

5-3 必要バース規模

5-3-1 必要バース数の算定方法

必要バース数の決定方法にはいろいろな方法があるが、本計画では以下の2つの方法を用いて必要バース数を決定する。

(1) バースの荷役能率をもとに決定する方法

この方法は、バースの荷役能率をもとに次式により必要バースを求めようとするもので、簡単にバース数を求め得る利点を有するが、平均的な値を用いるため、ピーク集中への配慮や船舶の滞船状況の考察が不十分であるという欠点を有している。

$$\text{バース数} = \frac{\text{総接岸日数}}{\text{年間作業可能日数} \times \text{バース占有率}}$$

ここに、総接岸日数：(年間入港隻数) × (一船あたり平均接岸日数)

$$\text{年間入港隻数} = \frac{\text{年間取扱貨物量}}{\text{一船あたりの平均取扱貨物量}}$$

一船あたり平均接岸日数：

$$\frac{\text{一船あたりの平均取扱貨物量}}{\text{一日あたりの平均貨物取扱能力}} + \text{荷役以外に必要な日数}$$

バース占有率については、第3章で説明したUNCTADのレポートの考え方を参考にし、て検討を行う。

(2) 待ち合せ理論を用いて最適バース容量を決定する方法

この方法は、則武通彦及び木村作郎の両氏により提案された方法*で、埠頭は本来港湾に到着する船舶に対して十分な能力を有し、しかも港湾における貨物の陸揚げ及び船積み等の活動によって生じる全ての費用の総計を最小にするよう計画されるべきであるとの前提に立ち、その上で最適な所要バース数を求めようとするものである。

即ち、バース数がSのとき、考察対象機関において港湾で消費される総費用は、港湾に建設、整備されるバースに関する費用と港湾に在港する船舶に関する費用の和であり、次のように表される。

$$C_s^T = C_b T S + C_s T \eta,$$

ここに、

C_s^T : バース数Sのときの期間Tにおける港湾総費用

C_b : バースの1日当り費用

C_s : 船舶の1日当り費用(1隻当りの費用)

* 則武通彦、木村作郎 “公共埠頭における最適バース容量の決定に関する研究”、土木学会論文報告集、第301号(1980年9月)

T : 考察の対象とされる港湾オペレーションの期間

$\bar{\eta}_s$: バース数がSのとき、期間Tの間の船舶の平均在港隻数

従って、上式の港湾総費用 $C_s T$ を最小とするバース数Sが最適バース数ということができ
る。この方法を使用するにあたっては、上式における船舶の平均在港隻数 $\bar{\eta}_s$ の推定をしなければ
ならない。

いま、次式で定義されるトラフィック密度の考え方を導入する。

$$a = \lambda / \mu = \overline{\eta_{b,s}} = Q / (RT)$$

ここに、

a : トラフィック密度 (traffic intensity)

λ : 船舶の平均到着率 (隻/日)

μ : 船舶の平均サービス率 (隻/日)

$\overline{\eta_{b,s}}$: バース数がSのとき、期間Tの間にバースでサービスされる船舶の平均隻数

Q : 期間Tの間の港湾取扱貨物量 (t)

R : バース1日当りの平均荷役率 (t/日)

上式において埠頭計画を行なう場合平均荷役率Rの推定値は与えられるので、トラフィック密
度aと港湾取扱貨物量Qとの間には線形関係が存在することがわかる。本方法ではQの
かわりにaを用いてバースの容量を計測する。上述の $\bar{\eta}_s$ はトラフィック密度aの関数であ
り、この $\bar{\eta}_s$ とaの間の関係を求めるには港湾における船舶の動態を分析するためのモデルを使
用する必要がある。

港湾における船舶の入出港に関するこの現象は、変数が窓口の数と窓口で客が受けるサービス
時間と考えられる銀行等における現象を分析するのに使われる待ち合せ理論を用いて適切に分析
することができる。港湾の場合、変数は船舶の到着、バースの数及び接岸時間である。

港湾における船舶入港分布及び接岸時間の分布を明確にするために非常に多くの努力が払われ
てきた。その結果、船舶入港の分布はランダムであるが、到着時間間隔が指数分布(次数1の
アーラン分布と一致する)である場合が一般的であり、また、接岸時間分布は通常ピークが一つ
で左側に片よった形、即ち次数2または3のアーラン分布によく適合することが確かめられてい
る(参考資料II-5-6参照)。

本計画で用いている方法は、これらの分布のもとにおける船舶の平均在港隻数を近似式で与え
ることにより、解析的に解を出すようにしているものである。最適バース数の計算に当たって
は、到着時間間隔が指数分布、接岸時間分布が次数2のアーラン分布に従うとするモデル(M/
E₂/Sモデル)により船舶の動態を計算することとする。

なお、バース占有率及び船舶の平均バース待ち隻数は次式で表わされる。

$$\rho = \lambda / (S \mu) = a / s$$
$$\overline{\eta_{w,s}} = \bar{\eta}_s - \overline{\eta_{b,s}}$$

ここに、

ρ : バース占有率

η_w : バース数が s のとき、期間 T の間にバース待ちする船舶の平均隻数

5-3-2 コンテナを除く一般貨物バースの必要バース数の算定

(1) バース計画の方針

新港の品目別取扱貨物量と対象船型より、バースを次の方針で計画することとする。

- ① 金属鉱石バース………金属鉱石を専用に扱う大型バースを1バース計画する。
(対象船型 50,000DWT)
- ② 化学肥料バース………化学肥料を専用に扱う大型バースを1バース計画する。
(対象船型 50,000DWT)
- ③ 非金属鉱石バース………非鉄金属を扱うバースを計画する。金属鉱石のうち、①のバースの能力を越える金属鉱石についてもこのバースで取扱う。
(対象船型 20,000DWT)
- ④ 鉄鋼・雑貨バース………鉄鋼と雑貨は同じ船舶に積載されてくることが多いため、この二つの貨物を扱うバースを計画する。化学肥料のうち、②のバース能力を越える化学肥料もこのバースで取扱う。
(対象船型 20,000DWT及び15,000DWT)

(2) 必要バース数決定のための前提条件の検討

1) 一船あたり平均積載量と一日あたり平均貨物取扱能力

3章で検討した旧港の実態をもとに、また、化学肥料については船舶の大型化を考慮して、各船種ごとの値を、表Ⅱ-5-12のとおりとする。

金属鉱石については、専用のバースとなるため、現状の能力を用いずに新たに能力を設定した。金属鉱石のバース取扱能力については、需要量100万トン扱うことも考えられるが、長期的にみて金属鉱石の需要は伸びないと考えられること、100万トン扱うとヤードの一部を鉄道の引込線の背後に配置する必要が出てくること、金属鉱石バースは長期的にコンテナバースに変更されることが見込まれること等から、同バースで75万トン程度を扱うこととして、能力を定めることとする。

表Ⅱ-5-12 一船あたり平均積載量及び一日当り平均貨物取扱能力

バース	対象船型	貨物	一隻当り 平均 積載量	一日当り平均取扱能力			
				時間当り 能力	ギャング 数	1日当り 作業時間	1日当り 能力
	(万DWT)		(万トン)	(t/hr)		(hr)	(t/日)
金属鉱石	5.0	金属鉱石	3.2	95	4	16	6,080
化学肥料	5.0	化学肥料	2.6	60	4	16	3,840
非金属鉱石	2.0	非金属鉱石	1.0	60	3	16	2,880
		金属鉱石	1.8	60	3	16	2,880
鉄鋼雑貨	2.0	鉄鋼	0.97	57.5	3	16	2,720
	1.5	雑貨					
		化学肥料					

注) イ、化学肥料バースは船型の大型化を考慮して、平均積載量、ギャング数を旧港の現状より増加させた。

ロ、非金属鉱石バースの金属鉱石、鉄鋼雑貨バースの化学肥料はバースの規模及び大型船がそれぞれ専用バースを使用することを考慮して、平均積載量を、旧港の現状より多少減少させた。

2) 1日あたり作業時間

旧港の実態をもとに16時間とする。

3) 荷役以外に必要な日数

入出港手続き、離着岸に要する時間等として、一隻あたり0.2日を考慮する。

4) 年間作業可能日数

風、波、雨、霧、荷役機械の修理による荷役不可能日数をそれぞれ次のとおりとする。

- ① 風 大黒湾の実測データ(1985年1月～12月)より、6級以上の風の割合7.27%より、年間27日とする。
- ② 波 バース計画予定地で、概略の波浪の静穏度の検討を行った。その結果、コンテナバースで $H^{1/10} > 0.6m$ となる日数は年間約18日、また、一般貨物船バースで $H^{1/10} > 0.8m$ となる日数は年間約6日となる。従ってこの程度を波による荷役不可能日数とする。しかし、この荷役不可能日数はN方向の湾内発生波によるものがほとんどであり、風と同一事象と考えられるため、波については、作業不可能日数は計上しない。
- ③ 雨 大連气象台データ(1971年～8年)により、日降水量が25mmを越える日数が7.3日であるため、7日とする。
- ④ 霧 視界1kmを越える霧の発生日数は年間約55日であり、平均継続時間(10.3hr)等を考慮して、13日とする

⑤ 荷役機械の修理等による作業不可能日数として、3日を見込む。

以上の作業不可能日数の合計は50日となるため、荷役可能日数は315日と定める。

5) 船舶費用とバース費用

バースの費用としては施設費（土木施設、上屋、給排水・供電施設、荷役機械）及び人件費（荷役要員、港湾管理要員の人件費）等を対象とし、それぞれについて1バースを1日維持・管理するのに必要な費用を推定する。

また船舶の費用についてはバースの種類に応じて標準船型を設定し、その船が港に1日滞在するのに必要な費用を計上する。

計算に用いた船舶費用及びバース費用は表Ⅱ-5-13のとおりである。

表Ⅱ-5-13 バース費用と船舶費用

(単位：元/日)

バース種別	バース費用 C _b	船舶費用 C _s	C _b /C _s
鉄 鋼 石	16,332	38,213	0.427
化学肥料	14,020	37,471	0.374
非金属鉱石	11,962	27,083	0.442
鉄 鋼 雑 貨	10,076	25,970	0.388
コンテナ	20,577	43,214	0.476

(3) 必要バース数の算定

1) 荷役能率をもとに決定する方法

所要バースの算定結果とそれぞれ表Ⅱ-5-14～16に示す。金属鉱石バース、化学肥料バースはそれぞれ1バースの占有使用のため、バース占有率を40%として取扱量を表Ⅱ-5-14のとおり算出した。

2) 待ち合せ理論を用いて最適バース容量を決定する方法

本方法を用いて計算した結果を表Ⅱ-5-17に示す。

表Ⅱ-5-14 金属鉱石、化学肥料バース取扱貨物量（2000年）

	単 位	算 式	金属鉱石バース	化学肥料バース
①年間貨物量	万トン		100	67
②作業可能日数	日		315	315
③バース占有率	%		40	40
④年間接岸日数	日	②×③	126	126
⑤一船あたり平均積載量	トン		32,000	26,000
⑥一日あたり平均貨物取扱能力	トン		6,080	3,840
⑦荷役以外に必要な日数	日		0.2	0.2
⑧一船あたり平均接岸日数	日	⑤/⑥+⑦	5.46	6.97
⑨接岸可能隻数	隻	④/⑧	23.4	18.1
⑩取扱貨物量	万トン	⑤×⑨	75.0	47.1
⑪他バース取扱貨物量	万トン	①-⑩	25.0	19.9

表Ⅱ-5-15 非金属鉱石バースの必要バース数の算定 (2,000年)

	単位	算式	非金属鉱石	金属鉱石	計
①年間取扱貨物量	万トン		111	26	137
②一船あたり平均取扱貨物量	トン		10,000	18,000	
③年間入港隻数	隻	①/②	111	14.4	125
④一日あたり貨物取扱能力	トン		2,880	2,880	
⑤荷役以外に必要な日数	日		0.2	0.2	
⑥一船あたり平均接岸日数	日	②/④+⑤	3.68	6.45	
⑦総接岸日数	日	③×⑥	408	93	501
⑧年間作業可能日数	日				315
⑨バース占有率	%	⑦/⑧/⑩		⑩バース数 (2バース) (3 ") (4 ")	80 53 40

表Ⅱ-5-16 鉄鋼・雑貨バースの必要バース数の算定 (2,000年)

	単位	算式	非金属鉱石	金属鉱石	計
①年間取扱貨物量	万トン		254	19.9	273.9
②一船あたり平均取扱貨物量	トン		9,706	14,000	
③年間入港隻数	隻	①/②	262	14.2	276
④一日あたり貨物取扱能力	トン		2,720	2,880	
⑤荷役以外に必要な日数	日		0.2	0.2	
⑥一船あたり平均接岸日数	日	②/④+⑤	3.77	5.06	
⑦総接岸日数	日	③×⑥	988	72	1,060
⑧年間作業可能日数	日				315
⑨バース占有率	%	⑦/⑧/⑩		⑩バース数 (5バース) (6 ") (7 ")	67 56 48

表Ⅱ-5-17 待ち合せ理論を用いた必要バース数の算定(2000年)

計画バース	バース数	港 湾 総 費 用			平均待船 隻 数 (隻/日)	平均待ち 時 間 (日/隻)	バース 利 用 率 (%)
		バース費用 (千元)	船舶費用 (千元)	港湾総費用 (千元)			
金属鉱石	1	5,145	2,515	7,659	0.209	2.808	40.7
	2	10,289	169	10,459	0.014	0.189	20.3
	3	15,434	15	15,448	0.001	0.016	13.6
化学肥料	1	4,416	2,394	6,810	0.203	3.527	40.2
	2	8,833	161	8,993	0.014	0.237	20.1
	3	13,249	14	13,263	0.001	0.020	13.4
非金属鉱石	2	7,536	16,711	24,247	1.959	4.947	78.9
	3	11,304	1,939	13,243	0.227	0.574	52.6
	4	15,072	388	15,460	0.045	0.115	39.4
鉄鋼雑貨	4	12,696	21,785	34,481	2.663	3.037	84.0
	5	15,870	4,323	20,193	0.528	0.603	67.2
	6	19,044	1,255	20,299	0.153	0.175	56.0
	7	22,218	389	22,607	0.048	0.054	48.0

3) 必要バース数の決定

金属鉱石および化学肥料については、各1バースの占有使用を計画することとし、表Ⅱ-5-14に示した各バースの取扱貨物量を求めた。表Ⅱ-5-17に示す港湾総費用の値からも、この取扱貨物量は妥当であるといえる。

非金属鉱石バースについては、表Ⅱ-5-15に示すバースの荷役効率をもとに求めた必要バース数の算定結果のバース占有率より、3バースを計画することが妥当といえる。一方、表Ⅱ-5-17に示す待ち合せや理論による最適バース容量の計算結果からも、3バースが港湾総費用を最小にするバース数である。従って、非金属鉱石バースは3バースを計画することとする。

鉄鋼・雑貨バースについては同じく表Ⅱ-5-16の必要バース数の算定結果のバース占有率より、6バースを計画することが妥当である。表Ⅱ-5-17に示す計算結果では、バース数が5バースの場合と6バースの場合の港湾総費用がほぼ同じであるが、バースの占有率より、鉄鋼・雑貨バースは6バースを計画することとする。

5-3-3 コンテナバースの必要バース数の算定

(1) 必要バース算定のための前提条件の検討

1) 空コンテナ率

旧港の実績をもとに、2000年の輸出入割合を考慮して27%とする。

2) 20ftコンテナと40ftコンテナの比率

40ftコンテナの比率が増加すると予想されるため、20ftコンテナと40ftコンテナの比率を40:60とする。

3) 実入りコンテナの重量

旧港の実績によると実入りコンテナの重量(貨物重量)は、輸入が9t/TEU輸出が10t/TEUである。この値をもとに、輸出入コンテナの割合を考慮し、実入りコンテナの平均重量を9.58t/TEUとする。

4) 一船あたり積卸個数

<北米、欧州航路> 日本、香港の例より30%とする

$$2,000\text{TEU} \times 0.3 = 600\text{個}$$

<日本、香港航路> 消席率を70%とする

$$700\text{TEU} ; 700 \times 0.7 \times 2 = 980\text{TEU}$$

$$1,200\text{TEU} ; 1,200 \quad \text{〃} \quad = 1,680\text{TEU}$$

5) 一日あたり平均取扱能力 (1バース、ガントリークレーン2基あたり)

① 時間あたり能力は、25個/hrとする。

② 作業効率は、0.7とする

③ 20ftと40ftの比率は、上記のとおり、40:60とする

④ 1日当たり作業時間は、旧港の現状より長くとり、1日18時間とする

これらをもとに、1バースあたりの1日あたり平均取扱量を計算すると、1,008TEU/日となる。

$$\left(\begin{array}{l} 25\text{個/hr} \times 0.7 = 17.5\text{個/hr} \quad 17.5 \times (0.4 + 0.6 \times 2) = 28 \text{ TEU/hr} \\ 28\text{TEU/hr} \times 18\text{hr} \times 2\text{基} = 1,008 \text{ TEU/日} \end{array} \right)$$

6) 船舶費用とバース費用

計算に用いた船舶費用およびバース費用は、表Ⅱ-5-13に示したとおりである。

(2) 必要バース数の算定

バースの荷役能率をもとに決定する方法及び待ち合せ理論を用いて最適バース容量を決定する方法による必要バース数の算定結果を、それぞれ表Ⅱ-5-18および表Ⅱ-5-19に示す。

表Ⅱ-5-19に示す計算結果から、港湾総費用はバース数が3バースの方が4バースに比べて僅かに小さい値になっている。しかし、コンテナバースの占有率は一般貨物バースより低

く計画し、コンテナ船の滞船時間を極力おさえる必要があるため、計算結果に示されたバース占有率および滞船時間より、コンテナバースを4バース計画することとする。

4バースのうち、2バースは日本、香港航路(400、700TEU)、2バースは北米、欧州航路(2,000~2,500TEU)を対象とするバースとする。なお、北米、欧州航路のバース数は、2,000TEUで計算を行っている。

表Ⅱ-5-18 コンテナバースの必要バース数の算定 (2000年)

	単 位	算 定 式	700TEU	1,200TEU	2,000TEU	計
①年間取扱貨物量	万トン		76	93	150	319
② " TEU (実入)	TEU	①×9.58	79,300	97,100	156,600	
③ " " (実入+空コン)	"	②/(1-0.27)	108,700	133,000	214,500	
④一船当り積御回数	TEU		980	1,680	600	
⑤年間入港隻数	隻	③/④	111	79.2	357	547
⑥一日当り平均取扱能力	TEU		1,008	1,008	1,008	
⑦一船当り平均荷役日数	日	④/⑥	0.97	1.67	0.60	
⑧荷役以外に必要な日数	日		0.2	0.2	0.2	
⑨一船当り平均接岸日数	日	⑦+⑧	1.17	1.87	0.80	
⑩総接岸日数	日	⑤×⑨	130	148	286	564
⑪年間作業可能日数	日		315	315	315	
⑫バース利用率	%		50	50	50	
⑬必要バース数	バース	⑩/⑪/⑫	0.82	0.94	1.82	3.58
			1.76			
バース占有率			3 B	60%		
			4 B	45%		
			5 B	36%		

表Ⅱ-5-19 待ち合せ理論を用いたコンテナバースの必要バース数の算定 (2000年)

計画バース	バース数	港 湾 総 費 用			平均待船隻数 (隻/日)	平均待ち時間 (日/隻)	バース利用率 (%)
		バース費用 (千元)	船舶費用 (千元)	港湾総費用 (千元)			
コンテナ	2	12,964	74,628	87,592	5.482	3.151	89.6
	3	19,445	5,438	24,883	0.399	0.230	59.7
	4	25,927	1,110	27,037	0.082	0.047	44.8
	5	32,409	250	32,659	0.018	0.011	35.8

5-3-4 計画バース数の決定

以上の結果より、表Ⅱ-5-20に示す15バースを計画する。鉄鋼・雑貨バース6Bは、鋼雑船、雑貨船の20,000DWT以下の割合が、それぞれ78%及び84%であることから（図Ⅱ-5-7参照）、20,000DWTバースを2バース、15,000DWT4バースと計画することとする。

表Ⅱ-5-20 計画バース一覧

計画バース	対象船型	バース表	バース水深	バース数	取扱貨物
	DWT	m	m		
金属鉱石バース	50,000	260	-14	1	金属鉱石
化学肥料バース	50,000	260	-14	1	化学肥料
非金属鉱石バース	20,000	200	-11	3	非金属鉱石、一部 金属鉱石
鉄鋼・雑貨バース	20,000	200	-11	2	鉄鋼・雑貨、一部 化学肥料
"	15,000	185	-10	4	鉄鋼・雑貨
コンテナバース	40,000	300	-13	2	コンテナ
"	30,000	300	-12	2	コンテナ
(合計)				15	

5-4 2000年大黒湾新港整備計画代替案

5-4-1 代替案作成の方針

2000年の整備計画を作成するにあたり、いくつかの代替案を作成し、代替案をそれぞれ比較評価して、2000年整備計画を決定することとする。

代替案を作成するに当たっての基本的方針は次のとおりである。

- ① 新港の第1期工程（前半）4バースの計画を前提とする。
- ② 長期的な新港の発展について十分配慮する。大黒港は湾奥に向かい水深が浅くなるため、湾奥部に大水深のバースを計画する場合に大きな制約となる。従って、長期的な新港の発展について十分配慮した計画が特に重要である。
- ③ 建設コストに配慮した代替案の検討を行う。特に、計画地域の水深、軟弱地盤層の厚さ、基礎岸盤の深さに十分配慮する。

5-4-2 代替案の作成

上記方針に基づいて、図Ⅱ-5-9～図Ⅱ-5-14の6つの代替案を作成した。各代替案のバースはりつけ図を、図Ⅱ-5-15～図Ⅱ-5-20に示す

各代替案の基本的な違いは次のとおりである

- ① 平行埠頭部のバース数をいくつにするか。
A-1～3案は平行埠頭部のバース数が4バースであり、B-1～3案は6バースである。平行埠頭部は広い用地面積を持つ、新港の核となる場所であり、特にコンテナターミナルの配置に適している。この部分のバースの数は、後述のように新港の将来の発展性に大きく影響する。
- ② 平行埠頭の端を突堤にするか、スリップにするか。
B-2、B-3案はスリップを、その他の各案は突堤を計画した。スリップは、この部分で法線を陸側に下げ、比較的小さい船型のバースを計画するとともに、全体の埋立面積を少なくする目的で計画している。また突堤はバースを多く確保する目的で計画している。両者は後述のように水際線利用等で、大きな差異を生じる。
- ③ 突堤のバース数の違い
A-1～3案の違いは突堤のバース数の違いであり、後述のように鉄道利用上の差異等が生じる。
- ④ 長期の埠頭配置の形状
2000年よりさらに長期の港湾整備計画の法線形状を概略検討し、各代替案の中で点線で示している。2000年の計画は、この点線の部分も含めた長期計画の一部として位置づけている。各代替案については長期計画も含めて評価することが重要である。

全体の法線形状は前期の方針に基づいて計画した。水深等の条件から埠頭の法線はかなり沖合に計画している。点線の長期計画と実線の2000年計画の境界は、各代替案について、鉄道と道路計画を概略検討して定めた。各施設計画は5-5において詳述するが、航路は往復航路とし、航路巾260m、航路水深-12mとした。泊地は船舶の回頭等に必要水域等をとれるよう計画し、水深は平行埠頭部を-12mとし、他の水域はバースの水深と同様に計画した。防波堤は一期工程4バースで計画している防波堤に加えて、島防波堤を計画している。また、各代替案とも必要な用地面積を確保できる十分な広さを有している。

各代替案の特徴は次のとおりである。

- A-1案：平行埠頭部にコンテナバース4バースを計画する。中央の突堤の東側3バース、西側4バースを配置。金属鉱石と化学肥料の大型バースを突堤に計画しており、突堤部の延長がAの各案の中で最も長い案である。
- A-2案：A-1案の中央の突堤の東側バース数を2バースに減じた案であり、その分だけA-1案に比べ突堤が短い。
- A-3案：A-2案の突堤の西側のバース数を1バース減とし、3バースとして案である。
- B-1案：平行埠頭を6バースとし、コンテナバース4バースと金属鉱石、化学肥料各1バースの大型バースを配置。その先をスリップとし、鉄鋼雑貨バースをはりつける。スリップの先は平行埠頭を計画し、非金属鉱石等をはりつける。
- B-2案：B-1案のスリップの先の平行埠頭部分を突堤にかえた案である。
- B-3案：B-1、B-2と同様に平行埠頭部6バースであるが、その先をスリップにかえて、突堤を計画する案である。

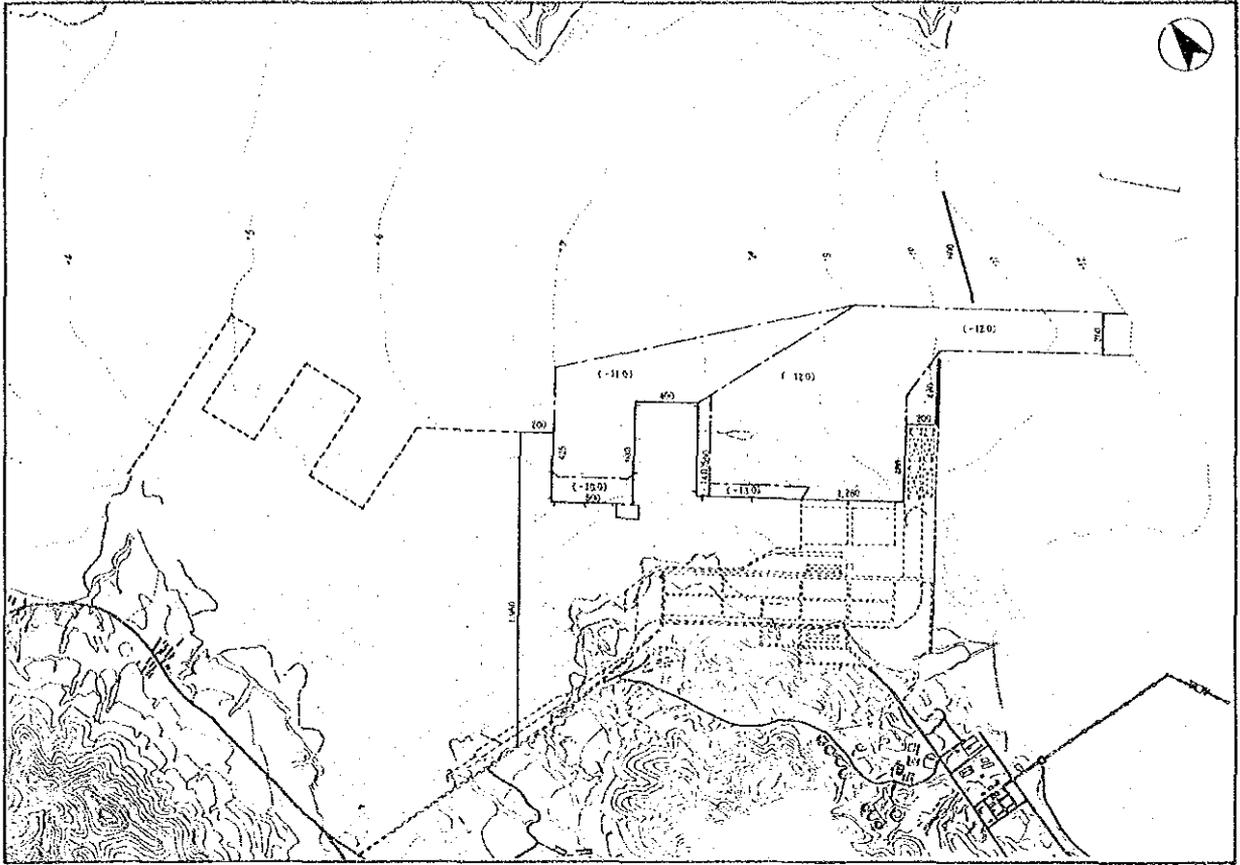


圖 II-5-11 2000年新港計畫代替案 (A-3案)

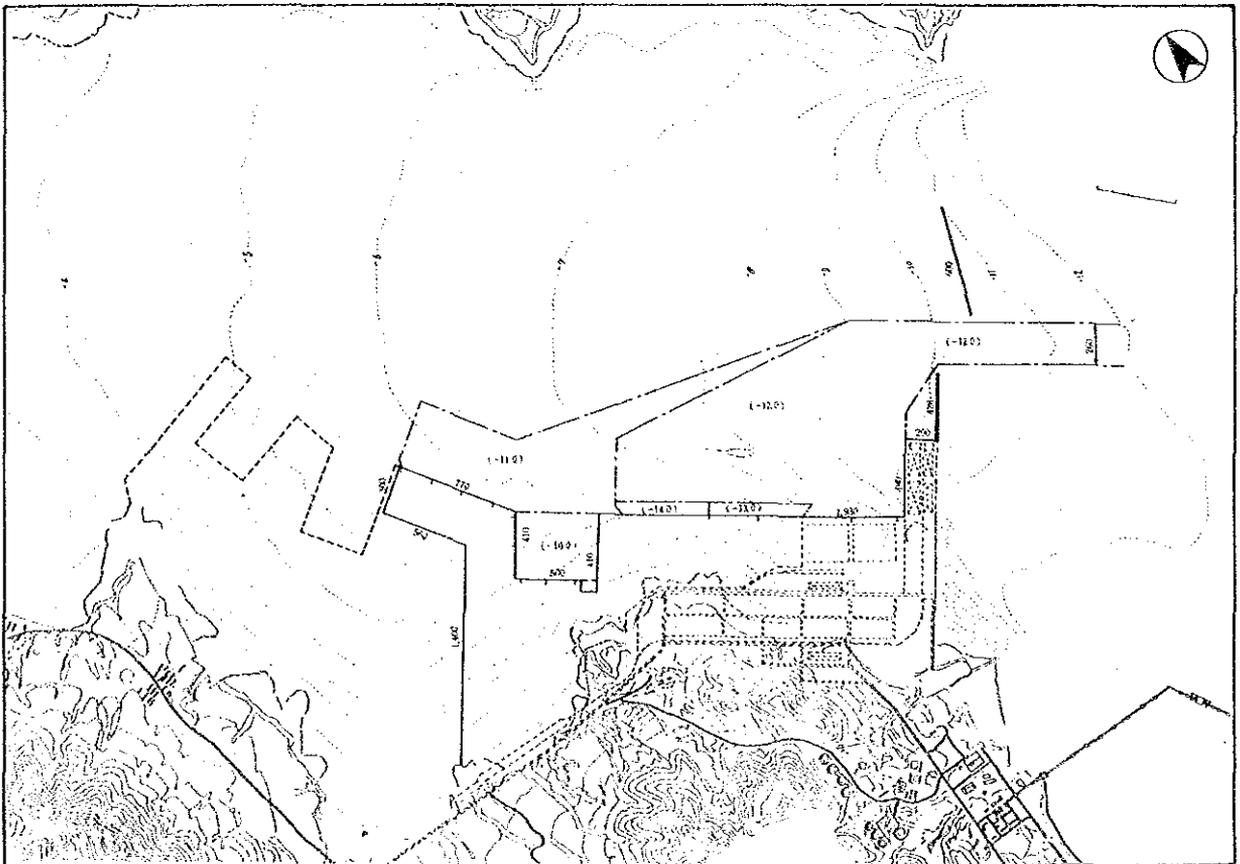


圖 II-5-12 2000年新港計畫代替案 (B-1案)

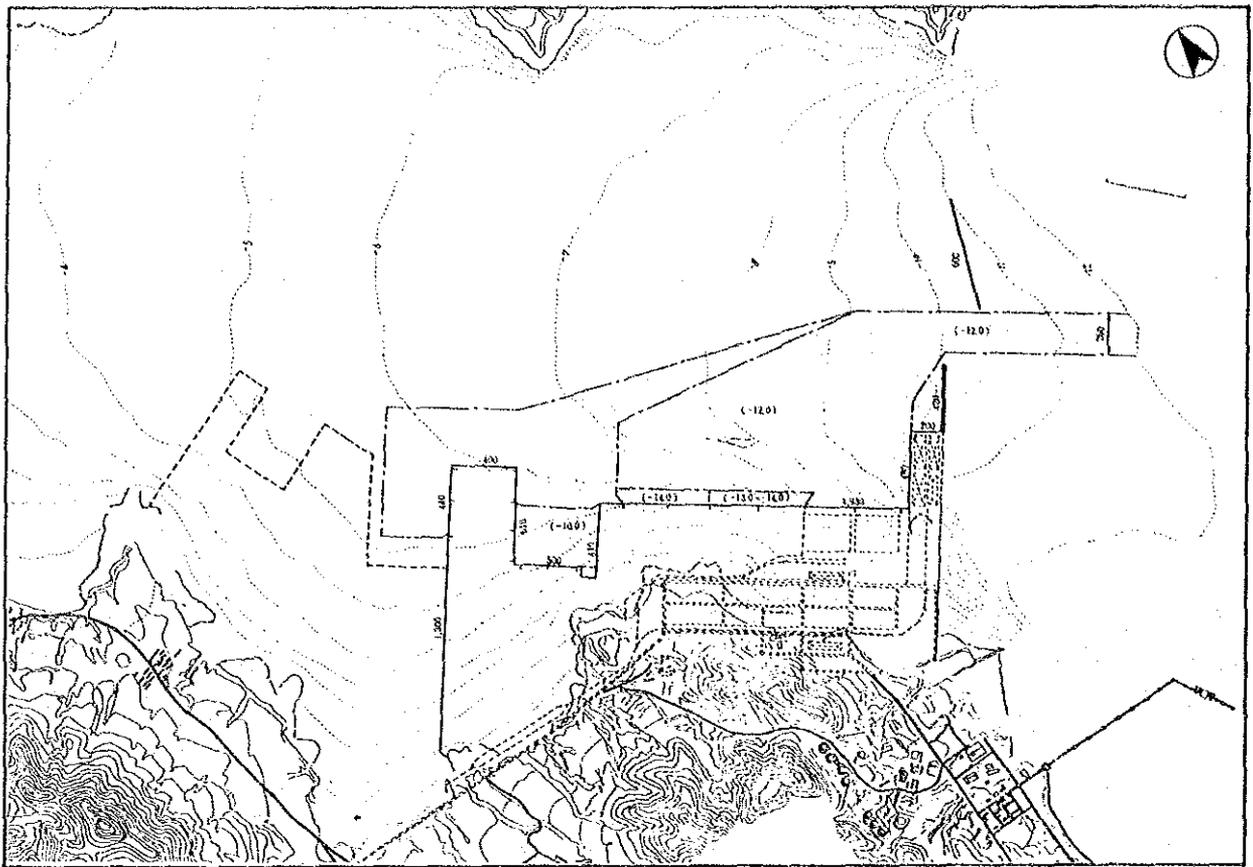


圖 II-5-13 2000年新港計畫代替案 (B-2 案)

