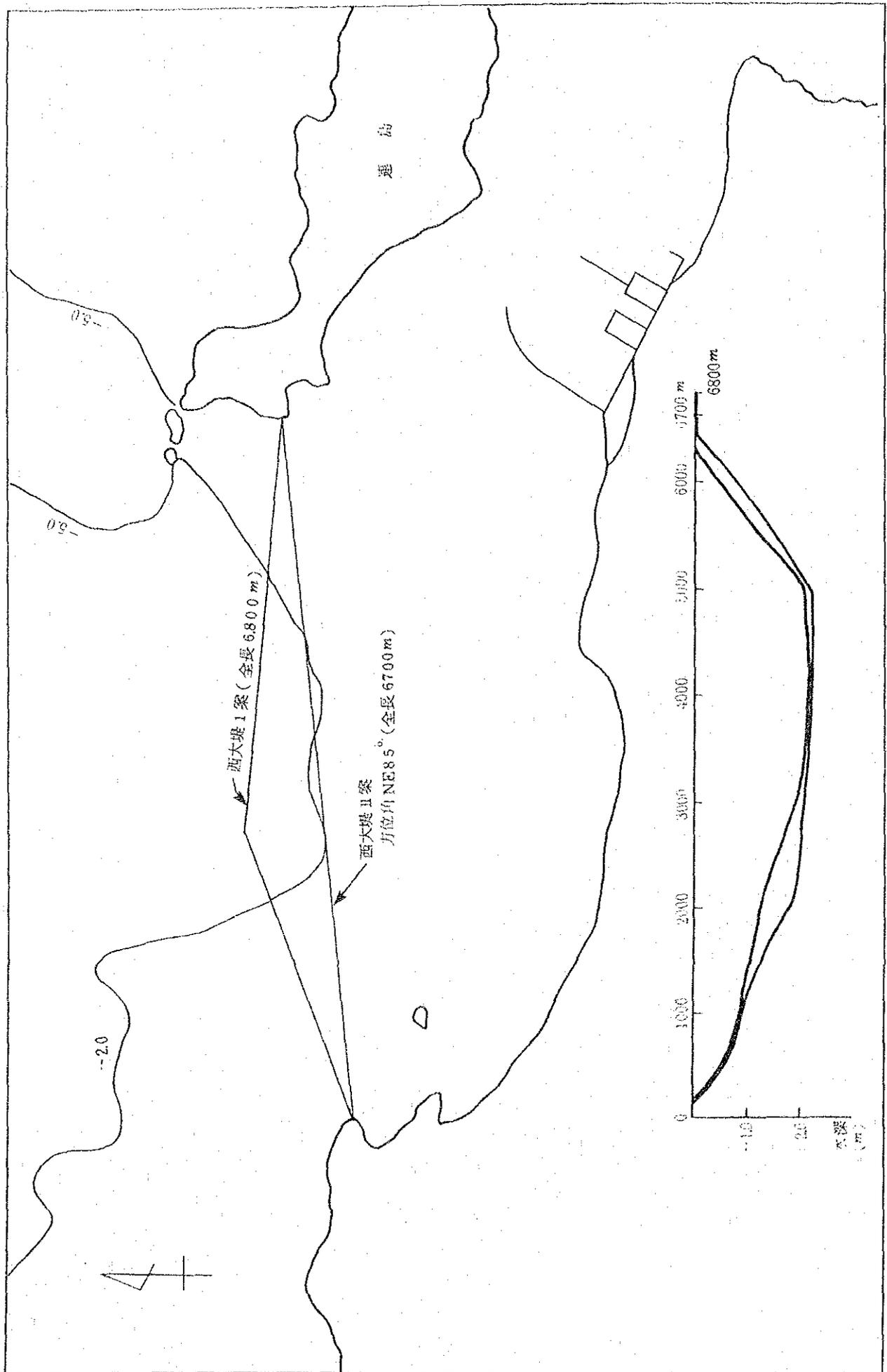
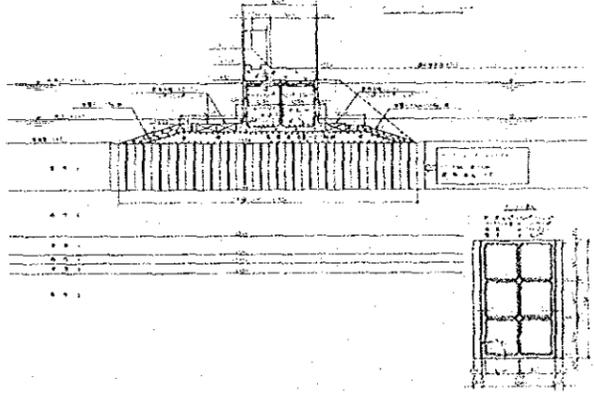
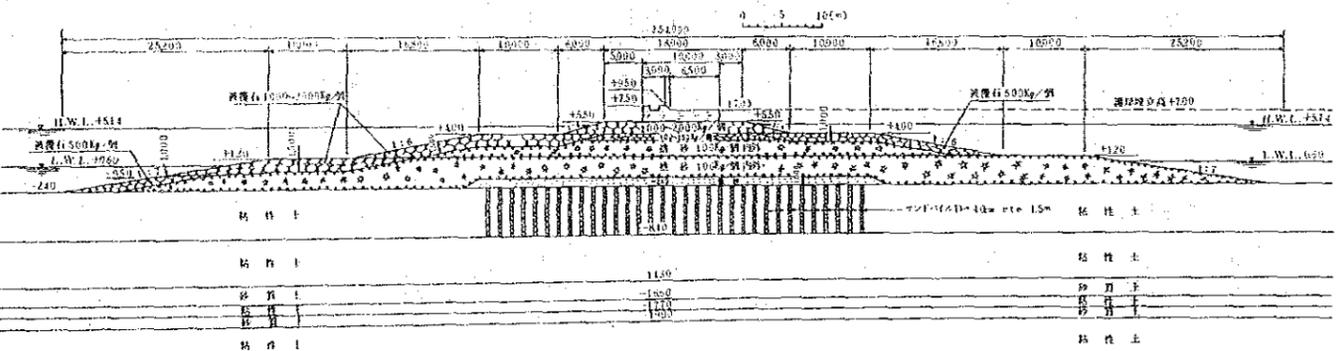


图 8-10 西大堤附近の水深

表 8-6 設計結果のまとめ

標準断面図	1. PC杭式(前列直杭, 後列斜杭)	2. PC杭式(二重壁体式)	3. ケーソン式(床掘置換工法)
堤体諸元	<p>防波堤天端高+7.50m(護岸天端高+9.50m)</p> <p>PC杭 前列直杭 <math>\phi 1200\text{mm}</math> <math>\ell=28.0\text{m}</math> c. t. c. 1.4m            後列斜杭 <math>\phi 1200\text{mm}</math> <math>\ell=35.0\text{m}</math> c. t. c. 2.8m            (1:1/3)</p>	<p>防波堤天端高+7.50m(護岸天端高+9.50m)</p> <p>PC杭 前後列直杭 <math>\phi=1200\text{mm}</math> <math>\ell=20.0\text{m}</math> c. t. c. 1.4m            タイロッド SS41 <math>\phi 75\text{mm}</math> <math>\ell=16.2\text{m}</math></p>	<p>防波堤天端高+7.50m(護岸天端高+9.50m)</p> <p>ケーソン 形状 <math>10.00 \times 7.90 \times 15.00</math>            コンクリート量 <math>V=283.89\text{m}^3</math>            重量 <math>W=695.53\text{t}</math>            吃水 <math>d=4.50\text{m}</math></p>
標準断面図	<p>4. ケーソン式(サンドコンパクション工法)</p> 	<p>5. 石積堤(サンドドレーン工法)</p> 	
堤体諸元	<p>防波堤天端高+7.50m(護岸天端高+9.50m)</p> <p>ケーソン 形状 <math>9.50\text{m} \times 6.50\text{m} \times 15.00\text{m}</math> (フーチング1.00m)            コンクリート量 <math>V=269.60\text{m}^3</math>            重量 <math>W=660.52\text{t}</math>            吃水 <math>d=4.29\text{m}</math></p> <p>サンドコンパクションパイル <math>\square 2.10\text{m}</math>, <math>D 2.00\text{m}</math>, <math>a_s=0.7</math></p>	<p>防波堤天端高+7.50m(護岸天端高+9.50m)</p> <p>上部工 <math>B=10.00\text{m}</math>            被覆石 <math>500\text{kg}/\text{個}</math>, <math>11 \sim 21/\text{個}</math>            サンドドレーンパイル <math>D 40\text{cm}</math> c. t. c. <math>1.5\text{m}</math> 正方形位置</p>	

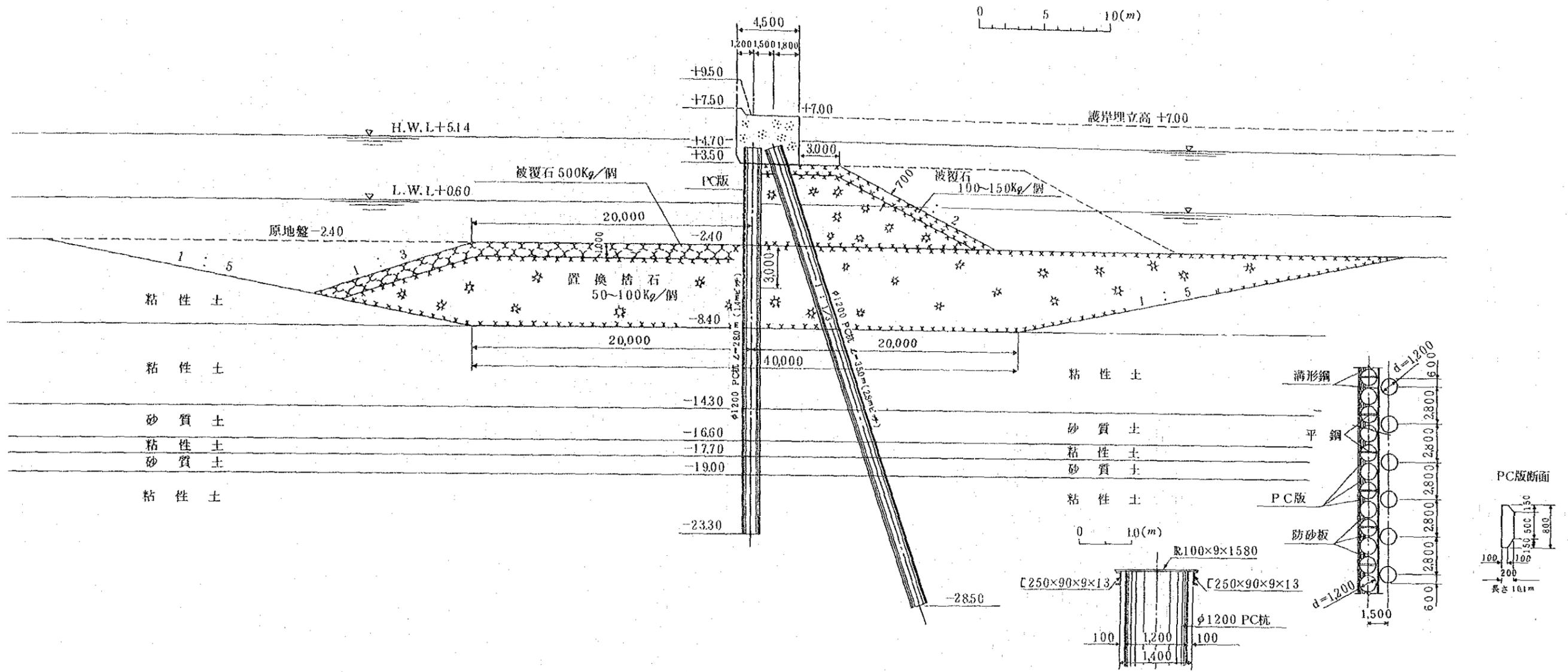


图 8-11 PC 杭式 (前列直杭, 後列斜杭) 標準断面图 採用案

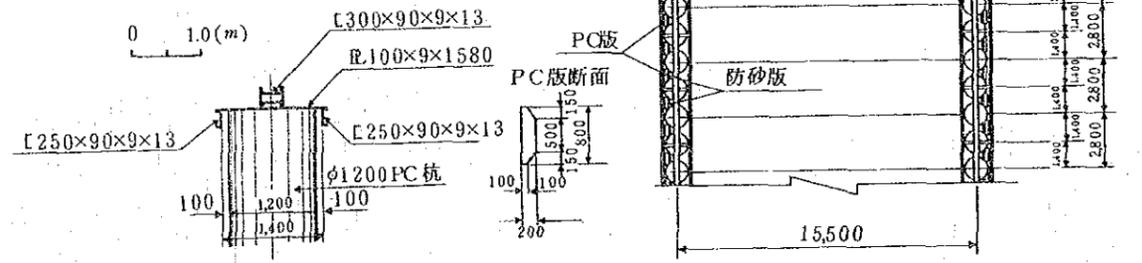
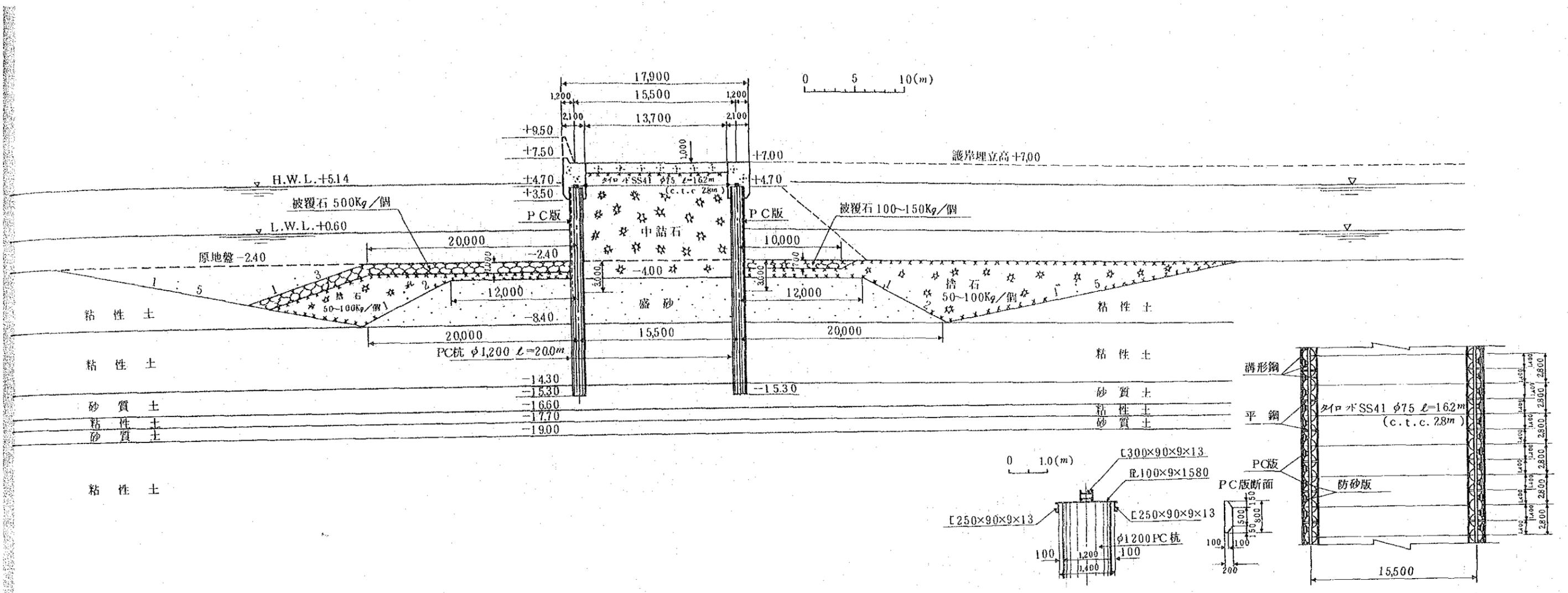


図 8 - 12 PC杭式 (二重壁体式) 標準断面図 比較案

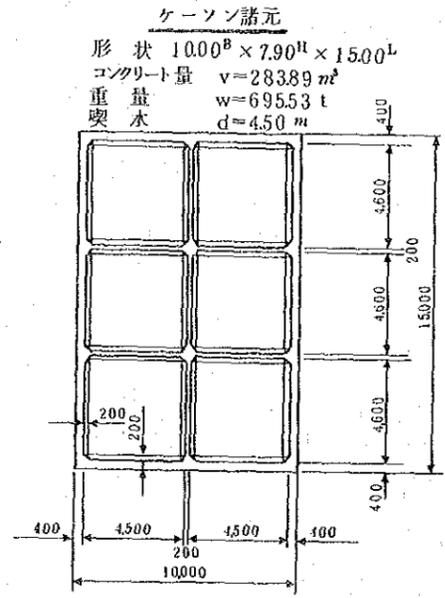
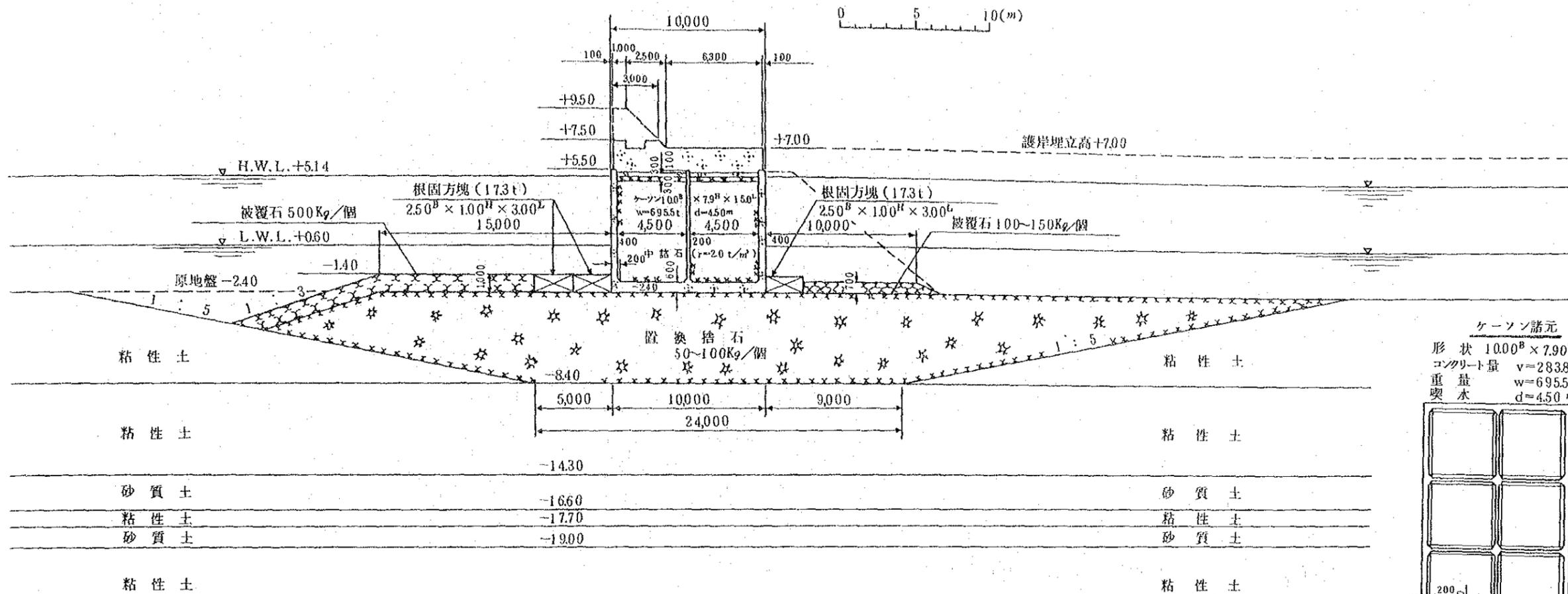


図 8-13 ケーソン式(床掘置換工法)標準断面図 比較案



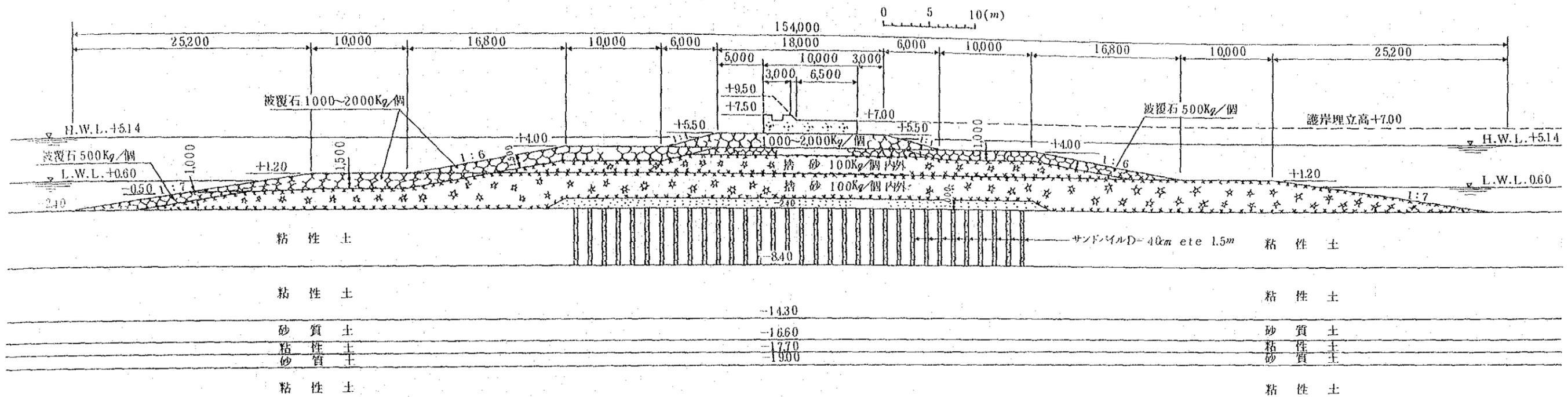


図 8 - 15 石積堤 (サンドドレーン工法) 標準断面図 比較案



採用断面については、表 8-8 のごとく断面 10m 当り単価と設計法および施工法の問題点を概略検討し、次の通り 2 案を選定した。

① ケーソン式（床掘置換工法）

ケーソンの製作設備としては、陸上の函台を青島港と同様に 8 函台建設し、浮ドックによる進水工法を前提としている。

これらの設備投資を行っても工費は安く床掘置換工法の手戻りに注意を払えば施工は経験がある確実な工法なので、実施に当りその他を十分検討すれば、採用し得る最も有力な案である。

② PC 杭式（前列直杭，後列斜杭）

この案は、中国が PC コンクリート杭（円形）を製作する設備を現在保有していないので、その導入を前提としている。

また、本施工地点の波浪および土質条件は、このようなタイプの成立にはかなり厳しいものであり、日本においては同程度の条件における本例のような施工例は皆無である。（附録 I-2，1 参照）しかしながら、ここで提案した断面を基本とし、さらに詳細な検討を行なうならばより経済的になり、また急速施工にも適した構造と考えられ今後の技術開発的な意味を含めて、採用し得る断面とした。

なおケーソン式（サンドコンパクション工法）の断面は、一番工費は安いがケーソンの据付吃水上限られた潮位の間のみ施工可能で大量急速施工に向かないこと、サンドコンパクション工法の砂の入手に問題があることから、不採用としている。

①のケーソン式（床掘置換工法）と②の PC 杭式（前列直杭，後列斜杭）のどちらを採用するかについては、中国交通部と協議の結果、中国交通部の希望する② PC 杭式（前列直杭後列斜杭）を採用し、以後の検討はこの断面で行うこととした。

PC 杭式の断面については実施設計に当っては以下の点について十分な検討が必要である。

- ① 波圧が衝撃的に作用した場合施工途中のハンドリングによる問題を含め、クラックが生ずることも予想されるため十分検討して設計する必要がある。（一応設計では波圧により発生するモーメントによりひびわれは生じないとしている。）
- ② 杭間については PC 板の落とし込み方式としたが、将来埋立護岸として機能するためには施工が簡単でしかも多少の沈下に対しても損傷を受けない構造や土砂防止工を検討する必要がある。
- ③ 頭部の腹起し取付工等細部設計も良く検討する必要がある。
- ④ 後列斜杭には沈下によりネガティブフリクションが発生することが予想され、これについても評価しておく必要がある。

