

第5章 港湾施設の設計

第5章 港湾施設の設計

5-1 設計方法

第4章で検討された施設について概略の設計を行った。

その際設計条件は中国の事情を出来るだけ反映させたが、設計方法については、設計手法や設計体系が中国と日本では異なるため、日本国の「港湾の施設の技術上の基準」等を原則として使用して行った。又構造断面については中国での施工条件や入手材料を考慮して採用可能な断面の比較を行うこととした。

5-2 設計条件

(1) けい船岸の諸元

計画水深と設計水深は次の表によることとする。

表5-1 けい船岸の計画水深と設計水深

バース	対象船型	計画水深	設計水深	備考
コンテナバース	1,200 TEU	-11.0 m	-11.5 m	原地盤は
木材バース	25,000 DWT	-11.0 "	-11.5 "	-0.2~
穀物バース	35,000 "	-12.0 "	-12.5 "	-0.5 m

けい船岸の天端高は既設岸壁の天端高や潮位を考慮して+7.0 mとする。

(2) 利用条件

1) 対象船舶の諸元については次の表によることとする。

表5-2 対象船舶の諸元

船種	重量トン数	船長	型幅	満載吃水
コンテナ船	(1,200 TEU)	215 m	29.0 m	10.5
木材船	25,000 DWT	175 "	26.0 "	10.2
穀物船	35,000 "	200 "	28.0 "	11.5

2) 接岸速度

$V = 1.0 \text{ cm/sec}$ として接岸時は異常時の扱いとする。

3) 船舶のけん引力および船舶の外板の側面荷重強度は以下によることとする。

表 5-3 船舶のけん引力と外板強度

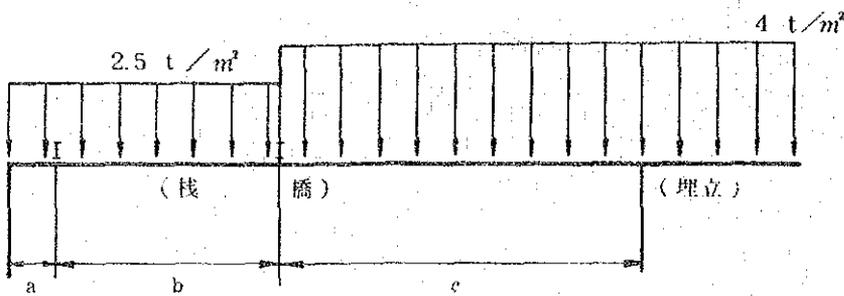
船 種	曲柱に作用するけん引力	船舶の外板強度
コンテナ船	70 t	4.0 t/m ²
木材船	50 "	4.0 "
穀物船	70 "	4.0 "

4) 上載荷重

中国の利用条件を採用して図5-1のとおりとする。

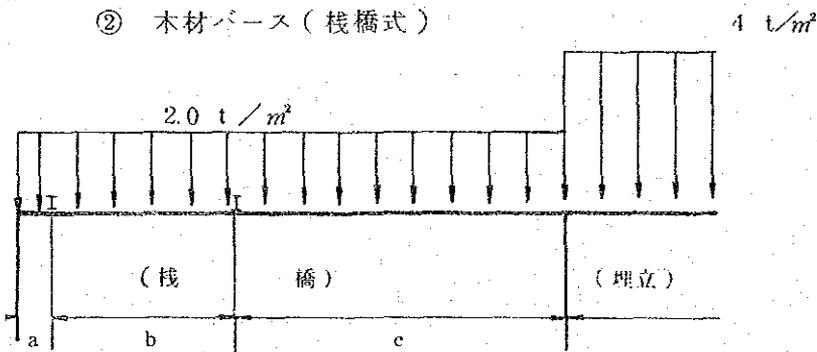
図5-1 岸壁の上載荷重

① コンテナバース(棧橋式)



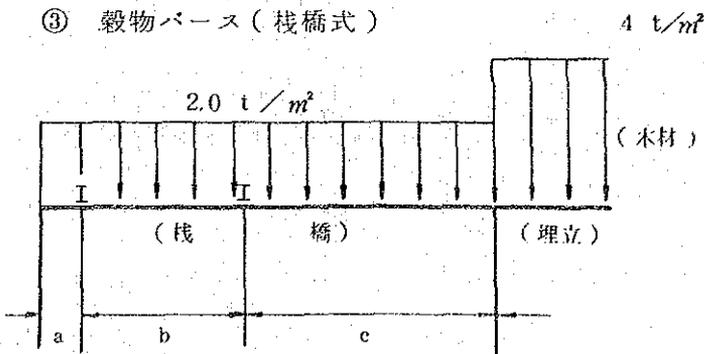
棧橋上 2.5 t/m², 4 t/m²
埋立部 4 t/m²
このほか、クレーン荷重を考慮する。

② 木材バース(棧橋式)



棧橋上 2 t/m²
埋立部 4 t/m²
このほか、クレーン荷重を考慮する。

③ 穀物バース(棧橋式)



棧橋上 2.0 t/m²
埋立部 4.0 t/m² 木材ヤードとして使用
このほか、アンローダーの荷重を考慮する。

5) 防波堤天端高

越波は許容するものとし、HWL上0.6H(Hは設計波高)を採用する。

$$HWL(+5.14m) + 0.6H(0.6 \times 3.0 = 1.8m) = 6.94m$$

従って+7.0mを防波堤天端高として設計を行う。

6) 耐用年数

耐用年数は次のとおりとする。

コンクリート構造物	50年
鋼構造物	30年

(3) 自然条件

1) 土質

(a) 原地盤

入手した土質資料のうち岸壁の設計にはH₁₃, H₁₈, H₂₃の3本, 防波堤の設計にはH₆₅, H₆₅, H₇₁, H₇₁, H₇₆の5本を参考として以下のように土質常数を定めた。土質番号は図3-5~8と表3-4と同一である。

○岸壁部

	H ₁₃	H ₁₈	H ₂₃
	±0.0	-0.3	-0.3
粘性土 粘 性 $\gamma=1.50t/m^3$ 性 $C=0$	①	①	①
-4.0	-4.0	-4.0	-4.0
粘性土 粘 性 $\gamma=1.60t/m^3$ 性 $C=0.35t/m^2$	①	①	①
-8.0	-6.75	-7.55	-8.0
粘性土 粘 性 $\gamma=2.0t/m^3$ 性 $C=3.5t/m^2 \phi=15^\circ$ 土 $N=7(C=6.0t/m^2)$	②	②	②
-10.0	-10.8	-10.0	-10.0
粘性土 粘 性 $\gamma=2.0t/m^3$ 性 $C=4.6t/m^2 \phi=20^\circ$ 土 $N=10(C=10t/m^2)$	③ ④~⑤	③ ④~⑤	③ ④-11.45 ⑤-12.5
-14.0	-14.5	-13.5	-15.0
砂質土 砂 質 $\gamma=2.0t/m^3$ 土 $\phi=35^\circ$ $N=20$	⑥ ⑦	⑥	⑥
-17.0	-16.8	-16.5	-17.65
粘性土 粘 性 $\gamma=2.0t/m^3$ 性 $C=4.0t/m^2 \phi=15^\circ$ 土 $N=10(C=10t/m^2)$	⑧	⑦ ⑧	⑦
-21.0	-18.0	-19.8	-20.5
砂質土 砂 質 $\gamma=2.0t/m^3$ 土 $N=30$ $\phi=40^\circ$	⑨ ⑩	-21.0 ⑨ ⑩	⑨
	-21.1	-23.2	-22.8
	-23.65		
	⑩	⑩	⑩

図5-2 土質条件

②以下の粘性土については、 C 、 ϕ 、地盤であるが、 N 値を参考として同等の C 地盤として安定計算を行う。

○防波堤部

	H_{65}	H_{68}	H_{71}	H_{74}	H_{76}
	-0.7	-0.5	-0.7	-0.6	-0.6
$\gamma = 1.5 \text{ t/m}^3$ $C = 0$	①	①	①	①	①
-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0
$\gamma = 1.6 \text{ t/m}^3$ $C = 0.35 \text{ t/m}^2$	①	①	①	①	①
-8.5	-8.4	-8.0	-9.1	-8.5	-8.1
$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $C = 3.5 \text{ t/m}^2 \phi = 15^\circ$ $N = 7 (C = 6.0 \text{ t/m}^2)$	②~③	②~③	②~③	②~③	②~③
-11.5	-11.1	-11.7	-11.9	-11.9	-11.5
$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $C = 4.6 \text{ t/m}^2 \phi = 20^\circ$ $N = 10 (C = 10 \text{ t/m}^2)$	④	④	④	④	④
-16.5	-16.25	-16.18	-14.0	-14.0	-15.5
$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $\phi = 35^\circ$ $N = 20$	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
-18.5	-18.5	-19.1	-16.7	-17.0	-17.5
$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $C = 4.0 \text{ t/m}^2 \phi = 15^\circ$ $N = 10 (C = 10 \text{ t/m}^2)$	⑥	⑥~⑦	⑥	⑥	⑦
-21.5	-21.0	-19.1	-18.9	-18.1	-18.2
$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$ $C = 6.0 \text{ t/m}^2$ $\phi = 20.5^\circ$ $N = 19$	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
	-21.0		-21.0	-21.7	
	⑩	以下	⑩	以下	22.2
	-24.8	なし	-23.7	なし	⑨
					-24.3

図5-3 土質条件

(b) 埋立土

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

埋立材上下には適当なフィルタ材使用

(c) 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 $\delta = +15^\circ$

(d) 基礎捨石

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

2) 地震

水平震度 $K_H = 0.025$

鉛直 " $K_U = 0$

3) 潮位

設計高潮位	$HWL = + 5.14 m$
設計低潮位	$LWL = + 0.60$
残留水位差(重力式)	$\frac{1}{3} (HWL - LWL) = \frac{1}{3} (5.14 - 0.6) = 1.51$
残留水位	$LWL + 1.51 = + 2.10$

4) 波浪条件

連雲港に到達する異常気象時の波浪は、黄海北部で発生する波向NE～Eの波浪が卓越すると考えられる。

当港の1961～1977の17年間における異常時の波高観測記録を統計解析した結果、50年確率波高は $H_{1/3} = 4.09 m$ となる。

入手した波高記録にはないが、中国側の別の資料によれば、1961年の23号台風により9月24日最大風速 $26 m/s$ 、 $H_{1/10} = 5 m$ を記録しているとのことである。これはレーリー分布を仮定すれば $H_{1/3} = 3.94 m$ となり、恊恊別途推算した $H_{1/3} = 3.88 m$ と一致する。波高観測点は水深 $-5 m$ であり、沿岸係数を考慮すれば、より高い波高を設計沖波とするのが適当と考えられるが、周期についてもBretshneiderの第1近似によると、 $T_{1/3} = 7.6 sec$ となり、中国側の設計沖波 $H_{1/3} = 5.6 m$ 、 $T = 7.8 sec$ とはほぼ同程度である。そこで設計沖波諸元を以下のとおりとする。

$$\begin{aligned} \text{波高 } H_{1/3} &= 4.1 m \\ \text{周期 } T_{1/3} &= 8 sec \end{aligned}$$

本沖波波浪に対し、波浪変形計算を実施した結果、防波堤計画位置における設計波以下のとおりとなった。

A地点(西大堤計画地点)	$H_{1/3} = 3.6 m$	
	$H_{max} = 5.7 m$	*設計高潮位 $+ 5.14 m$ を考慮している。
	$T_{1/3} = 8 sec$	
	波向 $N 42^\circ E \sim N 51^\circ E$	

B地点(半島式計画地点)	$H_{1/3} = 2.9 m$
	$H_{max} = 4.5 m$
	$T_{1/3} = 8 sec$
	波向 $N 27^\circ E \sim N 31^\circ E$

以上から設計波は $H_{1/3} = 3.0 m$ 、 $T_{1/3} = 8 sec$ 、
波向 $N 27^\circ E \sim N 31^\circ E$ とする。

(4) 安全率等

安全率は次表のとおり設定する。

表 5 - 4 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
壁体の転倒	1.2以上	1.1以上
直線すべり	1.2以上	—
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以上	1.5以上
くいの引抜き力	3.0以上	2.5以上

なお基礎捨石面上の地盤反力 60 t/m² 以内

摩擦係数は 捨石とコンクリート 0.6

捨石と捨石 0.8

コンクリートとコンクリート0.5 とする。

(5) 許容応力度

許容応力度は次表のとおり定める。

表 5 - 5 材料の許容応力度

	設計基準強度	曲げ圧縮応力度	曲げ引張応力度	引張応力度
鉄筋コンクリート	$\sigma_{ck} = 250 \text{ Kg/cm}^2$	$\sigma_{ca} = 83 \text{ Kg/cm}^2$	3 Kg/cm^2	—
無筋コンクリート	200 "	$\sigma_{ca} = 66$ "		—
鉄筋 SR24				1,400 Kg/cm^2
SD30				1,800 "
鋼管くい (STK41)		$\sigma_{ca} = 1,400 \text{ Kg/cm}^2$	$\sigma_{ta} = 1,400 \text{ Kg/cm}^2$	
PC鉄筋コンクリート	$\sigma_{ca} = 400 \text{ Kg/cm}^2$	(軸圧縮 $\sigma_{ca} = 120 \text{ Kg/cm}^2$) 使用状態 $\sigma_{ca} = 140 \sim 160 \text{ Kg/cm}^2$	10 Kg/cm^2	—

異常時は上記の1.5倍とする。

(6) 鋼材の腐食速度

鋼材の腐食速度は下表の値を標準とする。

表 5 - 6 鋼材の腐食速度

腐 食 環 境		腐食速度 (mm/年) 片面
海 側	H W L 以 上	0.3
	H W L と 海 底 間	0.1
	海 底 泥 層 中	0.03
陸 側	陸 上 大 気 中	0.1
	土 中 (残 留 水 位 上)	0.03
	土 中 (# 下)	0.02

5 - 3 構造様式と標準断面

(1) 防波堤

防波堤については、①波高が比較的小さく、地盤も比較的軟弱で石材が容易に得られる場合に有利な捨石式傾斜堤と②捨石堤に比較して透過性が少なく、地盤改良も少なくて済むコンクリートブロック式混成堤を設計比較した。

