

## 第3章 石臼港の現況

### 3-1 港湾施設の現況

#### 3-1-1 港湾施設整備の沿革

石臼港の対外開放港湾としての指定は1980年代始めになされたが、当時の石臼港は漁港に隣接する、内航小型船用の極めて小規模な港湾であったに過ぎず、本格的な開放港湾としての機能の発揮は、1982年～1985年にわたって建設され1986年から稼働を開始した石炭バースに始まる。

このとき、10万t級の石炭バースが2バース建設されており、これについて、1万t級の雑貨バースが1バース建設され、1987年から稼働している。さらに現在木材バースが2バース建設中である。

現在のところ、これらの施設については十分な実績を得る期間を経ていないため、石炭バースはまだ計画取扱能力の水準に達していず、また、雑貨バースについても、雑貨埠頭としての総合的な整備はまだ不十分な状態である。

しかし、優れた地理的条件等を背景に港湾開発整備の進捗は著しく、将来さらに総合的港湾へと発展すべく意欲的な開発構想を策定しているところである。

#### 3-1-2 港湾施設の現況

図 3-1-1参照

##### (1) 係留施設

現状の係留施設については、表 3-1-1のとおり。

##### (2) 水域施設

航路は、石炭バースへの進入航路 ( $d = -15\text{m}$ 、 $B = 200\text{m}$ 、 $l = 2,400\text{m}$ ) 及び雑貨・木材バースへの進入航路 ( $d = -8.5\text{m}$ 、 $B = 120\text{m}$ 、 $l = 3,600\text{m}$ 、現在増深中) がある。航路の水深はいずれも潮位差を利用した入出港を前提として設定されたものである。

泊地は、それぞれの係留施設について所定の水深、面積により停泊、係留泊地、回頭泊地が設けられている(建設中を含む。)。回頭泊地については、航路に準じて潮位差の利用を前提としている。

### (3) 外郭施設

石炭バースについては外海に面しており防波堤に防御されていない。雑貨、木材バースについては、将来背後を埋め立て、埠頭の護岸とすることになるが、現在は約1,300mにわたり捨石堤をなしている。なお、建設中の木材バース先端は石材を鉄筋籠につめた石枠による仮護岸が設けられている。前面は、ドロス状の消波ブロック（工字塊）をおいている。

### (4) 埠頭

石炭バースには、6,000 t/hのシップローダーが2基設置されている。ベルトコンベアで石炭ストックヤードから運ばれた石炭はここで船積みされる。

石炭ストックヤードは、22.5万㎡の面積を有し、120万tの貯蔵能力がある（スタッカー3,600 t/h、3基、リクレーマー3,000 t/h、4基設置）。

既存の雑貨埠頭は、現在奥行き114mあって、12,500㎡の野積場が確保されており、鉄道線1本を引き込んでいる。荷役機械では、水平引込式の岸壁クレーン（10t）1基、フォークリフト（5t）4基が整備されている。

現在建設中の木材バースには、岸壁クレーン（16t）3基、木材用フォークリフト（13～15t）5～6基等の整備が予定されている。

### (5) 臨港交通施設

道路は、幅員9m～15m。

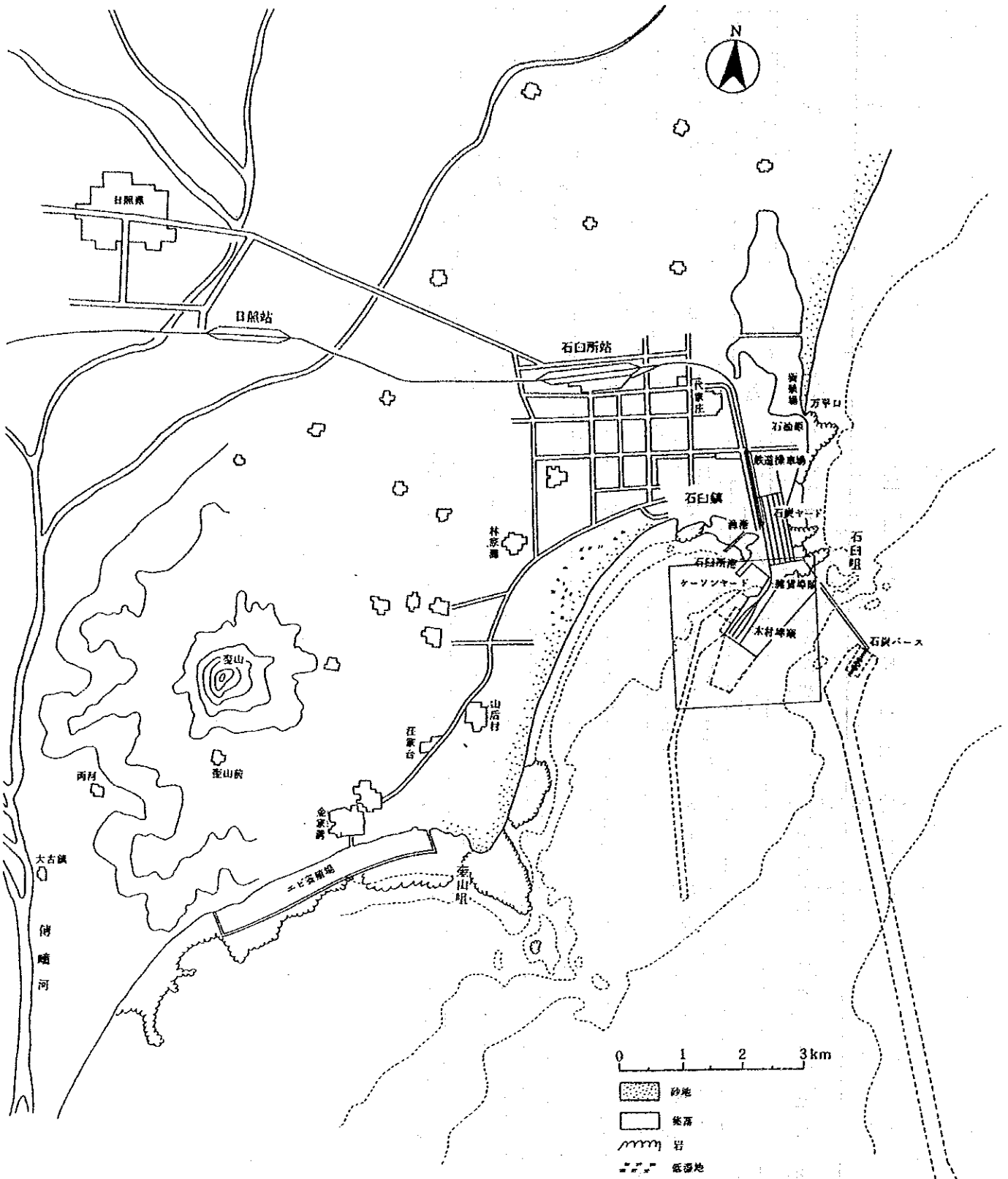
鉄道列車は、石臼駅において鉄道部から引継いでおり、港務局が所管する鉄道部分は現在、石臼駅から操車場まで総延長7kmとなっている。石炭は、分区操車場をへてカーダンパーによりコンベアに移されストックヤードに運ばれる。また、1988年8月には、操車場から雑貨埠頭まで500mの臨港鉄道も整備された。

表3-1-1 現 状 の 係 留 施 設

位置・ コード	係留施設	水深 m	延長 m	対象船型	構造	建設年	エプロン 幅 m	計画取扱貨物		荷役機械
								品目	量	
1	石炭パース(2B)	-17	452	10万DWT	ケーソン基礎 の 棧橋	'82~'85	-	石炭	1,500万t	70tローラー(6,000t/h)2基
2	雑貨パース(1B)	-8.5	220	1万DWT	ケーソン	'85~'86	14	雑貨	20万t	岸壁クレーン(10t)1基 フォークリフト 7台等
3	木材パース(1B)	-9.5	394	1.5万DWT	ケーソン	'89	14	木材	90万t	岸壁クレーン(16t)3基 木材荷役用ローラー13台等
4	木材パース(1B)	-10.5		2.5万DWT	ケーソン	'90	14			
5	作業船溜り	-6.9	102	5,000DWT	ケーソン	'83	14	-	-	-

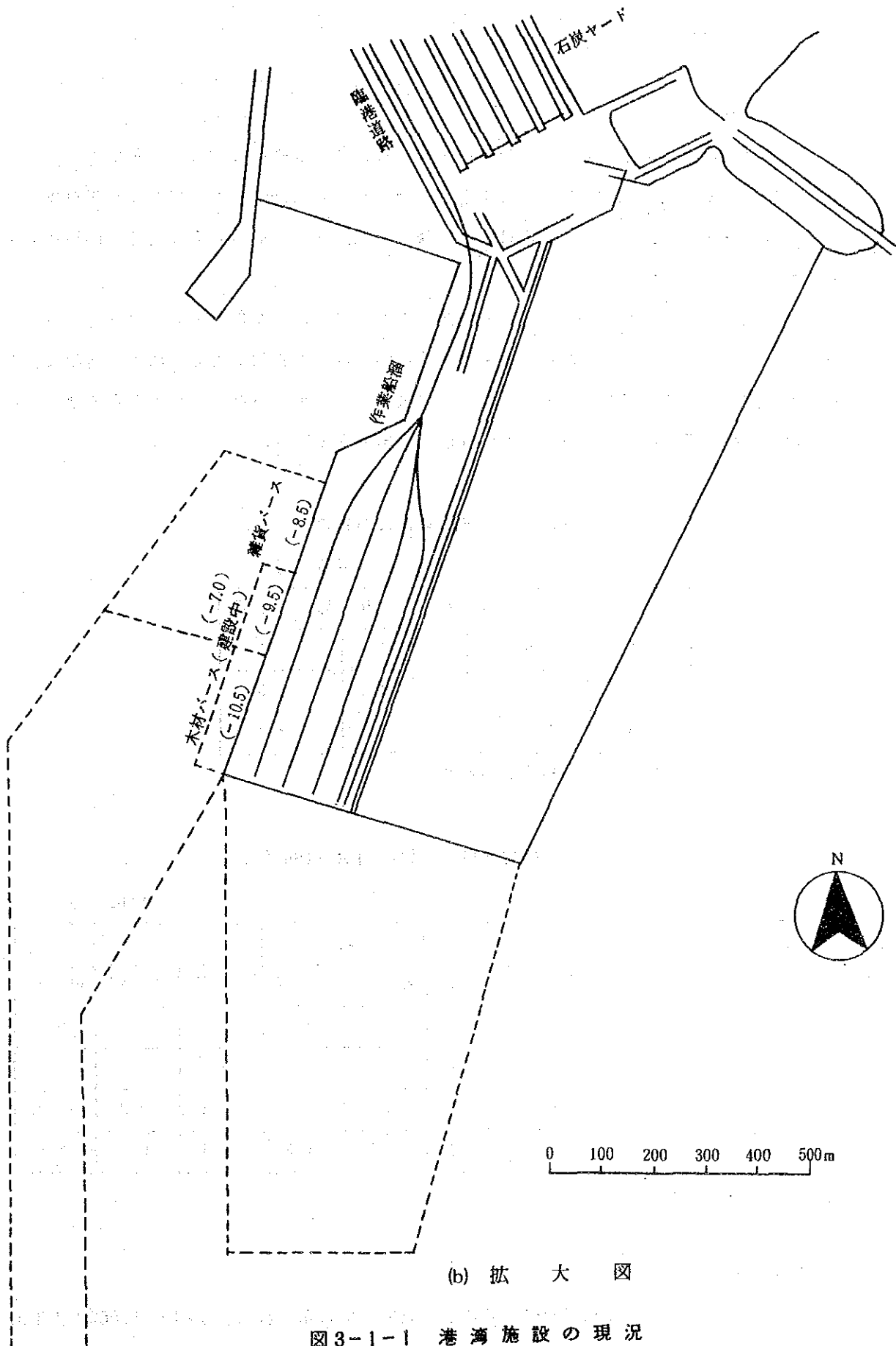
参考 港奥部に石臼所港(山東省所管、3,000DWT、1,000DWT各1パースあり)、瀟港及び石臼港務局所有のケーソンヤードがある。

資料: 石臼港務局ヒヤリングによる。



(a) 全体図

図 3-1-1 港湾施設の現況



(b) 拡大図

図3-1-1 港湾施設の現況

### 3-2 港湾の利用状況

#### 3-2-1 取扱貨物量

石臼港が1986年5月に本格稼働して以来の取扱貨物量の推移を表3-2-1に示す。

大宗貨物である石炭は1988年に720万tと、取扱能力の1,500万tに対しまだ半分程度であるが、順調に伸びてきている。石炭はすべて鉄道で輸送され、その多くは内陸の山西省で産出するものである。

雑貨は1988年の取扱量が22万tであり、品目としては石油、食糧が中心となっている。

(表3-2-2) 1988年8月に臨港鉄道が出来てからは鉄道輸送の貨物が大きく増え、河南省、山西省へと商圏が広がりを見せている。しかし、取扱能力が小さいため、荷主からの量のまとまった貨物取扱要求に応えられないという状況も出てきている。

表3-2-1 取扱貨物量の推移

(単位：万t)

年	総計	石炭	雑貨
1986	262	258	4
1987	441	428	13
1988	742	720	22

資料：石臼港務局提供資料

表3-2-2 雑貨取扱貨物の内訳 (1987年)

(単位：万t)

貨物名称	総計			出港			入港		
	合計	外買	内買	合計	外買	内買	合計	外買	内買
石油	5.6	—	5.6	—	—	—	5.6	—	5.6
食糧	3.4	3.4	—	3.4	3.4	—	—	—	—
その他	4.1	2.5	1.6	3.9	2.3	1.6	0.2	0.2	—
総計	13.1	5.9	7.2	7.3	5.7	1.6	5.8	0.2	5.6

資料：石臼港務局提供資料

#### 3-2-2 利用船舶

現状の雑貨バースについて利用船舶を見ると、表3-2-3に示す様に、すべて6,000t級未満の船舶となっている。

表3-2-3 雜貨パース船型別入出港船舶数 (1987年)

(單位：隻數)

	總計	499t以下	500 ~2,999t	3,000 ~5,999t	6,000 ~9,999t	10,000 ~14,999t	15,000t 以上
雜貨船	27	2	17	4	—	—	—
石油船	24	—	9	15	—	—	—
總計	51	2	26	19	—	—	—

資料：石臼港務局提供資料





## 第 2 部 長期的港灣開發構想



## 第1章 開発整備の基本方針

### 1-1 構想検討の基本的考え方

港湾の開発整備を推進するにあたっては、当該開発整備の計画が長期的視点にたった総合的、かつ効率的な港湾整備の一環として位置づけられるものであることが必要である。よって、本章では、1995年整備計画が将来に向けて適切な開発整備であることを確認するため、石臼港の長期的将来の発展の方向について検討し、長期的港湾開発構想としてとりまとめるものである。

## 1-2 港湾開発の要請と課題

### 1-2-1 要 請

石臼港の開発整備の要請は、次のような背景の中でとらえることができる。

先ず、長期の国土発展の戦略において、中国東部沿岸地域は、全国的な経済発展の基礎として中部、西部の開発にさきがけて、産業構造の改編を図りつつ発展を促進させる地域と位置づけられている。そして、1978年以來の開放政策に沿い、あるいは「2000年工農業生産4倍増計画」等を受けて対外貿易が振興されてきており、貿易バランスの確保、技術水準の向上等を勘案し、経済特別区、经济技术開発区等の新しい政策が打ち出されている。特に、最近は臨海部における工業開発が重視されている。

また、エネルギー政策に関して長期的に多元化し、供給の拡大を図る方向にあるとされているが、まだ、石炭への依存体制は続くものとみられており、その増産が計画されている。

これらにより、中国経済は、将来的に大きく発展することが予想されており、貨物輸送需要も大きく増大することになるものとみられている。

経済の発展のためには輸送基盤の整備は不可欠の条件であるが、現状においては全国的に各交通機関の輸送能力が逼迫している。

全体的に港湾施設も不足しているなかで、石臼港に関しても周辺の港湾が極めて混雑している状況であり、それらを緩和し、より合理的な輸送への対応を図ることが迫られている。鉄道分野においても輸送能力は不足しており、石炭輸送を主体とする兗石鉄道においても片荷輸送を改善し輸送の効率化を図る必要性が指摘されている。

また、石臼港をかかえる地元山東省では、中央政府の政策に呼応した内容の「経済発展戦略」を打ち出しており、日照市もまたそれらの政策に沿い、輸出加工区の建設等を含む将来構想を有するところとなっているが、これらの計画において石臼港は重要な役割を担う位置づけとなっている。

これに対して石臼港は、現在は石炭の積出しを主体とした新設の港湾であるが、石炭の輸送を契機として兗石鉄道が整備され背後圏との鉄道輸送網が整備されつつあること、周辺の沿岸地域の中では比較的港域の水深が深く、大型船を対象とする港湾の開発が可能なこと、新設の港湾であり、背後陸地の市街化も進んでいないため、水陸両面において、一体的に港湾を開発整備することが比較的容易であること等開発上の利点を有している。

以上のような石臼港をとりまく背景の認識に基づき、石臼港の開発整備に対する要請として次の項目をあげることができる。

### ① 背後圏の貨物輸送需要からの要請

さらに増大する輸送需要に対応し、全国的な輸送需給のアンバランスの是正、周辺港湾の輻輳緩和、鉄道輸送の効率化、合理化等に寄与することが要請されている。

石臼港の開発整備により、背後圏の経済発展に伴い増大する輸送需要により拡大方向にある全国的な輸送の需給アンバランスの是正に資するとともに、現在、連雲港、青島港等で取扱われている貨物の一部についてより合理的な輸送手段を提供することになり、あわせて、それらの港湾の貨物取扱能力の逼迫を緩和することが可能となる。また、将来さらに増大すると予想される石炭輸送需要に応えるとともに、現在、石炭輸送に偏っている兗石鉄道の有効活用を図る上からも石炭及びその他の貨物輸送需要に対応しうる石臼港の開発整備が要請されている。

### ② 臨海部工業開発からの要請

一般に港湾の開発整備は、周辺地域の産業を発展させ、地域開発を促進する効果を有している。特に、臨海部の工業開発に対しては、工業用地で発生する貨物輸送需要に量的に応えるばかりでなく、輸送コスト低減等、臨海部での工業立地のメリットを発揮させる点でも重要である。この意味において港湾の開発は、臨海部工業開発の推進ひいては、地域の振興発展に大きな効果をもたらす。日照市の地域開発を図り、さらにその効果を背後圏へ波及させるためには、臨海部の工業開発により企業の集積、産業の振興を図ることが極めて有効であると考えられる。

この観点から、日照市輸出加工区等の臨海部の工業開発と整合のとれた石臼港の開発整備が強く要請されている。

### ③ 都市整備からの要請

背後都市の空間利用との整合に配慮された港湾の開発整備が要請されている。

石臼港の直背後においては、都市開発は未だあまり進展していないが、石臼を中心とした、日照市東部における都市整備の中で都市機能と港湾機能が乖離することなく、有機的かつ調和のとれた関連をもった空間形成を図れる開発整備が要請されている。

## 1-2-2 課題

石臼港のかかえている課題をとらえる観点から、同港の開発整備への要請を踏まえて現状を分析整理すると次のような事項が指摘される。

- ・ 港湾が新しく、かつ取扱貨物が石炭に偏っており、特に雑貨貨物などでは、取扱期間、取扱量両面で実績が乏しい。

- ・ 連雲港、青島港の間に位置する新しい港湾として発展しつつあり、現状においては確固たる背後圏は小さいが、鉄道等の背後輸送手段等の状況からみて、相当程度の背後圏拡大のポテンシャルが見込まれる。そして、実際の背後圏の拡大は周辺の港湾との関係において推移してゆくことになる。
- ・ 直背後の都市的整備は未発達であり、道路、鉄道その他の基盤整備について面的拡がり不十分である。一方で、兗石鉄道から石炭積出バースに至るラインのみが密に開発されている。
- ・ 現状においては、直背後の整備は進んでいないが、臨海部工業開発等港湾開発とも密接な関連を有する構想が急速に展開しつつある。

以上のことから、石臼港がかかえている課題を次のように整理することができる。

#### ① 担うべき港湾機能の的確な把握

現在の中国の輸送基盤整備の状況において、連雲港、青島港等の周辺の港湾の中で新規に開発される港湾として、また、直背後の都市を形成する空間としての港湾として担うべき港湾機能を的確にとらえる必要がある。

#### ② 将来の港湾需要への的確な対応

経済発展の進む中で、石臼港に寄せられる将来の輸送需要を周辺の港湾との関連において、また、関連する構想の進捗状況等の関連において的確に予測し、対応する開発整備を図る必要がある。

#### ③ 段階的發展計画の樹立

長期的展望に基づき、投資規模とその効率性を勘案し、既存施設の有効利用を図りつつ開発整備を推進し、将来の各時点の港湾への要請に応えるべく、適切な段階的發展を図る必要がある。

#### ④ 円滑な港湾活動の確保

石臼港は、現在は取扱貨物が石炭に特化した新設の港湾であり、港湾運営の機構も未だ比較的簡素であるが、今後は開発整備により、港湾全体の規模が急速に拡大していくことになる。その際、石臼港が、港湾への需要に対し十分機能し円滑な港湾活動を確保維持していく必要がある。このためには、組織、体制の拡充整備、管理運営等の港湾活動に従事する人材の確保養成、さらには、港湾関連業務機関の整備調整等は、特に未だ新しい港湾である石臼港にとっては、大きな課題の1つと考えられる。

### 1-3 基本方針

#### 1-3-1 基本方針

前記のような要請と課題の検討のもとに、石臼港の長期的港湾開発の基本方針は次のように設定される。

- ・ 周辺港湾との適切な機能分担を図る。
- ・ 長期的視点にたつ適切な港湾機能の整備と配置を図る。
- ・ 背後圏の経済発展に伴う輸送需要への長期的対応を図る。
- ・ 周辺の自然・経済・社会条件との調和を図る。
- ・ 将来的に適切な整備水準の確保を図る。
- ・ 長期的視点にたち投資効果を踏まえた段階的な港湾の開発を考慮する。
- ・ 既存の港湾整備との整合を図る。
- ・ 環境の保全への十分な配慮を図る。

#### 1-3-2 目標年次

既存の港湾ストックが少ない新設の開発港湾である石臼港の長期的港湾開発構想においては、当港の将来発展の概形が明らかになる程度の長期を展望することが必要と考えられる。

一方、長期的な港湾の開発構想の検討においては、港湾をとりまく背後地域の経済・社会条件の変化ならびにそれらに伴って港湾に要請される機能、規模等の動向について十分検討する必要があるが、将来のそれらの経済社会フレーム等の見通しについては、各種の不確定要因等の関係から自ずと限界がある。以上を考慮して、ここでの長期的港湾開発構想の検討の目標年次を基本的に21世紀初頭におくものとする。

## 第2章 長期的需要動向

### 2-1 背後圏の経済活動の動向

#### 2-1-1 背後圏

石臼港の背後圏は兗石線の沿線を中心にその範囲を急速に拡大しつつあるのが現状である。第3部で述べる1995年を目標年次とする短期の需要予測においてはこれらの傾向を考慮し、山東省の一部（魯南地域）、河南省の一部（豫北地域）及び山西省の一部（晋南地域）を背後圏として設定している。

21世紀初頭における石臼港の背後圏は上記3省の一部に加え陝西省、甘肅省等の一部も含むさらに広い範囲に及ぶものと考えられる。

#### 2-1-2 背後圏の経済活動

各背後圏の経済活動のフレームについては政府機関より正式に公表されたものとしては1990年を目標とする第7次5ヵ年計画のフレームが唯一のものである。また、全国的な経済フレームに関しては第1部第1章で述べた2000年を目標とするいくつかの指標値が示されているが、いずれにしても2000年を越す時期における経済フレームについては未だ系統的情報として公表されたものがない状況である。

従って、港湾の長期的需要については、経済フレームとしては2000年までの経済フレームのトレンドを参考にしつつ、背後圏における経済プロジェクトの動向を考慮しながら検討を行うこととする。

##### (1) 経済フレームの動向

代表的な経済指標である工農業総生産値は1995年の予測の項で示す様に全国平均値で1990年～2000年の平均伸び率を5.3%程度と考えているが、背後圏となる各省の伸び率は一部の省を除いて全国的平均値を若干上回る伸び率が設定されており、2000年を越える21世紀初頭においても同様の伸び率で経済成長が推移すると考える。他の経済指標についても後述される2000年までの平均伸び率と同様程度とする。

##### (2) 背後圏の将来プロジェクト

石臼港の長期需要の動向を検討するに当たって考慮すべき将来プロジェクトとしては大規模製鉄所構想、輸出加工区計画等があげられる。

###### ① 大規模製鉄所構想（参考資料1参照）



中国は2000年までに鉄鋼生産を年間1億トンにまで高める計画があり、そのため新しい製鉄所の建設を検討中である。石臼港は他港に比較し、水深が大きく大型船の寄港が容易である等の利点があり、有力な製鉄所の立地候補地である。地元日照市等においても本構想について検討が進められており、これらの情報をもとに製鉄所の規模としては年間300万t～600万t（300万tは第1期、600万tは最終目標値）程度を想定する。

## ② 輸出加工区計画（参考資料1参照）

産業集積の基盤が脆弱である現状をふまえ、輸出加工区はその整備計画を3段階にわけることとする。当面は2km<sup>2</sup>を対象に整備し、2000年までには8km<sup>2</sup>程度にまで土地を拡張する。また最終的な利用土地面積は20km<sup>2</sup>程度を想定する。

立地産業としては技術集積型と労働集約型に大別されるが、前者の代表的業種としては電子加工関連産業、後者の代表的業種としては木材パルプ関連産業を想定する。

## ③ その他

石臼港の背後圏のうち最も比重の大きい山東省では2000年を目途とする経済発展戦略を策定している。（「山東省情」による。）この戦略によれば2000年の工農業総生産値を1980年の4倍増とすることを戦略目標としており、この目標を達成するために必要な方策が示されている。そのうち、主要な方策をいくつか列挙すると以下の通りである。

- ・農業は山東省経済発展の核である。穀物生産量は350億トン程度を目標とし、経済作物の増産も積極的に推進する。
- ・石炭は○州炭鉱、龍口炭鉱等の開発を中心に年間6,000～8,000万トンの生産を目標とする。
- ・化学工業については石油化学工業に重点をおくとともに、化学肥料は高濃度の複合肥料の生産を積極的に推める。

## 2-2 長期的な港湾への需要動向

### 2-2-1 貨物の需要動向

長期構想の目標年次は21世紀初頭とされているが、ここでは目標年次をおおむね2010年として貨物の需要動向を検討することとする。前述の背後圏の経済活動の動向をもとに石臼港の大宗取扱貨物についての長期的動向を述べると以下の通りである。

#### ① 石炭

○州に大規模炭鉱が開発される計画がある他、石炭埋蔵量が国内第1位の山西省を背後圏にもつことから、石炭は長期的にも最も重要な貨物であり、取扱量も増大するものと考えられる。

#### ② 鉄鉱石

背後圏の鋼材需要の増大に対応し鉄鉱石の輸入も増大するが、特に石臼所における大規模製鉄所の供用が本格的になれば多量の輸入鉄鉱石が必要となり、将来の取扱量の伸びが最も大きい貨物の1つである。

#### ③ 鋼材

現在は鋼材の需要に供給が追いつかず、輸入に頼っているが、大規模製鉄所の生産が開始されれば輸入から輸出の大宗貨物に変化すると考えられる。

#### ④ セメント

セメントは背後圏で最もポテンシャルの高い物資の1つであり、特に臨沂地区はセメント産業に力を入れていることから将来は代表的な大宗貨物になると考えられる。

#### ⑤ 木材

背後圏の木材不足を反映し、輸移入量は着実に増加してゆくと考えられる。

#### ⑥ 化学肥料

将来的には窒素肥料の品質改善を行う他、リン複合肥料の生産を重点的に推進する方針があり、国内生産が増大するための化学肥料の輸入量はそれほど増大しないと考えられる。

#### ⑦ 穀物

背後圏の魯南地区を中心に豊かな穀倉地帯を形成しており、重要な輸出物資として将来とも大宗貨物になると考えられる。

#### ⑧ 非金属鉱石

背後圏の非金属鉱石の埋蔵量は種類、量ともに膨大であり、鉱山の開発に伴いかなりの取扱量の増大が見込まれる貨物である。

#### ⑨ その他貨物

輸出加工区で生産される工業製品を中心に将来かなり急速に取扱量が増大すると考えられ

る。コンテナ貨物については中国における主要港あるいは周辺港湾の動向を考慮の上、その他貨物の30～50%はコンテナ化すると考える。

以上のような大宗貨物の将来需要動向を踏まえて概ね2010年を目途とする貨物需要量を概略的に推計すると以下の通りである。

①石炭、鉄鉱石、非金属鉱石の大宗バラ貨物	約 4,200万 t
②その他の貨物	約 1,300万 t
(合計)	約 5,500万 t

#### 2-2-2 臨海部用地の需要動向

石臼港の臨海部において将来大規模な用地を必要とするプロジェクトとしては前述の大規模製鉄所構想及び輸出加工区計画が上げられる。概ね2010年においては製鉄所の規模は鋼材生産年間 400万 t 程度として約 800ha、輸出加工区は約1000haの用地が必要になると推計される。

## 第3章 海岸線及び水域利用計画

### 3-1 検討の方法

先に述べたように、石臼港は、港湾の開発整備に対し、優れた立地条件を有しており、また、開発の要請が高い港湾であるが、総合的かつ計画的な開発を行うにあたっては、周辺の海岸線と水域の現況の特性を十分把握し、背後都市の中で調和のとれたゾーニング計画を検討し、この全体像の中で港湾の開発を位置づけた上で、長期的な貨物輸送需要の動向の見通しに基づき、物流を担う港湾機能の配置を検討することが必要である。

このため本章では、石臼港近傍沿岸域の現況の自然条件、利用状況及び将来の利用計画等について調査し、これをもとに開発形態やそれに対応する規模、地形的まとまりを考慮して物流機能としての港湾、工業、水産業、環境保全、観光、レクリエーション等について各区域別の開発ポテンシャルを検討し、ゾーニング計画とするものとする。

### 3-2 ゾーニング

石臼港にかかる背後の都市空間におけるゾーニングについては、西側を流れる傳嶮河沿い及び日照駅より北側は、農業開発が進められているところであることなどから、概ね日照駅より南側及び東側の領域を対象領域とするものとする。

石臼港をとりまく周辺海岸線の状況については先にも述べたところであるが、当該領域においては、

- ・ 宍石鉄道及びそれからつながる臨港鉄道が日照駅を経て石臼咀まで貫いており、中心部に石臼駅が整備されている。道路についても鉄道線とほぼ同一方向に走る幹線道路等により交通網が形成されている。
- ・ 現状においては土地利用の程度は全般に低位であるが、石臼駅南西部壘山のふもとまでは、製鉄所及び輸出加工区の立地が予定され、輸出加工区については一部関連基盤整備がはじめられている。
- ・ 一方、万平口以北は、7 kmにわたり良好な天然海岸が続き、干潟としての万平口とあわせて優れた自然環境を有しており、観光、レクリエーションの場としての資源性が高い。
- ・ 壘山咀以西の海岸線は、背後に壘山をひかえた岩礁性の海岸で、前面海域等での養殖漁業とも関連した水産業の振興がさかんである。
- ・ 石臼咀から壘山咀にかけては、延長7 kmにわたり1つの天然の海岸線を形成しており、東端石臼咀付近は、石炭バースをはじめとして港湾整備が進められている。
- ・ 海域は、石臼咀及び壘山咀の両岬付近は海底勾配が比較的急になっているが、他においてはほぼ一様に緩い勾配で沖に向かって傾斜している。

石臼の発展により、将来的には、都市機能の中心が石臼駅近傍に形成されるものと考えられているので、それを中心とした都市空間の有機的な連携等を考慮し、ゾーニング計画を図-3-2-1のとおりとする。