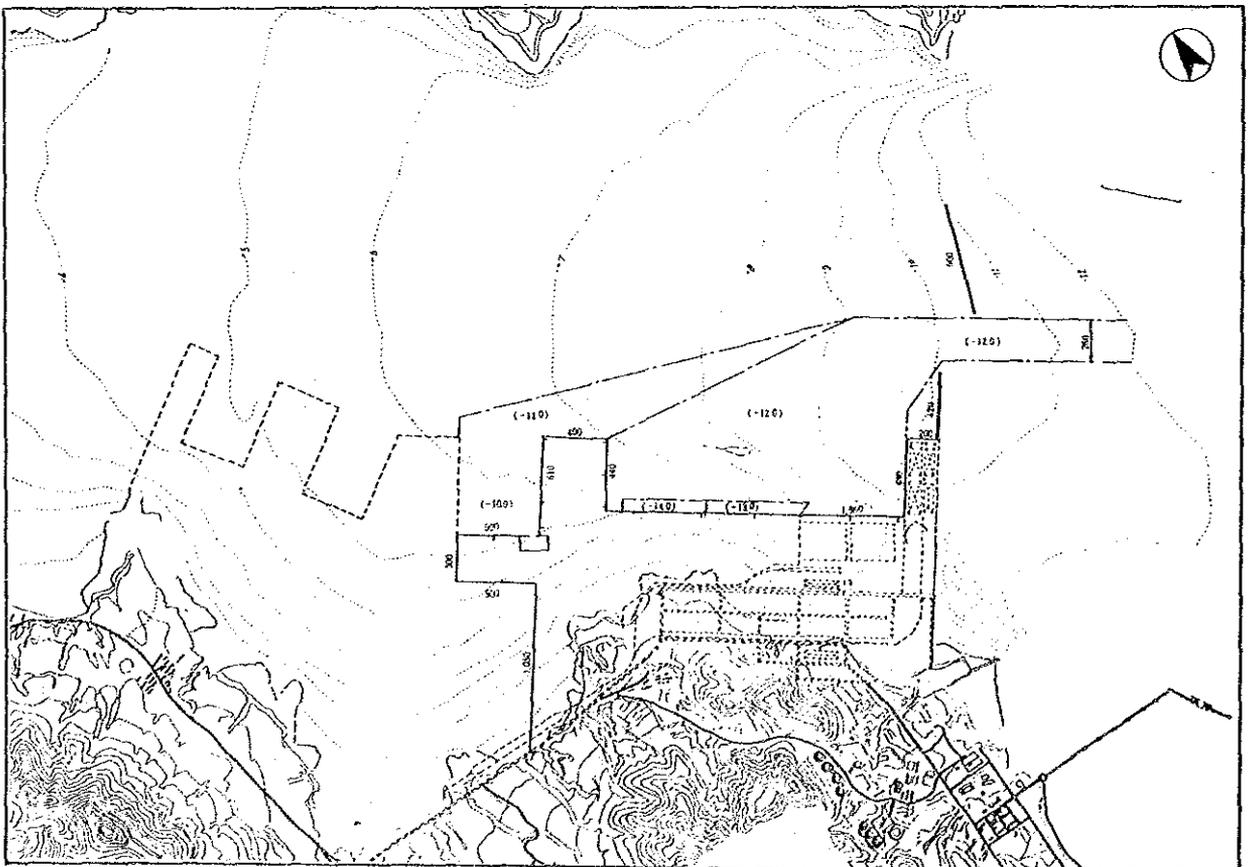


圖 II-5-14 2000年新港計畫代替案 (B-3 案)

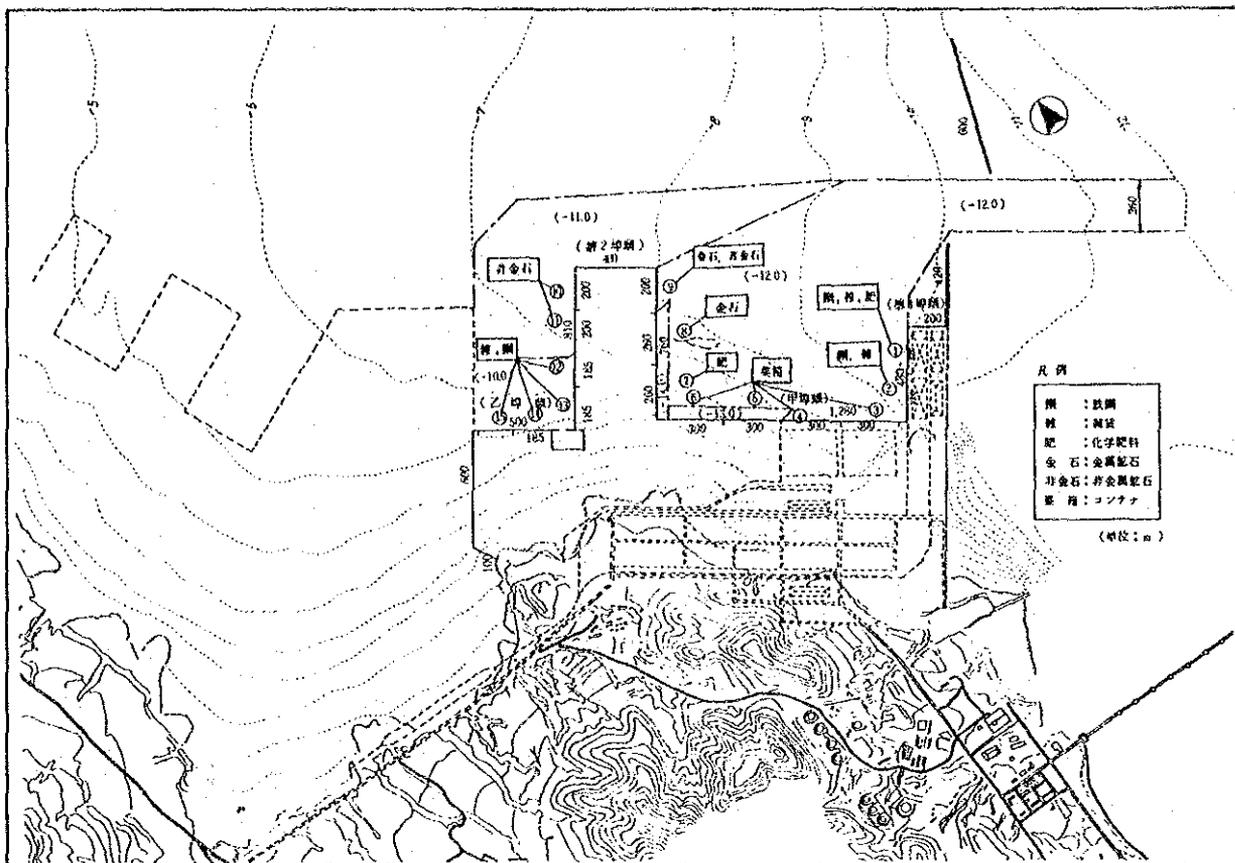


図 II-5-15 2000年バスはりつけ図 (A-1 案)

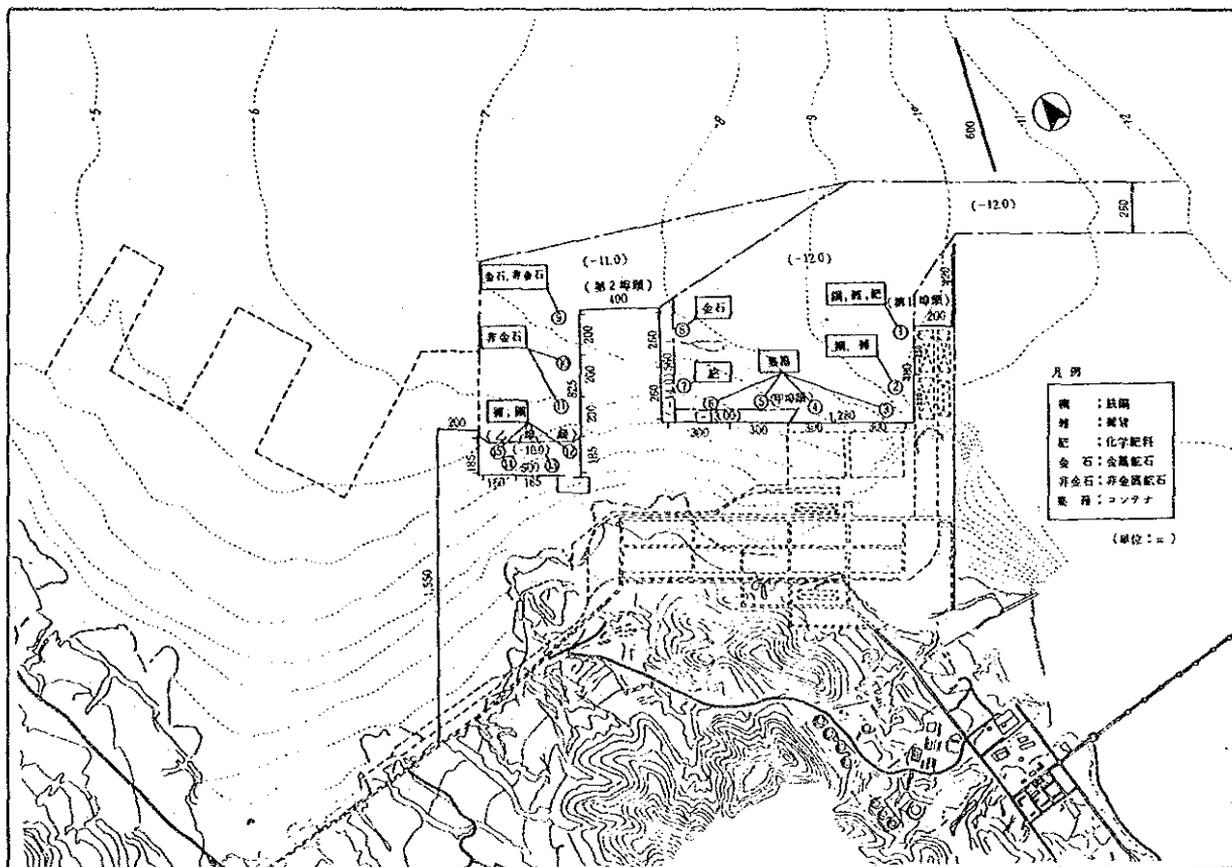
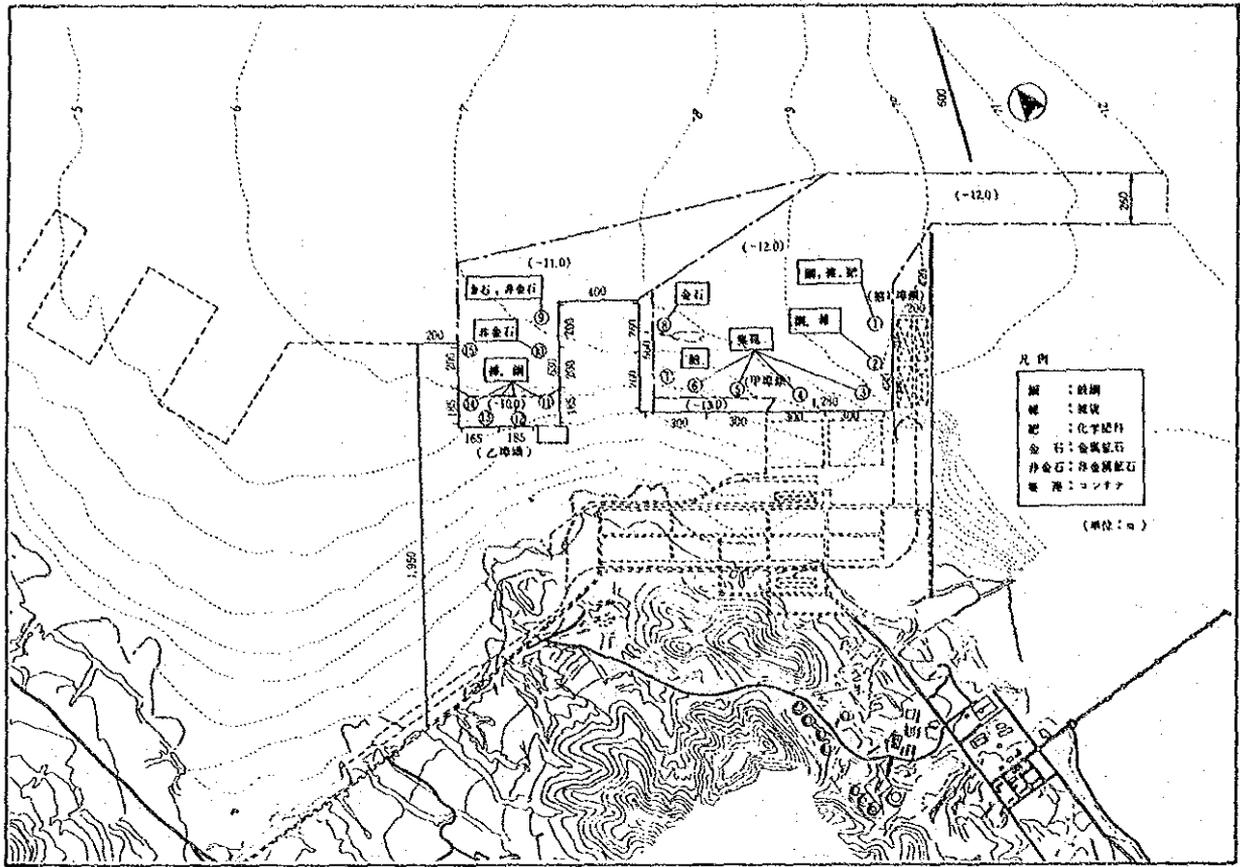
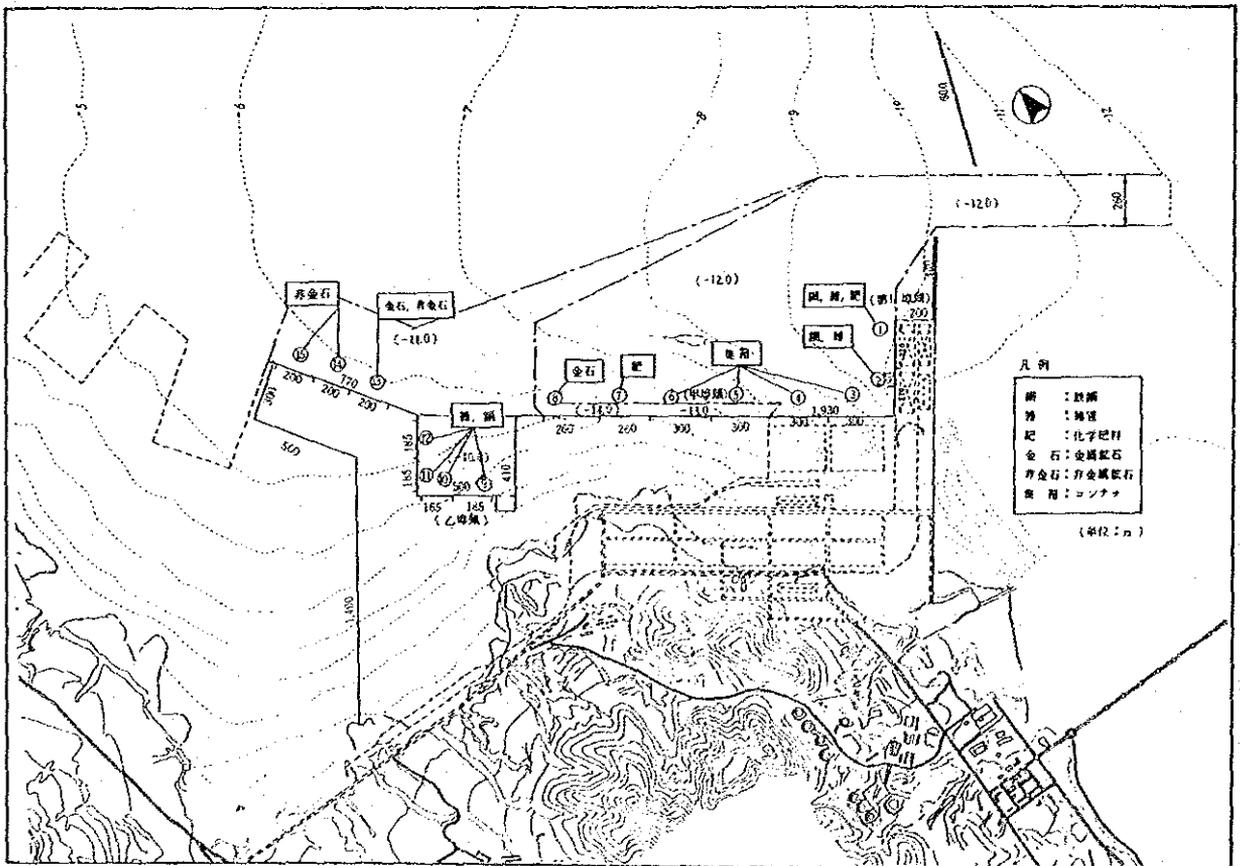


図 II-5-16 2000年バスはりつけ図 (A-2 案)



図Ⅱ-5-17 2000年バスはりつけ図 (A-3案)



図Ⅱ-5-18 2000年バスはりつけ図 (B-1案)

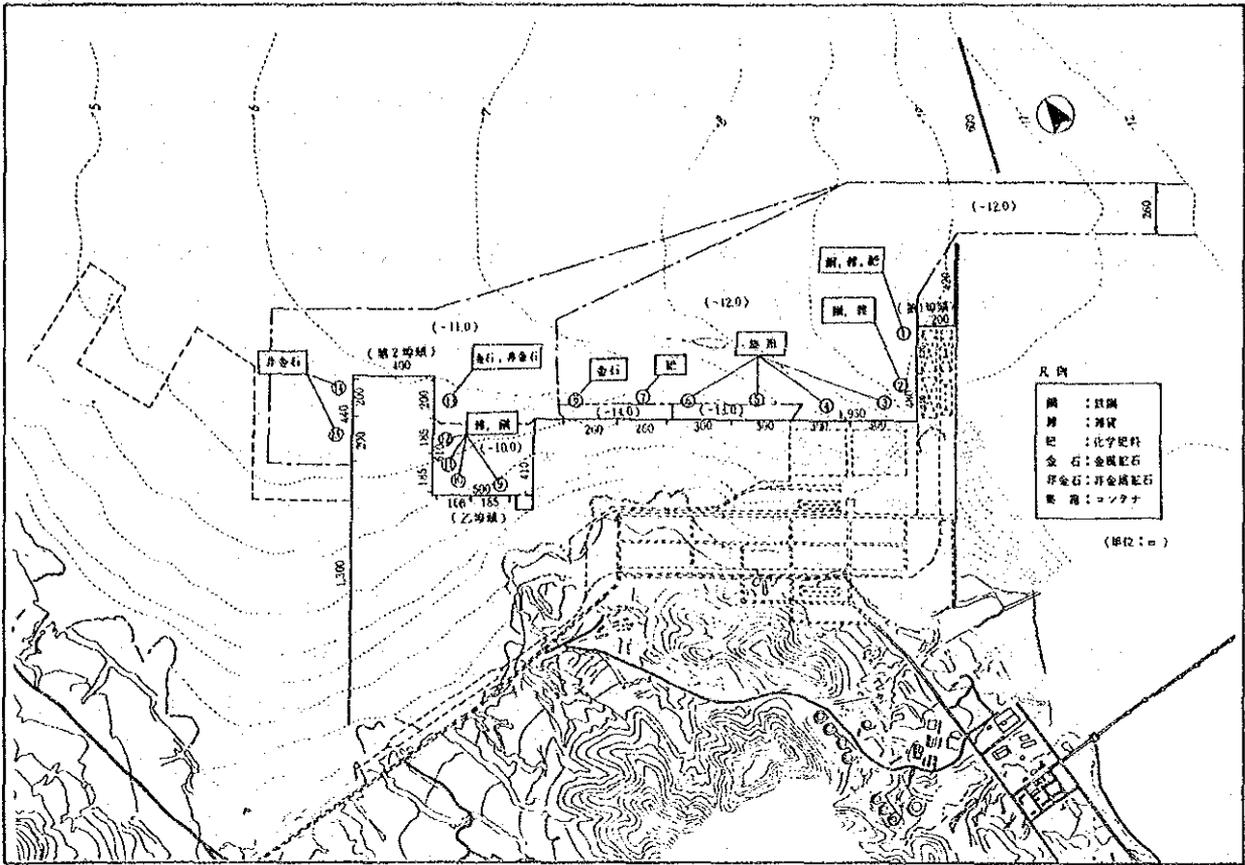


図 II -5-19 2000年バースはりつけ図 (B-2案)

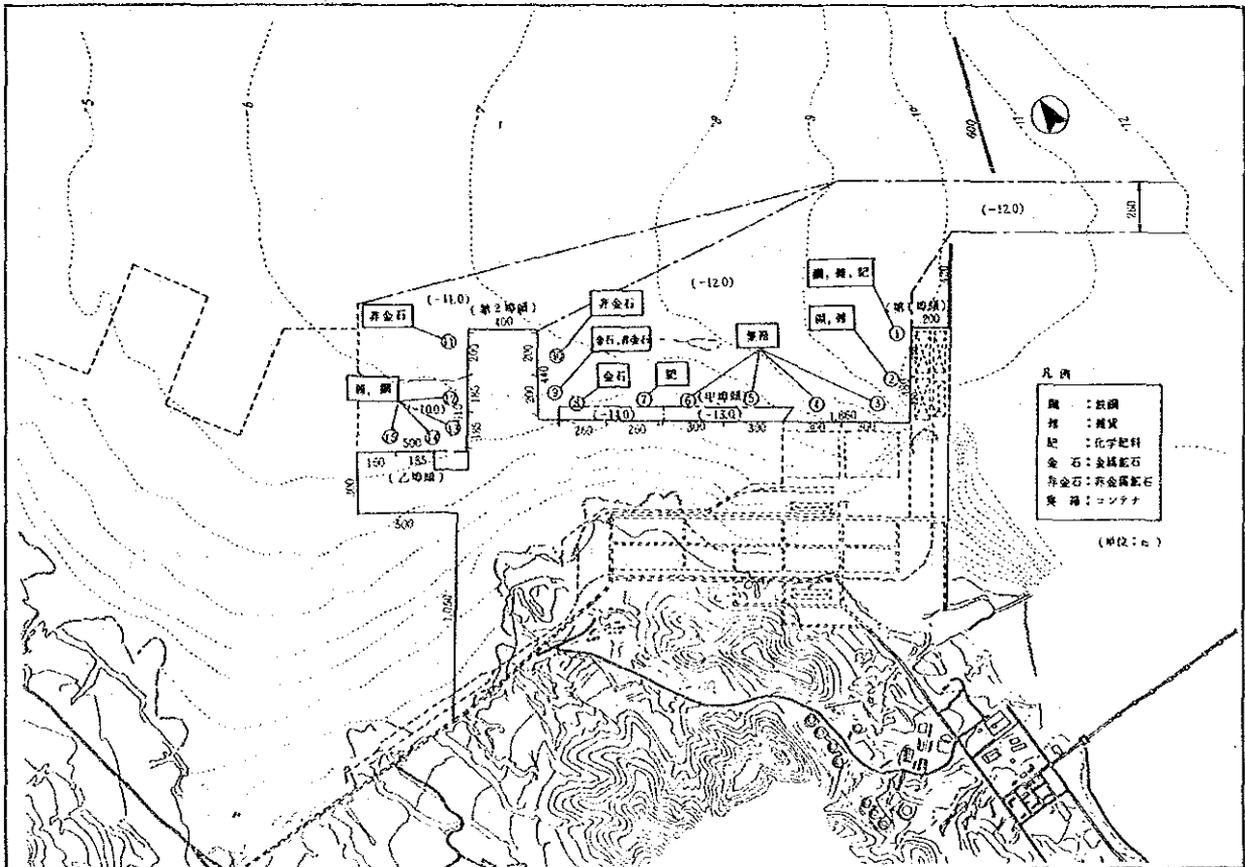


図 II -5-20 2000年バースはりつけ図 (B-3案)

5-4-3 概略事業費の積算

各代替案の比較評価を行うために、概略の設計を行い、概略の事業費を算出する。

(1) 概略設計

概略設計の対象は主要な土木構造物である、岸壁、護岸及び防波堤（島防波堤）とする。各構造物の構造様式は以下のとおりとする。

① 岸壁

岸壁法線上の土質は、表層に3～4mの重粘土層が堆積し、その下層は、2～4mの亜砂土・中粗砂・粘土混砕石層があり、最下層は風化岩である。風化岩の深度は-12～-14mと浅いため、岸壁の構造様式は、重力式構造とした。堤体については、ケーソン式とコンクリート・ブロック式と比較した結果、ケーソンを用いた重力式岸壁とした。

② 護岸

護岸の構造については、水深の深い箇所は、岸壁と同様の考え方でケーソンを用いた重力式とし、水深の浅い箇所は、基礎捨石の上にコンクリート・ブロックを用いた構造あるいは、捨石式傾斜護岸とした。

③ 島防波堤

島防波堤の構造については、ケーソン及びブロックを用いた重力式構造、捨石式傾斜堤構造を比較し、最も適していると思われるケーソンを用いた重力式構造を採用した。

以上の構造様式を用いて、各構造物の概略設計を行った。詳細な説明および標準断面は、第Ⅲ編第3章にとりまとめて示すとおりである。

(2) 概略事業費の積算

概略事業費の積算は、代替案の比較を目的として、主要な土木工事である岸壁、護岸、浚渫、埋立を対象として行う。防波堤（島防波堤）については、各案とも延長を同じとしているため、積算は省略した。

1) 積算の方針

過去の経験から設定した標準的受注者の標準的施工に基づく積算価格を概略積算することとし、以下の前提条件及び方針に基づいて積算する。

- ① 積算は、概略設計、施工方法（第Ⅲ編第4章参照）に基づいて行う。
- ② 輸入材の単価は、原則として日本の建設物価の市場価格を基本とし、輸入材に対する関税は除外する。
- ③ 中国に於て算出する砂、砕石等の材料はこれを利用する。セメント、鋼材、木材の三大材料については、現地調達上の問題から、外貨建てで取扱う。
- ④ 職種別の労務費、技術者の基本給並びに手当は、中国側より提供された資料の値を使用する。

⑤ 建設機材は、新港の工事量に対応する現地での調達困難等から、一部の陸上建設機械を除き、日本から持ち込む前提で精算する。

⑥ 交換率は1987年9月の平均率を採用することとし、US \$ 1.00=144円(1元=38.8円)とする。

2) 積算の結果

概略積算の結果を表Ⅱ-5-21に示す。

埋立については、埋立面積が各代替案ごとに大幅に異なるため、当面必要としない用地の埋立土量を差し引いた場合の積算を行い、同表に()書で示す。

表Ⅱ-5-21 大窩湾新港概略建設費比較表

工種 内訳 代替案	係船施設・護岸 (船留り除く)	浚 渫		埋立 (仮護岸含む)		合 計
	総 延 長 (m)	面積 (ha)	土量 (万 m^3)	面積 (ha)	土量 (万 m^3)	建 設 費
	建設費 (億円)	建 設 費		建 設 費		
A-1	3,000m	263 ha	428万 m^3	104 ha	1,106万 m^3	285 億円
	152 億円	32 億円		101 億円		
A-2	3,200	257	440	130	1,244	303 (291)
	153	33		117 (105)		
A-3	3,200	243	335	143	1,398	321 (306)
	156	33		132 (117)		
B-1	3,300	298	681	167	1,432	328 (305)
	142	51		135 (112)		
B-2	3,600	336	942	174	1,479	362 (336)
	153	72		137 (111)		
B-3	3,000	285	618	129	1,311	312
	141	46		125		

注) 1) 防波堤建設費 (概略22億円)は本比較から除いた。

2) 1期工程4バース分を除く建設費である。

3) ()は湾奥側の埋立地の陸側の埋立量を減じた場合の概略費用である。

5-4-4 代替案の評価

各代替案について、種々の視点より比較評価を行う。比較評価の項目及び評価の結果は表Ⅱ-5-22に示すとおりである。各評価項目ごとに評価の内容を要約すれば、以下のとおりである。

表Ⅱ-5-22 代替案の評価一覧

評価項目	評価の 重要さ	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3
① 建設事業費 a. 岸壁の事業費の安さ b. 浚渫 " c. 埋立 "	(◎)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ◎ ○	△ ○ ○	○ ◎ △
② 長期的発展性 a. 長期的バース数の多さ b. 長期的埋立面積の多さ c. 長期的コンテナの対応のしやすさ d. 長期的バースはりつけのしやすさ	(◎) (○) (○) (○)	◎ ◎ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ◎ ○ △	△ △ ◎ △	△ △ ◎ △	◎ ○ ◎ ○
③ 船舶の操船 a. 操船のしやすさ 安全性		○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
④ 港内静穏度 a. 侵入波に対する静穏度 b. 湾内波 " "	(○)	△ × ◎	○ △ ○	○ △ ○	△ ○ ×	△ ○ ×	○ ○ △
⑤ 鉄 道 a. 配置上の問題の有無 b. 貨車の運用上の問題の有無	(○)	△ ○ ×	△ ○ ×	○ ○ ○	○ △ ○	○ △ ○	○ ○ ○
⑥ 設計施工上の問題 a. 段階施工のしやすさ b. 軟弱度の問題		○ △ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	△ ○ △	△ ○ △	○ ○ ○
⑦ 総合評価		○	○ (3)	◎ (2)	△	△	◎ (1)

注) ◎、○、△、×の順に高い評価を表す。◎は特に優れている。

(1) 建設事業費

建設の概略事業費は表Ⅱ-5-21に示したとおりである。埋立については、埋立面積が大巾に異なるため、当面埋立を必要としない用地を減じた場合の積算結果を用いて比較を行うこととする。

係留施設、埋立は各案の差が比較的小さいが、浚渫では、大きな差異が見られる。特にB-2案の浚渫コストが高いが、これは鉄道の配置のため、スリップの護岸が岸壁として利用できないため、バースが湾奥側に配置されるためである。総コストの点からもB-2案が比較的劣ることになる。

(2) 長期的発展性

長期的に見た場合の代替案の評価をいくつかの点で行った。まず長期計画での概略バース数を検討し、表Ⅱ-5-23に示す。同表より、バース数はA-1案が特に多く、B-1、B-2案は特に小さい。長期計画全体のバース数がそう多くないことを考慮すれば、この差は大きいといえよう。表Ⅱ-5-23に埋立面積の大きさを示すが、埋立地は多い程、土地利用のメリットは大きい、平面造成コストが高くなり、単純な比較はできない。

新港では、長期的なコンテナ需要の増大に対する対応が非常に重要である。B案の各案は将来、金属鉱石、化学肥料バースをコンテナバースに変更すれば、広い用地をもった連続6バースのコンテナターミナルを持つことができ、A案の各案に比べ、大きな利点である。また、長期的なバースのほりつけについても概略の検討を行った（参考資料Ⅱ-5-7参照）。

以上、長期的な発展性から評価すると、表Ⅱ-5-22のとおり、A-1、B-3案が特にすぐれており、B-1、B-2案は劣るといえよう。

表Ⅱ-5-23 全体バース数と埋立面積

	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3
長期全体バース数	37	34	34	29	27	34
長期全体埋立面積	593	526	573	491	460	504
2000年埋立面積	104	130	143	167	174	129

(3) 船舶の操船

各案とも操船上特に大きな問題はないと考えられるため、評価の差はないと考える。

(4) 港内静穏度

湾外からの侵入波に対しては、突堤のあるAの各案は反射波が生じるため、静穏度が多少悪くなる。特にA-1案は突堤が長い影響が大きい。湾内発生波に対しては、逆にN系の波に対し、突堤が防波堤の役割を果たすためA案の方がB案より良い。B-1、B-2案は突堤もなく、平行埠頭も長い影響が大きい、特に隅角部には何らかの対応が必要になってくると考えられる。

以上を総合すると、A-1、B-1、B-2案は、他の案に比べて劣るといえよう。

(5) 鉄道

配置上大きな問題は各案ともない。B-1、B-2案は鉄道配置のため、スリップ部東側

護岸をバースとして使用できず、水際線の有効利用上問題がある。また、3バースを越える連続バースでは、貨車の埠頭への出入りが多くなり、貨車の積卸が混乱する（旧港の実態）ことが予想され、A-1、A-2案は問題が大きいと言える。

(6) 設計、施工上の問題

設計、施工上の大きな問題はないと考えられる。段階施工の点からは突堤の大きいA-1案はやや問題である。また、計画地域に軟弱地盤層が特に厚い部分があるが（図1-2-12参照）、B-1、B-2案は岸壁がこの部分に計画されるため建設費が増大する恐れがあり、問題である。

(7) その他の項目

その他、施設配置、土地利用、道路アクセス、環境への影響等の項目については、各案ともほとんど差がないと考えられるので検討を省略した。

(8) 総合評価

以上を総合評価した結果、A-3案、B-3案が他案に比べて優れている。両案を比較すると、将来のコンテナ対応と長期的発展の点で高く評価されるB-3案が優れていると判断されるため、B-3案を2000年大湊湾新港整備計画として採用することとする。

5-5 2000年大森湾新港整備計画

5-5-1 埠頭計画

(1) バース配置計画

バースの配置図は図Ⅱ-5-20に示したとおりである。平行埠頭部(甲埠頭)にコンテナと化学肥料、金属鉱石の大型バースを6バース配置する。防波堤(南防波堤、沖側防波堤は島防波堤)の背後の埠頭(第1埠頭)には鉄鋼・雑貨をはりつける。甲埠頭の西側の埠頭(第2埠頭)に3バースの非金属鉱石バースを集中配置する。第2埠頭の西側2バースと、スリップ奥側の埠頭(乙埠頭)2バースは鉄鋼・雑貨バースとする。これらを整理して表Ⅱ-5-24に示す。

No.1、No.2の鉄鋼・雑貨埠頭の対象船型(20,000DWT)の標準バース長は200m、標準バース水深は-11mであるが、第1期工程計画の埠頭規模よりバース長220m、バース水深-12.1mとする。No.9、No.10の非金属鉱石バースは、標準バース水深は-11mであるが、前面泊地の水深が-12mであること、対象船型の20,000DWTを越える大型船もかなり入港することから、バース水深を-12mとする。またNo.15バースは乙埠頭の長さの制約より、延長を160mとする。

なお、将来コンテナ貨物が増大した場合、甲埠頭は6バース全てをコンテナバースにすることが適当である。その場合は第2埠頭先端のNo.10、No.11バースに金属鉱石、化学肥料の大型バースを移すことが最も経済的と考えられる。(参考資料Ⅱ-5-7参照)