表8-8 構造形式の比較評価

		1.PC杭式(前列直杭,後列斜杭)	2.PC杭式(二重壁体式)	3.ケーソン式(床掘置換工法)	4.ケーソン式(サンドコンパクション工法)	5.石積堤(サンドドレーン工法)
		343431元/10m	378657元/10m	322322元/10m	303781元/10m	349097元/10m
本体施工法		軟弱土を床掘した後、1本のものとして製作したPC杭を杭打船で打込み、基礎捨石を波止めPC版下端まで投入する。前面杭上端に波止めPC版取付用溝形鋼を設置し、PC版及び防砂板を取付ける。PC杭付近の捨石、被覆石等を所定断面に仕上げるとともに、上部コンクリートを打設する。基礎捨石及び被覆石の未施工部分を完成させる。	軟弱土を床掘した後、-4.0mまで砂置換を行い、1本のものとして製作したPC杭を杭打船で打込む。PC杭頭部にタイロッド取付用の溝形鋼を設置し、固定する措置を講じ、タイロッドを取付ける。PC版及び防砂板の取付けを1.PC杭式に準じて行なう。中詰石の投入、捨石工、被覆石工を行なう。PC杭上の上部コンクリートの打設を行なう。中詰の沈下がある程度落ち着いた段階で上部コンクリートを打設する。	軟弱土を床掘り雑石置換後、ケーソンを据付け、中詰石を投入し、蓋コンクリート及び上部コンクリートを打設する。平行して根固方塊、被覆石を施工する。	サンドコンパクションの砂杭を砂杭船により打設し、盛り上がった軟弱土を除去するなどの対策を講じたのち、基礎捨石を行ない、以後3.ケーソン式に準じて施工する。	敷砂を施工後、サンドドレーンの砂杭を砂杭船により打設し、基礎捨石及び被覆石を段階的に施工した後、上部コンクリートを施工する。
主要船舶機械		斜杭打可能の大型杭打船購入、PC杭製作施設整備の必要がある。上記概算工費には、PC杭製作施設分11,940元/10mが含まれている。	直杭打用の大型杭打船購入、PC杭製作施設整備の必要がある。上記概算工費には、PC杭製作施設分11,940元/10mが含まれている。	ケーソンヤード、浮ドック等のケーソン製作施設が必要である。上記概算工費には、ケーソンヤード分18,463元/10mが含まれている。	ケーソンヤード、浮ドック等のケーソン製作施設が必要である。サンドコンパクション用の砂杭打設船が必要である。上記概算工費には、ケーソンヤード分18,463元/10mが含まれている。	サンドドレーン用の砂杭打設船が必要である。
設計		本構造は、打設された上部コンクリートが硬化したのちは、強固なラーメン構造となり、設計波に耐えるようになるが、それ以前は比較的弱い構造である。PC杭の頭部固定及びPC版、防砂板等の詳細については、更に検討する必要がある。また、PC杭打設時のクラック発生がないことの信頼性、越年における小口止めの補強等を検討する必要がある。	二重矢板式構造についての設計法に確立したものが無い。中詰石の沈下がある。中詰石施工前は、比較的弱い構造である。PC杭のタイロッド取付装置、PC版、防砂板等の詳細については、更に検討する必要がある。また、砂の入手を特に確保する必要がある。	オーソドックスな構造であり、設計上の問題点はない。ただし、中詰石及び蓋コンクリート未施工の状態では大きな波に対して被災の恐れがあるので、海象予報をもとにして施工する必要がある。	設計上、大きな問題はないが、サンドコンパクションにおいて大量の砂を使用するため、砂の入手を特に確保する必要がある。	傾斜堤に対する越波流量の算定に確立したものが無い。サンドドレーン区域外の基礎捨石部の沈下がある。また、砂の入手を特に確保する必要がある。
問題点		杭打設後の現場作業の工種が多く、かつ平行作業が少なく、上部工が鉄筋コンクリートとしての強度を発揮するまでの期間を要するので、継続して静穏な日数が必要である。コンクリート硬化中に波による手戻りを受けたときは上部工を取壊すなど復旧に多大の費用を要する。杭打船の能率が約1.2本/日(打設延長約1.1m/日)と想定されるので全延長6800mの施工には延6,182日程度を要し、短期間に施工する必要がある。また、上部工の天端下端が+3.50mであるので型枠工事及び鉄筋コンクリート打設工事が潮位制限を受ける。(上部工下端の天端高を高い位置にすると、杭の断面が大きくなる。)	杭打設後の現場作業の工種が多く、かつ平行作業が少なく、中詰施工まで一連の期間を要するので、継続して静穏な日数が必要であるが、1.PC杭構造ほどではない。杭打船の能率は直杭のみであり、長さも短いので、1.PC杭式に比べては良いが、打設延長約1.5m/日と想定されるので、全延長を短期間に施工するには、矢張り多数の杭打船により工区を別けて施工する必要がある。上部工の天端下端が+3.50mであるので型枠工事及び鉄筋コンクリート工事が潮位制限を受けるが、施工工程に大きな影響はない。	ケーソン曳船据付から蓋コンクリート施工までの間、約1週間弱の継続して静穏な日数が必要である。ケーソン据付け下端が-2.4mであり、吃水が4.5mであるのでケーソン据付潮位は平均海面(+2.94m)程度を要し、据付潮位に制限がある。本設計では、上部工が施工し易いようにケーソン天端を+5.50mにしてあるが、天端を+4.00mにしてケーソン高さを右欄のH=6.5m程度にすればd=4.3mとなり、据付潮位の関係は楽になる。また、本工法における床掘置換では、他の工法に比して特に浮泥の浸入に気をつけなければならない。	砂杭打設作業は、床掘置換に比して静穏な海象条件を要する。ケーソンの据付天端が-1.0mであり、吃水が4.27mであるので、据付潮位は左欄より厳しく、ケーソン天端を下げて潮位制限は厳しいので急速大量施工には問題がある。サンドコンパクションの施工に当たっては、砂杭打設により周辺地盤の強度が低下したりすることがあるため、地盤強度の確認と施工管理を十分行なう必要がある。	捨石の捨込みが浅い水深になると潮位の制限を受け、上部コンクリート下端部の捨石及び上部コンクリートは、陸上からの施工になる。したがって、この部分の施工は、両側から順次施工しなければならないので、工区別けをして全断面同時期完成ということは出来ない。サンドドレーンの施工に当たっては、砂杭打設により周辺地盤の強度が低下したりすることがあるため、地盤強度の確認と施工管理を十分行なう必要がある。
総合評価	工設計上の問題点	3	5	2	1	4
	施工上の問題点	△	△	△	△	△
<p>最も工費の安いのは、4.ケーソン式(サンドコンパクション工法)であるが、ケーソン据付時の潮位条件が限られた高潮位(+4.0m程度)以上と制限されているので急速大量施工には向かない。二番目に工費が安い3.ケーソン式(床掘置換工法)は、オーソドックスな工法で他の工法と比して設計施工とも問題がなく適当と考えられる。ただし、本工法は、水深の深い部分で可能で、水深の浅い箇所では5.石積堤等との比較が必要である。また、1.PC杭式(前列直杭,後列斜杭)については、PC杭の製作及び打込費用が工費の中で大きな部分であり、実施に当たり精査をすれば経済的にはケーソン工法と比肩される工法である。また、2.PC杭式(二重壁体式)においては、完成後に堤体上部が道路として利用出来るメリットがある。また、連雲港においては砂の入手に大きな問題がある。</p>						



## 8-7 施 工

### (1) 施設別施工数量

西大堤を採用する場合の主要な施設工数量は次のとおりである。これは半島式防波堤に替えて西大堤を採用し、その他の項目では西大堤関連の家屋移転（主として連島）や昆布養殖種苗場の移転等が加わった以外は半島式防波堤の場合と同様である。

表 8-9 各施設の施工数量

項 目	単 位	数 量	備 考
1) 西 大 堤	m	6,800	
2) コンテナ岸壁(-11.0m)	m	560	取付部60m
3) 穀物岸壁(-12.0m)	m	280	取付部50m
4) 木材岸壁(-11.0m)	m	450	取付部30m
5) 岸 壁(先 端)	m	287	木材, 穀物突堤先端
6) 物 揚 場(作 業 船)	m	256	西側スリップ奥
7) 護 岸 (I)(取 付 袖)	m	200	東側袖護岸
8) 護 岸 (II)( " )	m	250	東側袖護岸
9) 航 路・泊 地	$\frac{m^2}{m}$	$\frac{2,826,000}{10,302,000}$	
① 外 航 路(-8.0m)	$\frac{m^2}{m}$	$\frac{1,664,000}{4,180,000}$	航路底巾面積, 土量は余堀を含めた取扱土量
② 内 航 路(-8.0m)	$\frac{m^2}{m}$	$\frac{380,000}{1,370,000}$	" "
③ 泊 地(-9.0m)	$\frac{m^2}{m}$	$\frac{782,000}{4,797,000}$	土量は余量を含めた取扱土量
10) 埋 立	$\frac{m^2}{m}$	$\frac{476,000}{4,900,000}$	土量は余盛を含めた取扱土量・床掘量2,413,000 $m^2$
11) 臨 港 道 路	m	3,700	幅員33m
12) ふ 頭 内 道 路	m	6,080	幅員10m~15m
13) ヤード舗装	$m^2$	245,000	コンテナヤード, 木材貯木場
14) 臨 港 鉄 道	km	14.5	信号, 電気, 通信設備, 建屋15,000 $m^2$ を含む
15) ふ 頭 内 鉄 道	km	6.5	" "
16) 穀物サイロ	棟	1	サイロ30基
17) 穀物袋詰上屋	$m^2$	8,000	1棟(1,500 $m^2$ の露天跨を含む)
18) CFS(コンテナフレートステーション)	$m^2$	14,300	1棟(4,100 $m^2$ の露天跨を含む)
19) 生産用建築物	$m^2$	29,910	
① 作業区事務所, 消防署等	$m^2$	9,200	
② 労働者詰所・食堂, 浴場・販売部等	$m^2$	5,290	
③ 変電所・給油所・修理工場等	$m^2$	8,760	変電所4カ所
④ 材料庫・機械庫・工具庫等	$m^2$	6,660	
⑤ 工事, 労働者用宿舎	$m^2$	75,000	
20) 給 水 施 設	式	1	給水本管21,000m, 配水管4,650m, 配水槽等3基

項 目	単 位	数 量	備 考
21) 排水施設	式	1	排水管4,440m
22) 供電施設	式	1	高架線6,000V, 布設距離500m 埋設電線6,000V, " 3,400m, 変配電設備 電線ダクト220V, " 5,370m
23) 通信施設	式	1	800端子交換機, 小型無線, 30局構内電話50端子
24) 汚水処理	カ所	2	1,200m <sup>3</sup> , 1,600m <sup>3</sup> , 汚水処理槽各1
25) 暖房	式	1	1.5tボイラー5基, 配管等
26) 航路標識	式	1	灯浮標29基, 導灯1基
27) その他	式	1	修理用造船所等移転新築15,000m <sup>2</sup> 修理用造船所船架新設1式, 埋立地造成道路等 西大堤関連家屋移転14,300m <sup>2</sup> 等

航路泊地浚渫には施工途中及び完成後の維持浚渫土量は含めていない。又、第1期石炭パースのための航路泊地浚渫は完了したものととして、浚渫数量を算出している。

西大堤、岸壁、護岸の床掘量は約3,763,000m<sup>3</sup>である。

## (2) 工事用材料

各施設の工事用の主要な材料の概算合計量は次のとおりとなっている。

表8-10 主要材料表

項 目	単 位	数 量	備 考
1) 鋼 材	t	94,225	鉄筋, PC鋼材, 型鋼, ボールナット等予備量10%を含む
2) セメント	t	363,010	予備量の10%を含む
3) 木 材	m <sup>3</sup>	36,184	製材 予備量10%を含む
4) 構造物用石材	m <sup>3</sup>	8,356,000	西大堤, 岸壁・護岸用断面純量
5) 埋立用材	m <sup>3</sup>	4,900,000	沈下かさ上量を含む
6) コンクリート用砕石	m <sup>3</sup>	915,000	セメント使用量から算出した概数
7) PCコンクリート杭	本	4,858 2,429 2,170	φ1.2m×28.0m φ1.2m×35.0m 0.4m×0.4m×28.0m角柱 棧橋用

構造物用石材および埋立用材は非常に大きい量である。扇崎山からの採取可能量は掘削による変化率を考えない純量(地山土量)で約7,000,000m<sup>3</sup>程度と考えられ、この量では施工数量を確保できないので、施工現場に出来るだけ近い他の石山の利用をはかる必要がある。

### (3) 工事用施設および作業船・施工機械

半島式防波堤の場合に加えて(6-2施工法(1)工事用施設および作業船, 施工機械参照)西大堤に使用するPCパイルの製作設備が必要である。

これは杭径が大きく, 杭長も長いので経済性を考えオートクレーブ方式(高温, 高圧による蒸気養生によって強度を確保する方式)は採用せず遠心力を利用した成形による常圧蒸気養生方式とした。

又, 製作ヤードは積出施設を隣接させ横持運搬が効率良く行なえるよう配置する必要がある。これ等の主要な設備は次のとおりである。

- ① 鉄筋加工関係設備 (鉄筋籠自動編成溶接機等)
- ② コンクリート関係設備 (コンクリートプラント, セメントサイロ等)
- ③ 締め固め, 型枠関係設備 (遠心機等)
- ④ 脱型関係設備 (養生槽, ボイラー等)
- ⑤ 電気, 水等ユーティリティ関係設備
- ⑥ その他の機器

施工管理用に必要な調査測量, 観測用の機械類は半島式防波堤の場合と同様である。(表6-4 測量試験機器一覧表参照)

### (4) 西大堤の施工

西大堤の施工は扇形地区を静穏に保つ区間をまず先行させる必要がある。そのため連島の江家咀から本土側黄石咀に向っての延長4,500mを急ぐ必要がある。(図8-5(その2)参照)

施工手順としては床掘後, 杭の打設を行い腹起工, PC版の取付後, 置換捨石を-2.4mで行い防砂版を取付けた後裏込捨石上部工の順となる。

これ等の工程の内クリティカルなのは杭打の施工である。PC杭は直杭で1本約34t, 斜杭で1本約42tと重量が大きく, ハンドリング中にひびわれが発生しないよう細心の注意が必要であり, 1日当り平均打込速度は, 1, 2本程度(1日8時間稼働)しか行えないと考えられる。これに対し中国交通部は杭打船を2隻~3隻投入し1日三交代で工程を消化するとしている。

PC杭の施工に際して注意すべき点は以下のとおりである。

- ① 杭の運搬や打込時の打撃によりPC杭にひびわれが発生しないよう細心の注意を払うこと。
- ② PC杭を打設後上部工完了まで出来るだけ連続して施工し, 上部工が未完了の状態を高波浪にさらされないようにすること(計算上は附録I-2, 1, (5)に示すように所要プレストレス  $\sigma_{ce} = 100\%$  に対し  $H_{max} = 2.7m$  ( $H_{1/3} = 1.5m$ ) 周期6.0秒の波浪までは安全)
- ③ 施工が長期にわたることから途中で台風期を迎えるため台風時の補強対策を行う必要がある。特に上部工が完了していても施工先端部については弱点となるため台風による被災を受

けないよう、工程上は手戻りになっても十分な防護工を行うべきである。

以上のほか床掘から置換工までの浮泥の流入や、置換石施工によるP C杭への影響（置換石の大きなものによる急速施工によってP C杭へ損傷を与えないようにすること）にも十分注意する必要がある。

又施工が進み最後の締切部については工法及び工程に関する慎重な検討が必要である。締切部の施工は潮流が早くなるため小潮時の期間で行うこととし締切部の潮流速を予じめ水理実験等により把握した上、工法及び工程の検討を行い、急速な施工によって手戻りを発生することなく完了させることが望ましい。

#### (5) 施工工程

西大堤についても1985年に着工し、他の港湾施設がすべて完了する1989年に完了する必要がある。この場合施工期間は5カ年間である。今西大堤全延長6,800mを5カ年で年間等延長で施工するとすれば、年間1,360mとなる。その主要な工種の施工量を単純に標準断面の数量に延長を乗じて求めると床掘571,200 $m^3$ 、置換捨石447,440 $m^3$ 、P C杭製作打込直杭971本、斜杭486本、P C板製作取付971枚、上部コンクリート23,910 $m^3$ となる。

この内一番クリティカルなのはP C杭打工であり、直杭斜杭合せて1,457本を施工することになる。杭打可能な施工日数が年間300日とすれば1日平均4.9本となり、これは杭打船団を4船団投入（1日8時間稼働）すれば施工可能である。

中国交通部は2～3船団を投入し1日3交代で施工するとしており、一応5カ年で完了させることは可能であろう。しかし年間300日が稼働可能かどうか又施工手順待の時間や、台風による被害の復旧等を考えると非常に厳しい工程といえる。ここでは本調査がF/Sであることを考慮し一応1985年に着工年間等延長で1989年に完了出来るものとする。その場合の工程表は表811のとおりである。

8-11 西大堤の場合の工程表

項 目	単位	数 量	1984	1985	1986	1987	1988	1989
1. 港 湾 土 木 施 設								
西 大 堤	m	6,800		1,360	1,360	1,360	1,360	1,360
岸壁(コンテナ)	m	560			65	314	181	
岸壁(穀物)	m	280			193	87		
岸壁(木材)	m	450			325	125		
岸壁(先端)	m	287				87	200	
物揚場(作業船)	m	256		256				
護 岸(I)	m	200			182	18		
護 岸(II)	m	250			53	197		
航 路・泊 地	千m <sup>2</sup>	10,341						
外 航 路	"	4,180					1,405	2,775
内 航 路	"	1,370					1,370	
泊 地	"	4,791				2,396	2,395	
埋 立	"	4,900			1,049	2,228	1,623	
臨 港 道 路	m	3,700		3,700				
道 路 橋	基	2			2			
ふ 頭 内 道 路	m	6,080						6,080
ヤード舗装	m <sup>2</sup>	245,000						245,000
大型仮設工	式	1		1				
2. 荷 役 機 械								
穀物サイロ	基	1					0.33	0.66
穀物用機械設備	式	1						1
荷 役 機 械	基台	237						237
管理用コンピューター	式	1						1
機械修理設備	式	1						1
3. 建 築 物								
作業区事務所等	m <sup>2</sup>	9,200						9,200
労働者待合所・食堂等	"	5,290						5,290
変電所・給油所等	"	8,760					8,760	

項 目	単 位	数 量	1984	1985	1986	1987	1988	1989
材料庫・機械庫等	m <sup>2</sup>	6,660					6,660	
工事労働者用宿舍	"	75,000		37,500	37,500			
穀物袋詰上屋	"	8,000						8,000
CFS(コンテナフレートステーション)	"	14,300						14,300
囲 障 等	m	1,700					1,700	
4. 給排水・供電通信等								
給 水 (本管 800φ)	m	21,000					21,000	
配 水 (本管 500φ)	"	1,300					1,300	
配 水 (300φ)	"	3,350					1,077	2,273
配 水 槽	基	3					1	2
排 水 施 設	m	4,440					2,220	2,220
供 電 施 設								
変 配 電 施 設	カ所	4					4	
架線・埋設電線 (6KV)	km	33.6					16.8	16.8
電 線 (1KV)	"	64.0						64
通 信	式	1						1
汚 水 処 理	カ所	2						2
暖 房	式	1						1
5. 作業船・機械								
施 工 用	式	1		0.75	0.25			
管 理 運 営 用	式	1		0.05				0.95
6. 測 量 試 験 機 器	式	1		1				
7. 鉄 道 施 設	式	1				0.31	0.47	0.22
8. 航 路 標 識	式	1						1
10. そ の 他	式	1		0.5	0.5			

注1. 1.西大堤, 10.その他以外は半島式防波堤の場合と同じである。

## 8-8 工費の概算

### (1) 積算の前提条件

積算の前提条件は第7章の半島式防波堤の場合と同様である。ただしPC杭製作設備は外貨で充当するものとしている。

### (2) 積算の方法

積算の方法は第7章の半島式防波堤の場合と同様である。ただし、西大堤の代価表のうちPC版の製作はPCコンクリート矢板製作を、防砂板の取付は腹起し取付工をそれぞれ参考にして作成して使用した。

### (3) 積算による概算工費の結果

積算の結果は、日本円と中国元の両方で表示することとし、1元=125円で換算した。

概算工費の算出結果は、

総合計で	145,701百万円	116,562万元
うち外貨は	4,2411 "	33,928 "
うち内貨は	103,290 "	82,634 "

となっている。又、施設別の内訳は表8-12の総括表と、施設別の細分を示す表8-13～表8-21のとおりとなっている。

又、外貨で充当する工事用の主要材料の総合計は、予備費で必要があれば充当する数量を含め

セメント	363,010トン
鋼材	94,225トン
木材	36,184 m <sup>3</sup> (原木換算60,725 m <sup>3</sup> )

となっており、施設別内訳は表8-22～表8-27のとおりである。

### (4) 積算の精度

積算の対象となった地域について地形図がない部分もあり、附近の状況より推定して作業を行った。又PC杭製作設備は具体的な位置を決めて行なっておらず、標準的なレイアウトによっており、電気・通信・汚水処理・暖房等は細かく積上げず主要な工種のみとしているので実施に当り今後の精査が必要である。

さらに施工途中の航路泊地に埋没する量については、複雑な条件のもとにきまるので積算の対象とせず、予備費でカバーすることとしている。

P C杭製作設備を購入するため大きくなっており1987年までは前年より減少して1988年から増加、最終年の1989年には荷役機械や管理運営用の作業船・機械類を130億円余り購入するためその他の必要な外貨額と合すると全体外貨額の約46%が必要となる。

内貨については半島式防波堤と同様に初年度から年次とともに増加し最終年の1989年にやや減少して完了する。

この投資額は工事工程ベースなので、契約ベースや支払ベースの年次別所要額については個々の発注や支払条件を考慮して若干の調整を行う必要がある。

なお、この年次別投資額を半島式防波堤の場合と同様に経済分析、財務分析に用いることとする。

表8-12 概算工費総括表

1983年価格 1元=125円

項 目	金 額(日本円, 百万円)			金 額(中国元, 万元)		
	合 計	外 貨	内 貨	合 計	外 貨	内 貨
1. 港湾土木施設	63,087	12,318	50,769	50,470	9,854	40,616
2. 荷 役 機 械	12,774	11,699	1,075	10,219	9,358	861
3. 建 築 物	4,900	1,591	3,309	3,920	1,273	2,647
4. 給排水・供電・通信 等 施 設	1,901	1,179	722	1,521	944	577
5. 作 業 船 ・ 機 械	8,193	8,144	49	6,554	6,515	39
6. 測 量 試 験 機 器	133	133	—	106	106	—
7. 鉄 道 施 設	5,012	1,244	3,768	4,010	996	3,014
8. 航 路 標 識	218	196	22	175	157	18
10. そ の 他	7,159	1,093	6,066	5,727	874	4,853
小 計	103,377	37,597	65,780	82,702	30,077	52,625
11. 諸 経 費	31,013	108	30,905	24,811	86	24,725
12. 技 術 協 力 費	885	860	25	708	688	20
13. 予 備 費	10,426	3,846	6,580	8,341	3,077	5,264
合 計	145,701	42,411	103,290	116,562	33,928	82,634

表8-13 施設別概算工費一覧表(港湾土木施設)

1983年価格 1元=125円

項 目	単位	数 量	金額(日本円, 百万円)			金額(中国元, 万元)		
			合 計	外 貨	内 貨	合 計	外 貨	内 貨
I 港湾土木施設			63,087	12,318	50,769	50,469	9,854	40,616
(1) 西大堤	m	6,800	28,177	7,009	21,168	22,541	5,607	16,935
(2) 岸壁(コンテナ)	m	560	2,320	919	1,401	1,856	735	1,121
(3) 岸壁(穀物)	m	280	1,145	449	696	916	359	557
(4) 岸壁(木材)	m	450	1,832	723	1,109	1,465	578	887
(5) 岸壁(先端)	m	287	1,144	455	689	915	364	551
(6) 物揚場(作業船)	m	256	536	166	370	428	133	295
(7) 護岸(I)	m	200	286	67	219	230	54	176
(8) 護岸(II)	m	250	524	99	425	419	79	340
(9) 航路・泊地	m <sup>2</sup>	(2,826,000) 10,341,000	10,589	136	10,453	8,471	109	8,362
1) 外航路	(m <sup>2</sup> / <sub>3</sub> ) m	(1,664,000) 4,180,000	3,658	55	3,603	2,926	44	2,882
2) 内航路	(m <sup>2</sup> / <sub>3</sub> ) m	(380,000) 1,370,000	1,541	18	1,523	1,232	14	1,218
3) 泊地	(m <sup>2</sup> / <sub>3</sub> ) m	(782,000) 4,791,000	5,390	63	5,327	4,312	50	4,262
(10) 埋立	(m <sup>2</sup> / <sub>3</sub> ) m <sup>2</sup>	(476,000) 4,900,000	11,832	64	11,768	9,466	51	9,415
(11) 臨海道路 (W=33m)	m	3,700	630	302	328	504	242	262
(12) 道路橋	基	2	809	499	310	647	399	248
(13) 小頭内道路 (W=10~15)	m	6,080	620	294	326	496	235	261
(14) ヤード舗装	m <sup>2</sup>	245,000	1,747	881	866	1,398	705	693
小計		-	62,191	12,063	50,128	49,752	9,650	40,103
(15) 大型仮設工			896	255	641	717	204	513
1) 資材物揚場	m	340	456	113	343	365	90	275
2) 仮設道路	m	2,000	84	36	48	67	29	38
3) プロック ヤード舗装	m <sup>2</sup>	30,000	163	65	98	130	52	78
4) 給水・供電	式	1	108	14	94	87	11	76
5) 測量機	基	10	85	27	58	68	22	46

注1. 西大堤以外は半島式防波堤の場合と同じである。

表8-14 施設別概算工費一覧表(荷役機械)

1983年価格 1元=125円

項目	単位	数量	金額(日本円, 百万円)			金額(中国元, 万元)			
			合計	外貨	内貨	合計	外貨	内貨	
2. 荷役機械			12,774	11,699	1,075	10,219	9,358	861	
穀物埠頭			6,767	5,721	1,046	5,414	4,577	837	
(1) 穀物アンローダ (500t/h)	基	2	960	960	0	768	768	0	
(2) 穀物輸送設備	式	1	623	623	0	498	498	0	
(3) サイロ	棟	1	4,192	3,147	1,045	3,354	2,518	836	
(4) 集塵設備	式	1	352	352	0	282	282	0	
(5) くん蒸設備	式	1	95	95	0	76	76	0	
(6) 袋詰設備	式	1	418	418	0	334	334	0	
(7) 船内ブルドーザ	台	2	11	11	}	9	9	}	
(8) ショベルドーザ	台	2	23	23		1	18		18
(9) フォークリフト(3t)	台	3	6	6		5	5		
(10) 半門形クレーン	基	4	86	86	0	69	69	0	
コンテナ埠頭			3,474	3,463	11	2,779	2,770	9	
(1) コンテナクレーン	基	2	1,344	1,344	0	1,075	1,075	0	
(2) トランスフックレーン	基	5	950	950	0	760	760	0	
(3) スプレッター	台	10	220	220	0	176	176		
(4) トラクター (40', 2~3.5t)	台	35	125	125	}	100	100	}	
(5) シャーシ 20', 40'	台	40	86	86		69	69		
(6) フォークリフト (3t, 6t, 10t, 15t, 25t)	台	37	170	170		11	136		136
(7) トレーラー 3t, 8t, 20t	台	60	93	93	}	74	74	}	
(8) トラッククレーン 16t, 25t	台	11	212	212		170	170		
(9) 半門型クレーン	基	2	43	43		34	34		
(10) トラックスケール	台	2	20	20	0	16	16	0	
(11) 管理用コンピュータ	式	1	200	200	0	160	160	0	
木材埠頭			2,447	2,432	15	1,957	1,945	12	
(1) 水平引込式クレーン (16t)	基	4	1,488	1,488	0	1,190	1,190		
(2) ログローダー (12t)	台	6	546	546	}	437	437	}	
(3) ログローダー(ト ラップ搭載型20t)	台	8	333	333		15	266		266
(4) トラッククレーン (35t)	台	1	44	44		35	35		
(5) トラクター (3t, 5t)	台	1	5	5		4	4		
(6) トレーラー (35t)	台	3	16	16		13	13		
(7) 機械修理設備	式	1	86	83	3	69	66	3	

注1 半島式防波堤の場合と同じである。

表 8 - 15 施設別概算工費一覧表 (建築物)

項 目	単 位	数 量	金額(日本円, 百万円)			金額(中国元, 万元)		
			合 計	外 貨	内 貨	合 計	外 貨	内 貨
3. 建 築 物			4,900	1,591	3,309	3,920	1,273	2,647
(1) 作業区事務所 消防署等	m <sup>2</sup>	9,200	322	119	203	257	95	162
(2) 労働者待合所・食堂 浴場・販売部等	m <sup>2</sup>	5,290	200	67	133	161	54	107
(3) 変電所・給油所 修理工場等	m <sup>2</sup>	8,760	408	116	292	327	93	234
(4) 材料庫・機械庫・ 工具庫等	m <sup>2</sup>	6,660	252	73	179	201	58	143
(5) 工事労働者用宿舎	m <sup>2</sup>	75,000	2,843	955	1,888	2,274	764	1,510
(6) 穀物袋詰上屋 (内数: 露天跨)	m <sup>2</sup>	8,000 (15,000)	303	88	215	242	70	172
(7) CFS(コンテナ プレートステーション)	m <sup>2</sup>	14,300 (4,100)	540	156	384	432	125	307
(8) 開 疎 等	m	1,700	32	17	15	26	14	12

注 1. 半島式防波堤の場合と同じである。

表 8 - 16 施設別概算工費一覧表 (給排水・供電・通信等施設)