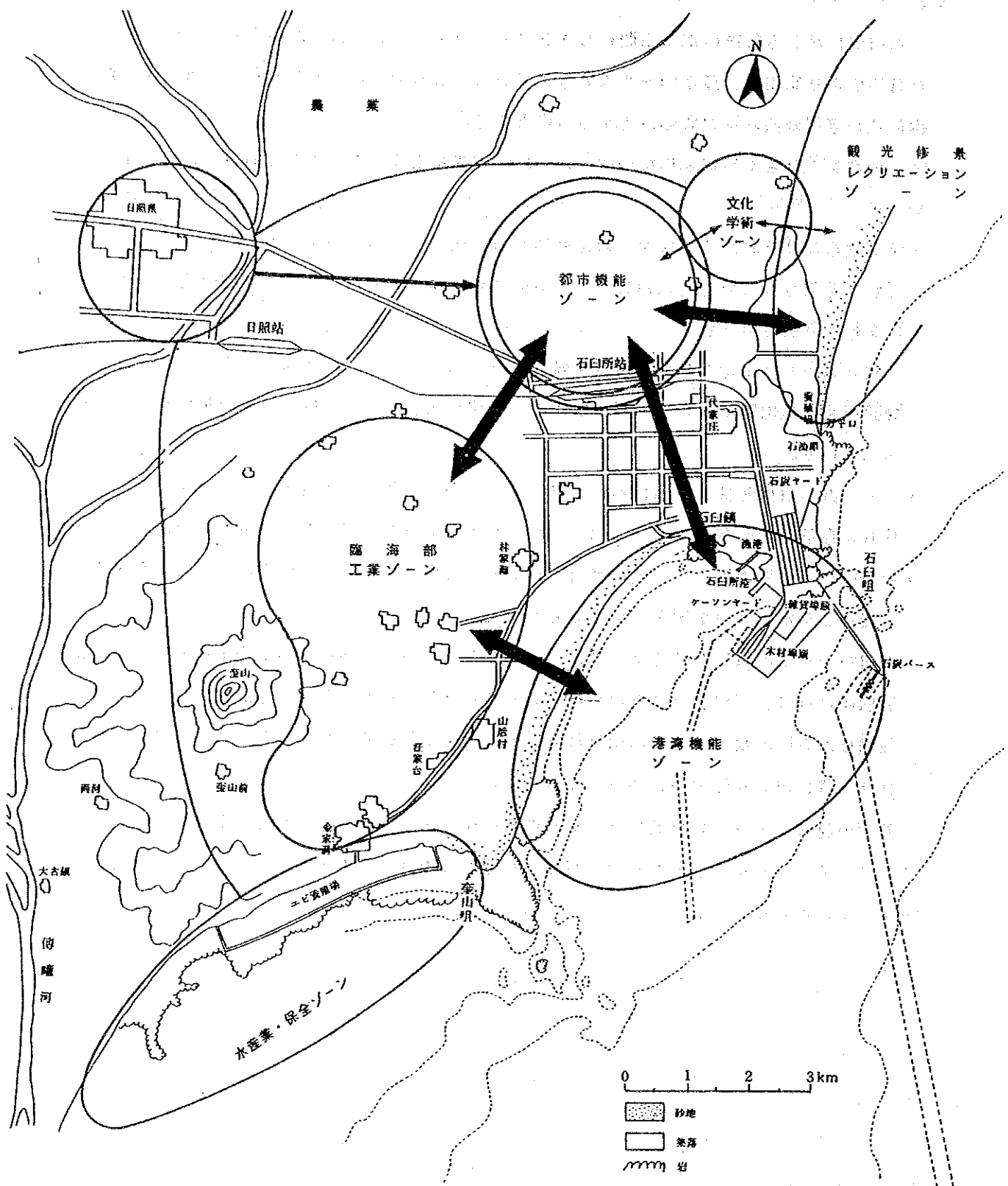


図3-2-1 ゾーニング案

## 第4章 長期的港湾開発構想

### 4-1 主要港湾施設の配置の検討

#### 4-1-1 港湾機能ゾーンにおける機能配置

前章の検討に基づき、つぎに主として物流を担う港湾機能ゾーンにおける機能配置の検討を行う。検討の対象範囲は、現在の港界を考慮して、基本的に万平口咀と壘山咀の間の海岸線及びその前面の海域とする。

この対象範囲をさらに現状の土地利用等における地形的なまとまりを考慮して図4-1-1のように細区分し、細区分された各区域について、

地形条件（海岸地形、水深・海底勾配、波浪条件）、利用条件（土地利用、海岸線・水域利用、道路・鉄道条件）、地盤条件（海底土質条件）、その他（他計画との関連、市街地との関連、環境・景観等）の各項目について分析、整理し、これに基づいて機能配置を検討する。

各区域の特性を整理した結果を表4-1-1に示す。

以上に基づき、検討対象範囲における機能配置を次のように考える。

- ① A、B、C、D、F及びIの区域は、物流を担う港湾機能を整備すべき区域とする。
- ② E、G及びHの区域は、港湾機能ゾーン内における保全的利用を図る区域とする。
- ③ Aの区域は現状の利用形態等を勘案し、海上バースにおいて大型船により石炭及び鉄鉱石の大宗搬貨物を取扱う区域とする。
- ④ Bの区域は現状の利用形態を考慮し、ひきつづき石炭のストックヤード及び次に述べるCの区域等で発生する貨物のための鉄道ヤード等として利用する。このための用地の拡張は基本的に同区域東側海岸線側の埋立によるものとする。
- ⑤ C及びその延長としてのFの区域は、市街地と水域で隔った海域上の埋立地である地形的条件及び鉄道輸送の効率化を考慮して、長期的には背後圏で発生する貨物需要に対応させて、取扱貨物を化学肥料、木材等の特定少数の品目に特化させ、専用的に取扱う埠頭とする。

なお、Fの区域については、上記に加えIの区域の静穏度確保の観点から、埠頭としての利用区域より先においては防波堤の整備を考える。

- ⑥ Iの区域は、直背後の臨海部工業用地及び背後圏から発生する一般雑貨を主体としてA、C、Fで取扱う以外の貨物を取扱う区域とする。
- ⑦ Dの区域は将来とも航路としての利用を図ることを基本とする。

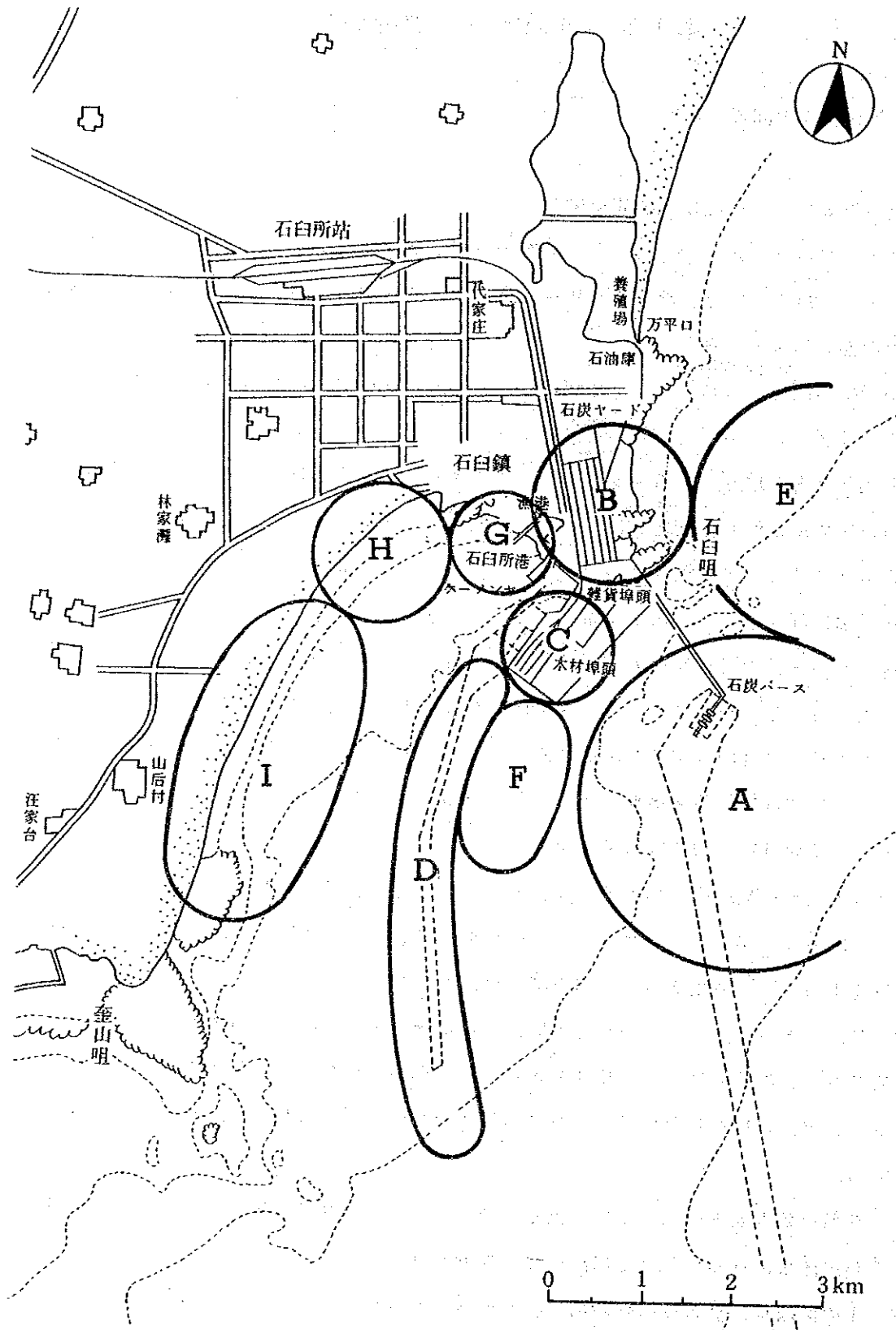


図4-1-1 区域の区分



表 4-1-1 機能配置の検討(区域別の現況及び開発ポテンシャルの検討)

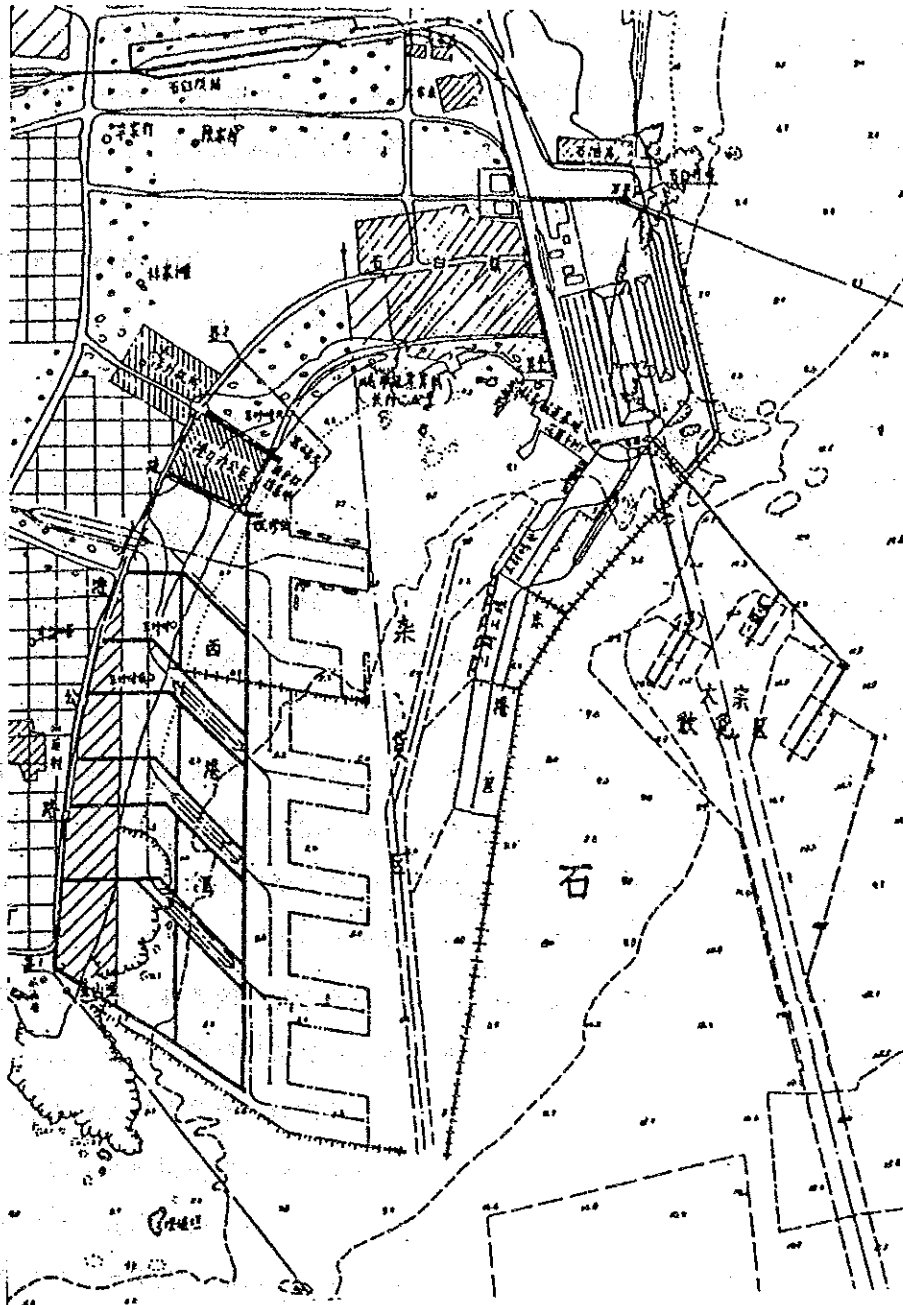
区域	A	B	C	D	E	F	G	H	I
地形条件	岩礁	護岸等	埋立護岸	岩礁	岩礁	護岸等	護岸等	砂浜	砂浜
水深・海況勾配	全般的に大急はないが、比較的	護岸等	埋立護岸	岩礁	岩礁	護岸等	護岸等	砂浜	砂浜
波浪条件	大	-	-	中	大	中	小	小	小
土地利用	港湾(石炭ベース)	港湾(石炭+F等)	港湾(埠頭)	(水面)	(水面)	(水面)	市街地、水産関連工場等	(既利用)	(既利用)
海岸線・水陸利用	港湾(航路泊地)	(A.C.B.に囲まれている)	港湾(泊地)等	港湾(航路)	未利用	未利用	漁港等	海水浴場	自然海岸
道路・鉄道条件	-	整備あり	整備あり	-	-	-	近傍に整備あり	やや遠い	一部量産集積地
地盤条件	○	-	-	○	○	○	△	△	△
その他	他計画との関連	-	-	-	-	-	港湾外の機能が利用	背後に、輸出加工計画、製鉄所(発電所計画を伴う)あり	市街地から比較的離れている
市街地との関連	-	市街地に近い	市街地に近い	-	-	-	市街地に隣接	市街地に近い	市街地から比較的離れている
区域・景観	-	市街地に近い	市街地に近い	-	北側に観光資源として重要な海洋線が疎く	-	市街地に隣接	市街地に近い	すぐれた海岸線
利便性(発展性)	浮束の港湾開発の基礎条件をなす	浮束の港湾開発の基礎条件をなす	浮束の港湾開発の基礎条件をなす	浮束の港湾開発の基礎条件をなす	浮束の港湾開発の基礎条件をなす	浮束の港湾開発の基礎条件をなす	浮束の港湾開発の基礎条件をなす	浮束の港湾開発の基礎条件をなす	浮束の港湾開発の基礎条件をなす
総合	現況に鑑み、同様の方法での利用が考えられるが、防波堤がそのままでの、拡張の確保が再検討	すでに調整に利用現況維持または機能増強	既に利用、港湾需要F区域他の開発次第で取捨貨物の変更(純化)が考えられる	浮束港湾開発が進めば増深、拡張が必要(航路容量の確保)	万平口以北を保全区域とする。港湾開発の投資効率が悪い	Cとの関連において開発優先度は高い。開発規模形態によっては石臼港の形状を規定する区域	港湾の開発により、再開発が検討されるべき区域、市街地に近いことが重要な要素	I, F等の開発により現状の利用は慣れ親しむが、市街地に近い水産業、水産等から物流港湾機能の開発には不適。Cと一体となつた利用の検討をすべき	A, Fとともに開発。Fは広い空間の一体利用が検討できる。背後の工業開発と連動すべきだが、近隣の開発には課題が多い

- ⑧ Eの区域は、港湾機能ゾーンと万平口以北の観光・修景・レクリエーションゾーンとの緩衝区域として現状を維持するものとする。
- ⑨ Gの区域は、港湾における市街地との連携に着目し、石臼港開発全体の中でとらえた再開発を行うべき区域とする。
- ⑩ Hの区域は、市街地に近い港湾空間内に残された貴重な海岸であるので、Iの区域とGの区域あるいは背後市街地の間にある市民の親水性の要求を満たす水際線として保全利用を図る区域とする。

#### 4-1-2 主要港湾施設の配置

石臼港の発展構想については、オーソライズされたものでないが、これまで石臼港あるいは日照市においていくつかの案が示されている。また、今回のプロジェクトの一環としても、厳密な定量的検討によるものではないが、石臼港務局において将来構想が作成されている。これらは、いずれも臨海型の工業を背後に擁する総合港湾を開発整備しようとするものであり、施設配置についてそれぞれ多少の差異はあるものの、基本的コンセプトは共通しているものと見られる。

図 4-1-2は、今回のプロジェクトの関連で港務局が作成した将来構想図である。同図によると石臼港務局の考え方は、本編における前節の機能配置までの検討結果とも概ね合致しているものと見られるが、同図は本編の目標年次よりも、さらに長期の姿を描いているものと考えられる。そこで、以下では、同案についての検証の意味を含めて、21世紀初頭を目標年次とした場合の概ねの開発規模の想定に基づいた主要施設配置案を検討し、ここでの長期的港湾開発構想とすることとする。



資料：中華人民共和国三港湾整備計画調査事前調査団入手資料  
 (中国側提供)からの部分図

図4-1-2 石臼港計画図(石臼港務局作成)

## (1) 係留施設

第2章の長期的需要動向の検討を踏えて、21世紀初頭において必要となるバース規模を推計すると、概ね30～35バース程度になると見込まれる。このうち、石炭、鉄鉱石の大宗散貨物をA区域の海上バースで扱うものとするれば、埠頭の岸壁水際線としては25～30バース程度（バース延長にして、概ね5,500m程度）となる。

対象船型は、海上バースで扱う大宗散貨物については、5～10万DWT級、その他は一部船型の大型化も予想されるが、総じてみて2万DWT級と想定する。

以上をもとに、係留施設の配置について検討する。

① A区域： 石炭、鉄鉱石の大宗散貨物については、対象船型が5、10万DWT級のバースが必要となると見込まれるが、これに対しては、現在の石炭バースを活用するものとし、さらに不足する分について新たに同様の海上大型船バースを整備するものとする。位置としては、現在の石炭バースに連絡する棧橋の余裕、静穏度、水深等を考慮し、現在の石炭バースへの連絡棧橋法線延長上及び西側の海域が適当と考えられる。

なお、現在石炭バースは、開放性の海域に整備され供用されており、上記の配置案の実行可能性についての肯定的な判断材料となっているが、この配置案においては、現在よりやや小さい船型も対象となるとともに、バース数が増えると港区全体としての年間必要稼働日数も増加することになるので、上記の案の適性については、現在のバースの利用状況等のデータに基づき、さらに十分検討する必要があると考えられる。

② C及びF区域： 市街地と海域で隔だっている等の地形的条件、鉄道や道路輸送の利用等を勘案して、木材、化学肥料等の中程度の量の貨物等を専門的に扱うことを計画する。F区域の埠頭としての整備延長については、目標年次の時点においてはI区域の開発要請が高くなると考えられるのでC及びF区域とI区域との機能分担等を考慮しつつ、全体としての開発を考えるべきであることなどから、ここでは将来的に木材、化学肥料等の貨物を扱うことを想定し、バース数としては、目標年次までの間に発生する貨物需要に幅をもって対応しうることも勘案して10バース程度（岸壁延長にして2,000m程度）配置する。岸壁法線については、岸壁前面における静穏度及び水域面積の確保、岸壁の一体的効率的利用を考慮して現在の木材バースの先端から、現在の航路に平行となるように直線上に計画するものとする。

③ I区域： A、C、F区域で扱われる貨物以外の貨物を取り扱う。よって、バース数として15～20バース（岸壁延長にして3,500m程度）を配置するものとする。

I区域における位置及び埠頭の法線形状については、貨物量の見通し、石臼港において必要となる用地と水際線延長の関係、埠頭地区における荷捌、投資規模に対する岸壁整備延長、水域静穏度の確保等を考慮する必要がある。ここでは、中国における港湾の現状等

を勘案して港奥側において突堤式の埠頭を整備する案とする。埠頭前面法線の位置、あるいはスリップの形状についても、海底地質とそれに伴う工費、所要の水域の確保、土量バランス等を考慮して決定すべきであるが、ここではスリップには各3バース、奥に1バース配置する案としスリップ内、突堤前面航路側に余裕を持った水域を確保するようにするものとする。また突堤幅は400M程度と設定するものとする。

## (2) 外かく施設

港内の静穏度を確保するため、F区域の埠頭より先端側に防波堤を配置する。防波堤法線は、目標年次より将来の港湾の発展性を十分踏まえつつ、投資規模等を考慮して、目標年次において必要となる静穏水域を確保するよう設定する必要がある。

石臼港における波浪の波向波高分布特性からみると、I区域については、南端の埠頭のスリップから概ねSEの方向程度まで防波堤が遮蔽していれば、所要の港内静穏度は確保されるものと考えられる。

## (3) 水域施設

① 航路： 基本的に現在の航路を利用するものとし、所要の幅員及び水深を確保するものとする。

目標年次における入港船舶数の合計はA区域の海上バースを利用する大型散貨物船を除いて概ね1,500隻程度と見込まれるので、港内航路は往復航路とする。最大対象船型に対する所要幅員、水深から、港内航路幅員は240M、水深は潮位差を利用しないものとして-11mは確保するものとする。なお、航路の拡幅は、ここでは水深等からみて、現在の航路を東側に広げるものとする。

② 港内泊地： 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型の2倍の円を描ける水域を確保するほか、港内の安全のため港内の水域を十分とるように配慮するものとする。水深は航路と同じとする。

## (4) 臨港交通施設

埠頭に入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必要がある。

① 臨港道路： A、C及びF区域の整備に伴って増加する交通量に対処するため、B区域の臨港道路の機能を増強する。現在の道路は拡幅の余地がないので、新しいルートとしてはB区域東側海岸を埋立て造成した用地上が考えられる。また、G区域の再開発においても道路を整備する必要がある。

I区域からは、背後の工業用地の開発に伴い幹線道路網が形成されるので、それらと埠頭をつなぐ臨港道路を整備するものとする。

② 臨港鉄道： 石炭貨物等の増加に対処するためにB区域東側海岸域を埋立て造成し、こ

このにおいて現在の鉄道ヤードの機能増を図るものとする。

また、西側においてもⅠ区域の埠頭開発に対処して新たに臨港鉄道を敷設して、埠頭との連絡を図るものとする。

以上の検討結果について図示すると、図 4-1-3となる。同図は、これまでの検討経過からも明らかのように、詳しい検討を経たものでなく、地盤条件等の自然条件の把握も不十分ななかで種々の前提のもとで多くの事項について中国の港湾の実情等を勘案しつつ一義的に設定することにより作成したものであり、したがって、長期的港湾開発構想としては、概略の姿を示すものと解すべきであるが、図 4-1-2で示した港務局作成の将来構想と比較してみると、前節で述べたとおり、基本的には後者は前者よりもさらに長期を構想しているものと見ることができ、ここで目標年次とする 21 世紀初頭までの開発プロセスを考察する上では、両者は概ね共通しているとみなすことができると考えられる。



## 4-2 段階開発の検討

図 4-1-3に基づき、目標年次に至るまでの間の段階開発について考察してみると、現時点においても石臼港に対しては背後圏から発生する輸送需要が顕在化しており、この当面の輸送需要に対しては、以下の理由からF区域の開発整備により対応することが最も適切と考えられる。

① C、D区域が現在整備されつつあり、その計画においてF区域の開発が前提となっていること。

② I区域は、背後の交通基盤（特に鉄道）の整備がないこと、前面の水域の静穏度確保が必要なことなどにより、港湾の開発整備に伴う投資規模が大きくなること。

③ 現在の石臼港が、ほとんど石炭貨物に特化しており、一般雑貨をも総合的に取り扱う港湾としての基盤が十分でないため、一挙に以後の大規模な開発を伴うことを前提とすることになる区域から開発することについては、十分慎重な検討が必要であること。

④ これに対し、F区域の開発整備は比較的少い投資で、貨物取扱能力を得ることができること。かつ、ある程度の輸送需要の幅に対して柔軟に対処しうること。

⑤ F区域の先行整備は、I区域の静穏度を向上させることになること。

これに対し、I区域の開発は、背後の臨海工業用地の開発と相呼応するものであり、また、A区域及びB域の開発整備は、背後の臨海工業開発とともに、石炭生産計画に大きく依存するものであるので、現在の情勢においては、F区域の開発につぐべきものと考えられる。なお、いずれも近い将来に開発要請が具体化すると考えられるが、この間G区域の再開発については別途先行的に検討が進められるべきと考えられる。

次に、目標年次を超える将来の港湾開発について若干の考察を加える。

石臼港の長期の目標年次を超えた石臼港の将来の展開については、I区域の南側に大きな開発余地が残されている。図 4-1-2においてもこのエリアの開発が描かれているところである。

しかし、この区域に大規模な港湾開発が要請される時点は、現在の背後圏の経済が大きく発展し、また、石臼港の背後圏自体も拡大している時点であり、この時点には、貨物取扱量が増えるとともに船型も大型化していることが考えられる。したがって、ここで想定している長期を超える将来においては、より沖合への展開を考慮した港湾開発の要請が生ずる可能性があることを想定する必要があると考えられる。これに対し、図4-1-3は、目標年次において、一応クローズするまとまった港湾の姿を示している。これは、石炭バース建設以降の埠頭整備や航路浚渫等の港湾整備のプロセス、現状の中国の財政事情等を考慮した結果であり、現時点においては妥当な結論と考えられる。しかし、長期を超えた将来の港湾の発展を検討する場合には、この点についても考慮する必要がある。特に航路がI区域の前面を横断していることは、将来対応すべき沖合展開の方向とは、相反することになるとも考えられる。ここで目標年次としている21世紀初頭の次の段階の港湾開発に対しては、図 4-1-2のようにI区域の南側を開発し、



F区域の防波堤を延伸する案も考えられるが、さらにその次の段階の港湾の発展性の見方如何によっては、その時点で港湾の将来構想について抜本的に見直す必要があると思われる。

いずれにせよ、ここでの長期的港湾開発構想の検討にあたっては、先に述べたように、経済・社会フレームの設定をはじめとして多くの前提にたっている。

例えば、I区域の海底地質は明らかではないが、ここでは泊地浚渫等に特段の支障はないものとみなしている。しかし、特に北側の方では、浅い層に岩が出る可能性もあると考えられる。その場合には、I区域の埠頭としての開発が相当程度制約されるので、埠頭整備を現案より相対的に南側にシフトする必要が生じる。現案では、F区域の埠頭としての整備延長はある程度のフレキシビリティをもつように考えているが、I区域の開発位置を南側へシフトするとともに、F区域の埠頭としての整備延長を現案より長くし、全体として開発の重心を南側へ移動させる案も代案として考えられる。また、製鉄所の立地などについても、第1部に述べたような状況から、原案のような位置に設定しているが、今後、状況が変化する可能性があると考えられる。したがって、今後の状況の変化に応じて、石臼港を取り巻く周辺の条件、港湾需要の動向の推移等を踏まえた港湾開発の長期構想の検討をあらためて十分に行うことが重要と考えられる。



### 第3部 1995年を目標とする整備計画



## 第1章 整備計画の基本方針

1995年を目標とする整備計画作成の基本方針は、以下のとおりとする。

- ① 石臼港の1995年を目標とする整備計画は、長期的港湾開発構想に至る第一段階の計画として位置づける。
- ② 長期的港湾開発構想に基づき、計画位置は、現在建設中の木材バースの先端側海域とし、次の段階の整備計画のための余地に配慮するものとする。
- ③ 1995年整備計画は、1995年の取扱貨物量に対応した開発計画とし、計画において提案する港湾施設は、貨物量予測に応じた規模と能力をもつものとする。
- ④ 施設整備の計画は、中国の実情に配慮して、技術的、経済的、財務的評価に基づいて行うものとする。

## 第2章 需要予測

### 2-1 需要予測の方針

#### 2-1-1 目標年次

需要予測の目標年次は1995年とする。

#### 2-1-2 背後圏

石臼港は新しい港であり、その背後圏は現在まさに拡大を続けている時期である。兗石線がまだ開通せず、石臼港の雑貨バースも供用していない段階では、石臼港の背後圏となるべき地域においては、そこで生産、消費される物資の大部分は青島港、連雲港といった周辺港湾で取扱われていた。しかしながら、今や兗石線は開通し、石臼港にも本格的な雑貨バースが整備されてきている。

従って、石臼港の背後圏の設定にあたっては周辺港湾との関係及び役割分担を十分考慮しなければならない。

背後圏の設定にあたっては種々の要素を考慮しなければならないが、ここでは特に以下の3点に重点をおき背後圏の範囲の検討を行う。

- ① 輸送費の経済性
- ② 物流の実態
- ③ 行政区画

#### (輸送費の経済性)

輸送手段として考えられるのは鉄道及び道路である。中でも鉄道の役割は非常に大きいと考えられるが、石臼港の場合は1985年に開通した兗石線が背後圏輸送の要である。鉄道輸送を対象に背後圏の各都市と石臼港及びその周辺の港湾への輸送距離を整理、比較したのが図2-1-1及び表2-1-1である。図2-1-1に示される様に背後圏の鉄道は東西に3本の路線が平行して走っているのが特徴である。3本の路線とは青島を起点とする胶済線、石臼所を起点とする兗石線、それに連雲港を起点とする隴海線である。

鉄道輸送距離で判断すると石臼港の背後圏には山東省の臨沂、兗州、泰安、済寧、荷沢の各都市、河南省の安陽、新郷、焦作の各都市、山西省の晋城、長治、臨汾、運城の各都市が含まれることになる。



表 2 - 1 - 1 鐵道距離比較

(km)

港 灣		石 日 港	青 島 港	連 雲 港
背後圈都市				
臨 沂	沂	134	> 134	> 134
兗 州	州	316	549	384
東 庄	庄	442	675	322
泰 安	安	401	464	469
濟 南	南	472	393	540
濟 寧	寧	348	581	416
荷 沢	沢	455	688	523
新 鄉	鄉	631	864	699
安 陽	陽	738	816	806
邯 鄲	鄲	798	756	866
焦 作	作	694	927	762
晉 城	城	754	987	822
長 治	治	863	1,096	931
榆 次	次	974	895	1,169
臨 汾	汾	1,030	1,142	1,068
運 城	城	1,048	1,281	1,076

出典：「全國鐵路時刻表」1988 中國鐵道出版



一方、道路輸送距離について同様の内容をまとめたものが図2-1-2及び表2-1-2である。ただし、道路輸送は短距離区間に限定されるため、ここでは概ね、港から500km以内の範囲について比較している。この比較によれば、山東省の済南市も石臼港への輸送距離が最短になっており、鉄道輸送距離の比較結果とは異なっているが、その他の都市については石臼港が最短距離になる背後圏都市の範囲は両輸送機関で大きな差は見られない。

#### (物流の実態)

石臼港は現在本格的な雑貨バースとしては供用開始後3年が経過したばかりのバースが1バースあるのみである。しかしながらすでに年間20万t以上の雑貨を取扱うようになっており、これらの貨物の背後圏は将来もひき続き石臼港の背後圏と考えられる。

一方、石臼港の背後圏となるべき地域の貨物の一部がこれまで青島港、連雲港等の港で取扱われてきている実態もある。

このため、このような物流の実態を把握し、周辺港湾との関係に十分配慮のうえ背後圏を設定することが肝要である。

#### (行政区画)

行政区画の観点からみれば石臼港は山東省にある港であるから、例えば江蘇省の連雲港との関係で言えば、山東省にある都市はたとえ連雲港への距離が石臼港より短い場合であっても、そこで生産、消費される貨物は石臼港で取扱われると考えるべきであろう。

以上述べた視点に立って背後圏の範囲を検討し、その結果山東省の魯南地域、河南省の豫北地域及び山西省の晋南地域を背後圏として設定する。



表 2 - 1 - 2 道路距離比較

(單位：km)

港 灣		石 臼 港	青 島	黃 島	連 雲 港
背後圈都市					
臨 沂	沂 水	1 4 2	3 1 7	2 4 6	1 4 4
沂 水	庄 州	1 1 5	2 2 9	1 9 8	2 0 9
東 庄	州 寧	2 3 7	4 1 2	3 4 1	2 2 6
兗 州	濟 寧	3 1 2	4 3 9	4 0 8	3 1 4
濟 寧	沂 水	3 4 3	4 7 0	4 3 9	3 4 5
荷 澤	濟 寧	4 5 7	5 8 4	5 5 3	4 5 9
新 泰	濟 寧	2 2 7	3 4 1	3 1 0	2 6 6
萊 蕪	濟 寧	2 7 0	3 2 3	2 9 2	3 0 9
泰 安	濟 寧	3 1 2	3 7 8	3 4 7	3 5 1
濰 城	濟 寧	8 6	1 2 9	9 8	2 1 9
濰 坊	濟 寧	1 7 4	1 8 2	1 7 1	3 0 7
濰 博	濟 寧	2 7 8	2 9 0	2 7 9	3 7 2
濟 南	濟 寧	3 6 9	4 3 5	3 8 7	4 0 8
聊 城	濟 寧	4 4 8	5 1 4	4 8 3	4 8 7