その結果 200 t 吊起重機船、コンクリートプラント船の使用を前提とすればコンクリートブロック式混成堤が施工も早く工費が大巾に安いことが判明したので、防波堤についてはコンクリートブロック式混成堤を採用した。

(2) 岸 壁

岸壁については、①地盤が軟弱であるが、支持層が比較的浅い場合に有利であり、また耐震性のある栈橋式岸壁と、②上載荷重に対し有利であり、製作設備さえあれば、施工が栈橋式に比べ単純で施工速度の早い重力式ケーソン岸壁を比較した。

①栈橋式については、杭の種類により PC コンクリート杭式と鋼管杭式があり、それぞれ一長一短があり 2 案を設計した。

又栈橋式の土留部については、矢板式、重力式等があるが、ここでは施工設備が簡単であり堤体重量も他の重力式に比べ比較的軽い鉄筋コンクリートセルラー式に絞って設計した。

採用した断面は表 5 - 7 の比較を行い、中国側の要望も考慮して PC コンクリート杭式栈橋とした。

中国側の事情は現在 PC コンクリート杭の製作ヤードがあり、PC コンクリート杭の製作要員が居ること、ケーソン式については現在の所ケーソン製作設備がないことなどによる。

表5-7 PCコンクリート杭式栈橋と鋼管杭式栈橋の比較

項 目	PCコンクリート杭式	鋼 管 式
杭の強度と杭の信頼性	小	大
杭の使用本数	多	少
杭の亀裂と鉄筋の腐食	有	無
杭材の腐食	無	有
梁床板の亀裂	継手部の弱点有	無
地震時の安定	少	大
施工速度	小	大
将来の増深の可能性(1.0m程度)	不可	可

なお栈橋の上部工については中国案のPC桁方式(図5-8-(2)参照)では①コンクリート量が場所打鉄筋コンクリート方式に比べ多く、死荷重が多くなって不利なこと、②PC桁の継手部に弱点が考えられ、一体性に比較的欠けること、③施工手順が多く、施工速度が場所打鉄筋コンクリート方式に比べ大巾に遅いことを考慮して場所打鉄筋コンクリート方式を採用した。コンクリート打設はコンクリートプラント船を使用する。

(3) 護 岸

護岸については捨石式、コンクリートブロック式、矢板式が考えられるが、地盤改良を行わなければいずれも成立しない。

地盤改良としては置換工法が確実であり、これを考慮して工費的に安くなると思われる栈橋式岸壁の土留部と同様のセルラー式護岸を採用した。

(4) 道 路

道路はセメントコンクリート舗装することとし、設計CBRによる舗装合計厚と凍結深さによる舗装合計厚を比較した。その結果舗装合計厚は下記の式による凍結深さによって定められた。

$$Z = C\sqrt{F} \quad \text{ここに } Z: \text{凍結深さ (cm)}$$

$$\approx 90 \text{ cm}$$

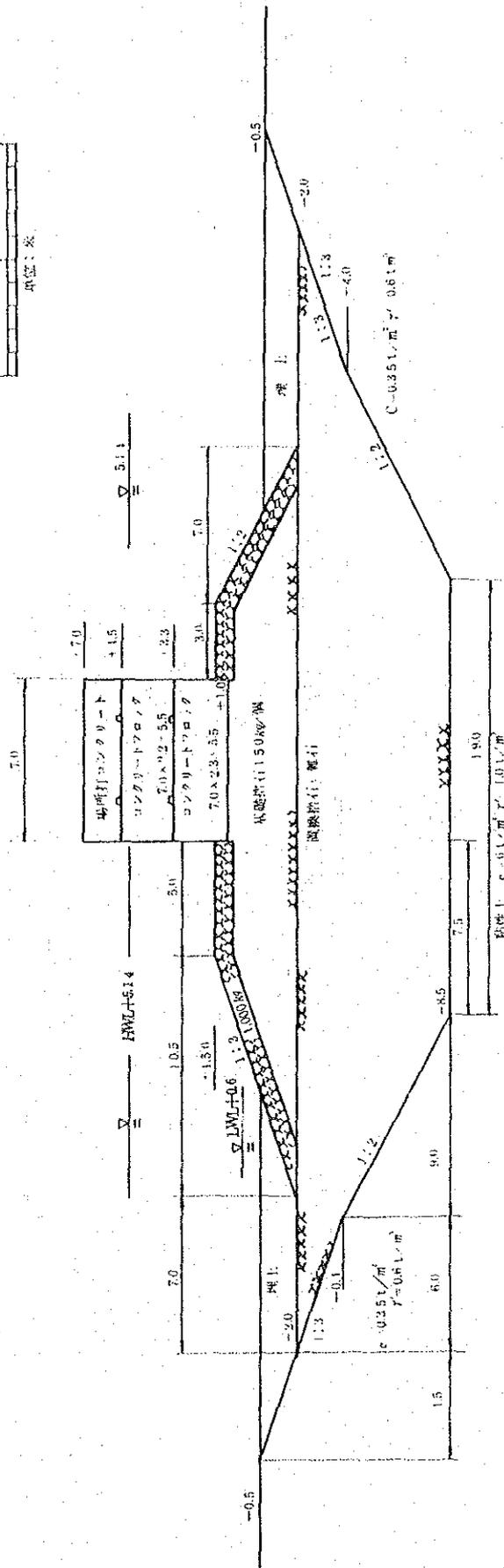
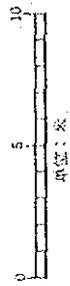
C: 定数 4

F: 凍結指数(°C・日) 540 (月平均気温 -2.0 ~ -7.0 が4カ月の場合)

以上から合計厚を90cmとし、コンクリート舗装厚30cm、上層路盤20cm、下層路盤40cmとした。

以上の検討および安定計算も行って検討した結果の標準断面を図5-4~図5-11に示す。

なお舗装構造はヤード舗装も同一とする。



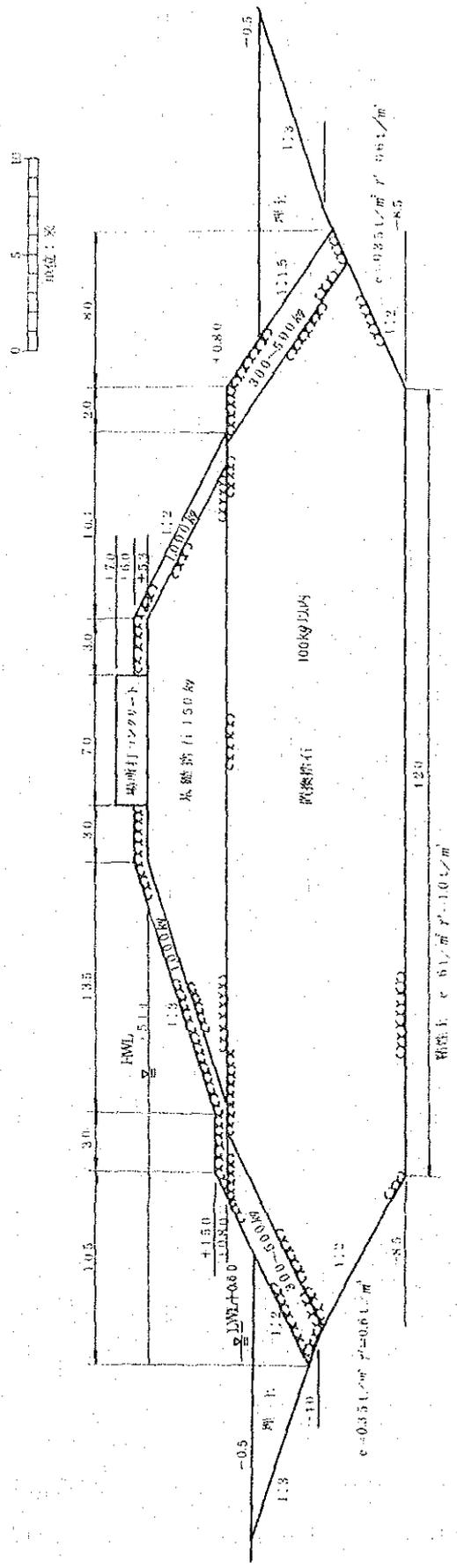


图 5-5 鹿嶋第二期半島式捨石防波堤
(標準断面図)比較案

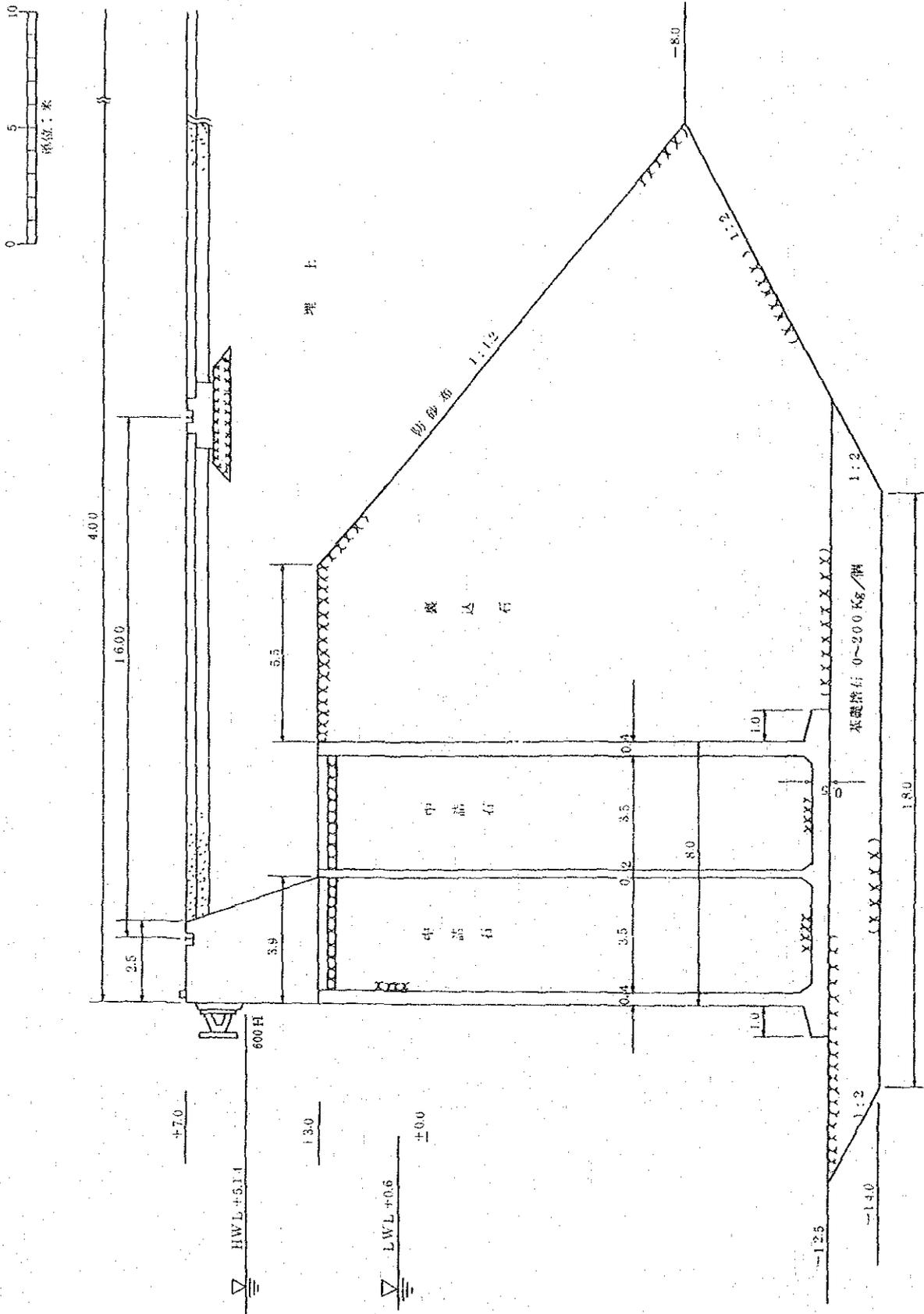


図5-9 厩岭第二期コンテナベース (重力式ケーソン案)
(標準断面図) 比較案

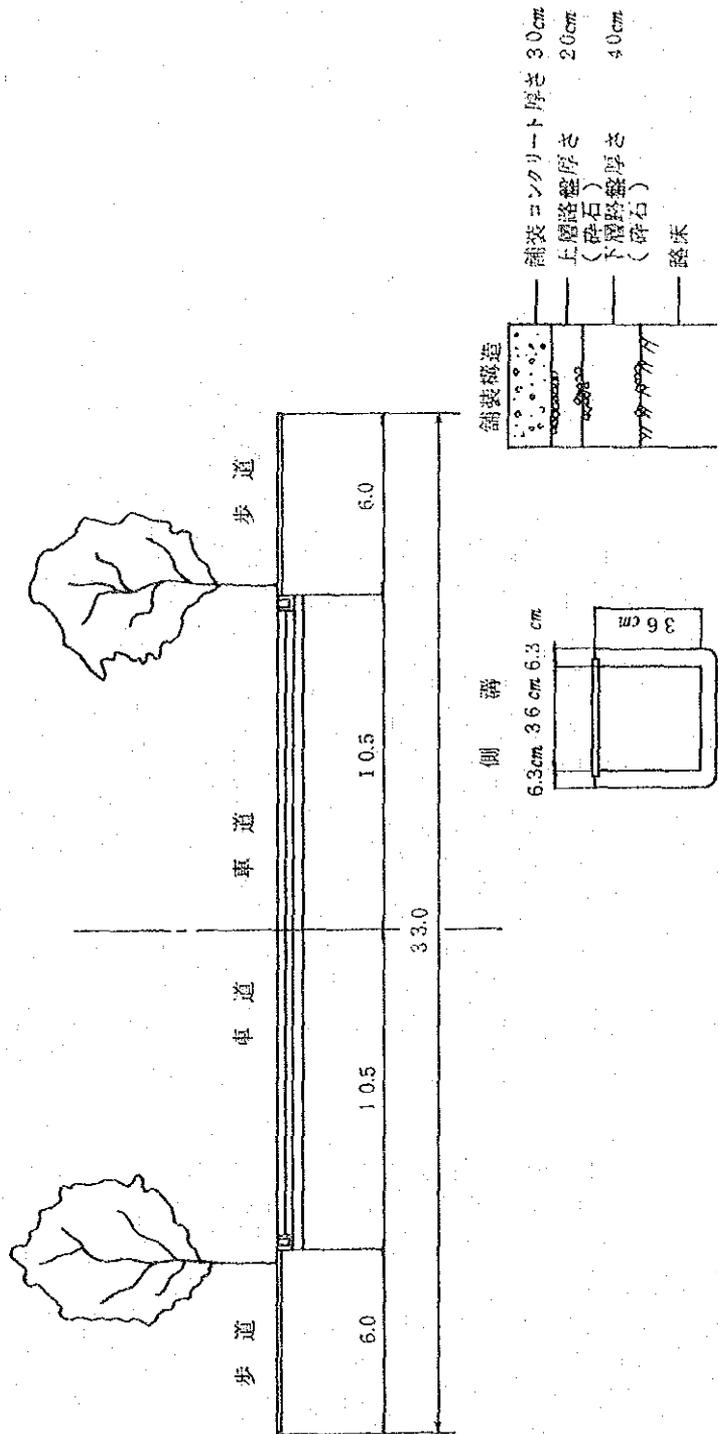


図 5 - 1 1 厩吟第二期臨港道路 (標準断面図)