1983年価格 1元=125円

項 目	単 位	数 量	金額(日本円, 百万円)			金額(中国元, 万元)		
			合 計	外 貨	内 貨	合 計	外 貨	内 貨
4. 給排水・供電・通信等施設			1,901	1,179	722	1,521	944	577
(1) 給水施設			542	465	77	434	372	62
1) 給水本管 (φ=800%)	m	21,000	469	409	60	375	327	48
2) 配水本管 (φ=500%)	m	1,300	16	14	2	13	11	2
3) 配水管 (φ=300%)	m	3,350	28	26	2	23	21	2
4) 配水槽等	基	3	29	16	13	23	13	10
(2) 排水施設	m	4,440	172	39	133	137	31	106
(3) 供電施設			488	283	205	391	227	164
1) 変・配電施設	カ所	4	100	98	2	80	78	2
2) 架線及び埋設電線 (6KV)	ka	33.6	185	95	90	148	76	72
3) 電線埋設 (1KV)	ka	64.0	203	90	113	162	72	90
(4) 通 信			316	206	110	252	165	87
1) 800端子交換機	式	1	280	184	96	224	147	77
2) 小型無線機	式	1	8	5	3	6	4	2
3) 構内電話	式	1	18	12	6	14	10	4
4) 電 話 線	ka	17	10	5	5	8	4	4
(5) 汚水処理	カ所	2	109	69	40	87	55	32
(6) 暖 房	式	1	274	117	157	220	94	126

注 1. 半島式防波堤と同じである。

表 8 - 17 施設別概算工費一覧表 (作業船・機械)

1983年価格 1元=125円

項 目	単 位	数 量	金額(日本円, 百万円)			金額(中国元, 万元)		
			合 計	外 貨	内 貨	合 計	外 貨	内 貨
5. 作業船・機械			8,193	8,144	49	6,554	6,515	39
(1) 施 工 用			5,660	5,660		4,528	4,528	
1) 杭 打 機 (MH1-72B)	台	3	75	75		60	60	
2) 杭 打 船	隻	1	500	500		400	400	
3) カッター式ポンプ 浚 渫 船	"	1	2,560	2,560		2,048	2,048	
4) 自航捨石船 (500m <sup>3</sup> 積)	"	1	241	241		193	193	
5) " " (280m <sup>3</sup> 積)	"	3	468	468		374	374	
6) クローラ式杭打機 (40t吊)	台	2	108	108		86	86	
7) ダンプトラック (32t積)	"	4	195	195		156	156	
8) トラッククレーン (80t吊)	"	1	100	100		80	80	
9) " " (136t吊)	"	1	156	156		125	125	
10) コンクリートポンプ船 (50m <sup>3</sup> /h)	隻	1	397	397		318	318	
11) PC杭製作設備	式	1	860	860		688	688	
(2) 管 理 運 営 用	隻		2,484	2,484	49	1,987	1,987	39
1) 引 船 (3200HP)	"	2	850	850		680	680	
2) 交 通 艇 (150HP)	"	1	21	21		17	17	
3) 大 型 バス (40人乗り)	台	4	56	56		45	45	
4) 中 型 バス (20人乗り)	"	6	46	46		37	37	
5) ダンプカー (3.5t)	"	2	5	5		4	4	
6) 救 急 車	"	1	3	3		2	2	
7) ワゴン車 (4t)	"	2	6	6		5	5	
8) シ ー プ	"	2	3	3		2	2	
9) 消 防 車	"	2	24	24		19	19	
10) デーゼル機関車	"	7	1,470	1,470		1,176	1,176	

注1. 半島式防波堤の場合に(1)~(11)PCパイル製作設備が加わっている。

表 8 - 18 施設別概算工費一覧表 ( 測量試験機器 )

1983年価格 1元=125円

項 目	単 位	数 量	金額 ( 日本円, 百万円 )			金 額 ( 中国元, 万元 )		
			合 計	外 貨	内 貨	合 計	外 貨	内 貨
6. 測量試験機器			133	133	—	106	106	—
(1) オートレベル (水準儀)	台	8	2	2	—	2	2	—
(2) 光波距離計 (光束測距儀)	"	3	6	6	—	5	5	—
(3) 音響測探機 (測深儀)	"	7	11	11	—	9	9	—
(4) セルボリングアレン メータ (自動横圧儀)	"	2	18	18	—	14	14	—
(5) スリーブコーン (袖珍貫入儀)	"	4	3	3	—	2	2	—
(6) 四連式一軸圧縮試験 機 (四朕天測限儀)	"	4	42	42	—	33	33	—
(7) 電子天秤 (曳子天平)	"	8	7	7	—	6	6	—
(8) 土粒子分析器 (土粒分析儀)	"	1	4	4	—	3	3	—
(9) 水中濁度計 (浮遊物濃度儀)	"	2	2	2	—	2	2	—
(10) 電氣流速計 (油流儀)	"	9	8	8	—	6	6	—
(11) 電磁流速計 (曳磁流速儀)	"	2	2	2	—	2	2	—
(12) 微流速計 (往復流速儀)	"	2	1	1	—	1	1	—
(13) 複写機 (縮放复印機)	"	2	27	27	—	21	21	—

注 1. 半島式防波堤の場合と同じである。

表 8 - 19 施設別概算工費一覧表 ( 鉄道 )

1983年価格 1元=125円

項 目	単位	数 量	金額 ( 日本円, 百万円 )			金額 ( 中国元, 万元 )		
			合 計	外 貨	内 貨	合 計	外 貨	内 貨
7. 鉄 道 施 設	-	-	5,012	1,244	3,768	4,010	996	3,014
(1) 鉄 道 線 路	km	21	780	526	254	624	421	203
(2) 信 号 設 備	式	1	326	241	85	261	193	68
(3) 土 木 設 備	式	1	3,141	127	3,014	2,513	102	2,411
(4) 電 気 設 備 ( 照 明 )	式	1	98	64	34	78	51	27
(5) 通 信 設 備	式	1	110	104	6	88	83	5
(6) 建 家	m <sup>2</sup>	15,000	557	182	375	446	146	300

注: 半島式防波堤と同じ。

表 8 - 20 施設別概算工費一覧表 ( 航路標識 )

1983年価格 1元=125円

項 目	単位	数 量	金額 ( 日本円, 百万円 )			金額 ( 中国元, 万元 )		
			合 計	外 貨	内 貨	合 計	外 貨	内 貨
8. 航 路 標 識	-	-	218	196	22	175	157	18
(1) 浮 標	基	29	194	192	2	155	153	2
(2) 導 灯	"	2	24	4	20	19	3	16

注: 半島式防波堤と同じ。

表 8 - 21 施設別概算工費一覧表 ( その他 )

1983年価格 1元=125円

項 目	単位	数 量	金額 ( 日本円, 百万円 )			金額 ( 中国元, 万元 )		
			合 計	外 貨	内 貨	合 計	外 貨	内 貨
9. そ の 他	-	-	7,159	1,093	6,066	5,727	874	4,853
(1) 修 理 用 造 船 所 等 移 転 新 築	m <sup>2</sup>	15,000	699	199	500	559	159	400
(2) 修 理 用 造 船 所 設 船 架 新 設	式	1	1,307	684	623	1,046	547	499
(3) 移 転 先 埋 立 地 等 造 成 ・ 道 路	式	1	2,975	27	2,948	2,380	22	2,358
(4) 西 大 堤 関 連 家 屋 移 転 等	m <sup>2</sup>	14,300	2,178	183	1,995	1,742	146	1,596

注: 半島式防波堤の場合に(4)西大堤関連家屋移転等が加わっている。

表 8 - 22 施設別主要材料総括表

1983年価格

項 目	鋼 材		セ メ ン ト		木 材	
	数 量(t)	金額(百万円)	数 量(t)	金額(百万円)	数 量(t)	金額(百万円)
1. 港 湾 土 木 施 設	51,940	6,495	265,571	3,985	20,452	922
2. 荷 役 機 械	5,880	588	10,712	161	2,336	105
3. 建 築 物	9,244	925	28,967	434	5,145	232
4. 給排水・供電・通信 施 設	4,274	528	3,013	48	683	31
7. 鉄 道 施 設	5,039	599	8,385	126	2,438	109
8. 航 路 標 識	68	7	133	2	15	1
10. そ の 他	8,674	867	10,531	157	1,502	68
小 計	85,119	10,009	327,312	4,973	32,571	1,468
11. 諸 経 費	540	54	2,698	40	324	14
合 計	85,659	10,063	330,010	4,953	32,895	1,482
13. 予 備 費	( 8,566)	( 1,006)	( 33,000)	( 495)	( 3,289)	( 148)
再 計	(94,225)	(11,069)	(363,010)	( 5,448)	(36,184)	( 1,630)

注1. 原木換算は60,725 m<sup>3</sup>である。換算は中国交通部提供の比率によって計算した。  
 枕木は製材=原木×0.5, その他は製材=原木×0.6である。

表8-23 施設別主要材料表 ( 港湾土木施設 )  
( 荷役機械 )

1983年価格

項 目	鋼 材		セ メ ン ト		木 材	
	数 量(t)	金額(百万円)	数 量(t)	金額(百万円)	数 量(m <sup>3</sup> )	金額(百万円)
1. 港湾土木施設	51,940	6,495	265,571	3,985	20,452	922 ( 916 )
(1) 西 大 堤	31,345	4,319	122,004	1,830	9,450 混和材	425 ( 435 )
(2) 岸壁(コンテナ)	3,509 レール(90)	392	17,181	258	2,765 ゴム防蔽材	98 ( 171 )
(3) 岸壁(穀 物)	1,746 レール(44)	195	8,070	121	1,065 ゴム防蔽材	48 ( 85 )
(4) 岸壁(木 材)	2,808 レール(72)	314	12,970	195	1,709 ゴム防蔽材	77 ( 137 )
(5) 岸壁(先 端)	1,745	194	8,272	124	1,081 ゴム防蔽材	49 ( 88 )
(6) 物揚場(作業船)	893	89	3,131	47	675	30
(7) 護 岸 (I)	308	31	1,812	27	202	9
(8) 護 岸 (II)	417	42	2,812	42	339	15
(9) 航 路 ・ 泊 地	965	97	1,482	22	364	17
1) 外航路(-8.0)	390	39	599	9	147	7
2) 内航路(-8.0)	128	13	196	3	48	2
3) 泊 地(-9.0)	447	45	687	10	169	8
(10) 埋 立	307	31	1,534	23	210	10
(11) 臨 港 道 路	586	59	15,082	226	374	17
(12) 道 路	4,045	405	4,117	62	715	32
(13) ふ 頭 内 道 路	345	35	15,751	236	510	23
(14) ヤ ー ド 舗 装	1,903	190	42,702	641	1,103	50
小 計	55,922	6,393	256,920	3,854	19,962	900 ( 916 )
(15) 大 型 仮 設 工	1,018	102	8,651	131	490	22
1) 資 材 物 揚 場	528	53	3,060	46	316	14
2) 仮 設 道 路	59	6	1,851	28	47	2
3) ブロックヤード舗装	50	5	3,714	56	90	4
4) 給 水 ・ 供 電	111	11	26	1	37	-
5) 測 量 檣	270	27				
2. 荷 役 機 械	5,880	588	10,712	161	2,336	105
4) サ イ ロ	5,880	588	10,712	161	2,336	105

注1. 鋼材数量欄レール( )の数字は内数である。

2. 木材金額欄( )の数字は外数である。

3. 原木換算は 1.港湾土木施設 34,087m<sup>3</sup> 2.荷役機械 3,893m<sup>3</sup>である。

表 8 - 2 4 施設別主要材料表 (建築物)

1983年価格

項 目	鋼 材		セ メ ン ト		木 材	
	数 量(t)	金額(百万円)	数 量(t)	金額(百万円)	数 量(m <sup>3</sup> )	金額(百万円)
3. 建 築 物	9,244	925	28,967	434	5,145	232
(1) 作業区・事務所 消 防 署 等	561	56	2,852	43	450	20
(2) 労働者待合所・ 食堂・購売部等	407	41	1,153	17	207	9
(3) 変電所・給油所 修 理 工 場 等	657	66	2,137	32	403	18
(4) 材料庫・機械庫 工 具 庫 等	393	39	1,472	22	259	12
(5) 工事労働者用宿舍	5,775	578	16,350	245	2,924	132
(6) 穀物袋詰上屋	472	47	1,768	27	312	14
(7) CFS(コンテナフレート ステーション)	844	84	3,160	47	557	25
(8) 開 闢 等	135	14	75	1	33	2

注 1. 半島式防波堤と同じ。

2. 原木換算は 8,575m<sup>3</sup>である。

表 8 - 2 5 施設別主要材料表 (給排水・供電・通信等施設)

1983年価格

項 目	鋼 材		セ メ ン ト		木 材	
	数 量(t)	金額(百万円)	数 量(t)	金額(百万円)	数 量(m <sup>3</sup> )	金額(百万円)
4. 給排水・供電・通信 等 施 設	4,274	528	3,013	48	683	31 (573)
(1) 給 水 施 設	3,439	444	581	10	259	12
1) 給 水 本 管 ( $\phi=800\%$ )	3,070	399	149	2	176	8
2) 配 水 本 管 ( $\phi=500\%$ )	102	13	15	1	8	—
3) 配 水 管 ( $\phi=300\%$ )	195	25	16	1	11	1
4) 配 水 槽	72	7	402	6	64	3
(2) 排 水 施 設	232	23	812	12	82	4
(3) 供 電 施 設	37	4	135	3	29	2 (274)
1) 変配電施設					変圧器等	(98)
2) 架線及び 直埋電線	14	2	8	1	11 CCPケーブル	1 (91)
3) 電線埋設	23	2	127	2	18 CCPケーブル	1 (85)
(4) 通 信					交換器等	(206)
(5) 汚 水 処 理	79	8	509	8	99 機械設備等	4 (49)
(6) 暖 房 供 熱	487	49	975	15	214 ボイラー等	9 (44)

注 1. 半島式防波堤と同じである。

2. 木材金額欄の( )の数字は外数である。

3. 原木換算は 1,138m<sup>3</sup>である。

表 8-26 施設別主要材料表 (鉄道・航路標識)

1983年価格

項 目	鋼 材		セ ン ト		木 材	
	数 量(t)	金額(百万円)	数 量(t)	金額(百万円)	数 量(m <sup>3</sup> )	金額(百万円)
7. 鉄 道 施 設	5,039 レール(3,139)	599 (408)	8,385	126	2,438	109
(1) 鉄 道 線 路	358	36	1,988	30	1,141	51
(2) 土 木 設 備	625	63	2,411	36	632	28
(3) 建 家	917	92	3,986	60	665 信号電気通信設備	30 (39)
8. 航 路 標 識	68	7	133	2	15	1
(1) 浮 標	44	5	79	1	スパーブイ	(186)
(2) 導 灯	24	2	54	1	15	1

注 1. 半島式防波堤と同じである。

2. 木材金額欄の( )の数字は外数である。

3. 原木換算は 7.鉄道施設4.444m<sup>3</sup>, 8.航路標識2.5m<sup>3</sup>である。

表 8-27 施設別主要材料表 (その他)

1983年価格

項 目	鋼 材		セ ン ト		木 材	
	数 量(t)	金額(百万円)	数 量(t)	金額(百万円)	数 量(m <sup>3</sup> )	金額(百万円)
10. そ の 他	8,674	867	10,531	157	1,502	68
(1) 修 理 用 造 船 所 等 移 転 新 築	1,125	113	3,660	55	689	31
(2) 修 理 用 造 船 所 設 船 架 新 設	6,273	627	3,554	53	81	4
(3) 移 転 先 理 立 地 等 造 成 道 路 等	175	17	157	2	174	8
(4) 西 大 堤 関 連 等 家 屋 移 転 等	1,101	110	3,160	47	558	25

注 1. 半島式防波堤の場合に(4)西大堤関連家屋移転等が加わっている。

2. 原木換算は2.503m<sup>3</sup>である。

(5) 年次別投資額

8-7 施工の(5)施工工程で検討した表 8-11 西大堤の場合の工程表に対応する年次別の投資額を算出すると表 8-28~29 のごとくなる。

これによると外貨については半島式防波堤の場合と同様に 1985年に施工用の作業船・機械や PC 杭製作設備を購入するため大きくなっており 1987年までは前年より減少して 1988年から増加、最終年の 1989年には荷役機械や管理運営用の作業船・機械類を 130億円余り購入するためその他の必要な外貨額と合すると全体外貨額の約 46%が必要となる。

内貨については半島式防波堤と同様に初年度から年次とともに増加し最終年の 1989年にやゝ減少して完了する。

この投資額は工事工程ベースなので、契約ベースや支払ベースの年次別所要額については個々の発注や支払条件を考慮して若干の調整を行う必要がある。

なお、この年次別投資額を半島式防波堤の場合と同様に経済分析、財務分析に用いることとする。

表8-28 年次別投資額(その1)

(単位:百万円)

	1985		1986		1987		1988		1989	
	外貨	内貨								
1. 港湾土木施設	2,124	5,572	3,145	9,095	2,484	14,072	1,952	14,212	2,613	7,818
(1) 防波堤	1,401	4,233	1,402	4,233	1,402	4,234	1,402	4,234	1,402	4,234
(2) 岸壁(コンテナ) ~(6) 物揚場	166	370	1,172	1,805	919	1,401	455	689		
(7)~(8) 護岸(I)~(II)			67	219	99	425				
(9) 航路・泊地					32	2,663	68	5,398	36	2,392
(10) 埋立			5	2,528	32	5,349	27	3,891		
(11) 臨港道路 ~(13) 埠内道路	302	328	499	310					294	326
(14) ヤード舗装									881	866
(15) 大型仮設工	255	641								
2. 荷役機械							1,049	348	10,650	727
(1) 穀物アンローダー ~(3) 機械修理設備									8,552	30
(4) サイロ							1,049	348	2,098	697
3. 建築物(1)~(8)	478	944	477	944			206	486	430	935
4. 給排水・供电・通信 (1)~(6)							592	224	587	498
5. 作業船機械	5,314	47	472	1					2,358	1
(1) 施工用	5,188	45	472	1						
(2) 1)引給~3)交通艇	21	-							850	-
(2) 3)大型バス ~9)消防車	105	2							38	1
(2) (10) デーゼル機関車									1,470	-
6. 測量試験機器(1)~(11)	133	-								
7. 鉄道施設(1)~(6)					301	1,232	176	2,197	767	339
8. 航路標識(1)~(2)									196	22
10. その他	546	3,033	547	3,033						
小計	8,595	9,596	4,641	13,073	2,785	15,304	3,975	17,467	17,601	10,340
11. 諸経費	19	5,438	19	5,295	19	5,408	22	6,411	29	8,353
12. 技術協力費	306	9	209	6	204	6	78	2	63	2
13. 予備費	890	960	485	1,308	299	1,531	405	1,747	1,767	1,034
合計	9,810	16,003	5,354	19,682	3,307	22,249	4,480	25,627	19,460	19,729
	25,813		25,036		25,556		30,107		39,189	

表8-29 年次別投資額(その2)

(単位: 万円)

	1985		1986		1987		1988		1989	
	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨
1. 港湾土木施設	1,701	4,458	2,516	7,277	1,987	11,257	1,560	11,369	2,090	6,255
(1) 西大英	1,122	3,387	1,122	3,387	1,121	3,387	1,121	3,387	1,121	3,387
(2) 岸壁(コンテナ) ~(6) 物揚場	133	296	937	1,444	735	1,121	364	551		
(7)~(8) 護岸(1)~(11)			54	175	79	340				
(9) 航路・泊地					26	2,130	54	4,318	29	1,914
(10) 埋立			4	2,023	26	4,279	21	3,113		
(11) 臨港道路 ~(13) ぶ頭内道路	242	262	399	248					235	261
(14) ヤード舗装									705	693
(15) 大型仮設工	204	513								
2. 荷役機械							839	279	8,519	582
(1) 穀物アンローダー ~(2) 機械修理設備									6,842	24
(4) サイロ							839	279	1,678	558
3. 建築物(1)~(8)	382	755	382	755			165	389	344	748
4. 給排水・供電・通信 (1)~(6)							474	179	470	398
5. 作業給機械	4,251	38	378	1					1,886	-
(1) 施工用	4,150	36	378	1						
(2) 1) 引船~3) 交通艇	17	-							680	-
(2) 4) 大型バス ~(10) 消防車	84	2							30	1
(2) (1) デーゼル機関車									1,176	-
6. 測量試験機器(1)~(11)	106	-								
7. 鉄道施設(1)~(6)					241	986	141	1,757	614	271
8. 航路標識(1)~(2)									157	18
10. その他	437	2,426	437	2,427						
小計	6,877	7,677	3,713	10,460	2,228	12,243	3,179	13,973	14,080	8,272
11. 諸経費	15	4,351	15	4,237	15	4,326	18	5,128	23	6,683
12. 技術協力費	245	7	167	5	163	5	63	2	50	1
13. 予備費	712	768	388	1,047	239	1,225	325	1,397	1,413	827
合計	7,849	12,803	4,283	15,749	2,645	17,799	3,585	20,500	15,566	15,783
		20,652		20,032		20,444		24,085		31,349

## 8-9 港内埋没の検討

### (1) 西大堤と港内埋没

西大堤を建設した場合、半島式の被防堤に比べ港内埋没量がどうなるかについては十分な調査研究が必要である。

半島式防波堤の場合については、試験掘のデータや含砂量のデータ等から Bijker の公式を用いて年間約 200 万  $m^3$  の埋沈量になると推定された。これは航路泊地の維持を必要とし、維持浚渫の費用が毎年、少なからず継続的に必要になることを意味しており、財務的にもフィジビリティに影響を与える大きな要素である。西大堤を建設した場合は次の理由で、半島式防波堤の場合より埋没量は増大すると考えられるため、事前により正確に埋没量の問題を把握しておく必要がある。

- ① 西大堤と廟岭地区で囲まれた西方水域は潮流速が西大堤のない場合に比べ小さくなり東口から潮流とともに流入する浮遊砂が沈降して堆積量が増大する。
- ② 西大堤と廟岭地区で囲まれた西方水域は東西約 6 Km、南北約 3 Km と広大であり、この水域内で発生する波浪により底質が舞上ってより深い航路や泊地に沈降堆積する。
- ③ 当然のことながら西方への港湾の開発整備により、航路や泊地は増加するので堆積域が増大し埋没量も増大する。

これらの現象については中国側も把握すべく、南京水理研究所において固定床による西大堤が完成した場合の流況の変化について水理実験を行っている。又、数値計算も行なわれつつある。

しかし、西大堤の施工途中における流況の変化および、西大堤の建設途中における波浪による流れがもたらす埋没の状況や西大堤完成時の港内全域の埋没数値計算については行っていない。

そこで以下に述べる方法によって、想定されるケースを設定し、電算機を利用した数値計算を行い西大堤の建設に伴う港内埋没について現実の現象を出来るだけ把握し評価することにする。

### (2) 港内埋没の数値計算

#### 1) 数値計算のケース

##### (a) 西大堤建設途上における潮流計算

- ① 現況再現
- ② 西大堤 4000 m 完成後
- ③ 西大堤 6000 m 完成後
- ④ 西大堤全延長施工後

##### (b) 港内外航路・泊地埋没計算

- ① 埋没量公式の確定 (Bijker 公式のキャリブレーション)
- ② 西大堤 4000 m 完成後の航路泊地埋没計算
- ③ 西大堤完成後の航路泊地埋没計算