出典：「全國交通營運線路里程示意圖」（第二版）人民交通出版社 1988

表2-1-3は背後圏の概要、図2-1-3は背後圏の範囲を示したものである。

表2-1-3 背後圏の概要

省	城市・地区	人口 (1987) (万人)
山東省 (魯南地域)	・ 枣庄市    ・ 泰安市 ・ 濟寧市    ・ 臨沂地区 ・ 荷沢地区	3,236
河南省 (豫北地域)	・ 安陽市    ・ 鶴壁市 ・ 新郷市    ・ 焦作市 ・ 濮陽市	1,598
山西省 (晋南地域)	・ 長治市    ・ 晋城市 臨汾地区    ・ 運城地区	1,180
(合計)		6,014

出典：「全国分縣市人口統計資料（1987年度）中国地圖出版社

### 2-1-3 関連指標等

需要予測を行うに当たって最も基礎となる社会経済フレームのうち全国的な値についてはすでに第1部で述べた通りであるが、背後圏各省の代表的な指標についてとりまとめたのが表2-1-4である。また表2-1-5は背後圏を構成する市地区レベルの社会経済指標を示したものである。次節以降で述べる1995年の貨物需要の予測はこれらの社会経済フレームにもとづいて行うこととする。

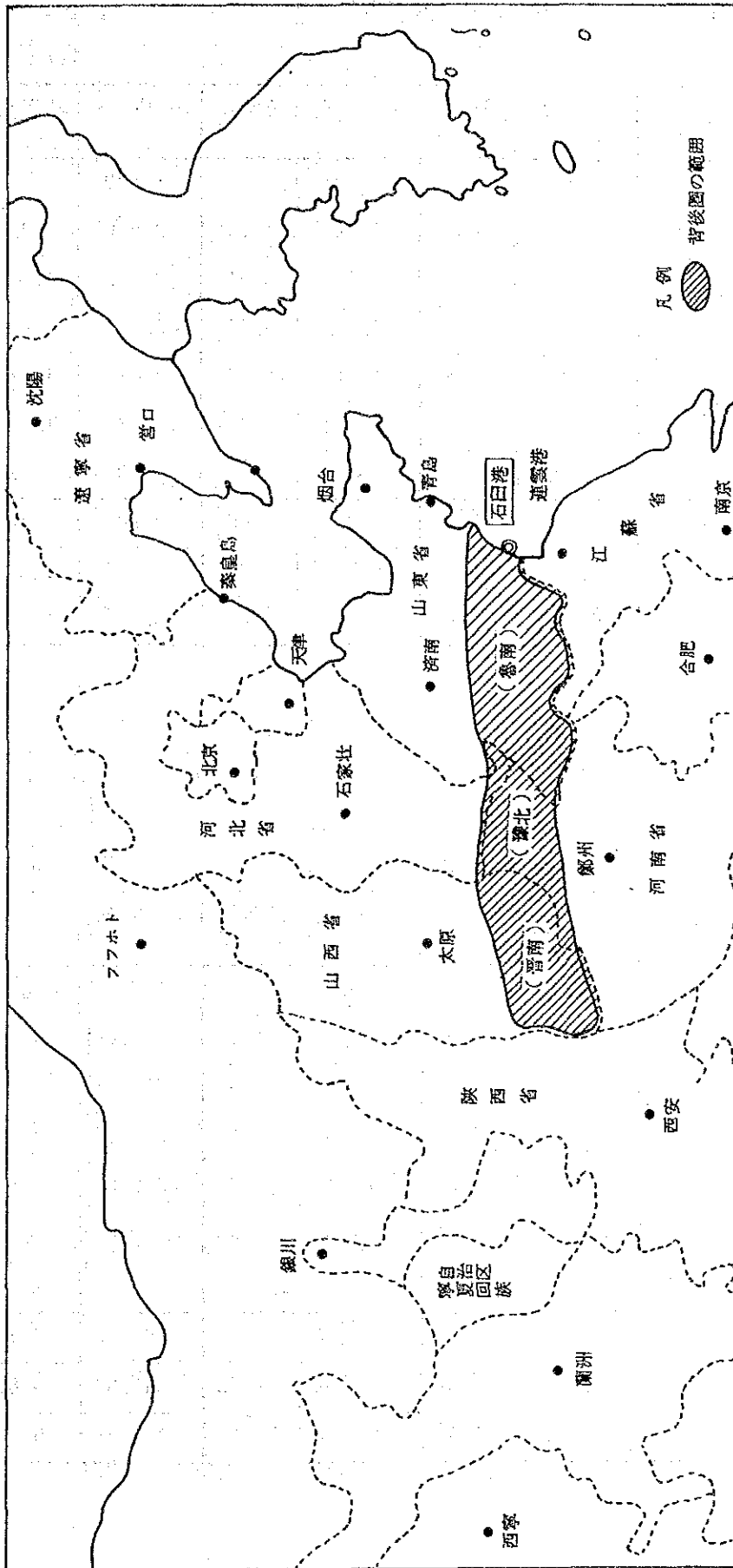


図 2-1-3 石臼港の背後圏

表 2 - 1 - 4 背後圏社会経済指標 (I)

単位：万人

(a) 省別人口数

年	全 国	前年比 (%)	山 東 省	前年比 (%)	河 南 省	前年比 (%)	山 西 省	前年比 (%)
1981	100,072		7,395		7,397		2,509	
1982	101,541	1.47	7,494	1.34	7,520	1.66	2,546	1.47
1983	102,495	0.94	7,564	0.93	7,591	0.94	2,572	1.02
1984	103,475	0.96	7,637	0.97	7,646	0.72	2,600	1.09
1985	104,532	1.02	7,695	0.76	7,713	0.88	2,672	1.04
1986	105,721	1.14	7,776	1.05	7,808	1.23	2,655	1.07
1987	106,793	1.01	7,906	1.67	7,924	1.49	2,689	1.28
1990	111,300	1.39	8,247	1.42	8,274	1.45	2,808	1.46
1995	117,951	1.17	8,752	1.20	8,795	1.23	2,986	1.24
2000	125,000	1.17	9,287	1.20	9,349	1.23	3,176	1.24

(b) 工農業総生産額推移 (1980年不変価格ベース)

単位：億元

年	全 国	前年比 (%)	山 東 省	前年比 (%)	河 南 省	前年比 (%)	山 西 省	前年比 (%)
1981	7490	5.84	543.00		368.00		172.00	
1982	8207	9.57	593.50	9.30	386.00	5.05	197.08	14.58
1983	9046	10.23	666.30	12.27	440.60	13.97	218.68	10.96
1984	10407	15.04	772.80	15.98	491.50	11.55	257.78	17.88
1985	12168	16.92	895.50	15.88	567.40	15.44	285.07	10.59
1986	13349	9.71	999.01	11.56	611.63	7.80	299.61	5.10
1987	15321	14.77						
1990	16770	6.63	1291.00	7.59	800.00	7.11	407.65	7.42
1995	21669	5.26	1719.00	5.89	1018.59	4.95	541.94	5.86
2000	28000	5.26	2288.90	5.89	1296.90	4.95	720.48	5.86

(c) 工業総生産額推移 (1980年不変価格ベース)

単位：億元

年	全 国	前年比 (%)	山 東 省	前年比 (%)	河 南 省	前年比 (%)	山 西 省	前年比 (%)
1981	5456	6.07	367.00		223.00		132.00	
1982	5882	7.81	397.89	8.42	240.64	7.91	147.39	11.66
1983	6540	11.19	442.49	11.21	261.65	8.73	168.05	14.02
1984	7605	16.28	506.24	14.41	299.70	14.54	198.10	17.88
1985	9255	21.70	618.92	22.26	367.39	22.59	230.00	16.10
1986	10338	11.70	721.66	16.60	420.29	14.40	249.09	8.30
1987	12136							
1990	13240	7.42	955.00	9.06	557.00	8.68	337.95	8.00
1995	17336	5.54	1294.89	6.28	739.93	5.84	454.51	6.11
2000	22700	5.54	1755.76	6.28	982.95	5.84	611.28	6.11

(d) 農業総生産額推移 (1980年不変価格ベース)

単位：億元

年	全 国	前年比 (%)	山 東 省	前年比 (%)	河 南 省	前年比 (%)	山 西 省	前年比 (%)
1981	2091	6.46	176.00		144.51		40.36	
1982	2328	11.29	195.61	11.14	145.99	1.02	49.69	23.12
1983	2508	7.76	223.79	14.41	178.91	22.55	50.63	1.89
1984	2816	12.26	266.58	19.12	191.83	7.22	59.68	17.87
1985	2912	3.43	276.55	3.74	200.02	4.27	55.07	-7.72
1986	3010	3.37	277.35	0.29	191.34	-4.34	50.52	-8.26
1987	3185		299.52	7.99	226.46	18.35	49.09	-2.83
1990	3530	3.92	336.00	3.97	243.00	3.97	69.95	4.90
1995	4325	4.15	437.86	5.44	297.20	4.11	86.86	4.42
2000	5300	4.15	570.60	5.44	363.48	4.11	107.84	4.42

出典：「中国統計年鑑 1982～1988」 国家統計局

「第7次5ヵ年計画」 人民出版社

「2000年の中国」 国務院経済社会発展研究センター

表 2-1-5 背後圏社会経済指標 (2)

&lt;1980年不変価格&gt;

城市名称	人 口 (万人)	農業生産額 (万元)	工業生産額 (万元)	工農業生産額 (万元)
山 東 省				
臨沂地区	1,073	375,097	212,591	587,688
東 庄 市	279	89,330	185,825	275,155
泰 安 市	558	155,466	234,933	390,399
濟 寧 市	580	223,143	255,498	478,641
荷 沢 地区	746	286,422	144,520	430,942
小 計	3,236	1,129,458	1,033,367	2,162,825
	(42.4%)	(35.7%)	(22.6%)	(28.0%)
省 全 体	7,637	3,165,800	4,562,446	7,728,246
河 南 省				
安 陽 市	440	139,402	259,062	398,464
鶴 壁 市	111	6,404	46,035	52,439
新 鄉 市	444	47,970	216,712	264,682
焦 作 市	320	46,618	155,612	202,230
濮 陽 市	283	164,268	116,611	280,879
小 計	1,598	404,662	794,032	1,198,694
	(20.1%)	(21.1%)	(21.6%)	(21.5%)
省 全 体	7,933	1,913,400	3,670,000	5,583,400
山 西 省				
長 治 市	276	92,387	164,297	256,684
臨 汾 地区	324	15,528	37,886	53,414
晋 城 市	184	93,866	91,397	185,263
運 城 市	396	13,920	28,419	42,339
小 計	1,180	215,701	321,999	537,700
	(43.8%)	(39.2%)	(14.0%)	(18.9%)
省 全 体	2,691	550,700	2,300,000	2,850,700

(注) 山東省は1984年値を、河南省、山西省は1985年値を示す。

出典：「中国城市統計年鑑 1986」 国家統計局編

「山東省情」 山東人民出版社 1985



## 2-2 取扱貨物量の需要予測

### 2-2-1 予測の方法

- (1) 予測は鋼材、鉄鉱石、化学肥料、セメント、穀物、非金属鉱石及びその他貨物の7品目について行った。
- (2) 予測の手法としては対象品目ごとに背後圏の生産量と消費量の需給バランスを分析し港湾取扱貨物量を予測する手法を基本とした。
- (3) 予測には「中国統計年鑑」、「山東省情」等の出版物、石臼港務局提供資料の他中国側で実施済の実行可能性調査の根拠資料等を基礎データとして用いた。

### 2-2-2 品目別の需要予測

#### (1) 鋼材

鋼材取扱量の予測方法は図2-2-1のフローチャートに示す通りである。なお、フローチャートの中で3省と記述があるのは山東省、河南省、山西省の3省を意味し、背後圏とあるのは魯南地域、豫北地域及び晋南地域の3地域を意味する。フローチャートの手順に沿って、主要な内容について以下に記述する。

#### ① 背後圏の鋼材生産量

3省の鋼材生産量(Y)万tとそれぞれの工業生産額(X)億元との間の相関をとると各省ごとに以下の関係が得られる。

$$\text{山東省} \quad Y = 0.104 X + 35.2 \quad (r = 0.998), \quad Y_{95} = 169.9 \text{万 t}$$

$$\text{河南省} \quad Y = 0.208 X + 8.92 \quad (r = 0.958), \quad Y_{95} = 163.2 \text{万 t}$$

$$\text{山西省} \quad Y = 0.371 X + 26.1 \quad (r = 0.979), \quad Y_{95} = 194.6 \text{万 t}$$

背後圏の工業生産額の対省シェアは現状のシェアをもとに魯南地域20%、豫北地域20%、晋南地域14%と設定し、背後圏の生産量を推計する。

$$1995\text{年} \quad 93.8 \text{万 t} \quad (\text{背後圏全体})$$

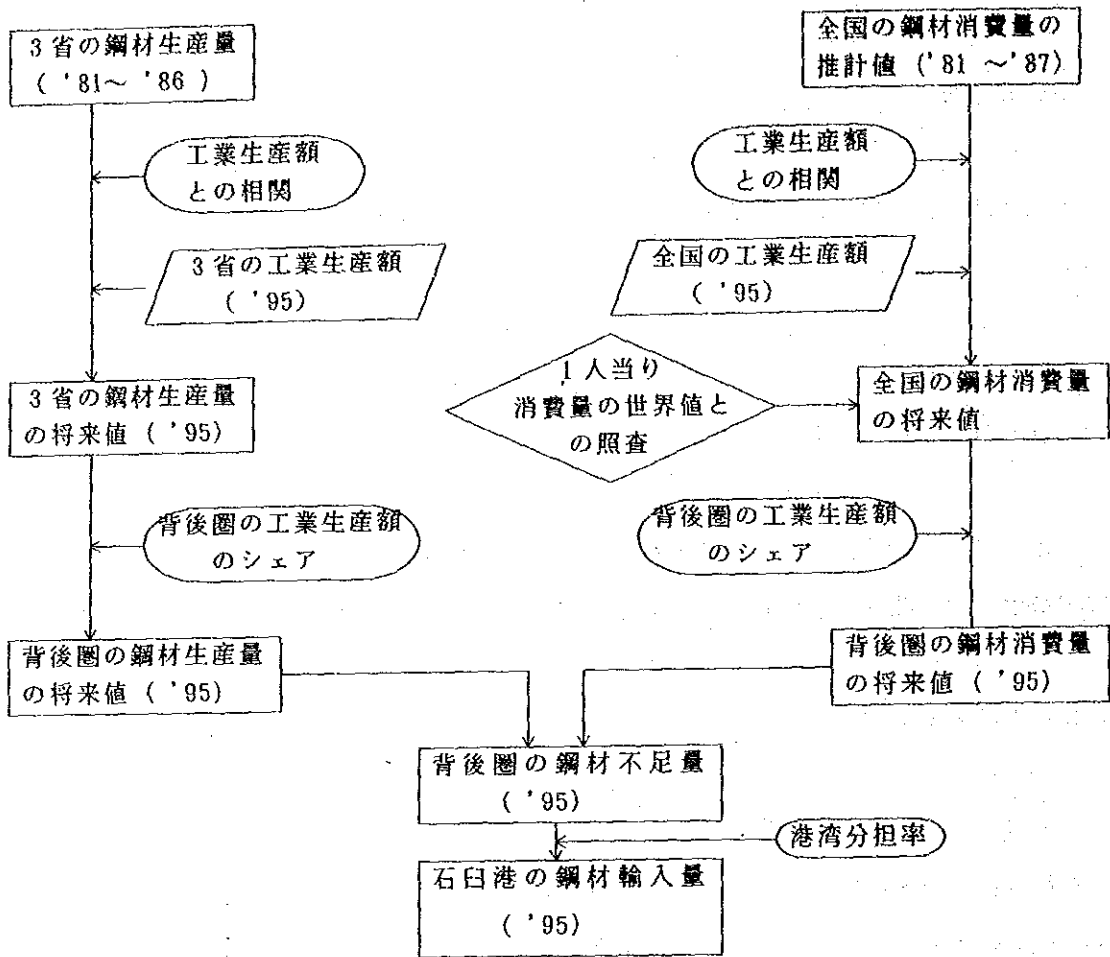


図2-2-1 鋼材の需要予測フローチャート

## ② 背後圏の鋼材消費量

鋼材の消費量を以下の方法により推計する。

$$\text{消費量} = (\text{生産量} + \text{輸入量}) - \text{輸出量}$$

この方法により全国の鋼材消費量 (Y) 万 t と全国の工業生産額 (X) 億元との相関関係を求めると以下のようなになる。

$$Y = 0.446X + 900.7 \quad (r = 0.913), \quad Y_{95} = 8,636 \text{ 万 t}$$

一方、1995年の国民1人当り鋼材使用量を算定すると73.2 (kg/人) となり世界的な鋼材使用の動向からみても妥当な値と考えられる。(図2-2-2参照)

背後圏の鋼材消費量を工業生産額のシェアと考えて推計すると

$$1995 \text{ 年} \quad 213 \text{ 万 t} \quad (\text{背後圏全体})$$

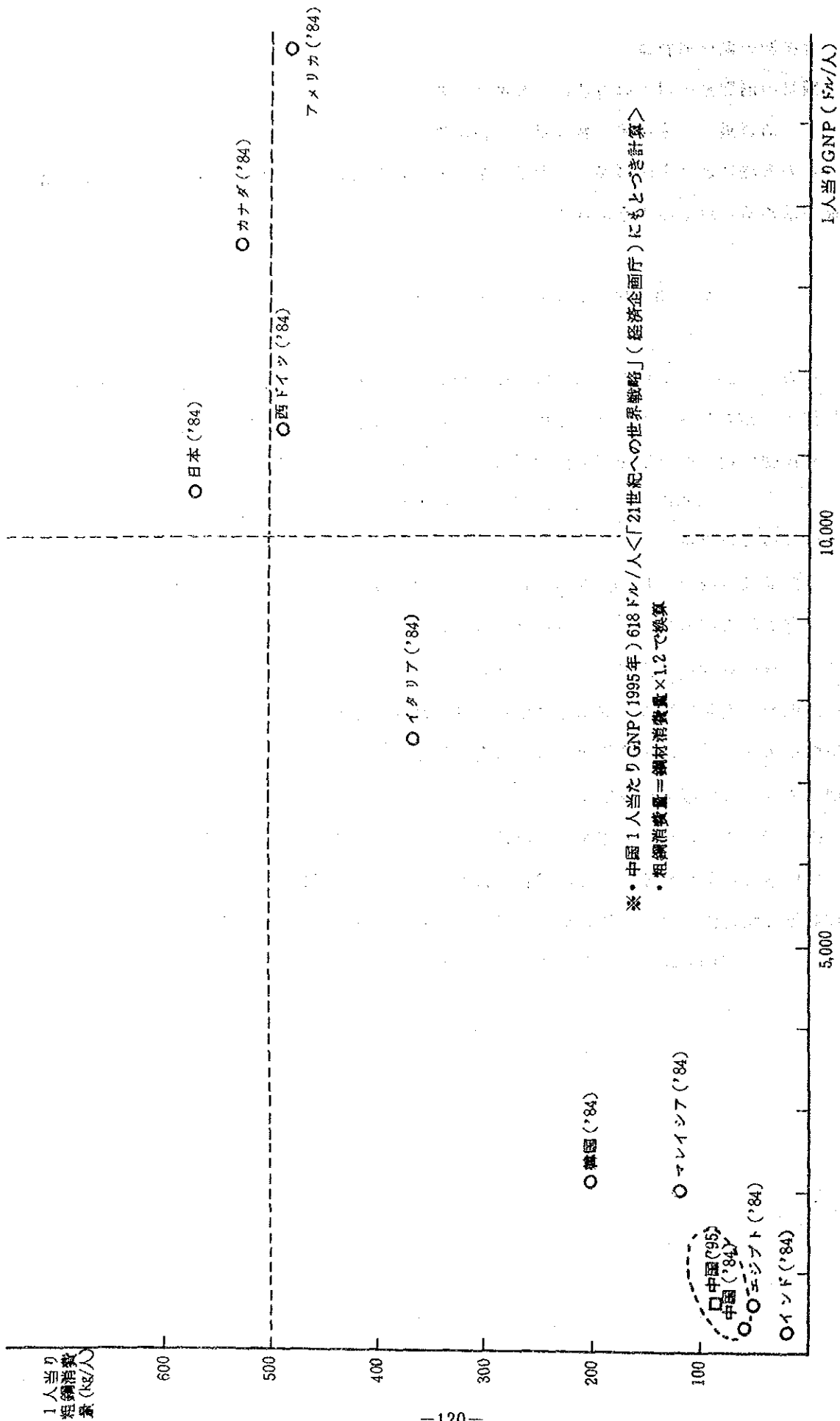
## ③ 港湾取扱貨物量

石臼港は新港であり、既存の物資はすでに周辺港湾への輸送のシステムができていること、背後輸送能力については特に鉄道輸送の場合、その能力の制約も考慮する必要があること、背後圏は鉄道沿線に伸びており石臼港より離れるに従って、すなわち魯南地域より豫北地域、豫北地域より晋南地域が石臼港の輸送分担率が低くなると考えられること等の事情を考慮し、港湾の分担率を概ね魯南地域で40%~60%、豫北地域で10%~20%、晋南地域で5~10%程度に設定する。

①、②で述べた鋼材の生産量、消費量の需給バランスから1995年は背後圏で鋼材が不足していることがわかるが、この鋼材は日本等からの輸入鋼材になると考えられる。

1995年の鋼材輸入量は上述の港湾分担率を考慮し以下の通り推計される。

$$1995 \text{ 年} \quad \text{鋼材輸入量} \quad 35 \text{ 万 t}$$



※・中国 1人当り GNP (1995年) 618ドル/人 <「21世紀への世界戦略」(経済企画庁)にもとづき計算>  
 ・粗鋼消費量 = 鋼材消費量 × 1.2 で換算

資料: 「国際統計要覧」総理府統計局編, 「World Tables」IBRDにもとづき調査団作成

図 2-2-2 世界各国の 1人当り GNP と 1人当り粗鋼消費量

(2) 鉄鉱石

鉄鉱石取扱量の予測方法は図2-2-3のフローチャートに示す通りである。

① 背後圏の鉄鉱石生産量

全国の鉄鉱石生産量 (Y) 万 t と工業生産額 (X) 億元の相関をとると

$$Y = 0.921X + 5,403 \quad (r = 0.997), \quad Y_{95} = 21,367 \text{ 万 t}$$

3省の生産量は1986年の鉄鉱石生産量の実績シェアにもとづき全国値シェアを設定し、さらに背後圏のシェアについては工業生産額のシェアにもとづいて推計する。

$$1995\text{年} \quad 350 \text{ 万 t} \quad (\text{背後圏全体})$$

② 背後圏の鉄鉱石必要量

まず各省の鉄生産量を推計する。各省の鉄生産量 (Y) 万 t と各省の工業生産値 (X) 億元との相関をとると、

$$\text{山東省} \quad Y = 0.209X + 37.8 \quad (r = 0.996), \quad Y_{95} = 308.1 \text{ 万 t}$$

$$\text{河南省} \quad Y = 0.232X + 28.4 \quad (r = 0.985), \quad Y_{95} = 199.9 \text{ 万 t}$$

$$\text{山西省} \quad Y = 1.113X - 4.76 \quad (r = 0.937), \quad Y_{95} = 501.0 \text{ 万 t}$$

鉄鉄のOre Ratio は中国産の鉄鉱石については3.3程度といわれている。また背後圏の鉄鉱石必要量は工業生産額のシェア程度と考えれば1995年の必要量は以下の通りである。

$$1995\text{年} \quad 566 \text{ 万 t} \quad (\text{背後圏全体})$$

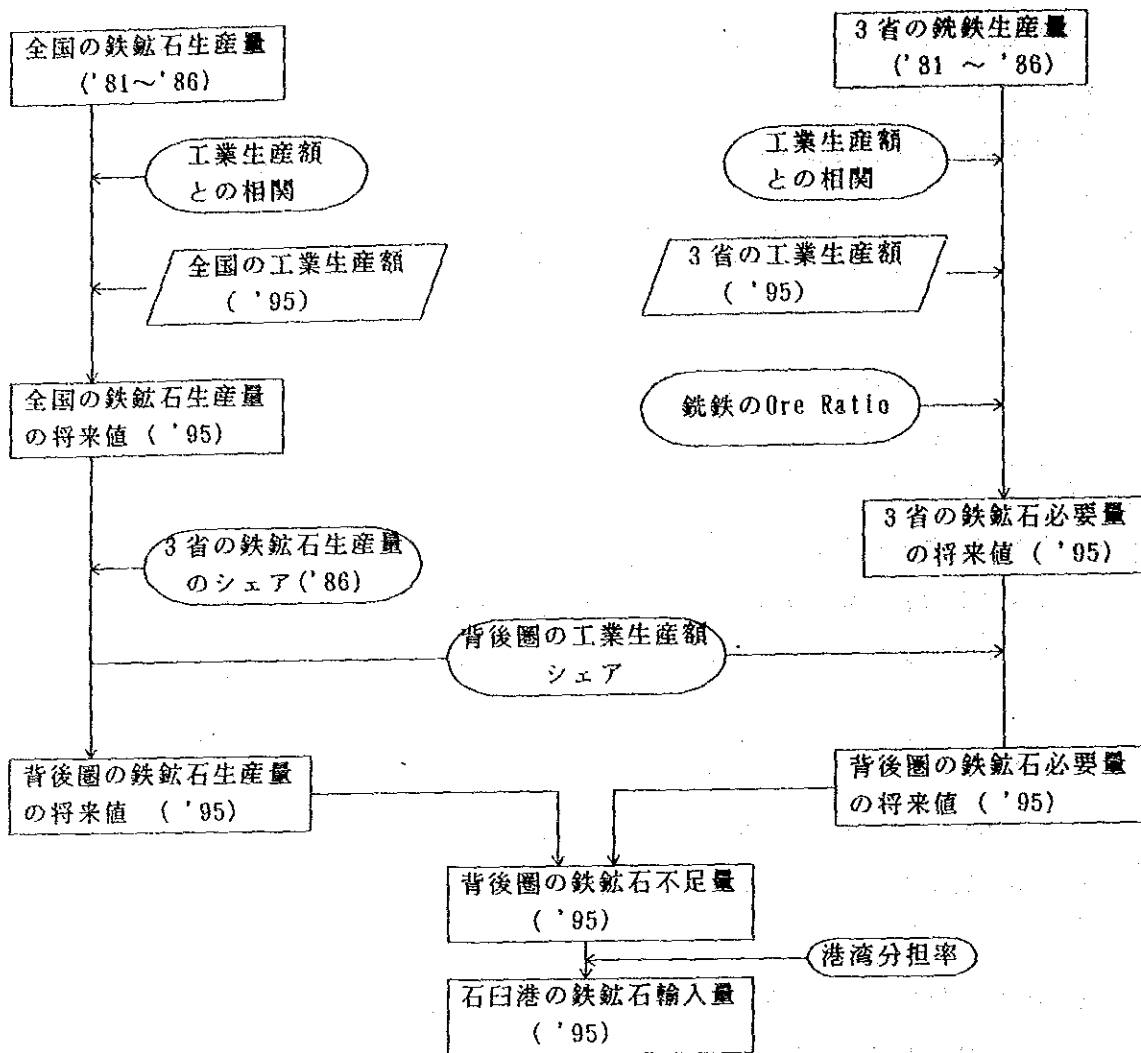


図 2 - 2 - 3 鉄鉱石の需要予測フローチャート

### ③ 港湾取扱貨物量

以上の需給バランスより背後圏において鉄鉱石の不足が見られるがこの不足分は主に海外からの輸入に頼ることになると考えられる。鉄鉱石のFe含有量は中国産の鉱石は比較的小さく輸入鉱石の60%程度といわれている。従って輸入鉱石量の推計に当ってはFe含有量による換算が必要となってくる。これらの要素に港湾分担率を考慮して取扱貨物量を推計すると以下の通りである。

1995年 鉄鉱石輸入量 50 万 t

### (3) 化学肥料

化学肥料取扱量の予測方法は図2-2-4のフローチャートに示す通りである。

#### ① 背後圏の化学肥料生産量

化学肥料生産量については全国値、3省別の値ともに農業生産額との間に相関関係が成立しない。従って生産量については「第7次5ヵ年計画」及び「2000年の中国」等にある目標値をもとに1995年の全国の化学肥料生産量の推計値を2,065万tと設定する。

3省の化学肥料生産量のシェアを1986年の実績程度、すなわち山東省(7%)、河南省(6%)、山西省(3%)と考えれば1995年の3省の生産量は以下のようなになる。

- ・山東省 145 万 t
- ・河南省 124 万 t
- ・山西省 62 万 t

これらの予測値にもとづき工業生産額のシェアを考慮して背後圏の生産量を予測すると

1995年 63 万 t (背後圏全体)

#### ② 背後圏の化学肥料使用量

全国の化学肥料使用量(Y)万tと農業生産額(X)億元との相関をとると以下の通りである。

$$Y = 0.574X + 161.1 \quad (r = 0.982), \quad Y_{95} = 2,645 \text{ (万 t)}$$

3省のシェアを農業生産額のシェア(山東省(10%)、河南省(7%)、山西省(2%))とすれば3省の使用量は次のように推計される。

- ・山東省 268 万 t
- ・河南省 182 万 t
- ・山西省 53 万 t

さらに農業生産額シェアで背後圏の使用量を推計すると

1995年 151 万 t (背後圏全体)