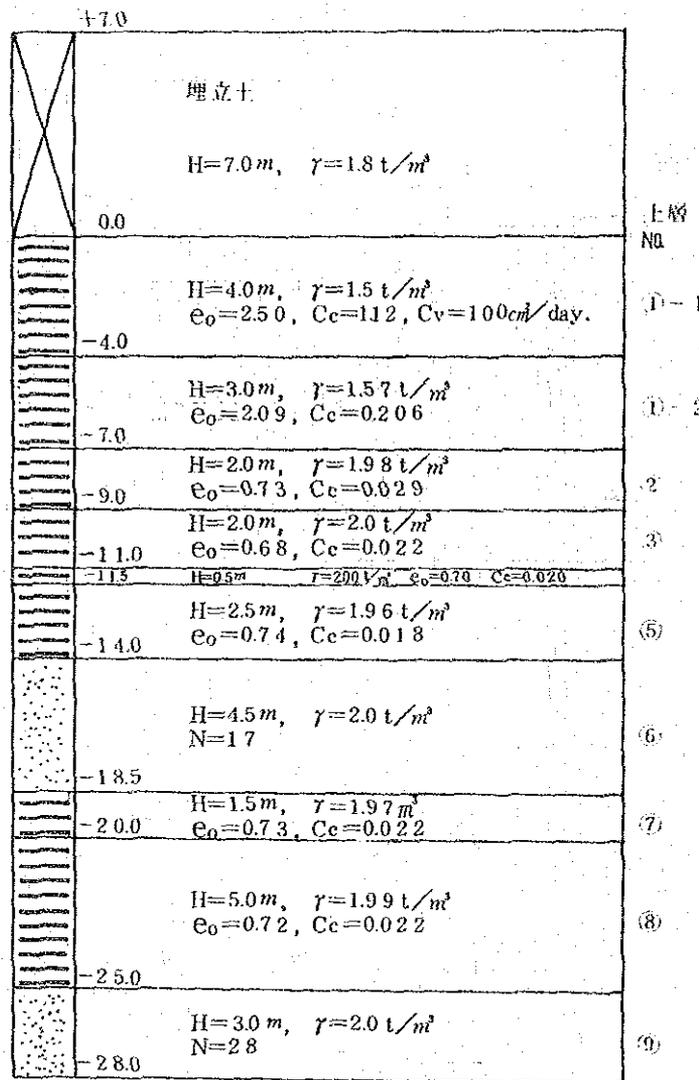
5-4 埋立地の検討

(1) 埋立地の土層

埋立地については原地盤から-7.0 m 程度まで軟弱層があり、特に上層-4.0 m 程度(前面埋立護岸線附近)までは超軟弱な土質であり、埋立地の地盤支持力や沈下対策上検討が必要である。

そこで入手した土質資料と荷重条件をもとに地盤改良を行わない場合の沈下量を検討した。埋立地の沈下検討用の土層は次図のとおりである。

埋立地の土質常数



(2) 沈下量の推定

埋立地には埋立土が瞬間載荷されたとし、荷重条件としては埋立土のみの場合とコンテナ、木材ふ頭の野積場に $4 t/m^2$ の等分布荷重が、継続的に作用した場合を次式を用いて計算した。

$$S = H \cdot \frac{C_c}{1+e_0} \cdot \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0}$$

- ここに S : 沈下量 (cm)
 H : 圧密層厚 (cm)
 e₀ : 間隙比
 P₀ : 初期荷重 (Kg/cm²)
 ΔP : 載荷による荷重増加 (Kg/cm²)
 C_c : 圧縮指数

その結果は表5-8のとおりであり、埋立土のみの全沈下量は165cm、野積場の荷重が加わった場合は265cmとなる。

このうち4.0mまでの第1層の沈下量は埋立土のみの場合145cm、野積場の荷重が加わった場合234cmであり、その下の全沈下量は31cmしかない。

表5-8 圧密沈下量

埋立土

層 No	H (m)	P ₀ (Kg/cm ²)	ΔP (Kg/cm ²)	e ₀	C _c	S (cm)
①-1	4.0	0.10	1.26	2.50	1.12	145
①-2	3.0	0.29	1.26	2.09	0.206	15
②	2.0	0.47	1.26	0.73	0.029	2
③	2.0	0.67	1.26	0.68	0.022	1
④	0.5	0.79	1.26	0.70	0.020	0
⑤	2.5	0.94	1.26	0.74	0.018	1
⑥	4.5	—	—	—	—	—
⑦	1.5	1.58	1.26	0.73	0.022	0
⑧	5.0	1.90	1.26	0.72	0.022	1
⑨	3.0	—	—	—	—	—
					計	165cm

コンテナ, 木材

層	H	P ₀	ΔP	C ₀	C _c	S
№	(m)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)			(cm)
①-1	4.0	0.10	0.4	2.50	1.12	89
①-2	3.0	0.29	0.4	2.09	0.206	8
②	2.0	0.47	0.4	0.73	0.029	1
③	2.0	0.67	0.4	0.68	0.022	1
④	0.5	0.79	0.4	0.70	0.020	0
⑤	2.5	0.94	0.4	0.74	0.018	0
⑥	4.5	—	—	—	—	—
⑦	1.5	1.58	0.4	0.73	0.022	0
⑧	5.0	1.90	0.4	0.72	0.022	1
⑨	3.0	—	—	—	—	—
					計	100 cm

(3) 地盤改良

前記の圧密沈下に対しては地盤改良が必要である。その場合経済的あるいは施工として可能な工法としては①床堀を行ない良質な材料で置換える方法と、②サンドドレーン工法による場合が考えられる。

1) サンドドレーン工法

概略のサンドドレーン工法を検討する。

検討の条件として

- ① 砂杭径は4.0 cmで正方形配置とする。
- ② 工期については、日本の機械による平均打設長(機械一組1カ月サンドパイル打設長9.000 m)を標準として検討する。
- ③ 載荷については盛土高2.5 mを施工し、平均圧密度が90%を目標として必要な放置期間を算定する。
- ④ 全体工程を考慮し載荷放置期間は半年以内とする。

概略の結果は表5-9サンドドレーン検討結果のとおりとなった。

表5-9 サンドドレーン検討結果

(敷地面積 10,000 m²当り)

載荷放置 期間(月)	改良 打設ピッチ(m)	仕様 打設長(m)	サンドドレーン 総打設長(m)	工期 (月・組)	投入砂量 (m ³)	載荷量 (m)
3	□ 1.5	14.0	62,222	6.9	9,332	25,000
6	□ 2.0	14.0	35,000	3.9	5,250	25,000

2) 床堀置換工法

置換えの場合の除去対象土層は-7.0 mまでの軟弱層である。しかしこの層を全部置換えると床堀量は約2,420,000 m³、置換量は約2,870,000 m³となり工費と施工量が大きく現実的でない。

そこで-7.0 mまでの層のうち特に軟弱な上層部(約半分の厚さ)を置換えて埋立を行い、残留沈下に対してはかさ上で対処する方が良い。

その場合、床堀量は約1,470,000 m³、置換量は約1,400,000 m³(±0まで)となる。

3) 採用工法

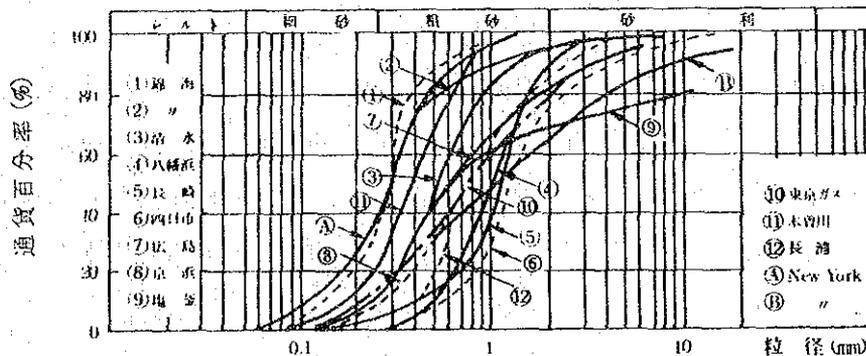
埋立用材は中国案によれば、扇崎山の岩石を破碎したズリを用いることになっている。

従ってサンドドレーン工法では、砂杭打設時のケーシングパイプの買入が容易な材料でなくては施工は不可能である。

又、サンドドレーン案の場合、①サンドドレーンの施工機械の確保、および②砂杭用に適合した図5-12のような砂が安価に必要量入手で来るかどうかの課題があり、ここではとりあえずサンドドレーン工法は採用せず上記2)の床堀置換工法を採用する。

しかし、サンドドレーン工法の方が、サンドドレーン用施工機械を購入しても工費は床堀置換工法より安くなる可能性があり、実施に当って十分な検討が必要である。

図5-12 サンドドレーン用砂の例



5-5 航路泊地の埋没量の検討

(1) 対象とする航路泊地の区分

連雲新港の水域施設としては、図5-13に示すように、半島式防波堤で囲まれた港内の航路泊地と、港外に出て外海の水深-8mの位置までのおよそ1.8kmの長さにおよぶ-8mの航路が計画されている。これらの航路泊地の埋没に係わる水理条件は、東西連島の影響を含め場所的に相当異なると思われるので、条件を同一にするいくつかの区域に分けて埋没量を推定する。

埋没量の推定にあたっては、上記対象水域の要所要所において航路泊地の試験掘りが実施されているので、これらに基づいて推定するものとする。

区域分けは、図5-13に示すように4区域に分けることにする。

(I) 区域(新港航路泊地)

半島式の防波堤により囲まれた港内の水域である。

(II) 区域(堤外航路)

半島式防波堤より外へ出た部分で、航路法線に直角方向から比較的波の作用を受ける区間である。

(III) 区域(海峡部航路)

外側からの波は、東西連島によりほぼ完全にしゃへいされ、潮流は航路に沿って流れる区域である。

(IV) 区域(東口外航路)

外海の波を直接受ける区域である。

(2) 各区域毎の埋没量の推定

1) (I) 区域(新港航路泊地)

a) 試験掘り結果を用いた埋没量計算法

図5-14に示すように、新港建設位置は、遠浅の浅瀬の上にある。この浅瀬に航路を掘った時の埋没量推定に役立つため図5-15に示すような試験掘り(幅60m×長さ500m×深さ12m)が1983年7月から12月にかけて実施された。

試験掘りの測深結果から求める平均埋没速度(m/日)を、調査期間の波高観測記録($H_{1\%}$)と共に示したのが図5-16である。図中の実線で示す波高は、沖合海洋点(-5m)での観測値、点線は、東西連島のしゃへい効果を考慮に入れて新港地区での波高に換算したものである。この結果から波高と埋没速度とがある程度相関していることがわかる。

図5-17は、図5-15に示す船舶航行用の導標の位置で、採水方式により得られた海水中の含砂量と、沖合海洋点における波高観測値との相関を示したものであるが、この結果からも埋没を検討するときは、潮流とともに波の効果を十分考慮に入れる必要があることが分かる。

図5-15の石炭埠頭の試験堀りの幅は60mであり、また実測データから、潮流はこの試験堀りにほぼ直角に横切って流れているものと思われる。このように航路幅の狭い場合は、その埋没厚を直接広い泊地の埋没厚として用いることには問題がある。何故なら、試験堀りの中には、それを通過する漂砂の一部分沈澱するのみで、残りの漂砂量は、航路を通過して、下流へ流されてしまう現象があるからである。