④ 西大堤6000m完成後の定性的な考察

2) 数値計算の方法

(a) 西大堤建設途上における潮流計算

流況の変化については次のフローに従って行う。

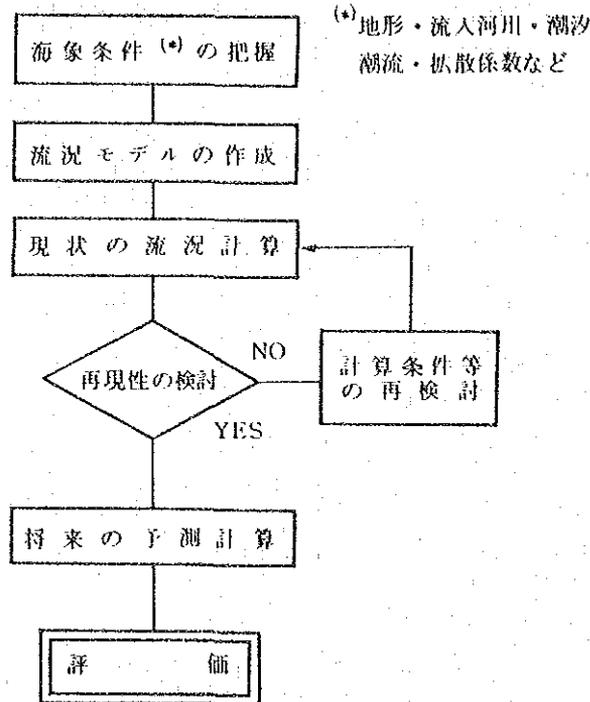


図8-16 流況変化予測手順

流況モデルについては、取扱いが比較的簡単であり平面的な流れを大略知ることに適した一層モデルを使用する。

数値解法については、ADI法(交互方向陰解法)を用いることとする。計算対象域としては図8-17 計算範囲の東西約16Km, 南北約4~8Kmで行う。

(b) 港内外航路泊地埋没計算

Bijker の埋没公式を用いて試験掘の測深結果から同公式のキャリブレーションを行う。このことにより当海域において適合性のよい式が得られる。

このようにして得られた埋没量計算式により航路の埋没計算を行う。その手順は図8-18 埋没計算の実施手順のとおりである。

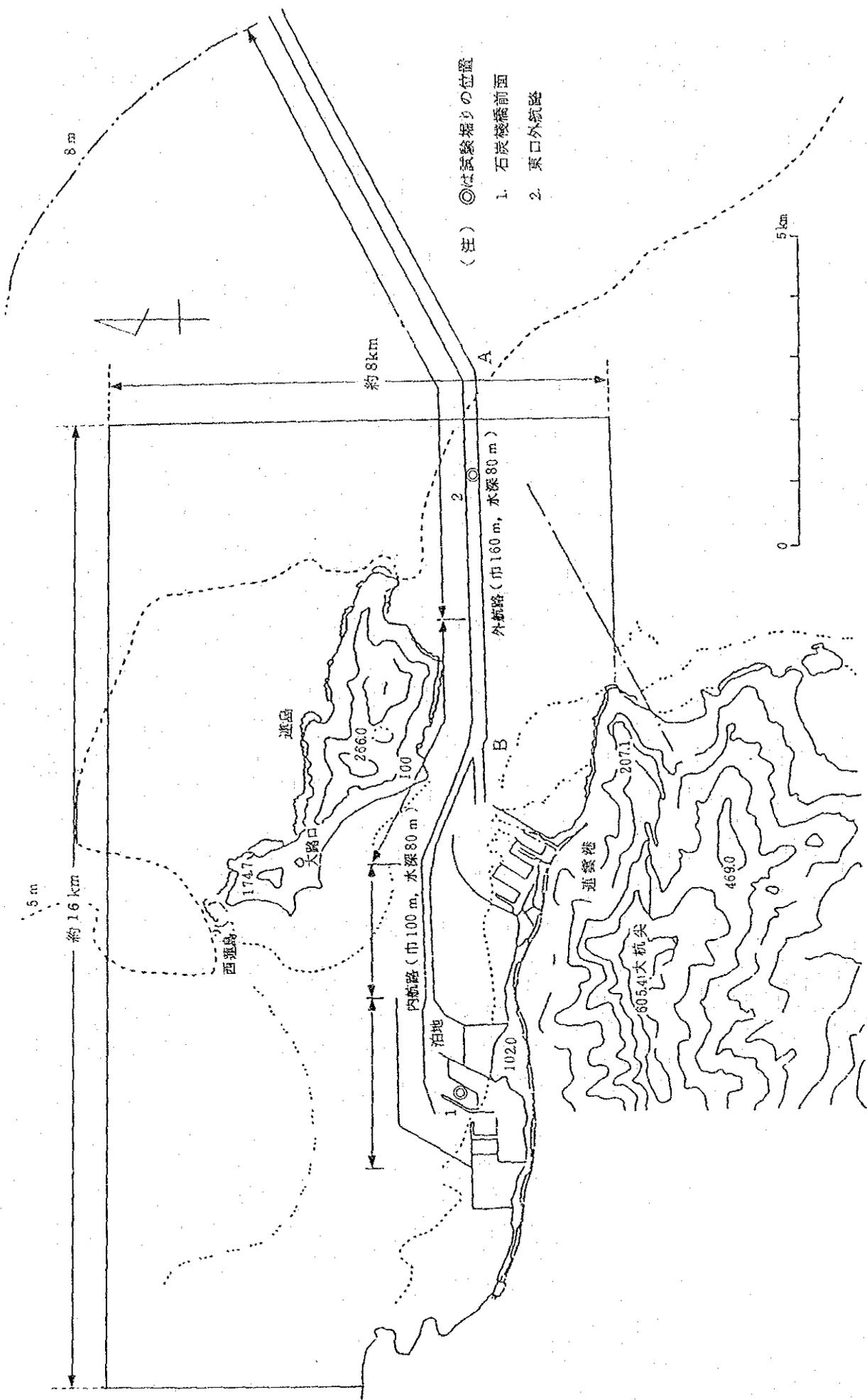


図8-17 計算の範囲

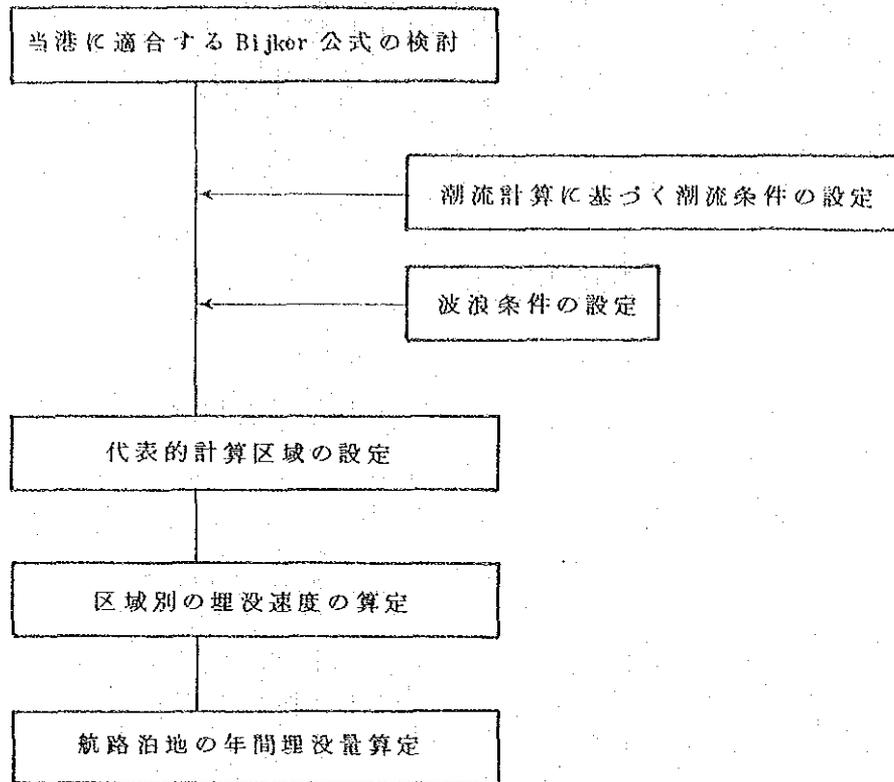


図 8 - 18 埋没計算の実施手順

キャリブレーションは、Bijker 公式中の粒径  $d$  と沈降速度  $w$  が試験掘の実績値に最も一致するよう設定することで行える。

### 3) 計算結果

#### (a) 西大堤建設途上及び完成時における潮流計算

当海域の流況は、1978年10月(大潮時)に観測された結果によると、下げ潮時には連島東側の海域で  $50\text{cm/s}$  程度の北流であり、また連島南側の海峡部では北西流となっている。これに対して上げ潮時には全体的に南～南東流となる(図 8 - 19)。

現況ケース(ケース 1)の潮流計算は、この観測結果を再現することを目的とし、次のような条件で行った。

表 8-30 潮流計算の入力諸元

諸元	
計算対象領域	図-9-2参照
格子間隔	300m
水深	海図より読み取り, 設定
タイムステップ	120秒
コリオリ係数	$f = 2\omega \sin \varphi$ $\varphi = 34.8^\circ$
海底摩擦係数	0.0026
開境界条件	開境界で強制水位による制御を行った。 水位変動の振幅は218cmであり, 領域 の西端と東端で位相差を与えている。

計算結果は、図8-20に示すように下げ潮時に西～北西流、上げ潮時に南～南東流となっている。また領域内の代表点において、潮流の観測結果と計算結果を潮流楕円によって比較した結果(図8-21)からも、現況の再現性は良好であると考えられる(図8-21の代表点R、Qで潮流楕円の長軸の値は計算値と実測値がほぼ一致している)。

将来ケース(ケース2～4)の潮流計算は、この現況ケースと同じ諸元を用い、西大堤の施工状況を地形条件として行った。計算結果によると、

- ① 西大堤4000m完成時(ケース2)では、西大堤の周辺部を除いて流況は現況と比べて大きく変化しない。ただし流速は西大堤の開口部周辺でやや増加し、海峡部(西連島と現港ではさまれた海域)でやや減少する傾向にある(図8-22)。
- ② これに対して西大堤全延長完成時(ケース4)をみると、港内では下げ潮時に東～南東流、上げ潮時に西～北西流であり、現況と逆の流向を示している。また港内流速も減少し、特に港湾奥部(西側)で著しい。(図8-24)
- ③ 西大堤6000m完成時(ケース3)はケース2とケース4の中間的な流況を示している。(図8-23)

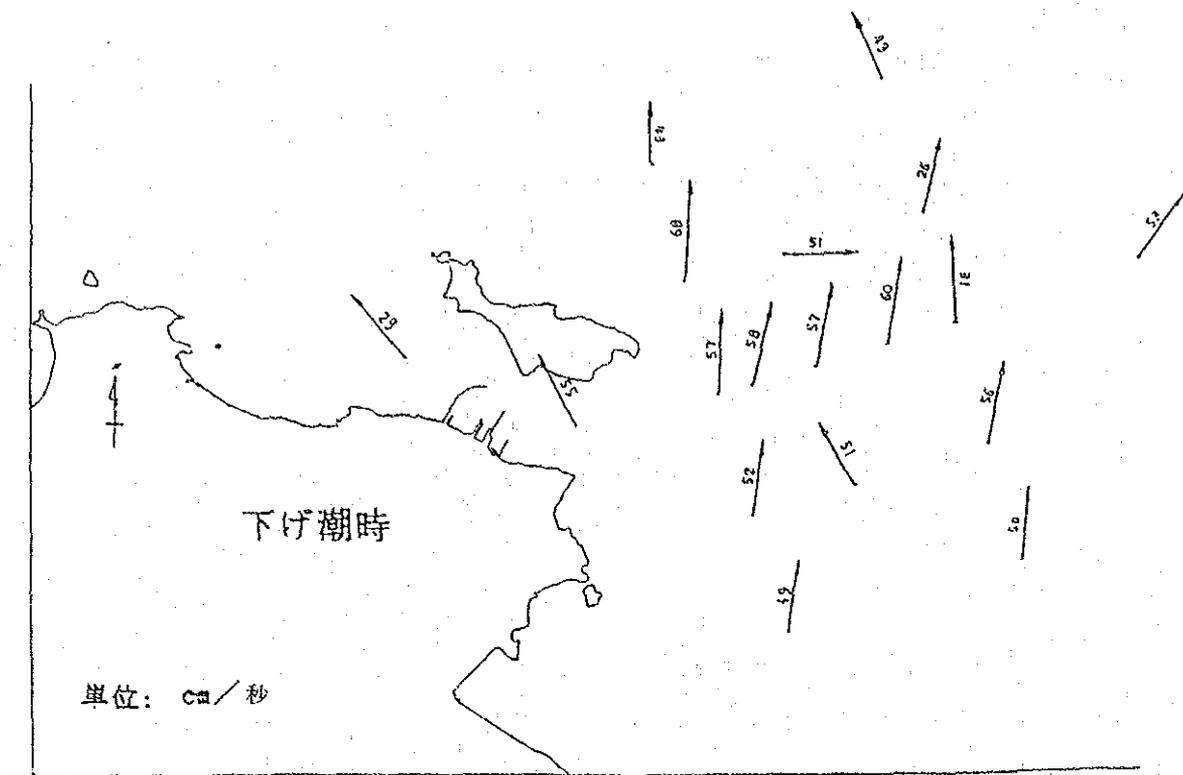


図 8-19-(1) 下げ潮時の実測流況 (1978年10月17日~18日)

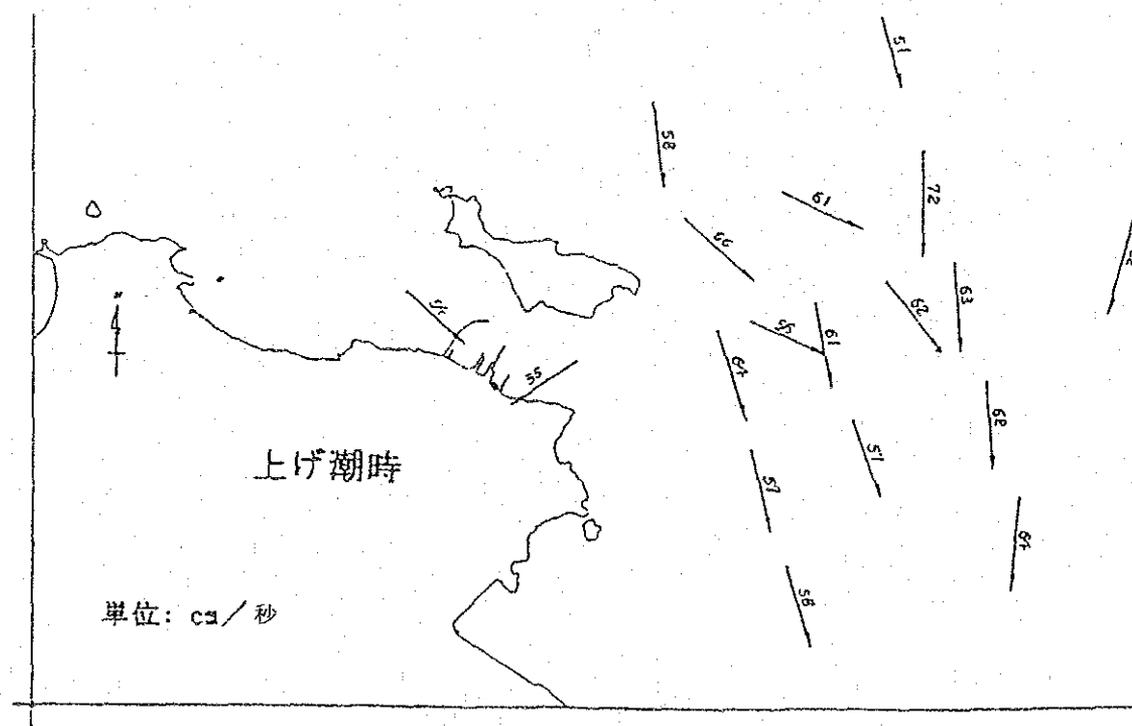


図 8-19-(2) 上げ潮時の実測流況 (1978年10月17日~18日)

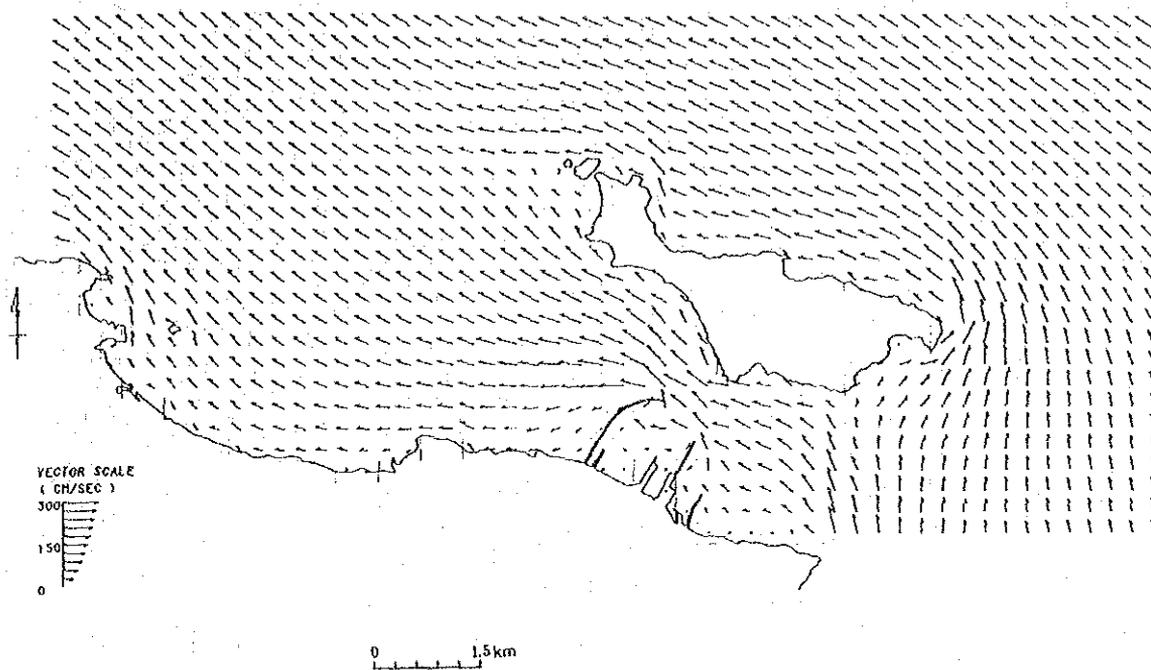


図 8-20-(1) 潮流計算結果 (ケース 1, 下げ潮時)

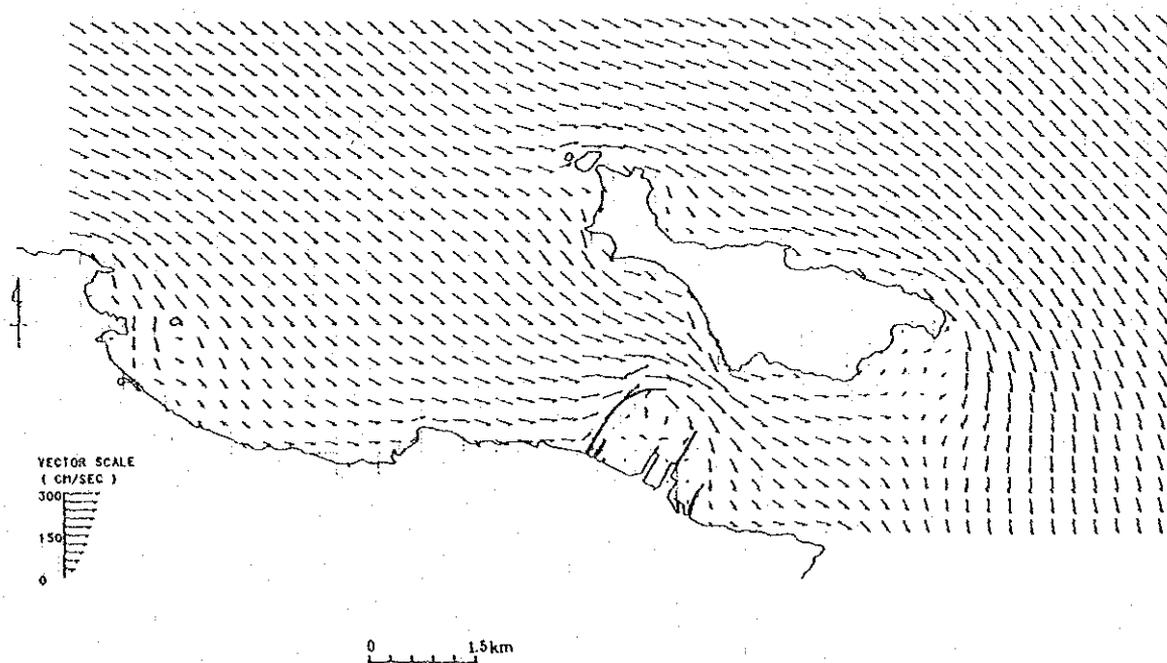
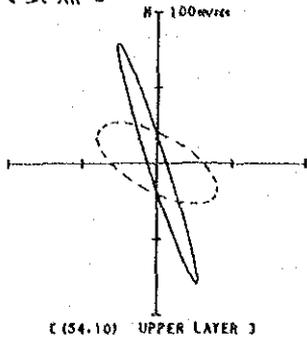
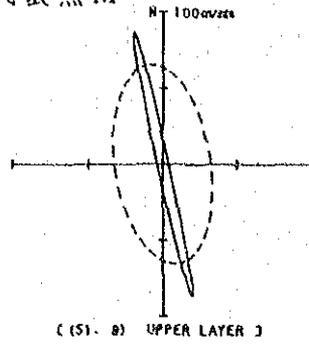


図 8-20-(2) 潮流計算結果 (ケース 1, 上げ潮時)

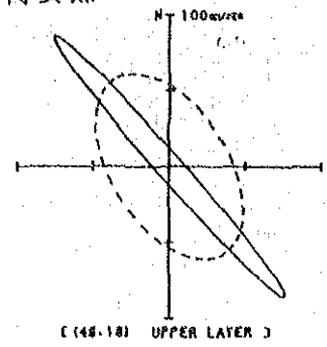
代表点 J



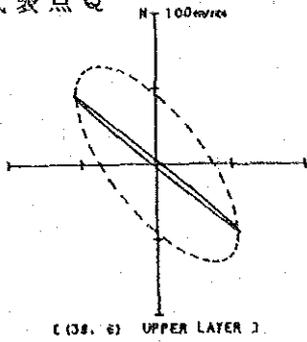
代表点 M



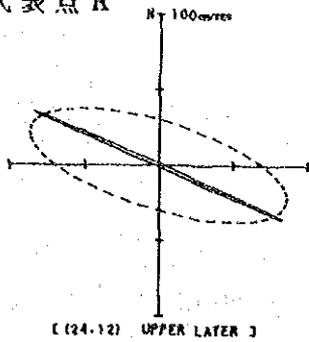
代表点 O



代表点 Q



代表点 R



実線：計算値

破線：観測値

<代表点位値>

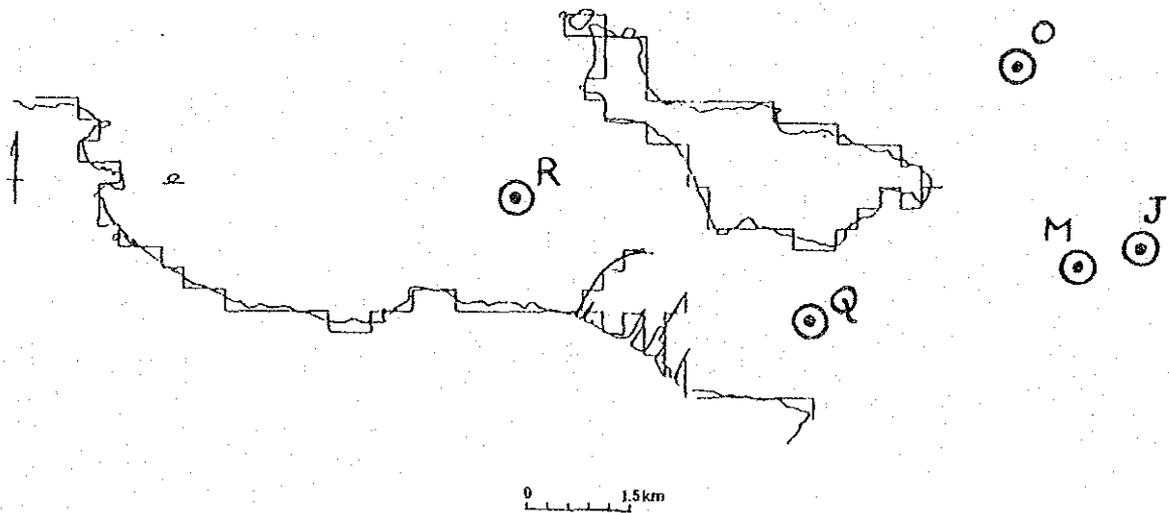


図 8 - 21 代表点における潮流楕円比較

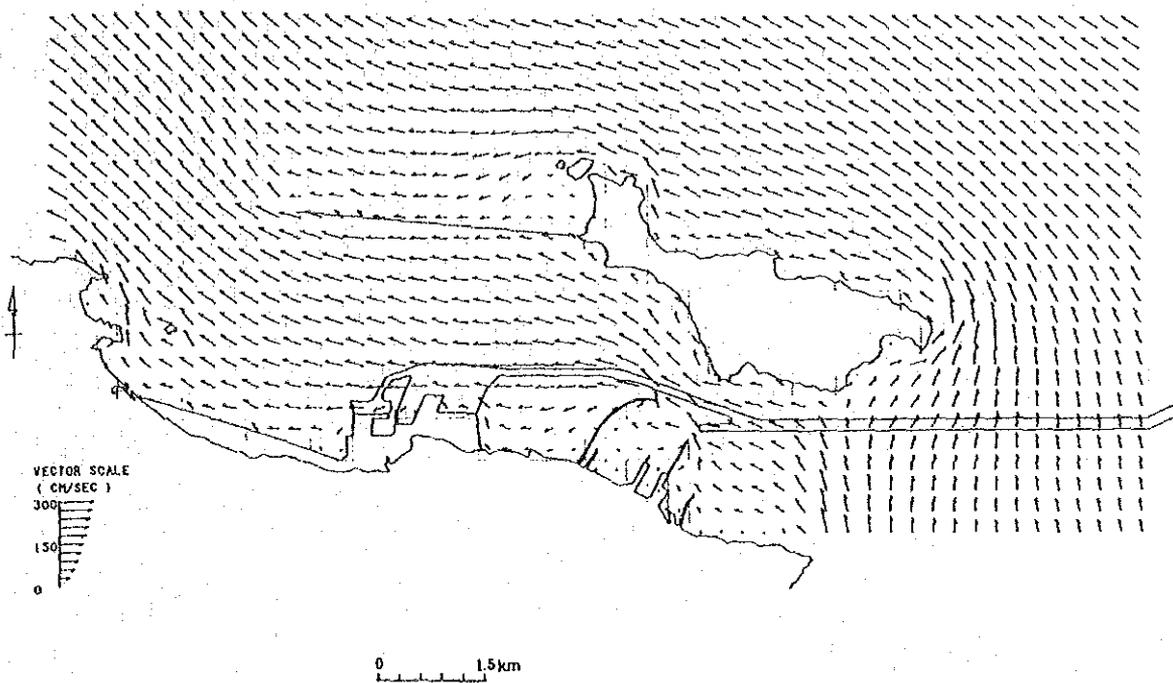


図 8-22-(1) 潮流計算結果 ( ケース 2, 下げ潮時 )

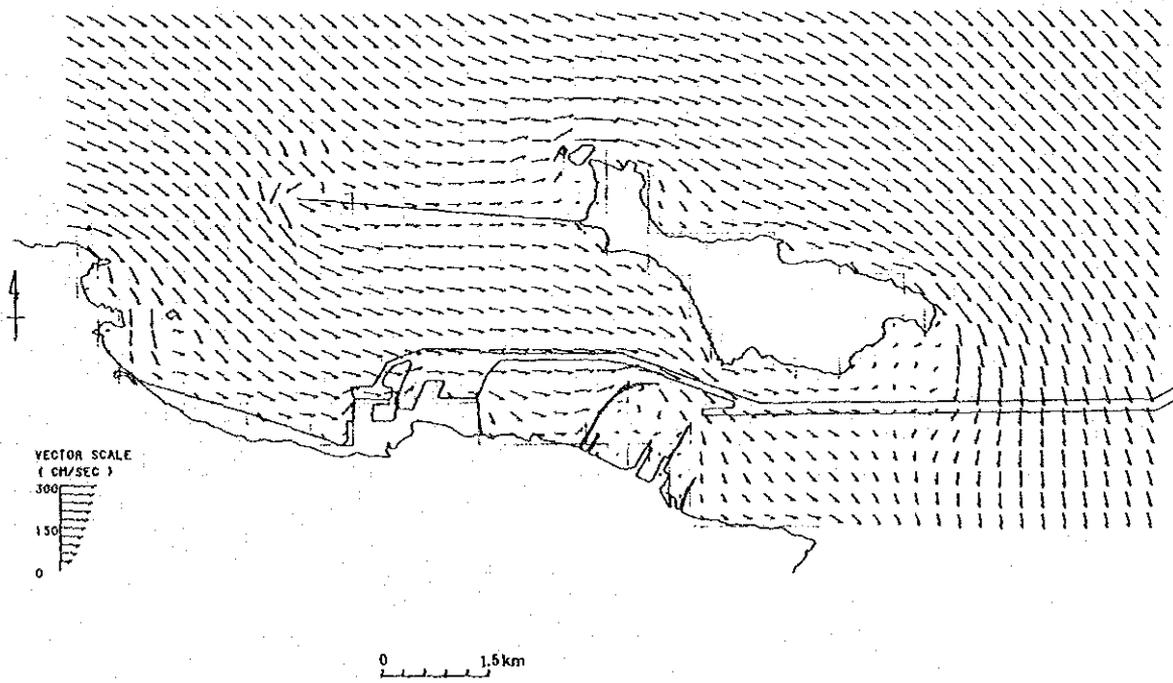


図 8-22-(2) 潮流計算結果 ( ケース 2, 上げ潮時 )