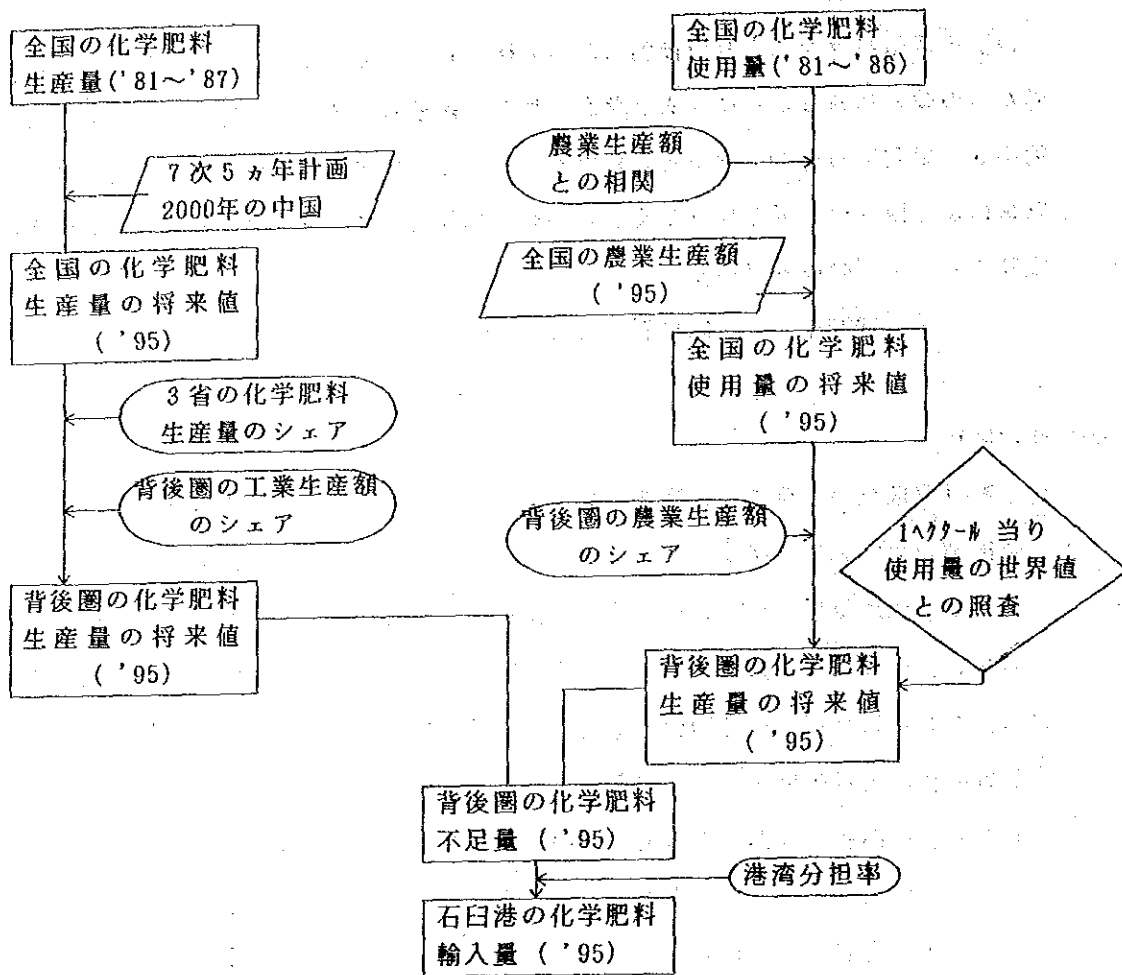


図 2-2-4 化学肥料の需要予測フローチャート

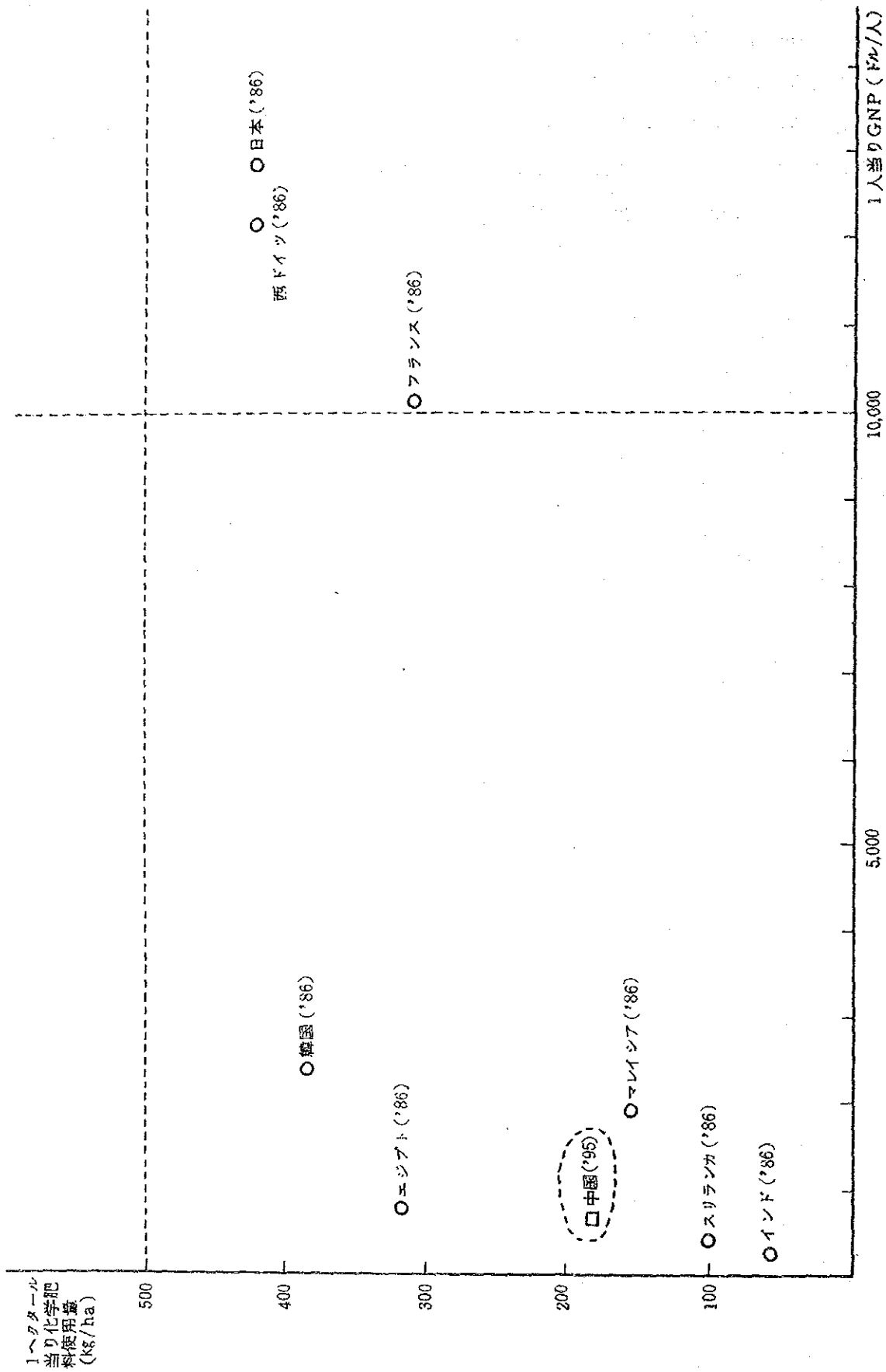


なお、図 2 - 2 - 5 に世界各国の化学肥料使用量の特性がまとめてあるが、この結果をみても1995年の推計使用量は妥当な値を示していると考えられる。

③ 港湾取扱貨物量

背後圏の化学肥料の不足分は輸入により補うことになる。これらの不足分に対する石臼港の港湾分担率を考慮して取扱貨物量を推計する。

1995年 化学肥料輸入量 25 万 t



資料：「Fertilizer Year Book」FAO, 「World Tables」IBRDにもとづき  
資料作成

図2-2-5 世界各国の1人当りGNPと1ヘクタール当り化学肥料使用量

#### (4) セメント

セメント取扱量の予測方法は図2-2-6のフローチャートに示す通りである。

##### ① 背後圏のセメント生産量

3省のセメント生産量(Y)万tと工業生産額(X)億元との間には以下の相関関係がみられる。

$$\cdot \text{山東省} \quad Y = 2.03X - 116.6, \quad Y_{95} = 2,509 \text{万 t}$$

$$\cdot \text{河南省} \quad Y = 2.25X - 53.6, \quad Y_{95} = 1,608 \text{万 t}$$

$$\cdot \text{山西省} \quad Y = 1.96X - 18.4, \quad Y_{95} = 911 \text{万 t}$$

背後圏の生産量は工業生産額のシェアとして背後圏のセメント生産量の将来値を推計する。

$$1995 \text{年} \quad 952 \text{万 t} \quad (\text{背後圏合計})$$

##### ② 背後圏のセメント使用量

セメント使用量を鋼材の場合と同様、使用量 = (生産量 + 輸入量) - 輸出量 から推計し、全国のセメント使用量(Y)万tと工業生産額(X)億元との間の相関関係を求めると次のようになる。

$$Y = 1.725X - 872.7 \quad (r = 0.998), \quad Y_{95} = 29,025 \text{万 t}$$

3省の使用量は工業生産額のシェア程度と考えれば各省のセメント使用量は1995年で山東省 2,031万t、河南省 1,161万t、山西省 580万tと推計され、従って背後圏の使用量は以下のようなになる。

$$1995 \text{年} \quad 759 \text{万 t} \quad (\text{背後圏合計})$$

図2-2-7には世界のセメント使用量の特性をまとめて示しておいた。

##### ③ 港湾取扱貨物量

背後圏ではかなり大量のセメント余剰が見込まれるが、これらのセメントはもっぱら国内の他地域へ移出されると考えられる。前述の生産量、使用量のバランスと港湾分担率を考慮して将来値を次のように推計する。

$$1995 \text{年} \quad \text{セメント移出量} \quad 30 \text{万 t}$$

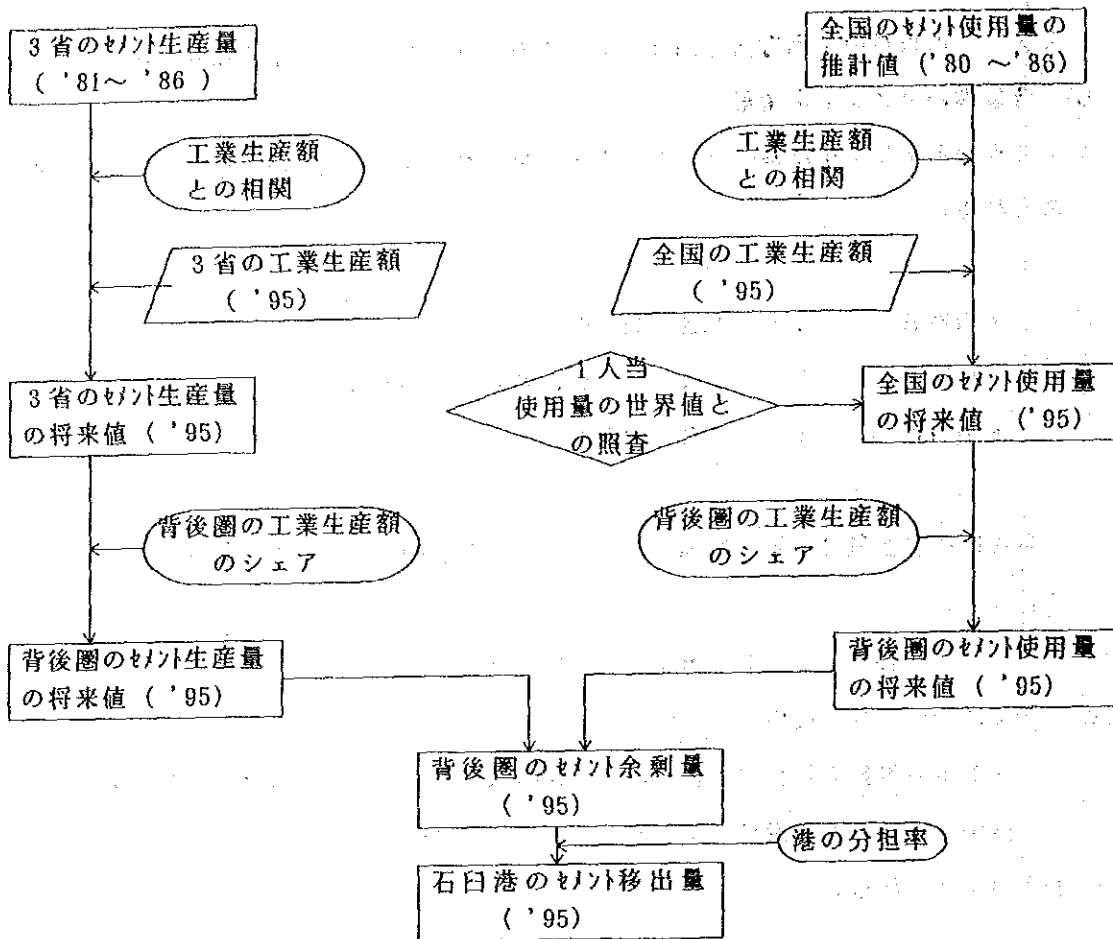
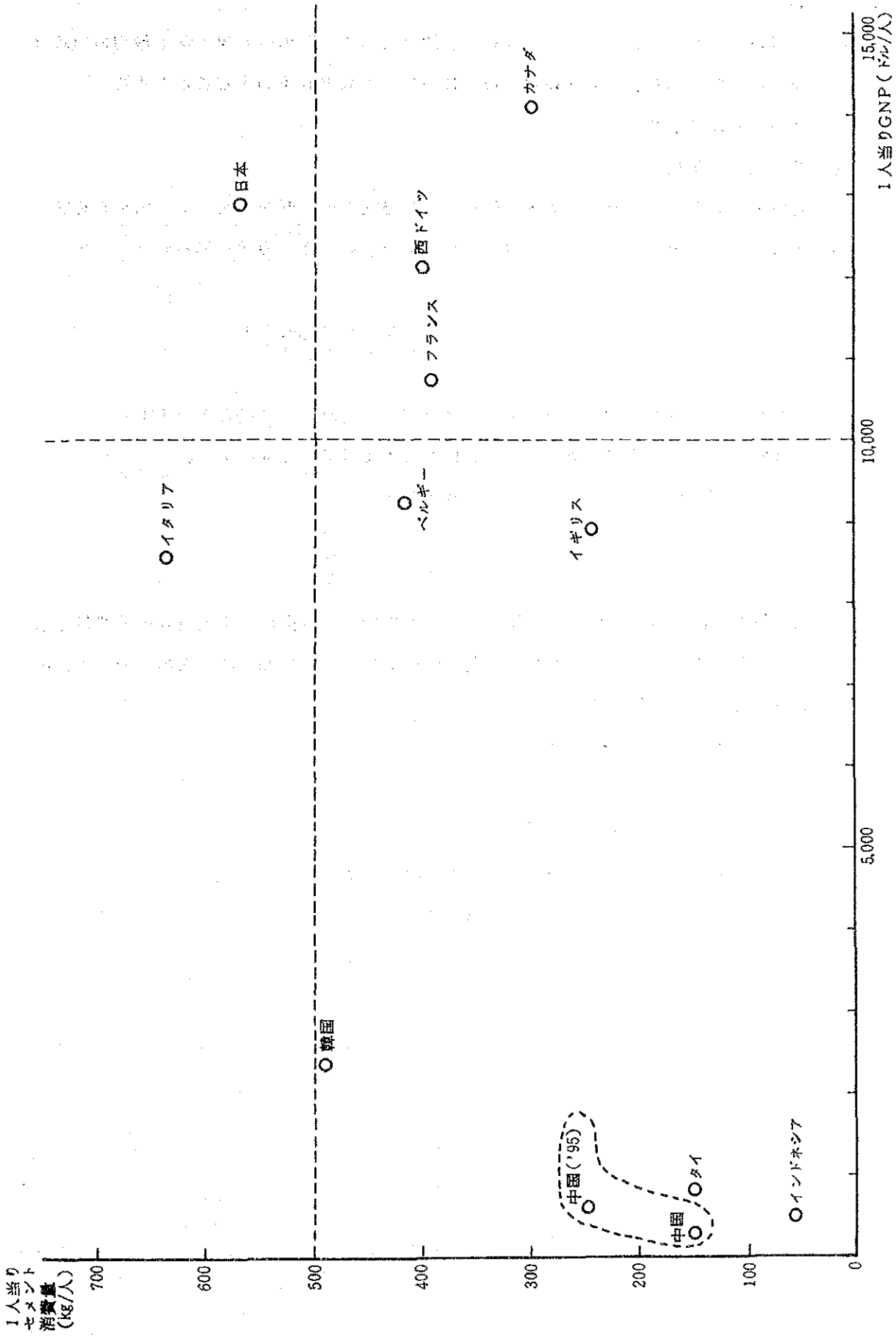


図2-2-6 セメントの需要予測フローチャート



資料：「コンクリート工学」，1989 VOL.27 №.1，日本コンクリート工学協会，「World Tables」IBRDに基づき調査団作成

図2-2-7 世界各国の1人当りGNPと1人当りセメント使用量（1986年）

(5) 穀物

穀物取扱量の予測方法は図2-2-8に示す通りである。輸出の対象となる穀物の内訳はメイズ及びいも類であり、この2種類の穀物についてそれぞれ予測することとする。

(メイズの生産及び消費)

① 背後圏の生産量

各省の生産量(Y)万tと農業生産額(X)億元との相関を検討すると山東省を除く2省については相関は見られず山東省については次のような相関が得られた。

$$Y = 1.92X + 448 \quad (r = 0.905), \quad Y_{95} = 1,290 \text{万t}$$

河南省及び山西省の1995年の生産量はそれぞれ520万t、220万tとする。

背後圏の生産量は農業生産額のシェア程度と考え将来性を推計する。

1995年生産量 645万t (背後圏合計)

② 背後圏の消費量

消費量を  $\text{消費量} = (\text{生産量} + \text{輸入量}) - \text{輸出量}$  から推計し1人当りの消費量を求める。これらの推計値と粗粒穀物の消費特性の分析から、1995年の1人当りのメイズの消費量を次のように設定する。

- ・山東省 100 (kg/人)
- ・河南省 70 (kg/人)
- ・山西省 100 (kg/人)

これらの値にもとづき背後圏の消費量を推計すると

1995年 626万t (背後圏合計)

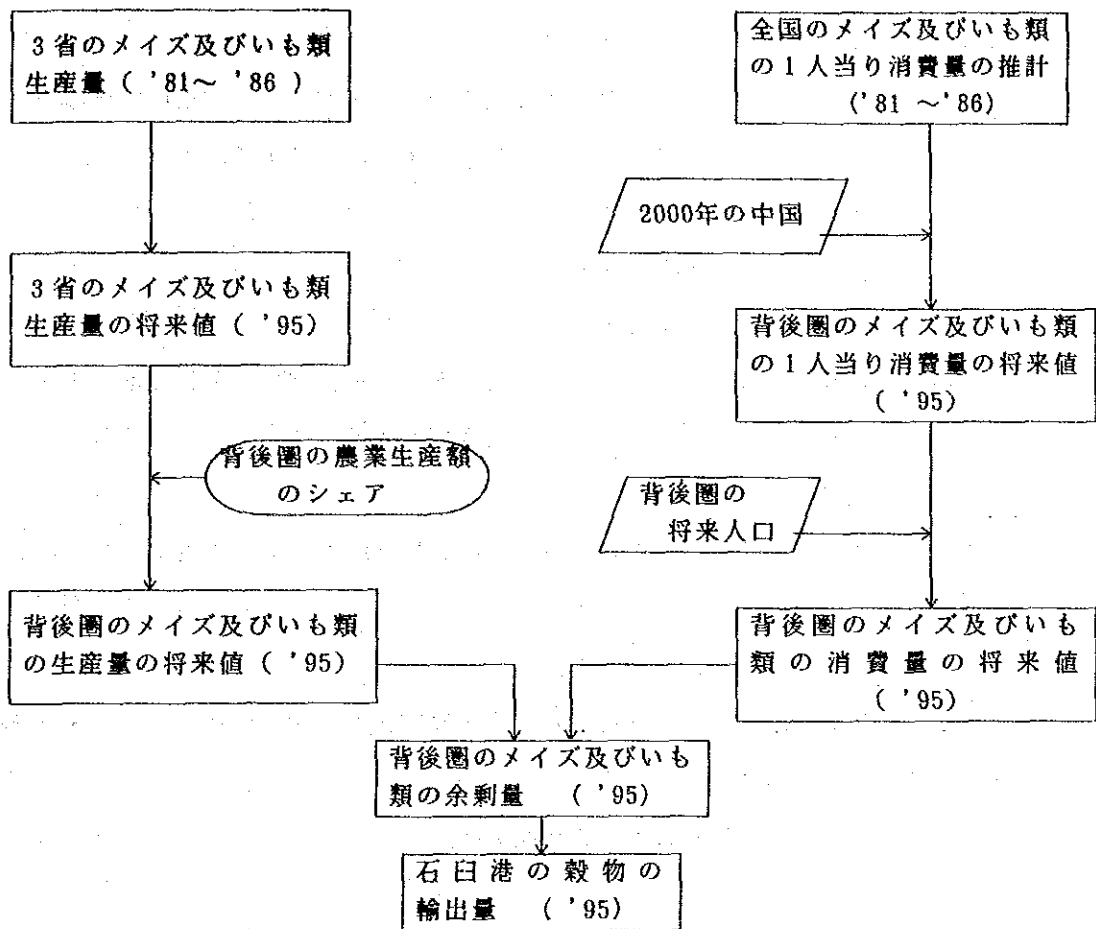


図2-2-8 穀物の需要予測フローチャート

〔いも類の生産及び消費〕

① 背後圏の生産量

1981～1987年の各省ごとのいも類の生産量を分析し各省ともほぼ横ばいの傾向があることを考慮の上、各省の1995年の生産量を以下のように設定する。

- ・山東省 450 万 t
- ・河南省 250 万 t
- ・山西省 60 万 t

背後圏の生産量は農業生産額のシェア程度と考え、背後圏の生産量を推計する。

1995年 232 万 t (背後圏全体)

② 背後圏の消費量

「2000年の中国」によればいも類の将来の消費量は以下のように設定されている。

- ・1990年 27 (kg/人)
- ・2000年 25 (kg/人)

これから1995年の1人当り消費量を26 (kg/人) とする。この値にもとづき背後圏の将来人口を考慮の上消費量を推計する。

1995年 177 万 t (背後圏全体)

〔穀物全体の取扱量〕

メイズ及びいも類の需給バランスの検討の結果、かなりの余剰量が見込まれるがこれらは輸出用として取扱われると考える。港湾分担率を考慮の上、穀物取扱量を推計すると次のようになる。

1995年 穀物輸出量 50 万 t

(6) 非金属鉱石

非金属鉱石についてはアルミナ、石コウが主であるが、中国側調査による1985年の魯南地域及び豫北地域の輸出量の実績にもとづき輸出量の伸びを魯南地域については10%、豫北地域については5%と設定し、将来取扱量を推計する。

1995年 非金属鉱石輸出量 15 万 t

(7) その他貨物

その他貨物の予測に当っては周辺港湾の1980～1987年のその他貨物の取扱実績を考慮した。これらの実績によれば



・ '80～'87の取扱貨物量の平均伸び率 34.3%

・ '81～'86の背後圏工農業生産額平均伸び率 12.1%

従って取扱貨物量の工農業生産額に対する弾性値は 2.8程度である。1987年の石臼港におけるその他貨物の取扱実績 9.7万 tをベースに工農業生産額伸び率'85～'90(7.4%)、'90～2000(6.0%)を考慮して弾性値 3.0として取扱貨物量を推計すると全体で40万 tとなる。

外内貿、出入の別については外貿量は内貿量の倍程度、すなわち外貿27万 t、内貿13万 t程度と考える。なお、外貿27万 tのうち15%程度の4万 tはコンテナ貨物になると予測する。

但しそのうち2万 t程度が石臼港を經由し、残り2万 tは陸上で青島港等に輸送されると考える。

### 2-2-3 貨物量需要予測の結果

以上述べてきた需要予測の結果をまとめたのが表2-2-1である。石臼港は新しい港湾であり、周辺には既に本格的な港湾があることや背後アクセスの能力あるいは整備状況等を勘案し、この需要予測においては、背後圏の持つ貨物の潜在能力から考えてかなりおさえめの値で予測している。

貨物量需要予測の結果のうち主要な点を列挙すると以下のとおりである。

- ① 1995年の全体取扱貨物量は 245万トンである。外内貿の別では80%強の 202万トンが外貿であり、内貿は43万トンにすぎない。出入の別については両者ほぼ同程度の量となっている。なお、外貿では入、内貿では出が卓越している。
- ② 品目別の貨物量についてみると、取扱量が特に卓越した貨物はなく7種類の貨物がほぼ同程度であるのが特徴である。
- ③ コンテナ貨物については、1995年ではまだ本格的なコンテナ化の段階には到らず、青島港との競合関係もあるため2万トン程度の貨物推計にとどめた。

表2-2-1 に示した貨物需要量をもとに次章以降の港湾計画の検討をすすめることとする。

(なお、中国では、バース数、ヤード面積、荷役機械数量等の規模を決定する前提となる港湾計画上の貨物需要量(需要予測値)とは別に、考核運量と呼ばれる、港務局が当該埠頭において取り扱うべきとされる貨物量を設定する。この考核運量は、第9章で紹介するところの、能源交通重点基金の基本額の算定の基準となる貨物量であるため、一般に、考核基準値<需要予測値となるように設定される。

今回の計画に係る埠頭については、中国側では、貨物需要量の変動性を考慮して、需要予測値 245万トンに対して上記考核運量を 220万トンに設定したい意向である。)

表 2 - 2 - 1 1995年取扱貨物量

(単位：万トン)

取扱貨物		外 貿	内 貿	合 計
鋼 材	出	0	0	0
	入	35	0	35
	計	35	0	35
鉄 鉱 石	出	0	0	0
	入	50	0	50
	計	50	0	50
化学肥料	出	0	0	0
	入	25	0	25
	計	25	0	25
セメント	出	0	30	30
	入	0	0	0
	計	0	30	30
穀 物	出	50	0	50
	入	0	0	0
	計	50	0	50
非金属鉱石	出	15	0	15
	入	0	0	0
	計	15	0	15
その他貨物	出	15	10	25
	入	12	3	15
	計	27	13	40
合 計	出	80	40	120
	入	122	3	125
	計	202	43	245

## 第3章 港湾計画

### 3-1 対象船型の検討

貨物の需要予測の結果、1995時点で石臼港において取扱われる貨物は鋼材、鉄鉱石、化学肥料、セメント、穀物、非金属鉱石及びその他貨物となっている。さらに、このうちバラ貨物として扱われるのは鉄鉱石、非金属鉱石の2品目のみであり、それ以外の貨物は袋詰等のいわゆる雑貨の状態では取扱われると考えられる。従って、ここでの船型の予測は鉄鉱石及び非金属鉱石を扱うバラ貨物船とそれ以外の貨物を扱う雑貨船に大別して検討を行うこととする。

#### 3-1-1 バラ貨物船

図3-1-1は世界のバラ貨物船について船型ごとの隻数分布を示したものである。この図からも明らかなように世界のバラ貨物船の趨勢からみれば2万DWT～8万DWTの船舶が主である。また図3-1-2はバラ貨物船の建造実績の経年変化を示したものであるが、この図からは世界的にはバラ貨物船の大型化が進んでいる傾向がみられる。

一方図3-1-3、3-1-4は中国のある主要港に入港している鉄鉱石船及び非金属鉱石船の船型分布を示したものであるが、これらの図からは2万DWTあるいは3万DWT以下の船舶が主となっている傾向が明らかである。

石臼港のバラ貨物船を検討するに当たって、まず非金属鉱石船については近海への輸出が中心であり、図3-1-4から判断しても対象船型として2万DWTを考えておけば十分とおもわれる。次に鉄鉱石船については、背後圏の鉄鉱石は主として青島港を通じてオーストラリア、東南アジアから輸入されているが、1995年の取扱予測量も50万t程度であり、青島港を通じて背後圏に供給される鉄鉱石の一部を分担することになる。従って青島港との機能分担として石臼港は東南アジア等の近海から比較的小型の専用船で輸入される鉄鉱石船を分担し、大型船はひきつづき青島港に入港することを設定し、石臼港の対象船型は2万DWTを考えることとする。

以上よりバラ貨物船の対象船型は2万DWTとする。また平均船型は1.6万DWTとする。

#### 3-1-2 雑貨船

図3-1-5は世界の雑貨船の隻数分布、図3-1-6は建造実績の経年変化を示したものである。特に図3-1-6は0.2万DWT以下の船舶の建造実績は顕著な減少傾向にあり1.5万DWT～2万DWTが主体になっている傾向を示している。

また同図から雑貨船が2万DWT以上に大型化する傾向は小さいと考えられるがこれは図3-1-7に示すコンテナ船の大型化と表裏の関係にあると思われる。

また図3-1-8は周辺港湾に入港する雑貨船及び鋼材船の船型別隻数分布を示したものであるが、この実績をみても、1.5万DWT以下の船舶が全船舶の80%弱を占めていることがわかる。この周辺港湾に入港している船舶が石臼港にも将来入港すると考えられるので、こゝまで述べた理由により雑貨船の対象船型は1.5万DWTと設定する。平均船型については周辺港湾の実績等を参考に1.2万DWTとする。

### 3-1-3 貨物の積載率

船種については上述のようにバラ貨物船と雑貨船に大別したが貨物の積載率については貨物により変動が見られるのでこの点を考慮する。積載率は中国側が実施した現地調査の結果を参考に以下のように設定する。

・バラ貨物船	鉄 鉱 石	(90%)
	非金属鉱石	(70%)
・雑 貨 船	鋼 材	(50%)
	化学肥料	(80%)
	セメント	(70%)
	穀 物	(80%)
	その他貨物	(35%)

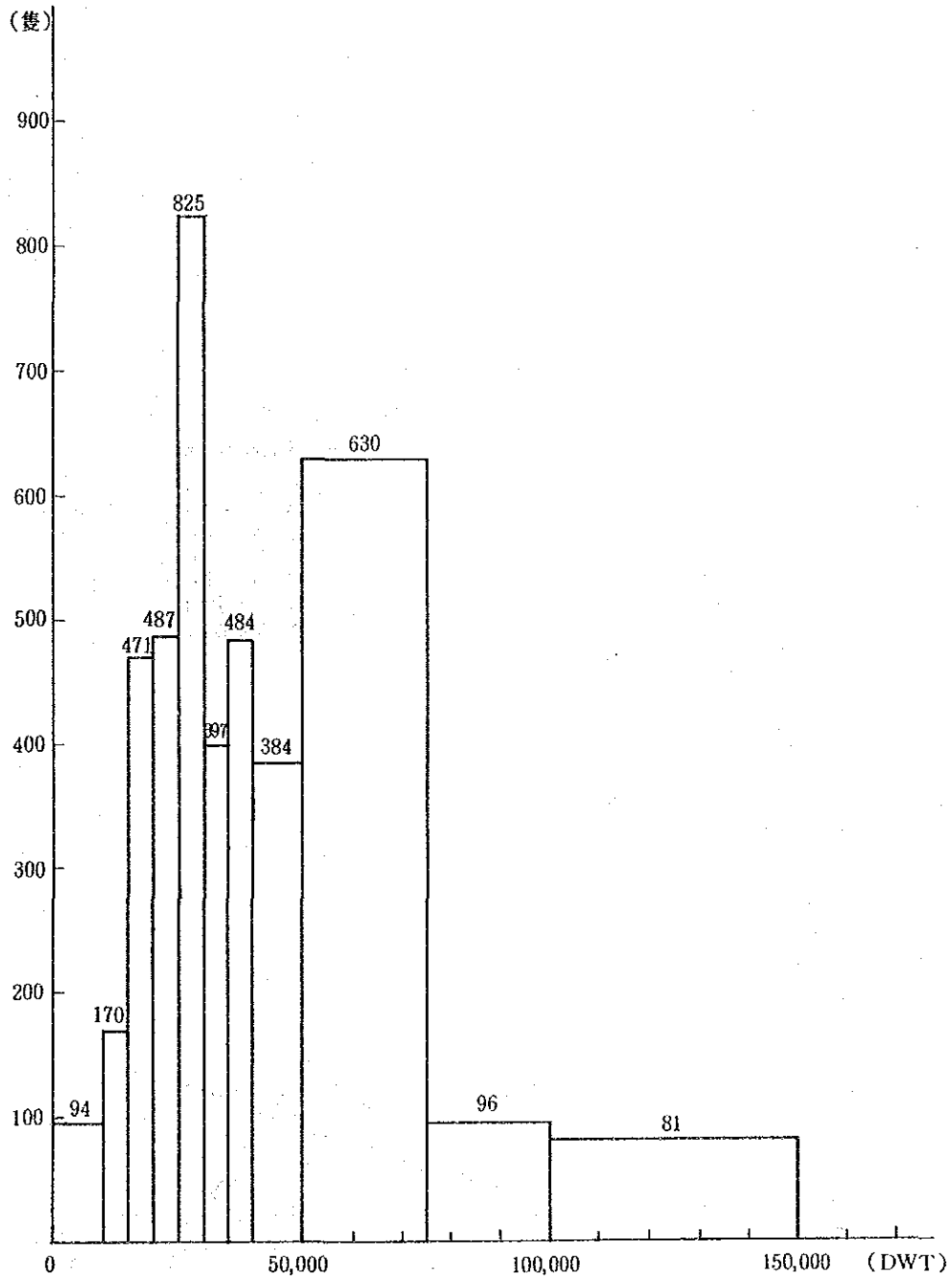


図 3-1-1 世界の船種船型別隻数分布 (バラ貨物船)

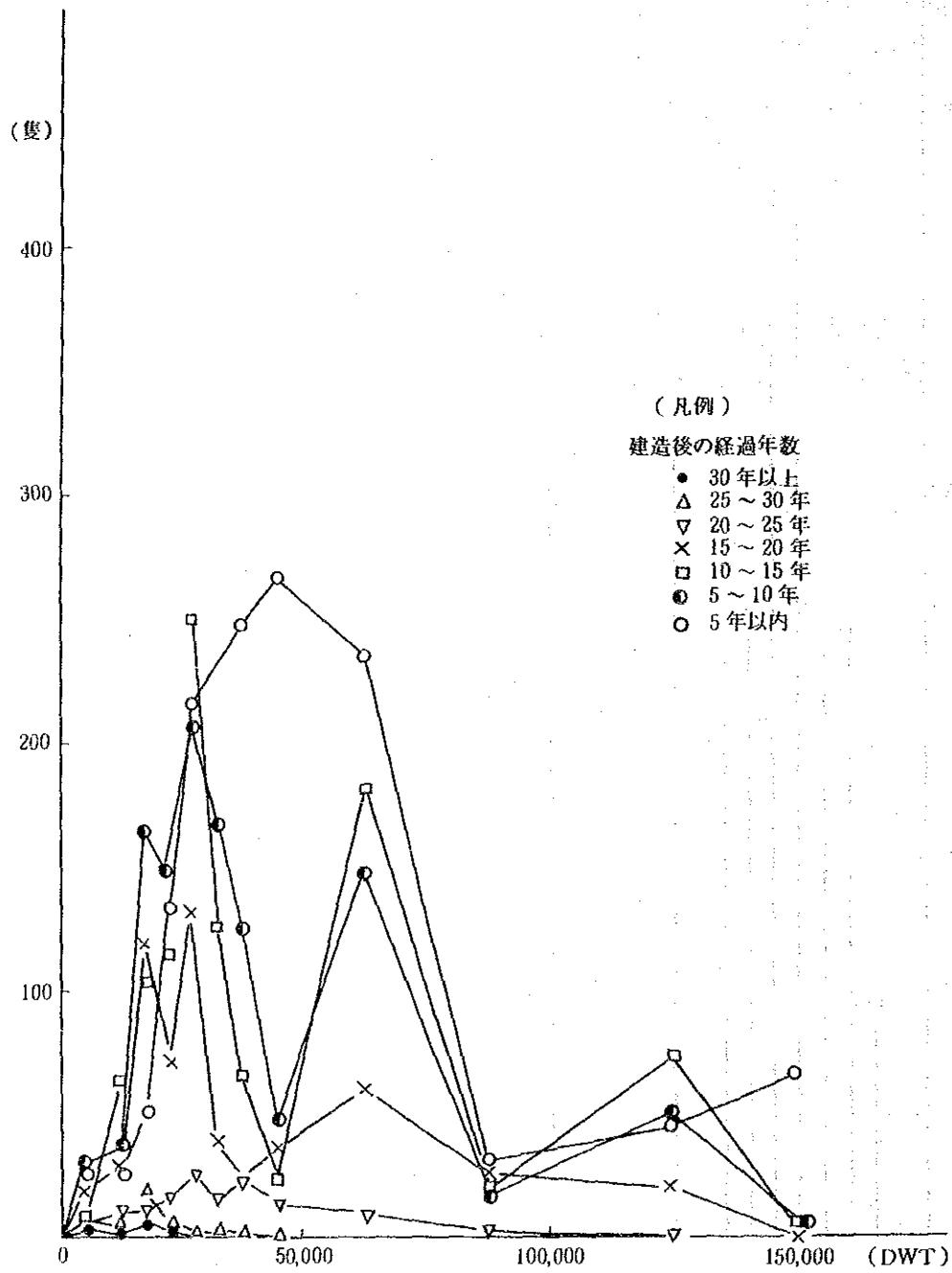


図3-1-2 世界の建造実績の経年変化(バラ貨物船)