表Ⅱ-5-24 埠頭別バース一覧

埠頭名	バース長	バースの 性 格	はりつけ貨物	対象船型	バース長	バース 水 深
第1埠頭	No.1	鉄鋼・雑貨	鉄鋼・雑貨、化学肥料	20,000DWT	220	12.1
"	No.2	"	" "	"	"	"
甲埠頭	No.3	コンテナ	コンテナ	30,000	300	"
"	No.4	"	"	"	"	"
"	No.5	"	"	40,000	"	13
"	No.6	"	"	"	"	"
"	No.7	金属鉱石	金属鉱石	50,000	260	14
"	No.8	化学肥料	化学肥料	"	"	"
第2埠頭	No.9	非金属鉱石	非金属鉱石 金属鉱石	20,000	200	12
"	No.10	"	"	"	"	"
"	No.11	"	"	"	"	11
"	No.12	鉄鋼雑貨	鉄鋼・雑貨	15,000	185	10
"	No.13	"	" "	"	"	"
乙埠頭	No.14	"	" "	"	"	"
"	No.15	"	" "	"	60	"

(2) コンテナを除く一般埠頭計画

1) 倉庫、ヤードの必要面積

次式により、一般貨物の倉庫、ヤードの必要面積を算定する。

$$A = \frac{N \times C}{R \times \alpha \times \omega}$$

N：年間取扱貨物量 (t)

C：集中度

R：回転率

α ：貨物収容率

ω ：単位面積当たり収容貨物量 (t/m²)

算定に用いた各係数は以下の考えで設定した。

- ① 集中度(C)は、旧港の実態等により、全ての貨物について1.5とする
- ② 回転率(R)は、旧港の実態、中国の計画例等から、金属鉱石、非金属鉱石は23.3回転(保管日数15日)、鉄鋼、雑貨は35回転(保管日数10日)とする。化学肥料も直取を除けば倉庫経由であり、雑貨と同じにする。
- ③ 貨物収容率(α)は、旧港の実態等より、ヤード0.6、倉庫0.5とする
- ④ 単位面積当り収容貨物量(ω)は、旧港の実態、中国の基準等を参考に表Ⅱ-5-22のとおりとする。
 - a. 金属鉱石 単位体積重量 2.4t/m³、平均積み高 2.5mとし、 $W=2.4 \times 2.5=6.0$
 - b. 非金属鉱石 単位体積重量 1.4t/m³、平均積み高 2.5mとし、 $W=1.4 \times 2.5=3.5$
- ⑤ 倉庫、ヤード比率
 - a. 金属鉱石は全てヤード受けとする。
 - b. 化学肥料は、旧港の実態等により、30%を鉄道の直取とする。残りはヤードで袋詰するため、すべて倉庫扱いとする。
 - c. 非金属鉱石は、雨をきらう鎂砂が主であることから、簡易倉庫で保管することが望ましい。しかし、岸壁背後は荷役効率等を考慮してヤードを配置すべきと考えられる。従って、岸壁背後はヤードとし、その後方側は倉庫を配置する(図Ⅱ-5-35参照)。倉庫、ヤードの比率は、それぞれの面積を考慮し、4：6とする。
 - d. 雑貨は旧港の実態は30%、ヤード70%の比率である。しかし、雑貨の大半は倉庫適合貨物であり、倉庫経由率を多く取ることとし、倉庫、ヤードの比率を7：3とする。
 - e. 鉄鋼は旧港の実態をもとに定めた。以上の係数をもとに、倉庫、ヤードの必要面積を算定し、表Ⅱ-5-25に示す。

表 II -5-25 一般貨物倉庫、ヤード必要面積

品 目	貨物量 (t)	ヤード、倉庫別 (%)	N (t)	C	R	α	ω (t/m ²)	A (m ²)	備 考
金 属 鉱 石	100	ヤード	100.0	1.5	23.3	0.6	6.0	17,900	鉄道直取り
化学肥料	67	直取り (30)	20.1						
		倉庫 (70)	46.9	1.5	35	0.5	2.0	20,100	
非金属鉱石	111	ヤード (60)	66.6	1.5	23.3	0.6	3.5	20,400	
		倉庫 (40)	44.4	1.5	23.3	0.5	3.5	16,300	
雑 貨	115	ヤード (30)	34.5	1.5	35	0.6	1.0	24,600	
		倉庫 (70)	80.5	1.5	35	0.5	0.85	81,200	
鉄 鋼	139	ヤード (80)	111.2	1.5	35	0.6	3.0	26,500	
		倉庫 (20)	27.8	1.5	35	0.5	3.0	7,900	
合 計	532 (除コン テナ)	ヤード 倉庫 計						89,400 125,500 214,900	

2) 長期保管用、倉庫ヤードの必要面積

新港の周辺に市内倉庫等がないため、一般貨物のうち、雑貨・鉄鋼及び倉庫扱いの化学肥料については、新港に長期保管用の倉庫が必要と考えられる。長期保管の必要な貨物の割合の予測は困難であるが、ここでは、鉄鋼・雑貨及び倉庫扱いの化学肥料の20%と設定した。回転率は、通常倉庫、ヤードの回転率35回転の1/3程度とし、12回転とする。

以上より、長期保管用の倉庫、ヤードを算定し、結果を表 II -5-26に示す。長期保管用の倉庫、ヤード面積の合計は93,900m²であり、表 II -5-25で計算した上記貨物の倉庫、ヤード面積160,300m²の約60%に相当する。

表 II -5-26 長期保管用倉庫、ヤード面積 (2000年)

品 目	貨物量 (万トン)	ヤード 倉庫別貨物量 (%) (万トン)	長期保管量 (万トン)	C	R	α	ω (t/m ²)	必要面積 (m ²)	
鉄 鋼	139.0	ヤード (80)	111.2	22.2	1.5	12	0.6	3.0	15,400
		倉庫 (20)	27.8	5.6	1.5	12	0.5	3.0	4,700
雑 貨	115.0	ヤード (30)	34.5	7.0	1.5	12	0.6	1.0	14,600
		倉庫 (70)	80.5	16.1	1.5	12	0.5	0.85	47,400
化学肥料		直取 (30)	20.1	4.0	1.5	—	—	—	—
		倉庫 (70)	46.9	9.4	1.5	12	0.5	2.0	11,800
合 計		ヤード 倉庫 合計						30,000 63,900 93,900	

3) 荷役方式と荷役機械

(鉄鋼・雑貨、バース)

鉄鋼・雑貨バースの岸壁荷役は本船ギアを有効利用し、補助的に、機動性の高く船型の

大きい船舶の荷役にも適している、タワー式トラッククレーンを用いることとする。タワー式トラッククレーンは対象貨物、船型に配慮し、つり上げ能力15t×13.5mのクレーンとし、各バースに1基ずつ配置する。

その他の荷役機械は以下の通り。

- ・フォークリフト
- ・トレーラー及びトレーラーヘッド

(鉄鉱石バース)

年間取扱量が75万トンであるので、アンローダーとしては中規模のダブルリンク式アンローダーが適している。陸揚能力420t/hrのダブルリンク式アンローダー4基で岸壁荷役を行う。

その他の荷役機械は以下の通り。

- ・ショベルローダー
- ・ブルドーザー

(化学肥料バース)

バラの状態で大量に輸送される化学肥料が対象であるので、岸壁荷役はダブルリンク式アンローダーが適している。陸揚能力270t/hr (J I Sの計算陸揚能力による表示、以下同じ)のダブルリンク式アンローダー4基を配置する。背後への輸送はベルコンを用い、袋詰機により袋詰した後、倉庫へ運搬する。

アンローダー以外に以下の荷役機械を用いる。

- ・ホッパー
- ・ベルトコンベアー
- ・袋詰機
- ・フォークリフト
- ・ブルドーザー

(非金属鉱石バース)

岸壁荷役はダブルリンク式アンローダーを用いる。荷役能力は化学肥料バースの荷役機械との互換性を考え270t/hrとし、3基を配置する。

その他の荷役機械の以下の通り。

- ・ショベルローダー
- ・ブルドーザー

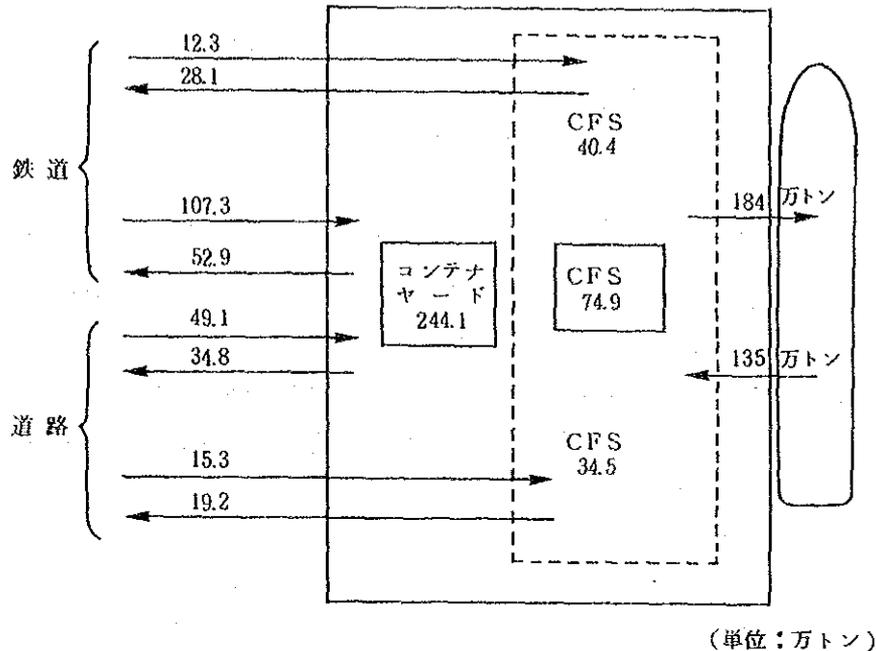
(3) コンテナ埠頭

1) コンテナ貨物の流れ

コンテナ貨物の流れについては、旧港の検討より輸入コンテナ貨物については、そのうちの35%がコンテナ埠頭内に設けられたC F Sを経由して内陸部へ輸送され、残りの65%

がコンテナの状態で荷主へ輸送される。一方、輸出コンテナについては、内陸でコンテナ詰されるものが85%を占め、残り15%がCFSでコンテナ詰されコンテナヤードに搬入される。

これらコンテナ貨物の流れを図Ⅱ-5-21に示す。



図Ⅱ-5-21 コンテナ貨物の流れ

2) コンテナターミナルの荷役方式

コンテナターミナルにおいて運用されている荷役方式は下記の3つの方式が基本的なものである。

- ① シャーツ方式
- ② ストラドルキャリア方式
- ③ トランスファークレーン方式

上記各荷役方式はそれぞれ一長一短があり、優劣はつけ難いが、第一にコンテナターミナルの立地条件に大きく左右される。すなわち、コンテナリゼーションの本来の主旨である一貫輸送を果たすための他機関との関連、ならびに港頭地区に設けられるコンテナターミナルとしての物理的占有面積の問題等である。立地条件、コンテナ取扱量の規模、コンテナターミナル建設への投資効果等を検討の上、最も合理的な荷役方式を選定する必要がある。

各荷役方式の比較を示すと概略表Ⅱ-5-27のとおりとなる。

表Ⅱ-5-27 コンテナ荷役の優劣比較表

荷役方法	ヤード面積	投資規模	ヤード内能率	ガントリークレーン能率	コンテナ搬出入作業時間	コンテナ損傷率	荷役機器維持費	ヤード作業融通性	自動化
シャーシ	大	大	高	低	短	小	小	無	小
ストラドルキャリア	中	小	中	高	中	大	大	有	中
トランスファークレーン	小	中	低	低	長	大	大	無	大

また、Port of Oakland 発刊の“Modern Marine Terminal Operation And Management”には、それぞれのシステムについて参考資料Ⅱ-5-8に示すような比較結果が掲載されている。

本計画にあたっては、大黒湾新港Ⅰ期工程計画及び中国の他港の実情及び3)に後述するコンテナターミナルとしての物理的占有面積確保の制約等を考慮し、トランスファークレーン方式とし、初期投資の少ないタイヤマウント式を選択する。

3) 必要コンテナ保管量

コンテナヤードに保管するコンテナの必要保管量は次式により求めることができる。

$$M\ell = \frac{My}{Dy} \times Ds$$

ここに、 Mℓ：必要保管量 (TEU)

My：年間取扱量 (TEU)

Dy：年間作業日数 (350日)

Ds：保管日数

保管日数をそれぞれ輸出コンテナ7日、輸入コンテナ14日、空コンテナ10日と設定する。表Ⅱ-5-28に必要保管量を示す。

表Ⅱ-5-28 必要保管量

	輸出	輸入	空コンテナ	合計
My (TEU)	184,000	150,000	121,900	455,900
Ds (日)	7	14	10	
Mℓ (TEU)	3,680	6,000	3,480	13,160

注) リーフターコンテナの必要保管量は実入コンテナの8%とし、774TEUとする

多少の余裕を考慮して、コンテナ保管量を13,500TEUとする。なお、必要面積の算定は2000年以降のコンテナ取扱量の増大を考慮して、1バースあたりの保管量をリーファーコンテナも含めて、4,000TEUとして計算を行う。

上記コンテナ量を保管するために必要なコンテナヤードの規模は次式で算定される。

$$A = (M \ell \times S) / (H \times e \times \alpha) + Aa + Ar$$

ここに、 A : 必要ヤード面積 (㎡)

M ℓ : 保管量 (13,500TEU)

S : 1 TEU当りの置場面積 (㎡)

H : 平均コンテナ積段数

e : 作業係数 (0.75)

α : 置場面積 / (置場面積 + 通路面積)

Aa : エプロン面積 (バース延長 × エプロン幅)

Ar : 後方ヤード面積

各荷役方式によって上記の係数は日本における例などから、表Ⅱ-5-29のように設定する。

表Ⅱ-5-29 荷役方式に係る係数

荷役方式	トランスファークレーン	ストラドルキャリア	シャーシ
H	3	2	1
S	17.8	22.7	24.4
α	0.55	0.65	0.45
S (H・e・α)	12.3	23.3	72.3

各荷役方式による必要面積は、エプロン幅を40m、後方ヤードの幅を200m程度を確保するとして、次のとおり算出される。

① トランスファークレーン方式

$$A = 4,000 (\text{TEU}) \times 12.3 (\text{㎡/TEU}) + (40\text{m} + 200\text{m}) \times 300\text{m} = 121,200\text{㎡}$$

(バース長300m × 奥行410m)

② ストラドルキャリア方式

$$A = 4,000 \times 23.3 + (40 + 200 \times 300) = 165,200\text{㎡}$$

(300m × 550m)

③ シャーシ方式

$$A = 4,000 \times 72.3 + (40 + 200) \times 300 = 361,200\text{㎡}$$

(300m × 1210m)

以上、必要面積の検討からもコンテナの荷役方式は、トランスファークレーン方式が適しているといえる。

4) CFS

CFSの所要面積は次式により推計される。

$$S = (C \times D) / (\omega \times r \times K)$$

ここに、 S : CFSの面積 (m²)

C : コンテナ貨物量

D : 貨物蔵置日数 (7日)

ω : 単位面積あたりの積付量 (0.85t/m²)

r : 有効利用率 (0.5)

K : 可動日数 (350日)

表Ⅱ-5-30にCFSの必要面積を示す。

表Ⅱ-5-30 CFS必要面積

	貨物量(万トン)	必要面積(m ²)	1バースあたりのCFS面積(m ²)
鉄道	40.4	19,000	5,300
道路	34.5	16,200	4,500

注) 不平衡係数を考慮(1.2)すると、鉄道用CFSが22,800m²、道路用が19,400m²となる

5) エプロン

エプロン幅は40mとする。その内訳は以下のとおりである。

- ① クレーン下(バックリーチ) 34m (仮置荷さばきスペース)
- ② 上記直背後部 6m (車両等の通路幅)

6) その他施設

配置計画を行う上の1つの目安として、日本における実例等より1バースあたりについて、以下の規模を考える。

- a) 管理棟 1,200m² (適宜配置)
- b) メンテナンスショップ 800m²
- c) ゲートハウス 400m² (適宜配置)
- d) 洗浄施設 700m²
- e) 給油施設 150m²

7) コンテナターミナルの標準レイアウト

第1期工程計画のレイアウトとの整合及び将来のコンテナ貨物の増加に対応できるうり余裕のあるレイアウトとする。図II-5-22にコンテナターミナルの標準的なレイアウトを示す。

8) 荷役機械

① コンテナクレーン

コンテナクレーンの主要諸元は以下のとおりとする。

数 量	8 基
定格荷重	30.5t
吊り上げ荷重	45 t
レールスパン	22 m

(大連港旧港の実態及び将来定格荷重40.5tの大型クレーンへの対応等も考慮してレールスパンを広めにとる)

アウトリーチ	35 m (海側レールより)
バックリーチ	8.5m (陸側レールより)
揚 程	25 m (海側レール面上) 12 m (海側レール面下)

② タイヤマウント式トランスファークレーン

コンテナヤード上の専用舗装通路上を走行するタイヤマウント式トランスファークレーンとし、形式は橋形クレーンとする。

主要諸元は次のとおりである。

定格荷重	30.5t
吊上荷重	45 t
走行脚スパン	コンテナ6列及びトレーラー走行帯1列
揚 程	コンテナ3段積

③ その他の荷役機械

- ・トラクター及びトレーラー
- ・フォークリフト

9) 長期保管用倉庫ヤード面積

新港の周辺に市内倉庫等がないため、コンテナ埠頭を経由する雑貨類の長期保管、あるいは空コンテナ置場としての保管用地を港湾区域内に計画する。必要面積は日本の例等を参考とし、コンテナヤードの30%、約6万㎡の規模の用地を考える。

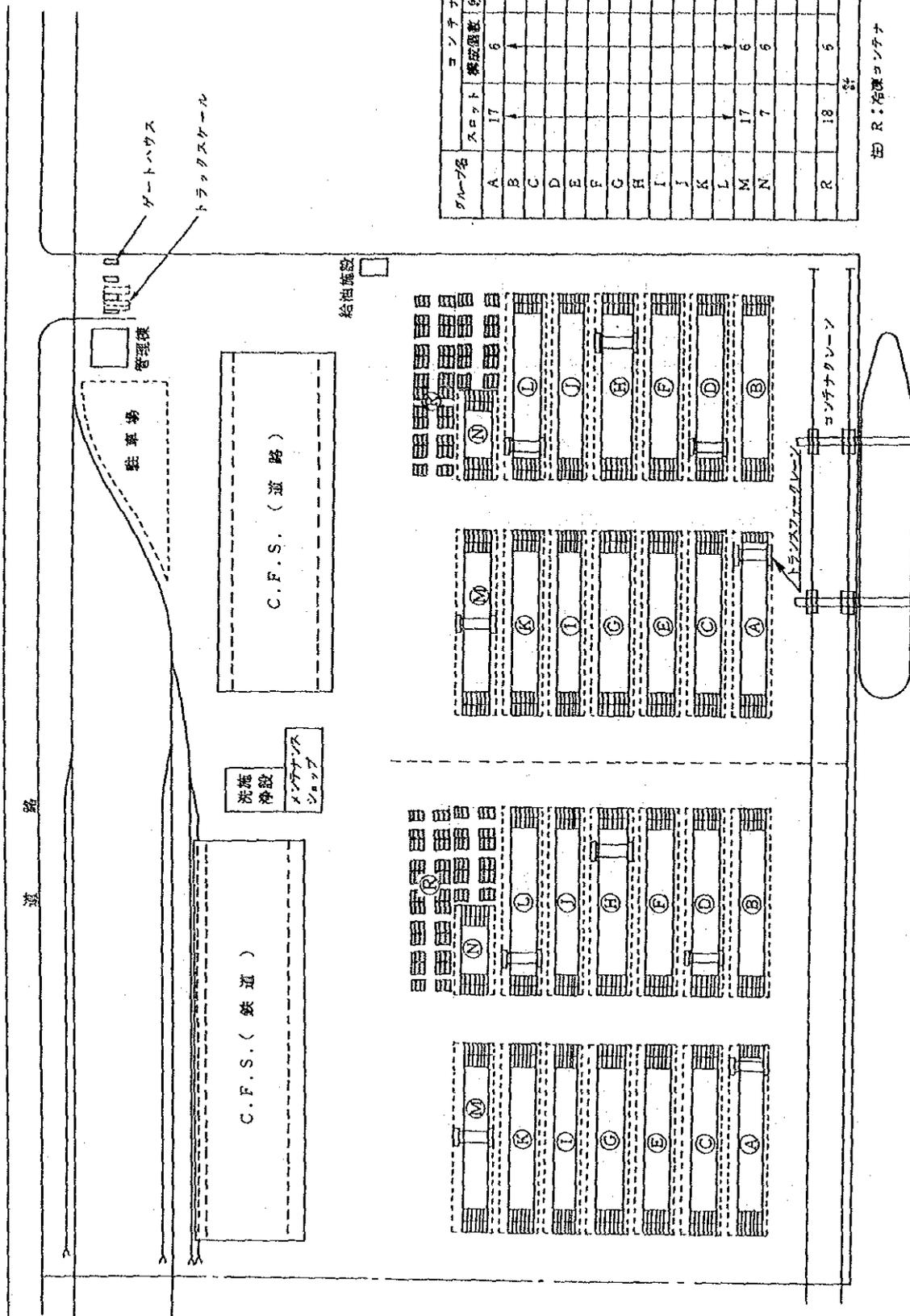


図 II-5-22 コンテナターミナル標準レイアウト

(4) 保管用地の配置計画

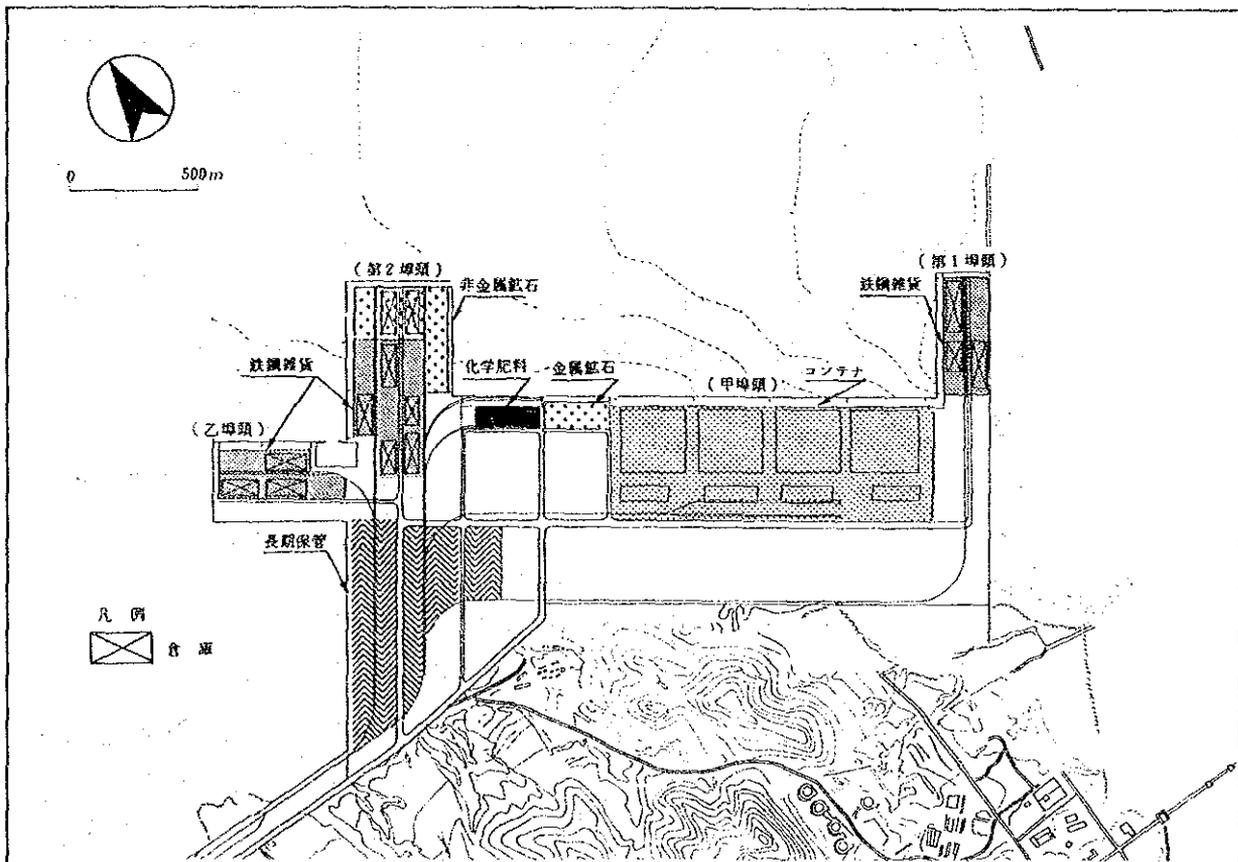
以上の結果から保管用地（倉庫、ヤード）を埠頭に配置し、図Ⅱ-5-23に示す。

鉄鋼・雑貨埠頭は第1埠頭、第2埠頭、乙埠頭のそれぞれのバース背後に分散配置している。図Ⅱ-5-23に示す第2埠頭、乙埠頭の保管用地は算定された面積に対し、20%程度の余裕を持っており、バース利用率の増大による貨物量の増大に対応できる。

金属鉱石、化学肥料はそれぞれ1バースの専用埠頭であり、算定された用地面積を確保している。非金属鉱石の保管用地は約30%程度の余裕がある。非金属鉱石バースの2000年の利用率は53%と低い、その後の利用率の増加による貨物量の増大に対応できる面積が確保されている。

コンテナヤードについても前述のとおり多少の余裕を有している。

長期保管用地（鉄鋼、雑貨、化学肥料、コンテナ）は、鉄道、道路との接続を考慮して、港湾入口付近に集中配置した。長期保管用の必要倉庫、ヤード面積は、前述のように変動要素が多いが、図Ⅱ-5-23は算定された必要面積に対して、約20%の余裕をもっている。



図Ⅱ-5-23 保管用地配置図

5-5-2 防波堤計画

(1) 防波堤計画の方針

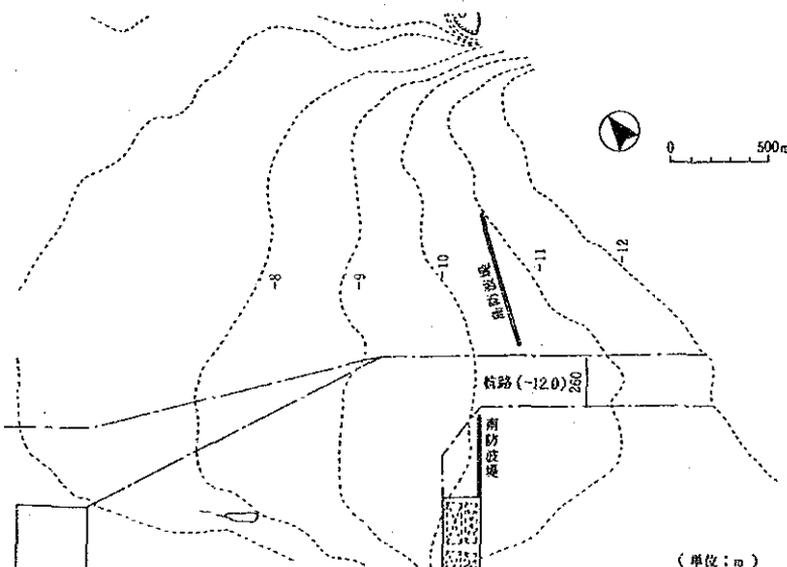
港内を静穏に保ち、船舶の入出港及び離着岸操船の安全と係留船舶の安全を確保するとともに、荷役作業の稼働時間を確保するために防波堤を計画する。

第1期工程計画（前半4バース）において、南防波堤420mが計画されているが、2000年整備計画に対しては、港内の静穏度、特に異常時における静穏度を確保するために、航路の北側に新たに島防波堤を計画する必要があると考えられる。従って、港内の静穏度を、常時及び異常時について検討し、島防波堤の延長ならびに配置を決定することとする。また、湾内発生波に対し、異常時の岸壁前面の静穏度についても検討を行う。

(2) 防波堤の法線計画

島防波堤の法線は以下の点を検討のうえ、図Ⅱ-5-24のとおり計画することとする。

- ① 南防波堤と合わせて、港内を効果的に遮蔽し、常時及び異常時において、港内の必要な静穏度を保てること。
- ② 船舶の入出港に際し、航路の形状のため船舶は、港口部においてかなり大きな角度の変針が必要となる。特に出港時には船舶は沖防波堤に向かって前進し、港口近くで変針することになる。このため、港口部の水域を広く計画することが望ましく、このことから沖防波堤の南側端は南防波堤先端より、湾外方向へ離して計画することが望ましい。
- ③ 大鯨湾の北岸側は、将来港湾開発の構想があり、沖防波堤の位置が、北岸側で港湾が計画された場合に適切な位置にあること。



図Ⅱ-5-24 防波堤の法線計画

(3) 常時の静穏度の検討

大鰐湾の地形条件より、ENE～S方向の波は湾外からの侵入波を、また、NW～NE方向については、湾内発生波を対象に、静穏度の算定を行う。湾外からの侵入波に対しては、各方向別に回折シミュレーションを行い、波高比を算出し、この値により港内の波高を求めた。

後述のとおり、常時の静穏度は主としてN系の湾内発生波により決まる。従って、場所ごとの静穏度の差異は比較的小さいため、静穏度の算定は、甲埠頭の中央（コンテナバース）を代表として行うこととする。この点の湾外侵入波の波高比を示すと、各方向ごとに表Ⅱ-5-31のとおりとなる。なお、同表の波高比は岸壁による反射波の影響を含んでいる。

表Ⅱ-5-31 波向別波高比

	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
波高比	0.68	0.65	0.50	0.30	0.20	0.10

同表の値及び波高記録より、波高頻度を求めると、表Ⅱ-5-32のとおりとなる(参考資料Ⅱ-5-9参照)。

表Ⅱ-5-32 波高別頻度表

波高	波高頻度
$H^{1/10} < 0.5\text{m}$	93.2%
" < 0.6	96.6
" < 0.7	98.3
" < 0.8	99.2

中国の基準によれば、コンテナ船の横波による荷役限界は、15,000DWT以下の船型で $H^{1/10} < 0.6\text{m}$ 、25,000DWT以上の船型で $H^{1/10} < 0.8\text{m}$ である。従って、表Ⅱ-5-32の結果からみて、常時の静穏度は、満足しているといえる。

なお、表Ⅱ-5-32の各波高を越える波の内訳をみると、いずれも80～90%以上がN系の湾内発生波であり(参考資料Ⅱ-5-9参照)、常時の港内静穏度はほとんど湾内発生波により決まるといえる。このため、常時の静穏度は、島防波堤がある場合とない場合にほとんど差がなく、常時の静穏度上は島防波堤は不用といえる。

(4) 異常時の検討

異常時において、港湾施設の被災を防ぐために、岸壁の前面波高を一定値以下におさえるよう、島防波堤の長さについて検討を行う。

1) 風条件の検討

台風時の波浪はSW～SEであるが(第1編2-1-4参照)、この方向の波は南防波堤の遮蔽のため、港内に大きな波高を生じない。従って、継続時間がある程度の長さを持ち、かつ湾内への波高比が比較的大きくなるEより北方向の風による風浪を対象と考える。そのうち、ENEより北側はフェッチ(対岸距離)が極端に小さくなり、かつ大地半島の遮蔽の効果もあり、港内へ大きな侵入波が来襲しないと考えられるので、E及びENE方向の風浪を検討の対象とする。

風速は第1編2-1-2に述べた、大連気象台の記録より、30年の最大風速とし、E方向16msec ENE方向18msecを対象風とする。この方向の継続時間は、1年間の記録では4時間を越えるものはなく(1985年1～12月)、対象風としては、6時間程度を考慮しておけば良いと考えられる。

なお、風の継続時間を4時間とした場合についても、参考に計算を行う。

2) 検討方法及び許容波高

波の推算法はSMB法によることとし、フェッチはSevilleの有効フェッチを用いる(第1編2-1-4参照)。港内波高の算定は回折シミュレーションによる。

許容波高については、日本では異常時において、係留避泊や施設防護等を考慮して、 $H^{1/3}=1.0\sim 1.5\text{m}$ となるよう計画することが多い。しかし、大黒湾新港の場合は、岸壁天端が5.5mと高いこと等を考え、岸壁の被災を防ぐ等の観点から $H^{1/3}=2.0\text{m}$ 前後を許容波高と設定する。

3) 検討結果

静穏度の検討は図Ⅱ-5-25に示す3点の岸壁全面に対して行なう。島防波堤の延長をそれぞれ600m、800mとした場合及び島防波堤がない場合の、E方向、ENE方向の検討結果(ただし、防波堤800mではENE方向のみ)を表Ⅱ-5-33に示す。防波堤600mの場合は、各方向について、No.1からNo.4のいずれの位置においても、前面波高はほぼ2m以内の値である。防波堤800mの場合では、最大で $H^{1/3}$ である。また、島防波堤のない場合は岸壁前面の波高がかなり大きい値となり、港湾施設の被災の恐れがある。