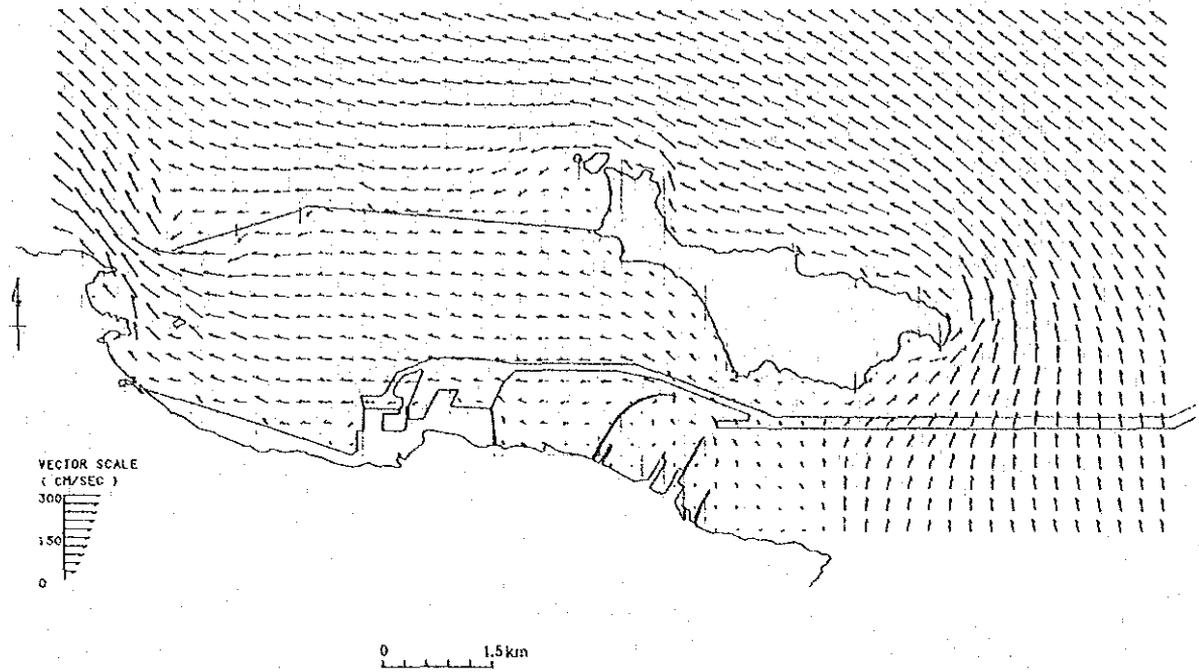


図 8-23-(1) 潮流計算結果 (ケース 3, 下げ潮時)

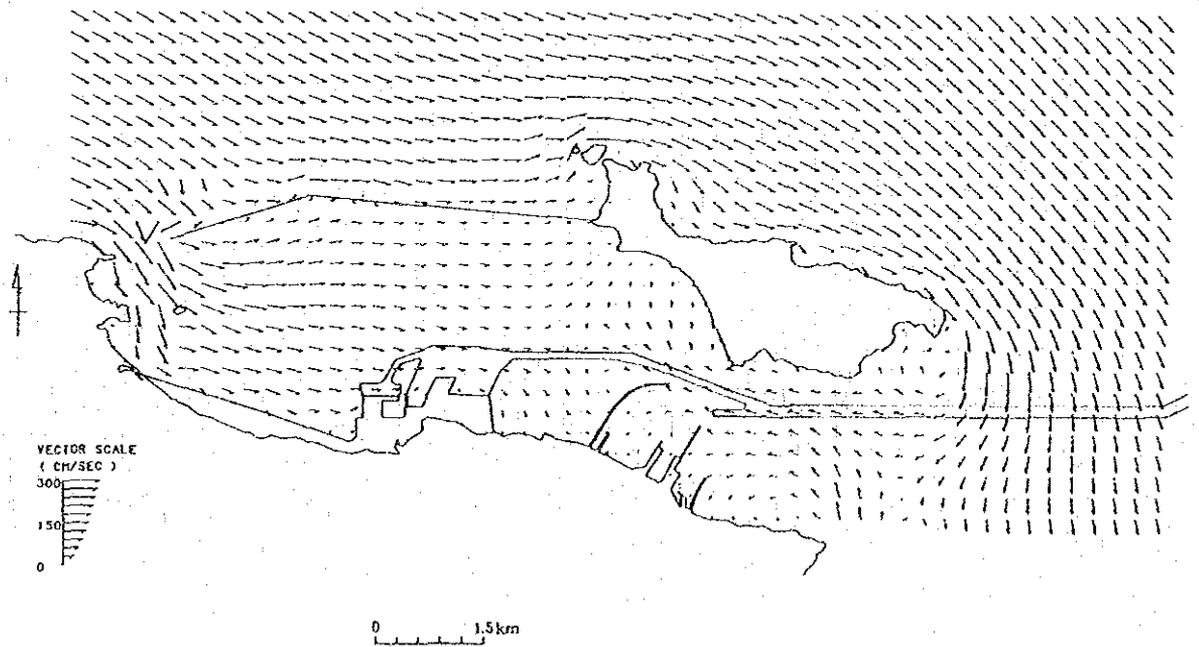


図 8-23-(2) 潮流計算結果 (ケース 3, 上げ潮時)

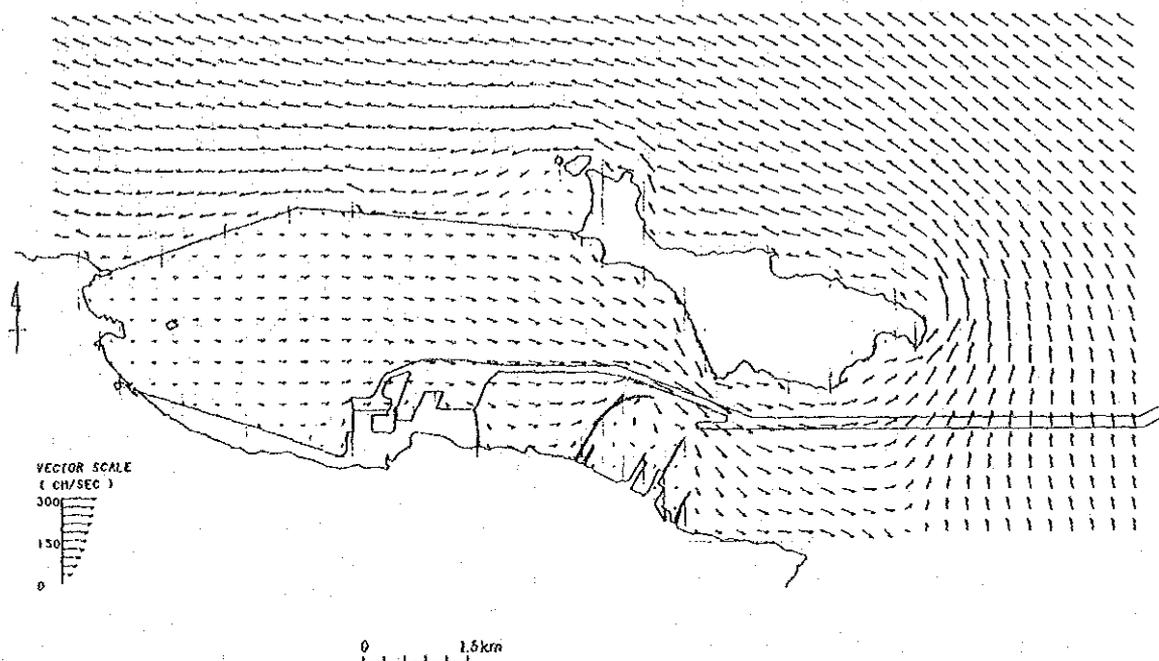


図 8-24-(1) 潮流計算結果 ( ケース 4, 下げ潮時 )

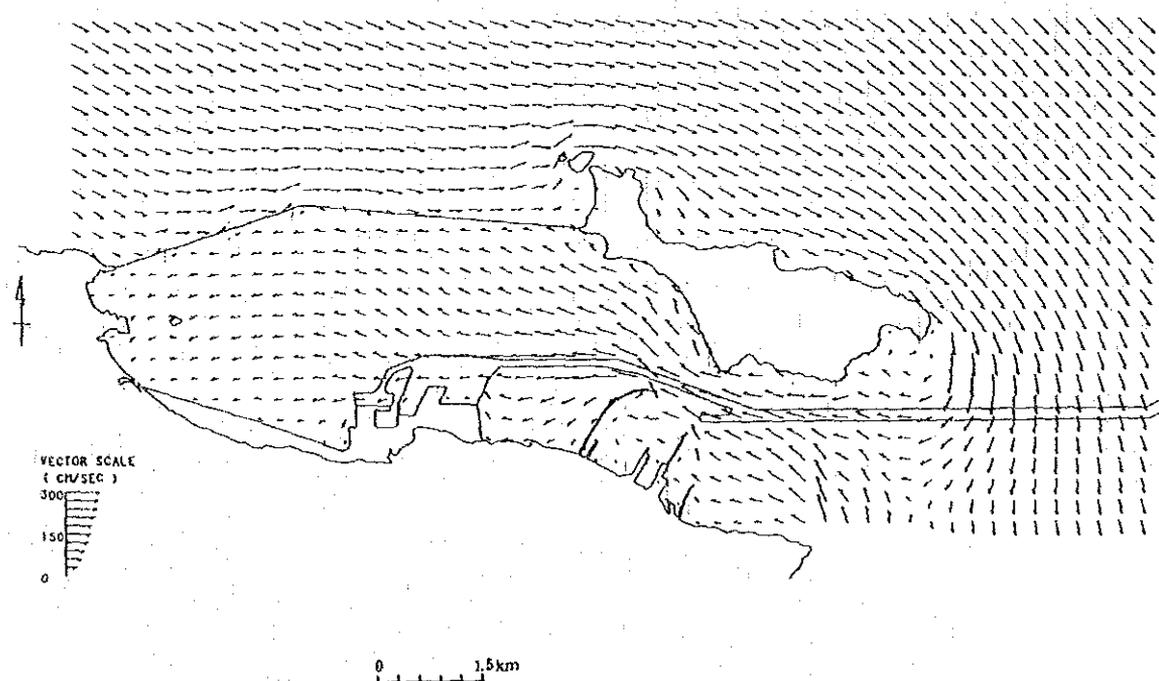


図 8-24-(2) 潮流計算結果 ( ケース 4, 上げ潮時 )

(b) 内外港航路泊地の埋没計算

① Bijker 公式のキャリブレーション

キャリブレーションの対象とした試験掘りとその測深は、

1. 第1期石炭埠頭前面 1983年7月~12月
2. 東口外航路 1978年9月~1981年3月

で行われている。(試験掘りの位置は図8-17参照)

測深結果から求められた平均埋没速度 (m/日) は次の通りである。

表8-31 試験掘りでの平均埋没速度

石炭埠頭前面	a) 1983.7.21~9.15	$2.2 \times 10^{-2}$ m/日
	b) 1983.9.16~10.12	$1.8 \times 10^{-2}$ m/日
	c) 1983.10.13~12.8	$7.5 \times 10^{-3}$ m/日
東口外航路	a) 1978.10~1979.10	$1.1 \times 10^{-3}$ m/日
	b) 1979.10~1980.10	$2.6 \times 10^{-3}$ m/日

これらの値を基に Bijker 公式のキャリブレーションを行った。

i) 波浪条件の設定

試験掘り地点の波浪諸元は、試験掘り地点と観測地点(西連島)の波高比から算定し、波高ランク毎にその出現回数と平均周期に整理した。観測値は  $H_{1/10}$  であるので、試験掘り地点の波高は次式で表わされる。

$$H_{1/3} = \frac{1}{1.27} \times K \times H_{1/10}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1/1.27 : H_{1/10} \text{ と } H_{1/3} \text{ の一般的な換算係数} \\ K : \text{波高比} \end{array} \right.$$

波高比は、不規則波の屈折係数の比として算出するが、屈折係数は到達成分波の係数を合成して求めた。これは、1波浪を適当な数の成分波に分割し、それぞれの成分波が沖波時点で持っていたエネルギー比とその屈折係数の積を純和して、合計値の平方根を不規則波の屈折係数とする方法である。ここでは、成分波の個数を7方向、3周期の2:1成分波としたが方向別のエネルギー比は下表に示す通りである。

表8-32 方向別成分波のエネルギー比

方向 Smax	-67.5°	-45.0°	-22.5°	0	+22.5°	+45.0°	+67.5°
10	0.05	0.11	0.21	0.26	0.21	0.11	0.05
25	0.02	0.06	0.23	0.38	0.23	0.06	0.02

.....風波

.....うねり

Smax は波の集中度をあらわす係数

表8-33-(1) 石炭埠頭試驗掘地点波浪条件

地点 代表 波高	a '83 7/21~9/14		b 9/15~10/11		c 10/12~12/8		全 期 間 7/21~12/8	
	出現回数	平均周期	出現回数	平均周期	出現回数	平均周期	出現回数	平均周期
0.2	199	2.50秒	80	2.50秒	189	2.50秒	468	2.50秒
0.3	15	3.65	3	4.37	17	4.31	35	4.03
0.5	8	4.58	4	5.45	10	4.38	22	4.63
0.7	3	4.87	6	5.32	6	4.73	15	4.99
0.9	2	4.80	5	5.46	6	4.92	13	5.11
1.1	1	3.30	3	5.37	3	5.07	7	5.32
1.3			2	6.25	1	5.00	3	5.20
1.5								
1.7								
1.9								
2.1			1	6.90			1	6.90
2.3								

表8-33-(2) 東口外航路試驗掘地点波浪条件

代表 波高	出現回数	平均周期
	0.2	1,067
0.3	683	3.53
0.5	572	4.01
0.7	186	4.49
0.9	194	4.72
1.1	109	4.91
1.3	44	5.27
1.5	30	5.33
1.7	16	5.69
1.9	10	6.04
2.1	4	5.95
2.3	5	6.66

ii) 潮流条件の設定

潮流については、現況潮流計算結果より当該地点の最大流速を求め、それが正弦的に変化するものとして平均流速 $\bar{v}$ を、

$$\begin{cases} \text{石炭埠頭前面では} & \bar{v} = 32 \text{ cm/s} \\ \text{東口外航路では} & \bar{v} = 57 \text{ cm/s} \end{cases}$$

と与えた。

iii) 浮遊砂の沈降速度 $w$ 、粒径 $d$ は当港では $w = 0.5 \text{ mm/s}$ 、 $d = 0.03 \text{ mm}$ 程度と推定されている(南京水理研究所)が、ここでは、

$$w = 0.2, 0.5, 1.0, 2.0 \text{ mm/s}$$

と、これに対応する、

$$d = 0.02, 0.03, 0.04, 0.06 \text{ mm}$$

を与えて埋没量の変化を検討した。<sup>\*)</sup>

図8-25に石炭埠頭前面における平均埋没速度の計算値と実測値との関係を示す。これによると埋没速度は各測深期間で大きな違いを持たない結果となっているが、試験掘り直後の埋没には、水路の法面の崩れ等による埋没が相当含まれているものと考えられるので、長期間の維持浚渫を考慮するならば、調査の後半で計算値と実測値が一致する場合(期間C)の $d = 0.0265 \text{ mm}$ を今回の予測に用いる粒径とするのが適当であるとした。この場合、沈降速度は $0.4 \text{ mm/s}$ とした。

\*) 粒径と沈降速度の関係はRubeyの式を基に設定した。これは、

$$w = \sqrt{sgd} \cdot \left( \sqrt{\frac{2}{3} + \frac{36\nu^2}{sgd^3}} - \sqrt{\frac{36\nu^2}{sgd^3}} \right)$$

$s = \sigma / \rho - 1$  ( $\sigma$ : 粒子密度,  $\rho$ : 海水の密度)

$g$ : 重力加速度,  $d$ : 粒径,  $\nu$ : 海水の動粘性係数

である。

埋没速度 (m/日)

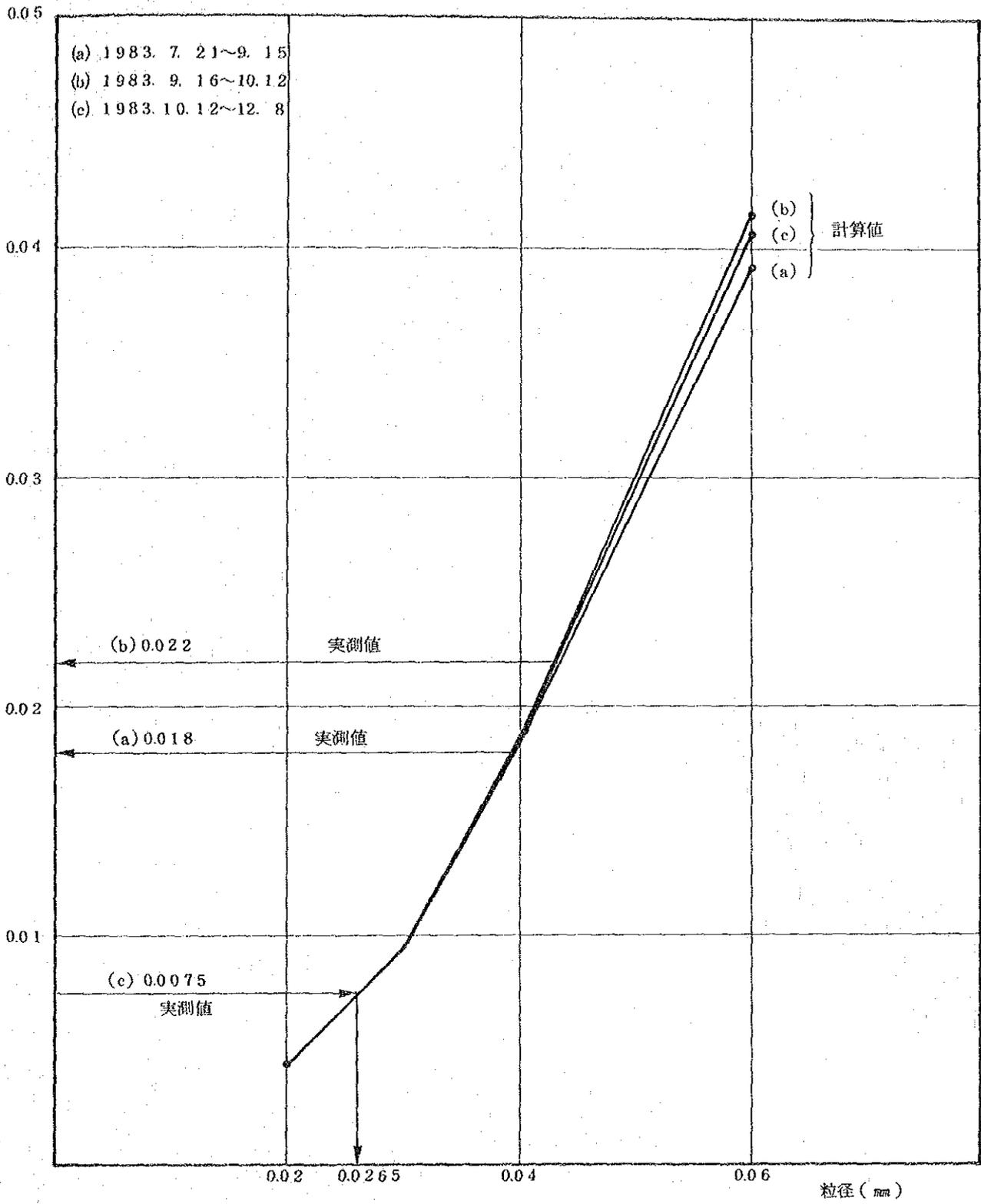


図8-25 石炭埠頭前面試験掘りにおける埋没速度の各粒径毎の実測値と計算値の比較

② Bijker 公式による埋没量の算定

①で検討を加えた Bijker 公式により、西大堤建設時の港内外航路泊地の埋没量を計算した。

潮流計算結果より得られた潮流の流軸方向が、それぞれ分割した航路・泊地内ではほぼ一定と見做せるように配慮して、図 8-26 に示すような分割区域を設定した。次に潮流は、潮時によって変動することを考慮して、上げ潮時の代表流向・流速、下げ潮時の代表流向・流速を潮流計算結果より求めて与えた。さらに波浪は港内発生波<sup>※)</sup>も考慮して図 8-27, 表 8-34(1), (2)に示す値を与えた。

---

※) 波浪は港外からの進入波と港内発生波を合成したものを与えた。進入波は、地点毎に観測地点に対する波高比を求めて、観測値から換算した。波高比は港内静穏度プログラムにより、回折と 1 次反射を考慮したものである。港内発生波は、西大堤全完成時の形状で有効フェッチを求め、ウィルソンの 6.5 年式による SMB 法によって算出した(風データは波浪観測所のものを用いた)。合成方法は相方の波向が 2 方向以内で一致するときは合成し、それ以外の場合はエネルギーの大きい方の諸元を採用した。

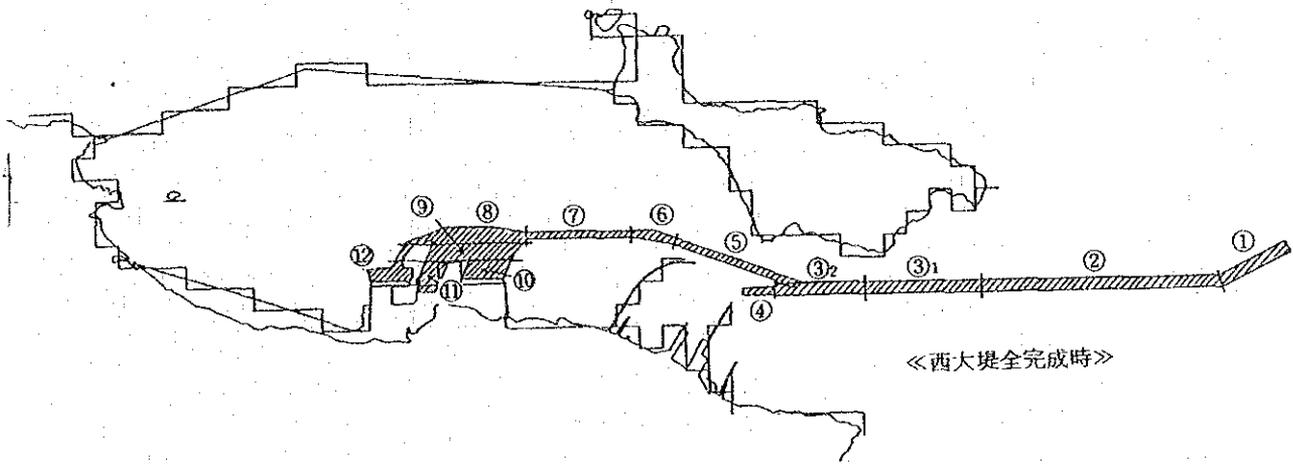
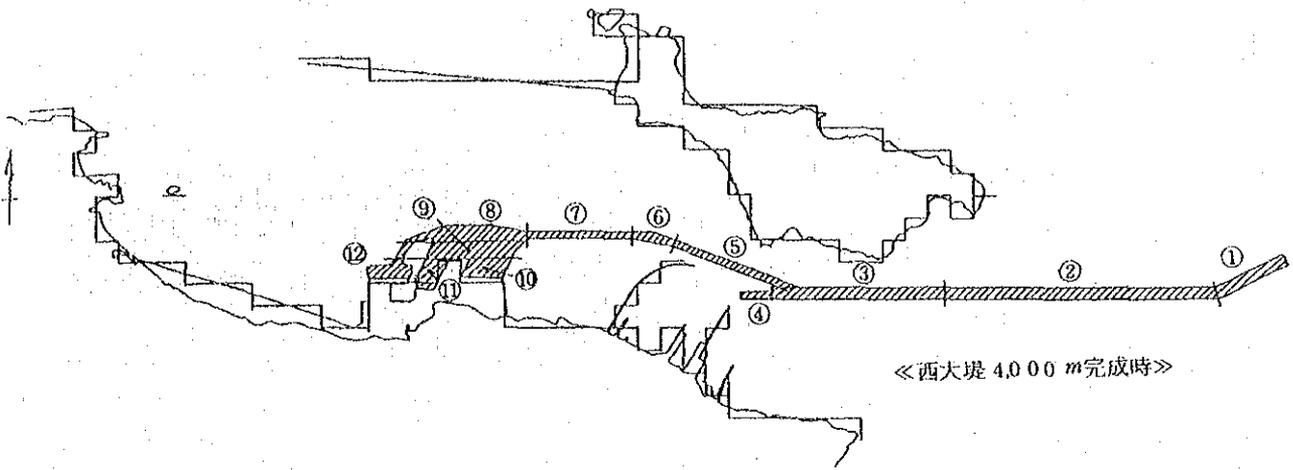


図8-26 航路泊地の分割

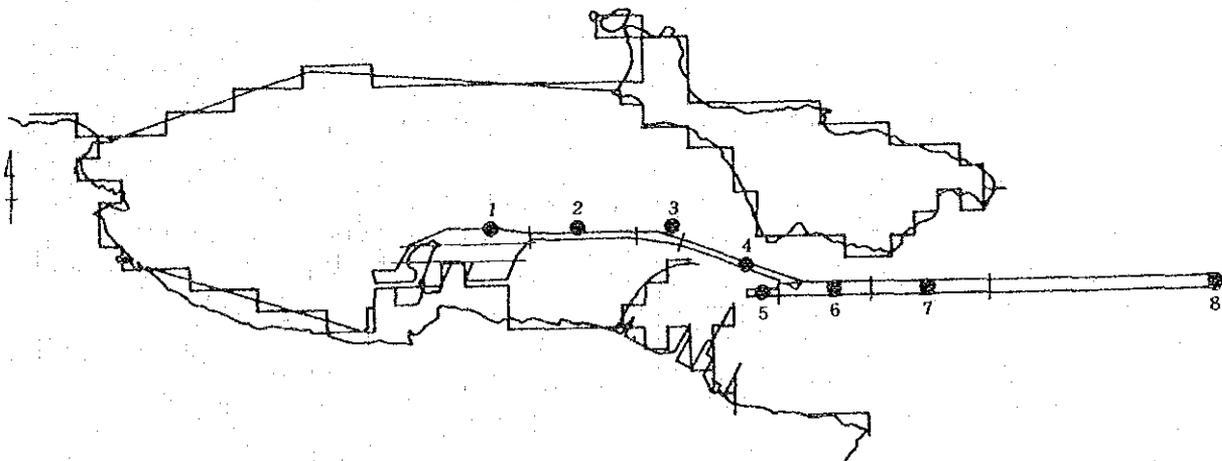


図8-27 波浪条件の設定地点位置

表8-34-(1) 地点别波浪条件(西大堤4000m完成時)

地点 代表 波高	1		2		3		4		5		6		7		8	
	出現 回数	平均 周期 秒														
0.2	1801	2.74	1927	2.70	1906	2.70	1639	2.65	1515	2.36	1298	2.34	1143	1.99	1069	2.88
0.3	912	2.64	854	2.52	870	2.94	992	3.32	1050	3.48	1129	3.44	1038	3.39	681	3.53
0.5	160	3.50	115	2.97	119	3.37	233	3.79	277	4.06	363	4.18	444	4.22	572	4.01
0.7	36	3.85	23	3.09	22	3.41	41	4.68	51	4.87	80	4.93	163	4.83	189	4.48
0.9	8	4.39	1	2.07	2	3.52	11	4.73	20	5.04	29	4.86	83	5.10	199	4.75
1.1	3	5.80			1	4.80	3	4.60	5	5.44	17	5.79	30	5.14	117	4.95
1.3									1	5.20	2	5.40	10	5.43	36	5.34
1.5							1	4.80			1	5.20	4	6.65	34	5.45
1.7									1	4.80			4	6.62	9	5.73
1.9															9	6.03
2.1											1	4.80			1	5.20
2.3													1	4.80	4	6.52

表8-34-(2) 地点别波浪条件(西大堤全完成時)