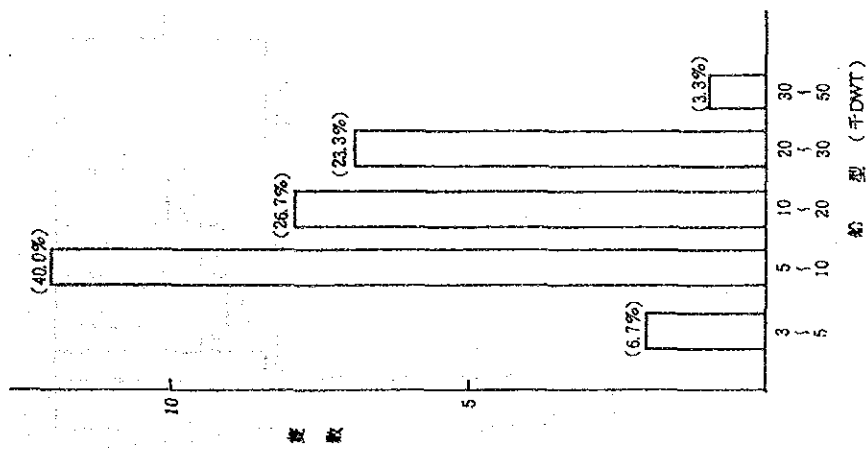


図 3-1-4 周辺港へ入港している外航の  
非金属鉱石船の船型分布 (1986年)

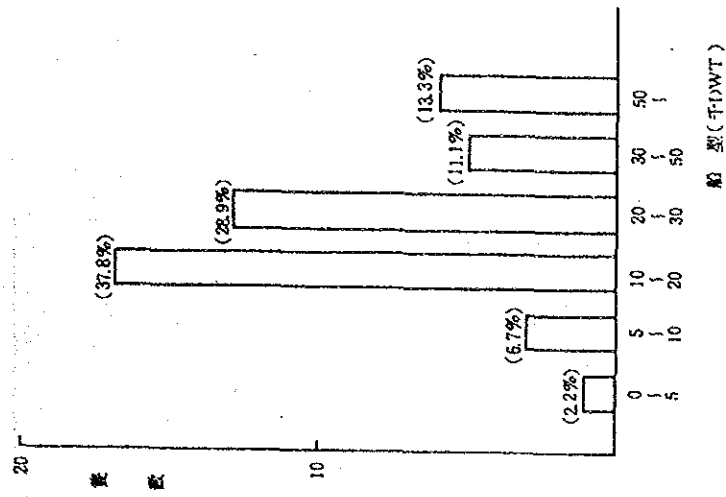


図 3-1-3 周辺港へ入港している金属鉱石  
の船型分布図 (1986年)

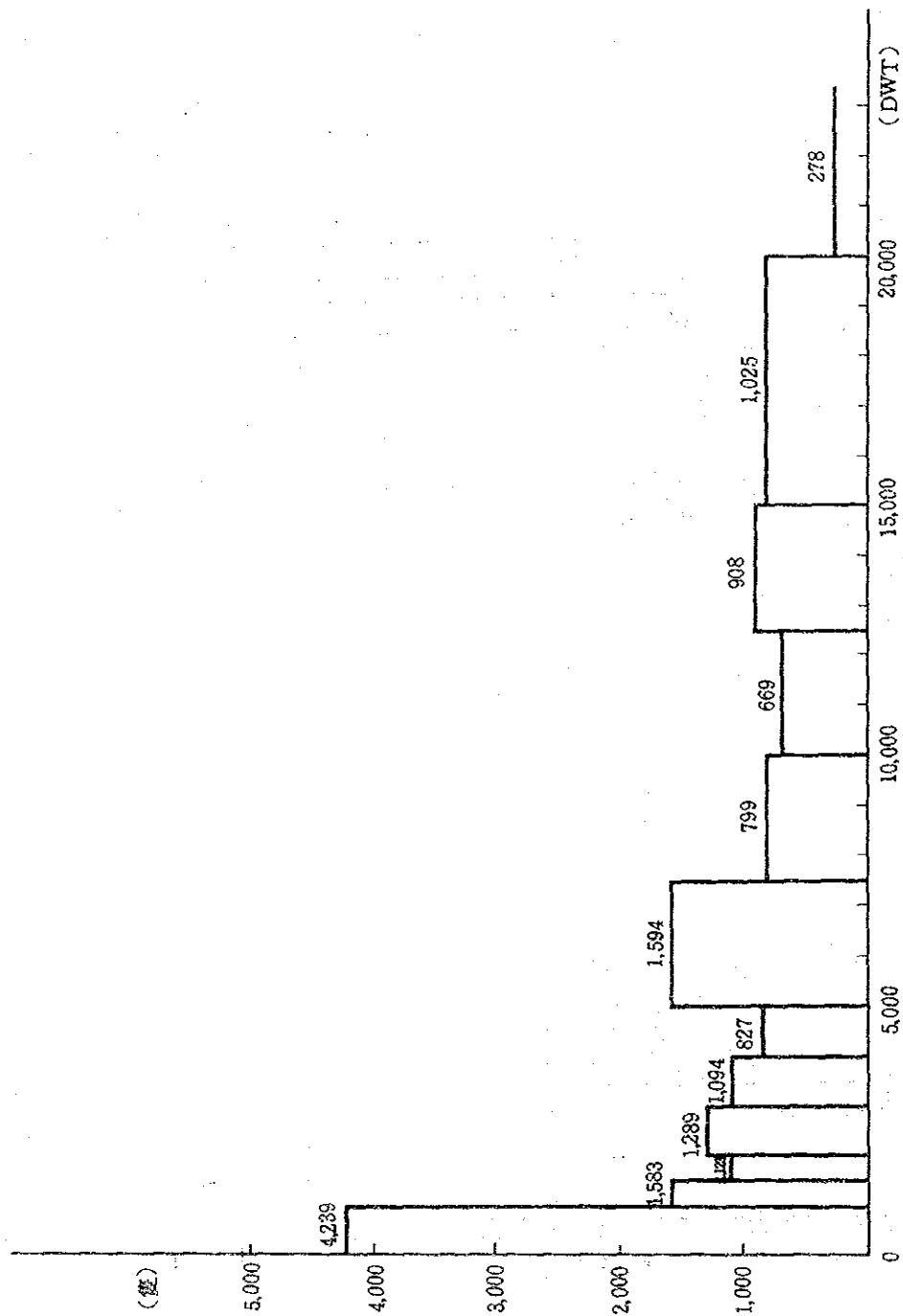


図 3-1-5 世界の船種別隻数分布 (雑貨船)



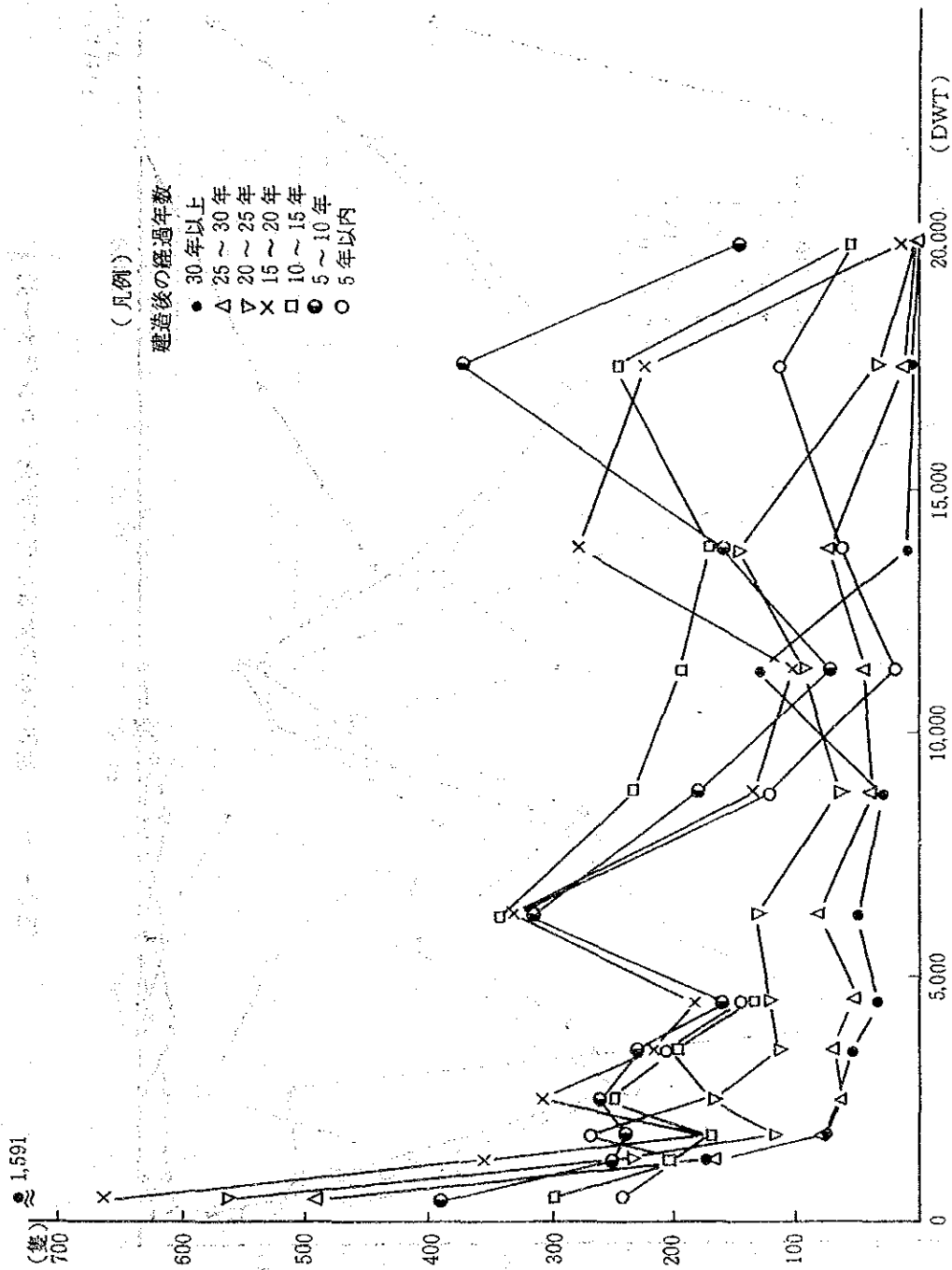


図 3-1-6 世界の建造実績の経年変化(雑貨船)

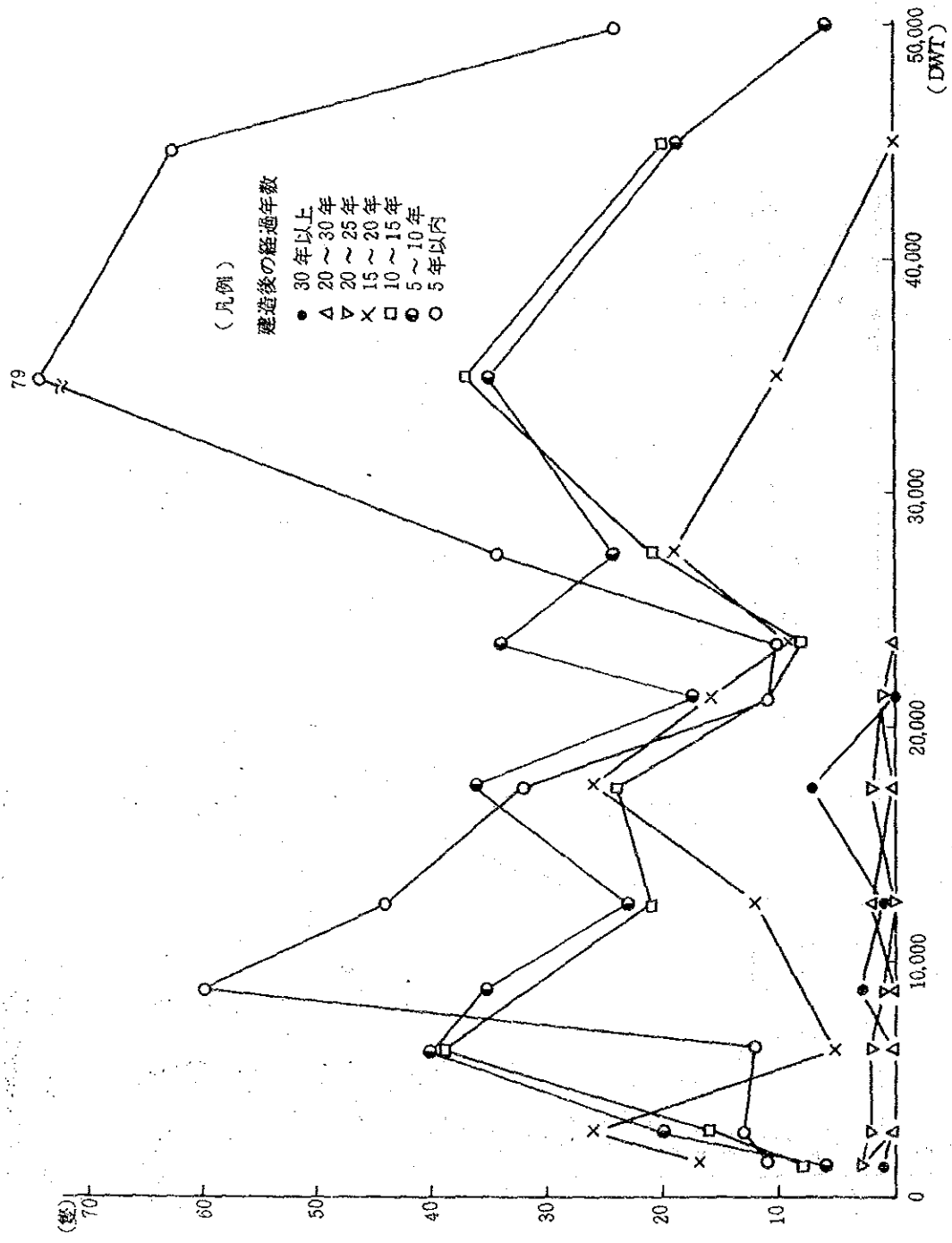


図 3-1-7 世界の建造実績の経年変化 (コンテナナー船)

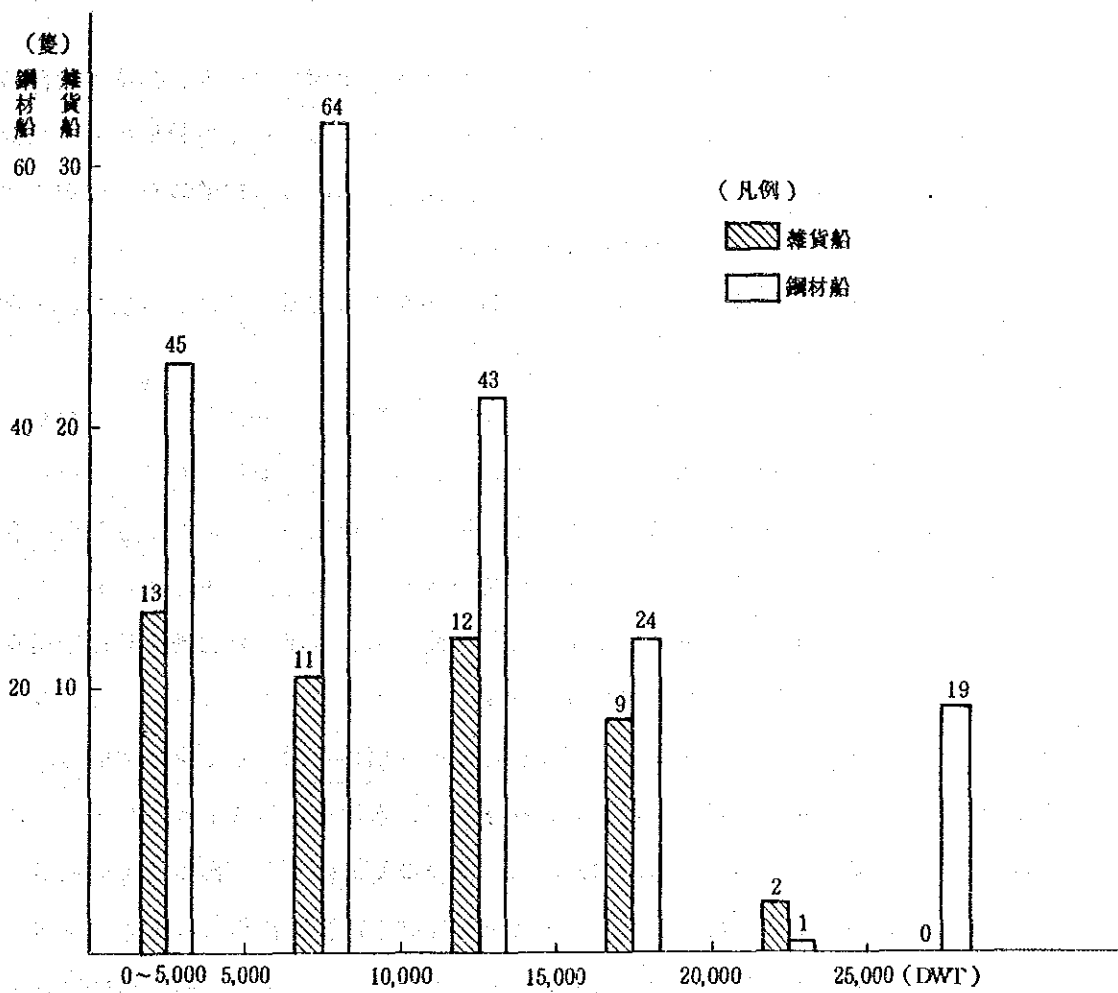


圖 3-1-8 船種船型別隻數 ( 周辺港灣, 1987 )

## 3-2 必要バース規模

### 3-2-1 計画対象船型のバース長及びバース水深

対象船型及びその前後の船型に対するバースの長さとお水深について、日本と中国の基準による値を、表3-2-1に示す。なお、日本の基準については、近年の船型の変化に対応するよう標準船型を見直し、これに伴い、バースの長さ、水深等の標準値が一部改定されているので、表では、新・旧両方の値を示している。

バース長について、日本の基準は船長に係留に必要な係留索の長さを考慮し、大型船はさらに余裕を加えて定めている。

中国の基準では、船型の大きさに応じた船舶間の距離をとれるよう、バースの長さを定めることを標準としている。大型船については、日本の基準が少し長くなっている。本調査ではこれらの考え方を踏まえるが、その上で後述する連続バースにおける船舶の利用特性を考慮した総バース延長についての検討に基づき、バース延長を決定するものとする。

バース水深について日本の基準は吃水に対し、波、風、潮流、船舶動揺等の余裕を考慮して、おおむね満載の吃水の10%増程度を標準とし、大型船はキール下のクリアランスが、操船に大きく影響するため、さらに余裕を加えた値を標準水深として定めている。

中国の基準では波、積荷の傾き、埋没等を計算して、水深を定めるようにしている。

本調査では、新しい港湾である石臼港の発展の促進を考慮して、将来の埠頭利用、船型の大型化、建設コストも勘案のうえ、バース水深計画は、後にのべるように全バースの通用的に2万DWT級の雑貨船の利用にも対応できるものとして、計画水深は、計画全バースを通じて(-11m)とする。

表 3-2-1 バース長及びバース水深

(船舶諸元及びバース諸元の日本と中国の対比)

		船 舶						バ ー ス			
		日 本			中 国			日 本		中 国	
		船 長	船 幅	吃 水	船 長	船 幅	吃 水	バース長	水 深	バース長	水 深
鉍石等 搬貨物船	10,000	m 140 (137)	m 18.7 (19.9)	m 8.1 (8.5)	m	m	m	m 165 (170)	m 9.0 (10.0)	m	m
	15,000	157 (153)	21.5 (22.3)	9.0 (9.3)	157	21	9.3	185 (190)	10.0 (11.0)	[184~187] 175~177	-9.85
	20,000 (30,000)	170 (186)	23.7 (27.1)	9.6 (10.9)	170	23	10.0	210 (240)	11.0 (12.0)	[197~200] 188~190	-10.55
一般雑貨船	10,000	144 (137)	19.4 (19.9)	8.2 (8.5)	153	20	8.8	165 (170)	9.0 (10.0)		-9.2
	15,000	162 (153)	21.7 (22.3)	9.1 (9.3)	162	22	9.8	185 (190)	10.0 (11.0)	[189~192] 180~182	-10.2
	20,000 (30,000)	177 (186)	23.4 (27.1)	10.0 (10.9)	175	24	10.4	210 (240)	11.0 (12.0)	[202~205] 192~195	-10.8

注 1) 日本側の値 ( ) なしは「港湾の施設の技術上の基準・同解説」昭和54年3月、日本港湾協会 (旧)、  
( ) ありは「港湾の施設の技術上の基準・同解説」平成元年2月、日本港湾協会 (新) による。

注 2) 中国側のバース長の [ ] 書きは、連続バースにおける端部バースの値である。

注 3) 中国側のバース水深は、石臼港の設計最低潮位 (0.59m) を考慮した値である。

### 3-2-2 必要バース数

#### (I) 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、ここでは、以下の2つの方法に基づ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：

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

バース占有率については、UNCTAD (UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT) のレポートの考え方を参考にして検討を行うものとする。同レポートによれば、通常の雑貨バースの占有率は表3-2-2に示す値を超えないよう設定すべきとされている。

ただし、この表は船舶側の費用とバース側の費用との比が4：1という前提に立っている。

表 3-2-2 バース占有率

バース数	適正なバース占有率の上限値 (%)
1	40
2	50
3	55
4	60
5	65
6~10	70

## ② 待ち合わせ理論を用いて最適バース数を決定する方法

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<sup>\*)</sup>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、考察対象期間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、つぎのように表される。

$$C_s^T = C_b T S + C_s T \bar{\eta}_s$$

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日当たり費用

$C_s$  : 船舶の1日当たり費用 (1隻当りの費用)

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出来る。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。

$$a = \lambda / \mu = \bar{\eta}_{s_s} = Q / (R T)$$

ここに、

a : トラフィック密度 (traffic intensity)

$\lambda$  : 船舶の平均到着率 (隻/日)

$\mu$  : 船舶の平均サービス率 (隻/日)

$\bar{\eta}_{s_s}$  : 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

<sup>\*)</sup> 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)

数であり、この $\overline{\eta_s}$ と $a$ 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わ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。

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られることにより、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（ $M/E_2/S$ 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。

$$\rho = \lambda / (S \mu) = a / s$$
$$\overline{\eta_{ws}} = \overline{\eta_s} - \overline{\eta_{bs}}$$

ここに、

$\rho$  : バース占有率

$\overline{\eta_{ws}}$  : 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

## (2) 必要バース数の算定

### ① バース計画の基本的方針

取扱品目、取扱量、対象船型より、バースをつぎの方針で計画することとする。

- ・鉄鉱石及び非金属鉱石は、対象船型を同じくする散貨物であり、輸出入の別はあるものの、取扱量もそれぞれを個有のバースで扱うほどでないことから、同一バースで扱うこととする。また、粉塵が出やすいので、穀物や一般雑貨とは極力分離して、専門的に取扱うよう配慮するものとする。
- ・他の貨物は、化学肥料、セメント、鋼材、穀物、その他雑貨（コンテナを含む）である。このうち、化学肥料、セメント、穀物についても、取扱量、背後地との輸送などからみて、袋物として取扱われると考えられる。したがって、これらの荷役形態は、基本的に雑貨の範疇に含めることができる。よって、計画上は雑貨として各バースを通用的に利



用するものとする。

② 必要バース数決定のための前提条件の検討

(i) 取扱貨物量、一船あたり平均積載量及び一日あたり平均貨物取扱能力

品目別取扱貨物量は、前章の需要予測結果によるものとする。但し、そのうち、雑貨20万トンについては、既存の雑貨バースで扱うものとする（木材については現在建設中の2バースで扱われる。）

また、取扱貨物品目ごとの一般あたり平均積載量は、前節の検討結果にしたがう。取扱能力は、鉄鉱石及び非金属鉱石については、岸壁クレーンにより積卸するものとし、その他の貨物については、船舶クレーンまたは岸壁クレーンによるものと考え中国の他港の実績、計画例等を考慮して設定する。

取扱貨物各品目ごとの設定値は、表 3-2-3に示すとおりである。

表 3-2-3 一船あたり平均積載量及び一日あたり平均貨物取扱能力

品 目	年間取扱 貨物量	対象船型 (平均船型)	一隻あたり 平均積載量	一日あたり平均荷役能力			
				時間あたり能力	バース数	1日作業時間	日あたり能力
鉄 鉱 石	万トン 50	万DWT 2.0 (1.6)	万トン 1.44	t/hr 90	2.5	hr 18	t/日 4,050
非金属鉱石	15	2.0 (1.6)	1.12	55	2.5	18	2,475
化学肥料	25	1.5 (1.2)	0.84	40	3	18	2,160
セメント	30	1.5 (1.2)	0.6	40	3	18	2,160
穀 物	50	1.5 (1.2)	0.96	40	3	18	2,160
鋼 材	35	1.5 (1.2)	0.6	60	3	18	3,240
(コンテナ	2	—	0.02	90	—	—	— )
その他雑貨	18	1.5 (1.2)	0.42	30	3	18	1,620

注) コンテナは、雑貨船により、主として鋼材、その他雑貨と混載で輸送されるものとする。(必要バース数の検討においては、便宜上、鋼材に統合するものとした。)

(ii) 1日あたり作業時間

石臼港の実態をもとに18時間とする。

(iii) 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0.25日を考慮する。

(iv) 年間作業可能日数

風、波、雨、霧等による荷役不能日数を次のとおりとする。

表 3-2-4 年間荷役作業不可能日数

要因	作業不可能日数	備考
a. 風	7 日	6級以上の風の発生する日数 但し、b.と重複する。
b. 波	4	岸壁前面で $H_{1/10} > 1.0m$ となる日数
c. 雨	14	日降水量が中程度以上の日数
d. 霧	12	視界1km未満となる霧の発生日数
e. その他	5	荷役機械補修等
計	38	

以上より、年間荷役可能日数を 327日とする。

(v) 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・給電施設、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3-2-5 のとおりである。

表3-2-5 バース費用と船舶費用  
(単位：千元/日)

バース種別	バース費用 $C_b$	船舶費用 $C_s$	$C_b/C_s$
散貨物	11.4	27.0	0.42
雑貨	11.4	26.0	0.44

③ 必要バース数の算定

(i) 荷役能率をもとに決定する方法

必要バース数の算定結果を表3-2-6及び表3-2-7に示す。鉄鉱石及び非金属鉱石の撤貨物を1バースで扱うとした場合のバース占有率は、60%となり、2バースで扱うとした場合には30%となる。

雑貨を取扱うバースについては、3バースの場合のバース占有率は79%となり、4バースの場合は59%、5バースの場合は47%となる。

先にあげた UNCTAD のレポートによると、船舶費用とバース費用の比が4:1の前提のもとで、適正なバース占有率の上限値として、1バースの場合40%、4バースの場合60%を示しているが、本件の場合、船舶費用とバース費用の比が UNCTAD の例より小さいので、適正バース占有率の上限値はそれぞれ40%、60%より大きい値をとることになる。

これらのことから、撤貨物については、1バースではやや高いバース占有率となるが、時間あたり荷役能力を若干余裕をもって設定していること、場合によっては、一部隣接する雑貨バースでも取扱うことも考えあわせて、計画バース数は、撤貨物については1バース、雑貨については4バース、合計5バースが妥当であると考ええる。

なお、このとき20万トンのその他雑貨を扱うとした既存雑貨バースのバース占有率は、41%と算出されている。本バースは水深は小さいがバース延長も長く、実際には今回計画の雑貨4バースとあわせて運営され利用される面があると考えられる。

表 3-2-6 必要バース数の算定 (鉄鉱石及び非金属鉱石)

	単 位	算 式	鉄 鉱 石	非 金 属 鉱 石	計
①年間取扱貨物量	万トン		50	15	65
②一隻あたり平均取扱貨物量	トン		14,400	11,200	
③年間入港隻数	隻	①/②	34.7	13.4	48.1
④一日あたり貨物取扱能力	トン		4,050	2,475	
⑤荷役以外に必要な日数	日		0.25	0.25	0.25
⑥一隻あたり平均接岸日数	日	②/④+⑤	3.81	4.78	
⑦総接岸日数	日	③×⑥	132.1	64.0	196.1
⑧年間作業可能日数	日				327
⑨バース数に対する バース占有率					
1バース	%				60
2バース					30

表 3-2-7 必要バース数の算定 (雑貨)

	単 位	算 式	化学肥料	セメント	穀 物	鋼 材	その他雑貨	計
①年間取扱貨物量	万トン		25	30	50	37	18	160
②一隻あたり平均取扱貨物量	トン		8,400	6,000	9,600	6,000	4,200	
③年間入港隻数	隻	①/②	29.8	50.0	521	61.7	429	236.4
④一日あたり貨物取扱能力	トン		2,160	2,160	2,160	3,240	1,620	
⑤荷役以外に必要な日数	日		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
⑥一隻あたり平均接岸日数	日	②/④+⑤	4.14	3.03	4.69	2.10	2.10	
⑦総接岸日数	日	③×⑥	123.2	151.4	244.5	129.6	121.8	770.5
⑧年間作業可能日数	日							327
⑨バース数に対するバース占有率								
3バース	%							79
4バース								59
5バース								47

(ii) 待合せ理論を用いて最適バース数を決定する方法

本方法を用いて計算した結果を表3-2-8 に示す。

表3-2-8 待合せ理論を用いた必要バース数の算定

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)			
撤 貨 物	1	4,200	6,500	10,700	0.66	5.00	0.60
	2	8,300	500	8,800	0.05	0.34	0.30
	3						
貨 物	3	12,500	15,500	28,000	1.64	2.53	0.78
	4	16,600	2,800	19,400	0.29	0.45	0.58
	5	20,800	700	21,500	0.07	0.11	0.47

表3-2-8 に示す港湾総費用の値からも(i)の結論が妥当であると考えられる。(非金属鉱石を5万トン程度雑貨バースで扱うと撤貨物バースの最適値は1バースと計算される。)