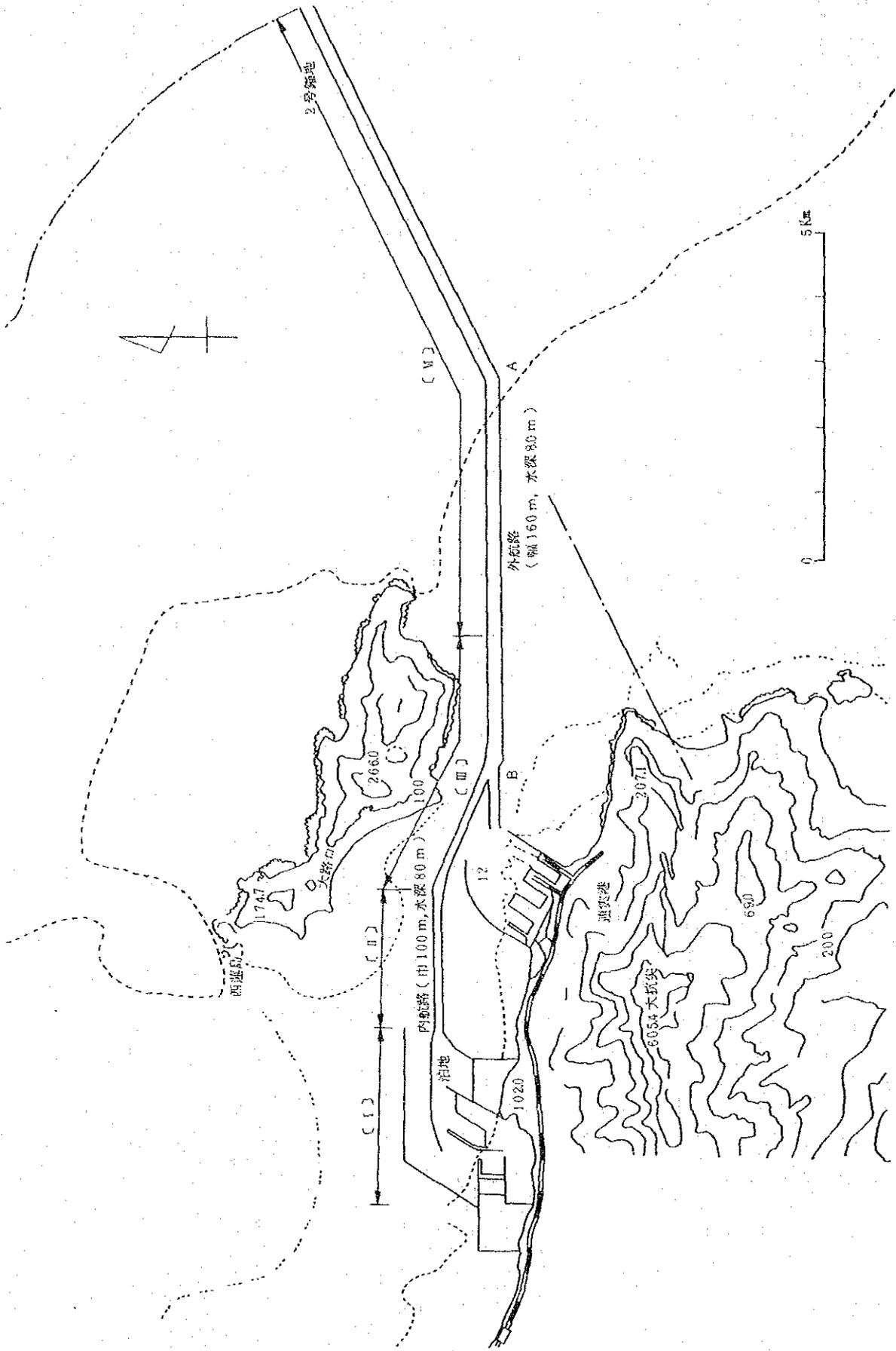


図 5-1-3 対象とする航路泊地の区分

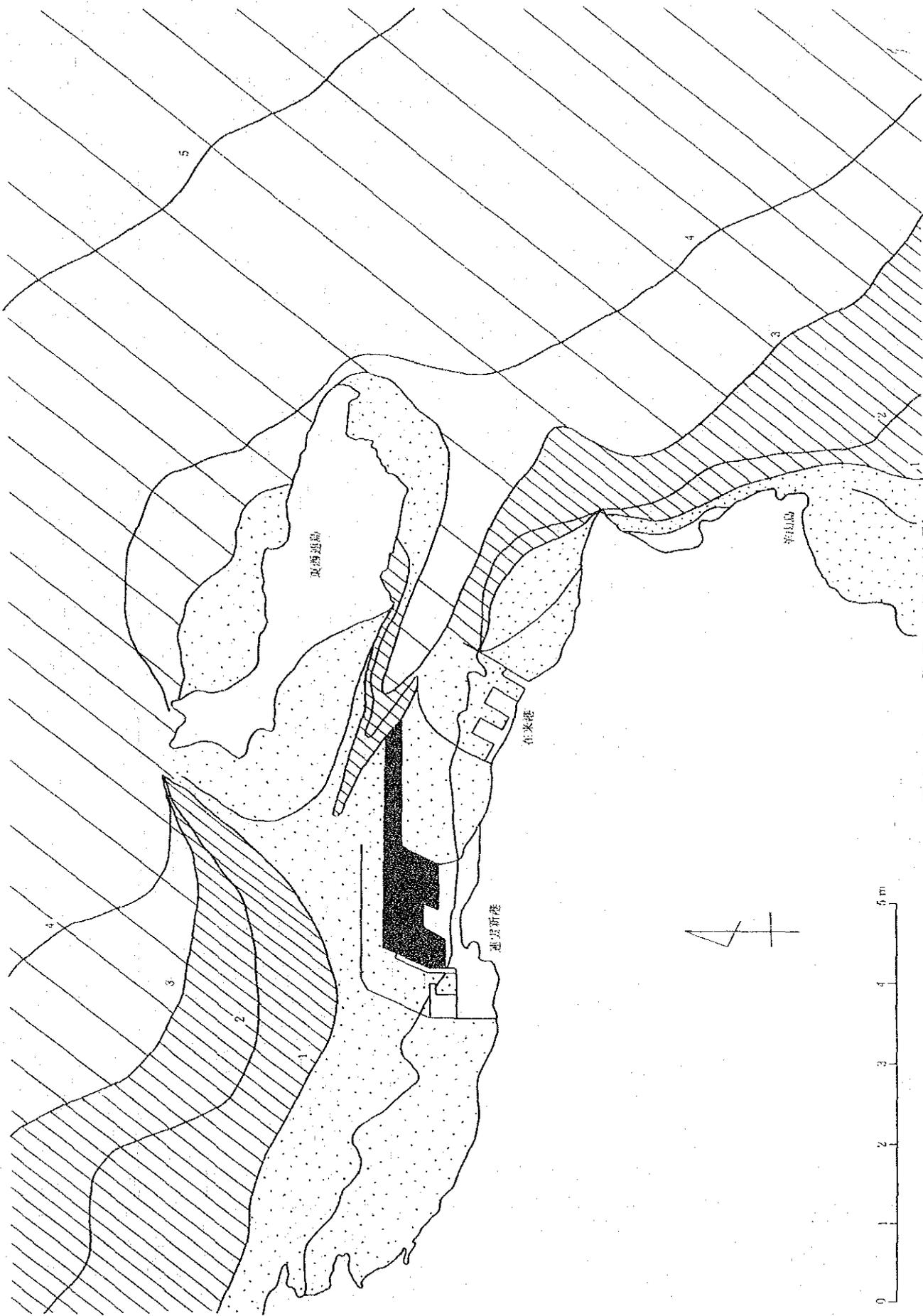


図5-1-4 周辺の海底地形

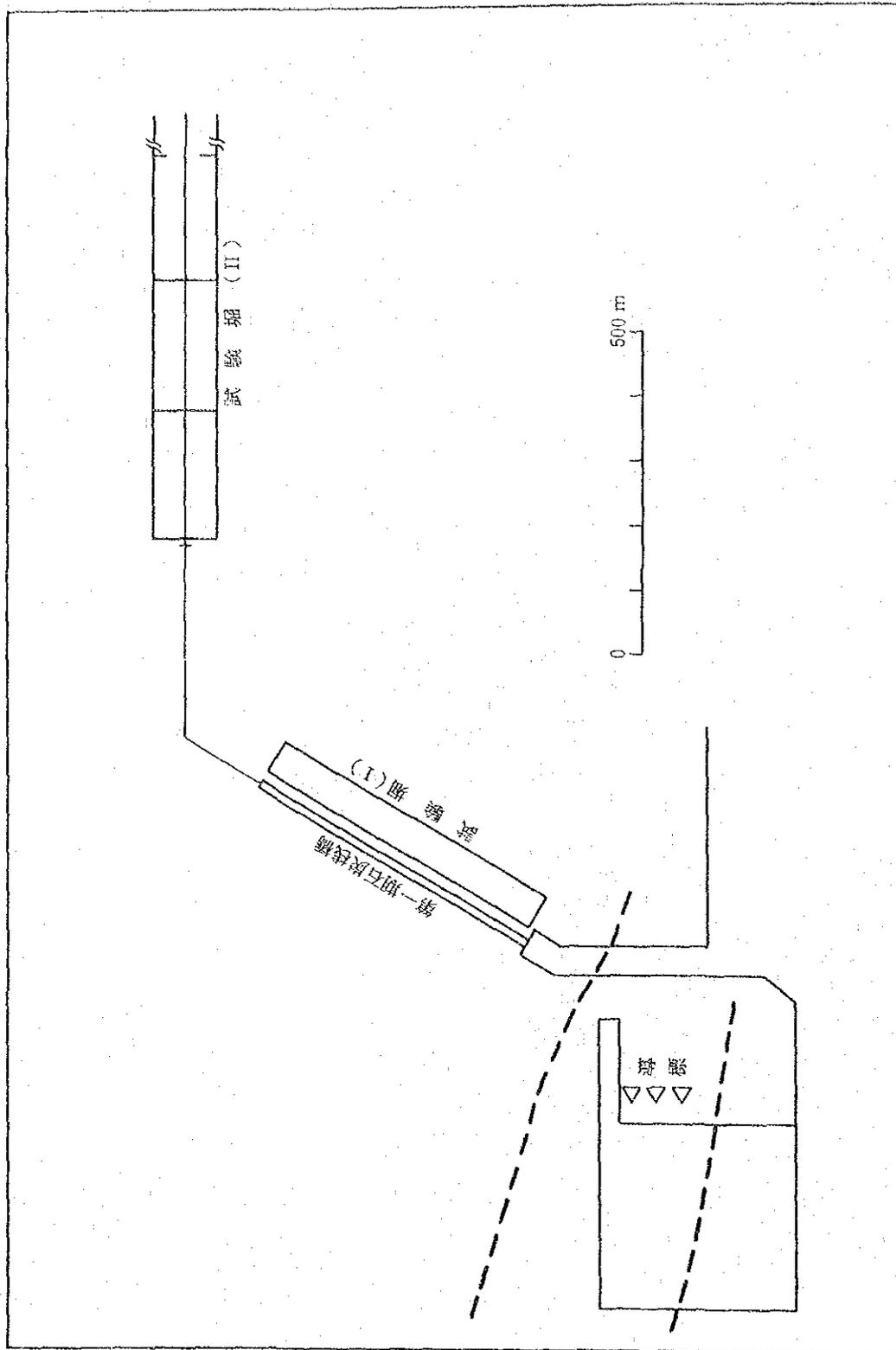


図 5-15 試験掘りの位置

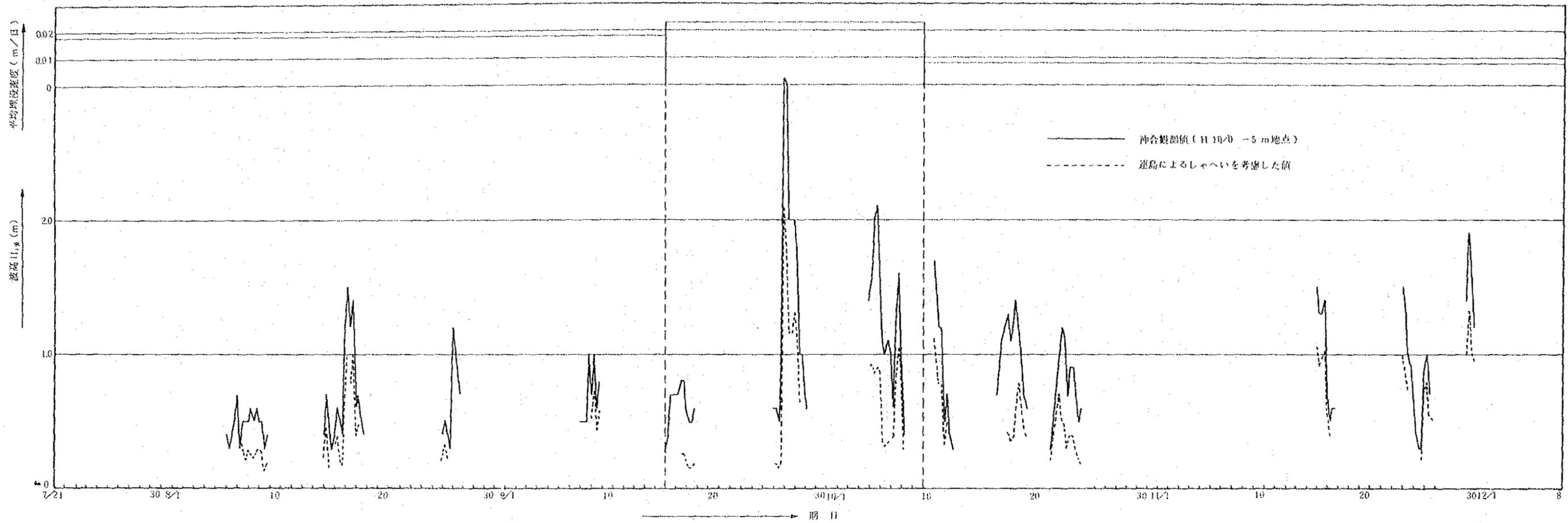


図5-16 試験掘りの平均埋没速度と波との関係

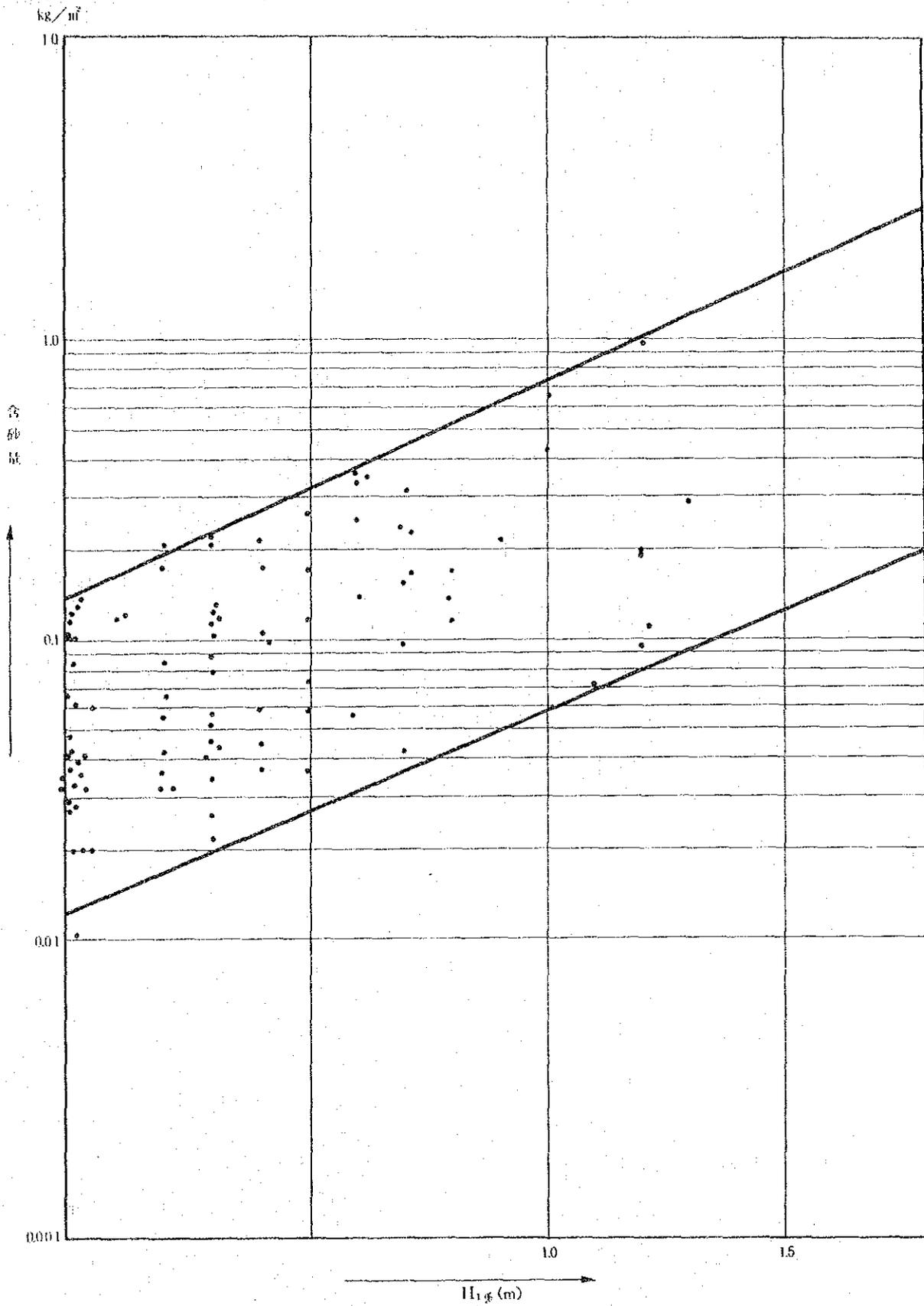


図 5 - 1 7 航路導標の位置での含砂量と沖合海洋点波高との関係

図5-18の模式図によってこれを概略説明すると、航路の上手である①に到達した平均濃度 C_1 、流速 V_1 の流れは、浮遊砂量が $S_{s1} = \bar{C}_1 \cdot V_1 \cdot h_1$ で表わされる。これが h_1 の水深から、 h_2 の水路内の水深に増大した直後の②においては、平均濃度 \bar{C} は変わらないが、水深の増大により流速が遅くなるため浮遊した砂を水中に保持する力が弱まり、図のように $S_v(0)$ の沈澱が生ずる。水路内の任意の位置 X においては平均濃度 $\bar{C}_2(X)$ の下で、 $S_v(X)$ の沈澱を生じながら、水路の下手端③に達する。もし、水路の幅が十分に広ければ、④に示すように、浮遊砂濃度は、水深 h_2 にバランスした濃度 $\bar{C}_2(\infty)$ 落ち着き、そこでの沈澱はもはや生ぜず、 $S_v(\infty) = 0$ である。しかし実際には水路幅に限りがあるので、水路の下手端③に達したあとは、浮遊砂が $\bar{C}_2(B)$ の濃度で水路外に流れ出てしまうので、水路内に埋没する量は、 $S_v(X)$ を、 $X = 0 \sim B$ まで積分したものに限られる。ここに B は、正味の航路幅である。

連雲港石炭埠頭前の試験堀りの測深結果からそこでの漂砂量について正しく評価するには、上記のような埋没過程を、潮流、波浪の効果を入れて分析する必要がある。ここではこれを可能にする非常に数少ない手法の中で、比較的合理的と思われる Bijker の方法により検討することにする。

これは、図5-18に示した水路内での各位置における沈澱量 S_v を、浮遊量の連続を示す式

$$S_v = w C_{b2} + \varepsilon (dc/dz)_b \dots\dots\dots(1)$$

によって、求めるものである。

ここに

- w : 浮遊砂の沈降速度
- C_{b2} : 水路内底面での濃度
- ε : 鉛直拡散係数 ($= 0.16 V_{*c} h$)^{*}
- $(dc/dz)_b$ = 水路底面での浮遊砂の濃度分布

である。

浮遊砂の濃度分布としては

$$C = C_b e^{-wz/\varepsilon} \dots\dots\dots(2)$$

を用い、平均濃度としては

$$\bar{C} = (C_b \cdot \varepsilon / wh) [1 - \exp(-wh/\varepsilon)] \dots\dots\dots(3)$$

とする。

C_b としては、Bijker による経験式を用いたが、その表示は省略する。

\bar{C} 、 C_b 、 ε 、 h 、 $S_s(x)$ などについては、添字 1, 2 をつけることにより、それぞれ水路上手、水路内の条件を与えるものとする。

潮流と波浪の効果は、摩擦速度に対し

$$V_{*cw} = V_{*c} [1 + 1/2 (\xi u/\bar{V})^2] \dots\dots\dots(4)$$

という補正をおこなう。

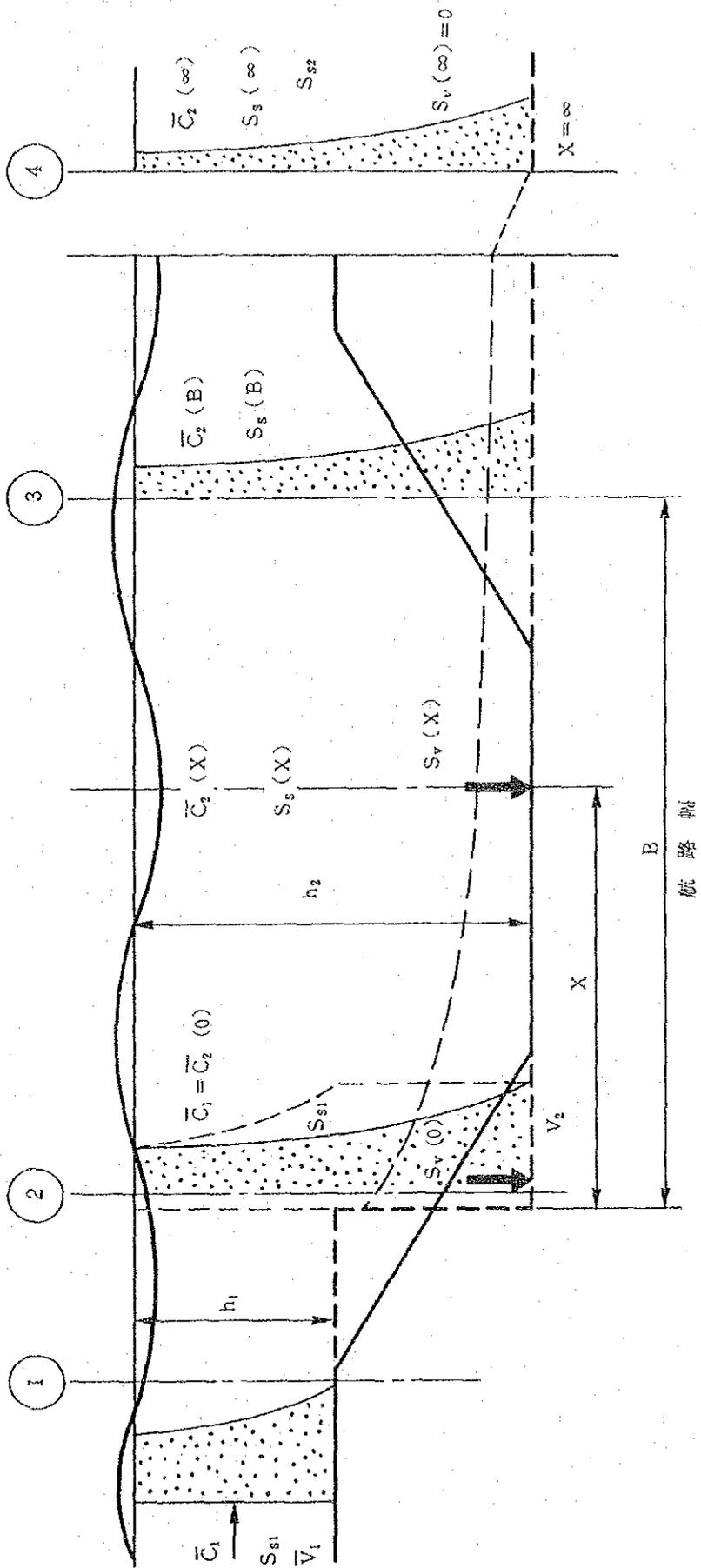


図 5-18 管路の埋没機構

ここに、 V_{xcw} : 潮流と波浪の効果をとり入れた摩擦速度
 V_{xc} : 潮流のみによる摩擦速度
 ξ : $C_b \sqrt{f_w / 2g}$
 で表わされる係数、 f_w は Jonsson の抵抗係数
 \hat{u} : 底面における波動による水平速度の最大値である。

$$(1) \text{より, } S_v(0) = w \cdot C_b^2 \left(1 - \frac{h_1 \varepsilon_2}{h_2 \varepsilon_1}\right) \dots\dots\dots (5)$$

水路内の埋没過程として

浮遊砂量 $S_s(x) = \bar{c} \bar{v} h$ が、次式のように指数的に減少するものと仮定する。

$$S_s(x) = f(e \times p(-\beta x)) \dots\dots\dots (6)$$

図5-18に示した境界条件により、(1)はつぎのように計算される。