以上の検討より、防波堤の延長を600mとする。なお、回折シミュレーションによる波高比の算出結果については、参考資料Ⅱ-5-10参照されたい。

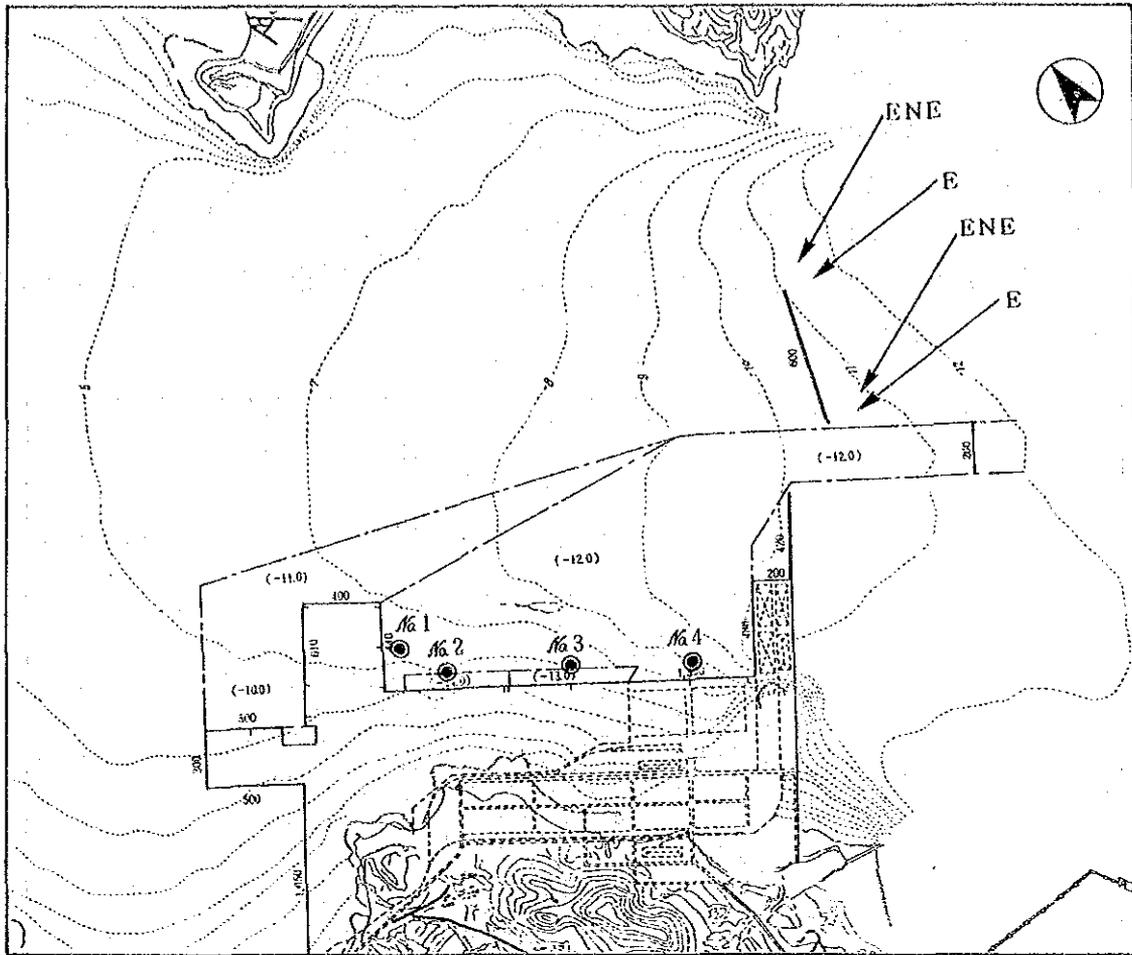


図 II -5-25 異常時静隠度の検討箇所

表 II -5-33 異常時の岸壁前面波高

波 高	岸壁位置	港外波高	波 高 比 (m)			岸 壁 前 面 波 高 (m)		
			島堤なし	島堤600m	島堤800m	島堤なし	島堤600m	島堤800m
E	No. 1	2.34 (1.92)	0.99	0.75		2.32 (1.90)	1.76 (1.44)	
	No. 2	"	0.99	0.70		2.32 (1.90)	1.64 (1.34)	
	No. 3	"	0.93	0.65		2.18 (1.79)	1.52 (1.25)	
	No. 4	"	0.59	0.33		1.38 (1.13)	0.77 (0.63)	
ENE	No. 1	2.70 (2.23)	0.89	0.65	0.58	2.40 (1.98)	1.76 (1.45)	1.51 (1.45)
	No. 2	"	1.05	0.75	0.64	2.84 (2.34)	2.03 (1.67)	1.73 (1.43)
	No. 3	"	0.95	0.68	0.57	2.57 (2.12)	1.84 (1.52)	1.54 (1.27)
	No. 3	"	0.82	0.43	0.31	2.21 (1.83)	1.16 (0.96)	0.84 (0.69)

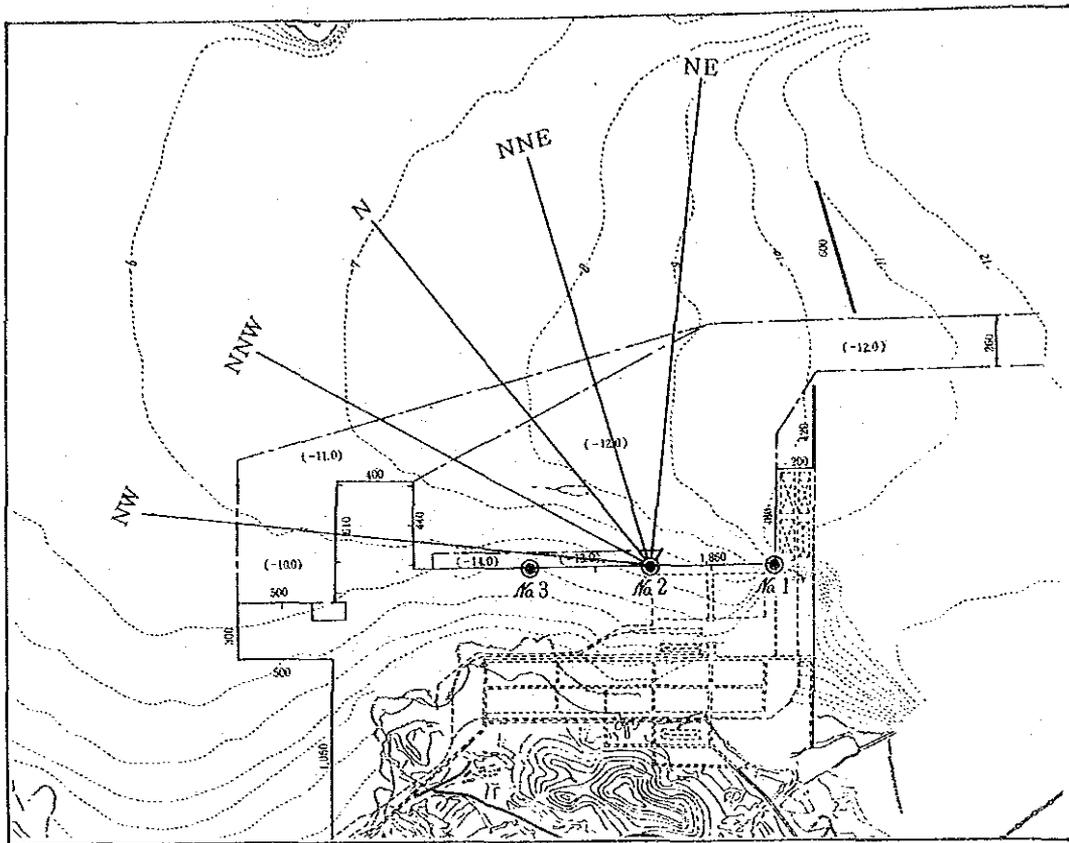
注) イ.()内の値は、風の継続時間が4時間の場合の値である。

ロ. 波高は $H^{1/3}$ である。

(5) 異常時の湾内発生波による静隠度の検討

前記のとおり、新港では冬期にN系の風が強く、このためN方向の湾内波が岸壁に襲撃する。N方向の湾内発生波に対しては、波を防護する防波堤がないため、異常時における岸壁前面に波高について検討する。

検討のポイントは図Ⅱ-5-26に示す3点とする。風向はN方向とし、風速は30年、50年値とも大差がないので、50年確率風速(34.1m)とする。波高の推計方法は、第1編2-1-3で述べたとおりである。



図Ⅱ-5-26 異常時湾内発生波による静隠度の検討箇所

計算結果は表Ⅱ-5-34のとおりである。反射波との合成波でみて、各点の波高は2m前後である。従って、湾内発生波の周期が小さいこともあり、前述のように、2m前後の波に対し、岸壁等への被災に対しては安全と考えられ、特に、湾内波に対して、前方に防波堤を計画する等の対応は必要ないと考えられる。

なお、南防波堤、島防波堤及び第2埠頭は波のエネルギーを遮る(有効フェッチを小さくする)効果はかなりあり、これらが無い場合の波高は、表Ⅱ-5-34の結果に比べてかなり大きい値となる。また、No.3の点の波高は遇角部の影響で計算値に比べて大きくなることが予想され、何らかの対応が必要と考えられる。

表Ⅱ-5-34 異常時湾内発生波の推計結果

	No.1	No.2	No.3
有効フェッチ (km)	2.65	3.06	2.33
来襲波高 ($H^1/3$) H_1 (m)	1.54	1.60	1.45
反射波との合成波 ($H^1/3$) H_2 (m)	2.07	2.15	1.95

注) 反射波は岸壁の反射率を0.9とし、反射波との合成はエネルギー合成とし、 $H_2 = \sqrt{(H_1)^2 + (0.9H_1)^2}$ として算定した。

5-5-3 水域施設計画

(1) 航路計画

航路は船舶の入出港の安全が図れるように、また経済性も考慮して、その位置及び規模を定めることとする。表Ⅱ-5-35に必要なバース計算から算定された年間の船種、船型別の入港隻数を示す。入港隻数の合計は約1,000隻で、かなり多い隻数であるため、往復航路を計画することとする。

1) 航路法線

船舶の入出港操船の観点からは、航路法線は、できる限り卓起風、波の向きに近づけることが望ましいとされている。新港の卓起風向は図Ⅱ-5-27に示すとおり、N方向、また卓起波向はSE方向である。この風向、波向きに航路法線を一致させるように、航路法線を計画すると、入出港船舶は港口部で急激な変針を余儀なくされ、入出港操船の安全上、望ましくない。また、港口部の水域を広く計画することが必要となり、浚渫コストの増大も生じる。これらのことを考慮して、航路法線は図Ⅱ-5-27に示すとおり、ほぼ、南防波堤に直角な方向に計画することとする。

表Ⅱ-5-35 バース計算による入港隻数 (2000年)

船種	利用バース	年間入港隻数
金属鉱石	金属鉱石バース (5万DWT)	23
	非金属鉱石バース (2万DWT)	26
化学肥料	化学肥料バース (5万DWT)	18
	鉄鋼・雑貨バース (2万DWT)	14
非金属鉱石 鉄鋼・雑貨	非金属鉱石バース (2万DWT)	111
	鉄鋼・雑貨バース (2万DWT)	262
コンテナ	(1.5万DWT)	
	コンテナバース 700TEU	111
	1,200TEU	79
合計	2,000TEU	357
		1,001

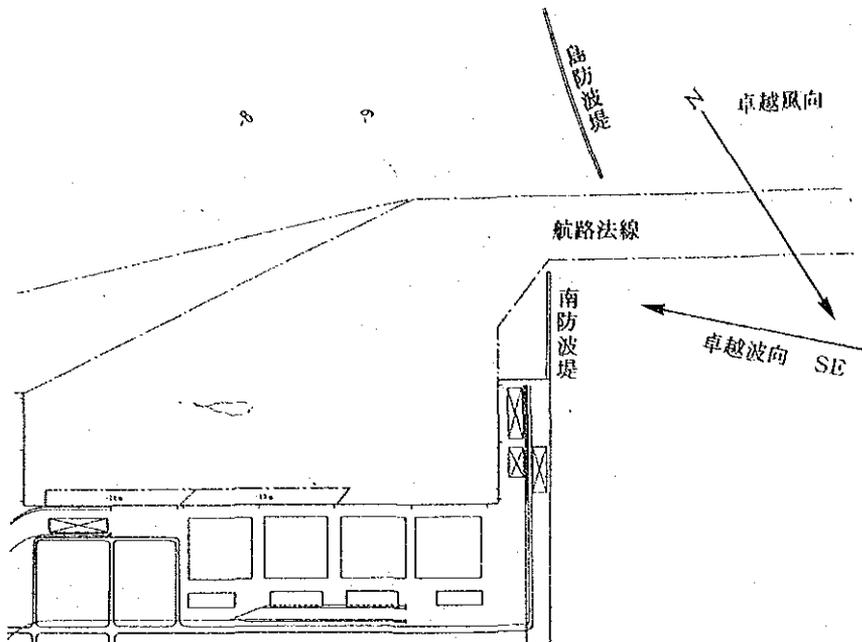


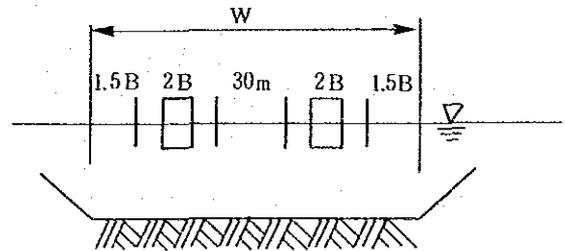
図 II-5-27 航路法線と卓越風向、卓越波向

2) 航路の幅員

航路の幅員は、利用する最大船舶の長さ及び幅をもとに、船舶の航行量、気象海象条件等を考慮して定めることとされている。対象船舶として、40,000DWTのコンテナ船（船長 $L=260\text{m}$ 、巾 $B=32.3\text{m}$ 、満載きつ水 $D=12\text{m}$ ）を選び、以下の基準で検討する

① アンクタッド (UNCTAD)

$$W = 7B + 30 = 256\text{m}$$



② 中国の基準

$$W = 2A + b + 2c$$

$$A = n(L \sin \nu + B)$$

ν を最小の 3° とした場合

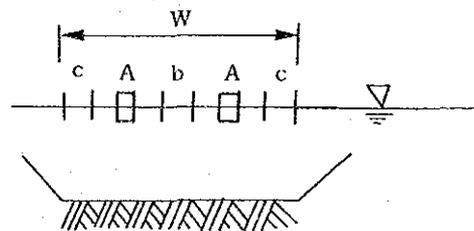
n : 船舶漂移倍数、横流 $V \leq 2.5\text{m/s}$ で 1.81

ν : 風流圧偏角、 $V \leq 2.5\text{m/s}$ で 3°

b : 余裕幅（船巾 B をとる）

c : 余裕幅、船速 < 6 ノットの倍、 $0.5B$

$$W = 230\text{m}$$



③ 日本の基準

日本においては、片道航行の場合0.5L以上、往復航行の場合1.0L以上の幅をとることとし、その標準を表Ⅱ-5-36のように定めている。これによると、新港では $W=1L=260m$ となる。

以上の検討から、新港の場合、入出港時に斜め方向の風、波を受ける状況が多いことも考慮して、日本の基準にあたる260mを採用することとする。

表Ⅱ-5-36 航路の幅員（日本の基準）

航行の長さ	通行の状況	幅員
比較的距離が長い航路	対象船舶どうしがひんばんに行き会う場合	2L
	上記以外の場合	1.5L
上記以外の航路	対象船舶どうしがひんばんに行き会う場合	1.5L
	上記以外の場合	L

注) L: 対象船型の船長

3) 航路の水深

中国、日本の基準で検討する。

① 中国基準

$$\text{水深} = T + Z_0 + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4$$

T: きつ水

Z_0 : 航行時船体沈下 : 表より 0.3

Z_1 : 航行時のキールリアランス : 表より 0.3

Z_2 : 波浪余裕 : $\Psi = 10^\circ$ 、 $H_{4\%} = 1.5m$ 、 $Z_2 = 1.5 \times 0.32 = 0.48$

Z_3 : 積荷のかたむきに対する余裕: コンテナ 0

Z_4 : シルト埋没余裕 : 0.4m

$$T = 13.5m$$

② 日本の基準

波等の影響の少ない時は対象船舶の岸壁水深をとり、波等の影響のある時は波、風等による船体の動揺その他を検討し、適切に定めることとし、岸壁水深に0.5~1.5m（超大型船を除く）程度を加えることとしている。

新港では $T = 13 \sim 14.5m$

以上から、満載の対象コンテナ船に対して航路水深は最低13mは必要と考えられる。しかし、新港の場合は浚渫量が多いこと、大型コンテナ船の船型や積載状況等を現時点で正確に予測しがたいことを考慮して、暫定的に航路水深を12mと計画する。

大型コンテナ船に対しては、前述のとおり完全な機能を備えたコンテナターミナル

を計画することが重要であり、水深不足のための潮持ちは避ける必要がある。従って、就航船舶の見通し等が明確になる時点で、航路水深の見直しを行うことが必要と考える。なお、50,000DWT級の金属鉱石、化学肥料の船舶に対しては表Ⅱ-5-35のとおり、入港数が少ないため、ある程度の潮持ちは許容できると考えられる。

(2) 泊地計画

1) 回頭泊地

対象船型からみて、タグボートによる回頭を前提として、回頭に必要な位置に、対象船舶の船長の2倍の円形の水域を確保する。回頭泊地の水深はコンテナ船、金属鉱石、化学肥料の船舶に対しては航路水深と同じ12mとし、他の船舶については、バース水深と同じ水深とする。

2) 係留泊地

40,000DWTを対象とするコンテナバース（No.5、No.6）及び化学肥料バース（No.8）、金属鉱石バース（No.7）に対しては、前面の回頭泊地の水深がバース水深より浅くなる。このため、係留のための泊地として、岸壁より船幅の2倍の幅について、バース水深を確保するよう計画する。

3) 泊地の法線計画

泊地の法線は船舶の安全な停泊、離着岸、回頭及び港内航行ができるように計画する。

5-5-4 臨港交通施設

埠頭に出入りする港湾貨物を円滑に流動させ、港湾機能が十分に発揮できるよう、臨港道路及び臨港鉄道を計画する。

(1) 港湾貨物の輸送機関別分担

大連港で取扱われている貨物の背後輸送は現状では約90%が鉄道に依存している。しかしながら鉄道輸送が飽和状態になっていることから、近距離輸送は道路輸送へ転換するよう指導している状況にある。このため、道路整備と合いまって今後道路輸送が増加することが予想される。従って、本計画では大ロット重量物貨物等の鉄道輸送適合貨物及び瀋陽以北の遠距離（400～500km）の貨物は従来どおり鉄道輸送を基本とし、瀋大道路の完成を考慮して、300km以内及び瀋陽市の貨物は基本的に道路で輸送されることとし、表Ⅱ-5-37に示すとおり の分担率とする（詳細については旧港報告書の参考資料を参照）。

表Ⅱ-5-37 品目別輸送機関別分担率

(%)

品目	輸送分担率	
	道路	鉄道
金属鉱石		100
非金属鉱石		100
化学肥料	15	85
鉄鋼	10	90
雑貨	30	70
コンテナ		
輸出	35	65
輸入	40	60

(2) 臨港道路計画

1) 計画発生交通量の推計

港湾からの道路の発生交通量は年間港湾取扱貨物量に、前記の道路分担率を用いて、道路輸送貨物量を算定し、これをもとに次式で算定する。

$$\text{計画交通量 } N \text{ (台時)} = Z \times \frac{\alpha}{W} \times \frac{\beta}{12} \times \frac{\gamma}{\zeta} \times \frac{1 + \delta}{\epsilon} \times \sigma$$

ここに、Z：年間取扱貨物量 (t/年)

W：トラック実車積載量 (t/台)

α ：トラック分担率 (トラック輸送量/全輸送量)

β ：月変動率 (ピーク月貨物量/平均月貨物量)

δ ：関連車率 (関連車台数/トラック台数)

γ ：日変動率 (ピーク日貨物量/平均日貨物量)

ϵ ：実車率 (トラック実車台数/トラック台数)

σ ：時間変動率 (ピーク時発生交通量/ピーク日発生交通量)

ζ ：月平均稼働日数

上記の式の係数については、日本の計画事例、既往の中国におけるJICAの実施した4港の調査等(参考資料Ⅱ-5-11参照)を参考として次のとおりとする。

$$\beta = 1.2 \quad \gamma = 1.5 \quad W: \text{雑貨, } 2 \text{ t/台, 徹貨 } 6 \text{ t/台, コンテナ } 8 \text{ t/台}$$

$$\epsilon = 0.5 \quad \delta = 0.5 \quad \sigma = 0.16 \quad \zeta = 30 \text{ 日}$$

道路交通の発生源及び道路の基本的な骨格を図Ⅱ-5-28のとおりとし、上式で各道路の時間当たり交通量を算定し、同図に結果を示す。道路交通の発生量を埠頭ごとにみると、コンテナ埠頭が圧倒的に多い。

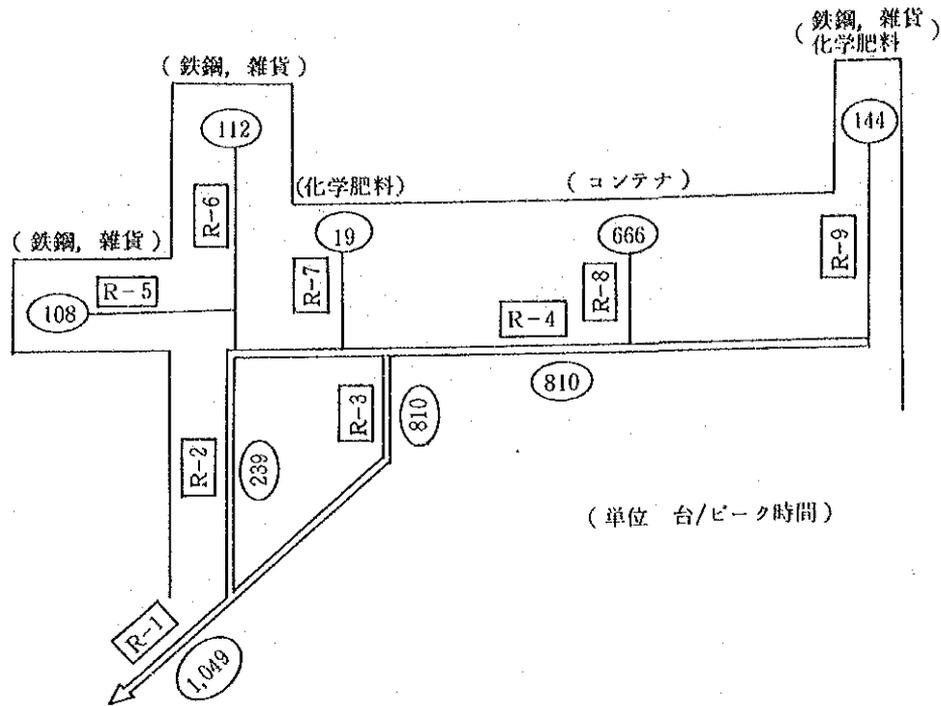


図 II -5-28 1 時間当発生交通量

2) 車線数及び幅員

表 II -5-38 に日本の基準による、設計基準交通量を示す。この基準をもとに、道路の車線数を計画するものとする。図 II -5-28 に示したとおり、R-1、R-3、R-4 の系路は 2 車線の交通量を越えており、4 車線の道路とする。また、R-2 についても、港湾の骨格を形成する道路であり、かつ、この他にも長期保管用地からの発生交通量がかかり見込まれるため、4 車線を計画する。その他の道路については、交通量が少なく、2 車線とする。

表 II -5-38 設計基準交通量

道路の種類	車線数	設計基準交通量
港湾と国道等を連絡する道路	2 車線の場合	650 (台/時間)
	多車線(4 車線以上)の場合	600 (台/時間・車線)

資料：日本港湾協会「港湾の施設の技術上の基準・同解説」

道路は 4 車線の幹線、2 車線の準幹線及び支線の 3 種類の道路に分けて計画し、それぞれの幅員構成を、図 II -5-29 のとおりとする。

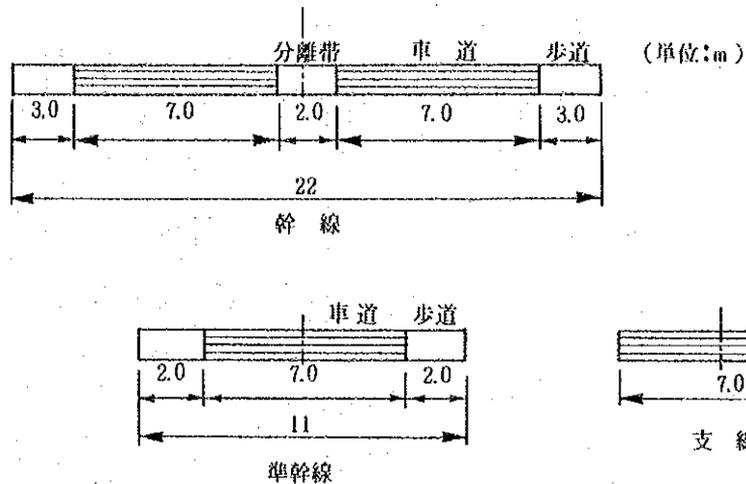


図 II -5-29 道路標準断面図

3) 道路配置計画

道路の配置は、港湾の土地利用計画をもとに、港湾内の車の交通が円滑に行えること、第1期工程計画との接続等を考慮して計画することとし、図 II -5-31に示すよう配置する。前記のとおり、中心となる4車線の幹線道路を甲埠頭の背後に通し、港区外と連絡させる。また各埠頭の中心となる道路を準幹線とし、第1埠頭、第2埠頭の中央部及び金属鉱石埠頭、化学肥料埠頭、乙埠頭背後に配置する。その他の道路は支線とし、各埠頭内に配置する。

(3) 臨港鉄道

1) 鉄道輸送量の推定

港湾取扱貨物量及び鉄道と道路の輸送分担より、各埠頭ごとの、鉄道による年間輸送量を算定し、図 II -5-30に示す。

また、以下の想定のもとに、1日あたりの鉄道輸送頻度を算定し、同図に示す。

- ① 貨車1両あたり平均積載量 50 トン/両
- ② 1列車平均けん引車両数 30 車両/列車
- ③ 入替機関車1台あたりの列車輸送能力 10 列車/日
(中国の他港の計画例より想定)
- ④ 年間作業日数 350 日

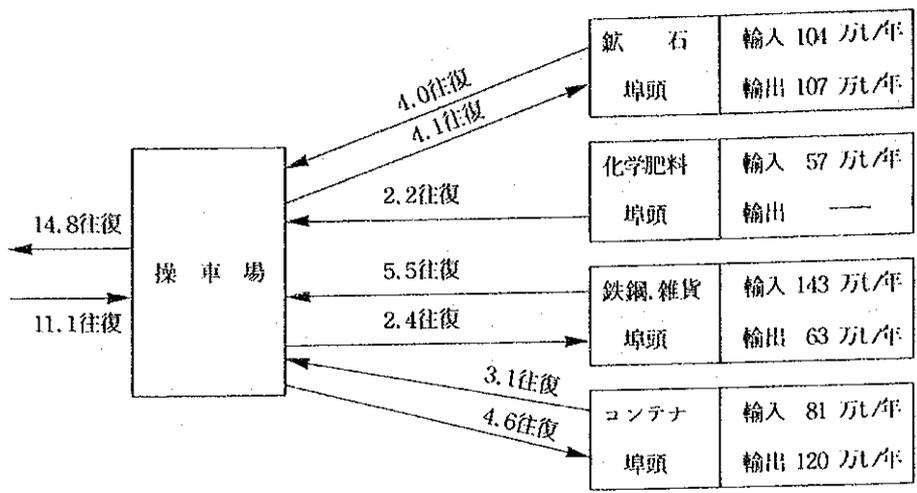


図 II -5-30 品目別鉄道輸送頻度

2) 操車場の規模、入替機関車数の検討

入替機関車の所要台数と操車場の所要線路数を待ち行列理論を用いて検討する。これは、機関車台数と操車場における待ち列車数の組み合わせを最適にする解を求めるものである。

所要の輸送量を処理するために、操車場と各埠頭間を列車が往復しなければならない回数は図 II -5-30に示したとおり、合わせて25.9往復である

従って、各埠頭と操車場との間並びに操車場と港区外駅との間には、合計（列車到着率： λ ）51.8列車が毎日運行することになる。

また、入替機関車1台当りの列車輸送能力は、先述のように、1日当り10列車であるから、投入する機関車台数(N)に対して、1日当り列車輸送能力(μ)は10Nと算定される。

一方、操車場の平均待ち列車数Wと λ 、 μ の間には次の式が成立することが知られている。

$$W = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2}{1 - \frac{\lambda}{\mu}}$$

以上の関係を用いて入替機関車数ごとの平均待列車数を計算すると、表 II -5-39のようになる。

表 II-5-39 平均待列車数の算定

列車到着率 (λ)	入替機関車の列車輸送能力		平均待列車数 (W)
	(N)	(μ)	
51.8	5.5	55	15.2
	5.6	56	11.4
	5.7	57	9.1

上記結果から、操車場の線路本数は、入替機関車の通過線を考慮して13本とし、入替機関車の台数は、予備機関車を1台考慮して、7台とする。

なお、上記計算は、各埠頭～操車場～港区外駅間の列車の輸送を対象に算定している。

3) 鉄道配置計画

鉄道及び操車場の配置は、港湾内の列車の運行が円滑に行えること、鉄道の線路が港湾の諸活動に与える影響をできる限りおさえること、線路の許容曲率、第1期工程計画との接続等を考慮して計画することとし、図に-5-31に配置計画を示す。

化学肥料パースは鉄道による直取りを計画するため、岸壁に鉄道を配置する。他のパースは岸壁に鉄道は配置しない。コンテナターミナルには、鉄道用CFS及びコンテナの直接搬出入のための鉄道を配置する。

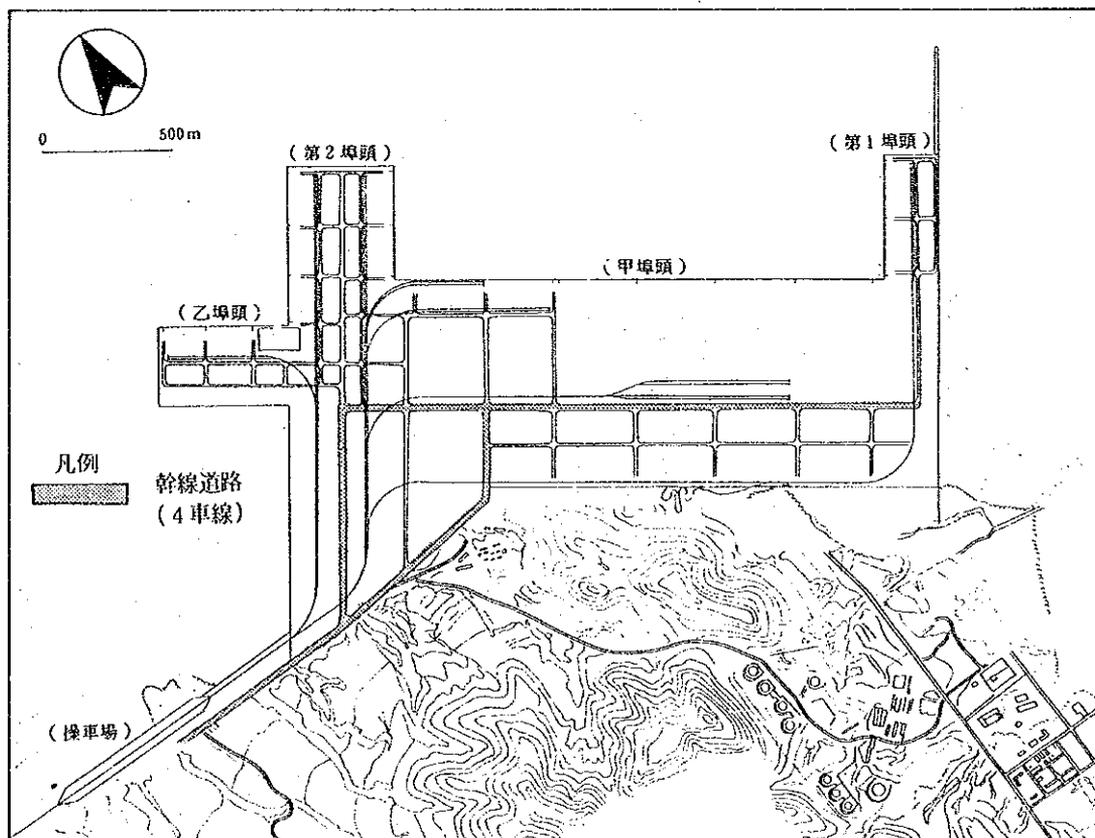


図 II-5-31 臨港交通施設計画図

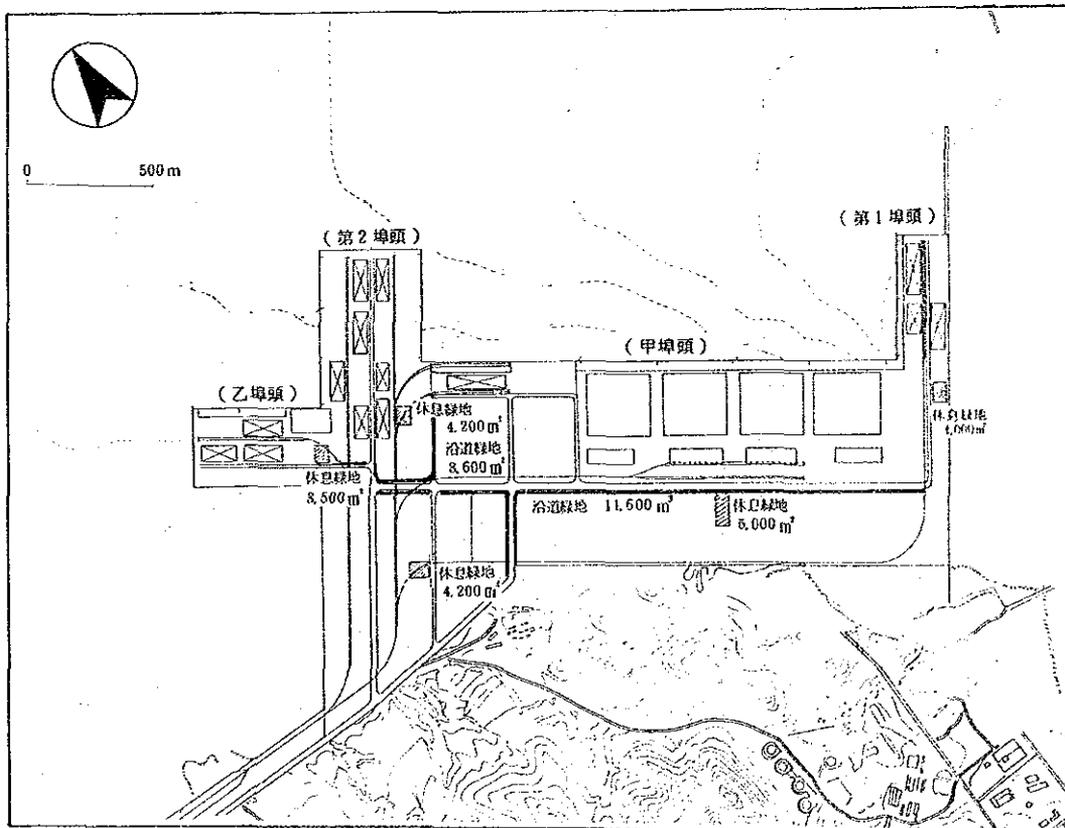
5-5-5 その他の施設計画

(1) 緑地

港湾における安全で快適な就労環境の整備、良好な景観の確保の観点から、緑地を計画する。緑地としては、中国における緑地整備の現状、新港の地理的条件及び港の性格より、港湾に就労する人々の休息を主たる目的とする休息緑地、及び沿道の環境保全、修景を主たる目的とする沿道緑地を計画する。