### 3-2-3 総バース長の算定

以上の検討より、必要バース数として散貨物船バース 2 万 DWT 級 1 バース、雑貨船バース 1.5 万 DWT 級 4 バースが得られた。これに対して、必要となる総バース長  $L$  は、一般に

$$L = \Sigma (\text{対象船型の船長} + \text{余裕長})$$

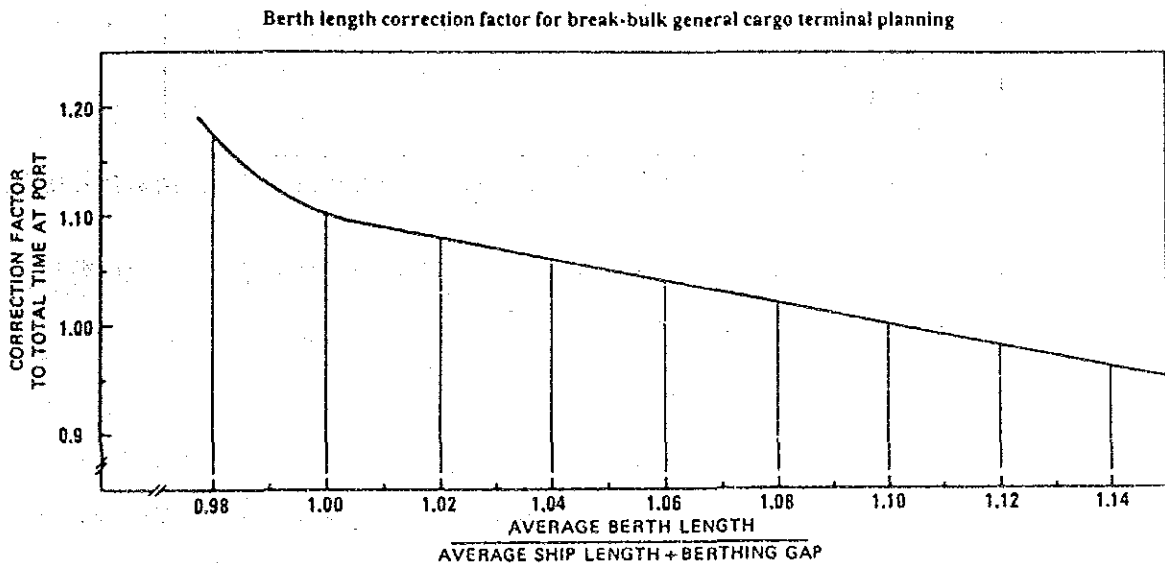
$$\text{又は } L = \Sigma (\text{対象船型の標準バース長})$$

で計算される。

しかしながら、一体としての利用を図る連続バースにおいては、単独バースの場合のバース長を必要バース数重ねるよりも、短い総バース長によっても、対象船型以上の大型の船舶をうけ入れ、かつ同時に小型船も接岸できるなど、単独バースに比べてより柔軟な対応が可能となる。したがって、各種の船型からなる入港船舶のうち、同時に対象船型以上の船舶が 5 バースを占有する確率が高くないとすれば、標準バース長に基づく総バース長よりもある程度短いバース長によっても、全体の経済性をさほど損うことなく、効率的な運用により船舶を接岸させることが可能となると考えることができる。

このようなことから、連続バースのバース長を決定する際には、平均船型をもって計算するという考え方がある。

このことに関して、先にあげた UNCTAD のレポートでは、連続バースにおいては、一般的にみて平均バース長と在港時間(船舶費用)の関係は図 3-2-1 のようになると報告している。



出典：Port Development (Second edition), UNCTAD

図 3-2-1 平均バース長と在港時間の関係

これによると、平均バース長 / (平均船長 + 余裕長) = 1 付近において曲線が大きく屈曲しており、これにしたがえば、平均バース長 / (平均船長 + 余裕長) ≥ 1 においては、船舶費用の変化は比較的小さく、バース延長の縮減による費用の減少と相当程度相殺しうることが考えられ、上記の平均船型によるバース長の計算方法とも符合すると見ることができる。

また、以上のような認識にたつて、入港船舶のバース利用特性の面から検討してみると、5バースからなる連続バースすべてを対象船型以上の船舶が同時に利用する確率は極めて小さいといえることができる。また、3-2 対象船型の検討で示した雑貨船の船型分布を適用してみると、雑貨4バースにおいては、1.5万DWT級1バースと1万DWT級3バースを設定すれば、若干の滞船費用の増加はあるものの4バースすべてに船舶が接岸している状態のうちのほとんどに対応できると考えられる。

これらのことから、①平均船型 及び ②雑貨バースにおける船型の組合せ(1.5万DWT級1バースと1万DWT級3バース)からバース長を計算すると次表のように整理できる。

表 3-2-9 バース総延長の算定

	バース総延長	計 算 内 訳
① 平均船型 から計算	885 m	185 + 175 × 4
② 船型の 組合せ から計算	895	200 + 185 + 170 × 3

注) これに、ふ頭先端の岸壁取付(15mとする)を加えた長さが全計画延長となる。

なおここで、各船型に対するバース長は、日中の標準船型、標準バース長を勘案して、次のように設定する。

表 3-2-10 バース長計画値

船種	船型	基準	船長	余裕長	バース長	計画値	備考
鉱石船	DWT 2万	日(旧)	170 <sup>m</sup>	40 <sup>m</sup>	210 <sup>m</sup>	} 200	*
		日(新)	164	43	207		
		中	170	18~20	188~190		
	1.6万	日(旧)	160	30	190	} 185	*
		日(新)	155	38	193		
		中	160	18~20	178~180		
雑貨船	1.5万	日(旧)	162	23	185	} 185	
		日(新)	153	37	190		
		中	162	18~20	180~182		
	1.2万	日(旧)	151	24	175	} 175	*
		日(新)	143	35	178		
		中	157	18~20	175~177		
	1万	日(旧)	144	21	165	} 170	
		日(新)	137	33	170		
		中	153	18~20	171~173		

注 1) 基準欄 日(旧)は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、日本港湾協会、1979、日(新)は同 1989 による。中は中国の基準による。

注 2) 備考欄\*の船型の積元は前後の船型の値から内挿して求めたもの

中国側では、現下の財政事情等から必要バース延長を極力短く評価し、投資を抑えたい意向を示している。上記のようにバース延長を短くすると、滞船費用は若干でも増加することになるが、石臼港が新設港湾であり大型船の来港は想定されるもののその頻度は周辺の港湾に比べて小さくなる可能性も考えられるので、現状においては必要バース延長を短か目に評価しようとする中国側の考え方にも首肯できる面があると考えられる。

以上を総合して、バース総延長は 885m と計画するものとする。ただし、石臼港に対する港湾需要のポテンシャルは基本的に高いので、埠頭供用後の需要の推移によっては速やかにバース増設等により取扱能力の拡充を図る必要があると考えられる。

3-2-4 計画バース規模の決定

以上の検討より、計画バースの規模を表 3-2-11のとおりとする。

表 3-2-11 計画バースの規模

バースNo	対象船型	バース長	バース水深	取扱貨物	備考
1	2万 DWT	185 <sup>m</sup>	11 <sup>m</sup>	鉄鉱石、非金属鉱石	1バース
2～5	1.5万 DWT	700	11	化学肥料、セメント、 穀物、鋼材、 コンテナ、その他雑貨	4バース

なお、この埠頭の諸元と中国側の考える「1.5万トン級3バース、1万トン級2バース但し2万トン級も兼用」の諸元とはほぼ相当している。

計画位置は、第Ⅱ部 長期的港湾開発構想の検討に基づき現在建設中の木材埠頭の先端を起点として、岸壁法線が前面航路と平行となる位置とし、計画5バースのうち、散貨物を扱うバースを環境面への配慮から埠頭先端側に配置するものとする。

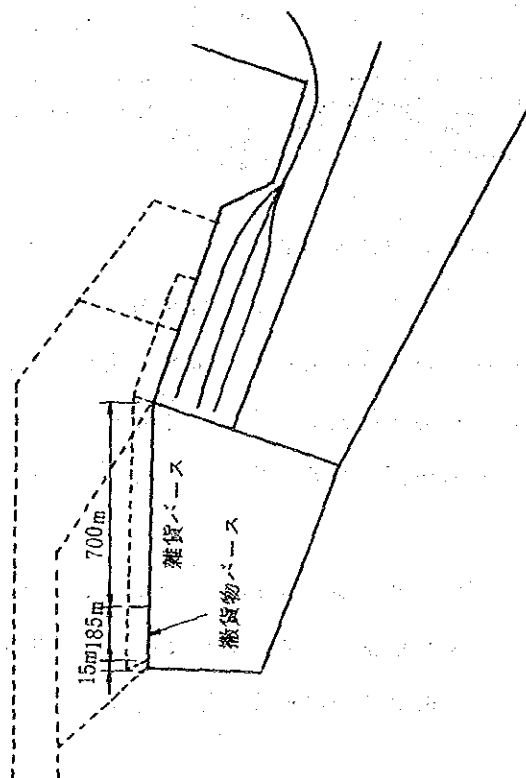


図 3-2-2 バース計画位置



### 3-3 埠頭計画

#### 3-3-1 バース配置計画

バース配置については、基本的に、埠頭先端側に鉄鉱石及び非金属鉱石を取扱うバースを配置し、埠頭基部側4バースを雑貨バースとして各バースを通じて通用的に雑貨を取扱うこととするは先に述べたところであるが、埠頭計画にあたっては、荷役効率等を考慮した埠頭利用の観点から、概ね次図のように取扱貨物を各バースにはりつけるものとして検討を行う。

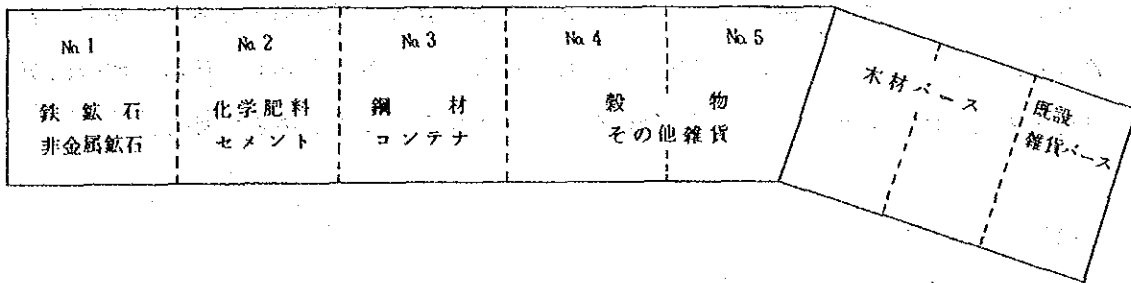


図3-3-1 バース配置計画

なお、本来ならば既設バースも含めて埠頭全体での配置計画を検討すべきであるが、木材バースの計画概要が明らかにされておらず、また水深も異なるので、現在建設中の木材バースは木材バースとしての利用を前提とする。また、既設の雑貨バースは、水深等の条件を考慮してひきつづき雑貨を取扱うものとして計画する。

#### 3-3-2 鉄鉱石及び非金属鉱石バース (No. 1バース)

##### (1) 貨物の流れ

鉄鉱石及び非金属鉱石は、基本的に当バースで専門的に取扱う。ただし、場合によっては一部隣接するNo. 2バースでも取扱うものとする。埠頭における貨物の流れは、図 3-3-2に示すとおりとする。

<鉄鉱石 輸入 50万トン、非金属鉱石 輸出 15万トン>

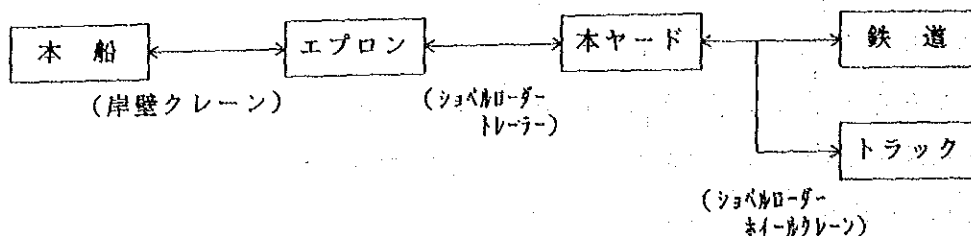


図 3-3-2 鉄鉱石、非金属鉱石の流れ

背後輸送については、鉄鉱石はロットが大きく石炭貨車の帰り荷となることから、すべて鉄道輸送によるものとし、非金属鉱石は逆に出の貨物であることから、仕出し地の広がり、自動車輸送の増大を考慮して、1/3 程度がトラック輸送になるものと定めた。

(2) 保管施設の規模

鉄鉱石及び非金属鉱石は、すべてヤードで扱うこととし、エプロンを仮ヤードとして利用するものとする。

1) 仮ヤード

仮ヤードのパイルの形状を図 3-3-3のとおり計画する。

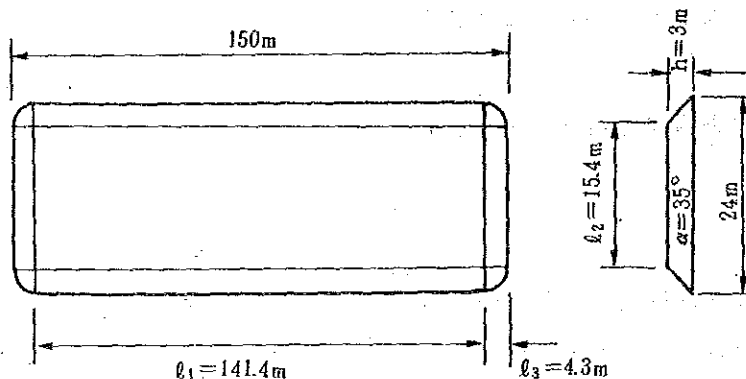


図 3-3-3 仮ヤードのパイル形状

このとき、 $V = 2 \times \frac{1}{2} \times \ell_3 \times h \times (\ell_1 + \ell_2) + \ell_1 \times \ell_2 \times h + \frac{1}{4} \times \pi \times \ell_3^2 \times h = 8,600 \text{ m}^3$ となる。

鉄鉱石の場合、対象船型（2万DWT）の最大積載量を2万トンとすると、 $V = 8,300 \text{ m}^3$ となり、概ね一隻分の保管容量が確保できるものである。

非金属鉱石の場合は、同様に計算すると  $V = 14,300 \text{ m}^3$  となるので、荷役期間中の後方からの移送を考えるものとする。

## 2) 本ヤード

本ヤードでの必要保管量及び必要面積を次式により算定する。

$$W = \frac{N \times C}{R}$$

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

W： 必要保管量（t）

A： 必要面積（ $\text{m}^2$ ）

N： 年間取扱貨物量（t）

C： 集中度

R： 回転率

$\alpha$ ： 貨物収容率

$\omega$ ： 単位面積あたり収容貨物量（ $\text{t}/\text{m}^2$ ）

算定に用いる各係数は、以下のとおり設定した。

①集中度（C）は、中国の平均的実態より 1.6とする。

②回転率（R）は、中国の標準値、計画例等より、鉄鉱石、非金属鉱石平均して23.3回転（保管日数15日）とする。

③貨物収容率（ $\alpha$ ）は、中国の標準値、計画例等より、0.6とする。

④単位面積当り収容貨物量（ $\omega$ ）は、中国の標準値、計画例等より、次のとおりとする。

a. 鉄 鉱 石 単位体積重量  $2.4 \text{ t}/\text{m}^3$ 、平均積み高  $2.5 \text{ m}$  とし、 $W = 2.4 \text{ t} \times 2.5 = 6.0 \text{ t}/\text{m}^2$

b. 非金属鉱石 単位体積重量  $1.4 \text{ t}/\text{m}^3$ 、平均積み高  $2.5 \text{ m}$  とし、 $W = 1.4 \text{ t} \times 2.5 = 3.5 \text{ t}/\text{m}^2$

以上により、必要保管量は、

$$W(\text{鉄鉱石}) = \frac{500,000 \times 1.6}{23.3} = 34,300\text{t} \quad (14,300\text{m}^3)$$

$$W(\text{非金属鉱石}) = \frac{150,000 \times 1.6}{23.3} = 10,300\text{t} \quad (7,400\text{m}^3)$$

$$W(\text{計}) = 44,600\text{t} \quad \text{となる。}$$

また、上記の算式からは、必要ヤード面積は、

$$A(\text{鉄鉱石}) = \frac{500,000 \times 1.6}{23.3 \times 0.6 \times 6} = 9,500\text{m}^2$$

$$A(\text{非金属鉱石}) = \frac{150,000 \times 1.6}{23.3 \times 0.6 \times 3.5} = 4,900\text{m}^2$$

$$A(\text{合計}) = 14,400\text{m}^2 \quad \text{となる。}$$

### (3) 荷役機械

#### 1) 岸壁荷役

荷役が積卸両方に亘ること、対象船型が2万DWT級であり、取扱貨物量が50万t、15万tと専用バースとして考えるには比較的少量であること、及び将来を含めて5バースを連続バースとし搬貨物を主体として使用するものと想定していることから、水平引込式クレーンを計画するものとする。必要な荷役能力から計算陸揚能力320t/hのクレーンを3基計画することとする。

#### 2) 後方荷役

ヤード内の荷役は、距離の短い場合はショベルローダーにより行うものとする。距離の長い場合は一般にダンプカーが考えられるが、中国ではトレーラーが用いられる例が多いといわれる。ここでは、中国での考え方を踏まえてトレーラーを介して行うものとする。トレーラーへの積込み及び本ヤードと貨車、トラックの間の荷役はショベルローダー及びホイールクレーンによるものとする。

仮ヤードと本ヤードの荷役は1隻の荷役時間中に1隻分の貨物を移動しうる荷役機械が必要であり、本ヤードと貨車、トラックとの間の荷役には、ヤードの回転率より算出した1日あたりの荷役量に対応しうる数量の荷役機械が必要であるとする。

ショベルローダーの必要台数は、仮ヤード～本ヤード間の運搬用、トレーラー積込み用、本ヤード～貨車、トラック間の運搬用をあわせて6台とする。

トレーラー(台車)の必要台数は、8台とする。トレーラーは8-10t積みとする。また、トレーラーヘッドは4台とする。ホイールクレーンは、16T型3台とする。

このほか、ブルドーザーをパイルの地ならし用に2台、船内作業用に3台、計5台とする。

(4) 設 置 配 置

図 3-3-4に鉄鉱石及び非金属鉱石のバースのヤード、鉄道、道路の配置案を示す。仮置ヤードのバースは、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。本ヤードのバースは、ショベルローダー等の通行等のための余裕を見込んである。

ヤード面積は、図3-3-4 の破線内の面積のみで(2)の算式による必要面積に対して約20%増となっており、防塵及び土塵洗流し用の散水設備等のための余裕をもたせるとともに、種類の異なる非金属鉱石が同時に保管されるような状況においても対応が可能となっている。

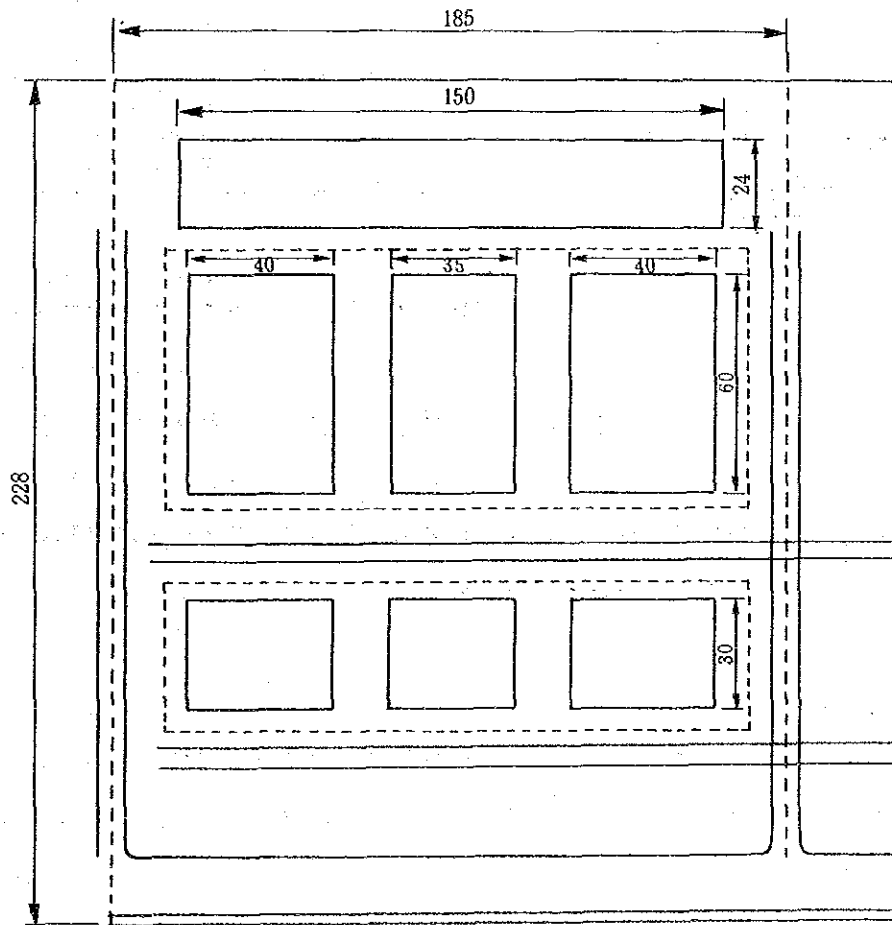


図 3-3-4 鉄鉱石、非金属鉱石埠頭配置計画案

3-3-3 雑貨（化学肥料、セメント、鋼材、コンテナ、穀物、その他の雑貨）バース（No 2～5バース）

(1) 貨物の流れ

雑貨については、基本的に第2～第5バースで扱うものとする。埠頭における貨物の流れは図に示すとおりである。

〈雑貨 輸移出入 160万トン〉

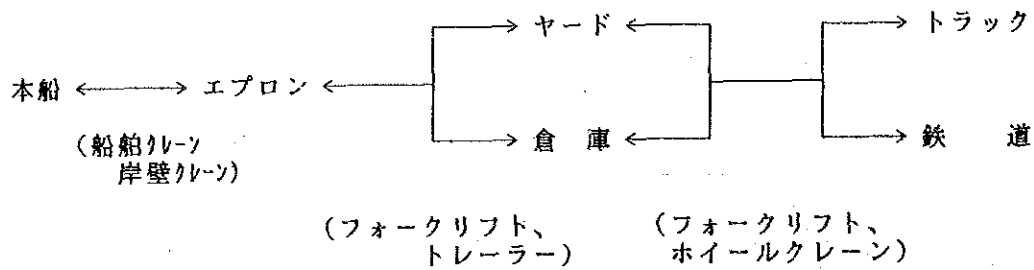


図 3-3-5 雑貨の流れ

背後輸送については、仕出地、仕向地の想定ならびに今後の自動車輸送の増大を考慮して、トラックのシェアが30%程度になるものとする。

(2) 保管施設の規模

現状の保管実態等をふまえて、その他雑貨の一部は倉庫で扱うものとし（20%を設定）、他の貨物についてはすべてヤードで扱うものとする。濡注意品についてはシートでカバーするものとする。

ヤード及び倉庫の必要面積の算出方法は、鉄鉱石及び非金属鉱石と同じとし、算定に用いる各係数についても同様にして設定した。算出結果を表 3-3-1に示す。

表 3-3-1 ヤード、倉庫必要面積の算定

品目	年間取扱 貨物量	ヤード、倉庫 取扱比率	N	C	R	$\alpha$	$\omega$	A
化学肥料	t 250,000	% ヤード 100	t 250,000	1.6	回数/年 40	0.7	t/m <sup>2</sup> 2.0	m <sup>2</sup> 7,100
セメント	300,000	ヤード 100	300,000	1.6	40	0.7	1.5	11,400
鋼材	350,000	ヤード 100	350,000	1.6	40	0.7	3.0	6,700
穀物	500,000	ヤード 100	500,000	1.6	40	0.7	1.5	19,000
コンテナ	20,000	ヤード 100	20,000	1.6	25	0.7	0.7	2,600
その他雑貨	180,000	ヤード 80	144,000	1.6	25	0.7	1.0	13,200
		倉庫 20	36,000	1.6	25	0.6	0.7	5,500

### (3) 荷役機械

#### 1) 岸壁荷役

雑貨の荷役方式については、日本では船舶クレーンを主として用い、必要に応じてトラッククレーンを補助的に用いる方式が一般的であるが、今回の場合、計画する5バースが通用性をもつ連続バースをなすこと、先端の散貨物を扱うバースにはレール式の岸壁クレーンをおくこと、当埠頭が将来的にも連続バースとして化学肥料等の散貨物を扱うことが適当と考えられること、鋼材、コンテナ等の重畳物も取扱うことが予測され、また内貿船等において船舶クレーンが万全でないものが含まれるのでそれらに対する対応を考慮する必要があること、及び、レール式の岸壁クレーンが中国において実績のある方式であることから、船舶クレーンを主としレール式の岸壁クレーンを補助的に用いる方式を計画する。

岸壁クレーンは、船舶クレーンに対する補助的役割とすることから、雑貨4バースに対して計3基計画する。このうち、No.2バースは散貨物船の利用も考えられることから、No.1バースと同様に吊上荷重16T（計算陸揚能力 320t/h）のクレーンとする。他は、コンテナも扱えるように25T（500t/h）のもの及び10T（200t/h）クレーンを計画する。

#### 2) 後方荷役

埠頭内の貨物の運搬は、荷役効率を考慮して100m以内をフォークリフト、それ以上はトレーラーを用いることとし、雑貨4バースの利用形態を考慮して、それぞれの荷役形態に応じた荷役機械の必要数量を算出する。なお、トレーラー、貨車、トラックの積卸作業には、フォークリフト又はホイールクレーンを用いるものとする。

フォークリフトの必要数はエプロン～倉庫、ヤード間の運搬用、トレーラー積卸用、倉庫、ヤード、貨車、トラック積卸用に、4バースに対して32台とする。フォークリフトの能

力は25 t積2台、15 t積1台、5 t積15台、3 t積14台とする。

トレーラー(台車)の必要台数は4バースに対して24台とする。トレーラーは8~10 t積とし、トレーラーヘッドは12台とする。ホイールクレーンは、実施にあたっては一部25 T型を採用することも考えられるが、ここでは16T型を12台とする。

このほか、船内作業用のフォークリフト(2 t積)を4台考える。

#### (4) 施設配置

図 3-3-6に、雑貨4バースの埠頭における、ヤード、倉庫、道路、鉄道の配置案を示す。雑貨バースのエプロン幅は、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 中国の港湾の現状から考えて、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。
- ② 連続バースとして通用的に利用することを想定しており、ことにNo.2バースでは、隣接のNo.1バース(散貨物バース)を補足して、散貨物も扱うことが考えられる。
- ③ 岸壁クレーンの作業面積及び回転半径を確保する。
- ④ 鋼材やコンテナ等で長尺物や重量物も扱う。

倉庫は主として、その他雑貨を扱No.4バースの後方に配置する。図 3-3-6に示されるヤード、倉庫面積はそれぞれ63,200㎡、6,400㎡であり、本節(2)で計算された必要面積に対し、5%、16%程度の余裕をもっている。

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、これを無視している。



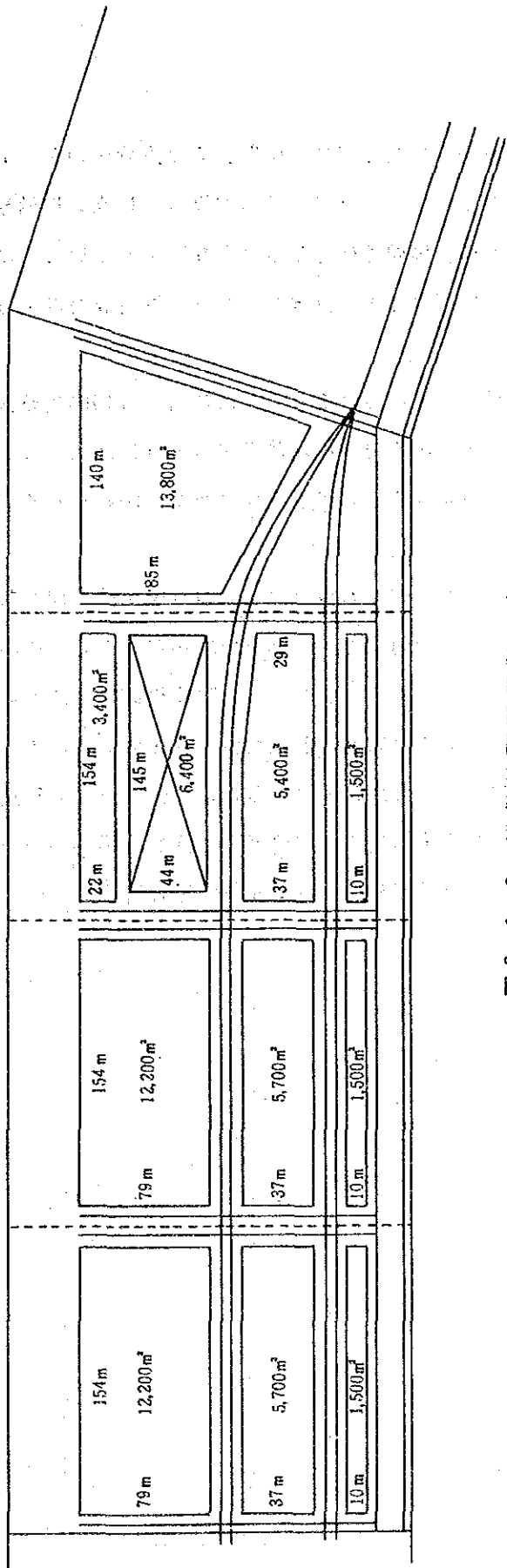


图 3-3-6 雜貨埠頭配置計畫案

### 3-4 防波堤計画

#### 3-4-1 法線計画

先にもふれたように、現在、木材バースに関しては、岸壁、その直背後のヤード用地と、護岸及び防波堤について整備が進められているが、そのうち防波堤は、将来の埠頭整備の進展を見越して、護岸との間が埋立てられた場合埠頭護岸となるよう計画されている。岸壁側は、港外からの進入波に対して、防波堤及び埠頭の背後に位置しており、港内静穏度上は基本的に問題がない配置になっている。

以上の状況から、現在建設中の木材バースに連続するように計画する1995年整備計画においては防波堤計画についても、木材バースに係る防波堤に連続するように計画することが適切であり、その法線は、将来の埠頭利用、防波堤法線の連続性等の面から決められるべきと考えられる。

この付近の海域の水深は、比較的浅くかつ勾配も緩いので、防波堤法線方向の若干の変化による事業費への影響は小さい。よって、一般的にいえば将来の埠頭用地としての幅は、余裕をもって大きくとっておくべきといえることができる。このほか、防波堤の隅角部付近における波の変形あるいは、石炭バース付近への反射波の影響なども考慮すべきである。第Ⅱ部の長期的港湾開発構想の検討においては、当埠頭は、今期計画ののちさらに数バースの延長が想定されているので、将来の埠頭先端までの外かく法線のすりつけ等を考慮し、図 3-4-1のように防波堤を計画する。なお、防波堤の裏側は、将来整備されるべき長期保管用地、鉄道、道路、緑地等の用地のための保留地（水面）とする。

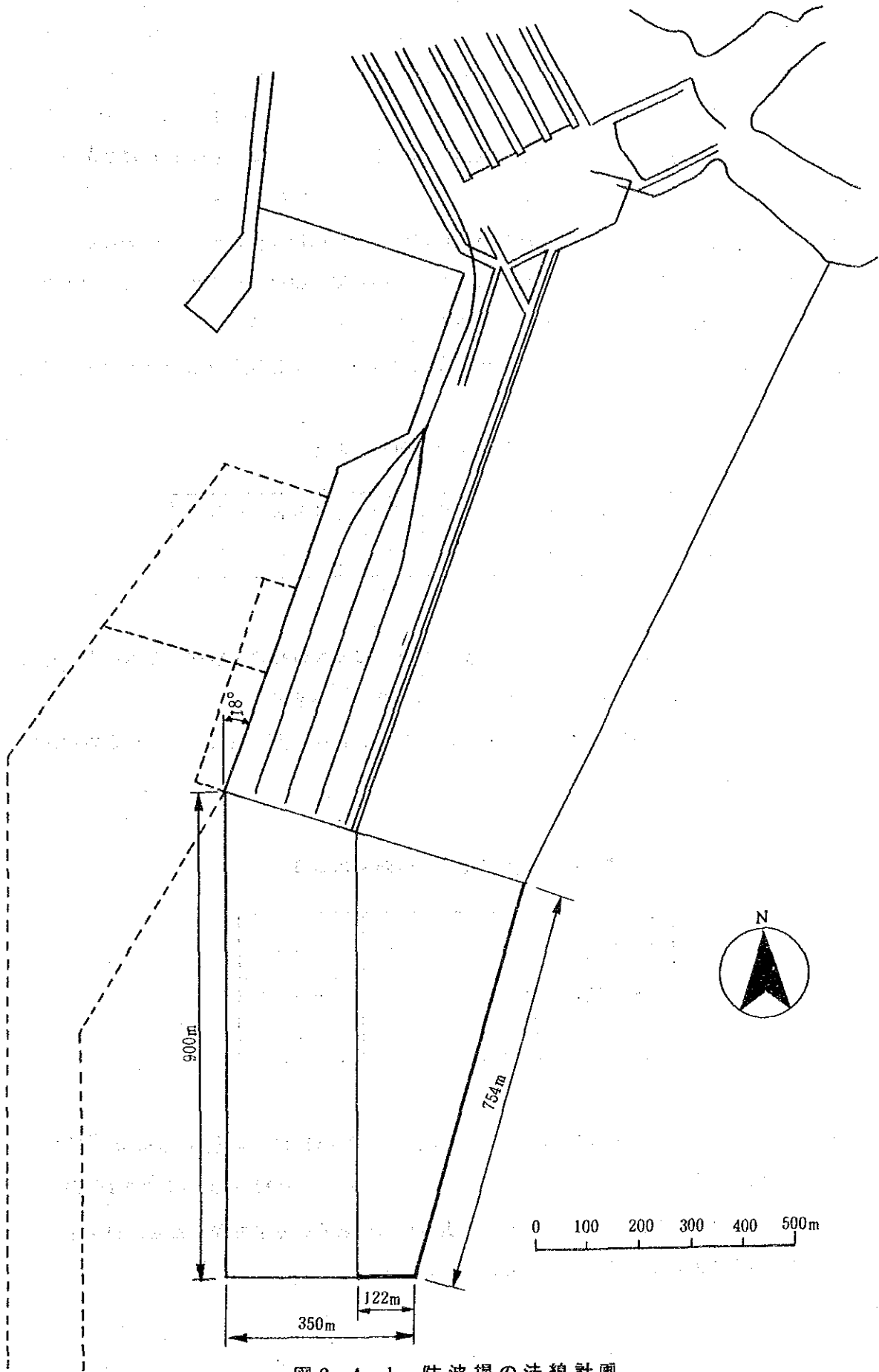


図 3-4-1 防波堤の法線計画

### 3-4-2 静穏度の検討

#### (1) 常時

港内波高は各方向別に入射波に対する港内波高シミュレーションを行い、波高比を算出し、この値から求めた。

本計画の場合、石臼港の地形条件及び埠頭形状から、港内静穏度はSE～S系の波浪によって決まる。よって、岸壁側は回折領域に入るため、静穏度の検討の代表点としては最も条件の厳しくなる撒貨物バース（No.1バース）の中央をとるものとする。