$$S_v(x) = \beta (S_{s1} - S_{s2}) e \times p(-\beta x) \dots\dots\dots (7)$$

$$\beta = S_v(0) / (S_{s1} - S_{s2})$$

以上に述べた方法により、連雲港石炭埠頭前面の試験堀り結果を以下のように分析した。

① 図5-16の一つの深浅測量からつぎの深浅測量までの間のエネルギー的に平均された代表波高を有義波にて求める。すなわち

$$\bar{H}_{1/3} = \sqrt{\sum (H_{1\%} \times K_d)^2 / N} / 1.51$$

ここに

$H_{1\%}$: 5 m の海洋点観測値 (日平均波高)

K_d : 東西連島による回折係数

N : 測深日からつぎの観測日までの日数

($H_{1\%} = 0.3$ m 以上を、波のある日とし、波高がそれ以下の日は、すべて $H_{1\%} = 0.3$ m であると仮定した。

その結果	$\bar{H}_{1/3}$	波のある日	全日数
(a) 1983. 7. 21 ~ 9. 15	0.29 m (3.5 sec)	12 日	56 日
(b) 1983. 9. 16 ~ 10. 12	0.48 (4.5 ")	13 "	27 "
(c) 1983. 10. 13 ~ 12. 8	0.41 (4.0 ")	12 "	58 "

() 内は波の周期を示し実測値の波高一周期相関より求めた。

② 潮流については、最大流速を $V_0 = 0.5$ m/sec とし、それが正弦的に時間変化するものとして平均流速 \bar{V} を求める。

③ 浮遊砂の粒径は、連雲では、 $d = 0.01 \sim 0.001$ mm である。

しかし、実際に航路内を沈降するときは、フロックを形成しているものと考えられるが、

その粒径、沈降速度を決めるのは困難である。南京水理研究所では

$w = 0.5$ mm/sec ($d = 0.03$ mm に相当) と、推定されている。

ここでは、 $w = 0.5, 1.0, 2.0 \text{ mm/sec}$ と変化させて、試験堀埋没量を計算してみた。

図5-19に、以上の条件による各測深期間の間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。

この結果より

㉑ 1983年7.21~9.15に対しては、浮遊砂の粒径が、相当大きい($d=0.07 \text{ mm}$)と考えないと、埋没量が計算値と実測値が一致しない。

㉒ しかし、1983年9.6~10.12, 1983年10.13~12.8と時間がたつにつれ、小さい粒径を代入した方が実測値と合うようになってきている。

㉓ 試験堀り直後の埋没には、水路の法面の崩れ等による埋没が相当に含まれているものと思われる。そこで出来るだけ、長期間の維持浚渫を対象とするため、調査の後半で計算値と実測値が一致する場合の粒径 $d=0.04 \text{ mm}$ を、今回の計算に用いる粒径として選んだ。この場合、沈降速度は、 $W=1 \text{ mm/sec}$ とした。

以上の検討結果により、連雲港の試験堀実績により補正された計算式が得られたとして、以後の埋没量推定をおこなう。

b) [1] 区域の航路泊地埋没量の推定

年間を波のある期間($H_{1/3} > 0.3 \text{ m}$)と、波のない期間($H_{1/3} = 0.3 \text{ m}$)に分けて計算をおこなう。

港外浅瀬の平均水深 $\bar{h} = 2.9 \text{ m} + 0.5 \text{ m} = 3.4 \text{ m}$ の上を、 $\bar{V} = 0.3 \text{ m/s}$ で、 $d = 0.04 \text{ mm}$ の浮遊砂が港内の $h = 9.0 + 2.9 = 12 \text{ m}$ の泊地に沈澱して行く場合を、下記の波の条件に対して計算する。

	$\bar{H}_{1/3}$	T	波日数	全日数
1982. 1. 1~7. 20 (12. 1~12. 31)	0.32 m	3.5 sec	105	232
1983. 7. 21~11. 30	0.47 "	4 "	37	133

港口部実質幅 $B=800 \text{ m}$ を、港内奥部へ向かって測った距離 600 m (外側海水の港内実質交換水平距離)の区間に対し、上記の港の条件の下で、浮遊砂が継続的に沈澱すると考えて、さきの計算式を用いて計算すると、年間の堆積土厚 $y_c = 2 \text{ m/y}$ となる。

したがって、潮汐の周期性により、実際の埋没量は、計算値の半分になることを考慮して、年間の波のある日の埋没量を求めれば

$$Q_{Iw} = 2 \text{ m/y} \times 800 \text{ m} \times 600 \text{ m} \times 1/2 = 480,000 \text{ m}^3/\text{y}$$