緑地の配置を図Ⅱ-5-32に示す。第1埠頭、第2埠頭、乙埠頭に、利用者の誘致距離、周辺の土地利用に配慮して、 $3,500\sim 4,200\text{m}^2$ の休息緑地を、また、生産補助区、長期保管用地に $4,200\sim 5,000\text{m}^2$ の休息緑地を配置する（5ヶ所合計 $20,900\text{m}^2$ ）。休息緑地の広さは、労働者の軽い運動や散策の場として利用できる規模とした。

幹線道路等の道路沿に生産補助区等の土地利用に配慮して、合計 $15,200\text{m}^2$ の沿道緑地を配置する。沿道緑地の幅は道路交通からの環境保全、道路交通の安全確保、修景の点を考慮して、幹線道路の中央分離帯の幅の2倍にあたる 4m とした。なお、この他の幹線道路等における街路樹や、生産補助区、港湾関連業務用地、港湾周辺等への植栽等、港湾の緑化を十分に行うこととする。



図Ⅱ-5-32 緑地計画図

(2) 航行補助施設

航路標識は船舶が沿岸水路及び港内を安全に航行できるように補助する目的をもって設置されるものである。このうち、本計画においては、航路標識としての灯浮標（ブイ）と港界外にある浅瀬を明らかにする灯浮標を設置する。その他、防波堤には港口を示すための防波堤灯台を設置する。これらの配置は図Ⅱ-5-33に示すとおりである。

灯浮標については、浚渫航路の入口両側に2基(No.1、2)、その先約1海里に行路中央標識を設置し、さらに浚渫限界を示すために、浚渫法線の屈曲点の位置(No.3、4、5、6)に4基の灯浮標を設置する。また計画にあたっては、中国が国際行路標識協会(IALA)海上浮標式のA海域にあたるもの前提とする。

図Ⅱ-5-34に灯浮標の型式の一例を、また、灯浮標の種類を表Ⅱ-5-40に示す。

表Ⅱ-5-40 灯浮標の種類

種類	役割	特徴
1. 側面標識	航路の左舷側及び右舷側を示す。	B海域における側面標識は、昼間夜間とも入港時、緑色により航路の右舷側を、赤色により行路の左舷側を示す。
2. 安全水域標識としての水路	その全周に可行水域があることを示す。	赤色と白色の縦縞をもつ

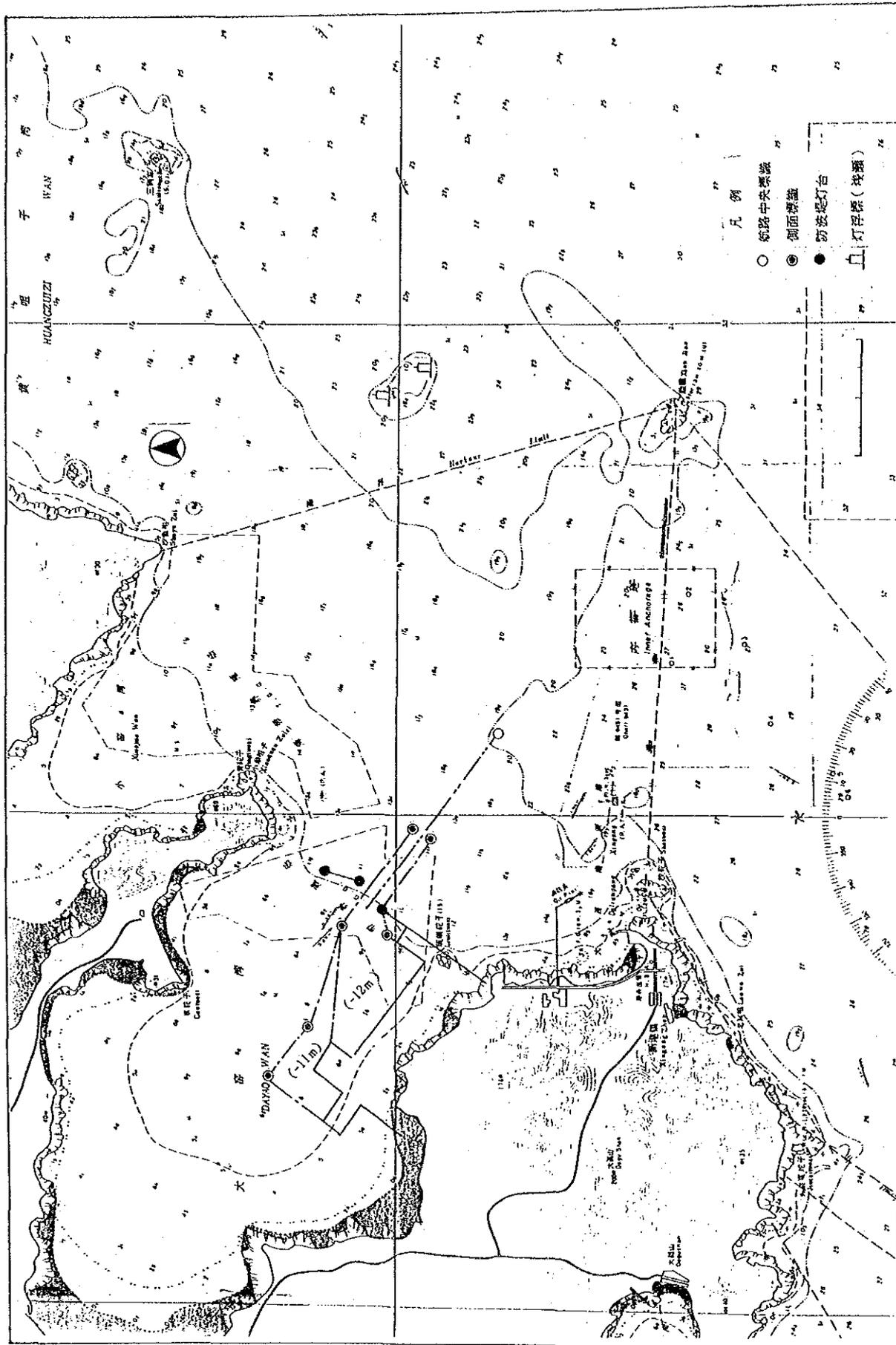


图 II-5-33 航行補助施設配置計画図

型 式	L-1	L-H	L-U
標準設置場所	海面全般	静海面	浅海面
水 深	40~10m	10m以外	4m未満
自 重	5 t内外	3 t内外	4.5t以上
装 置	燈 具	200mm又は300mm	200mm
	レーダー・ フレクサー	取付可	取付不可
	波力発電	取付可	取付不可
	太陽電池	取付可	取付不可
標 準 図			

図 II-5-34 主な灯浮標の型式

5-5-6 土地利用計画

土地利用計画は、各施設の配置計画と一体性を保ちつつ、港湾の長期的発展及び土地の合理的利用を考慮して、以下のように定めた。

- ① 埠頭の倉庫、ヤード等からなる保管施設用地は、前記のとおり、今後の埠頭の取扱貨物量の増大に対処するための多少の余裕を考慮し、それぞれの埠頭に配置する。
- ② 長期的なコンテナ貨物量の増大に対し、甲埠頭は将来6バースのコンテナ専用ターミナルとできるよう、コンテナターミナルの拡張用地を金属鉱石及び化学肥料埠頭背後に配置する。また、一般貨物については、上記のとおり、貨物量の増大にも対応できる規模としているが、貨物の保管形態の変化等への対応や、全体の土地利用に配慮して、比較的小規模な拡張用地を鉄鋼埠頭用地背後に配置する。
- ③ 鉄鋼、雑貨、化学肥料の長期保管及びコンテナ貨物の長期保管と空コンテナの保管用地を、長期保管用地として、所要の規模で計画することとし、鉄道、道路との接続を考慮し、港湾の入口部付近に集中配置する。
- ④ 湾の入口第1期工程計画との整合及び、全体の土地配置から甲埠頭背後一帯に、生産補助用地を配置する。

また、第1埠頭、第2埠頭の元付部に、周辺の合理的土地利用に配慮して、前方の生産補助用地を配置する。生産補助用地の規模は長期的な港湾の発展に対しても、生産補助用地を集約整備可能となるよう、多少の余裕を有する規模とする。

- ⑤ 船舶関係業務、外国貿易関係業務、流通関係業務等の事業所用地を始めとする港湾関連業務用地を、道路との近接、全体の土地利用に配慮して、港湾の入口付近に配置する。
- ⑥ 緑地は、前記のとおり、港湾労働者の利用のしやすさ、周辺の土地利用を考慮して、埠頭の元付部、生産補助用地、長期保管用地及び主要道路の一部に配置する。

5-5-7 2000年大窯湾新港整備計画

以上の結果をとりまとめて、2000年大窯湾新港整備計画として図Ⅱ-5-35に示す。

第III編 1995年を目標とする大窯湾新港整備計画

第1章 整備計画の基本方針

大黒湾新港の1995年を目標とする整備計画は、第Ⅱ編第1章の基本方針をふまえるとともに、その他、以下の基本方針で計画を作成することとする。

- ① 1995年整備計画は、2000年整備計画を実現するための段階計画として位置づける。
- ② 1995年の取扱貨物量に対応した港湾活動に必要で、十分な規模と能力を持つ港湾施設及び用地を計画する。
- ③ 整備計画の作成は、技術的、経済的、財務的評価に基づいて行う。

第2章 1995年大寮湾新港整備計画

2-1 取扱貨物量

2-1-1 品目別取扱貨物量

第Ⅱ編第2章及び第3章の結果より、1995年の新港の品目別取扱量を、表Ⅲ-2-1のとおり定める。

表Ⅲ-2-1 1995年新港取扱貨物量

(万トン)

品 目	取 扱 貨 物 量		
	外 貿 出	外 貿 入	計
金属鉱石		75	75
化学肥料		62	62
非鉄金属	89		89
鉄 鋼	6	90	96
雑 貨	61	23	84
コンテナ	92	88	180
合 計	248	338	586

2-2-2 航路別コンテナ貨物量の検討

地域別のコンテナ貨物量は、2000年の場合と同様な方法（第Ⅱ編で第5章5-1-2参照）で推計すると、表Ⅲ-2-2のとおりとなる。

表Ⅲ-2-2 1995年地域別コンテナ貨物量の予測値

(万トン)

	日本航路	香港航路	合 計
日 本	103		103
北 米	55	36	91
欧 州	7	54	61
そ の 他	4	26	30
計	169	116	285

北米、欧州の貨物については、コンテナの取扱量がかなりの量となるため、本船の寄港が予想される。2000年の場合と同様に、両地域のコンテナ貨物の2/3が本船で輸送されるとすると、各航路別のコンテナ貨物量は表Ⅲ-2-3のように設定される。

表Ⅲ-2-3 航路別コンテナ貨物量の推計値（1995年）
（万トン）

	北米航路	欧州航路	日本航路	香港航路	合 計
日 本			103		103
北 米	61		18	12	91
欧 州		41	2	18	61
そ の 他			4	26	30
合 計	61	41	127	56	285
（うち新港）	（61）	（41）	（54）	（24）	（180）

2-2 対象船型の検討

対象船型は、コンテナ船を除いて2000年と同じとする（第Ⅱ編 5-2参照）。コンテナ船のうち、北米、欧州航路については、両航路の船型が前述のとおり、すでに大型化が進展していることから、1995年の船型は2,000TEU級とする。日本航路、香港航路は700TEU級がかなり投入され、また一部1,000TEUを越えるコンテナ船（1,200TEU程度）の就航も予想されることから、対象船型を400TEU、700TEU、1,200TEU級とし、それぞれの比率を表Ⅲ-2-4のように設定する。

表Ⅲ-2-4 日本、香港航路のコンテナ船型

	入港数シェア	コンテナ輸送量シェア
400 TEU	50 %	30 %
700 TEU	40 %	47 %
1,200 TEU	10 %	20 %

注) 消席率は同一として輸送量シェアを算定している。

以上のコンテナ船の船型をもとに、2000年計画の検討と同様な考え方（第Ⅱ編 5-2参照）で、旧港、新港の船型別コンテナ取扱量を整理すると表Ⅲ-2-5のとおりとなる。

表Ⅲ-2-5 1995年船型別コンテナ貨物量

(万トン)

	400 TEU	700 TEU	1,200 TEU	2,000 TEU	合計
旧港	60	45			105
新港		41	37	102	180
計	60	86	37	102	285

2-3 必要バース規模

2-3-1 必要バースの算定方法

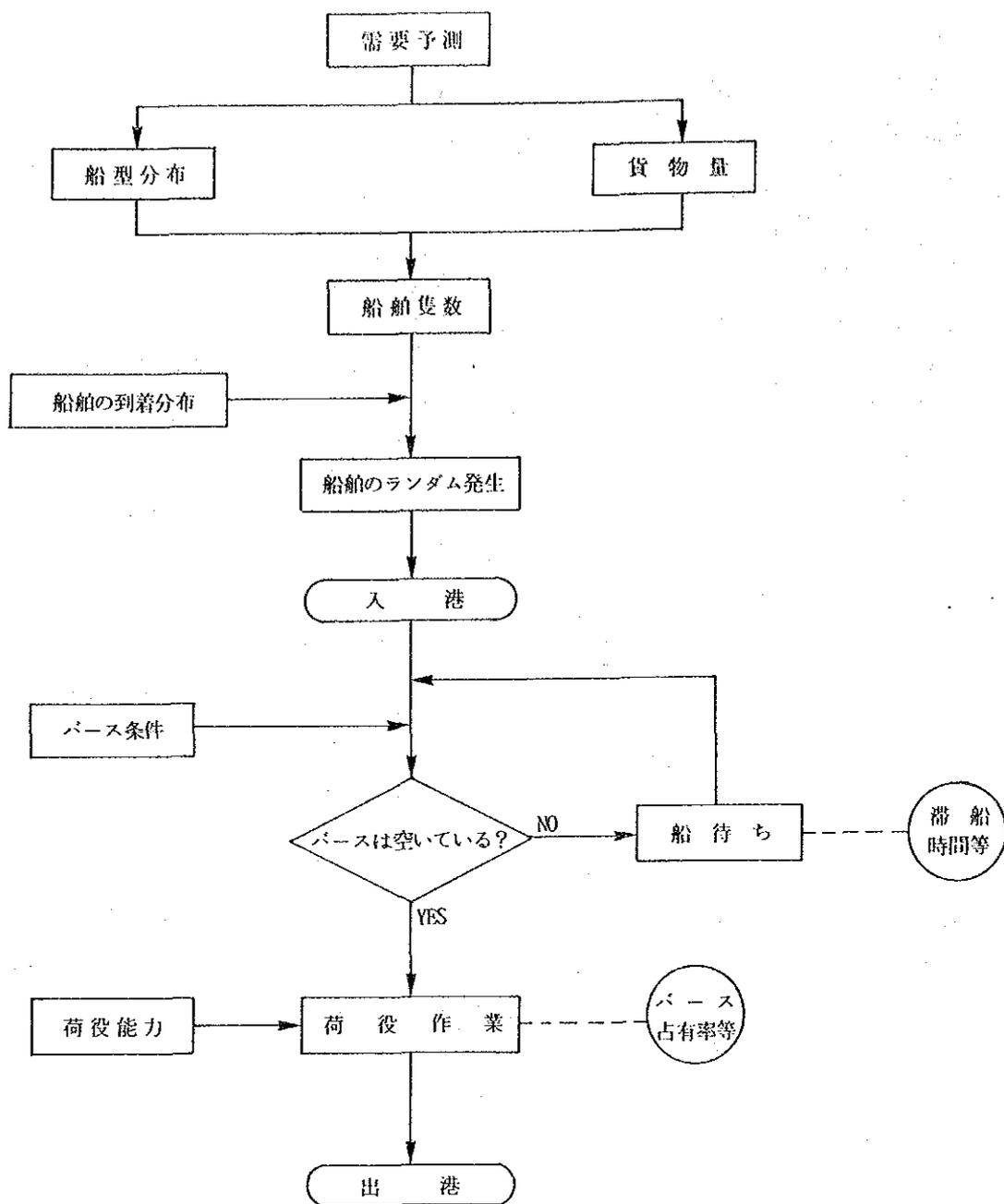
必要バース数の算定は、以下の3種類の方法により検討を行う。

- ① バースの荷役能率をもとに決定する方法
 - ② 待ち合せ理論を用いて最適バース容量を決定する方法
 - ③ 待ち合せ理論を用いたシミュレーションによる方法
- ①、②については第Ⅱ編5-3-1で記述したとおりである。

港湾における船舶の入出港現象に対しては待ち合せ理論による予測手法が利用されており、②は理論解析手法である。しかし、多くの船種、船型の船舶が複雑に各バースを利用したり、優先使用等のバース条件のある複雑な船舶の動きの実態には理論解では対応できない面がある。このため、電子計算機を利用して入港～(バース待ち)～着岸～荷役～出港に至る船舶の動きについてシミュレーションを行う方法が③の方法である。今回実施したシミュレーション計算のフローを図Ⅲ-2-1に示す。

今回の計算は、旧港も合わせて実施し、対象のバースは新港10バース大港区21バース(旅客9バースを除く)香炉礁8バースの合計39バースとする。船種は19種類に分類し、各船種ごとに入港実績及び船舶の大型化に配慮して1～5の船型分類を行い、これから船舶の接岸時間を計算する。また、船舶の入港時間間隔は指数分布に従うとして計算を行う(参考資料Ⅲ-2-1参照)。

なお、今回は特殊なバースを設定していないこと、また、新港と旧港については入港船舶を初期条件として分離して検討を行っているため、②、③の計算結果は大略一致している。このため、③の計算結果は参考値として扱い、①及び②により必要バース数を決定することとする。



図Ⅲ-2-1 待ち合せ理論を用いるシミュレーションのフローチャート

2-3-2 コンテナを除く一般貨物バースの必要バース数の算定

(1) 必要バース数の算定

必要バース数の算定方針及び前提条件は、2000年整備計画の場合と同様とする（第Ⅱ編5-3参照）。

1) バースの荷役能率をもとに決定する方法

金属鉱石バース、化学肥料バースについては、2000年と同様に、各1バースの専用バースとし取扱貨物量を定める（表Ⅱ-5-14参照）。

非金属鉱石バース及び鉄鋼・雑貨バースの算定結果は、それぞれ表Ⅲ-2-6及び表Ⅲ-2-7に示す。

2) 待ち合せ理論を用いて最適バース容量を決定する方法

本方法を用いて計算した結果を表Ⅲ-2-8に示す。

3) 待ち合せ理論を用いたシミュレーションによる方法

本方法による計算結果は参考資料Ⅲ-2-1に示す。

表Ⅲ-2-6 非金属鉱石バースの所要バース数の算定

	単 位	算 式	非金属鉱石
① 年間取扱貨物量	万トン		89
② 一船あたり平均取扱貨物量	トン		10,000
③ 年間入港隻数	隻	①/②	89
④ 1日あたり貨物取扱能力	トン		2,880
⑤ 荷役以外に必要な日数	日		0.2
⑥ 一般あたり平均接岸日数	日	②/④+⑤	3.68
⑦ 総接岸日数	日	③×⑥	328
⑧ 年間作業可能日数	日		⑩バース数 (1バース) 104% (2バース) 52% (3バース) 35%
⑨ バース占有率	%	⑦/③/⑩	

表Ⅲ-2-7 鉄鋼・雑貨バースの所要バース数の算定

	単 位	算 式	鉄鋼・雑貨	化学肥料	計
① 年間取扱貨物量	万トン		180	14.9	194.9
② 一船あたり平均取扱貨物量	トン		9,700	14,000	
③ 年間入港隻数	隻	①/②	186	10.6	196
④ 1日あたり貨物取扱能力	トン		2,720	2,880	
⑤ 荷役以外に必要な日数	日		0.2	0.2	
⑥ 一船あたり平均接岸日数	日	②/④+⑤	3.77	5.06	
⑦ 総接岸日数	日	③×⑥	701	54	755
⑧ 年間作業可能日数	日				
⑨ バース占有率	%	⑦/⑧/⑩		⑩バース数 (3バース) 80% (4バース) 60% (5バース) 48%	

表Ⅲ-2-8 待ち合せ理論を用いた必要バース数の算定 (1995年)

計画バース	バース数	港 湾 総 費 用			平均待船 隻 数 (隻/日)	平均待ち 時 間 (日/隻)	バース 利 用 率 (%)
		バース 費 用 (千元)	船舶費用 (千元)	港 湾 総 費 用 (千元)			
金属 鉱 石	1	5,145	2,515	7,659	0.209	2.808	40.7
	2	10,289	169	10,459	0.014	0.189	20.3
	3	15,434	15	15,448	0.001	0.016	13.6
化学肥料	1	4,416	2,394	6,810	0.203	3.527	40.2
	2	8,833	161	8,993	0.014	0.237	20.1
	3	13,249	14	13,263	0.001	0.020	13.4
非金属 鉱 石	2	7,536	2,511	10,047	0.294	1.040	52.0
	3	11,304	361	11,665	0.042	0.150	34.7
	4	15,072	59	15,131	0.007	0.024	26.0
鉄 鋼 雑 貨	3	9,522	15,593	25,114	1.906	3.055	79.7
	4	12,696	2,669	15,365	0.326	0.523	59.8
	5	15,870	669	16,538	0.082	0.131	47.8
	6	19,044	176	19,219	0.021	0.034	39.8

(2) 必要バース数の決定

金属鉱石及び化学肥料については各1バースを計画する。

なお、化学肥料バースの取扱能力から、次の分担で、鉄鋼・雑貨バースで化学肥料の一部を取扱こととする。

化学肥料バースの取扱量 47.1万トン

鉄鋼・雑貨バースでの取扱量 14.9万トン

非金属鉱石バースについては、表Ⅲ-2-6の計算結果のバース占有率より、2バースを計画することが妥当である。また、表Ⅲ-2-8の港湾総費用も2バースの場合が最小となることから、非金属鉱石バースは2バースを計画することとする。

鉄鋼・雑貨バースについても、表Ⅲ-2-7の計算結果のバース占有率より、4バースを計画することが妥当である。また、表Ⅲ-2-8の港湾総費用も4バースの場合が最小となることから、鉄鋼・雑貨バースは4バースを計画する。

シミュレーションによる方法の算定結果は、旧港の算定結果も合せて、参考資料Ⅲ-2-1に示す。バース占有率は、待ち合せ理論による解析的手法の算定結果とほぼ同じ値となっている。

2-3-3 コンテナバースの必要バース数の算定

必要バース数の算定方針及び前提条件は、2000年整備計画の場合と同様とする（第Ⅱ編、5-3参照）。

バースの荷役能率をもとに決定する方法、及び待ち合せ理論を用いて最適バース容量を決定する方法による必要バース数の算定結果をそれぞれ表Ⅲ-2-9及びⅢ-2-10に示す。これらの結果より、コンテナバースとして2バースを計画することとする。

表Ⅲ-2-9 コンテナバースの所要バース数の算定 (1995年)

	単 位	算定式	700TEU	1,200TEU	2,000TEU	計
①年間取扱貨物量	万トン		41	37	102	180
②年間取扱TEU (実入)	TEU	①/9.58	42,800	38,600	106,500	
③年間取扱TEU(実入+空)	TEU	②/(1-0.27)	58,600	52,900	145,900	
④一船当り積御個数	TEU		980	1,680	600	
⑤年間入港隻数	隻	③/④	59.8	31.5	243	334
⑥一日当り平均取扱能力	TEU		1,008	1,008	1,008	
⑦一船当り平均隻数日数	日	④/⑥	0.97	1.67	0.60	
⑧荷役以外に必要な日数	日		0.2	0.2	0.2	
⑨一船当り、平均接岸日数	日	⑦+⑧	1.17	1.87	0.80	
⑩総接岸日数	日	⑤×⑨	70.0	58.9	194	323
⑪年間作業可能日数	日		315	315	315	
⑫バース利用率	%		50	50	50	
⑬必要バース数	バース	⑩/⑪/⑫	0.44	0.37	1.23	2.04
			バース占有率 1 B 103% 2 B 51% 3 B 34%			

表Ⅲ-2-10 待ち合せ理論を用いたコンテナバースの必要バース数の算定 (1995年)

計画バース	バース数	港湾総費用			平均待船 隻数 (隻/日)	平均待ち 時間 (日/隻)	バース 利用率 (%)
		バース 費用 (千元)	船舶費用 (千元)	港湾総 費用 (千元)			
コンテナ	2	12,964	4,133	17,096	0.283	0.267	51.5
	3	19,445	593	20,039	0.041	0.038	34.3
	4	25,927	96	26,023	0.007	0.006	25.7

2-3-4 計画バース数の決定

以上の検討結果より、表Ⅲ-2-11に示す10バースを計画する。

表Ⅲ-2-11 計画バース一覧（1995年）

計画バース	対象船型	バース長	バース水深	バース数	取扱貨物
金属鉱石バース	D/W 50,000	260 m	- 14 m	1	金属鉱石
化学肥料バース	50,000	260	- 14	1	化学肥料
非金属鉱石バース	20,000	200	- 11	2	非金属鉱石、
鉄鋼・雑貨バース	20,000	200	- 11	2	鉄鋼・雑貨、一部 化学肥料
〃	15,000	185	- 10	2	鉄鋼・雑貨
コンテナバース	30,000	300	- 12.1	2	コンテナ
(合計)				10	

2-4 計画位置

2000年整備計画（15バース）をマスタープランとする、1995年整備計画（10バース）の計画位置の検討を行う。

2-4-1 代替案の作成

図Ⅲ-2-2～図Ⅲ-2-5に示す4つの代替案を作成した。

（案-1）；1期工程計画（前半）4バースに連続して、6バースを計画する。2000年整備計画のNo.5、No.6バース（コンテナバース、300m×2バース）部に200mバースを3バース計画し、ここに鉄鋼・雑貨2バース、非金属鉱石1バースをはりつける。その他のバースは、2000年整備計画と同じ貨物を各バースにはりつける。10バースの最後のバースは第2埠頭に計画することになるため、図のような仮護岸を計画する。本案は最も普通に考えられる段階計画であると云えよう。

（案-2）；案-1では先端のバースが第2埠頭の途中にくるため、これをさらに1バース延長し、先端バースが第2埠頭先端に配置されるよう計画する。案-1に比べ、1バース分延長が長くなるため、図Ⅲ-2-3に示すように、2000年整備計画のNo.5、No.6バース（300m×2バース）部に鉄鋼・雑貨2バースをはりつけ、必要なバース延長を越える部分は、岸壁の余裕部分として計画する必要がある。

（案-3）；2000年整備計画のNo.5、No.6バース（コンテナバース）を除いて、6バースを甲埠頭及び第2埠頭に計画する。本案は、1995年と2000年でのバースのはりつけ貨物変更に伴う、鉄道、道路、倉庫の撤去などの手戻りを避けるよう計画した案である。

（案-4）；1995年整備計画を甲埠頭の範囲内に計画した案である。図Ⅲ-2-5に示すように鉄道、道路の配置を考慮して、仮護岸を計画する。本案では全体で9バースしか計画できないため、不足する1バースについては、旧岸の東部埋立地に、1995年を目標に1バースを計画する等の対応が必要となる。

2-4-2 代替案の評価

各代替案の概略事業費を算定して、その結果を表Ⅲ-2-12に示す。本事業費は第Ⅱ編5-4で検討した概略事業費をもとに、仮護岸費、鉄道、道路等を追加して求めたものである。なお、同様な方法で求めた1996～2000年の概略事業費も同表に示す。

概略事業費を中心に、各代替案の比較評価を行って以下のとおりとなる。

（案-1）；案-4を除けば事業費が最も小さい。また、その他に特に問題になる点はないと考えられる。

(案-2) ; 岸壁延長の長い分だけ事業費が大きく、案-1に比較すると相当大きい事業費となる。また、2000年までの総事業費も案-1と比較して僅かに高いため、先行的に第2突堤先端まで建設するメリットはない。

(案-3) ; 他の各案に比較して、浚渫費、埋立費が大きく、事業費が最も大きい。また一期工程計画との間にかなり広い水域が残るため、この部分の護岸の波浪による被災等が懸念される。

(案-4) ; 事業費は最も小さいが、9バースしか計画できないため、計画の条件を満足していない。なお、不足する1バースを旧港の東部埋立地計画の早期建設で対応することは、東部埋立地の建設工程からみて、困難であると予想される。また、本案は埋立面積が小さく必要な用地が不足することも考えられる。但し、仮護岸の延長が最も少く、段階施工の点からは優れていると云えよう。

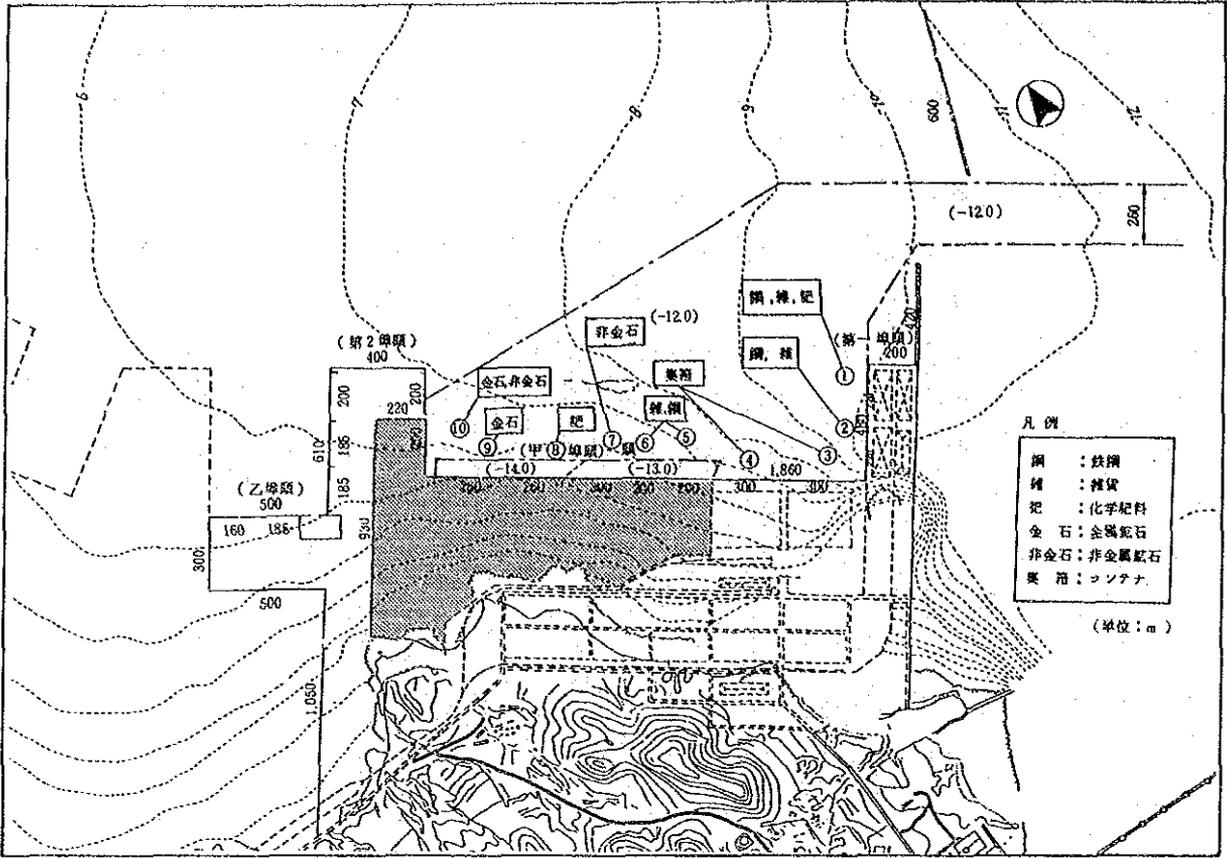
以上の比較評価の結果より、案-1が最も優れていると判断されるため、1995年整備計画の計画位置として、案-1を採用することとする。

表Ⅲ-2-12 代替案の概略事業費の比較

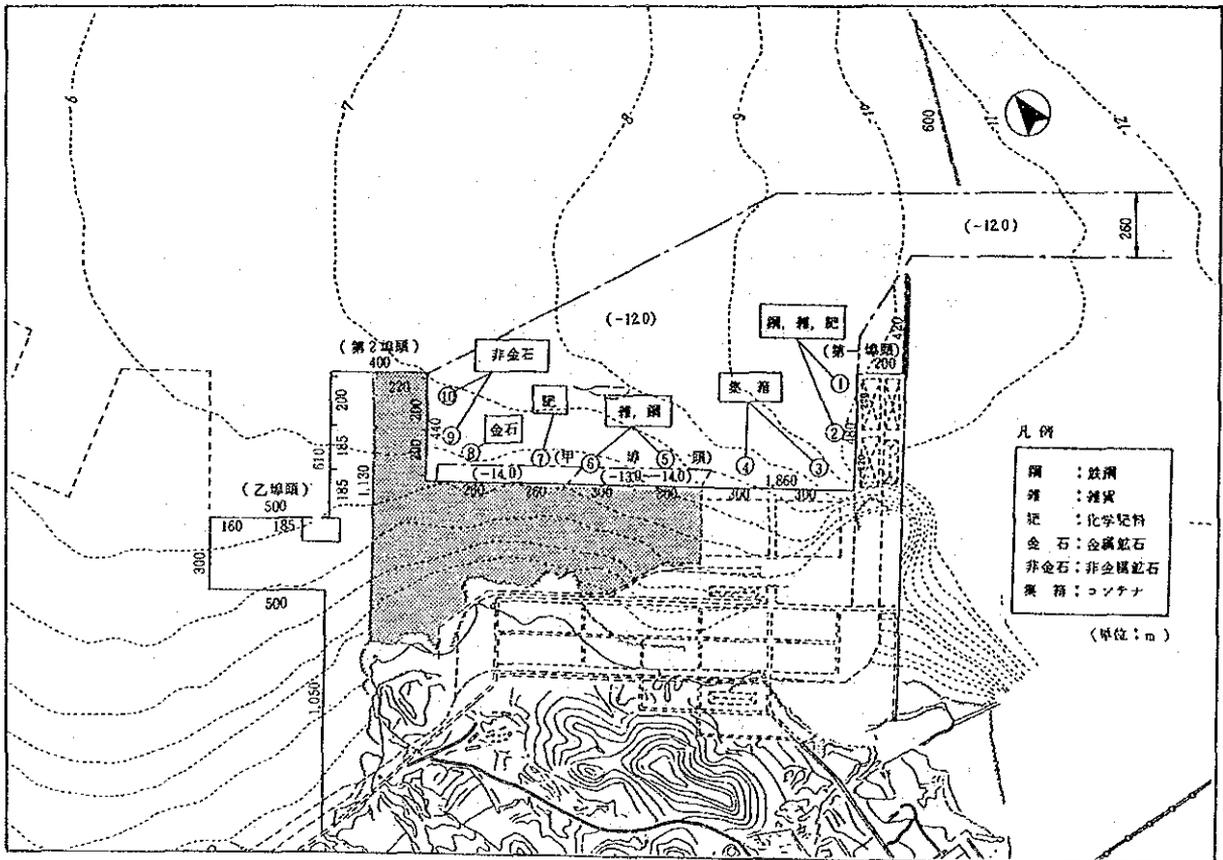
(億円)