地点 代表 波高	1		2		3		4		5		6		7		8	
	出現 回数	平均 周期 秒														
0.2	1855	2.32	1921	2.60	1911	2.64	1651	2.58	1530	2.34	1340	2.35	1148	1.95	1069	2.88
0.3	910	1.93	859	2.53	869	2.96	989	3.31	1040	3.49	1122	3.45	1048	3.39	681	3.53
0.5	139	2.48	124	2.93	114	3.45	227	3.81	274	4.08	334	4.14	443	4.22	572	4.01
0.7	16	2.58	16	3.34	23	3.77	38	4.77	49	4.95	76	4.87	159	4.86	189	4.48
0.9	4	2.65	1	2.88	2	3.52	11	4.73	20	5.04	32	5.19	75	5.11	199	4.75
1.1					1	4.80	3	4.60	5	5.44	12	5.32	28	5.12	117	4.95
1.3									1	5.20	2	5.40	11	5.58	36	5.34
1.5							1	4.80			1	5.20	4	6.75	34	5.45
1.7									1	4.80			3	6.33	9	5.73
1.9															9	6.03
2.1											1	4.80			1	5.20
2.3													1	4.80	4	6.52

各区域毎の年間埋没量は表 8-35 に示す通りであり、航路泊地全体の合計は、

西大堤 4000 m 完成時では  $3,250,000 \text{ m}^3/\text{年}$

西大堤全完成時では  $2,670,000 \text{ m}^3/\text{年}$

となる。また、西大堤 6,000 m 完成時には、流況は西大堤 4,000 m 完成時と全完成時の中間的な状況にあることから、埋没量もこの 2 つ値の間にあるものと考えられる。

表 8-35 埋没量計算結果

西大堤 4000 m 完成時		西大堤全完成時	
区 分	埋没量 ( $\text{m}^3/\text{年}$ )	区 分	埋没量 ( $\text{m}^3/\text{年}$ )
①	526,000	①	526,000
②	497,000	②	463,000
③	361,000	③ <sub>1</sub>	166,000
		③ <sub>2</sub>	228,000
④	40,000	④	44,000
⑤	221,000	⑤	229,000
⑥	117,000	⑥	118,000
⑦	214,000	⑦	210,000
⑧	466,000	⑧	309,000
⑨	460,000	⑨	184,000
⑩	147,000	⑩	91,000
⑪	106,000	⑪	55,000
⑫	95,000	⑫	48,000
計	3,250,000	計	2,671,000

(c) 内外港航路泊地埋没計算のノモグラフ

その例を附録 I-4 に集録した。

(d) 港内全域埋没量分布計算

移流拡散式を用いた港内全域の埋没量分布計算結果を附録 I-5 に集録した。

(3) 埋没量の評価

この埋没土量の計算結果の港湾建設計画への活用にあたっては、以下の点に留意する必要がある。

- ① 本計画の基礎データとして用いた試験掘結果は、ある特定の年の海象による結果である。したがって、年毎に海象の変化があるとすれば、それに従って埋没土量も変化する。
- ② この埋没土量は年間総計を示すものである。実際には海象により局所的、一時的に著しい埋没が生ずるので、そのことを考慮に入れた作業船の配慮が必要である。

- ③ 航路泊地開削直後の年は、この年間埋没総量は多いものとみられ、少なくとも5割増を考慮しておく必要がある。
- ④ コンテナバース前面泊地の台風時の急速な埋没があることが懸念される。これを防ぐには泊地東側の浅瀬に防波堤をつくることが考えられるが、その必要性を明確にするために特に潮位が比較的低いときの波による底泥移動量に関する調査を実施することが望ましいものと思われる。
- ⑤ 西大堤4000m完成時には、波浪条件の変化により無視できない海浜流が港内で発生すると予想される。したがってこの時には計算結果を上回る埋没が生ずることも考えられる。

# 第9章 經濟分析



## 第9章 経済分析

### 9-1 目的

本章では、前章までに記した、1990年を目標とする連雲港の木材、穀物、コンテナ各バース建設のための投資規模および運営計画が、中国の国民経済的な観点からみて適切であるかどうかを検討する。

### 9-2 分析手法

#### (1) 便益・費用分析

本プロジェクトの評価には、いわゆる便益・費用分析を用いる。

本プロジェクトを実施するためには、建設費および供用開始後の管理運営費が必要となる。

一方、本プロジェクトの成果を利用できるようになれば、従来と比較して中国の国民経済にさまざまな利便が生じる。これを便益として捉え、数量化して両者を比較する。

#### (2) 分析項目

##### 1) 費用項目

###### ① 投資

港湾土木施設、荷役機械、建築物、給排水・供電・通信等施設、作業船・機械、測量試験機器、鉄道施設、航路標識等の投資時期と投資金額

###### ② 管理運営費

投資された諸施設、設備を管理運営するのに必要となる人件費、維持費等の経費

##### 2) 便益項目

本プロジェクトを実施することによって発生する諸便益のうち数量化できるもの（滞船費用節減便益、貨物輸送時間節減便益）

### 9-3 取扱い貨物量

前述の便益・費用分析を行なうにあたり、分析の基礎となる数量が将来の取扱い貨物量である。

本プロジェクトで取扱う貨物量は次表に示す1990年の貨物量を基本とし、1990年以降も同じ量を取扱うものとする。

表 9-1 1990年取扱い貨物量

(単位：万トン)

貨物品目	年間取扱い量
木 材	120
穀 物	150
雑 貨	470
(うち、コンテナ)	(150)

#### 9-4 前提条件

経済分析を行なうにあたっては以下を前提条件とした。

- 1) 為替レート：1 RMB ¥ = 125円とする。
- 2) インフレーション：30年間(プロジェクト・ライフ)の予測には無理があり、予測をまちがえれば、経済評価を著しく歪める恐れがあるため、1983年調査時点の価格を基準価格とし、インフレーションについては考慮しない。
- 3) スケジュール：工事期間は1985年～1989年の5年間とし、1990年から供用開始となるものとする。又、プロジェクトライフは1985年～2014年の30年間とする。
- 4) 防 波 堤：半島式防波堤と西大堤のケースについて各々検討した。

#### 9-5 経済コストの考え方

以上の前提条件に基づき各分析項目毎に経済コストを算出すると以下の通りとなる。

##### (I) 投資額

積算された工事費(財務コスト)に次のような調整を加え、経済コストを推計した。

- 1) 税金：中国国内での移転項目であるため、経済コストの計算より除外する。

##### ① 外貨部分

財務コスト積算時に、輸入関税・工商統一税は免除として既に除外してあるので、調整は不要である。

##### ② 内貨部分

(i) 国内資機材については、工商統一税は5%であることから、財務コスト÷1.05を経済コストとする。

(ii) 国内人件費については、月収801元以上の者に対し所得税が課されるが、本プロジェクトに関する人件費については、概ね課税対象外であると考えられるので調整は行わない。

2) 再投資

投資されたすべての資産は表9-4の耐用年数が経過した翌年に同額の再投資を実施するものとする。

3) 残存価額の計上

設定された30年のプロジェクトライフは分析上の期間であって港湾施設は、それ以降も運営され続けるので、プロジェクト最終年に投下償却資本の未償却残高と残存価額として全額計上する。

以上を前提として投資額を算出すると表9-2の通りとなる。

表9-2 初期投資額

(半島式防波堤の場合)

(単位:万円)

工事種類	工事期間	1985	1986	1987	1988	1989	合計
港湾土木施設		3,451	7,538	10,520	8,075	3,713	33,297
荷役機械					1,106	9,077	10,183
建築物		1,104	1,104		537	1,060	3,805
給排水・供電・通信等施設					645	851	1,496
作業船・機械		3,599	379			1,887	5,865
測量試験機器		106					106
鉄道施設				1,184	1,822	873	3,879
航路標識						174	174
その他		1,922	1,921				3,843
小計		10,182	10,942	11,704	12,185	17,635	62,648
諸経費		3,055	3,283	3,511	3,556	5,290	18,795
技術協力費		252	172	168	65	51	708
予備費		1,018	1,094	1,170	1,219	1,763	6,264
合計		14,507	15,491	16,553	17,125	24,739	88,415

(西大堤の場合)

(単位:万円)

工事種類	工事期間	1985	1986	1987	1988	1989	合計
港湾土木施設		5,966	9,478	12,756	12,436	8,074	48,710
荷役機械					1,106	9,077	10,183
建築物		1,104	1,104		537	1,060	3,805
給排水・供電・通信等施設					645	851	1,496
作業船・機械		4,287	379			1,887	6,553
測量試験機器		106					106
鉄道施設				1,184	1,822	873	3,879
航路標識						174	174
その他		2,758	2,759				5,517
小計		14,221	13,720	13,940	16,546	21,996	80,423
諸経費		4,266	4,116	4,182	4,964	6,599	24,127
技術協力費		252	172	168	65	51	708
予備費		1,422	1,372	1,394	1,655	2,200	8,043
合計		20,161	19,380	19,684	23,230	30,846	113,301

## (2) 管理運営費

積算された財務コストに次のような調整を加え、経済コストを推計した。

### ① 人件費

前述の通り、本プロジェクトに関係する人件費については概ね所得税の課税対象外であると考えられるので調整は行なわない。すなわち、人件費単価は交通部からのヒアリングにより財務分析同様 100元/人・月とした。尚、本プロジェクトの実施により増加する人員数は表9-3の通りである。

表9-3 部門別人員数

(単位：人)

部 門	現在人員数	増加人員数	将来人員数
港 湾 関 連 管 理 部 門	126	63	189
港 湾 関 連 サ ー ビ ス	1,529	758	2,287
作 業 区	5,355	3,567	8,922
小 計	7,010	4,388	11,398
非 港 湾 関 連	377	0	377
合 計	7,387	4,388	11,775

### ② 資産額

維持修繕費等算出の基準となる資産額については、財務コストの国内資機材にかかる工商統一税5%を除外して経済コストとした。これを前提として資産額、償却年数、減価償却額をまとめたものが表9-4である。

表 9-4 資産額，償却年数，減価償却費

(半島式の場合)

科 目	資 産 額 ( 万 元 )	償 却 年 数 ( 年 )	減 価 償 却 費 ( 万 元 )
土 地	9,058	—	—
建 物	7,123	30	237
構 築 物 (I)	21,258	—	—
構 築 物 (II)	5,513	—	—
構 築 物 (III)	2,982	50	60
鉄 道	3,879	25	155
機 械 ・ 装 置	6,971	15	465
車 両 ・ 運 搬 具	1,293	30	43
船 舶	4,572	25	183
計	62,648	—	1,143

(西大堤の場合)

科 目	資 産 額 ( 万 元 )	償 却 年 数 ( 年 )	減 価 償 却 費 ( 万 元 )
土 地	9,058	—	—
建 物	7,123	30	237
構 築 物 (I)	36,670	—	—
構 築 物 (II)	7,189	—	—
構 築 物 (III)	2,982	50	60
鉄 道	3,879	25	155
機 械 ・ 装 置	6,971	15	465
車 両 ・ 運 搬 具	1,293	30	43
船 舶	5,260	25	210
計	80,423	—	1,170

注) (1) 土地とは埋立である。

(2) 建物とはサイロ及び建築物である。

(3) 構築物Ⅰとは防波堤，岸壁・護岸，航路，大型臨時的施設等の土木施設である。

(4) 構築物Ⅱとは給排水，供電・通信等施設，航路標識等である。

(5) 構築物Ⅲとは道路，ヤード舗装である。

(6) 機械・装置とは荷役機械，測量試験機器である。

(7) 車両・運搬具とはディーゼル機関車，自動車であるが，償却年数等についてはディーゼル機関車の数字を採用した。

以上を前提として，管理運営費を次のとおり推計した。

1) 港務管理費

① 人件費

本プロジェクトの実施によって増加する港湾関連管理部門の人件費とする。すなわち，年間人件費は8万円となる。(100元/人・月×12月×63人)

## ② 維持修繕費

維持修繕費に関しては直接採用できるデータがなかったため、日本の過去の維持修繕費の実績を参考に年間減価償却費の10%とする。すなわち、年間維持修繕費は半島式防波堤の場合は114万元、西大堤の場合は117万元となる。

## ③ 維持浚渫費

シミュレーションの結果から、連雲港の年間必要浚渫量は半島式防波堤の場合は200万 $m^3$ 、西大堤の場合は270万 $m^3$ 、又浚渫費は4元/ $m^3$ とする。すなわち、年間維持浚渫費は半島式防波堤の場合は800万元、西大堤の場合は1,000万元となる。

## ④ その他港務管理費

過去の実績を参考に上記、人件費、維持修繕費の合計の6%とする。すなわち、年間のその他港務管理費は半島式防波堤の場合、西大堤の場合も7万元となる。

以上より、港務管理費は半島式防波堤の場合は年間929万元、西大堤の場合は年間1,132万元とした。

## 2) 営業関係費

### ① 人件費

本プロジェクトの実施によって増加する港湾関連サービス、及び作業区の人件費とする。すなわち、年間人件費は519万元となる(100元/人・月×12月×4325人)。

### ② その他営業関係費用

過去の実績を参考に人件費及び減価償却費の33.3%とする。すなわち、年間のその他営業関係費用は半島式防波堤の場合は553万元、西大堤の場合は563万元となる。

以上より、営業関係費は半島式防波堤の場合は年間1,072万元、西大堤の場合は年間1,082万元とした。

又、1)港務管理費と2)営業関係費より、管理運営費は半島式防波堤の場合は年間2,002万元、西大堤の場合は年間2,214万元とした。

注) 借入金に対する利子、減価償却費はそれぞれ、移転項目、金融的操作にすぎないことから経済分析からは除外した。

## 9-6 便益の考え方

国民経済的な立場からみて、本プロジェクトの実施が中国の国民総生産に貢献する便益としては、滞船費用節減便益、貨物輸送時間節減便益、雇用促進便益、地域開発便益、国内産業育成便益等が考えられる。

しかしながら、上記の諸便益のうち、滞船費用節減便益、貨物輸送時間節減便益を除いては、数量化が困難であることから、本プロジェクトの経済分析においては、以下の通り、滞船費用節減便益、貨物輸送時間節減便益について検討する。

(1) 木材、穀物、コンテナの各バース

1) 滞船費用節減便益

前述の1990年取扱い貨物量を前提として、本プロジェクトを実施した場合と、実施しなかった場合の滞船状況を比較し、その差を滞船費用節減便益として捉える。すなわち、

$$\text{滞船費用節減便益} = \text{滞船費 (元/船・日)} \times \text{年間隻数 (船)} \times \text{平均滞船解消日数 (日)}$$

① 滞船費

一般的に滞船費は船型毎に異なるため、本プロジェクトの対象貨物である、木材、穀物、雑貨別の平均船型及び平均積載量を過去の実績データから算定した。尚、本プロジェクトを実施した場合には、船舶が大型化することも予想されるが、経済評価としては、将来とも平均船型、平均積載量は同じものとして便益を算定した。

② 年間隻数

1990年の取扱い貨物量と平均積載量から対象貨物別年間隻数を算出した。

③ 滞船解消日数

以上を前提として、本プロジェクトを実施した場合と実施しなかった場合について、コンピューター・シミュレーションを行ない、それぞれの平均滞船日数を算出し、その差を滞船解消日数として捉えた。

その結果をまとめたものが次表9-5である。

表 9-5 滞船解消便益

対象貨物	平均船型 (DWT)	平均積載量 (t)	滞船費 (元/船・日)	年間隻数 (船)	平均滞船解消日数 (日)	滞船解消便益 (万元)
木 材	25,000	20,000	21,206	60	30	3,817
穀 物	31,000	30,000	22,502	50	30	3,376
雑 貨	15,000	11,400	12,220	147	30	5,389
雑 物	5,000	3,000	4,073	1,010	30	12,341
合 計	-	-	-	-	-	24,923

注) (1) 滞船費は運輸省港湾局試算データによる。(但し、換算レートはUS\$1=235円とした。)

(2) 但し、雑貨のうち、1,500,000トンがプロジェクト実施後はコンテナバースで取り扱われる。

以上より、滞船解消便益は年間24,923万元となる。

2) 貨物輸送時間節減便益

本プロジェクトを実施することによって、滞船日数が節減されれば、貨物の輸送時間もそれだけ減少することになる。換言すれば、貨物がより早く目的地に着けば、荷主は貨物にかかる金融コストをその分だけ節約できる。これを貨物輸送時間節減便益として捉え数量化する。節約支払利息の計算式は次のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{貨物輸送時間節減便益} &= \text{貨物価値 (元/トン)} \times \text{年間取扱量 (トン)} \times \text{金利 (\% p.a)} \\ &\quad \times \text{滞船解消日数 (日)} / 365 \text{日} \end{aligned}$$

尚、貨物価値の設定については中国側で実施した F/S の実績、金利については中国銀行流動資金貸出金利を参考とした。

表 9-6 貨物輸送時間節減便益

対象貨物	年間取扱量 (t)	貨物価値 (元/t)	金利 (% p.a)	滞船解消日数(日)/ 365日	貨物輸送時間 節減便益(万元)
木材	1,200,000	160	7.2	30日/365日	114
穀物	1,500,000	230	7.2	30日/365日	204
雑貨	4,700,000	1,500	7.2	30日/365日	4,172
合計	—	—	—	—	4,490

以上より、貨物輸送時間節減便益は年間 4,490 万元となる。

尚、この他に、これまで連雲港を利用できないために、他の港湾に迂回するのに要した内陸輸送費及び輸送時間の節減も発生するが、これらの便益についてはとりあえず、今回の分析からは除外した。

## 9-7 評価

### (1) Economic Internal Rate of Return (E.I.R.R.)

当分析は E.I.R.R. を総合評価として行なう。E.I.R.R. はこれまで述べてきたように、プロジェクトを実施する場合と実施しない場合の各分析項目を共通尺度化するために、貨幣換算し、しかも年度間の価値の差を割引率によって調整したすぐれた指標である。

以上より、本プロジェクトの E.I.R.R. を算出すると半島式防波堤の場合は 21.1%、西大堤の場合は、17.2%となる。

尚、今回の分析では考慮しなかったが、その他の便益として、雇用促進便益、地域開発便益、国内産業育成便益、内陸輸送費節減便益、内陸輸送時間節減便益等も発生することも勘案すれば、本プロジェクトの実施は十分にフィージブルであることがわかる。

### (2) 感度分析

当分析で行なわれたすべての評価は本当はある幅をもった予測値であるが、今まではそれを確定値として扱ってきた。ここでは評価に大きな影響を及ぼすであろうと思われる工事費および貨物量について、より厳しい条件を仮定した感度分析を行なった。その結果が表 9-7 である。

表9-7 感度分析

(半島式防波堤の場合)

項 目	ケース1	ケース2	ケース3
貨 物 量	-10%	-10%	-10%
工 事 費	-	+5%	+10%
E . I . R . R .	19.3%	18.6%	17.9%

(西大堤の場合)

項 目	ケース1	ケース2	ケース3
貨 物 量	-10%	-10%	-10%
工 事 費	-	+5%	+10%
E . I . R . R .	15.7%	15.0%	14.4%

この結果は貨物量が10%減，工事費が10%増（ケース3）という場合でもE.I.R.R.は，半島式防波堤の場合が17.9%，西大堤の場合でも14.4%と感度分析にも十分耐え，フィージビリティは十分あると言える。



# 第10章 財 務 分 析



## 第10章 財務分析

### 10-1 財務分析の目的

経済分析では、国民経済的視点からのプロジェクトの実施効果並びに実施する場合の時期と方法について望ましい姿を検討することを目的とするが、財務分析は、プロジェクトの実施主体の財務的健全性の検討を目的とする。

この目的を達成するため、ここでは投資採算評価法の1つである内部収益率法 ( Discounted Cash Flow-Method ) による分析を行うほか、実施主体のプロジェクト実施後の営業活動を示す財務諸表による分析を行う。両者とも、プロジェクトの収益性については、同様な評価結果を示すが、特に後者の場合、収益性のほか実施主体の資金繰りの状況を明らかにし、より広範囲にプロジェクトの財務的健全性の評価が可能であるといわれている。

### 10-2 財務分析の考え方

ここでは本事業自体の採算性を評価するため、中国の財政制度を十分考慮しつつ財務上の評価を取りまとめることを目的とする。

#### (1) 内部収益率

この分析の目的は、収入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。結果的に求まる割引率を内部収益率 ( Financial Rate of Return ) と呼び、次式を満足させる割引率のことである。

$$\sum_{t=1}^n \frac{R_t - C_t}{(1+fr)^t} + \frac{S}{(1+ft)^t} = 0$$

但し、 $R_t$  :  $t$ 年目の収入

$C_t$  :  $t$ 年目の支出

$n$  : プロジェクト期間

$fr$  : 内部収益率

$S$  : 施設の残存価値

内部収益率の計算にあたっては、プロジェクト期間を40年とし、建設の終了する翌年より全施設が供用開始されるものとしている。

## (2) 財務諸表分析

内部収益率法がプロジェクトの全期間に亘る収益性を評価するのに対し、この分析は年々の損益計算、資金運用（キャッシュ・フロー）、資産の状況を計算することにより、多くの角度から財務上の健全性を評価しようとするものである。

評価は損益計算を中心としてなされ、資産、負債、剰余金のバランスも考慮する。

評価指標は次の7つを考える。但し、賃金上昇、インフレーションは考慮しない。

### ① 経常収支の状況を見るための償却前運営経費率（Working Ratio）

$$\frac{\text{運営総費用（総費用－支払利息等の営業外支出）－減価償却費}}{\text{運営総収入（総収入－受取利息等の営業外収入）}}$$

### ② 同じく、経常収支の状況を見るための運営経費率（Operating Ratio）

$$\frac{\text{運営総費用}}{\text{運営総収入}}$$

### ③ 金利負担能力を見る支出利息補填率（Interest Earned Ratio 又は Times Interest Covered）

$$\frac{\text{運営純収入}}{\text{長期借入金及び債券支払利息}}$$

### ④ 借入金の返済能力を見る金融債務補填率（Debt Service Coverage）

$$\frac{\text{運営純収入} + \text{減価償却費}}{\text{長期借入金及び債券償還の元金} + \text{支払利息}}$$

### ⑤ 収益力とその負債とのバランスをみる調達資金利益率（Return On Capital Employed）

$$\frac{\text{運営純収入} + \text{減価償却}}{\text{負債残高（総負債－累積減価償却費）}}$$

評価は港務管理局としての財務に限定してなされる。これはプロジェクトの実施主体として独立性の高い港務管理局をとることが適切と考えられるためである。

## 10-3 管理形態

### (1) 組織と機構（付録N1、N2参照）

中国の港湾は、その規模あるいはその重要性の大小により、国が所有、管理する港湾と地方政府が管理する地方政府所有港湾に大別される。秦皇島港、連雲港、青島港等は国が所有、管理する港湾であり、港湾に関する国の機関は交通部（Ministry of Communication）である。交通部では、計画統計局、水運局、水運基本建設局などが主として港湾の計画、建設、管理の業務を担務している。

主要港には、それぞれ港務管理局が設置され、総べての港湾施設の管理運営に関する責任を有している。この港務管理局は、交通部水運局の指揮下にあるが、同時に行政、港湾活動財政、技

術の分野については地方政府からも監督されている。港務管理局は、港湾における荷役、運営、安全管理の面において責任を有するだけでなく、職員及びその子弟に対する教育、福利厚生、健康管理などの多くの分野の業務を担当している。港務管理局の組織、所掌事務は、港により若干の相異があるが、連雲港港務管理局の組織は図10-1のとおりである。この組織の中で建港指揮部は、港湾施設に関する計画、設計、施工の指導を行なっている。特に基本施設を除く諸施設の整備に関しては、建港指揮部が直轄で事業を需施している。港湾の基本施設の建設は、交通部水運基本建設局につながる4つの航務工程局（揚子江の港湾については別途航務工程局が設置されている。）が担務している。連雲港は、第三航務工程局（上海）が所管している。その他交通部は設計院及び航道局をそれぞれ全国4ヶ所に設置し、設計、航路浚渫等の業務に当らせている。

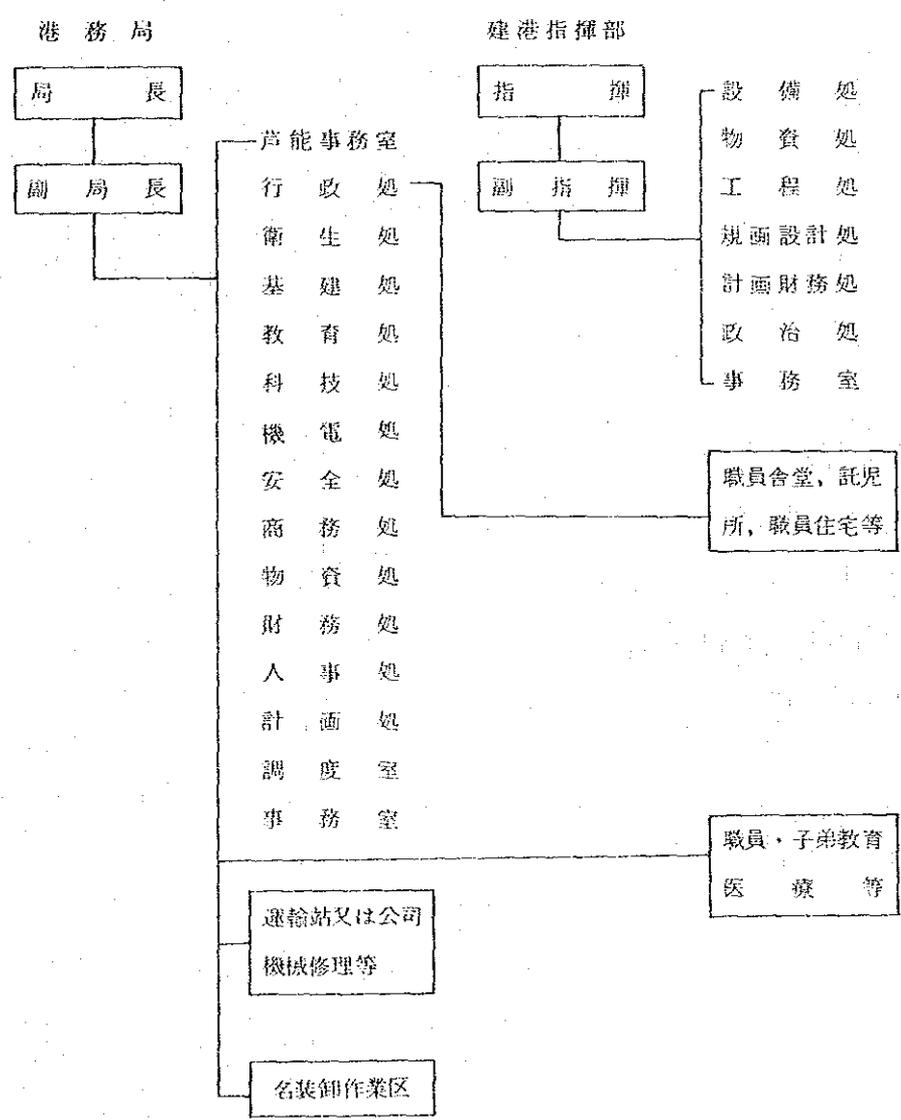


図10-1 港務局建港指揮部機構図

## (2) 職種構成及び賃金水準

連雲港港務管理局の職員の賃金体系は、大きく行政人員と工人に分れている。行政人員は更に幹部、技術人員、その他行政人員の3職種に分れている。

幹部行政人員の賃金は、80元/月～200元/月で、平均125元程度である。技術人員の賃金は、60元/月～150元/月、平均100元/月、その他行政人員の平均賃金は70元/月程度といわれている。工人は、1級から8級までの8段階に分かれている。1級は35元/月であり、1段昇級するごとに15%～18%上昇する。工人の平均賃金は、80元/月程度であるが、超過勤務手当を加えると平均90元/月～100元/月程度である。