「波のない日」については、($H_{1/3} = 0.3 \text{ m}$ とした)、

$$\text{日数} = 365 \text{ 日} - (105 \text{ 日} + 37 \text{ 日}) = 223 \text{ 日}$$

「波のない日」の含泥率の平均値を、図5-17に示す実測値から、 $\bar{q} = 0.06 \text{ kg/m}^2$ とする。

一潮流で港内に入る量のほとんどが沈澱してしまうものと仮定すれば、年間の「波の

ない日」の埋没量統計は、

$$Q_{Ic} = \{ 2 \eta_0 \dots \dots / 12 \} \times 223$$

ここに

$$\eta_0 = \text{平均潮差} = 3.3 \text{ m}$$

$$A_0 = \text{港内水域面積} = 1,930,000 \text{ m}^2$$

$$r_s = 2.65$$

$$v = \text{空隙率} = 0.55 \text{ (} r = 1.2 \text{ とした)}$$

$$Q_{Ic} = 286,000 \text{ m}^3/\text{y}$$

$$\text{総埋没土量 } Q_I = Q_{Iw} + Q_{Ic}$$

$$= 480,000 + 286,000 = 766,000 \text{ m}^3/\text{y}$$

2) (II) 区域 (堤外航路)

図5-15に示すように石炭埠頭の沖に、堤外航路と同じ向きに、幅100m×長さ1,000m×水深6mの試験堀(II)が実施され、1983年5月23日から1983年11月9日～18日の間の埋没量が追跡された。その結果、図5-20に示すように、当初の平均水深 $h = 5.82 \text{ m}$ が $h' = 5.67 \text{ m}$ に、 $\Delta h = 5.82 - 5.67 = 0.15 \text{ m}$ の埋没があった。

この結果から、航路埋没土量を推定するため、以下のことを考慮した。

- ① 試験堀は、-6mで実施されているが、堤外航路の計画水深は、-8mであり、より埋没量が多くなる。したがって、この補正をやる必要がある。
- ② 年間の埋没量を求めるため調査期間以外の外力をも、加算した量にする必要がある。

Bijkerの補正式を用いて、水深が-6m→-8mになるときの補正係数を計算すると、1.5が得られる。

調査期間	$\bar{H}_{1/3}$	波日数
(1983. 5. 23~11. 9)	0.47 m	37 日
年間	0.37 "	142 "

したがって、堤外航路長さ2000mとして

$$Q_{II} = 0.17 \times 100 \text{ m} \times 2000 \text{ m} \times \frac{(0.37)^2 \times 142}{(0.47)^2 \times 37} \times 1.5 \div 120,000 \text{ m}^3/\text{y}$$

3) (III) 区域 (海峡部航路)

図5-14に見られるように、この区域は、流域面積が、在来港と防波堤と東西連島によって狭くなっているため流速が大きく、自然に海底が洗掘された形となっている。このため航路掘削が実施されても、埋没が多くなる領域とは考えられない。在来港防波堤の沖側で、計画航路法線に沿って幅60m×長さ1500m×深さ5mの試験堀結果では、航路IIと同程度の埋没量となっている。

したがって、本区域においても、II区域と同量の埋没があるものと考え、これを4kmの区域

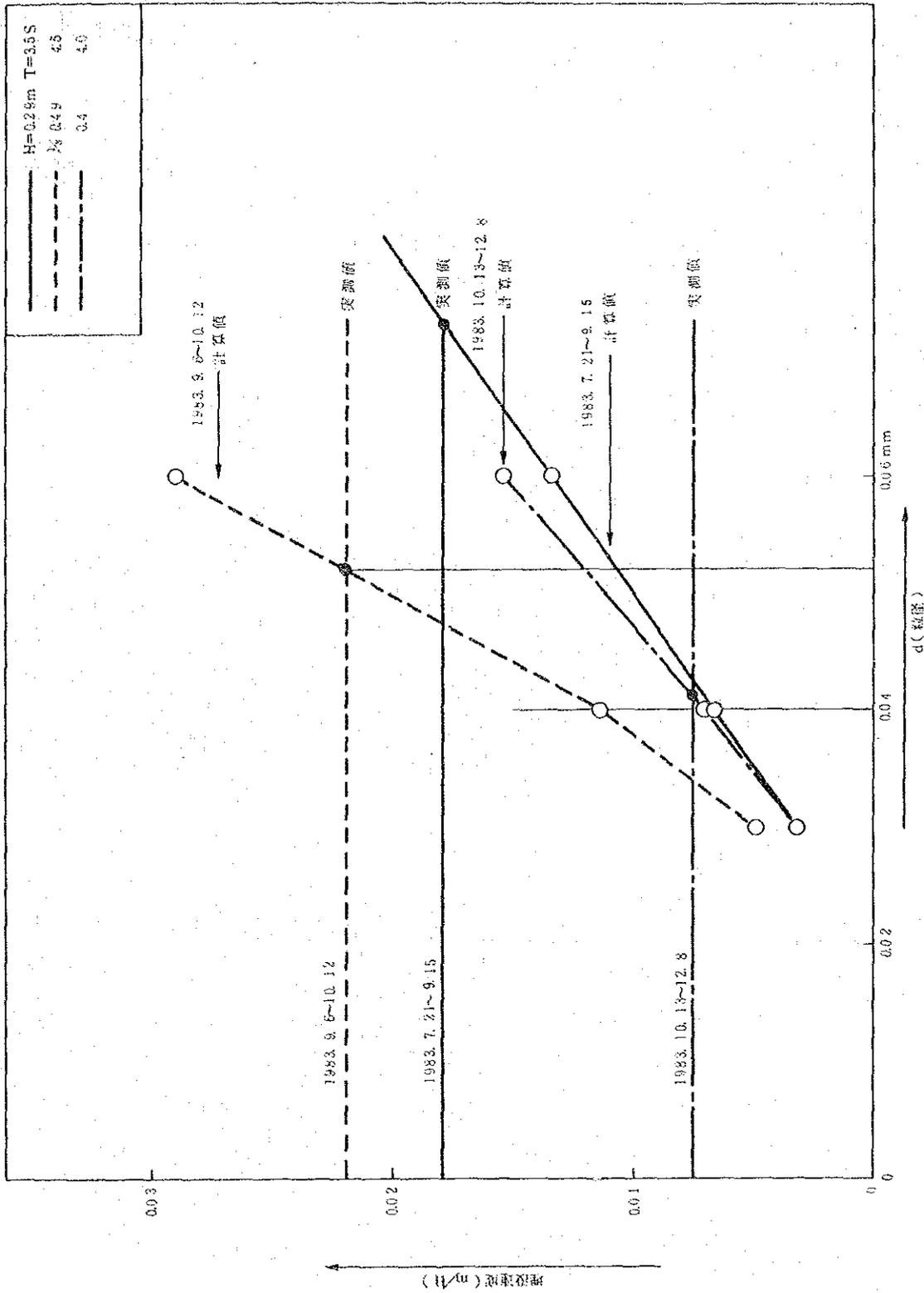


図5-19 試験掘り(1)における埋没速度の各粒径毎の実測値と計算値との比較

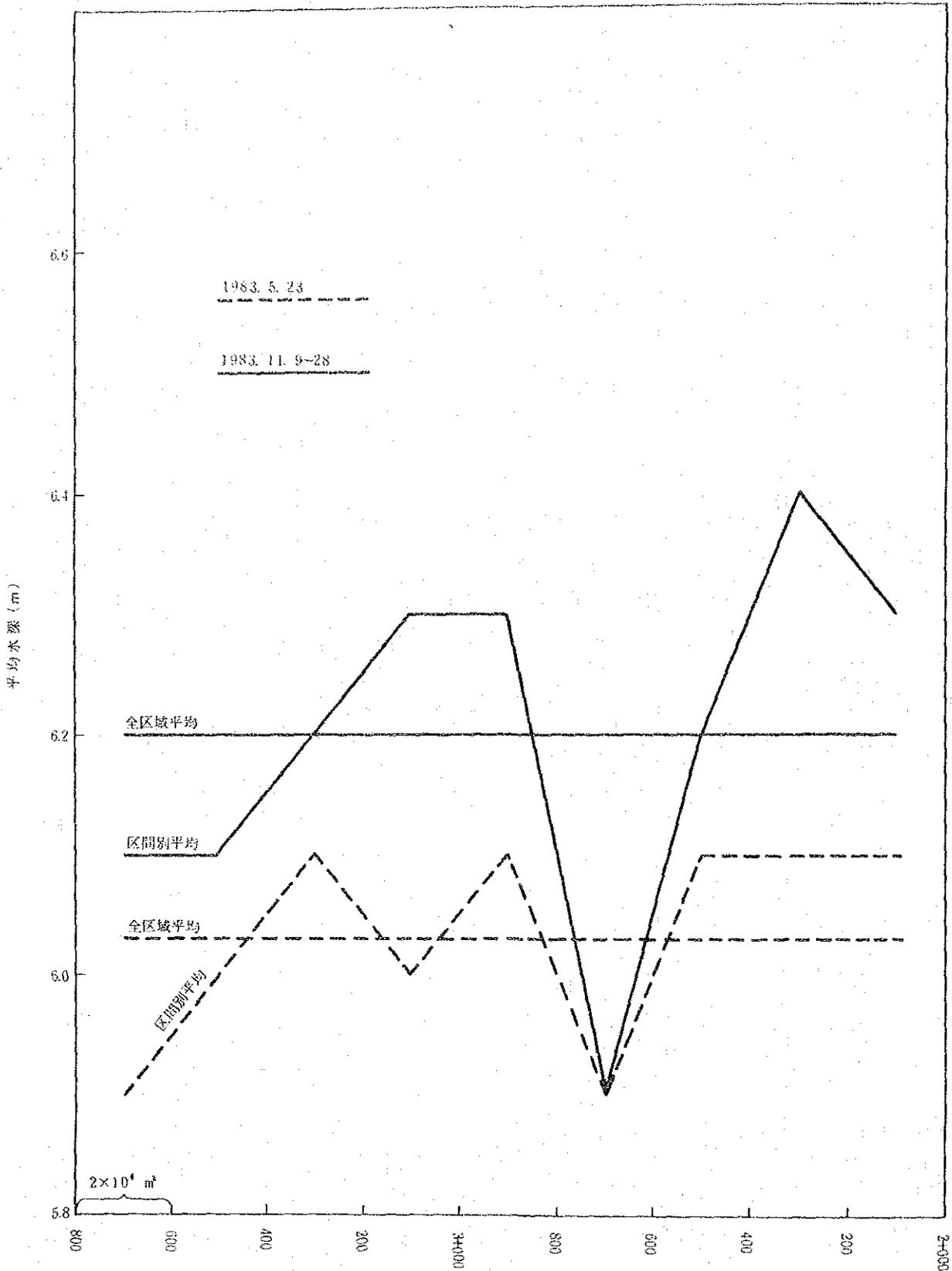


図5-20 試験掘り(Ⅱ)での平均水深の変化

に適用する。

$$Q_{III} = 120,000 \times 4 / 2 = 240,000 \text{ m}^3 / \text{y}$$

4) (IV) 区域 (東口外航路)

東口外の検査錨地の南に、幅 60 m × 長さ 1500 m × 深さ 10 m の試験堀がおこなわれ、1978 年 9 月から、1981 年 3 月まで埋没量が追跡されている。

この計果より、計画航路の (水深 - 8 m, 幅 160 m) の埋没量を推定するには

- (1) 水深が、試験堀りが - 10 m であったものを - 8 m に換算補正をする必要がある。
- (2) 航路幅が 60 m であったのが 160 m になることによる補正が必要である。
- (3) 航路の方向は、計画航路と同じ方向であるので (1), (2) の補正をおこない計画航路の埋没量を求めることができる。

図 5-13 の IV 区域航路を沿って試験堀りが実施された結果の $y_c = 0.79 \text{ m/y}$ を用い、南京水理研究所による計画航路埋没速度の航路法線方向分布を用いて航路幅 160 m として年間の埋没土量を求めると、 $Q_I = 1,230,000 \text{ m}^3 / \text{y}$ となる。

一方、Bijker の求ににより、水深 - 10 m → - 8 m の変化に対する補正係数を計算すると、0.78 が得られる。

したがって

$$Q_{IV} = 1,230,000 \text{ m}^3 / \text{y} \times 0.78 = 960,000 \text{ m}^3 / \text{y}$$

(3) 埋没土量の予測

以上の計算により (I) ~ (IV) 区域の年間埋没量の合計 Q_T を求めると

$$\begin{aligned} Q_T &= Q_I + Q_{II} + Q_{III} + Q_{IV} = 766,000 \text{ m}^3 / \text{y} + 120,000 \text{ m}^3 / \text{y} + 240,000 \text{ m}^3 / \text{y} + 960,000 \text{ m}^3 / \text{y} \\ &= 2,086,000 \text{ m}^3 / \text{y} \approx 2,000,000 \text{ m}^3 / \text{y} \end{aligned}$$

この埋没土量の計算結果の港湾建設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 本計算の基礎データとして用いた試験堀り結果は、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、それによ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、一時的に著る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備が必要である。
- 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 割増の $3,000,000 \text{ m}^3 / \text{y}$ を考えておく必要がある。
- 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。

第6章 港湾施設の施工

第 6 章 港湾施設の施工

6-1 施工数量

(1) 施設別施工数量

第 4 章で計画の検討がされ、施設内容、規模が確定したものや第 5 章で設計を行った主要な施設の施工数量は次のとおりである。

表 6-1 各施設の施工数量

項 目	単 位	数 量	備 考
1) 半島式防波堤	m	3,170	直部 1,410, 曲部 1,760m
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	$\frac{m^2}{m}$	2,826,000 10,341,000	
① 外 航 路(-8.0m)	$\frac{m^2}{m}$	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)	$\frac{m^2}{m}$	380,000 1,370,000	" "
③ 泊 地(-9.0m)	$\frac{m^2}{m}$	782,000 4,791,000	土量は余量を含めた取扱土量
1) 埋 立	$\frac{m^2}{m}$	476,000 4,900,000	土量は余量を含めた取扱土量
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・購売部等	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 電線タクト 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	1,200 m^3 , 1,600 m^3 , 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 15,000 m^2 修理用造船所船架新設 1 式, 埋立地造成道路等

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。

防波堤, 岸壁, 護岸は床堀置換工法を採用しており, 床堀量は約 1,705,000 m^3 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 6-2 主要材料表