代替案	1995年				事業費 合計	1995~2000 事業費合計	総 合 計
	係船岸壁	浚 渫	埋 立	その他			
案-1	79.2	21.3	66.6	28.5	195.6	149.4	345.0
案-2	87.3	25.1	75.8	31.1	219.3	127.8	347.1
案-3	80.0	51.5	86.0	41.8	259.3	106.2	365.5
案-4	66.4	22.8	56.5	20.9	166.6	172.3	338.9

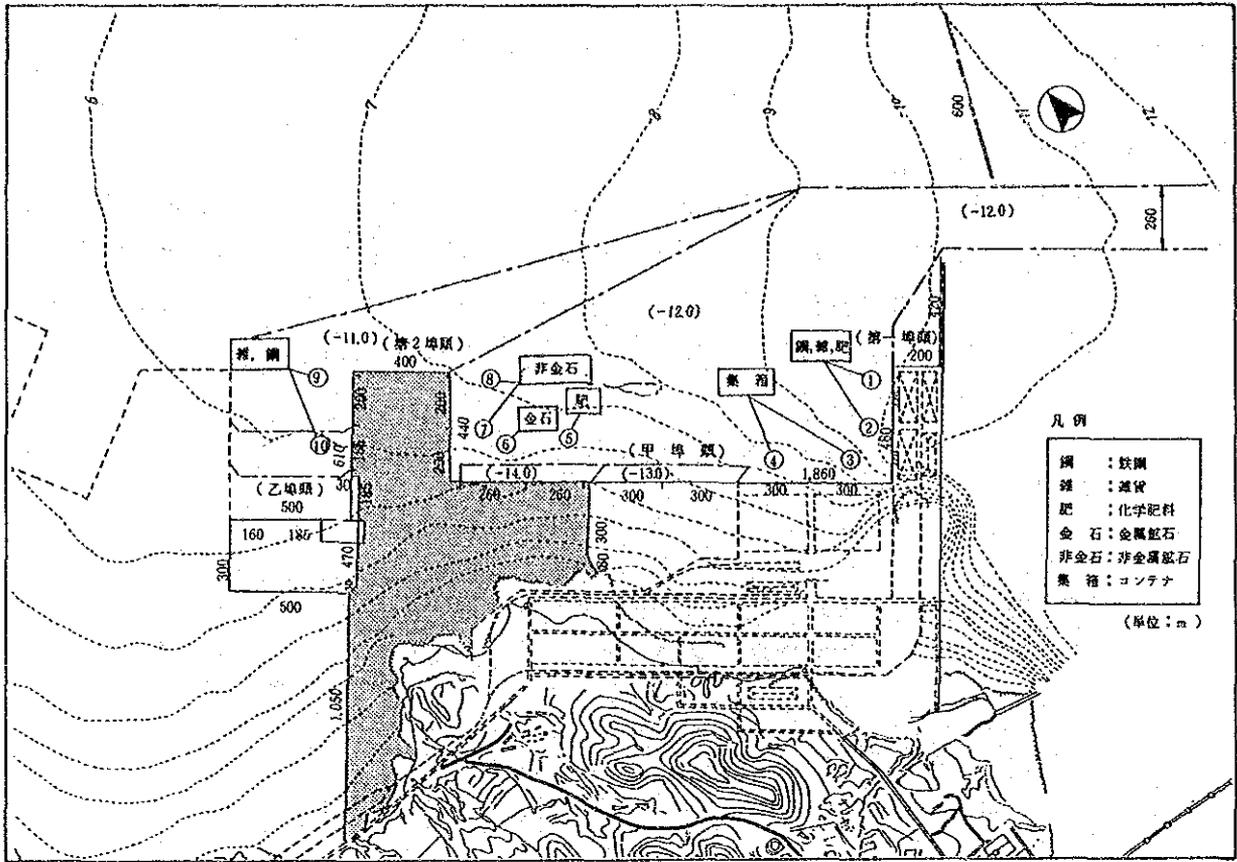
注) 1) その他に含まれる項目は仮護岸、施設撤去、道路、鉄道である。
2) 1期工程4バース分を除く事業費である。



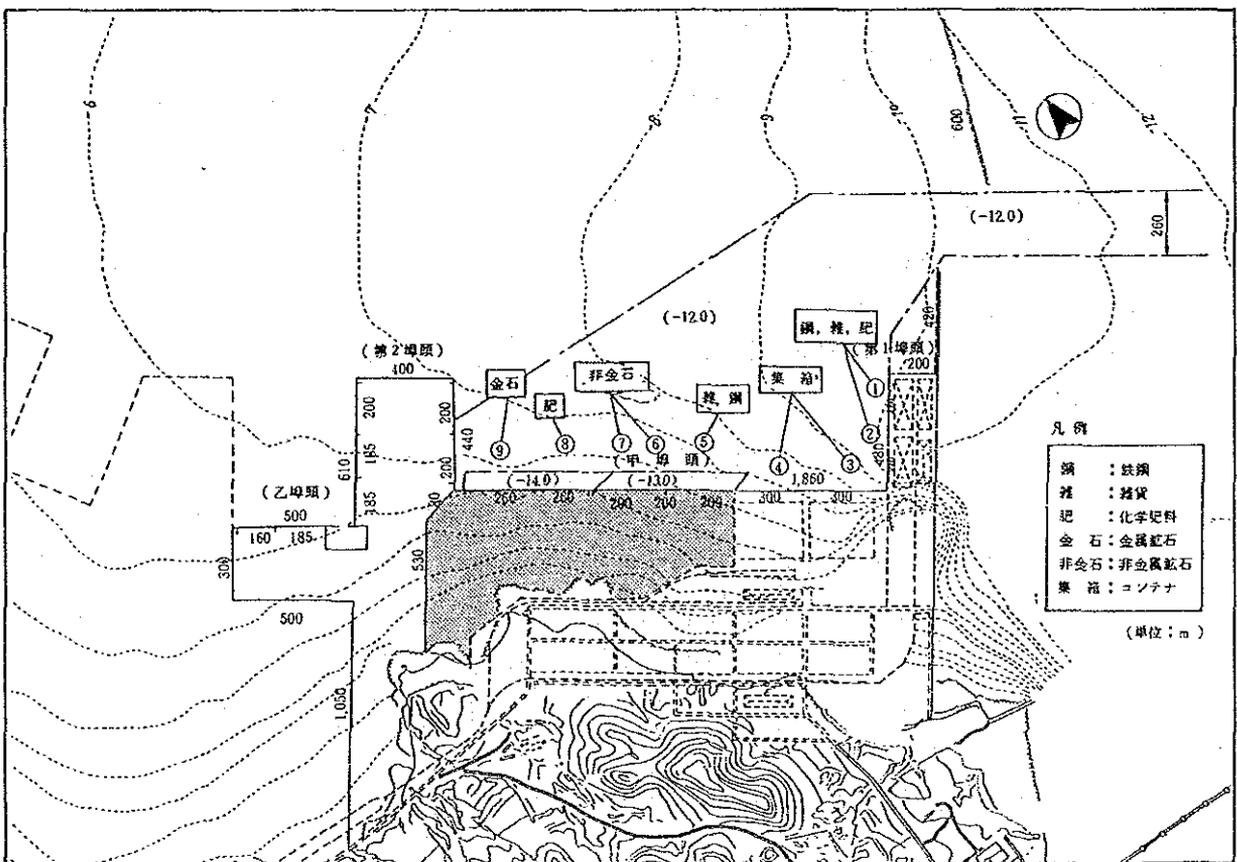
図Ⅲ-2-2 1995年計画位置代替案(案-1)



図Ⅲ-2-3 1995年計画位置代替案(案-2)



図冊-2-4 1995年計画位置代案(案-3)



図冊-2-5 1995年計画位置代案(案-4)

2-5 埠頭計画

2-5-1 バース配置計画

バース配置は図Ⅲ-2-2に示したとおりである。このバース配置は基本的に2000年整備計画のとおりであるが、2000年のコンテナバースの部分に、鉄鋼・雑貨バース及び非金属バースを配置している。表Ⅲ-2-13にバース一覧を整理して示す。No.5～7バースは2000年ではコンテナバースとなるため、水深は-13mとし、バース長を200mとしている。

表Ⅲ-2-13 埠頭別バース一覧 (1995年)

埠頭名	バース名	バースの性格	はりつけ貨物	対象船型 D/W	バース長	バース 水深
第1埠頭	No.1	鉄鋼、雑貨	鉄鋼、雑貨、化学肥料	20,000	220	12.1
第1埠頭	No.2	鉄鋼、雑貨	鉄鋼、雑貨	20,000	220	12.1
甲埠頭	No.3	コンテナ	コンテナ	30,000	300	12.1
甲埠頭	No.4	コンテナ	コンテナ	30,000	300	12.1
甲埠頭	No.5	鉄鋼、雑貨	鉄鋼、雑貨	15,000	200	13
甲埠頭	No.6	鉄鋼、雑貨	鉄鋼、雑貨	15,000	200	13
甲埠頭	No.7	非金属鉱石	非金属鉱石	20,000	200	13
甲埠頭	No.8	金属鉱石	金属鉱石	50,000	260	14
甲埠頭	No.9	化学肥料	化学肥料	50,000	260	14
第2埠頭	No.10	非金属鉱石	非金属鉱石	20,000	200	12

2-5-2 鉄鋼・雑貨埠頭 (No.5、6バース)

(1) 貨物の流れ

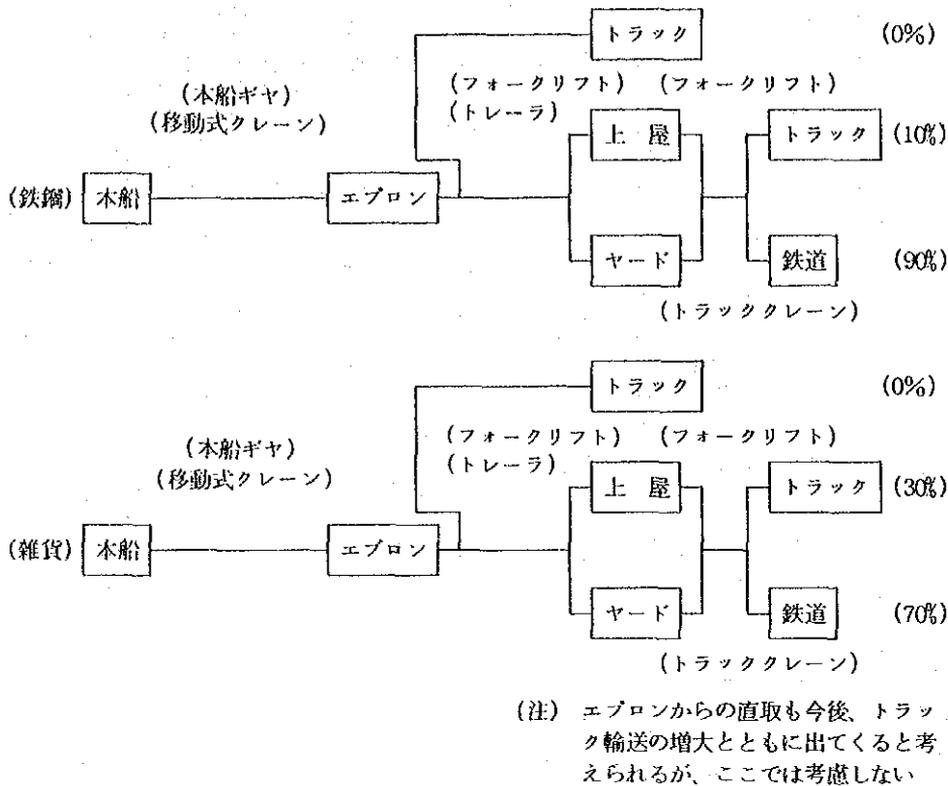
鉄鋼・雑貨はNo.1、No.2、No.5、No.6バースで取扱う、これらの貨物配分は、バース利用率がほぼ等しくなるように考えて、表Ⅲ-2-14のとおりとする。

表Ⅲ-2-14 鉄鋼・雑貨の貨物配分

	No.1、No.2	No.5、No.6	合計
鉄鋼	44.4	51.6	96
雑貨	38.8	45.2	84
計	83.2	96.8	180

注) No.1はこの他に化学肥料14.9万トンを取扱う

鉄鋼、雑貨の埠頭での流れは図Ⅲ-2-6のとおりとする。



図Ⅲ-2-6 鉄鋼、雑貨の流れ

背後輸送の鉄道、トラックのシェアは、旧港の現状をもとに、今後の自動車輸送の増大を考慮して定めた（詳細は参考資料Ⅳ-2-2参照）。

(2) 保管施設の規模

2000年整備計画と同様な方法で、ヤード、倉庫の必要面積を算定し、表Ⅲ-2-15に示す。雑貨のヤード、倉庫受貨物の比率は、2000年ではヤード30%、倉庫70%としたが、1995年では、ヤード65%、倉庫35%としている。これは、No.5、No.6バースが、2000年では、コンテナバースへ変換されるため、倉庫を撤去する必要があるため、倉庫の比率を下げることであり、倉庫、ヤードの配置の検討から適正なヤード、倉庫比率を採用したためである。なお、これらの倉庫は、2000年では撤去する必要があるため、構造は簡易なもの、あるいは移設可能なものとするのが望ましい。

表Ⅲ-2-15 鉄鋼、雑貨の必要保管施設用地面積 (No.5、No.6 バース)

品目	貨物量 (t)	ヤード、倉庫別 (%)	N (t)	C	R	α	ω t/m ²	A (m ²)	備考
鉄鋼	516,000	ヤード (80)	413,000	1.5	35	0.6	3.0	9,800	
		倉庫 (20)	103,000	1.5	35	0.5	3.0	2,900	
雑貨	452,000	ヤード (65)	294,000	1.5	35	0.6	1.0	21,000	
		倉庫 (35)	158,000	1.5	35	0.5	0.85	16,000	
									配置面積
合計		ヤード						30,800	(33,600)
		倉庫						18,900	(22,300)
		計							

注) N:年間取扱貨物量 (t)
 C:集中度
 R:回転率
 α :貨物収容率
 ω :単位面積当り収容貨物量 (t/m²)

(3) 荷役機械

1) 荷役方式

鉄鋼・雑貨の荷役方式としては、レール式岸壁クレーンを用いる方式と、本船ギヤを主として用いトラッククレーンを補助的に用いる方式がある。表Ⅲ-2-16は両方式の比較を行ったものである。同表の結果より、本船ギヤとトラッククレーンを用いる方式の方が優れていると考えられること、岸壁への鉄道引込線を計画しないためこの点からの制約がないこと、また世界的にみて、近代的な雑貨埠頭はこの方式を採用していることが多いことから、新港においても本船ギヤとトラッククレーンを用いる方式を計画する。

2) トラッククレーン

トラッククレーンは、対象船型が外資の鋼雑船、雑貨船で比較的大きいこと、鉄鋼等で重量物も扱うことを考慮して作業性に優れているタワークレーンとする。タワークレーンの一例を図Ⅲ-2-7に示す。

表に示した鉄鋼・雑貨バースの一日の取扱量を多少の余裕をみて2800t/日とし、タワー式クレーンの平均的荷役能力を58t/hr、本船ギヤの平均的取扱能力を42t/hrとすれば、

$$58N_1 + 42N_2 = 2800 / 16$$

ここに N_1 :タワークレーンの1バース当たり基数

N_2 :本船ギヤの1バース当たり基数

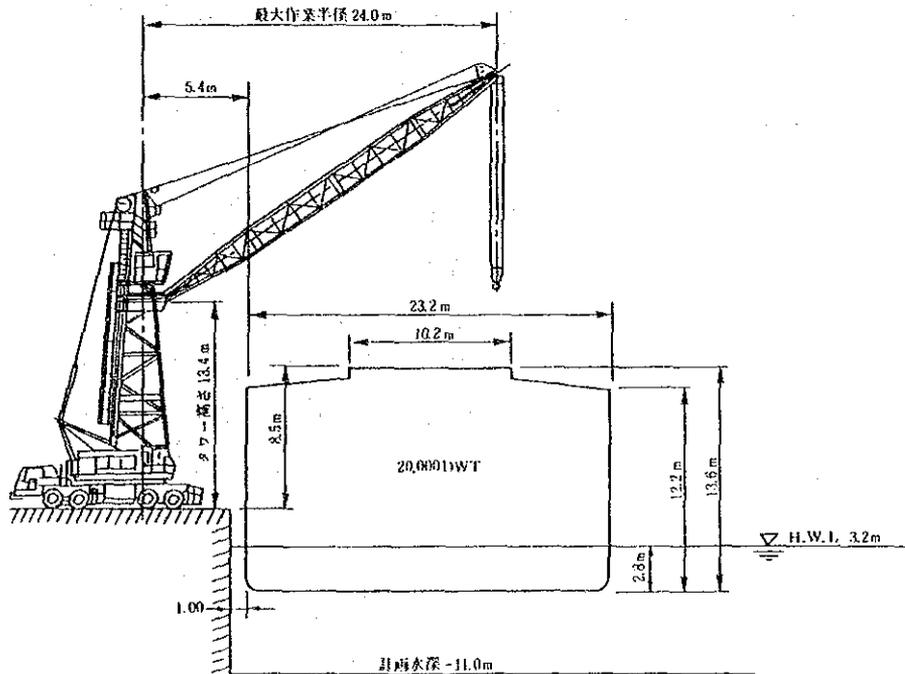
N_1 と N_2 の関係は

N_1	0	1	2	3
N_2	4.2	2.8	1.4	0

従って本船ギヤを3基として、タワークレーンをバース当り1基とする。なお、タワークレーンは各バースで共有できるので、予備は考えない。

表Ⅲ-2-16 鉄鋼・雑貨埠頭の岸壁荷役方式の比較

評価項目	水平引込クレーン方式 (定格荷重10tダブルリンク式水平引込クレーン)	本船ギヤ方式 (タワー式クレーン(15t×13.5m併用))
1. 荷役効率	○本船ギヤよりかなり効率よく3基あれば十分である。重量物も問題ない。	○本船ギヤのみでは4基必要であるがタワー式クレーン1基併用すれば効率も向上し、重量物への対応も問題ない。
2. 機動性	○レール上での移動であり、機能性については制約が大きい。	○岸壁の利用状況、本船ギヤの装備状況に応じタワー式クレーンを効率的にはりつけることができる。
4. 維持管理	○修理は現場で行うことになり、修理事に荷役に支障が考えられる。	○タワー式クレーンは本体を修理ヤードへ移動して修理するので荷役の支障にはならない。
5. 作業体制	○現有の技術力で対応できる。	○新しい技術習得、訓練が必要。
6. 機械重量	220 t/基	80 t/基
7. 費用(本体価格)	240 百万円/基	150 百万円/基



図Ⅲ-2-7 タワークレーンの例

3) フォークリフト及びトレーラー

埠頭内での運搬は、荷役効率を考慮して、100～150m以内をフォークリフトそれ以上をトレーラーを用いることとする、従って、各バースに2列に配置される倉庫、ヤードのうち、前列はフォークリフト、後列はトレーラーで運搬することを基本として必要基数を算定する。

フォークリフトの必要数はエプロン～倉庫、ヤード間で5台、トレーラー積卸用に6台、倉庫、ヤード～貨車、トラック積卸用7台であるが余裕を含めて、1バース当り20台とする。フォークリフトの能力は10t積2台、5t積10台、3t積8台とする、なお、この他に、船内作業用として3t積3台を考える。

トレーラーの必要台数は5台であるが予備を含めて、1バース当り6台とする。トレーラーは10t積とし、1台のトラクターヘッドに2台のトレーラーをつけるため、トラクターヘッド3台が必要となる。

(4) 施設配置

図Ⅲ-2-8、図Ⅲ-2-9に倉庫ヤード、鉄道、道路の配置を示す。同図には、No.7バース（非金属鉱石埠頭）の配置も合せて示されている。雑貨バースのエプロン巾は通路部も含めて、日本では25m程度とすることが多いが、以下の点を考慮して、40mとした。

- ① 長尺物や重量物を含む、鉄鋼が多く扱われる。
- ② 大連港の現状から考えて、エプロンは荷捌きだけでなく、一定期間の保管機能を有しており、この点から広いエプロンが有利と考えられる。
- ③ 移動式クレーンの作業面積及び回転半径（通常1.1～1.2L、L：移動式クレーンの長さで10～13m）を確保する
- ④ 隣の非金属鉱石バース等甲埠頭の各バースの必要ヤード面積が、それぞれのバースで確保されること。

倉庫は各バースに1棟を配置する。ヤードは必要面積の確保のため、No.5、No.6バース背後の他に、No.7バースの後方にも用地を確保する。図Ⅲ-2-9に示される倉庫、ヤード面積は表Ⅲ-2-15の備考欄に示すとおりであり、計算された必要面積に対し、ヤードは約10%、倉庫は約20%の余裕を持っており、バース利用率の（1995年は60%）の増大に伴う必要面積の増大等に対応可能である。なお、エプロン巾を40mと広く計画しているため、エプロンも多少の保管能力を持っているが、保管容量の算定では、これを無視して行っている。

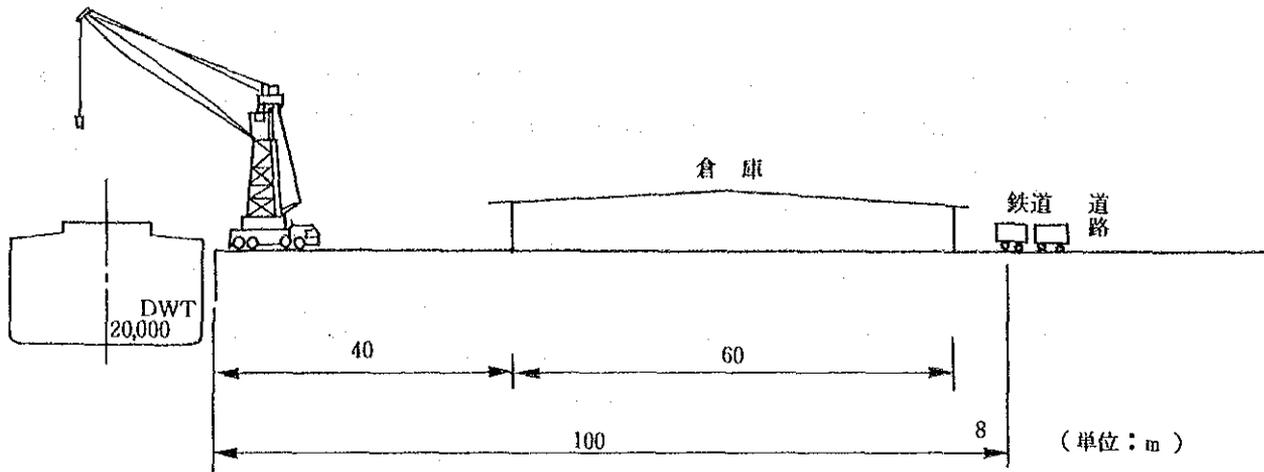


圖 III-2-8 鐵鋼·雜貨埠頭断面圖

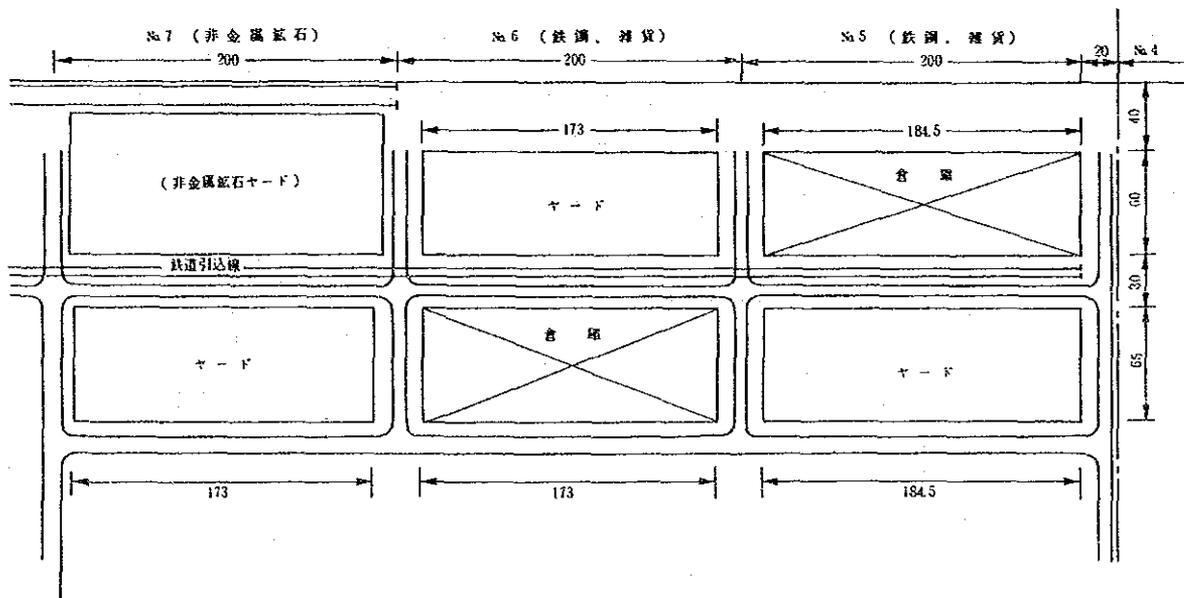
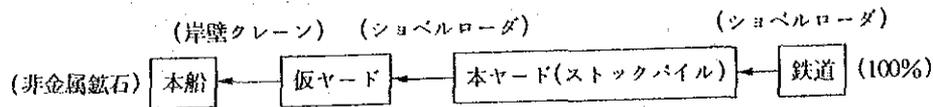


圖 III-2-9 鐵鋼·雜貨埠頭配置計畫案

2-5-3 非金属鉱石埠頭 (No.7、No.10バース)

(1) 貨物の流れ

非金属鉱石89万トン、No.7、No.10バースでそれぞれ44.5万トンを扱う。また、非金属鉱石は主として鉄砂の輸出であり、その埠頭での貨物の流れは、図Ⅲ-2-10に示すとおりである。背後からの輸送は現状と同様100%鉄道輸送とする。



図Ⅲ-2-10 非金属鉱石の流れ

(2) 保管施設の規模

非金属鉱石は全てをヤードで扱うこととし、仮ヤード、本ヤードの必要規模を検討する。

1) 仮ヤード

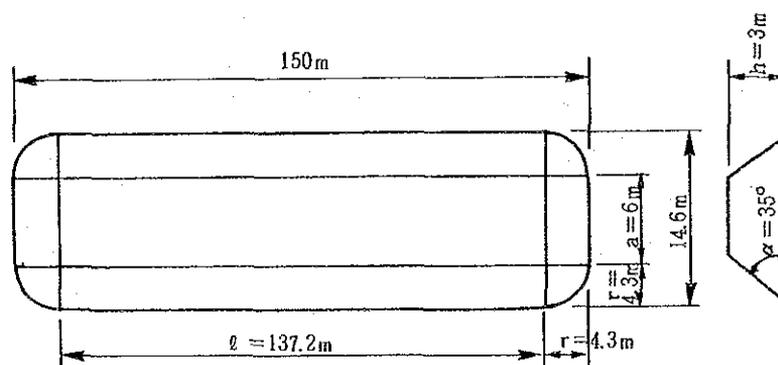
仮ヤードの仮置保管量は次式より求める。

必要保管量 = (対象船型の最大積載量)

— (荷役期間中に本ヤードから仮ヤードに運搬される量)

対象船型(20,000DWT)の最大積載量は20,000トンとする。仮ヤードと本ヤードの間の運搬は後述の様に2台のショベルカーで行うとし、荷役期間中の移動可能量を、多少の余裕をみて求めると約14,000トンとなる。従って、必要保管量は6,000トンとなる。

仮置ヤードのパイルの形状は図Ⅲ-2-11のとおりとする。



$$V = 2 \times \frac{1}{2} \times r \times h \times (\ell + a) + \ell \times a \times h + \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times h = 4,300 \text{ m}^3$$

$$W = 6,020 \text{ t} \quad (\text{単位体積重量 } 1.4 \text{ t/m}^3)$$

図Ⅲ-2-11 非金属鉱石の仮置ヤードの保管容量

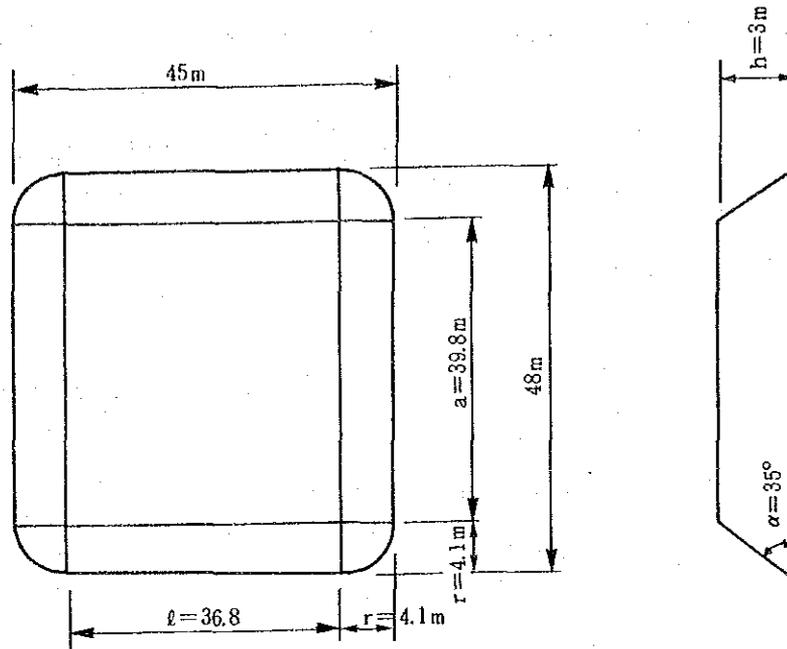
2) 本ヤード

必要保管量を本ヤードと仮ヤードの合計で保管する。必要保管量は次式で算定される。

$$W = \frac{N \times C}{R} = \frac{445,000t \times 1.5}{23.3} = 28,600t$$

従って、本ヤードの必要保管量は、仮ヤードの保管量を差し引くと22,600tとなる。

パイルの形状を図Ⅲ-2-12に示す。パイルを3箇所用いれば、必要保管量を確保できる。この場合仮ヤード、本ヤードの保管容量の合計は、上式で算定される必要量とはほぼ等しい。



$$V = 2 \times \frac{1}{2} \times r \times h \times (\ell + a) + \ell \times a \times h + \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times h = 5,390 \text{ m}^3$$

$$W = 7,550 \text{ t} \quad (\text{単位体積重量 } 1.4 \text{ t/m}^3)$$

$$3W = 22,650 \text{ t}$$

図Ⅲ-2-12 非金属鉱石の本ヤードの保管容量

(3) 荷役機械

1) ローダー

非金属鉱石バースは対象船型が20,000DWTであり、通常3ギャング体制として、必要な荷役能力から、270t/hr (JISの計算陸揚能力による表示、以下同じ)のダブルリンク式のローダー3基を、各バースに計画することとする。

2) ショベルローダー及びブルドーザー

ヤード内の荷役は荷役距離が短いのでショベルローダーより行うこととする。ショベルローダーは本ヤードから仮ヤードへの荷役用と貨車からの卸し用に必要である。前者は1隻の荷役終了後、次の船が着岸するまでの間に1隻分の非金属鉱石を本ヤードから仮ヤード

ドへ移動できる数のローダーが必要であり、後者はヤードの回転率より算出した1日当りの積出量に対応できる数が必要である。それぞれ1バース当り2台ずつ、計4台必要である。なお、ショベルローダーの能力は4t積とする。

3) ブルドーザー

ブルドーザーはパイルの地ならし用に1台(自重16t)、船内作業用に1台(自重4t)の計2台が、1バースに必要である。

(4) 施設配置

図Ⅲ-2-13、図Ⅲ-2-14に非金属鉱石バースのヤード、鉄道、道路の配置を示す。仮置ヤードのパイルは、船舶のハッチの長さ、岸壁クレーンの荷役作業等に配慮した。本ヤードのパイルは、ショベルローダーの通行、パイル間の適正な間隔等を考慮して配置した。

図Ⅲ-2-15に突堤の非金属鉱石バース(No.10バース)のヤード配置等を示す。非金属鉱石のヤード容量には余裕がないため、貨物量の増大に対しては、後述のように多少の余裕を持つ、隣接する金属鉱石バース(No.8バース)及びNo.10バース背後のヤードを、それぞれ利用することとする。

計画で採用したヤードの広さについて、以下の2点について検討を行った。その結果からも、採用したヤードの広さは妥当な規模と云えよう。

i) 回転率によるヤード面積の検討

回転率を用いて必要ヤード面積を算定すると次のとおりとなる。各係数は第Ⅱ編 5-5-1と同様とする。

$$A = \frac{NC}{R\alpha\omega} = \frac{445,000t \times 1.5}{23.3 \times 0.6 \times 3.5} = 13,600m^2$$

一方図Ⅲ-2-14に示す実線部分をヤードと考えると、この部分の面積は、約15,560 m^2 であり、上式の値の約15%増となる。

ii) 船舶の連続入港の確率とヤード保管容量の検討

バースに非金属鉱石船が連続して入港する場合のヤード容量について検討する。船舶の連続して入港する隻数(在港隻数)の分布は持ち合せ理論により算出する。船舶の到着をポアソン分布、バースでのサービス時間を次数2のアーラン分布に従うと仮定した場合の在港隻数の確率は、表Ⅲ-2-17のように算出される。