職種別構成は、内局においては行政人員と工人がそれぞれ20%、80%程度である。行政人員のうち技術人員80%、幹部及びその他行政20%といわれている。20%の内訳は明らかでない。作業区等外局は、大半が工人で占められている。

## (3) 会計方式

港湾施設の建設は港務管理局下の建設指揮部が統括し、先に述べたように主たる工事は航務工程局によってなされる。

新たな施設の建設に要する費用は国の予算によってまかなわれる。施設の維持や更新は港務管理局の減価償却費を中心とした内部留保金及び交通部の補助によってなされるほか、その他財務的経費はすべて港湾収入で賄かなわれる。

港務管理局における経費は2段階の形になっている。第一は各作業区及びサービス部門における損益計算、第二は港務管理局財務会計処における経理である。財務会計処における経理は管理局内の各部門を統合した損益計算、資産の管理及び長期資金の調達及び運用となっている。

各作業区、各站、所、公司では独立採算的に損益計算を行ない利潤を港務管理局に上納している。食堂、幼稚園等福祉施設及び職員医院のように若干の収入のある組織では管理局からの補助金を加え独立採算的に経理している。学校等は収入がないため管理局の経費として処理されている。

財務会計における経理は、港務管理関係と営業関係にわかれ、運営純収入(当期利益)は次に示す式で計算される。

$$\text{管理利潤} = (\text{管理収入} - \text{交通部税}) - \text{管理支出}$$

$$\text{営業利潤総額} = (\text{営業収入} - \text{企業商業税}) - \text{営業費用} + \text{営業外収入} - \text{営業外支出}$$

$$\text{営業利潤} = \text{営業利潤総額} - \text{国庫税} - \text{交通部税}$$

$$\text{運営総収入(当期利益)} = \text{管理利潤} + \text{営業利潤}$$

港務管理収入は、入港料、埠頭通過料からなり、この収入の30%は交通部に上納される。営業収入は荷役費等労務費、保管費及び役務サービス料からなり、この収入の3%は企業商業税として国庫に納入される。営業外収入とは船舶修理、部品売却益、その他雑収入からなる。

港務管理支出は人件費、維持修理費、一般管理費より構成される。営業費用は先の営業収入に対応するものであり、荷役、保管に要するコストと考える。それは人件費、機械費、燃料、電力、減価償却費、維持修理費、その他多くの科目からなる。営業外支出は、保険料、学校経費、教育費、試験費などから構成されている。

営業利潤総額は、図10-2のように配分される。

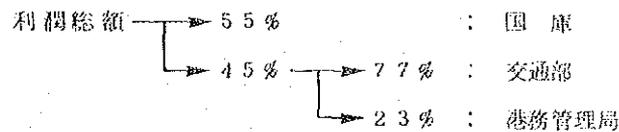


図10-2 利潤総額の配分

減価償却費は償却方式に於ては内部と留保して運用されるべきものである。(付録Ⅳ3.参照)しかし、当国においては1950年代までは償還方式の考え方から、費用としては計上するものの金額国庫に納入されていた。これが1960年代以降に基本的施設以外の施設の更新投資を目的とし、一部港務管理局に留保されるようになった。1983年以降はその考え方が更に進み、減価償却引当金の70%が港務管理局に留保され、30%が交通部財務局に納入されている。納入された減価償却引当金は $\frac{1}{3}$ (約10%)が国庫に納入され $\frac{2}{3}$ (約20%)は交通部で港間の格差を是正するための調整財源として利用されている。これらを示したのが図10-3である。

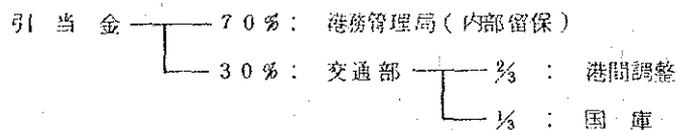


図10-3 減価償却引当金の流れ

減価償却は上屋、野積場、建物、船舶、荷役機械、その他機械器具の6資産項目に関してなされる。それぞれの償却年数が表10-1に与えられている。但しその他機械器具に関しては種類によって大きく異なるため記していない。償却は定額法によってなされる。残存価額率は10%程度を考えているが、上屋、建物等は更地にするための整理費を考えているため、通常は残存価額率を考慮しなくてよい。

表10-1 償却年数

資産分類	償却年数
上屋	30年
野積場	50年
建物	30年
船舶	25年
荷役機械	15年

注) ブイ、サイロに関してはデータが得られなかった。

建設仮勘定に関しては各航務工程局からの報告（建設高，検収，供用の実績）を管理局の建港指揮部が受け財務会計処で独立に処理している。

#### 10-4 分析の方法

計算は大きく損益計算と資金運用に分れている。それぞれの勘定科目が表10-2，表10-3に示されている。

##### (1) 損益計算

損益計算方法は中国の会計方式を十分考慮してなされた。すなわち収入を管理収入，営業収入に分け，支出も管理支出と営業支出に分ける方法である。それぞれの科目の計算方法は前記のとおりである。損益計算では，港務管理方式の運営純収入の他に，利息収入を求めるための内部留保金，財務諸比率を求めるための運営総費用，運営総収入が計算される。

##### (2) 資金運用

資金の調達は損益計算から求める当期の資金と長期借入金等長期資金に分れる。当期資金としては当期利益，減価償却引当金以外に企業商業税を除く交通部や国庫に上納される全ての金が含まれる。これは後記の国庫支出金に見られるように中国全体を一つの企業体と考えたためである。長期資金としては長期借入金，国庫支出金の他に再投資における減価償却引当金の取崩しがある。

資金の運用としては港湾整備事業以外にその他事業として諸経費，技術協力費，予備費への支出がある。又長期借入金の返還元金は当然これに含まれる。

又資金運用表の下部にあるのは簡略化された資産，負債科目，すなわち貸借対照表の勘定科目である。これは財務諸比率を計算するために特に付加された。

表10-2(1) 損益計算書

(半島式防波堤)

科 目	
港湾管理収入	
1. 入 港 料 (船舶港務費)	1,509.0
2. 埠頭通過料 (貨物港務費)	7,200.0
3. その他管理収入 (係船料, 引船料, 給水料)	180.4 + 1,486.1 + 2,282.9
4. 計 (1. + 2. + 3.)	
5. 交通部税 I (4. × 0.3)	
6. 計 (4. - 5.)	
港務管理支出	
7. 人 件 費 (管理部門)	75.6
8. 維持修理費 (岸壁, 防波堤の減価償却相当分)	4,409.6
9. 維持浚渫費 (連雲港のみ)	2,000千トン × 4元 = 8,000.0
10. その他管理費	269.1
11. 計 (7. + 8. + 9. + 10.)	
12. 管理利潤 (6. - 11.)	
営業収入	
13. 荷 役 料	6,131.6
14. 保 管 料	8,427.5
15. 港道運賃収入 (青島港のみ)	
16. その他 I (水先料, 網方料, ハッチ, クレーン, 検査, 貨車)	603.6 + 82.6 + 1,178.4 + 1,000.0 + 1,800.0 + 590.0
17. その他 II (給油, 修理等) { (13. + 14. + 15. + 16.) × 0.1 }	
18. 計 (13. + 14. + 15. + 16. + 17.)	
19. 企業商業税 { (13. + 14. + 16. + 17.) × 0.03 + 15. × 0.15 }	
20. 計 (18. - 19.)	
営業費用	
21. 人件費 I (港湾関連サービス部門)	909.6
22. 人件費 II (作業区)	4,280.4
23. 人件費 III (鉄道関係) (青島港のみ)	

24. 減価償却引当金	又は { 1,2317.6 1,2453.1
25. 維持修理費 I (岸壁, 防波堤を除く)	1,154.6
26. 維持修理費用 (鉄道関係, 減価償却込み) - (青島港のみ)	
27. その他営業費用	2,683.6
28. 計 (21. + + 27.)	
29. 営業外収入	
30. 営業外支出	
31. 利潤総額 (20. - 28. + 29. - 30.)	
32. 所得税 (31. × 0.55)	
33. 交通部税 II (31. × 0.45 × 0.77) → 国庫	
34. 営業利潤 (31. - 32. - 33.)	
35. 運営純収入 (当期利益) (12. + 34.)	
36. 内部留保 (24. × 0.7 + 35.)	
37. 運営総費用 (11. + 28.)	
38. 運営総収入 (6. + 20.)	
39. 償却前運営経費率 { (37. - 24.) / 38 }	
40. 運営経費率 (37. / 38.)	
41. 支払利息補填率 (35. / 30.)	
42. 国庫収入計 (19. + 32. + 33. + 24. + $0.3 \times \frac{1}{3}$ )	
43. 交通部収入計 (5. + $24. \times 0.3 \times \frac{2}{3}$ )	

表 10-2 (2) 損 益 計 算 書

(西大堤)

料 目	
港務管理収入	
1. 入 港 料 (船舶港務費)	1,509.0
2. 埠頭通過料 (貨物港務費)	7,200.0
3. その他管理収入 (係船料, 引船料, 給水料)	180.4 + 1,486.1 + 2,282.9
4. 計 (1. + 2. + 3.)	
5. 交通部税 I (4. × 0.3)	
6. 計 (4. - 5.)	
港務管理支出	
7. 人 件 費 (管理部門)	75.6
8. 維持修理費 (岸壁, 防波堤の減価償却相当分)	7,591.8
9. 維持浚渫費 (連雲港のみ) 2,670千トン × 4元 = 10,680.0千元	
10. その他管理費	460.0
11. 計 (7. + 8. + 9. + 10.)	
12. 管理利潤 (6. - 11.)	
営業収入	
13. 荷 役 料	6,131.6
14. 保 管 料	8,427.5
15. 港道運賃収入 (青島港のみ)	
16. その他 I (水先料, 網取料, ハッチ, クレーン, 検数, 貨車) 603.6 + 82.6 + 1,178.4 + 1,000.0 + 1,800.0 + 5,900.0	
17. その他 II (給油, 修理等) { (13. + 14. + 15. + 16.) × 0.1 }	
18. 計 (13. + 14. + 15. + 16. + 17.)	
19. 企業商業税 { (13. + 14. + 16. + 17.) × 0.03 + 15. × 0.15 }	
20. 計 (18. - 19.)	
営業費用	
21. 人件費 I (港務関連サービス部門)	909.6
22. 人件費 II (作業区)	4,280.4
23. 人件費 III (鉄道関係) (青島港のみ)	

24. 減価償却引当金	又は { $\begin{matrix} 12,653.6 \\ 12,800.1 \end{matrix}$
25. 維持修理費 I (岸壁, 防波堤を除く)	1,182.2
26. 維持修理費用 (鉄道関係, 減価償却込み) - (青島港のみ)	
27. その他営業費用	2,729.1
28. 計 (21. + 27.)	
29. 営業外収入	
30. 営業外支出	
31. 利潤総額 (20. - 28. + 29. - 30.)	
32. 所得税 (31. $\times$ 0.55)	
33. 交通部税 I (31. $\times$ 0.45 $\times$ 0.77) $\rightarrow$ 国庫	
34. 営業利潤 (31. - 32. - 33.)	
35. 運営純収入 (当期利益) (12. + 34.)	
36. 内部留保 (24. $\times$ 0.7 + 35.)	
37. 運営総費用 (11. + 28.)	
38. 運営総収入 (6. + 20.)	
39. 償却前運営経費率 { (37. - 24.) / 38. }	
40. 運営経費率 (37. / 38.)	
41. 支払利息補填率 (35. / 30.)	
42. 国庫収入計 (19. + 32. + 33. + 24. + 0.3 $\times$ $\frac{1}{3}$ )	
43. 交通部収入計 (5. + 24. $\times$ 0.3 $\times$ $\frac{2}{3}$ )	

表 10-3 資 金 運 用 表

調	達	
1.	当期利益	36. ( P L )
2.	交通部税 I	5. ( P L )
3.	交通部税 II - 国庫	33. ( P L )
4.	国庫税	32. ( P L )
5.	減価償却引当金	24. ( P L )
6.	計 ( 1. + 2. + 3. + 4. + 5. )	
7.	長期借入金	
8.	国庫支出金	
9.	減価償却引当金取崩し	
10.	長期調達計 ( 1. + … + 9. )	
運	用	
	港湾整備事業	
11.	土地	
12.	建物	
13.	構築物 I	
14.	構築物 II	
15.	構築物 III	
16.	鉄道	
17.	機械装置	
18.	車両・運搬具	
19.	船舶	
20.	その他の事業	
21.	計 ( 12. + … + 20. )	
22.	長期借入金返還元金	
23.	長期運用計	
24.	現金増 ( 10. - 23. )	
25.	内部留保金増	36. ( P L )
26.	支払利息	30. ( P L )
27.	累積内部留保金 ( 25. + … - 9 × 0.7 )	
28.	負債残高 ( 7 - 22. )	
29.	累積減価償却費 ( 5. - 9. )	
30.	固定資産残高 ( 21. …… ) - 取得価格 ( 当初のまま )	
31.	純固定資産残高 ( 29. - 28. )	
32.	金融債務補填率 { ( 6. ) / ( 22. + 26. ) }	
33.	調達資金利益率 { ( 6. ) / ( 28. - 29. ) }	
34.	純固定資産利益率 { ( 1. + 2. + 3. + 4. ) / ( 30. - 29. ) }	

### 10-5 将来(1990年)取扱貨物, 船舶

第4章で示されたように, 今計画の品目別取扱い貨物量, 対象最大船舶は表10-4に示すとおりである。外国船と中国船では各種料金が異なる。このため表10-4に示すようにヒアリングにより品目別積取比率を定めた。

第4章で示したように, 品目別平均積載量と貨物量から年間入港隻数は計算される。次に過去のデータから平均船型(最大船型ではない)を求め, 更に料率体系に対応させるべく純トンに変換しなければならない。こうした計算過程の下に推定された船舶量が表10-5に示されている。

表10-4 将来貨物量, 対象船型, 積取比率

	貨物量 (1,000トン)	対象船型 (D.W.T)	積取比率
木材(輸入)	1,000	25,000	外国船100%
穀物(輸入)	1,500	35,000	外国船50% 中国船50%
コンテナ(輸入)	500	24,000	外国船70% 中国船30%
(輸出)	1,000	24,000	外国船60% 中国船40%
計	4,000		

外国船率=69.7%

表10-5 船舶量の推定

	標準船型 DWT	積載量 トン	船舶数 隻	標準船型 NT *5	船舶量 1,000NT
木材	25,000 *1	20,000	50 *4	10,903.6	545
穀物	31,000 *1	30,000	50 *4	6,600.0	330
コンテナ	12500 *2	4700 *3	416 *6	5,150.6	2,143
計			516		3,018

\*1 過去の実績によった

\*2 平均船型  $(625 \text{ TEU} = (300 \times 2 + 700 + 1200) / 4) \times 20 \text{ トン} / \text{TEU}$

\*3 標準揚積個数 470

$= (300 \text{ TEU} \times 0.5 \times 2 \times 2 \text{ 回} / \text{週} + 700 \times 0.4 \times 2 \times 1 + 1200 \times 0.3 \times 2 \times 1) / 4$   
荷役率

\*4・\*5 青島港に同じ

\*6  $4 \text{ 回} / \text{週} \times 52 \text{ 週} \times 2 \text{ バース} = 20,000 / 4,700$

## 10-6 収入の推計

### (1) 港湾利用料

港湾利用率は、「港口費収規則」中心としていくつかの規則によって定められている。「港口費収規則」による港湾料金は、全国一律に適用され、1978年以降据え置かれている。

港湾料金は、管理にかかわる港務費（総合利用率）と荷役、保管等サービスにかかる料金（個別利用料）に分かれている。

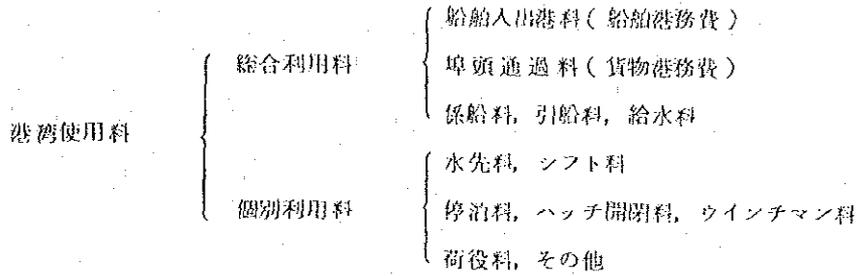


図10-4 港湾利用料体系

港務費は、船舶にかかる入港料と貨物にかかる埠頭通過料である。

サービスにかかる料金には水先案内料、網取料、引船料、ハッチ開閉料、クレーン使用料、係船料、荷役料、保管料、貨車・トラック積込料、ヤード使用料、給水・給水等その他サービス料がある。

表10-6は当プロジェクトに関連する料金を示したものである。

表10-6 プロジェクト関連料率

1. 水先案内料	0.2 元/純トン
2. 引船料	0.15 元/馬力・時
3. 網取料	80 元/隻×2
4. 入港料	0.25 元/純トン×2
5. 係船料	0.02 元/純トン・日
6. ハッチ開閉料	200 元/個×2
7. 岸壁クレーン使用料	0.4 元/トン（貨物）
8. 埠頭通過料	
a) 石炭輸移出	0.6 元/トン
b) 鉄鉱石	1.2 元/トン
c) 木材	3.0 元/トン
d) 雑貨輸出	1.5 元/トン

e) 雜貨輸入		3.0 元/トン
f) 砂移入		
g) 砂移出		0.6 元/トン
h) 穀物輸入		1.2 元/トン
9. 検数・検量料金		
a) バラ輸出入		0.1 元/トン
b) 一般貨物 "		0.8 元/トン
c) 木材 "		0.5 元/トン
10. 荷役, 保管, 積込料		
a) 石炭輸出		
ヤード使用料		0.25 元/トン
荷捌料		0.50 元/トン
本船荷役料	外国船	7.40 元/トン
	中国船	3.50 元/トン
b) 鉍石輸入		
ヤード使用料		0.25 元/トン
本船荷役料	外国船	11.60 元/トン
	中国船	4.90 元/トン
c) 木材輸入		
一般物; 本船荷役	外国船	6.00 元/トン
	中国船	3.10 元/トン
荷捌料		1.20 元/トン
長尺物; 本船荷役	外国船	9.00 元/トン
	中国船	4.65 元/トン
荷捌料		1.80 元/トン
重量物; 本船荷役	外国船	17.20 元/トン
	中国船	3.90 元/トン
荷捌料		1.50 元/トン
貨車積料		0.80 元/トン
野積場保管料		0.1 元/トン・日
d) 雜貨輸出入		
本船荷役料	外国船	8.60 元/トン
	中国船	4.70 元/トン
野積場保管料		0.10 元/トン・日

上屋保管料		0.25元/トン・日
貨車積料		0.80元/トン
荷 捌 料		1.20元/トン
e) 穀物輸入		
本船荷役料	外国船	4.00元/トン
	中国船	2.10元/トン
荷 捌 料		0.50元/トン
貨車積料		0.80元/トン
袋詰め料		1.15元/トン
サイロ保管料		0.25元/トン・日
11. 貨車関係		
貨車(50トン/車)		5.00元/車
貨車の切換え		5.00元/回・車
12. コンテナ		
本船荷役料		
一般(Dry) コンテナ	- 20 ft	140.00元/個
	- 40 ft	210.00元/個
冷蔵(Reefer)コンテナ	- 20 ft	154.00元/個
	- 40 ft	231.00元/個
貨車積降し料		
一般コンテナ	- 20 ft	34.00元/個
	- 40 ft	51.00元/個
冷蔵コンテナ	- 20 ft	37.40元/個
	- 40 ft	56.10元/個
荷捌き料	- 20 ft	24.00元/個
	- 40 ft	36.00元/個
バンニング・デバンニング料		
一般コンテナ		12.00元/トン
冷蔵コンテナ		18.00元/トン
保管費用(5日以上)		
一般コンテナ	20 ft	4.00元/日・個
	40 ft	8.00元/日・個
冷蔵コンテナ	20 ft	4.40元/日・個
	40 ft	8.80元/日・個

## (2) 港湾収入

連雲港の港湾収入は以下のようにして推計される。

- ① 水先案内は全船舶が利用すると仮定すれば以下のとおり。

$$3,018 \text{千NT} \times 0.2 \text{元} = 603.6 \text{千元}$$

- ② 引船としては3,200 PSを2台使用すると仮定する。時間は往復で3時間とすれば船舶一隻当りの引船料は、

$$3,200 \times 2 \times 3 \times 0.15 = 2,880.0 \text{千元}$$

従って引船料は以下のとおり。

$$2,880 \text{元} \times 516 \text{隻} = 1,486.1 \text{千元}$$

- ③ 網取りは全船舶が行なうため

$$516 \text{隻} \times 160 \text{元} = 82.6 \text{千元}$$

- ④ 入港料も全船舶が対象となる。

$$3,018 \text{千NT} \times 0.5 \text{元} = 1,509.0 \text{千元}$$

- ⑤ 係船料は標準船型と係岸日数から求まる。

一隻当りの係岸時間は計画で与えられ、船舶数を乗ずることにより総係岸時間は表10-7のように計算される。係船料は180.4千元となる。

- ⑥ ハッチ開閉料は各船舶のハッチ数を表10-8のように設定して、全ハッチを使用するとして推計された。表10-8は日本船舶明細書から代表船型を選択して決定した。ハッチ開閉料は1,178.4千元となる。

- ⑦ 岸壁クレーンはコンテナ以外の全貨物(コンテナは料金に含まれる)が利用するとすれば、クレーン使用料は、

$$2,500 \text{千トン} \times 0.4 \text{元} = 1,000.0 \text{千元}$$

- ⑧ 埠頭通過料は表10-9のとおり7,200.0千元程度となる。

- ⑨ 検数料は表10-10のとおり1,800.0千元となる。

- ⑩ 荷役料(付録Ⅳ5.参照)は表10-11に示すとおり61,321.6千元となる。

- ⑪ 保管料(付録Ⅳ5.参照)もまた表10-11に示すとおり、8,427.5千元となる。

- ⑫ 貨車料金はコンテナを除く全貨物及びコンテナの450,000トンが全て50トン積み貨車満載でゆくと仮定するでまた一貨車が1回切換えを行なうとすれば、

$$\text{貨車料} \quad 2,950 / 50 \times 5.0 = 295.0 \text{千元}$$

$$\text{切換え料} \quad 2,950 / 50 \times 5.0 = 295.0 \text{千元}$$

表 10-7 係船料の推計

料率 0.02元/純トン・日

出入区分	品目	船舶数	標準船型	平均係船日数	総係船日数	係船料
		隻	NT	日	日	千元
	木材輸入	50	10,903.6	6.30	315.0	68.7
	穀物輸入	50	6,600.0	4.20	210.0	27.7
	コンテナ	416	5,150.6	1.96 <sup>*1</sup>	815.4	84.0
	計				1,340.4	180.4

\*1 標準揚積個数 470個/20TEU/h/12h

表 10-8 ハッチ開閉料の推計

料率 200元/個×2

品目	標準船型	ハッチ数	船舶数	ハッチ開閉料
出入区分	DWT	個	隻	千元
木材	25,000	4	50	80.0
穀物	31,000	5	50	100.0
コンテナ	12,500	6	416	998.4
計				1,178.4

表 10-9 埠頭通過料(貨物港務費)

品目	料率	貨物料	埠頭通過料
出入区分	元/トン	千トン	千元
木材輸入	3.0	1,000	3,000
穀物輸入	1.2	1,000	1,200
* 雑貨輸入	3.0	500	1,500
* 雑貨輸出	1.5	1,000	1,500
計			7,200

\* 雑貨はコンテナ

表 10-10 検 数 料

品 目	料 率 元/トン	貨 物 量 千トン	検 数 料 千元
木 材	0.5	1,000	500
穀 物	0.1	1,000	100
雑 貨	0.8	1,500	1,200
計			1,800

表 10-11 荷役料, 保管料

品 目	荷 役 料 (千元)	保 管 料 (千元)	計 (千元)
木 材	1,361.00	1,200.0	14,810.0
穀 物	7,387.5	3,187.5	10,575.0
コ ン テ ナ	40,324.1	4,040.0	44,364.1
計	61,321.6	8,427.5	69,749.1

⑩ 給水料の推計

連雲港に関しては給水量に関するデータが得られなかったため、青島港の例を使用する。

表 10-12 給水料の推計

	青 島 港	連 雲 港
a 生活区用水量	1,304 トン/日	300 トン/日
b 貨 物 量	17,400 千トン	4,000 千トン
a / b	0.07494	0.07494
c 船舶給水量	1,600 トン/日	1,175 トン/日
d 船 舶 量	4,109 千NT	3,018 千トン
c / d	0.38939	0.38939

従って給水料は以下のとおり

$$\text{生活区用水} \quad 300 \times 365 \text{日} \times 0.137 \text{元} = 15.0$$

$$\text{船舶給水} \quad 1,175 \times 365 \text{日} \times \overset{*1}{5.288} \text{元} = 2,267.9$$

$$\text{計} \quad 2,282.9 \text{千元/年}$$

$$*1 \quad 6.50 \times 0.697 \overset{*2}{+} 2.50 \times 0.303 = 5.288$$

\*2 外国船率

### (3) その他営業収入

その他の営業収入としては船舶給水、給油料、船舶修理費等様々なものがある。しかし、ここでは予測するための資料が不十分なため、上記の営業収入の和の10%をその他営業収入として計上する。

\*1 ヒアリングによった。

### (4) 営業外収入

ここでは港務関係のみを考えているため、内部留保金を3%で運用した場合の利息収入のみを計上する。

## 10-7 費用の推計

### (1) 建設関係費用

建設関係費用として考慮すべき項目には以下のものがある。

- a) 直接工事費
- b) 間 接 費
- c) 資金の調達

直接工事費、間接工事費は8章までで述べたように、半島式防波堤の場合がそれぞれ64,361万元、26,523万元、西大堤防波堤の場合が8,270.2万元、3,386.0万元である。うち外貨分が30.9%の28,120万元、29.1%の3,392.8万元となっている。

投資計画は表10-13、表10-14に示されている。

資金の調達は外貨分に関しては日本国のOECFローン、内貨分に関しては中国政府の補助金で考える。OECFローンの借入条件は次のように設定した。

据置期間	10年
返還期間	30年（据置き期間を含む）
利 率	3.0%/年，3.5%/年 半年複利

表 10-13 概算工費総括表(半島式)