項 目	単 位	数 量	備 考
1) 鋼材	t	63,110	鉄筋, PC 鋼材, 型钢, ボールナット等予備量 10% を含む
2) セメント	t	286,218	予備量の 10% を含む
3) 木材	m^3	30,111	製材 予備量 10% を含む
4) 構造物用石材	m^3	6,150,000	防波堤, 岸壁・護岸用断面純量
5) 埋立用材	m^3	4,900,000	沈下かさ上量を含む
6) コンクリート用砕石	m^3	722,000	セメント使用量から算出した概数
7) コンクリート方塊	個	1,270	防波堤用 5.0 m ×7.0 m ×2.3 m 5.0 m ×7.0 m ×2.2 m
8) PC コンクリート杭	本	2,170	0.4 m ×0.4 m ×28.0 m 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。鹿嶋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 7,000,000 m^3 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。

6-2 施 工 法

(1) 工事用施設および作業船・施工機械

6-1 施工数量で検討したように施工量が大きいので現有の工事用施設および作業船施工機械類を活用はするが、現有量のものに相当の増強をはかる必要がある。

施工に当って今後増強を必要とするものを含めてあげると次の表のとおりとなる。

なお備考欄中で○購入とあるものは今回の施工にあたり新たに購入して増強をはかる必要のあるものであり、○増強とあるのは中国内で他港等から回船など融通して増強するものである。

表 6 - 3 工事用施設および作業船・施工機械

種類	名 称	能 力	台数	備 考
工 事 用 施 設	コンクリート製品製作	コンクリート打設能力		現在造成中
	ヤ ー ド	20,000m ³ /年		杭長40m以内
	90,650 m ³	コンクリート杭製作能力		
	コンクリートブロックヤード	7,000~9,000m ³ /年 コンクリート打設能力30,000m ³ /年		○増設 現港に15,000m ³ /年の能力がある ので新たに15,000m ³ /年のヤードが必要
船	引 船	1,670Hp	1	○現 有
		900Hp	2	"
		400Hp	1	"
		"	4	○増 強
	起 重 機 船	60t吊	1	"
	"	200t吊	1	○増強、セラー、防波堤ブロック据付用
	杭 打 船	杭長50m D40	1	現 有
	"	60m D72	1	○購 入
	"	50m D72	1	○増 強
	台 船 バ ー ジ	杭打機 D72	3	○購 入
		300t	1	現 有
		400t	7	"
		1,000t	1	"
	コンクリートプラント船	50m ³ /時	1	○購 入
	"	40m ³ /時	1	○増 強
	"	8m ³ /時	1	現 有
	バケツ浚渫船	300m ³ /h~750m ³ /h	1	現 有 上海航政局
	"	500m ³ /h	1	"
	排 泥 船	1,000m ³	1	" 二次輸送用
	排泥船ドラブサクソン浚渫船	1,500m ³ , 4,500m ³ 積	2	○増強 航路浚渫用
	グ ラ ブ 浚 渫 船	8m ³	2	○増強 岸壁護岸床掘用
	"	4m ³	1	増 強
	"	2m ³	1	現 有
	カッター式ポンプ浚渫船	400Hp	1	○購 入
	土 運 船	500m ³ 積	3	現 有
	"	325 "	4	"
	"	280 "	6	"
	自航式土運船	500 "	1	○購 入
	"	280 "	3	"
	給 油 船	350 "	1	現 有
	給 水 船	350 "	1	"
	揚 錨 船		1	

種類	名 称	能 力	台数	備 考
陸 上 機 械	ブルドーザー	100Hp~120Hp	2	第5工程 現 有
	転 圧 機	8t, 10t	2	"
	クローラクレーン	15t	1	"
	トラッククレーン	10t, 16t, 36.5t	4	"
	発 電 機		3	"
	フォークリフト	5t~10t	2	"
	ダンプトラック	3.5t~15t	20	土石方工程 現 有
	ブルドーザー	320Hp	2	" "
	パワーショベル	4.0m ³	3	" "
	ダンプトラック	15t	28	" "
	穿 孔 機	φ=150%	4	○増 強
	杭 打 機		2	○購 入
	ダンプトラック	32t	4	○ "
	"	"	4	○増 強
	ブルドーザー	220~320Hp	4	○増 強
	クローラクレーン	40t	2	○ "
	トラッククレーン	80t	1	○購 入
	"	136t	1	○ "
	"	30t~45t	7	○増 強
	電 動 転 圧 機	20t	1	○ "
	転 圧 機	12~15t	2	○ "
	門 型 起 重 機	200t	1	○ "
	バ ッ ク ホ ー	1.6m ³	6	○ "
	ショベルドーザー	2~3m ³	10	○ "
	コンクリートポンプ車		2	○ "
	コンクリートミキサー車	6m ³	6	○ "
	ト レ ー ラ ー	40~50t	10	○ "
ト ラ ッ ク	10t	5	○ "	
ワ ゴ ン 車		5	○ "	

これ等の中で特に重要なのは岸壁・護岸の床堀用のグラブ船と、厩崎山の石材運搬および海上運搬の機械類であり、いずれも増強を要する。

岸壁・護岸は他工種に先立って床堀を早く完了し、浮泥の流入と推積の少ないうちに出来るだけ早く杭打と基礎捨石を完了する必要があるからである。

このほか施工管理用に必要な調査測量、観測用の機械類も備えることとし、検討の結果表6-4の機器類を使用するものとした。なお備考欄で○購入とあるものは今回新たに外貨で購入するものであり、○増強とあるのは国内で調達するものである。

表6-4 増強測量試験機器一覧表

項目	単位	数量	備考
(1) 観測測量船	隻	2	○増強 400~500Hp
(2) トランシット	台	4	○増強 6秒読み
(3) オートレベル	"	8	○購入 精密水準測量用 水平目盛 10秒読み
(4) 光波距離計	"	3	○購入 測距範囲 1600m~2500m
(5) 音響測探機	"	7	○購入 指向角 3° 200KHz
(6) セルフポーリング プレッジオメーター	"	1	○購入
(7) スリーブコーン	"	4	"
(8) 四連式一軸圧縮試験機	"	4	○購入 コンピューター収録機付
(9) 電子天秤	"	8	○購入
(10) 土粒子分析器	"	1	"
(11) 水中濁度計	"	2	"
(12) 電気流速計	"	9	"
(13) 電磁流速計	"	2	"
(14) 微流速計	"	2	"
(15) 復写機	"	2	"

(2) 各施設の施工

1) 防波堤

防波堤は200t吊起重機船とプラント船の利用を前提とするコンクリート方塊を用いた混成堤の施工である。

施工手順は基部及び中間部から同時に開始することとし、床堀を-8.5mまでバケット船又はグラブ船で行ない置換材を泥土の埋戻しが大きくなならないうちに投入する。置換材は雑石とするが大粒径のものは避け石山のズリのような細粒のものが良い。防波堤建設地点は±0.0~±-0.5なので当初は潮差を利用した施工となる。床堀底面に推積した泥土は置換材を片側から巻き出し泥土を押し出すように施工し、巻き出し先端に溜った泥土はグラブ船等で除去する必要がある。

置換が完了したら、基礎捨石を投入し均しが完了後、コンクリートブロックヤードで製作し

たコンクリート方塊を起重機船で据付ける。その後沈下が落ち着いてから上部コンクリートをコンクリートミキサー船によって打設する。他の施設より防波堤は先行して急速に施工することが要求されるので、2工区又は3工区に分割し同時に施工して行く必要がある。

2) 物揚場(作業船), 護岸, I, II

物揚場(作業船), 護岸I, IIは防波堤が先行して遮へい効果が少し出て来た段階で施工を開始する。

これも床堀置換を先行して行う必要があり, 特に物揚場(作業船)は施工初期から使用したいので早く完了させる。堤体のセルラーは据付後は速やかに中詰を施工し早く沈下を取める必要がある。沈下を見こし, 基礎捨石は必要量余盛してからセルラーを据付ける。

セルラー間の目地は埋立土砂が吸出されエブロン沈下の原因となることが多いので目地止の防砂板は念入りに施工する必要がある。

3) PCコンクリート杭式棧橋

棧橋の施工は手順が複雑であり, 施工量も大きいので法線方向に手順を追って各工種をそれぞれ先行させる必要がある。

即ち床堀後, 杭打を行い, 土留部の基礎捨石を投入, 均し後セルラーを据付けて中詰を施工し, その後裏埋土, 裏込工を行って堤体部が完了する。一方棧橋部は杭打後上部工の鉄筋を組立ててけい船曲柱も取付た上, 上部コンクリートをプラント船で打設する。もち論上部工の支保工は堅固にしておく必要がある。棧橋スパン長は25mとしており, 1スパン約450m²のコンクリート量となるが, 出来るだけ1回で完了するようコンクリートの打設を行い1スパンづつ仕上ることが望ましい。

PCコンクリート杭は, 1本当りの重量も大きく取扱いに十分気を付けて打込む必要がある。又施工本数が多く工程上クリティカルな工種なので能率を上げつつ着実な施工を行う必要がある。

4) 埋立工

埋立工は護岸が立上ってから±0までは海上から埋立, ±0以上は陸上から巻出し工法によって埋立てることとする。埋立用材として厩山から発生する雑石を使用する場合は粒径は出来るだけ小さいものが好ましく, 又, 床堀後の現地盤上面には砂層などのフィルター材を, 出来れば使用の方が望ましい。埋立用材の施工により, 大量の濁りが発生したり, 岸壁工事の支障になる恐れがある。そこで埋立開始時点は原則として岸壁の床堀工事の終了後とすることとし, 埋立の最盛期には土運船の出入口を除く部分は土留部が立上って囲いがある程度完了してから行って行く必要がある。

5) コンクリート品質管理

コンクリート工事は, 施工工種の中でも主要な部分を占め, その品質の良否は構造物の機能や耐用年数に影響のある重大な問題である。

又、コンクリートの材料の中では最も高価なセメントを出来るだけ少なく使用してなお所要の強度を確保し、かつ品質の良いコンクリートを施工することは工事を経済的に導く点で技術者として細心の注意を払う課題である。現在の中国のコンクリート施工は、次の点で必ずしも満足の行くものではない。

- ① 大量のコンクリート工事に対しても、セメントの取扱いが5.0kgの袋詰であり、運搬上のロスが発生し、かつ在庫管理上からセメントの品質の低下が起っている。
- ② 配合について表6-5のような強度別の設計配合表を採用している。しかしこれは完全な重量配合ではなく、又、セメント量を少なく出来る余地があるものである。
- ③ スランプや水セメント比による配合管理は一般的には行なわれていない。
- ④ コンクリートの統一的な施工管理基準（計量、強度管理、気象条件による養生管理等）がなく現場での実態によっている。

表6-5 コンクリートの設計配合表

呼 び 名	R 2 0 0	R 2 5 0	R 3 0 0	R 3 5 0	R 4 0 0
基準強度 (kg/cm^2)	2 0 0	2 5 0	3 0 0	3 5 0	4 0 0
セメント (kg)	3 0 9	3 6 1	4 1 2	4 8 1	6 0 7
砕 石 (m^3)	0.9 1	0.9 1	0.9 2	0.9 1	0.8 9
中粗砂 (m^3)	0.6 1	0.5 6	0.5 2	0.4 6	0.4 3
水 (m^3)	0.1 5	0.1 6	0.1 6	0.1 7	0.1 8

これ等の結果、コンクリート品質の信頼性が低下しセメント使用量の増大を招いている。従って、廟嶺二期の工事に当っては高強度を求められるP Cコンクリートの施工も大量にあるので今後は何らかの対策を実施する必要がある。

6-3 施工工程

(1) 工 程

工事用施設、作業船・施工機械の能力および使用材料の供給量を考慮して主要施設別の概略工程を検討すると表6-4のとおりとなった。

又この表には購入する作業船、機械類の導入工程も併記してある。

表6-6 工 程 表

項 目	単位	数 量	1984	1985	1986	1987	1988	1989
1. 港 湾 土 木 施 設								
防 波 堤	m	3,170		927	1,200	1,043		
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	[m ²]	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 ²	245,000						245,000
大型仮設工式	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 ²	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 ²	6,660					6,660	
工事労働者用宿舎	"	75,000		37,500	37,500			
穀物袋詰上屋	"	8,000						8,000
CFS(コンテナプレートステーション)	"	14,300						14,300
開 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 管 (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 電 設 (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			

(2) 施工の順序

本工事は1984年に準備工に着手し1985年に本工事に着工1989年に完了することが可能である。

しかし各工事の施工量が多いため複数の工区を設けて施工する必要がある。施工の順番としては防波堤を先行させ出来るだけ遮へい水域を確保した上、護岸や岸壁の基礎工に着工する。従って防波堤は1985年に着工し可能な限り工程を早めることとする。

航路については維持浚渫が発生するので工程上支障のないよう施工計画の後半で実施する。

泊地については防波堤の遮へい効果が出た地区から浚渫施工量を平準化するため工事開始3年度目から着工する。

埋立については施工量が大きいので一部しか護岸がない状態でも開始することとし、護岸や岸壁の床掘工事に平行してまず床掘置換を行ない、陸地側の海上埋立工事から開始する。そのさい床掘工事に影響の出ないように注意を要する。

道路はまず厩舎地区から操車場のある連雲港口駅までの臨港道路に初年度から着工する。これは工事用の資材運搬および市街地連絡用としての機能を早期に持たせるためである。しかし、ふ頭内道路およびヤード舗装は埋立地盤の落ち着くのを待って最終年で完了させる。

鉄道については操車場から厩舎地区までは一期工事において開通すると考え、その拵で済むため後半3カ年以内で着工完了させる。その他、埋立地に建設される穀物サイロや上屋等の建築物および荷役機械等は最終年の一カ年に集中して施工することとする。

以上工程を検討したが、特に岸壁・護岸などの基礎工や杭打工および埋立工は施工量に対し、工期を短かく設定しているため、工程の遅れの発生しないよう十分注意して行く必要がある。

第7章 港湾施設の工費の概算

第7章 港湾施設の工費の概算

7-1 積算の前提条件

(1) 積算の対象

積算の対象としては、次のものを取りあげた。

- 1) 第4章で計画がされ、第5章で設計、第6章で施工の検討を行って、内容が確定した工程と数量や施設
- 2) 工事に必要と判断され、現在保有していないか、又は保有していても必要量が不足し、かつ中国からも購入要望のある作業船、施工機械。
- 3) 対象とする工事の施工管理上必要とする調査、測量試験機器類。
- 4) 今回のプロジェクトが完了し、運営上必要とする作業船機械類。
- 5) 交通部が必要とする施工管理費等の本プロジェクトにかゝわる諸経費。
- 6) F/Sの段階では予想困難な事情により実施に当り発生する工事費増加に対処する予備費。
- 7) 実施設計や施工に当って必要が予想される技術協力費。
- 8) 中国側が必要とする研修等のため考察団の費用