また、必要保管量は次式で算定され、その算出結果を表Ⅲ-2-17に示す。

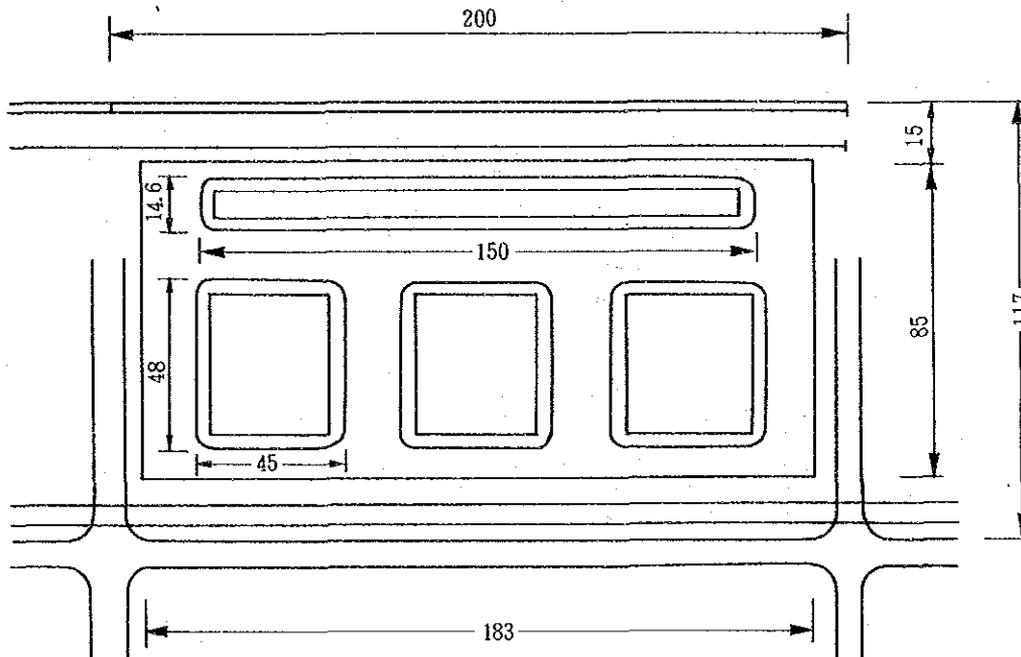
$$\text{必要保管量} = \{ (1 \text{隻}^1 \text{あたり平均取扱量}) - (1 \text{隻}^2 \text{あたり荷役期間中の搬入量}) \} \\ \times (\text{連続入港隻数})$$

表Ⅲ-2-17に示す結果より、ヤード保管容量は本ヤードのみで連続4隻(1バースでは2隻)、仮ヤード、本ヤードの合計で連続5隻(1バースでは2.5隻)の入港に対する必要保管量を満足しており、連続入港隻数の確率からみて、多少余裕のある保管容量と云える。

表Ⅲ-2-17 非金属鉱石船の連続入港とヤード容量

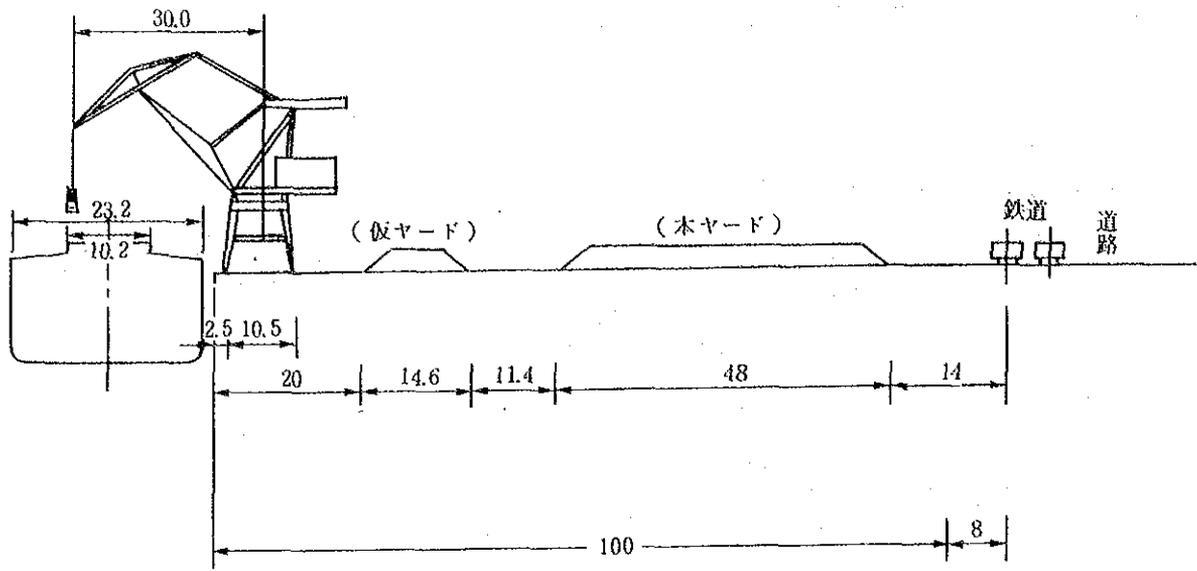
n [連続入港隻数]	P (n) [nの確率]	必要保管量 (t)	ヤード保管量 (t)
0	0.320		本ヤード (22,650) 仮ヤード本ヤード合計 (28,670)
1	0.335	5,320	
2	0.185	10,640	
3	0.092	15,960	
4	0.039	21,280	
5	0.016	26,600	
6	0.008	31,920	

注) 連続入港隻数は2バース (No.7、No.10)、必要保管量は1バースの値である。

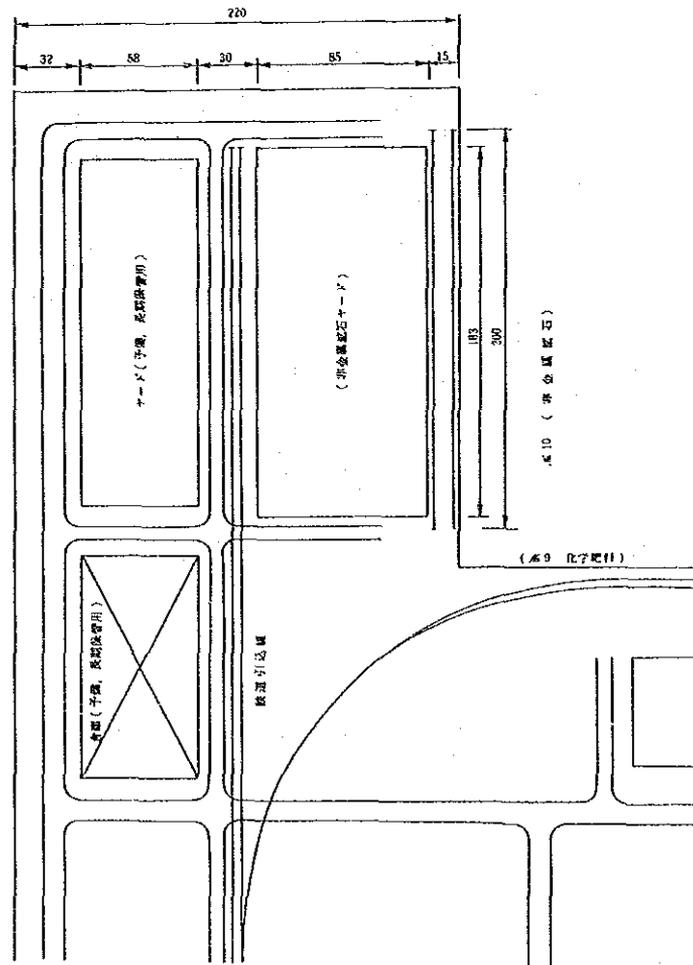


図Ⅲ-2-14 非金属鉱石埠頭配置計画案 (No.7バース)

- *1 1隻あたり平均取扱量は表Ⅲ-2-6により10,000t
- *2 1隻あたり荷役期間は表Ⅲ-2-6により、3.68日、また1日当り搬入量は、44,500t/350日=1,270t日とする。



図Ⅲ-2-13 非金属鉱石埠頭断面図

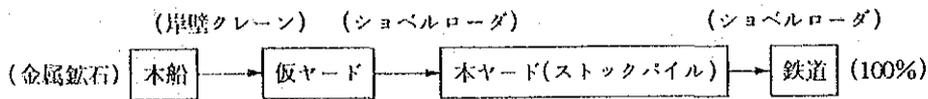


図Ⅲ-2-15 非金属鉱石埠頭配置計画案 (No.10バース)

2-5-4 金属鉱石埠頭 (No.8 パース)

(1) 貨物の流れ

金属鉱石は全てNo.8 パースで専用的に取扱うものであり、埠頭における貨物の流れは、非金属鉱石と同様で、図Ⅲ-2-16に示すとおりである。



図Ⅲ-2-16 金属鉱石の流れ

(2) 保管量の規模

1) 仮ヤード

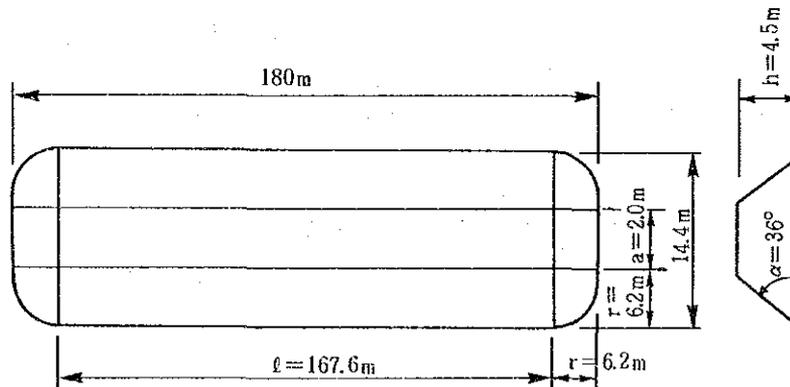
非金属鉱石と同様な考え方で、仮ヤードの仮置保管量は次式より求める。

必要保管量 = (対象船型の最大積載量)

— (荷役期間中に仮ヤードから本ヤードに運搬される量)

対象船型(50,000DWT)の最大積載量は50,000トンとする、仮ヤードと本ヤードの間の運搬は後述のように、ショベルローダ3台で行うこととし、荷役期間中の移動量を求めると約35,000となり、上式より、必要保管量は15,000トンとなる。

仮ヤードのパイルの形状は図Ⅲ-2-17のとおりとする。



$$V = 2 \times \frac{1}{2} \times r \times h \times (\ell + a) + \ell \times a \times h + \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times h = 6,250\text{m}^3$$

$$W = 15,000\text{t} \quad (\text{単位体積重量 } 2.4\text{ t/m}^3)$$

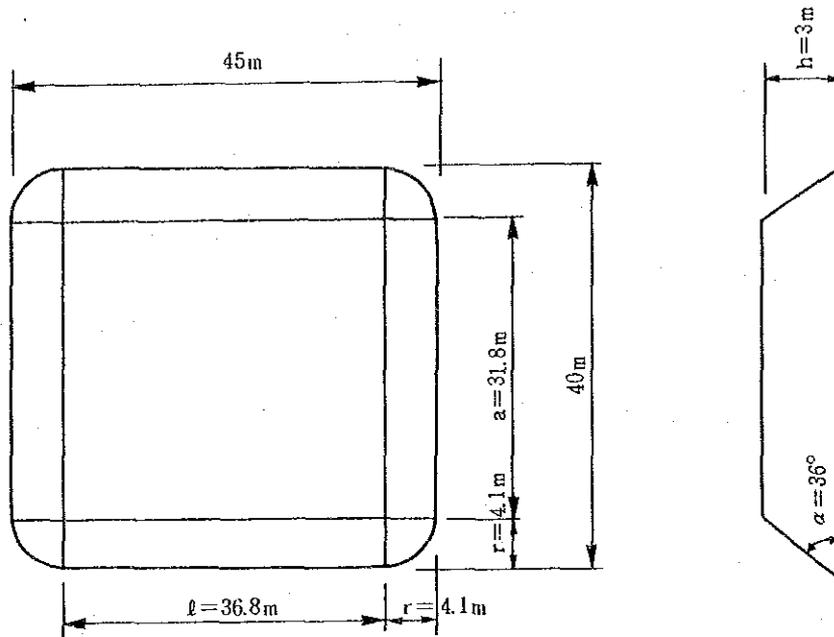
図Ⅲ-2-17 金属鉱石の仮置ヤードの保管容量

2) 本ヤード

非金属鉱石と同様な方法で必要保管量を算定する。

$$W = \frac{N \times C}{R} = \frac{750,000 \text{ t} \times 1.5}{23.3} = 48,300 \text{ t}$$

本ヤードの必要保管量は、仮置ヤードの保管量をさし引くと、33,300tとなる。パイルの形状を図Ⅲ-2-18に示す。このパイルを4つ配置すると必要な保管量を確保できる。この場合、仮ヤードと本ヤードの保管容量の合計は、上式の必要保管量に比べ、20%弱の余裕を有している。



$$V = 2 \times \frac{1}{2} \times r \times h \times (\ell + a) + \ell \times a \times h + \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times h = 4,410 \text{ m}^3$$

$$W = 10,600 \text{ t} \quad (\text{単位体積重量 } 2.4 \text{ t/m}^3)$$

$$4W = 42,400 \text{ t}$$

図Ⅲ-2-18 金属鉱石の本ヤードの保管容量

(3) 荷役機械

1) アンローダー

鉄鉱石専用バース用のアンローダーとしては橋形クレーン式アンローダーと引き込みクレーン式アンローダーが考えられるが年間取扱量が75万tであり、専用バースとしては比較的少量であるので、引き込みクレーン式アンローダーが適している。

アンローダーの能力の設定に当たっては年間75万tの鉄鉱石をバース占有率40%で取扱うとして、必要なアンローダーの能力を検討する

能力の検討に当たっては、通常の適性なギャング数を考慮して、(420t/hr × 4基)のケー

スと (560t/hr×3基) のケースについて比較を行う。

いま各ケースとも予備を1台ずつ設置するとして両ケースの概略の経済比較をすると、表Ⅲ-2-18のとおりとなる。

表Ⅲ-2-18 金属鉱石パースのアンローダーの経済比較

(百万円/年)

(ケース)	減価償却費 ¹⁾	維持費 ²⁾	人件費 ³⁾	合計 ⁴⁾
560t/hr×4基	130	97.4	3.8	231
420t/hr×5基	127	95	5.0	227

注) ¹⁾ 耐用年数15年と設定。(420t/hr→431百万円/基、560t/hr→552百万円/基)

²⁾ 機械購入費の5%。

³⁾ 1ギャング9名体制。人件費300元/人・日 (一元=38.8円)

⁴⁾ 借入金に対する利子分は考慮せず。

両者の差は小さいが420t/hr×5基(1基は予備)がやや経済的である。従って4ギャング体制の方が機動性で優れていることも考慮して、アンローダーとしては陸揚能力420t/hrのダブルリンク式アンローダーを1パース当り5基(1基は予備)設置し、4ギャング体制で荷役することとする。

2) ショベルローダー及びブルドーザー

非金属鉱石の場合と同様な考えで、仮置場～本ヤード間の荷役用と貨物への積み込み用に、それぞれ4t積ショベルローダー2台合計4台のショベルローダーを配備する。また、パイルの地ならし用に1台(自重16t)、船内作業用に1台(自重4t)のブルドーザーを配備する。

(4) 施設配置

非金属鉱と同様な考え方で、埠頭の配置を検討し図Ⅲ-2-19、図Ⅲ-2-20に示す。

ヤードの広さについては、非金属鉱石の場合と同様に、以下の2点について検討を行った。その結果からも、ヤードの広さは多少の余裕を持っている。なおこの余裕は、前期のとおり、No.7パースの非金属鉱石の貨物量が増大した場合に、利用可能と考えられる。

i) 回転率によるヤード面積の検討

第Ⅱ編5-5-1の各係数を用いて、回転率より必要ヤード面積を算定すると次のとおり算出される。

$$\Lambda = \frac{NC}{R\alpha\omega} = \frac{750,000t \times 1.5}{23.3 \times 0.6 \times 6t/m^2} = 14,000m^2$$

一方、図Ⅲ-2-20に示す実線部分をヤードと考えれば、この部分の面積は、19,440m²

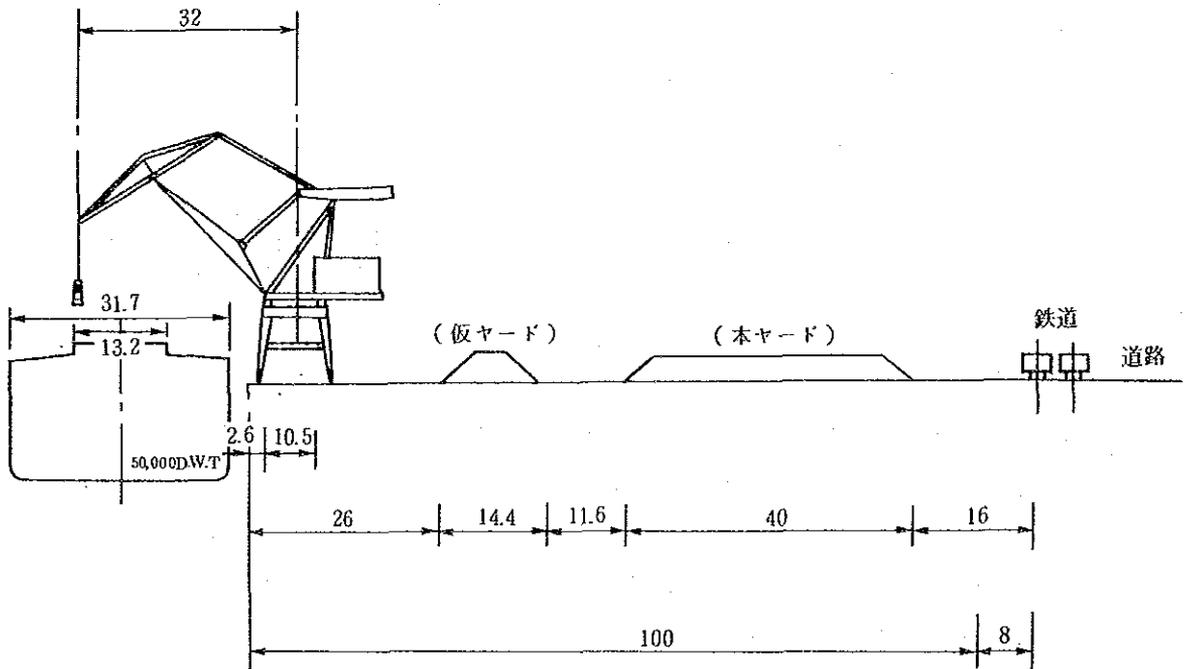
となる。

ii) 船舶の連続入港の確率とヤード保管容量の検討

非金属鉱石と同様な方法で、金属鉱石船が連続して入港する確率と、必要保管容量を検討し、その結果を表Ⅲ-2-19に示す。ヤードの容量は、連続2隻の入港に対する必要保管量を有している。

表Ⅲ-2-19 金属鉱石船の連続入港とヤード容量

n [連続入港隻数]	P(n) [nの確立]	必要保管量 (t)	ヤード保管量 (t)
0	0.600		本ヤード(42,400) 仮ヤード+本ヤード合計(57,400)
1	0.260	20,300	
2	0.096	40,600	
3	0.030	60,900	
4	0.010	81,200	



図Ⅲ-2-19 金属鉱石埠頭断面図

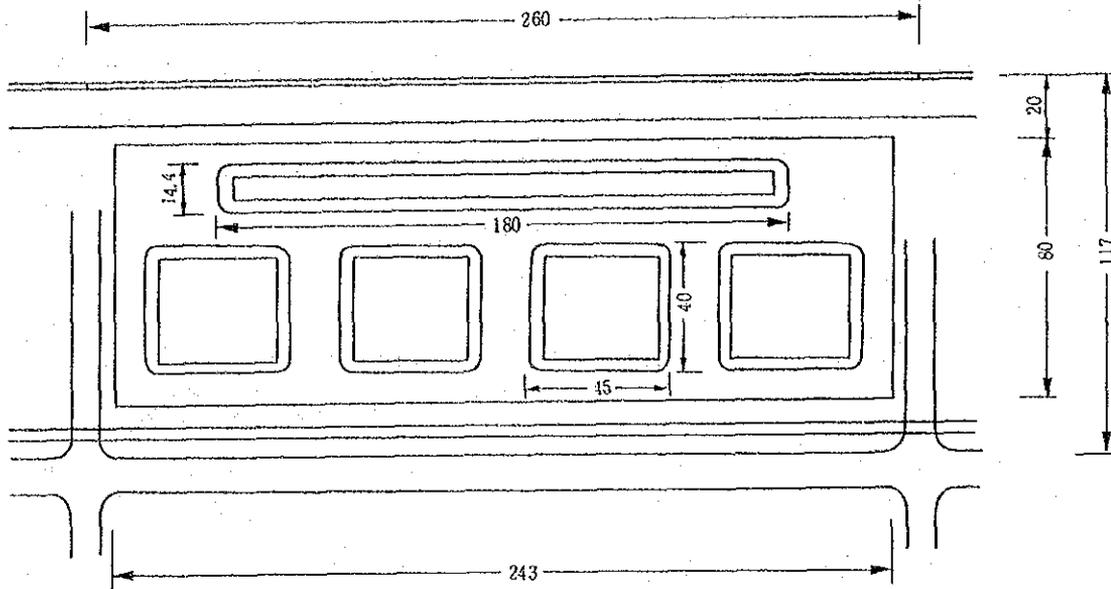


図 Ⅲ-2-20 金属鉱石埠頭配置計画案

2-5-5 化学肥料埠頭 (No. 9 パース)

(1) 貨物の流れ

化学肥料はNo. 9 パースの能力より、前記のとおり、一部をNo. 1パースで取扱うこととしている。また、2000年整備計画と同様に、鉄道の直取り30%とし、これを全てNo. 10パースで扱うとすれば、貨物の配分は図 Ⅲ-2-21のとおりとなる。

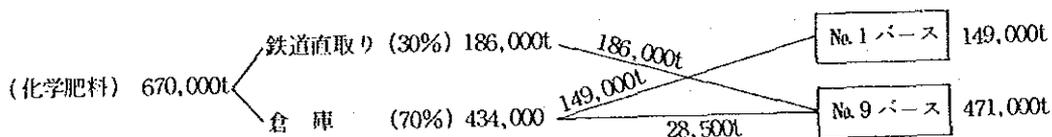


図 Ⅲ-2-21 化学肥料の貨物配分

また、化学肥料の埠頭での貨物の流れは図 Ⅲ-2-22のとおりとする。

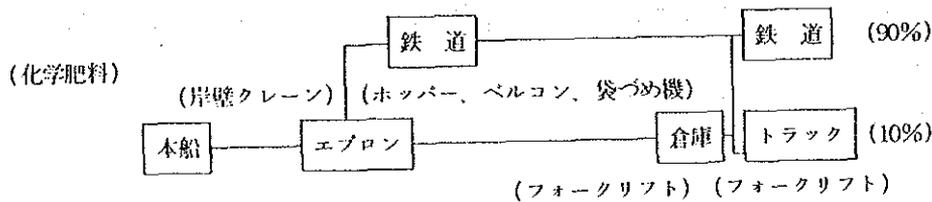


図 Ⅲ-2-22 化学肥料の流れ

(2) 保管施設の規模

第Ⅱ編5-5-1の各係数を用いて、回転率より必要倉庫面積を求めると、次のとおりとなる。

$$A = \frac{NC}{R \alpha \omega} = \frac{285,000t \times 1.5}{35 \times 0.5 \times 2.0t/m^2} = 12,200m^2$$

(3) 荷役機械

1) アンローダー

鉄鉱石バースのアンローダーと同様の理由によりダブルリンク式水平引込みのアンローダーを採用することとする。

アンローダーの能力についても鉄鉱石バースと同様3ギャング体制と4ギャング体制の比較を行う。化学肥料バースは鉄鉱石バースと連続しているので予備の1基は鉄鉱石バースと共有することとし、ここでは360t/hr×3基と270t/hr 4基を比較することとする。概略の経済比較は表Ⅲ-2-20の通りである。

表Ⅲ-2-20 化学肥料のバースのアンローダーの経済比較

(百万円/年)

	減価償却費	維持費	人件費	化肥バース計	鉄石バース計	全体合計
360t/hr×3基	55.6	41.7	3.8	101.1	227	328.1
270t/hr×4基	58.7	44	5.0	107.7	227	334.7

この比較では若干3ギャング体制が経済的であるが、270t/hrのアンローダーは非金属鉄バースと互換性があること、船型が大きいと4ギャング体制の方が機動性に優れていること等に配慮し、270t/hrのアンローダーを4基を採用することとする。

2) ホッパー、ベルトコンベアー、袋詰機

直取り以外の化学肥料は、すでに述べた様にホッパーで受けベルコンで背後へ輸送し、袋詰機により袋詰して倉庫へ保管する。ホッパー、ベルコンをギャング数に合わせ4基設置するとアンローダーの荷役能力から1基70t/hrの輸送能力を持つホッパー、ベルコンを考えればよい。袋詰機についても70t/hrの能力のある機械を4基設置する。

3) フォークリフト及びブルドーザー

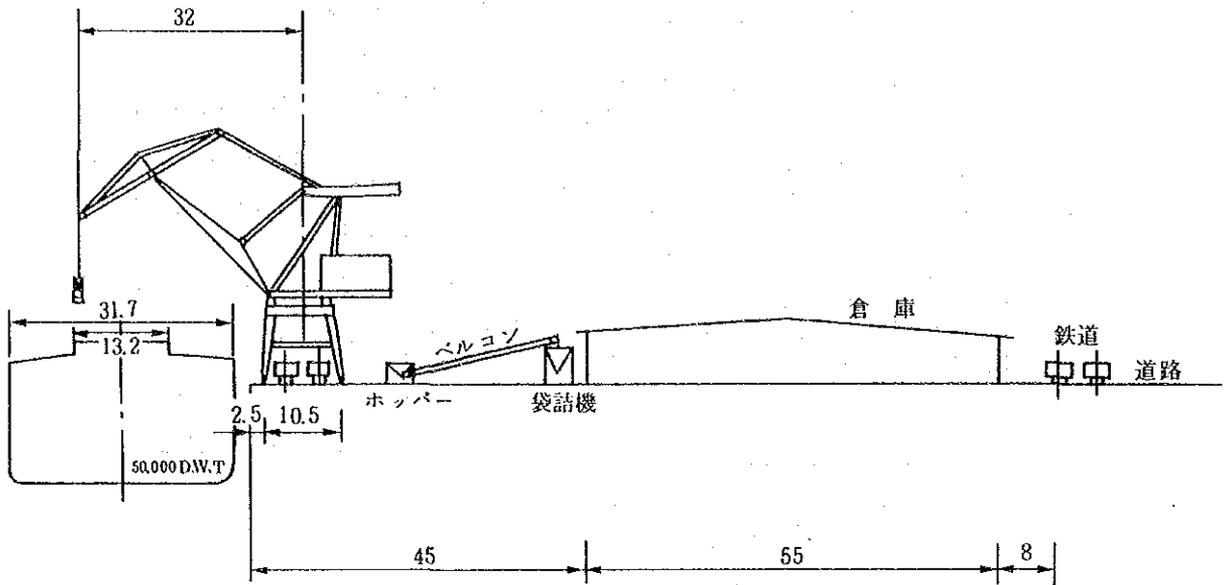
倉庫への荷役、貨車・トラックの積み込み作業のため、予備2台を含めて合計18台の3t積フォークリフトが必要である。

また、船内作業用として、自重4tのブルドーザー1台を考える。

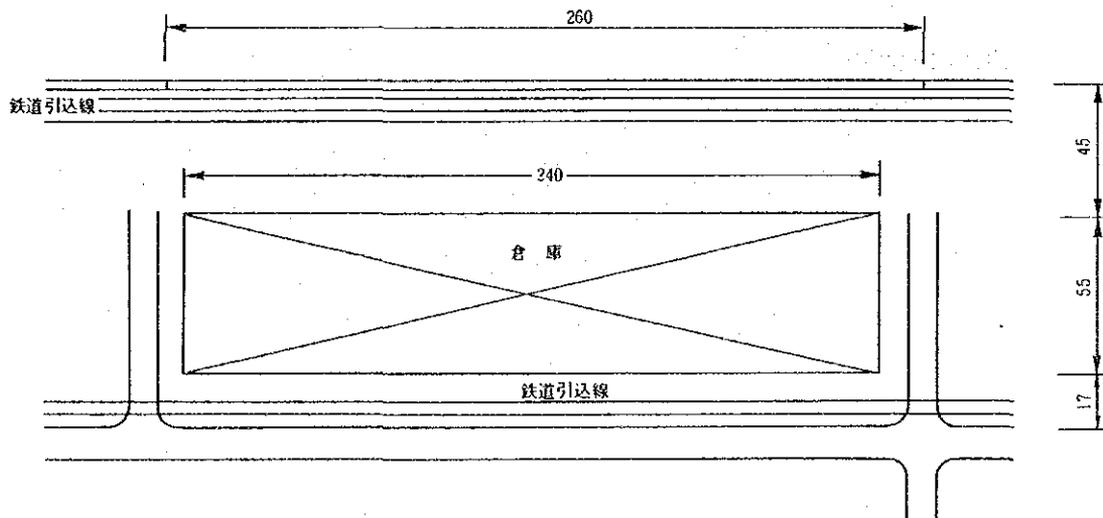
(4) 施設配置

図Ⅲ-2-23、図Ⅲ-2-24に倉庫、鉄道、岸壁クレーンの配置を示す。エプロン巾は、ホッパー、ベルコン、袋詰機の配置により45mとする。

倉庫の面積は、必要倉庫面積の約10%増の13,200㎡とした。



図Ⅲ-2-23 化学肥料埠頭断面図



図Ⅲ-2-24 化学肥料埠頭配置計画図

2-5-6 長期保管用地

2000年整備計画と同様な考え方で、長期保管用の倉庫、ヤード面積を算定して、表Ⅲ-2-21に示す。この他に、コンテナ埠頭を経由する雑貨類の長期保管および空コンテナ置場に等しいとして、3haを考える。

表Ⅲ-2-21 長期保管用倉庫ヤード面積（1995年）

品目	貨物量 (万トン)	ヤード・倉庫別貨物量 (%)(万トン)	長期保管量 (万トン)	C	R	α	ω (t/m^2)	必要面積 (m^2)
鉄鋼	96.0	ヤード(80%) 76.8	15.4	1.5	12	0.6	3.0	10,700
		倉庫(20%) 19.2	3.8	1.5	12	0.5	3.0	3,200
雑貨	84.0	ヤード(30%) 25.2	5.0	1.5	12	0.6	1.0	10,400
		倉庫(70%) 58.8	11.8	1.5	12	0.5	0.85	34,700
化学肥料	62.0	直取(30%) 18.6	—	—	—	—	—	—
		倉庫(70%) 43.4	8.7	1.5	12	0.5	2.0	10,900
合計		ヤード						21,100
		倉庫						48,800
		計						69,900

注) 長期保管用地の算定では、雑留のヤード、倉庫比率は30:70とした

N:年間取扱貨物量(t)

C:集中度

R:回転率

α :貨物収容率

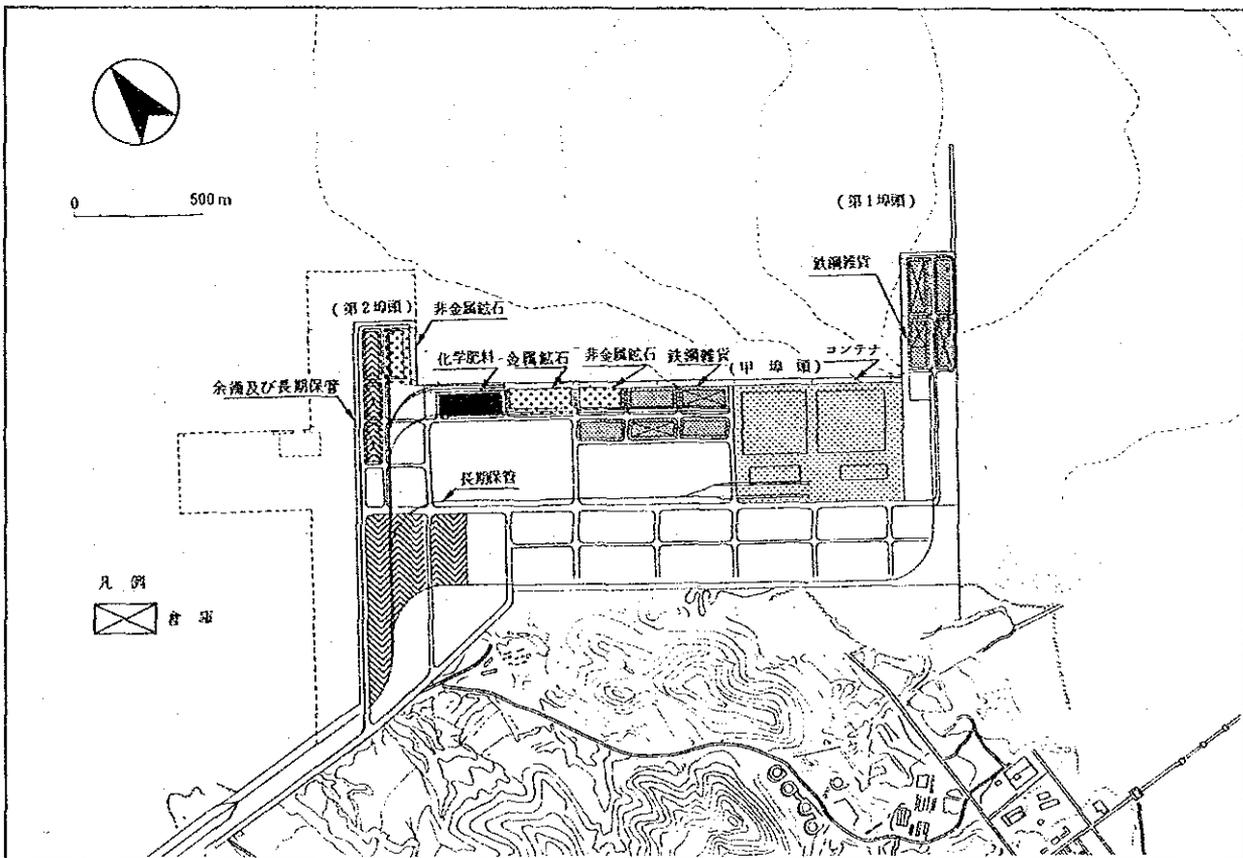
ω :単位面積当り収容貨物量(t/m^2)

2-5-7 保管用地の配置計画

以上の検討から保管用地(倉庫・ヤード)の配置を計画し、図Ⅲ-2-25に示す。この配置計画は、2000年整備計画の保管用地の配置をもとに、本章で検討した結果(表Ⅲ-2-22参照)をとりまとめたものである。長期保管用ヤード、倉庫は2000年整備計画と同様に港の入り口付近に配置するが、この他に第2埠頭に予備及び長期保管のヤード倉庫を配置しているため、この部分も含めると、全体の長期保管用地としては、2-5-6で算出した必要面積に対し約30%の余裕を持っている。

表Ⅲ-2-22 1995年ヤード倉庫面積 (No.5～No.10バース)