代表点における入射波の波向別波高比は、表 3-4-1のように計算される。（図 3-4-2参照）

表 3-4-1 入射波の波向別波高比

入射波向	E	ESE	SE	SSE	S
波高比	0.2	0.4	0.5	0.7	0.9

一方、年間の波向別波高記録としては、第一航務工程勘察設計院が整理したものと石臼所海洋ステーションにおける観測記録がある。（第I部 2-2-3参照）。

両者の記録には、若干傾向的な差異がみられるが、これらと表-3-4-1をもとに港内波高頻度を求めると表-3-4-2のように計算される。

表 3-4-2 入射波の波向別波高頻度

放浪記録	H <sub>1/10</sub>	
	> 0.8m	> 1.0m
一航院整理記録	1.1 %	0.3 %
海洋ステーションデータ	2.7 %	1.0 %

中国の基準によれば、撒貨船の荷役限界は、1.5万DWT以下の船型で横浪に対して $H_{1/10} \leq 0.8m$ 、順浪に対しては $H_{1/10} \leq 1.0m$ となっており、2万DWT以上の船型では、同じく $H_{1/10} \leq 1m$ 、及び $1.2m$ となっている。代表点における波は順浪方向になる。以上より、現地の常時の港内静穏度は確保していると考えられる。

## (2) 異常時

異常時において、港湾施設の被災を防ぐ観点から検討するものであるが、石臼港の場合、地形条件から、異常波浪はE系(ENE～SE)となり、S方向の波はフェッチが短いため、波高が大きくなる。比較的高波浪であっても、S方向の波は発生頻度が少なく、また、地形上W方向成分をもたず、さらに岸壁法線に沿う方向となるということが出来る。これらのことから、異常時波浪に対しては特段の対応は必要ないと考えられる。

$h = 5.0\text{m}$   
 $H = 1.0\text{m}, T = 5.0 \text{ sec. } S_{\text{max}} = 25.0$

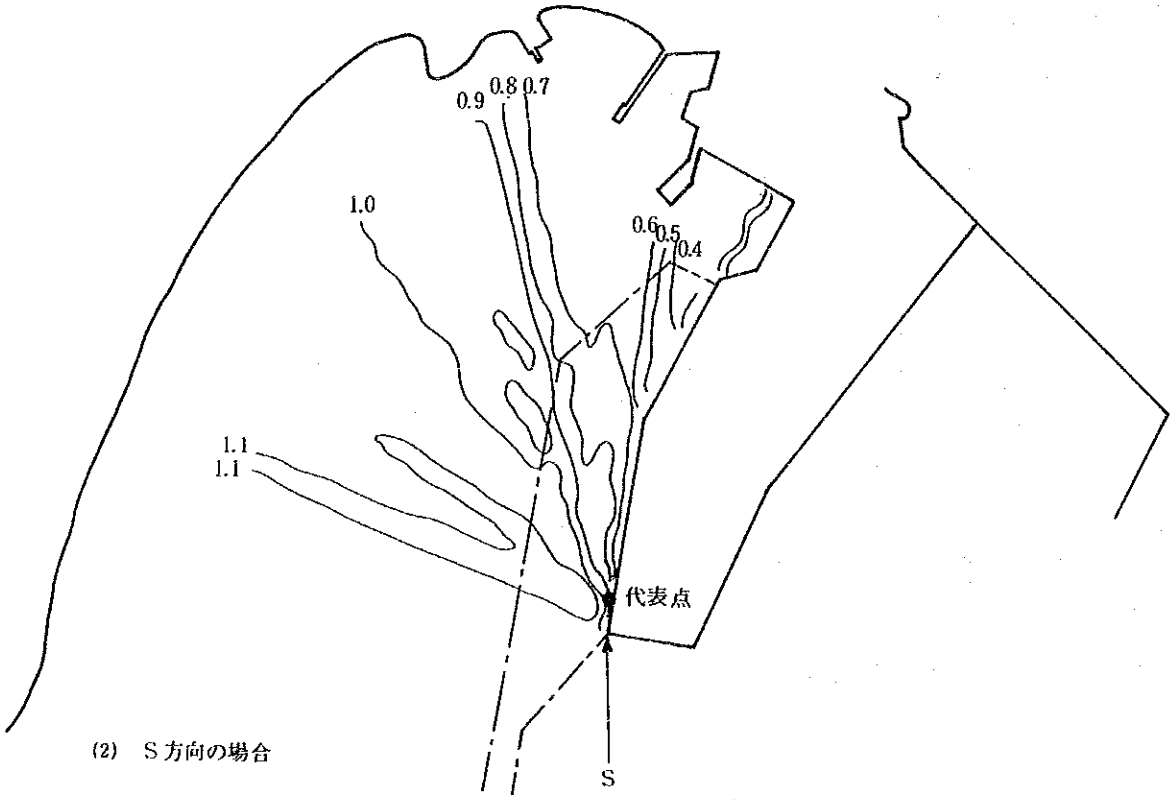
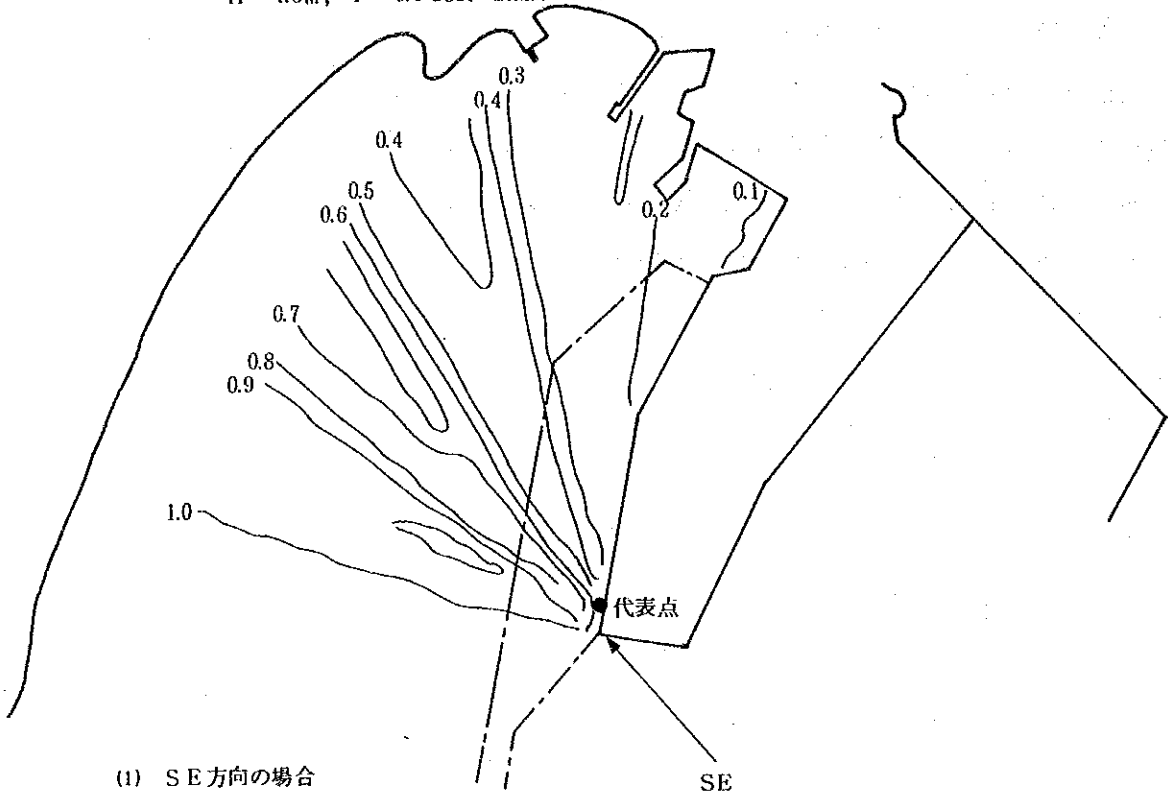


図3-4-2 港内波高シミュレーション結果(波高比)

### 3-5 水域施設計画

#### 3-5-1 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なければならない。必要なバース規模の計算から算出された年間の入港隻数の合計は約 300 隻であり、隣接の木材バース等の利用船舶数を加味しても少ないので、単航路で計画することとする。

##### (1) 航路法線

今回の計画に関しては、隣接する木材バースの航路を利用することができるので、航路法線はそれによるものとする。

なお、船舶の入出港操船の観点からは、航路法線は、できる限り卓越風、波の向きに近づけることが望ましいとされている。石臼港の卓越風向は、夏季は S～SE 方向、冬季は N 系の方向である。また、卓越波向は通年でみて S 系が多い。したがって入出港操船の観点からは、現在の航路法線は妥当なものと考えられる。

##### (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。ここでは単航路を計画するものとし、対象船舶として、2 万 DWT の搬貨物船（船長  $L=170\text{m}$ 、巾  $B=23\text{m}$ 、満載吃水  $D=10.0\text{m}$ ）を選び、以下の基準で検討する。

###### ① 中国の基準

$$W = A + 2c$$

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

$\nu$  を最大の  $14^\circ$  とした場合

$n$  : 船舶漂移倍数、横流  $0.75 < V \leq 1.00\text{m/s}$  で 1.45

$\nu$  : 風流圧偏角、 $0.75 < V \leq 1.00\text{m/s}$  で  $14^\circ$

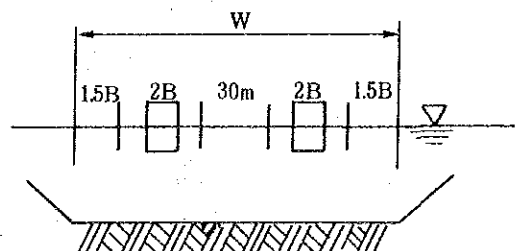
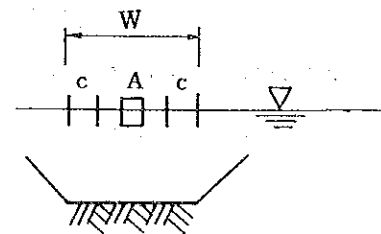
$b$  : 余裕幅（船巾  $B$  をとる）

$c$  : 余裕幅、船速  $< 6$  ノットの場合  $0.5B$

$$W = 120 \text{ m}$$

###### ② アンクタッド (UNCTAD)

UNCTAD では、原則的に右図のような往復航路を推奨している。これをふえんして単航路にあては



めてみると

$W = 5 B = 120\text{m}$  と計算することができる。

### ③ 日本の基準

日本においても往復航路を主体に考えられており、表 3-5-1 に示す値を標準にして対象船舶の 1 L 以上とるように定められている。なお、船舶の行きあう可能性のない航路にあっては、0.5L 以上の適切な幅をとるものとされている。

表 3-5-1 航路の幅員 (日本の基準)

(往復航路の場合)

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	2 L
	上記以外の場合	1.5 L
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	1.5 L
	上記以外の場合	L

注) L : 対象船型の船長

以上の検討から、本計画においては、現状の幅員 120m をもって計画幅員とする。

### (3) 航路の水深

中国の基準では、航路水深は次のように算定するものとしており、さらに入出港船舶の潮位差の利用を考慮できるものとしている。

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

T : 吃水 : 10.0m

$Z_0$  : 航行時船体沈下 : 0.2m

$Z_1$  : 航行時のキールクリアランス : 0.4m

$Z_2$  : 波浪余裕 : 0.55m

$Z_3$  : 積荷のかたむきに対する余裕 : 0.15m

$Z_4$  : シルト埋没余裕 : 0.4m

$$D = 11.70 \text{ m}$$

潮待ちをすることは、パースの利用効率を下げ、船舶の待ち時間を増すことになり好ましくはないが、本件の場合、船舶の入出港頻度が小さく、また、潮位差が大きくかつ平均潮位が



2.74m と高いので、中国の実情を踏まえて潮位差を利用するものとする。2時間90%保証潮位は3.56m であり、これによると、必要航路水深は 8.15mとなる。

以上のことから、中国の港湾整備の現状を踏まえて、航路水深は現状の8.5mで可とするものとする。

### 3-5-2 泊地計画

#### (1) 回頭泊地

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、航路水深と同じとする。

#### (2) 係留泊地

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(-11m)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。

泊地の法線計画を図 3-5-1に示す。

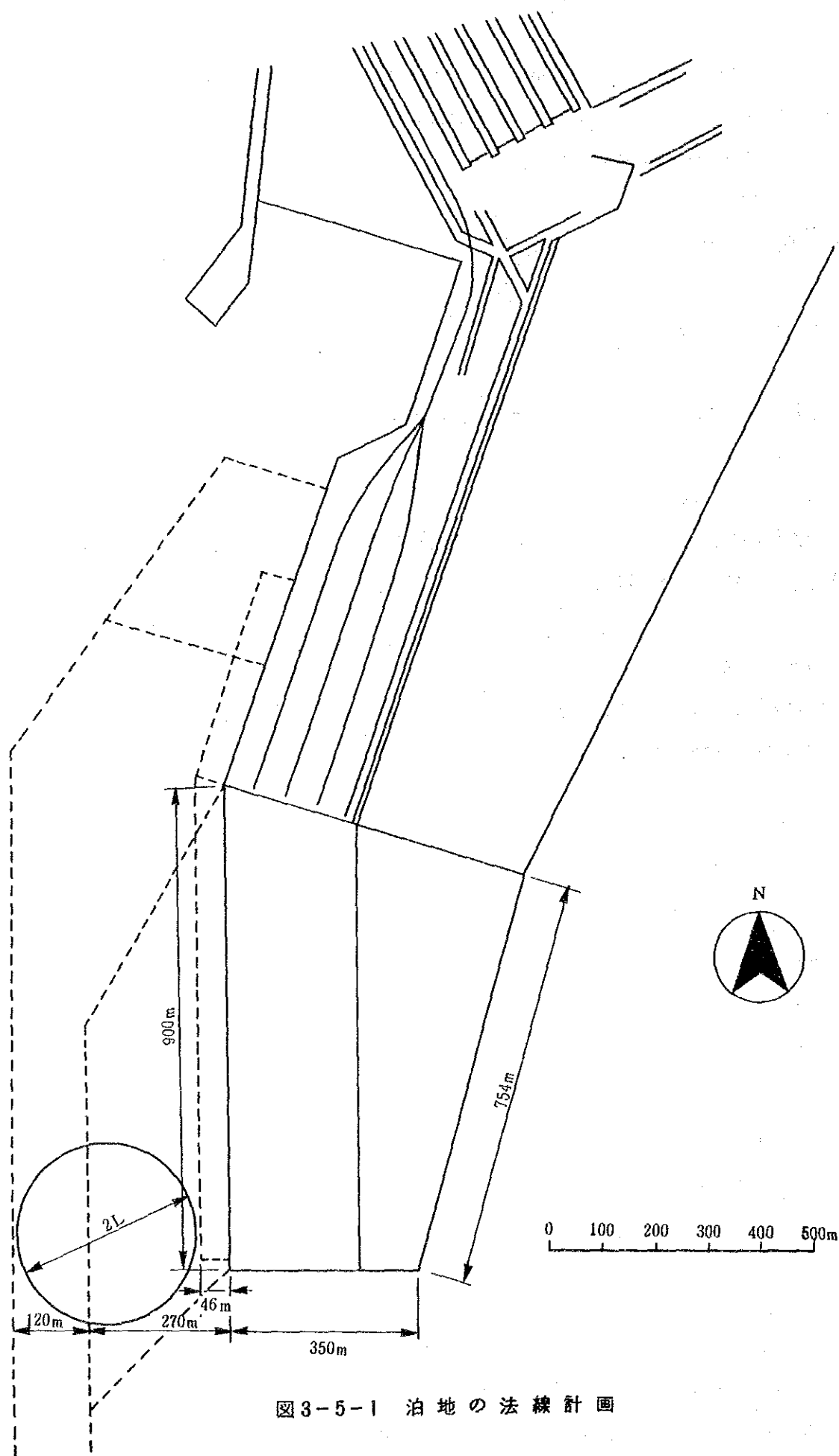


図3-5-1 泊地の法線計画

### 3-6 臨港交通施設計画

#### 3-6-1 港湾貨物の輸送機関分担

石臼港において既設の雑貨バースに港湾鉄道が引込まれたのは、1988年8月であり、その年に鉄道により運ばれた貨物は7万トンとなっている。輸送機関分担率の傾向を見るには、実績期間としては短いが、同年の雑貨バース取扱貨物量の実績は22万トンであり、これから単純に計算すると、現状の鉄道分担率は70～80%という結果になる。しかしながら、鉄道輸送は全国的に飽和状態になっており、近距離輸送は道路輸送へ転換する方向がとられている状況にあることから、本計画では、需要予測結果 245万トンのうち、ロットが大きく石炭の帰り荷となしうる鉄鉱石についてはすべて鉄道輸送とし、他の貨物については近距離輸送貨物は相当程度道路輸送に転換されるものとして輸送需要の発生地想定等を考慮して、全体として鉄道輸送分担率を $\frac{1}{2}$ とする。

隣接する木材バースにおける計画取扱貨物量、90万トンについては鉄道分担率が80%と想定されている。(港務局ヒアリングによる。)

よって、本計画にかかる埠頭における発生貨物の輸送機関別輸送量は次表のとおりとする。

表 3-6-1 輸送機関別輸送量

(単位：万トン)

	道 路	鉄 道	合 計
今回計画関連	130	115	245
木材バース関連	18	72	90
合 計	148	187	335

### 3-6-2 臨港道路計画

港湾からの道路の発生交通量は、前記の道路輸送貨物量をもとに次式で算定する。

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

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）

$\alpha$ ：トラック分担率（トラック輸送量/全輸送量）

$\beta$ ：月変動率（ピーク月貨物量/平均月貨物量）

$\delta$ ：関連車率（関連車台数/トラック台数）

$\gamma$ ：日変動率（ピーク日貨物量/平均日貨物量）

$\varepsilon$ ：実車率（トラック実車台数/トラック台数）

$\sigma$ ：時間変動率（ピーク時発生交通量/ピーク日発生交通量）

$\zeta$ ：月平均稼働日数

上式の各係数について、中国の実態と他港の例を参考にして、

$\beta = 1.2$ 、 $\gamma = 1.5$ 、 $W =$ ：今回計画関連 4 t/台、木材 8 t/台

$\varepsilon = 0.5$ 、 $\delta = 0.1$ 、 $\sigma = 0.16$ 、 $\zeta = 30$ 日 と設定すると、

時間あたり交通量は 612台/時となり、これは日本の基準によれば 2車線で対応できる交通量となる。

表 3-6-2に日本の基準における設計基準交通量を示す。

表 3-6-2 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)

出典：日本港湾協会「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、1989、日本港湾協会

現在、本埠頭から鉄道分区分車場に沿って臨港道路が一般道路（幅員15m）に通じているので、当面はこれを利用するものとする。ただし、十分な幅員を確保しているとはいえないので、現状では側方に拡幅の余裕はないが、将来的には、ルートの開設等により、十分な幅員と車線数を確保する必要がある。

埠頭内においては、埠頭先端まで、現在建設中の木材パースまでの臨港道路を延長する。

埠頭内の道路についても、トラックの停車により交通の円滑性と安全性が妨げられないように、最低4車線もしくは十分な駐車帯の設置を考慮すべきと考える。

### 3-6-3 臨港鉄道計画

石臼港の臨港鉄道を経由して1年間に輸送される貨物量は、石炭1500万トン、木材72万トン及び今回計画関連分 115万トンである。

これに対し、分区操車場は、石炭実車用7車線のほか、第一期石炭埠頭の空車操車場を拡張するもので現在建設中の木材埠頭用分区操車場の6.5車線がある。また、機関車は8両ある。

港務局によれば、車線の利用率はやや高いが、現有の施設により上記の輸送量に対応しうるとされている。よって、当面は、この分区操車場を利用するものとする。なお、現地には2路線の増設可能余地が残されている。

分区操車場にかかる鉄道輸送貨物の流れを図3-6-1 のようである。

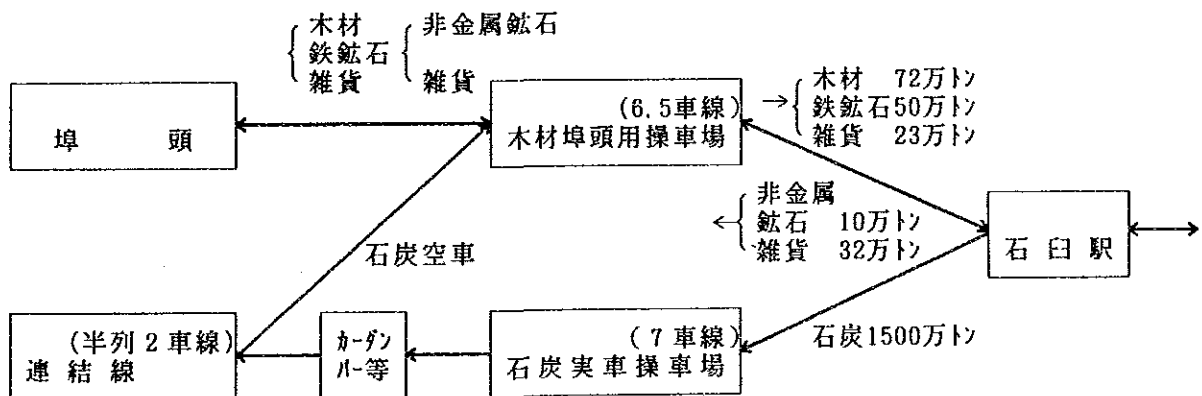


図3-6-1 鉄道輸送貨物の流れ

分区操車場における操車方法については、次のように考えられる。

#### (操車方法)

到着した雑貨の実車は直接「木材雑貨分の操車場」に受入れ、2度の入換操作を経て、埠頭荷役線に入れて荷卸しし、その空車を利用して積荷した後「木材雑貨分区車場」に集結する。

雑貨積み込みのために必要な空車は、雑貨積卸し後の空車のほか、石炭荷卸し後の空車も利用する。

その作業方法は石炭荷卸し後の空車を空車集結線に集め、入換操作で引出し、走行線を経由して空車編成場に至り、整備作業を行った後引出し、入換方式に従って連絡線を経由して雑

貨埠頭に至り、積み込み作業を行う。

その後入換操作をして分区操作場に引き戻し、積み込み完了の空車とその他の空車を操作方式に従って鉄道操作車場に送り、鉄道と港との交換接続を行う。

### 3-7 その他の施設計画

1995年の5バースに対応するその他の施設計画について検討する。

#### 3-7-1 緑地

緑地整備について中国の基準では、新規港湾、港区については、15%以上、改良、拡張港区については現状維持（一般に10%以上）とされているが、これらは長期的目標とし、今回計画においては、港湾に就労する人々の休息に資するための休息緑地を生産補助区に計画する。また、埠頭内臨港道路には、沿道緑地を配慮するものとする。

#### 3-7-2 航行補助施設

木材埠頭用に既に進入航路が開発され誘導施設が設置されているので、今回計画に関してはこれらを利用する。このほか、埠頭南端の埠頭先端部に導燈を一基設置するとともに燈浮標を一基設置するものとする。

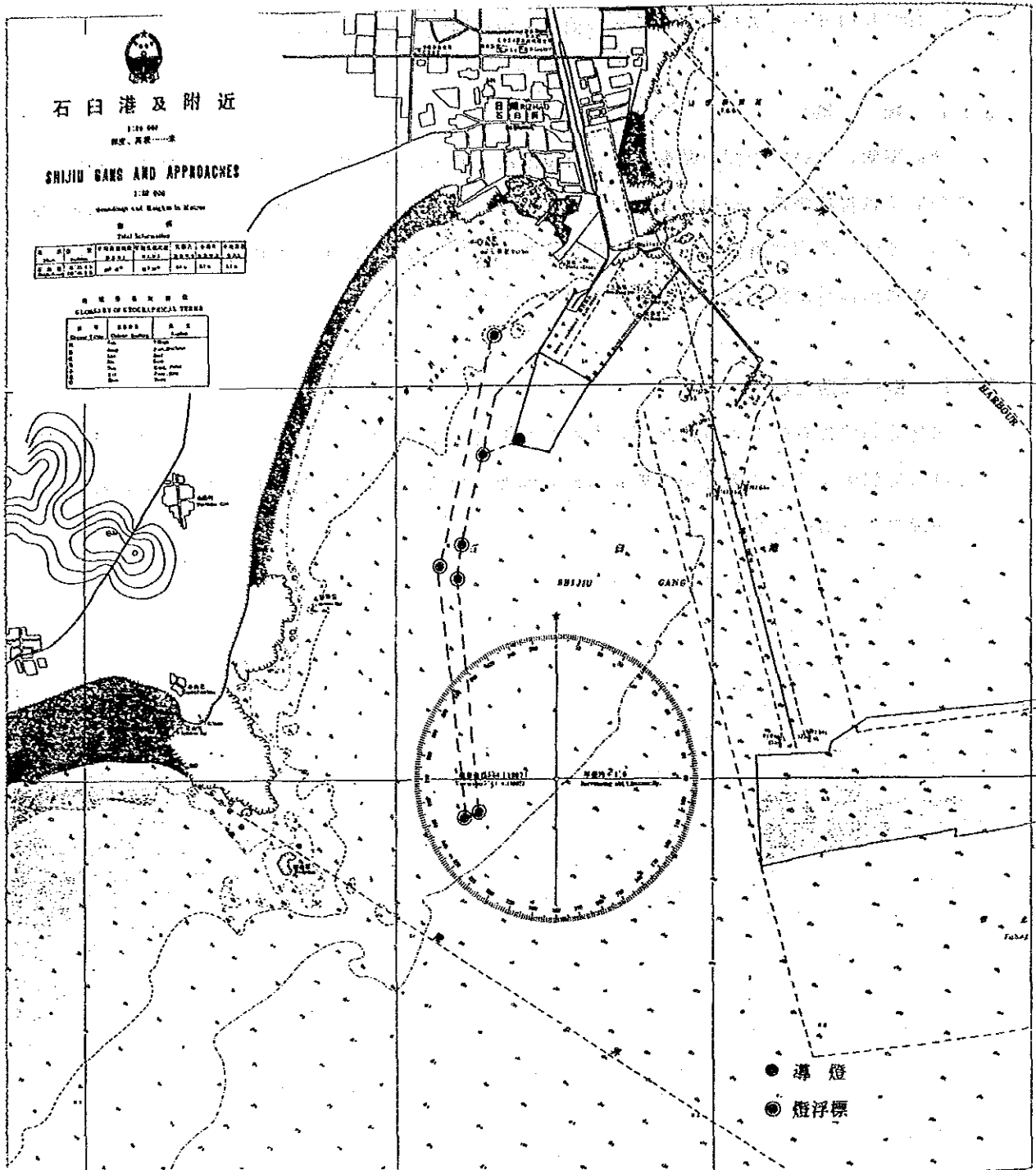


圖3-7-1 航行補助施設配置計画図



### 3-7-3 その他

#### (1) 付帯施設

上記のほか、本プロジェクト関連の付帯施設として、給排水施設、給電施設、通信施設、給熱施設を計画する。これらは、基本的には、隣接する木材埠頭等の関連での整備による既設の施設を極力有効に利用するものとし、その上で必要となるものについて整備するものとする。

また、事務所、労働者休憩所、修理工場、用具庫等の港湾管理、厚生施設を整備する。なお、これらの延床面積は概ね 1.8万㎡と算定される。

#### (2) 環境対策

本プロジェクトの計画位置は、既存埠頭の先端側の海域であって市街地と隔たっており、また、なかでも撤貨物を取扱うバースは計画地点の先端側に配置しているので、市街地に対する粉塵や騒音の影響は軽微であると考えられる。

撤貨物ヤードには、粉塵洗流し用の散水設備を設置するとともに、雨水は無蓋溝により排除し、沈澱池で処理後回収又は放流するものとする。

埠頭内の作業、生活用の汚水については、港務局では別途計画されている都市污水处理場の建設をまって、将来的にはそこで処理することを考えているが、差しあたって負荷量は小さく、適切な浄化装置によって対処しうられると思われる。

また、労働環境の向上に資する緑地の整備も環境対策の一環と考えられるが、これらのほかは特段の環境保全のための施設計画は必要ないとする。

ただし、環境の維持保全のためには、埠頭の散水等の維持作業や環境観測が有効であるとする。

### 3-8 土地利用計画

長期的港湾開発構想を勘案しつつ、土地利用計画を作成する。

撒及び雑貨バース背後にヤードを配置し、その背後は、将来の埠頭開発のための保留地（水面）とする。保留地は、長期保管のための保管用地、緑地、臨港交通施設等を配置するものとする。埠頭地区背後の市街地で散見される港湾関連貨物の長期保存については、将来的に港湾サイドでの対応を考える必要がある。

生産補助施設用地は、大部分を木材埠頭用施設と隣接して配置し、長期的な埠頭の発展に対しても集約整備が可能となるよう、余裕を有する規模を計画する。あわせて、港湾労働者等のための緑地を配置するものとし、これらの用地として概ね4 haを準備する。

なお、港湾取扱貨物量の増加に伴うトラック交通量の増加は、道路容量を逼迫させるだけでなく、市街地の環境への影響にも関係してくるので、港湾へのアクセス道路付近については、再開発を含めて都市側と十分調整を図るべきと考える。