1983年価格 1元=125円

項 目	金 額(日本円, 百万円)			金 額(中国元, 万元)		
	合 計	外 貨	内 貨	合 計	外 貨	内 貨
1. 港湾土木施設	43,198	6,781	36,417	34,559	5,425	29,134
2. 荷役機械	12,774	11,699	1,075	10,219	9,358	861
3. 建築物	4,900	1,591	3,309	3,920	1,273	2,647
4. 給排水・供電・通信 等 施 設	1,901	1,179	722	1,521	944	577
5. 作業船・機械	7,333	7,284	49	5,866	5,827	39
6. 測量試験機器	133	133	—	106	106	—
7. 鉄道施設	5,012	1,244	3,768	4,010	996	3,014
8. 航路標識	218	196	22	175	157	18
10. そ の 他	4,981	910	4,071	3,985	728	3,257
小 計	80,450	31,017	49,433	64,361	24,814	39,547
11. 諸 経 費	24,135	85	24,050	19,308	68	19,240
12. 技術協力費	885	860	25	708	688	20
13. 予 備 費	8,134	3,188	4,946	6,507	2,550	3,957
合 計	113,604	35,150	78,454	90,884	28,120	62,764

表 10-14 概算工費総括表(西大堤)

1983年価格 1元=125円

項 目	金 額(日本円, 百万円)			金 額(中国元, 万元)		
	合 計	外 貨	内 貨	合 計	外 貨	内 貨
1. 港湾土木施設	63,087	12,318	50,769	50,470	9,854	40,616
2. 荷役機械	12,774	11,699	1,075	10,219	9,358	861
3. 建築物	4,900	1,591	3,309	3,920	1,273	2,647
4. 給排水・供電・通信 等 施 設	1,901	1,179	722	1,521	944	577
5. 作業船・機械	8,193	8,144	49	6,554	6,515	39
6. 測量試験機器	133	133	—	106	106	—
7. 鉄道施設	5,012	1,244	3,768	4,010	996	3,014
8. 航路標識	218	196	22	175	157	18
10. そ の 他	7,159	1,093	6,066	5,727	874	4,853
小 計	103,377	37,597	65,780	82,702	30,077	52,625
11. 諸 経 費	31,013	108	30,905	24,811	86	24,725
12. 技術協力費	885	860	25	708	688	20
13. 予 備 費	10,426	3,846	6,580	8,341	3,077	5,264
合 計	145,701	42,411	103,290	116,562	33,928	82,634

## (2) 管理運営費用の推計

管理運営関係の費用は以下のように分類して考える。

### 港湾管理費

人件費（管理部門）

維持修繕費

維持浚渫費

その他管理費

### 営業関係費用

人件費（作業区）

人件費（港湾関連サービス）

減価償却費

その他営業関係費用

営業外費用

この分類は中国の現在の財務制度（付録Ⅳ7.参照）を十分考慮して作成したものである。

#### ① 人件費

連雲港港務管理局の経営関係職員数は現在7,390名であり、うち作業区職員数が5,355名である。しかし、7,390名を港湾関連職員、更には管理部門、サービス部門等に分割するためには所掌業務別の人数が明確にされねばならない。したがって、ここでは表10-15に示すように、作業区以外の構成人員を青島港の例を参考にして推計する。

作業区の将来の増加人員を推計するためには貨物別の作業能率を知らねばならない。そこで、ここでは青島港と天津港を参考にした作業能率に基づいて表10-16のように作業区の人数を推計した。

一方、港湾関連サービス、内局管理部門の職員の新規増加量を正確に予測することは困難なため、ここでは貨物量に比例して増加すると仮定した。すなわち、

$$126 \times 400 / 806 = 63 \text{ 名}$$

$$1,527 \times 400 / 806 = 758 \text{ 名}$$

職員一人当りの賃金は先に述べたとおり、100元/人・日である。従って各部門別人件費は以下のとおり。

内局管理部門	63人 × 1,200元 =	75.6千元
港湾関連サービス	758人 × 1,200元 =	909.6千元
作業区部門	3,567人 × 1,200元 =	4,280.4千元

表 10-15 現在及び将来の職員数

	青島 構成比 (%)	連環 現状推計 (人)	増加 (人)	将来 (人)
港湾関連・管理部門	1.7	126	63	189
港湾サービス	20.7	1,529	758	
作業区	72.5	5,355	3,567	
小計	94.9	7,010		
非港湾関連	5.1	377	—	
計	100.0	7,390		

表 10-16 作業区人員の推計

品目	原単位 トン/年・人	貨物量 千トン	作業区人員
木材	600	1,000	1,667
穀物	5,500	1,500	300
コンテナ	125TEU	200千TEU	1,600
計		4,000	3,567

② 管理関係、維持修繕費

管理関係の維持修繕費は償却資産とされていない防波堤、岸壁の修理を意味する。従ってここでは日本の例を参考に減価償却相当分を維持修繕費とみなす。すなわち、

半島式 : 4,409.6 千元/年

西大堤 : 7,591.8 千元/年

③ 営業関係、維持修繕費

維持修繕費に関しては直接採用できるデータがなかったため、日本の例を参考に減価償却引当金の10%程度と仮定する。すなわち、

半島式 : 1,154.6 千元/年

西大堤 : 1,182.2 千元/年

④ その他管理費

その他管理費としては管理部門の人件費、維持修繕費の和の6.0%<sup>※1</sup>程度と設定す。

※1 1981年、1982年の実績から仮定した。

従って、

半島式 : 269.1 千元/年  
西大堤 : 460.0 千元/年

⑤ 維持浚渫費

維持浚渫量は先のシミュレーションから以下のとおりとされた。

半島式の場合 200 万  $m^3$ /年  
西大堤式の場合 267 万  $m^3$ /年

立方米当りの単価が 4 元/ $m^3$ であるため、それぞれ

半島式 : 8,000 千元/年  
西大堤 : 10,680 千元/年

となる。

⑥ 減価償却費

連雲港（半島式）の減価償却引当金は付録 J に示すとおり、12,453.3 千元であるが、国庫補助金が常にあてられて、かつ同様の率で考えれば内貨分は考慮しないで良いことになる。しかし、付録 N 3 に見るように減価償却引当金の 70% のみが港務管理局に停まるという中国の財務制度から考えると、前者をとるのがふさわしい。

従って、

半島式 金利 3.5% : 12,453.1 千元/年  
          3.0% : 12,317.6 千元/年  
西大堤 金利 3.5% : 12,800.1 千元/年  
          3.0% : 12,653.6 千元/年

⑦ その他営業費用

人件費と減価償却費、維持修理費は付録 M に見るように、ここ 3 年間、営業費用の中で 85% 前後で推移している。従ってその他営業費用としては、人件費の 15% を考える。

半島式 : 2,683.6 千元/年  
西大堤 : 2,729.1 千元/年

⑧ 営業外費用

営業外費用としては、先に述べたように港務管理局では、保険費、学校経費等を言うが、ここでは借入金の利息のみを営業外費用で計上する。

## 10-8 財務分析の結果（半島式防波堤の場合）

前節までの収入及び費用をもとに財務分析がなされた。評価指標は先に述べたように、財務内部収益率（F.I.R.R）及び 5 種の財務比率である。結果の総括表が表 10-17 に示されている。ケース 1~4 は感度分析結果である。シミュレーションの結果は付録 N 8, 9 に示されている。

## (1) 内部収益率による評価

ベースケースのFRRは6.53%と十分な水準に達している。これは今回の円借の金利3.0%-3.5%を考え合せば明らかであろう。また、ケース1~3に見るように最悪のケース3に関しても4.56%となっており、プロジェクトとしてのフィージビリティは十分あると言える。

## (2) 財務諸比率による評価

### ① 運営経費率

運営経費率は償却前において0.245と収入の約25%程度であり、非常に良い経営状態を示している。また償却後でも0.385となっており、全く問題はない。感度分析の結果も最悪のケース3でも0.443と経費率は5割に達しない。なお、金利による差異(ケース4)はあまりない。

### ② 支払い利息補填率

支払利息に対する純収入は、ベースケースを除いて長期間マイナスが続く。これは維持費が高額であること、港務管理収入の30%が交通部に上納されることの2つの理由から、運営純収入がマイナスになるためである。例えば、ケース2(需要10%ダウン、コストオーバーラン5%)の場合は2002年まで運営純収入がマイナスとなる。このため長期的に見れば、利息の支払い能力はあると言えるが、港務管理局の財務から言えば、当初20年間の利息の支払いは苦しいことがわかる。

### ③ 金融債務補填率

本分析においては港湾建設事業の建設主体は中国政府と考えており、管理主体は港務管理局としている。従って借入金の返済能力は中国全体で考えることになる。金融債務補填率は最小の2000年で4.167と返済額の約4倍の利益が上っている。又、20年間の平均では5.939倍と非常に大きな利益が生じていることがわかる。感度分析においてもその傾向はあまり変化せず、十分な返済能力があると言える。

### ④ 調達資金利益率

収益力と負債のバランスを見る調達資金利益率は、当初は当然のことながら0.293と小さい。しかし、ベースケースに於ては10年後の2000年に於ては早くも8割に達し、翌2001年には既に負債残高を上廻る収益をあげることになる。これは港湾のプロジェクトライフを考える時、十分に良い結果であると言える。

表10-17 財務比率総括表

	ベースケース	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	注
内部収益率	6.53%	5.33%	4.93%	4.56%	6.62%	
償却前運営経費率	0.245	0.272	0.272	0.272	0.245	
運営経費率	0.385	0.428	0.436	0.443	0.383	
支払利息（最小）	0.174	0.042	0.052	0.062	0.175	
補填率（1.0を超える年）	2014年	2018年	2018年	2018年	2014年	
（当初20年間の平均）	0.260	0.003	0.010	0.022	0.253	
金融債務（最小）	4.167	3.552	3.366	3.197	4.166	
補填率（最小の年）	2000年	2000年	2000年	2000年	2000年	
（当初20年間の平均）	5.939	5.066	4.798	4.406	5.937	
調達資金（最小）	0.293	0.250	0.236	0.224	0.292	
利益率（2000年の値）	0.876	0.747	0.708	0.672	0.859	
1.00を超える年	2001年	2001年	2002年	2002年	2001年	

ケース1	需要	-10%		
ケース2	需要	-10%	費用	+5%
ケース3	需要	-10%	費用	+10%
ケース4	借入金金利	3.0%		

### (3) 総合評価

連雲港の半島式防波堤の計画はプロジェクトのファイジビリティを示す内部収益率、港務管理局の財政の健全性を示す、運営経費率、中国政府としての借入金返済能力の各面に於て十分な健全性を保っている。しかも感度分析から、これらに関して十分余裕があることが明らかにされた。

しかし、損益計算における支払い利息補填率はかなり悪い結果を示している。このことは、プロジェクト自体のファイジビリティや中国全体の財政面では本計画は妥当であるが、港務管理局としては年々の利息の支払いが苦しいということである。従って、上納金の減免あるいは港湾利用料の値上げを考えるべきだろう。

#### 10-9 財務分析の結果（西大堤の場合）

結果の総括表が表10-18に示されている。

ケース1～4は感度分析結果である。シュミレーションの結果は付録Ⅳ10.11に示されている。

(1) 内部収益率による評価

ベースケースのFRRは4.11%と必ずしも高くない。しかし、今回の3.0～3.5%の金利のソフトローンを考え合せば、プロジェクトのフィージビリティはあると言える。しかし、感度分析を見ると需要の10%ダウンで2.95%、費用の5%アップを考え合せると2.60%とソフトローンの金利をも割り込んでいる。従って、西大堤を考える場合は料金の値上げ、国家の補助金を考えない限りはかなりリスクの大きい投資と言える。

(2) 財務諸比率による評価

① 運営経費率

運営経費率は償却前で0.275と収入の約30%程度であり、非常に良い経営状態を示している。また償却後でも0.420%であり全く問題はない。感度分析の結果も最悪のケース3でも0.482と経費率は5割を下廻っている。なお、金利による差異(ケース4)はあまりない。

表10-18 財務比率総括表(西大堤)

	ベースケース	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	注
内部収益率	4.11%	2.95%	2.60%	2.28%	4.11%	
償却前運営経費率	0.276	0.306	0.306	0.306	0.276	
運営経費率	0.420	0.466	0.474	0.482	0.418	
支払利息(最小)	--	--	--	--	--	
補填率(1.0を超える年)	--	--	--	--	--	
(当初20年間の平均)	-0.141	-0.292	-0.355	-0.350	-0.140	
金融債務(最小)	3.270	2.749	2.600	2.465	3.268	
補填率(最小の年)	2000年	2000年	2000年	2000年	2000年	
(当初20年間の平均)	4.809	3.921	3.709	3.514	4.658	
調達資金(最小)	0.230	0.194	0.183	0.173	0.230	
利益率(2000年の値)	0.561	0.472	0.446	0.423	0.553	
1.00を超える年	2003年	2003年	2003年	2003年	2003年	

ケース1 需要 -10%  
 ケース2 需要 -10% 費用 +5%  
 ケース3 需要 -10% 費用 +10%  
 ケース4 借入金金利 3.0%

## ② 支払い利息補填率

支払い利息補填率は運営純収入が終始マイナスであるため、マイナスとなる。評価は後で記す。

## ③ 金融債務補填率

本分析においては港湾建設事業の建設主体は中国政府と考えており、管理主体は港務管理局としている。従って借入金の返済能力は中国全体で考えることになる。金融債務補填率は最小の2000年で3.270と返済額の約3倍の利益が上っている。又、20年間の平均では4.809倍と非常に大きな利益が生じていることがわかる。感度分析においてもその傾向はあまり変化せず、十分な返済能力があると言える。

## ④ 調達資金利益率

収益力と負債のバランスを見る調達資金利益率は、当初は当然のことながら0.230と小さい。しかしベースケースに於ては10年後の2000年に於ては早くも5割近くに達し、2003年には既に負債残高を上廻る収益をあげることになる。これは港湾のプロジェクトライフを考える時、十分に良い結果であると言える。

## (3) 総合評価

本財務分析からはいくつかの指摘がなされる。

① 運営経費率が良いにも拘らず内部収益率は必ずしも良くない。これは毎年の運営に関して収入は費用を大きく上廻っているが初期投資が非常に大きいということである。言い換えれば、投資の採算性は良くないが、毎年の収支は良いということである。

② 国としての借入金の返済能力は十分あるが、港務管理局としては利息の支払い能力が弱い。これは港務管理局に対しての税あるいは上納金の率が高すぎることを示している。従って、独立採算的に考えることが困難なのである。

③ 以上を考え合せると、次のようなことが言える。

プロジェクトの投資採算性を考えるならば、港湾使用料の値上げ、無償の国家補助金の投入、或いは投資規模の縮少が考えられる。

港務管理局の採算性を考えるならば、管理関係の収支と営業関係収支の一本化、或いは税、上納金の率の引下げが考えられる。

④ これらの施策の下においては本プロジェクトは十分なフィージビリティがあると結論できる。



# 第11章 防 波 堤 計 画



# 第11章 防波堤計画

## 11-1 目的

連雲港廟嶺二期工事の整備計画において廟嶺地区の埠頭を守る防波堤として2案を平行的に検討してきた。本章の目的は2案の比較検討を行い、報告書としていずれの案を採用するかを決定するため、第9・第10章において行った経済分析、および財務分析をふまえて以下比較検討する。

## 11-2 半島式防波堤計画

半島式防波堤は廟嶺地区に限定して守るもので建設費を少くし、又施工工期を短かく出来るものである。この防波堤は廟嶺地区を波浪から守り、更に漂砂による泊地埋没土量を少なくするよう計画され延長は3,170mである(図4-36参照)。この延長は、西大堤比半以下となっている。この半島式防波堤の建設には施工工程上3年を要し、建設費は82億円である。

この半島式防波堤を建設することにした場合の連雲港の将来構想を図11-1に示す。この図にあるように半島式防波堤はさし当たり防波堤の機能としての役割を果たすが、将来この半島式防波堤に沿って埋立てが行われると、埠頭として利用することが可能である。しかし、この防波堤を本格的な埠頭として利用するためには防波堤内外、両サイドにけい留施設を築造することになり、このためには沖に別の防波堤(西大堤)の整備が必要である。

## 11-3 西大堤計画

連雲港全体を守ることになる西大堤は図11-2に示す如く、連島の江家咀と大門山東部の黄石咀とを結ぶものである。この西大堤は連雲港の奥域となる連雲港西域の全体を被覆し、外海から封鎖して連雲港全体を波浪から守ることになる。更には現状において波浪によって西側の沖合から輸送される浮遊土砂を遮断する働きをする。

この西大堤の延長は6.8kmであって半島式防波堤に比べ2倍強となっている。この西大堤の建設には施工工程上5年を要し、建設費は282億円である。

この西大堤を建設することにした場合の連雲港の将来構想は図11-2に示したとおりである。この西大堤はさし当たり廟嶺埠頭を防護することになるが、廟嶺二期工事の次には図に示してあるA地区およびB～Bに到る地区の整備を廟嶺地区に引継して進めることが出来る。この意味で将来の港湾整備への先行投資的施設である。又、西大堤の港内側は将来埋立てられ埠頭用地や企業用地となるところであり、西大堤はこの港湾用地造成の際に埋立護岸として利用されることになる。

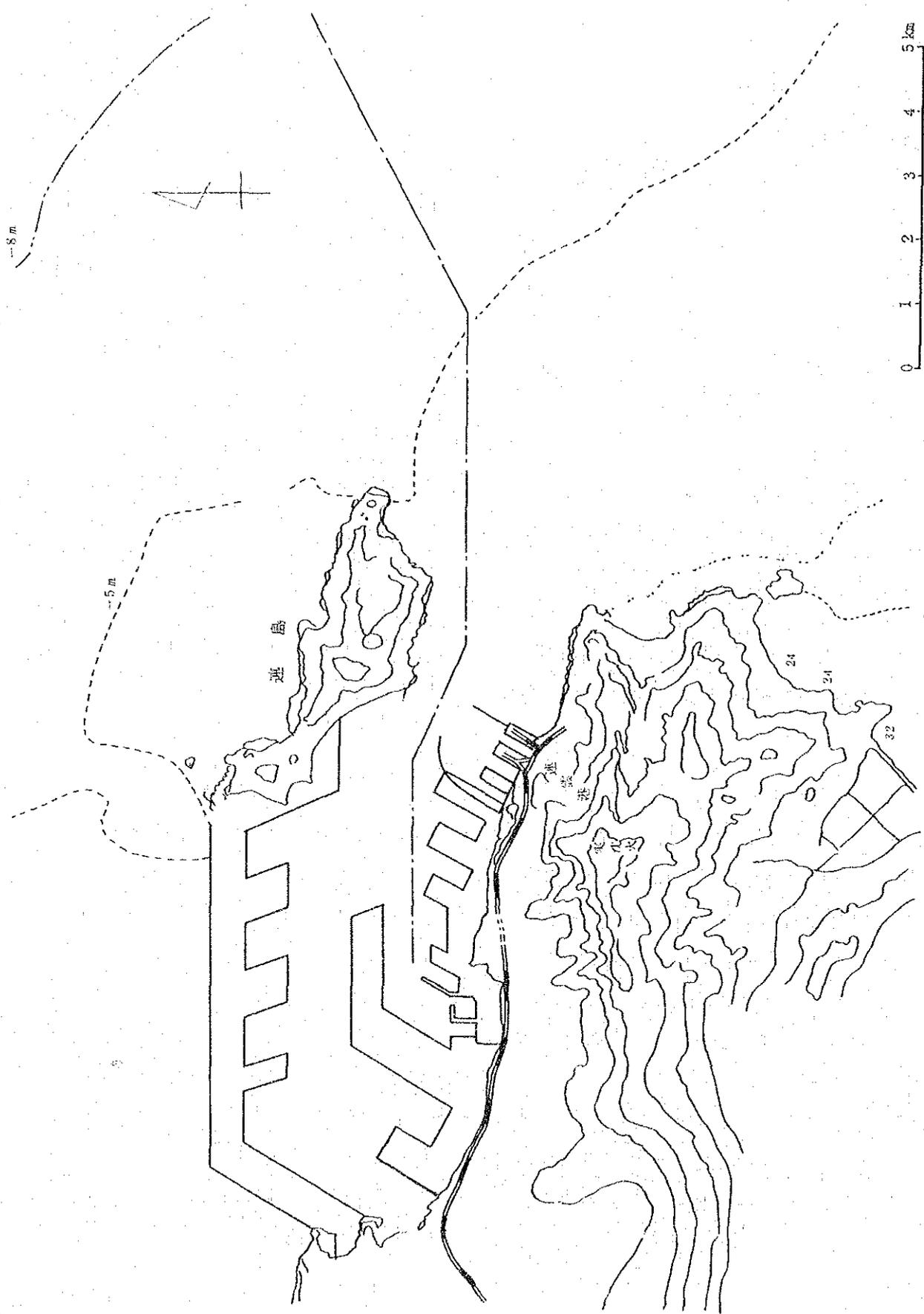


圖 1-1-1 連雲港將來構想

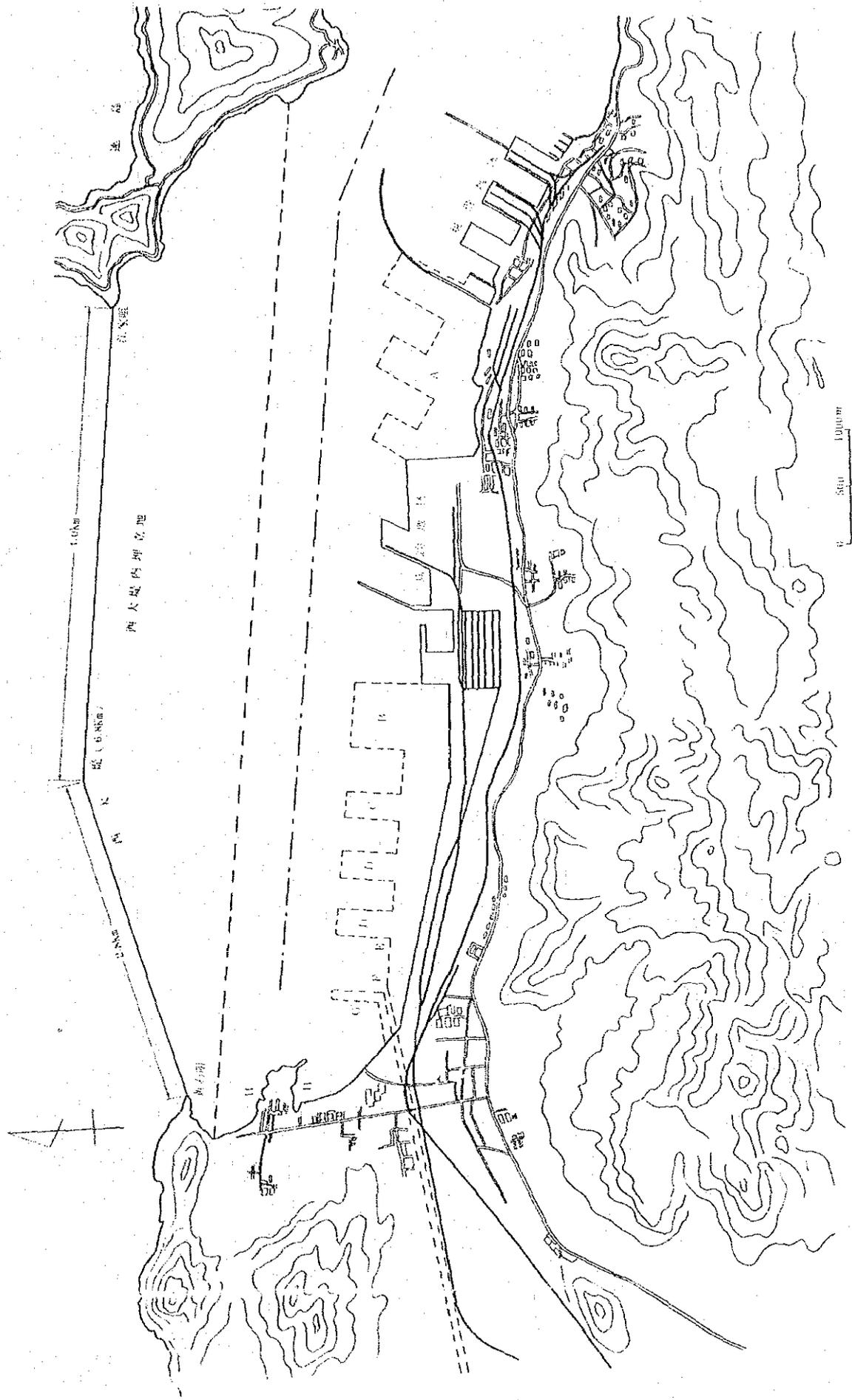


图 1-1-2 设想将来

#### 11-4 両防波堤の比較

第9章の経済分析の結果、本プロジェクトは防波堤が半島式および西大堤のいずれにおいてもフィージブルであることがわかった。又、第10章で財務分析を行い本プロジェクトの採算性はやゝ低いが実施可能であり、又、実施主体である連雲港港務管理局の財務状況は金融債務補填率が1998年以降100%を割込み、営業収入の国庫や交通部への納入を押える必要があることが判明した。しかしこの点の見直しがあれば充分経營的に成立するものであり、プロジェクトは財務的にはフィージブルであるとの結果を得た。

既に見てきたように建設投資額において、半島式防波堤の82億円に対して西大堤は282億円と約3.4倍の初期投資が必要である。又、施工工期も半島式の3カ年に対して西大堤では5カ年が必要である。従って廟嶺埠頭地区を守るという主目的だけの防波堤としては、西大堤に比べ半島式防波堤が有利なものといえる。

中国政府は現在經濟開發を志向し、次々と政策を打出しており、特に對外經濟開放政策の実績を積み重ねつつある。經濟發展には、必然的に物流量の増大が伴うものである。中国の場合も經濟發展に伴い物資流通量は増え、特に港灣における貨物取扱量は近年急激に増改しており、港灣整備を鋭意進めているにもかかわらず、なお港灣施設の不定のため船待ち現象が生じている。このことは連雲港にも当てはまり、現在港灣施設増強のため整備中である。第4章で検討した

廟嶺二期工事の整備に引継ぎ、第8章で検討した連雲港施設整備への新要請を受けて連雲港の港灣整備は近い将来さらに拡大する必要がある。

港灣整備においては当然資金効率の良さを求める必要がある。港灣整備を強力に推進しているにもかかわらず施設不足を来たしているのであるから、なおさら資金効率を上げる港灣整備が必要である。本プロジェクトは廟嶺二期工事として廟嶺埠頭の整備が第一目的となるが、このための半島式防波堤の場合の整備総額は1,136億円である。半島式防波堤整備費の整備総額に占める割合は7.2%となる。又、西大堤の場合の整備総額は1,457億円であり、西大堤整備費の整備総額に占める割合は19.3%となる。前にも見たように連雲港に対する施設整備の要請は強く、これを受けると半島式防波堤の場合には、更に新たな防波堤が前面に必要となり、この点廟嶺二期工事後の港灣開發を行う場合は西大堤案の方が有利である。

両防波堤のうち、いずれを計画として採用するかは第8章で記述した新たな要請に伴う港灣整備が比較的早い時期に必要なのか否かによっている。この点中国における港灣施設の現在の逼迫状況をふまえると、今後の港灣整備を急速に進める必要があり、又、中国政府が予想しているように連雲港の整備を早急に進めなければならないという状況が起ると思われる。従って廟嶺二期工事において防波堤として、西大堤を整備することが総合的に見て有利であると云える。従って本プロジェクトにおける防波堤計画として西大堤を採用することにする。