バース名	品 目	取扱量	ヤード倉庫別	面 積
No.5～6	鉄 鋼 雑 貨	万トン 51.6 45.2	ヤード 鉄鋼(80% 41.3) 雑貨(65% 29.4)	33,620
			倉庫 鉄鋼(20% 10.3) 雑貨(35% 15.8)	22,320
No.7	非金属鉱石	44.5	ヤード (100% 44.5)	15,560
No.8	金属鉱石	75.0	ヤード (100% 75.0)	19,440
No.9	化学肥料	47.1	倉庫 (28.5)	13,200
			直取 (18.6)	
No.10	非金属鉱石	44.5	ヤード (100% 44.5)	15,850
小 計			ヤード	84,470
			倉庫	35,520



図Ⅲ-2-25 保管用地(倉庫・ヤード)の配置

2-6 防波堤計画

2000年整備計画では異常時の静穏度を保つために600m島防波堤を計画した。1995年整備計画においても、埋立地の形状は港外侵入波に対する静穏度の点からみると、2000年とはほぼ同じである。従って、島防波堤を計画することが望ましいが、新港建設の経済性を考慮して、1995年時点での島防波堤の必要性について検討する

検討の方法は第Ⅱ編5-5-2と同様とし、岸壁前面波高の最も大きくなるENE方向について検討する。2000年では防波堤が整備されるとして、風速は5～10年確率風速を考え、15m/secとする。風の継続時間は第Ⅱ編5-5-2の検討より4時間とする。表Ⅲ-2-23に2000年と同じ、岸壁の4点での島防波堤のない場合の、波高の算定結果を示す。同表より、岸壁前面波高はどれも2.0m以下であることから、1995年整備計画としては、島防波堤を計画しないこととする。

表Ⅲ-2-23 異常時の岸壁前面波高（島防波堤なし）

波 向	岸壁位置	港外波高 (m)	波高比	岸壁前面波高 (m)
ENE	No. 1	1.84	0.89	1.64
	No. 2	1.84	1.05	1.93
	No. 3	1.84	0.95	1.75
	No. 4	1.84	0.82	1.51

2-7 水域施設計画

2-7-1 航路計画

1995年においても、コンテナ船、金属鉱石船、化学肥料船などの大型船が入港するため、航路計画は、2000年整備計画をそのまま計画することとする。

バース計算より算出された、入港船舶数を、表Ⅲ-2-24に示す。

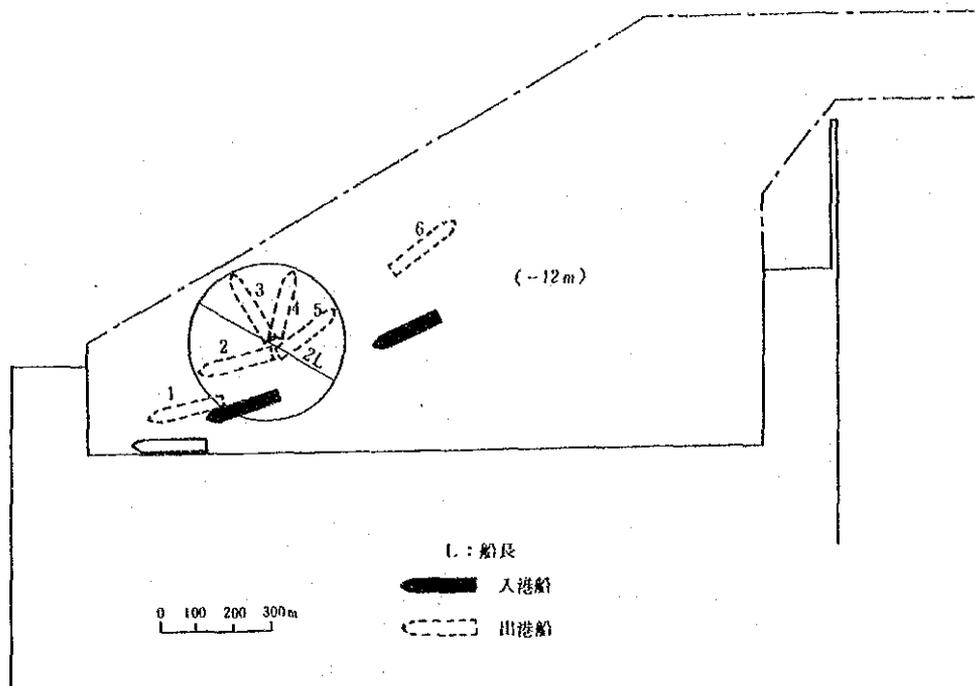
表Ⅲ-2-24 バース計算による入港隻数（1995年）

船種	利用バース	年間入港隻数
金属鉱石	金属鉱石バース (5万 D/W)	23
化学肥料	化学肥料バース (5万 D/W)	18
	鉄鋼、雑貨バース (2万 D/W)	18
非金属鉱石	非金属鉱石バース (2万 D/W)	89
鉄鋼、雑貨	鉄鋼、雑貨バース (2万 D/W) (1.5万 D/W)	186
コンテナ	コンテナバース 700 TEU	60
	1,200 TEU	31
	2,000 TEU	243
合計		661

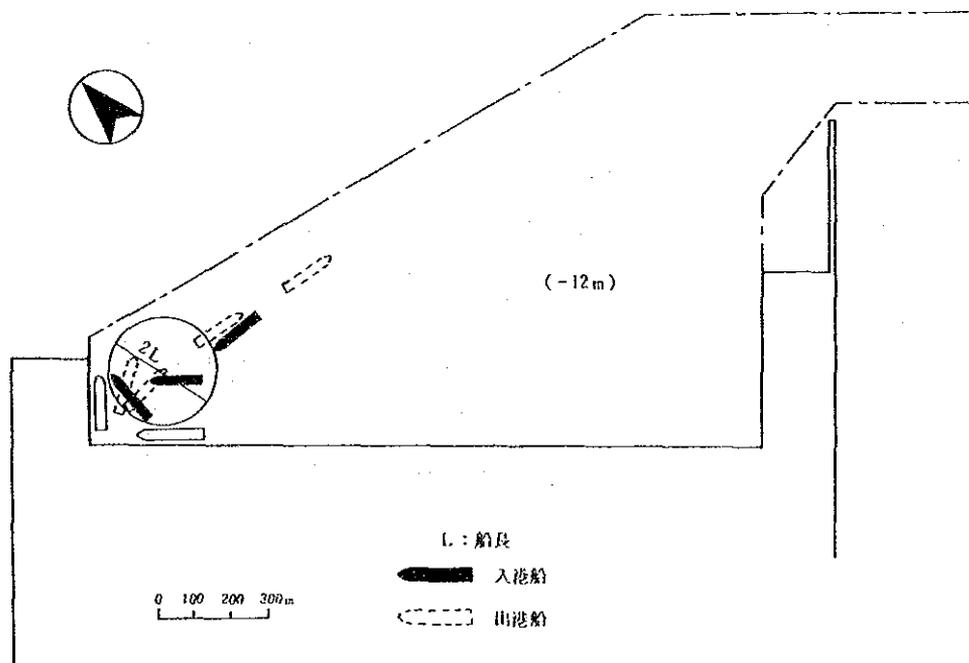
2-7-2 泊地計画

2000年整備計画との整合をとって計画することとする。回頭泊地はタグボートによる回頭を前提として、回頭の必要な位置に、対象船舶の船長の2倍の円形の泊地を確保することとし、必要な泊地を計画する。

参考に図Ⅲ-2-26、図Ⅲ-2-27に、No.9バース（化学肥料）、No.10バース（非金属鉱石）離着岸操船の例を示す。同図に示すように、船舶の貨物積載状況、泊地の広さ等から、No.9バースでは入船つなぎ、No.10バースでは出船つなぎが、基本的な操船方法と考えられる。



図Ⅲ-2-26 No. 9バースの操船図



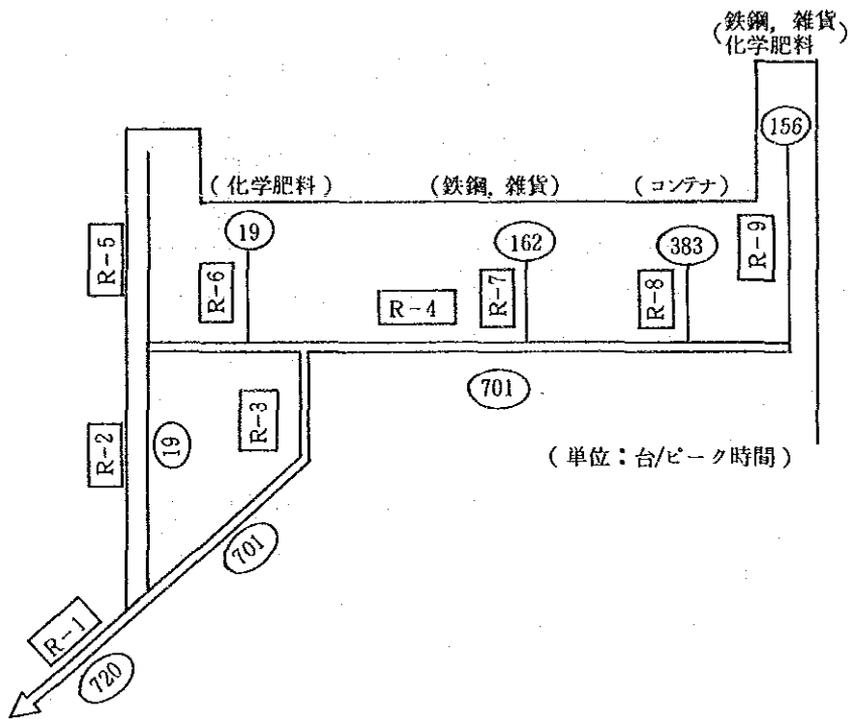
図Ⅲ-2-27 No.10バースの操船図

2-8 臨港交通施設計画

2-8-1 臨港道路計画

臨港道路計画は、2000年整備計画との整合を保ちながら、埠頭へ出入する港湾貨物の流動等が円滑に行えるよう計画する。

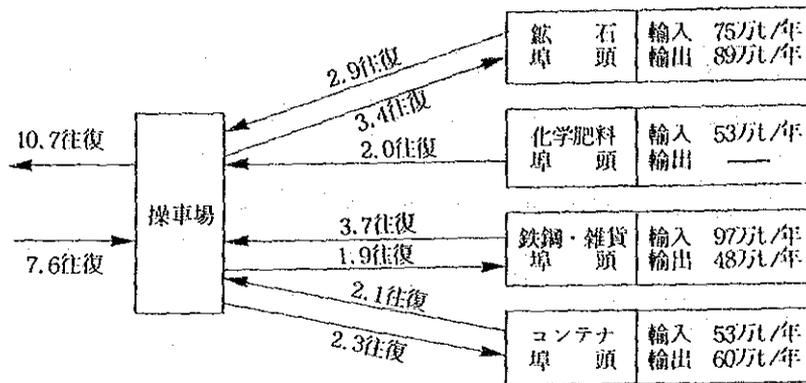
第Ⅱ編5-5-4で用いた手法により、主要道路の発生交通量を算定して、図Ⅲ-2-28に示す。この結果から、交通量が2車線の基準（表Ⅱ-5-38参照）を越えるR-1、R-3、R-4については4車線道路とし、その他の道路は2車線とする。道路の幹線、準幹線、支線の区分及び車線構成は第Ⅱ編に準じる。道路の配置計画は1995年整備計画（図Ⅲ-2-32）に示す。



図Ⅲ-2-28 1時間当り発生交通量

2-8-2 臨港鉄道

2000年整備計画と整合のとれた臨港鉄道を計画する。各埠頭からの鉄道輸送量を第Ⅱ編5-5-4と同様な方法で検討し、結果を図Ⅲ-2-29に示す。



図Ⅲ-2-29 品目別鉄道輸送量及び輸送頻度

操車場の規模と入替機関車数を第Ⅱ編5-5-4で記述した待ち行列理論を用いて検討を行い、入替機関車数と平均待列車数の算定結果を、表Ⅲ-2-25に示す。

同表の結果から操車場の線路本数は、入替機関車の通過線を考慮して9本とし、入替機関車の台数は予備機関車を1台考慮して5台とする。

表Ⅲ-2-25 平均待列車数の算定

列車到着率 (λ)	入替機関車の列車輸送能力		平均待列車数 (W)
	(N)	(μ)	
	4.0	40	9.8
36.6	4.1	41	7.4
	4.2	42	5.9

臨港鉄道及び操車場の配置計画は1995年整備計画(図Ⅲ-2-32)に示す。

2-9 その他の施設計画

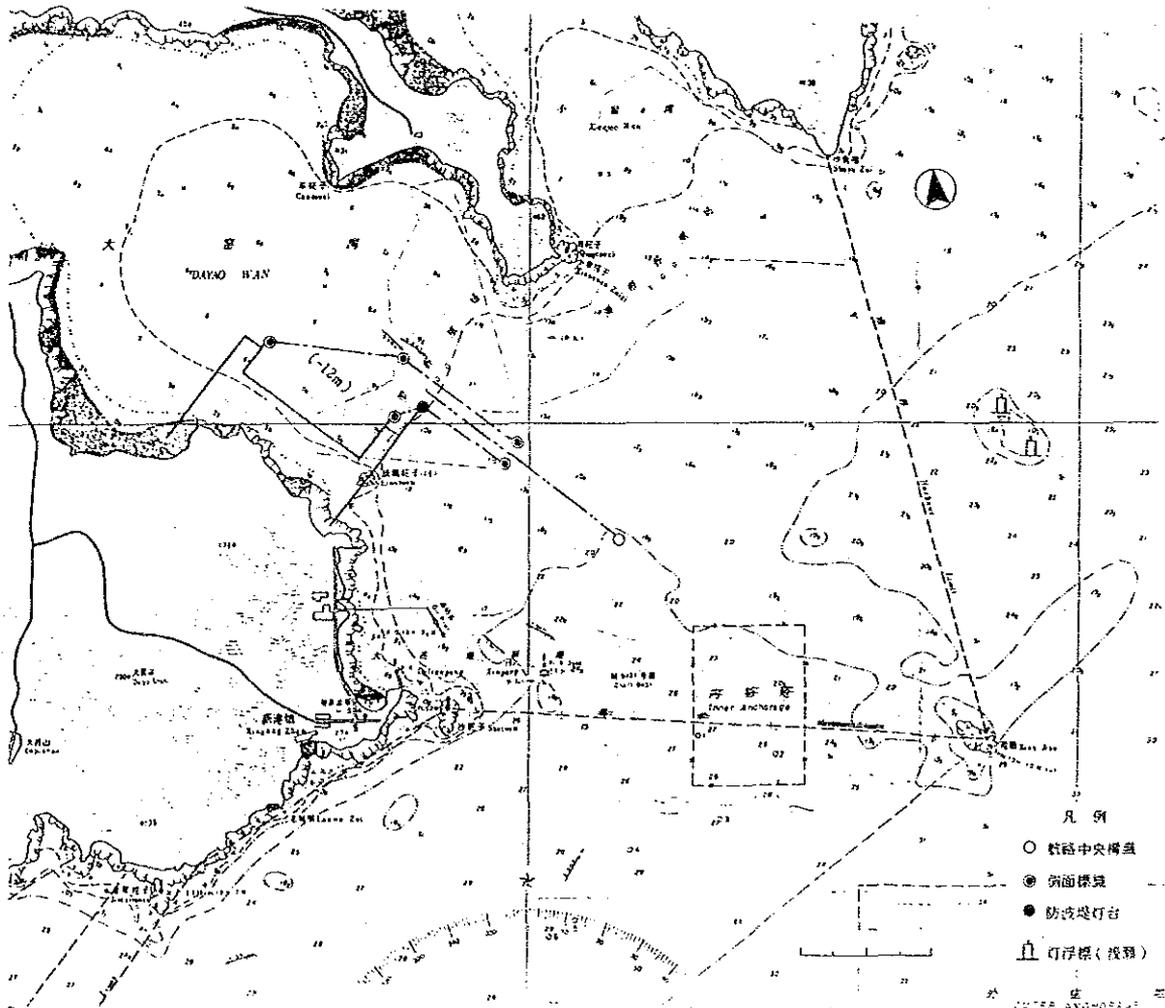
1995年の10ベースに対応するその他の施設計画について検討する。

2-9-1 緑地

緑地は2000年整備計画の方針に従って、休息緑地（4ヶ所合計17,400 m^2 ）及び沿道緑地（合計15,200 m^2 ）を計画する。緑地の配置計画は1995年整備計画図（図Ⅲ-2-32）に示す。

2-9-2 航行補助施設

航行補助施設は2000年整備計画の方針に従って、図Ⅲ-2-30に示すような灯浮標及び、防波堤灯台を計画する。



図Ⅲ-2-30 航行補助施設配置計画図

2-9-3 給水施設

(1) 給水対象

給水対象として次のものを考える。

- ① 船舶給水
- ② 防塵用水
- ③ 生産・生活関連用水
- ④ 消防用水

(2) 給水量の算定

1) 船舶給水量

a) 算定方法

船舶給水量は次式にて算出する。

$$\text{船舶給水量 } W_1 = \frac{N \times \alpha}{D} \times w \text{ (m}^3\text{/日)}$$

ここに N：給水対象船舶数 (隻/年)

α ：変動率 1.5

D：年間稼働日数 330 (日)

w：一隻当り平均給水量 (m³/隻)

b) 給水対象船舶

船舶給水については入港する全船舶に給水するものと考え給水対象隻数を661隻とする。(表Ⅲ-2-24参照)

c) 1隻当り平均給水量

日本の標準(表Ⅲ-2-26)を使用することとする。ただし、鋼雑船、雑貨船、コンテナ船に関しては、大連新港を終着港としないという設定で算定することとし、所要給水量の半分を新港で給水するものとした。また、2万トン以上の大型船は自家蒸留装置を持っているものが多く、水タンク容量は800トン程度と比較的小さい。従って2万トン以上の大型船所要給水量は水タンク容量の8割にあたる600トン/隻とした。

表Ⅲ-2-26 給水せん(栓)及び給水量

船舶の 総トン数 (GT)	所要給水量 (m^3)	給水時間 (時間)	給水せん間隔 (m)	1バース当りの せん(栓)数 (箇所)	1せん(栓)の 給水能力 (m^3 /時)
500	40	5	30	2	4
1,000	80	5	30~40	2	8
3,000	250~300	5	40~50	3~4	16
5,000	500	5	40~50	4	18
10,000	800	5	40~50	4	28

注) 中間港では、所要給水量の半分程度しか給水しない場合が多い。
資料：日本港湾協会、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(1979年)

d) 計算結果

船舶給水量算定結果を表Ⅲ-2-27に示す。

表Ⅲ-2-27 船舶給水量の算定

平均船型 (DWT)	一隻当り平均 給水量 (m^3 /隻)	給水船舶数 (隻/年)	所要給水量 (m^3 /日)
15,000	400	286	520
20,000	600	334	911
30,000	600	41	112
	計	661	1,543

2) 防塵用水量

a) 算定方法

防塵用水量は次式にて算定する。

$$\text{防塵用水量 } W_2 = A \times d \text{ (t/日)}$$

ここに A : 防塵散水を要する埠頭の面積 (m^2)

d : 1日当り平均防塵散水量 6 ($\ell/m^2 \cdot \text{日}$)

b) 防塵散水を要する埠頭の面積

防塵散水を必要とする対象施設として金属鉱石、非金属鉱石ヤードを考える。

・金属鉱石ヤード面積 : $19,440 m^2$

・非金属鉱石ヤード面積 : $31,410 m^2$

小計 A : $50,850 m^2$

c) 計算結果

$$W_2 = A \times d = 50,850 (m^2) \times 6 (\ell/m^2 \cdot \text{日}) = 305,100 \ell / \text{日}$$

$$\approx 305 (m^3 / \text{日})$$

3) 生産・生活関連用水量

a) 算定方法

生産・生活関連用水 W_3 は次式にて算定する。

$$W_3 = P \times qm$$

ここに P : 給水人口 (1995年)

qm : 1人1日最大給水量 400 (ℓ /人日)

b) 給水人口

給水人口は生産補助区及び港湾関連業務の人口を検討し、3,220人とする

c) 計算結果

$$\begin{aligned} W_3 &= P \times qm = 3,220 \text{人} \times 400 \ell / \text{人} \cdot \text{日} \\ &= 1,288 (\text{m}^3 / \text{日}) \end{aligned}$$

4) 消防用水量

消防用水量は次式にて算定する。

$$\text{消防用水量 } W_4 = n \times w \times h$$

ここに n : 同一時間内の火災発生件数 1 (件/日)

w : 火災発生件数当りの用水量 15 (ℓ /秒)

h : 火災1件当り消火時間 6 (時間)

$$\begin{aligned} \therefore W_4 &= 1 \times 15 (\ell / \text{秒}) \times 6 \text{時間} \times 3600 \text{秒} / \text{時間} \\ &= 324000 (\ell / \text{日}) \div 320 (\text{m}^3 / \text{日}) \end{aligned}$$

5) 計画給水量

1)~4)で求めた給水量の合計 $3,456\text{m}^3/\text{日}$ に対して10%程度の余裕を考慮して、港湾区域への計画給水量は $3,800\text{m}^3/\text{日}$ とする。

なお配管は水の停滞を防ぐため網目式配置とする。

2-9-4 給電施設

(1) 給電対象

給電対象として次のものを考える。

- ① 荷役施設
- ② ヤード照明
- ③ 冷凍コンテナ
- ④ 建屋

(2) 給電量の算定

1) 荷役施設

2-5で検討した荷役機械の所要電力は表Ⅲ-2-28のとおりである。

表Ⅲ-2-28 荷役機械別所要電力

埠頭名	荷役機械	設置数	定格電力 (KVA基)	所要電力 (KVA)
(バース数) 金属鉱石 (1B)	引込クレーン式アンローダー (420t/h)	5(1基予備)	380	1,520
化学肥料 (1B)	引込クレーン式アンローダー (270t/h)	4	220	880
非金属鉱石(2B)	引込クレーン式アンローダー (270t/h)	9(1基予備)	220	1,760
鉄鋼・雑貨(2B)	門形クレーン	5	232	1,160
鉄鋼・雑貨(2B)	タワー式トラッククレーン (15t)	4	—	—
コンテナ (2B)	コンテナクレーン (30.5t)	4	600	2,400
合計 (10B)				7,720

2) ヤード照明

ヤード照明の電力需要は次式により算出する

$$\text{照明の電力需要 } N (\text{KW}) = \frac{E \times A}{F \times U \times M}$$

ここに、

	ヤード	道路
E : 平均照度	20	15 (lx)
A : 非照射面積	194,700	156,000 (m ²)
F : 1KWの投光器の全光束	57,000	(lm)
U : 利用率	0.6	
M : 保守率	0.6	

$$N = 190\text{KW} + 114\text{KW} = 304\text{KW}$$

$$= 304\text{KW} \times 1.25\text{KVA/KW} = 380\text{KVA}$$

3) 冷凍コンテナ

冷凍コンテナは、20フィートコンテナの場合は5.5KW/個、40フィートコンテナの場合11KW/個程度の負荷となる。1995年時点の冷凍コンテナの需要に基づいて電力需要を算定すると表Ⅲ-2-29のとおりとなる。

表Ⅲ-2-29 冷凍コンテナに関する電力需要

規格	個数 (個)	負荷電力 (KW/個)	KVA
20フィート	184	5.5	1,300
40フィート	138	11	1,900
計			3,200

4) 建屋

港湾区域内の建物の所要電力は表Ⅲ-2-30のとおりである。

表Ⅲ-2-30 建屋の必要電力量

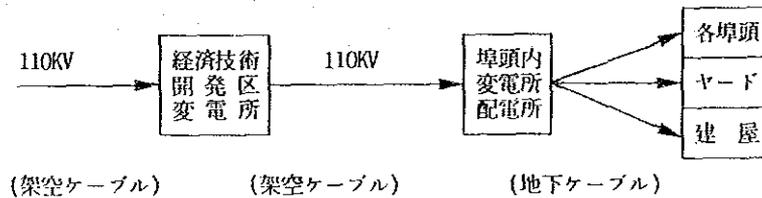
建屋	電力使用設備	負荷電力 (W/m ²)	延床面積 (m ²)	所要電力 (KW)	所要電力 (KVA)
事務所	照明 (500 lx)	25	4,600	115	150
上屋・C F S	照明 (100 lx)	5	70,900	355	450
福利厚生施設	照明 (300 lx)	15	15,300	230	290
修理工場・設備室	照明+動力	100	7,400	740	930
その他	照明 (100 lx)	5	8,100	41	50
計					1,870

5) 計画給電量

1)~4)で求めた所要電力の合計13,170KVAに対して10%程度の余裕を考慮して、港湾区域への計画給電量は14,500KVAとする

6) 送配電経路

所要電力は経済技術開発区変電所から図Ⅲ-2-31の経路で送・配電されるものとし、これに必要な施設を整備するものとする。



図Ⅲ-2-31 送配電経路

2-9-5 通信施設

通信施設計画の検討は、第Ⅰ期工程計画（前半4バース）において建設、設置が予定されている通信施設網を前提として考える。

(1) 有線通信

1) 港区通信

a) 港区の電話通信網を建設し、プログラム制御交換機を設置する。

（前半4バース：800回線設置予定、後半6バース：200回線増設）

b) 港区通信ケーブル、通信パイプを敷設する。

2) 専用通信

a) 自動電話交換機(100回線) 1台を管理棟内に設置し、上屋及びC F S内の事務所等に設置する専用電話機と接続する。ただし、官庁車やタグボード等に搭載されている無線電話との交信も可能な機種とする。(前半4バース:交換機設置予定)

b) テレックス、ファクシミリ設備を配置し、大鯊湾新港と大連港間の書類伝達に使用する。(前半4バース:テレックス2台設置予定、後半6バース:ファクシミリ1台)

3) 大連港と大鯊湾新港との連結方式

大鯊湾港区と大連港の2つの交換設備の中継方式は両方とも分局形式、全自動直接ダイヤル方式を採用し、中継ラインはマイクロウェーブを採用する。

(前半4バース:連結完了予定)

4) 経済技術開発区と大鯊湾港区との連結方式

大鯊湾港区電話交換機と開発区交換設備は中継ラインにより連結し、港外の市内通話と長距離通信が可能なものとする。(前半4バース:連結完了予定)

(2) 無線通信

1) 錨地の船舶と港区25海里以内の船岸通信は高周波無線電話(VHF)を採用する。

(前半4バース:設置完了予定)

2) 25海里以外の船岸通信は大連港の海岸電信電話室から大連港の通信中継点に至り再び搬送波を経て、大鯊湾の通信ステーションに伝送される。

(前半4バース:システム完了予定)

3) 無線ポケットベル通信システムを配備し、業務部或いは指揮部が直接現場監督を呼び出すことができるようにする。(前半4バース:システム完了予定)

4) 大鯊湾港区に通信棟を建築し、マイクロウェーブステーション、VHF無線局、会議電話室、アンテナ等を設置する。(前半4バース:建築、設置完了予定)

(3) 放送網

管理棟内に放送室を設け放送施設を設置する。港湾区域内の各所に設置する拡声機を接続し、放送網を整備する。ただし、緊急時に官庁車等に搭載されている無線電話により構内電話を通じて利用可能な機種とする。

(後半6バース:設置予定)

2-9-6 港湾管理・厚生施設

港湾管理・厚生施設として以下のものを計画する。

① 事務所、税関、検疫所、保安事務所、消防署

延床面積 4,600 m^2

② 労働者控室、食堂、浴室、診療所、売店、育児室、休息室、娯楽室	延床面積	15,300 m^2
③ 修理工場、給油所、給水ポンプ所、変電所	延床面積	7,400 m^2
④ 材料庫、用具庫、機械庫、車庫、	延床面積	8,100 m^2

延床面積の合計は35,400 m^2 、生産補助建築物が23,800 m^2 、生活補助建築物が11,600 m^2 である。

2-10 土地利用計画

2000年整備計画と整合のとれるよう、土地利用を計画する。

No. 5～No. 7の鉄鋼・雑貨埠頭及び非金属鉱石埠頭の背後には、これらのベースが2000年計画ではコンテナベースとなるため、コンテナターミナルの拡張用地を配置する。前記のとおり、第2埠頭に予備余備及び長期保管の保管用地を配置する。この保管用地は、2000年では、第2埠頭、乙埠頭用の倉庫、ヤードとなる部分である。

なお、生産補助用地、港湾関連業務用地は1995年においては、かなり大きい余裕を有しているが、2000年整備計画との整合を考慮して、これらの用地を配置した。

2-11 1995年大黒湾新港整備計画

以上の結果をとりまとめて、1995年大黒湾新港整備計画として図Ⅲ-2-32に示す。

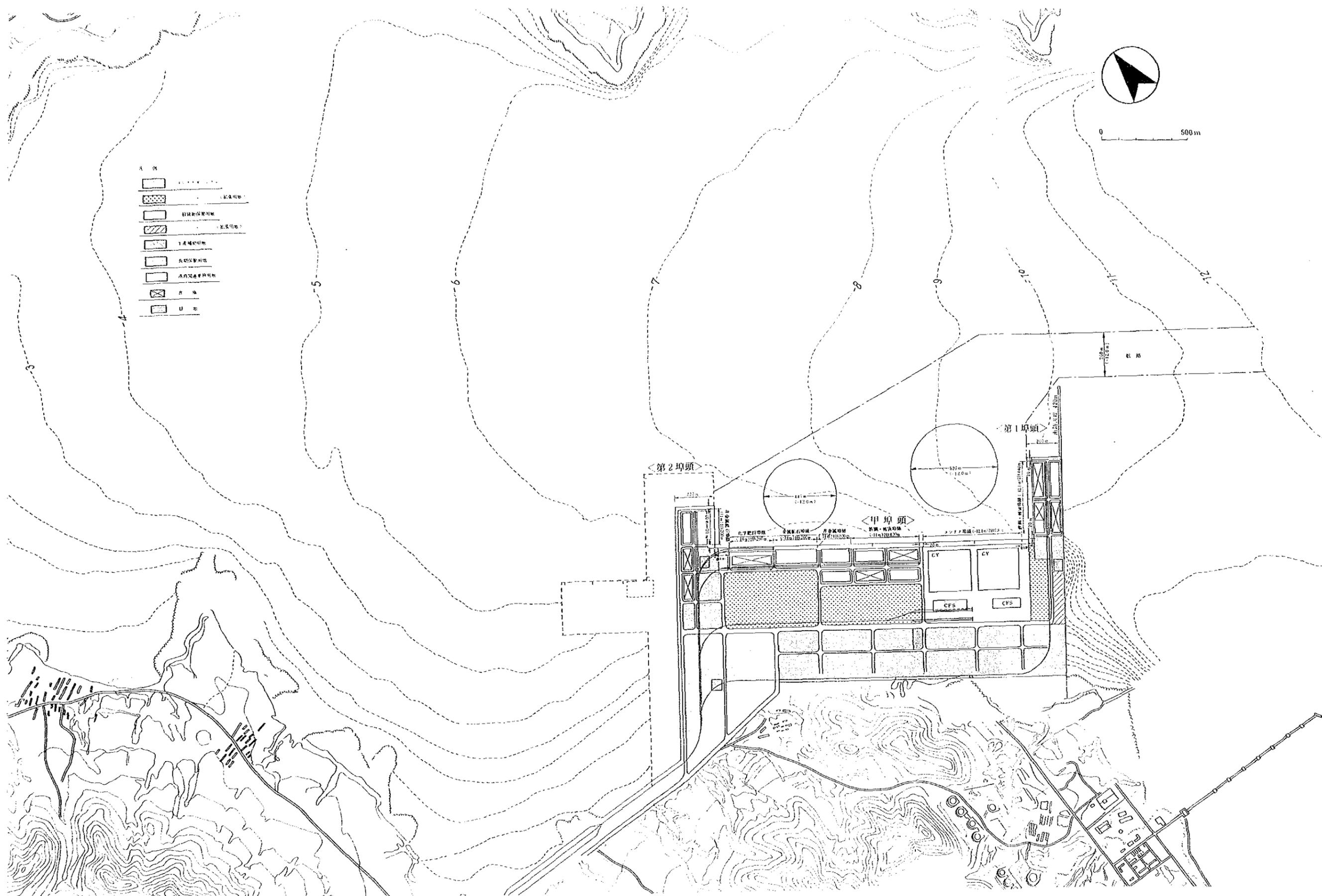


图 III-2-32 1995年大寨湾新港整備計画

第3章 港湾施設の基本設計

3-1 設計の基本方針

3-1-1 設計の基本方針

施設の設計にあたっては、以下の基本方針に基づいて実施した。

すなわち、設計基準および設計手法については中国と日本では基本原理は同じであるが、手法や計算法等計算の流れが異なるため、上載荷重のとり方等利用条件に関するもの、構造物の安全率等については中国の「港口工程技術規範」に準拠することを基本とし、設計手法や設計計算法等については、電算を一部利用することもあるが、日本の「港湾の施設の技術上の基準・同解説」によることとした。

3-1-2 構造様式の選定

各施設の構造様式の選定にあたっては、中国での施工条件や使用材料の入手の難易、施工経験、施工の確実性等考慮し、極力中国において施工可能な構造様式を選定した。

一定の工事期間に、目的の施設を施工する場合留意すべき主要項目としては、以下の点があげられる。

- ① 使用材料の入手の難易
- ② 施工機材の調達難易
- ③ 施工経験の有無と施工の確実性
- ④ 経済性

設計の対象となる施設は、後述のように岸壁および護岸であり、主な構造様式として考えられるものは、表Ⅲ-3-1の通りである。また、同表に設計対象施設の構造様式について採用の可能性のある組合せを示す。

表Ⅲ-3-1 設計対象施設と構造様式

施設 構造様式	施設	
	岸壁	護岸
① 重力式構造	○	○
② 棧橋式構造	○	×
③ 欠板式構造	○	×
④ 捨石式構造	×	○

○：該当するもの
×：該当しないもの

大規模な工事を短期間で完成させる必要がある場合を前提として、上記の主要項目について比較検討してみると、表Ⅲ-3-2のとおりである。

表Ⅲ-3-2 構造様式の比較

構造様式	重力式	栈橋式	矢板式	捨石式
対象施設 主要項目	岸壁・護岸	岸壁	岸壁	護岸
使用材料の入手の難易	○	△	△	○
施工機械・施工施設の調達 の難易	○	○ (但し斜杭は×)	△	○
施工経験の豊富さと 施工の确实性	○	△	△	○
経 済 性	具体的な断面に対する工費によって比較評価			

○：適している △：普通 ×：一般的でない

表Ⅲ-3-2の結果の他に、港湾施設の計画位置の土質についてみると、第1編2-1-5で述べたように岸壁予定地の基礎岩盤層が浅いため、栈橋構造、矢板構造は適していない。

従って、構造様式は岸壁については、重力式、護岸については、重力式および捨石式について検討し、適した構造を選定する。