### 3-9 1995年整備計画

以上の結果をとりまとめて、1995年整備計画として図 3-9-1に示す。



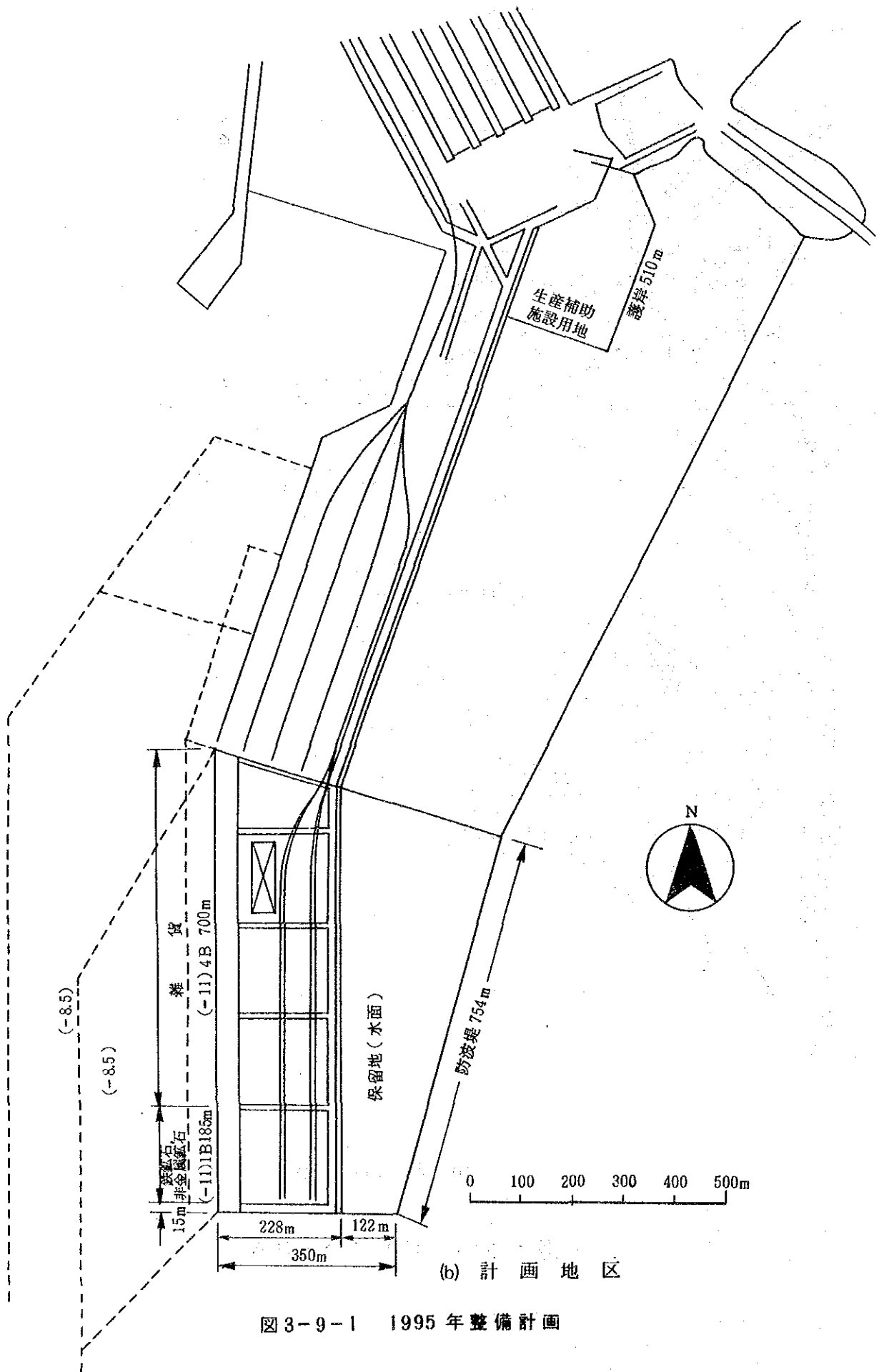


图 3-9-1 1995 年整備計画

## 第 4 章 港湾施設の設計

### 4-1 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する。

石臼港第二期工程可行性研究報告書の中で主要施設については設計が検討されているのでその成果を基本として所要の検討を加える。

設計条件については特に利用条件など中国の事情を考慮し、港口工程技术規範に基づいて中国側が設定している設定条件を採用する。

計算法については中国と日本では基本原理はほぼ同じであることから、電算を一部利用することもあって日本の「港湾の施設の技術上の基準・同解説」によるものとする。

構造様式については実施可能な比較案を検討し最適案を決定する。構造様式の選定及び最適案の選定の際、考慮すべき主要な項目は以下の点である。

- ① 使用材料の入手の難易
- ② 施工機械の調達、施工用施設利用の難易
- ③ 施工経験の有無と施工の確実性
- ④ 完成施設の耐久性と維持補修の必要性
- ⑤ 経済性

### 4-2 設計の対象施設

設計対象施設としては表4-2-1設計対象施設の通りである。

表4-2-1 設計対象施設

施設名	延長 (m)	摘 要
防 波 堤	876	外側 754m 先端護岸側 122m
先 端 護 岸	228	
岸 壁	900 (取付15mを含む)	5 バース 設計水深 -11.0m

#### 4-3 設計条件

設計施設の全般的な設計条件は以下の通りである。

##### 4-3-1 利用条件

###### (1) けい船岸の諸元

設計対象の岸壁の諸元は表4-3-1 岸壁の諸元の通りである。

表4-3-1 岸壁の諸元

岸壁名	バス数	延長 m	設計水深 m	対 象 船 型					
				船 種	兼・専用	重量トン	船 長 m	船 幅 m	満載吃水 m
雑貨岸壁	1	175	-11.0	雑 貨	-	15,000	162	22	9.8
雑貨岸壁	1	175	-11.0	雑 貨	-	15,000	162	22	9.8
雑貨岸壁	1	175	-11.0	雑 貨	-	15,000	162	22	9.8
雑貨岸壁	1	175	-11.0	雑貨及び バラ	兼 用	20,000	170	23	10.0
バラ物岸壁	1	185	-11.0	バラ積	専 用	20,000	170	23	10.0

注) 設計水深は計画水深と同様とし平行岸壁なので水深-11.0mの同一水深とする。

###### (2) 岸壁天端高

中国の「港口技術規範」では、防波堤で遮蔽されているけい船岸の天端高は「設計高潮位 +1.0 ~1.5 m」としている。これによると+5.73~6.23mとなるが、既設の木材埠頭と隣接するので木材岸壁の天端高+6.10mと同一する。

###### (3) 船舶の接岸速度

船舶の接岸速度はやや早いですが20cm/secとする。

###### (4) 上載荷重

上載荷重は中国の「港口技術規範」どおりとし、岸壁クレーンの輪荷重については中国側の値を採用する。

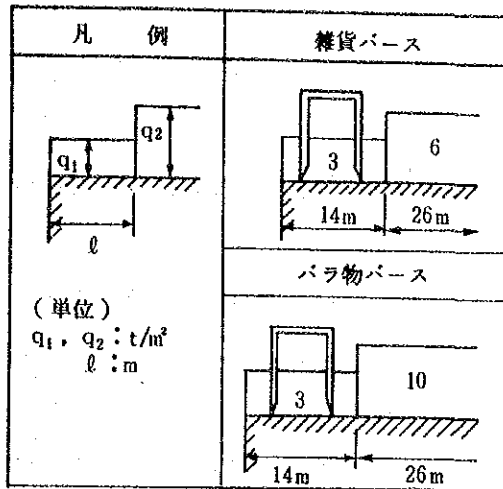


図 4-3-1 上載荷重見取図

但し、等分布荷重は、異常時の安定計算では上記の値の 1/2とする。

(2) クレーン荷重

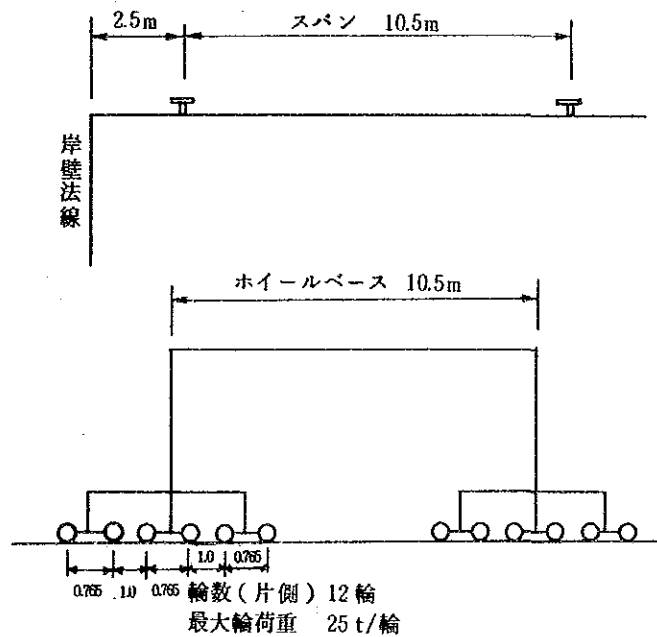


図 4-3-2 クレーン模式図

以上より  $W = 25t/\text{輪} \times 12 \div 10.5m \approx 28.6t/\text{輪}$

の線荷重を海側と陸側に与える。

#### 4-3-2 自然条件

##### (1) 設計潮位

設計潮位は木材埠頭にも用いられている表4-3-2 設計潮位の値を用いる。

表4-3-2 設計潮位

設計高潮位	累積頻度 10%	+4.73m
設計低潮位	累積頻度 90%	+0.59m
残留水位差	重力式	潮差の1/3 (裏埋中粗砂時0)

##### (2) 土質条件

ボーリング調査による地質想定断面図及び室内試験データに基づく物理・力学性指標をもとに次の通り土質条件を設定する。



表4-3-3 土質条件

施設	防波堤 1	防波堤 2	防波堤先端護岸側	先端護岸	岸壁
延長	北側 416m	南側 338m	埠頭先端部 122m	埠頭先端部 228m	900m
-5.0				-6.0	-6.0
-6.0	-7.0		-6.5	シルト $\gamma=1.64t/m^3$ $\phi=3^\circ$ $C=0.5t/m^2$	シルト質亜粘土 $\gamma=1.73t/m^3$ $\phi=3^\circ$ $C=0.6t/m^2$
-7.0	シルト質亜粘土 $\gamma=1.76t/m^3$ $\phi=3^\circ$ $C=0.6t/m^2$	-7.3	シルト $\gamma=1.64t/m^3$ $\phi=3^\circ$ $C=0.5t/m^2$	-8.0	
-8.0		シルト質亜粘土 $\gamma=1.76t/m^3$ $\phi=3^\circ$ $C=0.6t/m^2$		シルト質亜粘土 $\gamma=1.76t/m^3$ $\phi=3^\circ$ $C=0.6t/m^2$	-9.0
-9.0	-9.0	-9.3	-9.0		
-10.0	亜砂土 $\gamma=1.92t/m^3$ N=10	亜砂土 $\gamma=1.92t/m^3$ N=10	シルト質亜粘土 $\gamma=1.76t/m^3$ $\phi=3^\circ$ $C=0.6t/m^2$	-10.0	亜砂土 $\gamma=1.93t/m^3$ N=11
-11.0			-10.4	亜砂土 $\gamma=1.92t/m^3$ N=10	-11.0
-12.0	-11.5	-12.0	亜粘土 $\gamma=1.99t/m^3$ $\phi=11^\circ$ $C=3.2t/m^2$	-12.0	亜粘土 $\gamma=2.0t/m^3$ $\phi=18^\circ$
-13.0	亜粘土 $\gamma=1.99t/m^3$ $\phi=11^\circ$ $C=3.2t/m^2$	亜粘土 $\gamma=1.99t/m^3$ $\phi=11^\circ$ $C=3.2t/m^2$	-14.0	円礫 $\gamma=1.8t/m^3$ N=26	-12.0
-14.0	-13.5	-14.0	-14.0		円礫 $\gamma=1.8t/m^3$ N=26
-15.0	円礫 $\gamma=1.8t/m^3$ N=26	円礫 $\gamma=1.8t/m^3$ N=26	円礫 $\gamma=1.8t/m^3$ N=26		
-16.0					-16.0
-17.0	-17.0		-17.0	-17.0	風化岩
-18.0	風化岩		風化岩	風化岩	
-19.0		-19.0			
		風化岩			

(3) 設計波

設計波としては構造物の安定のため異常時の最大波を設定する必要がある。

石臼港に大きな影響を与える沖波の波向は図4-3-3に示す通り、SE、ESE、E、ENEの四方向が考えられる。このうちENE方向は石臼岬と石炭埠頭基部によって遮られて問題とならない。(S方向の対岸距離は約80km、SSE方向の対岸距離は約105kmである。)

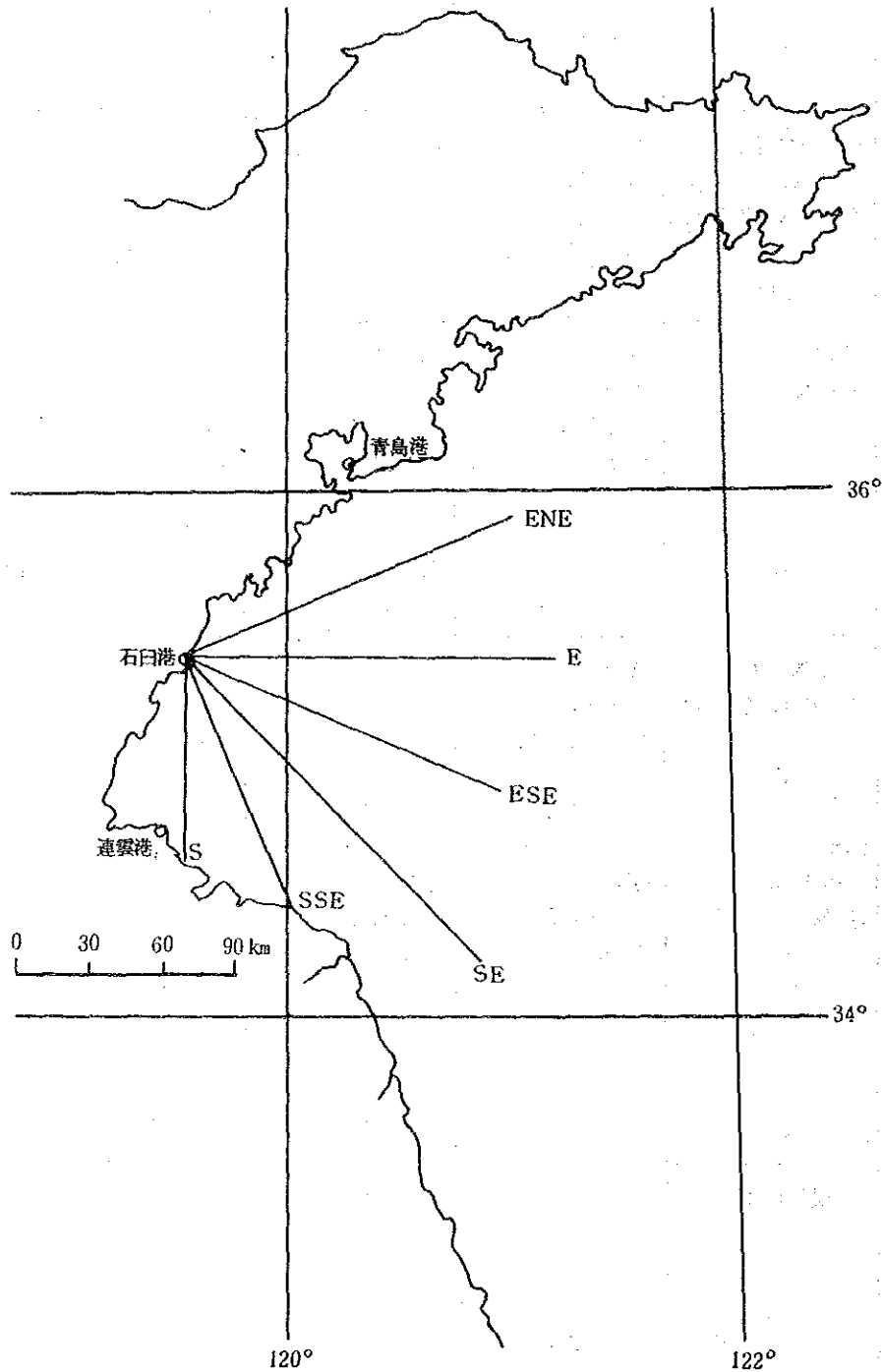


図4-3-3 石臼港の対岸距離

石臼港埠頭建設調査報告書（財国際臨海開発研究センター）及び今回実施した沖波波浪推算値のSE、ESE、E方向各波の最大波は次の通りとなっている。

E方向  $H_0 = 5.2\text{m}$   $T_0 = 7.6\text{sec}$  (1956年台風 5606)

ESE方向  $H_0 = 3.4\text{m}$   $T_0 = 8.8\text{sec}$  (1962年台風 6209)

SE方向  $H_0 = 4.3\text{m}$   $T_0 = 12.4\text{sec}$  (1981年台風 8118)

上記報告書では浅海域における屈折係数が計算されており、その結果は表4-3-4 に示す通りとなっている。

表4-3-4 波向別屈折係数（不規則波）

波向 \ 周期	6 sec	10 sec	14 sec
ENE	0.98	1.04	1.14
E	0.98	1.03	1.10
ESE	0.95	0.93	0.94
SE	0.91	0.82	0.79

設計波としては、沖波推算値の全方向の極値からワイブル分布による50年確率波として、 $H^{1/3} = 5.1\text{m}$ を計算し、周期 10secの屈折係数と浅水係数から  $H^{1/3} = H_0 \cdot K_r \cdot K_s = 5.1 \times 10.4 \times 0.96 = 5.1\text{m}$ を定めている。（波向ENE～SE）

第二期工程の計画法線を考慮し上記の設計波も参考としここでは設計波として波向E波～SE波、 $H^{1/3} = 5.1\text{m}$   $T^{1/3} = 12\text{sec}$ を設定する。

なお、累積頻率波高については図4-3-4 累積頻率波高関係図とレーリー分布による  $H^{1/3} = 1.60\bar{H}$ （平均波高）を使用して表4-3-5 設計波諸元の通り定める。

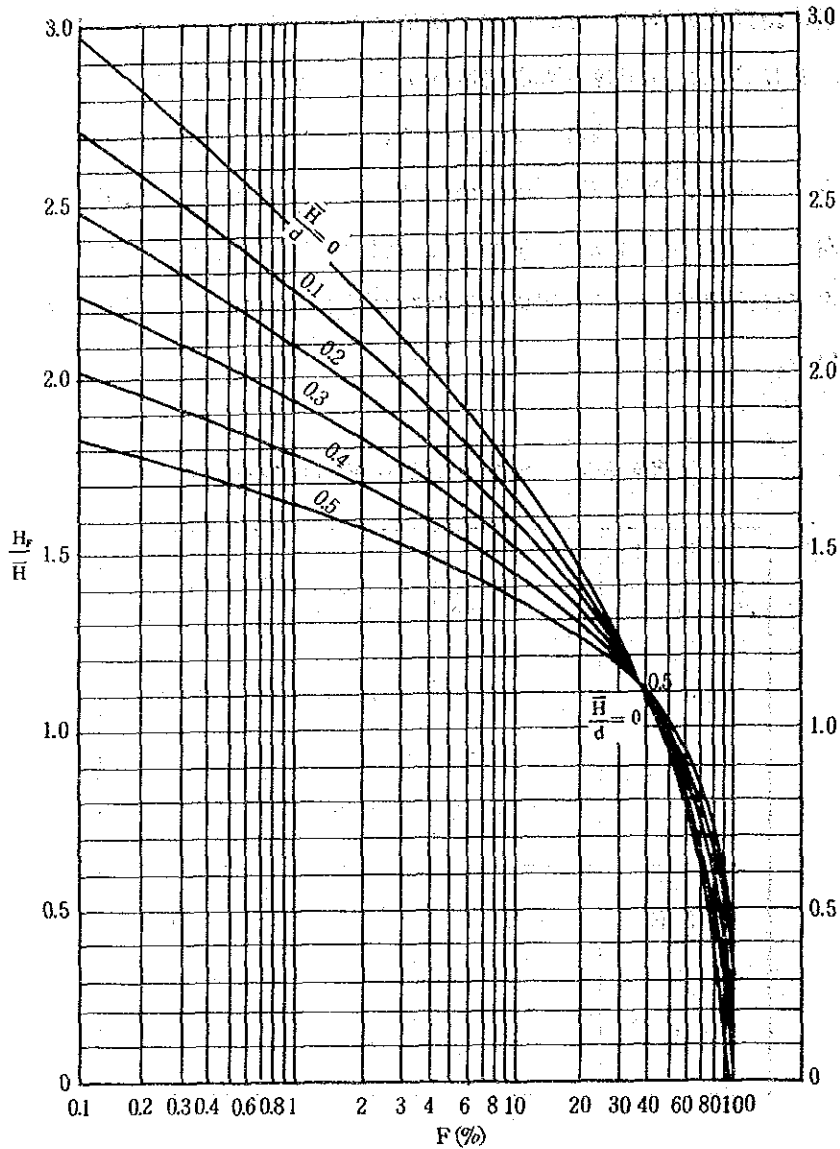


図4-3-4 累積頻率(波高)関係図

出典：港口技術規範 海港水文 中国交通部 1987

表4-3-5 第二期工事設計波浪諸元

波 向	SE ~ E			T (sec)
	H <sub>1</sub> % (m)	H <sub>4</sub> % (m)	H <sub>13</sub> % (m)	
波 高・周 期				
数 値	5.9	5.7	5.1	12

注1  $d = 6.0$  (防波堤の設計水深)  $+ 2.74$  (平均潮位)  $= 8.74\text{m}$

$$\bar{H} = 5.1\text{m} \div 1.60 = 3.18\text{m} \quad \bar{H}/d = 0.36$$

$$\left. \begin{aligned} 2 \quad H_1\% &= 1.85\bar{H} \\ H_4\% &= 1.78\bar{H} = H^1/_{10} \\ H_{13}\% &= 1.60\bar{H} = H^1/_{3} \end{aligned} \right\} \text{となる。}$$

(4) 地震震度

地震烈度（地震震度）は7度の地域であり設計地震震度としては次の値を用いる。

水平震度  $K_H = 0.1$

鉛直震度  $K_V = 0$

4-3-3 使用材料

(1) 使用材料の設計定数

基礎捨石、裏込石、裏埋材の設計定数は表4-3-6 設計定数の通りとする。

表4-3-6 設計定数

材 料	内部摩擦角 $\phi$	壁体との摩擦角 $\delta$	単位体積重量	水中単位体積重量
基礎捨石	45°	—	1.8 t/m <sup>3</sup>	1.0 t/m <sup>3</sup>
裏込石	40°	+15°	1.8	1.0
裏埋材（中粗砂）	32°	+15°	1.8	1.0

(2) 摩擦係数

摩擦係数は表4-3-7 摩擦係数の通りとする。

表4-3-7 摩擦係数

材 料	摩擦係数
コンクリートケーソン底面と基礎捨石	0.6
コンクリートとコンクリート	0.55
捨石と細砂～粗砂	0.50～0.60

(3) 許容応力度

使用材料の許容応力度は表4-3-8 許容応力度の通りである。

表4-3-8 許 容 応 力 度

材 料	設計強度	許容圧縮強度	許容引張強度	許容曲げ圧縮強度
コンクリート R 250		140kg/cm <sup>2</sup>	15.5kg/cm <sup>2</sup>	60kg/cm <sup>2</sup>
耐寒性・海中コンクリート D 250		"	"	"
鉄 筋 (1級)	2400kg/cm <sup>2</sup>			
(2級)	3400kg/cm <sup>2</sup>			

#### 4-3-4 安 全 率

構造物の安全率については、中国の「港口工程技术規範」と日本の「港湾の施設の技術上の基準・解説」で、表4-3-9 に示すように差がみられる。

表4-3-9 安全率の比較

項 目	常 時	地震時
壁体の転倒	1.6 (1.2)	1.4 (1.1)
壁体のすべり出し	1.3 (1.2)	1.1 (1.0)
円形すべり	1.1~1.3(1.3)	—

注) ( ) 内は日本の基準値

設計の基本方針で述べた通り、安全率については中国の基準値を基本的に用いることとし、中国の基準にない項目については日本の基準値を準用する。

採用した安全率は表4-3-10の通りである。

表4-3-10 安 全 率

設 計 項 目	常 時	地震時
壁体の転倒	1.6	1.4
壁体のすべり出し	1.3	1.1
円形すべり	1.3(標準)	—
直線すべり	1.2	—
等分布荷重をうける浅い基礎の支持力(重要構造物)	2.5	—
" " (その他構造物)	1.5	
基礎捨石の許容端し圧	60t/m <sup>2</sup>	90t/m <sup>2</sup>

#### 4-4 構造様式の比較

石臼港の現場条件のうち特徴的なのは比較的浅い所に風化花崗岩が現れること、第二期工程の場所は波浪の影響を受け易い所にあること等である。また一般的に中国では鋼材の入手が困難で価格も高い。一方コンクリート構造物については最大3300トンまで製作可能な4函台のケーソンヤードがある。さらに石材が比較的安価多量に入手出来ること、コンクリートブロック製作ヤードもありコンクリートブロック製作用施設（パッチャープラント、ブロック仮置場）及び石材積出し場も確保出来ることを考慮し以下のごとく重力式の構造物、捨石式構造物を比較設計の対象とする。

表4-4-1 各構造様式の比較

構造様式	重力式	捨石式	鋼矢板式	栈橋式
施設	防波堤・護岸 岸壁	防波堤・護岸	岸壁・護岸	岸壁
主要項目				
使用材料の入手の難易	○	○	×	×
施工機械・施工用施設 利用の難易	○	○	△	△
施工経験の有無と施工 の確実性	○	○	×	×
耐久性・維持補修	○	△	×	×
経済性	具体的断面の比較による			

○：適している。    △：普通    ×：良くない

さらに重力式岸壁としては方形ケーソン、L型ケーソン、セルラーブロックの3種類を、防波堤、護岸は傾斜式捨石堤（コンクリート消波ブロック被覆）、方形ケーソンを比較設計の対象とする。

#### 4-5 防波堤及び先端護岸

防波堤は中国側が検討している傾斜式捨石堤案を基本として、図4-5-1 傾斜式捨石堤及び図4-5-2 方形ケーソン堤案を検討した。土質条件としては二区間としているが土層厚が50cm程度の違いなので1断面で代表させた。なお捨石堤上部は施工が速く確実な場所打コンクリートを採用している。

傾斜式捨石堤と方形ケーソン堤の単価比較を行った所、傾斜式捨石堤は現地盤水深が-7.5m以上の場所に建設する場合は方形ケーソン案より建設費が高くなることが判明した。しかし防波堤及び先端護岸の設定水深は-7.0 ~ -7.5mであり、方形ケーソン堤の場合直立壁なので反射波や越波が傾斜式捨石堤より大きくなること、方形ケーソン堤の方が使用する鋼材やセメント量が多く外貨分が増加すること、先端護岸の場合埠頭への越波量を少なくする必要があり、かつ反射波も少ないことが望ましいこと、中国側も傾斜式捨石堤を希望していること、等の理由から防波堤及び先端護岸は図4-3-5 に示す傾斜式捨石堤を採用する。



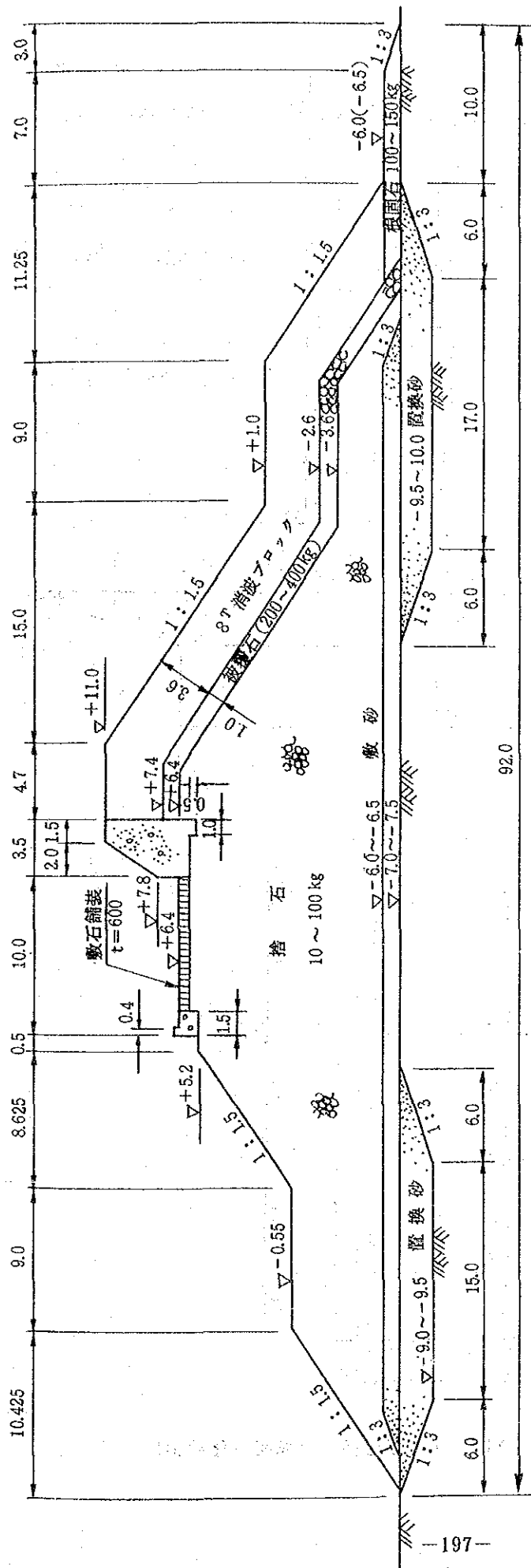


圖4-5-1 防波堤・先端護岸，標準断面図（採用案）

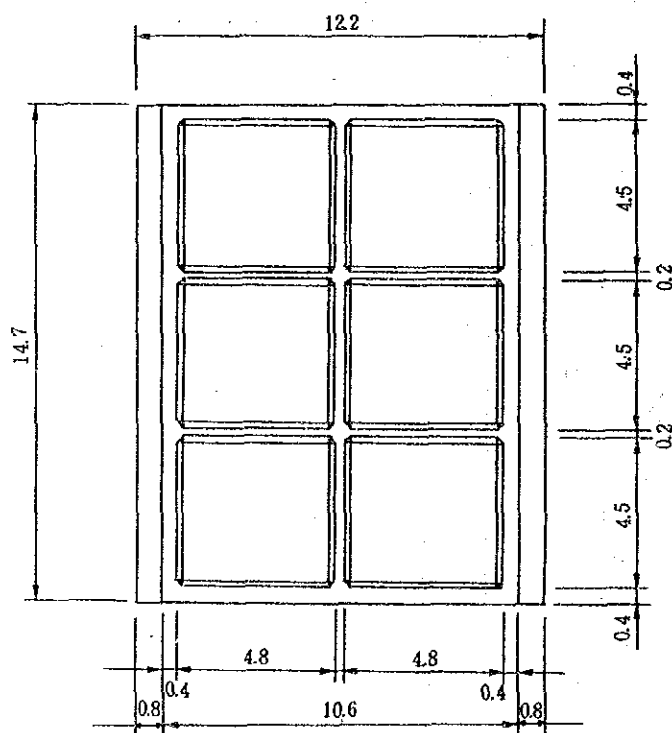
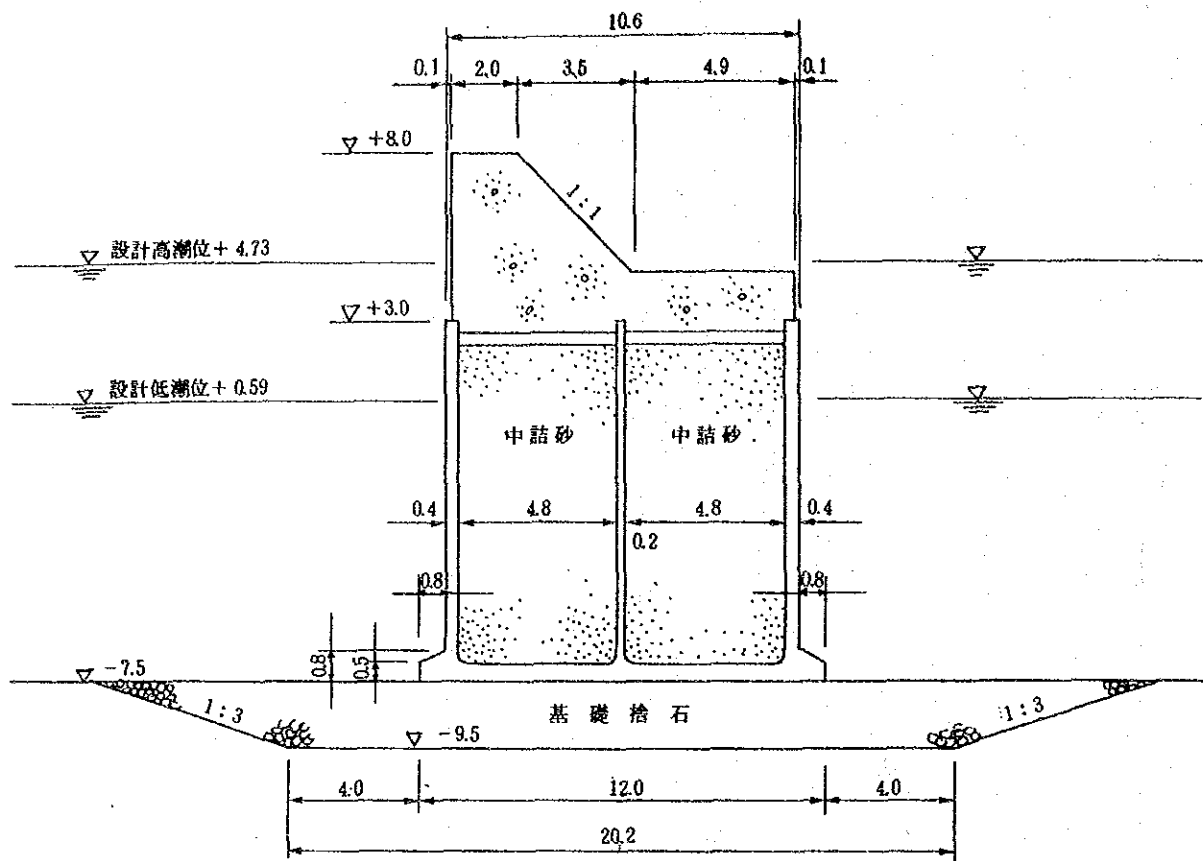


图4-5-2 防波堤，先端護岸，標準断面图·平面图（比較案）