なお外貨にて充当する資材、物品に関する関税額は対象から除外している。

(2) 外貨、内貨の区分

外貨の対象は従来次のような財貨が対象とされて来た。

- 1) 国内で生産した実績がないもの
- 2) 国内で生産しているが経験が少なく、生産量も少ないもの
- 3) 国内で生産されているが、国内の需要量が大きく、国内生産の供給能力が不足しているもの。

そこで本プロジェクトについても、上記の区分にあてはまるものを外貨として計上することとした。これ等に該当するのは次のとおりである。

- 1) 施工用・管理用の作業船・機械類
- 2) 調査測量試験用の機器
- 3) 荷役機械
- 4) 鉄道用ディーゼル機関車
- 5) 工事用材料のうち、次のもの

① セメント

② 鋼材（鉄筋、型钢、PC鋼材、ボールナット類、鉄道及び荷役機械用レール、給配水、排水用鋼管等）

- ③ 木材（型枠材，足場用丸太等）
- ④ ゴム防舷材
- ⑤ 電気・通信用ケーブルのうちCOP（ポリエチレン絶縁被覆）ケーブル
- 6) 変・配電用機器
- 7) 鉄道用，照明・信号設備
- 8) その他ボイラー，浮標灯等の機器類
- 9) 技術協力費

(3) 積算の時点と円，元交換レート

積算は1983年秋から末にかけて作業を行ったのでその時点の時価を主として採用している。又中国での調査資料は1983年7月，10月のものであり，積算の時点は従って1983年とした。又円・元交換レートは第一回現地調査時の平均的なレートである一元＝125円を採用している。今後内外貨とも調達時点で物価上昇が考えられるのでこれを考慮してスライドさせることが必要である。

7-2 積算の方法

(1) 積算方法

積算は工事の実施や物品の購入に際し，出来るだけ正しい価格が算出されるよう行い必要がある。

そこで，工事にかゝるものは，工種を細分し単価表をもとに代価表を作成，施工数量を乗じて算定した。

単価表については中国側から入手した表を精査し，妥当と思われるものを採用して，工種毎の代価表を作成した。その際，特に外貨に該当する主要材料の単価は，日本側で調査したものを採用している。

中国側から入手した単価表，代価表にない工種については，日本側資料を参考として出来るだけ中国の事情に適合するように作成した。

それ等に該当する代価表の主なものはおりのとおりである。

- ① セルラー式護岸
- ② コンクリート方塊式防波堤
- ③ 栈橋上部工

又，秦皇島港，青島港，連雲港の単価表，代価表を相互に比較して連雲港資料にない次の代価表は青島港のものを参考としながら，連雲港の単価で修正して作成使用した。

- ① コンクリート方塊製作工
- ② 埋立工

(2) 使用単価

使用単価は外貨分について次のようになっている。なお，外貨分の単価は中国本土着価格（C

原 木 0.725 m³/万元

(5) 予 備 費

予備費は内外貨ともフィジカル分のみを考慮し、一律交通部の諸経費を除く額の10%とした。

従って予備費にはプライス上昇分は含まれていない。

(6) 技術協力費

技術協力費は工事に当って外注すべきコンサルタントフィーや、中国考察団の来日経費を計上する。本港については埋立に当り軟弱地盤の処理をどうするか、工費にかゝわる重要な課題なので、この件に関するコンサルタントフィーを現場計測経費も含め計上した。

又、穀物サイロについても設計技術上ノウハウが必要なので実施設計費を計上している。

そのほかコンクリートについては品質管理のための技術委託費用を計上している。

7-3 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	113,604 百万円	90,884 万元
うち外貨は	35,150 "	28,120 "
うち内貨は	78,454 "	62,764 "

となっている。又、施設別の内訳は表7-2の総括表と、施設別の細分を示めず表7-3~表7-11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	286,218 万トン
鋼 材	63,110 万トン
木 材	30,111 m ³ (原木換算 50,603 m ³)

となっており、施設別内訳は表7-12~表7-17のとおりである。

7-4 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。

又電気・通信・汚水処理・暖房等は細かく積上げの積算は行わ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。

さらに施工途中において航路泊地に埋没する量は複雑な条件でさまるので積算対象とせず、予

備費でカバーすることとしている。

表7-2 概算工費総括表

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
9. 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
10. 諸 経 費	24,135	85	24,050	19,308	68	19,240
11. 技 術 協 力 費	885	860	25	708	688	20
12. 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7-3 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
1. 港湾土木施設			43,198	6,781	36,417	34,559	5,425	29,134
(1) 半島式防波堤	m	3,170	8,288	1,472	6,816	6,631	1,178	5,453
(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 ²	(2,826,000) 10,341,000	10,589	136	10,453	8,471	109	8,362
1) 外航路	(m ²) m ²	(1,664,000) 4,180,000	3,658	55	3,603	2,926	44	2,882
2) 内航路	(m ²) m ²	(380,000) 1,370,000	1,541	18	1,523	1,232	14	1,218
3) 泊地	(m ²) m ²	(782,000) 4,791,000	5,390	63	5,327	4,312	50	4,262
(10) 埋立	(m ²) m ²	(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) ふ頭内道路 (W=10~15)	m	6,080	620	294	326	496	235	261
(14) ヤード舗装	m ²	245,000	1,747	881	866	1,398	705	693
(15) 小計		-	42,302	6,526	35,776	33,842	5,221	28,621
(16) 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) プロダクト ヤード舗装	m ²	30,000	163	65	98	130	52	78
4) 給水・供電	式	1	108	14	94	87	11	76
5) 測量檣	基	10	85	27	58	68	22	46

表7-4 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 (D20)	台	2	11	11	}	9	9	}	
(8) ショベルドーザ (2.3m ²)	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 (5t)	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) トランスファークレーン	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 (0.4, 2~3.5t)	台	22	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 (5t)	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 (トラック搭載型 20t)	台	6	546	546	}	437	437	}	
(3) ログローダー (12t)	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		
機械修理設備	式	1	86	83	3	69	66	3	

表 7 - 5 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 ²	9,200	322	119	203	257	95	162
(2) 労働者待合所・食堂 ・浴場・購充部等	m ²	5,290	200	67	133	161	54	107
(3) 変電所・給油所 修 理 工 場 等	m ²	8,760	408	116	292	327	93	234
(4) 材料庫・機械庫・ 工 具 庫 等	m ²	6,660	252	73	179	201	58	143
(5) 工事労働者用宿舍	m ²	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 ²	8,000 (1,500)	303	88	215	242	70	172
(7) CFS (コンテナ フレートステーション)	m ²	14,300 (4,100)	540	156	384	432	125	307
(8) 茜 障 等	m	1,700	32	17	15	26	14	12

表 7 - 6 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 ($\phi=800\text{mm}$)	m	21,000	469	409	60	375	327	48
2) 配水本管 ($\phi=500\text{mm}$)	m	1,300	16	14	2	13	11	2
3) 配水管 ($\phi=300\text{mm}$)	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	力所	4	100	98	2	80	78	2
2) 架線及び埋設電線 (6KV)	km	33.6	185	95	90	148	76	72
3) 電線埋設 (1KV)	km	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	km	17	10	5	5	8	4	4
(5) 汚水処理	力所	2	109	69	40	87	55	32
(6) 暖房	式	1	274	117	157	220	94	126

表7-7 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			7,333	7,284	49	5,866	5,827	39
(1) 施 工 用			4,800	4,800		3,840	3,840	
1) 杭 打 機 (MH-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積)	"	1	241	241		193	193	
5) " " (280m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 ³ /h)	隻	1	397	397		318	318	
(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) ジ 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	

表7-8 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 (光波測距儀)	"	3	6	6	—	5	5	—
(3) 音響測深機 (測深儀)	"	7	11	11	—	9	9	—
(4) セルフリングヘルソ メダ(自給横圧儀)	"	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(四联天測限儀)	"	4	42	42	—	33	33	—
(7) 電子天秤 (電子天平)	"	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) 電気流速計 (油流儀)	"	9	8	8	—	6	6	—
(11) 電磁流速計 (電磁流速儀)	"	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	—

表7-9 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 ²	15,000	557	182	375	446	146	300

表7-10 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

表7-11 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			4,981	910	4,071	3,985	728	3,257
(1) 修 理 用 造 船 所 等 移 転 新 築	m ²	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

表7-12 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	24,875	2,604	199,518	2,994	15,561	702
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	7,573	757	7,371	110	944	43
小 計	56,953	6,008	258,099	3,875	27,122	1,223
11. 諸経費	420	42	2,099	31	252	11
合 計	57,373	6,050	260,198	3,906	27,374	1,234
13. 予備費	(5,737)	(605)	(6,020)	(390)	(2,737)	(123)
再 計	(63,110)	(6,655)	(286,218)	(4,296)	(30,111)	(1,357)

注1. 原木換算は50,603 m³である。
 換算は中国交通部提供の比較によって計算した。
 枕木は製材=原木×0.5
 その他は製材=原木×0.6である。

表7-13 連雲港施設別主要材料表 (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 ³)	金額(百万円)
1. 港湾土木施設	24,875	2,604	199,518	2,994	15,561	702 (481)
(1) 半島式防波堤	4,280	428	55,951	839	4,559	205
(2) 岸壁(コンテナ)	3,509 レール(90)	392	17,181	258	2,165 ゴム防舷材	98 (171)
(3) 岸壁(穀物)	1,746 レール(44)	195	8,070	121	1,065 ゴム防舷材	48 (85)
(4) 岸壁(木材)	2,808 レール(72)	314	12,970	195	1,709 ゴム防舷材	77 (137)
(5) 岸壁(先端)	1,745	194	8,272	124	1,081 ゴム防舷材	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
00 埋立	307	31	1,534	23	210	101
01 臨港道路	586	59	15,082	226	374	17
02 道 路	4,045	405	4,117	62	715	32
03 ふ頭内道路	345	35	15,751	236	510	23
04 ヤード舗装	1,903	190	42,702	641	1,103	50
小 計	23,857	2,502	190,867	2,863	15,071	680 (481)
05 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	2
5) 測量槽	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. 原木換算は港湾土木施設25,935m³。荷役機械3,893m³である。

表7-14 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)	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(コンテナプレ ステーション)	844	84	3,160	47	557	25
(8) 囲 障 等	135	14	75	1	33	2

注1. 原木換算数量 8,575m³

表7-15 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)	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 ($\phi=800$ mm)	3,070	399	149	2	176	8
2) 配 水 本 管 ($\phi=500$ mm)	102	13	15	1	8	—
3) 配 水 管 ($\phi=300$ mm)	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. 木材金額欄の()の数字は外数である。

2. 原木換算は 1,138m³である。

表7-16 施設別主要材料表（鉄道，航路標識）

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 ³)	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 (409)
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. 木材金額欄の()の数字は外数である。

2. 原木換算は 7.鉄道施設4,444m³。8.航路標識25m³である。

表7-17 施設別主要材料表（その他）

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 ³)	金額(百万円)
10. そ の 他	7,573	757	7,371	110	944	43
(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

注1. 原木換算は1,573m³である。

7-5 年次別投資額

第6章の施工工程で検討した表6-6工程表に対応する年次別の投資額を算出すると表7-18のごとくなる。

これによると外貨については初年度の1985年には施工用の作業船・機械を購入するため大きくなっており1986年は前年より減少し年次ともに増大し、1989年の最終年には荷役機械や管理運営用作業船機械類を130億円余り購入するため全体外貨額の約4.0%が必要となる。

内貨については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、契約ベースや実際の支払い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若干の調整を行う必要がある。

なお、この年次別投資額を以後作業する経済分析、財務分析に用いることとし、維持浚渫量については1990年から第5章5-5で検討した年平均埋没土量を浚渫土量としてその経費を見ている。

表7-18 年次別投資額(その1)

(単位:百万円)

	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	943	2,523	2,301	7,443	1,776	11,889	550	9,978	1,211	3,584
(1) 半島式防波堤	220	2,184	558	2,581	694	2,051				
(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
00 埋立			5	2,528	32	5,349	27	3,891		
01 臨港道路 ~03 ふ頭内道路	302	328	499	310					294	326
04 ヤード舗装									881	866
05 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 ~02 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・供電・通信 (1)~(6)							592	224	587	498
5. 作業船機械	4,454	47	472	1					2,358	1
(1) 施工用	4,328	45	472	1						
(2) 1)引船~3)交通艇	21	-							850	-
(2) 3)大型バス ~9)消防車	105	2							38	1
(2) 00 デーゼル機関車									1,470	-
6. 測量試験機器(1)~01)	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	455	2,036	455	2,035						
小計	6,463	6,550	3,705	10,423	2,077	13,121	2,573	13,233	16,199	6,106
11. 諸経費	18	3,187	10	5,071	6	6,383	7	6,438	44	2,971
12. 技術協力費	306	9	209	6	204	6	78	2	63	2
13. 予備費	677	656	392	1,043	228	1,313	265	1,323	1,626	611
合計	7,464	10,402	4,316	16,543	2,515	20,823	2,923	20,996	17,932	9,690
	17,866		20,859		23,338		23,919		27,622	

表7-19 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	755	2,818	1,841	5,955	1,421	9,511	439	7,982	969	2,868
(1) 半島式防波堤	176	1,747	446	2,065	555	1,641				
(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(I)~(II)			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) 埠内道路	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. 作業船機械	3,563	38	378	1					1,886	—
(1) 施工用	3,462	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)~(1)	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	364	1,629	364	1,628						
小計	5,170	5,240	2,965	8,339	1,662	10,497	2,058	10,586	12,959	4,886
11. 諸経費	14	2,550	8	4,057	5	5,106	6	5,150	35	2,377
12. 技術協力費	245	7	167	5	163	5	63	2	50	1
13. 予備費	542	525	313	835	182	1,051	212	1,058	1,301	489
合計	5,971	8,322	3,453	13,234	2,012	16,659	2,339	16,796	14,345	7,753
	14,293		16,687		18,671		19,135		22,098	

