

- 9) 電気課：変電所管理、ターミナル照明・荷役機器及び冷凍コンテナの電動部分の維持修理。
- 10) CFSオペレーション課：CFSにおける貨物の搬出入・保管・コンテナの解梱及び梱包に関連した計画立案、前記計画遂行に必要な荷役機器運転手並びにその他作業員の手配。作業の指示・監督。CFSに関連する荷主手配の道路及び鉄道車輛の管制。
- 11) CFSドキュメンテーション課：輸出入貨物に必要な書類の作成及び発行。各種官庁検査の手配。
- 12) CFS総務課（含経理）：コンテナの解梱・梱包、散荷の搬出入・保管等により発生した料金の請求及び受領。CFS関連の労務及び一般管理費の出納。その他庶務。

(3) 運 営

コンテナターミナルの最も望ましい運営体制は必要数の十分な訓練を受け担当業務に熟練した職員を専属雇傭する単一組織体がコンテナ貨物の荷受から船積みまで又は船卸しから荷渡し迄の一貫かつ完全なサービスを利用者に対して提供する形態である。

しかし前記一貫運営体制の実現が困難な場合は、ターミナル業務の一部を1社又は多くとも2社のコントラクターに限定して業務依託するが、少くともターミナルオペレーションに関連して人身・コンテナ・貨物・コンテナ船、又はターミナル利用者手配車輛に発生する全事故について利用者に対し、一貫責任体制をとりうる協同体を構成するよう勧告する。

カラチ港に建設されるバキスタン国において最初の公共コンテナターミナル（2バース）の運営体制はKPTboardにより決定されるべきである。

調査団としては現実性のある運営体制の一案を助言するので参考とされたい。

- 1) 経営基盤が確立している上現カラチ港の運営に当って主要業務を分担しているKPTがターミナル利用者に対してコンテナ又は貨物の荷受からコンテナ船への船積み迄、船卸しから荷渡し迄全作業の一貫責任を負う。
- 2) アドミニストレーション及びエンジニアリング部の全業務、並びにCFS部の総務課は総てKPT職員及び作業員が担当する。
- 3) オペレーション部の全課及びCFS部のオペレーション課及びドキュメンテーション課の管理部門をコントラクターに業務委託する。コントラクターの数は1社が望ましいが、多くともオペレーション及びCFS両部に対し各1社に限定する。
- 4) KPT作業員が総てのコンテナ及び貨物取扱い機器を運転する。コンテナクレーン下、コンテナヤード上及びレールマウント・トランスファー・クレーン下の作業もKPT作業員によって遂行する。
- 5) コンテナ船、コンテナヤード及びCFSにおける検数作業はコントラクターに業務委託する。
- 6) コンテナ船及びユニットトレイン上のコンテナ固縛作業及びCFSにおける散荷取扱い作業の分担は次の如くおこなう。

年間平均作業量を取扱うのに必要な最少員数はK P T作業員が担当する。作業ピーク日に必要な追加作業員数についてはKarachi Dock Labour Board (KDLB) より派遣される roaster labour により補充する。

7) KDLBより派遣される roaster labour 以外の管理部門担当職員及びオペレーション担当作業員は総て必要な訓練を受け、業務に精通したコンテナターミナル専属要員に担当させる。

8) 特に荷役機械が常に良好な状態で運転されるように修理技術者の確保・養成・部品の補充等機械の維持修理体制の確立が必要である。

コンテナ取扱い機器の運転手及びメンテナンス・エンジニアには特殊技術者にふさわしい待遇を与えて適任者を確保する。一方不適任者は速かに他部所へ配置転換する。

9) 道路車輛により運搬されるコンテナ及び散荷の搬出入サービスは平日の昼間1シフト(8時間)を原則とし、必要に応じてオーバータイム作業もおこなう。

コンテナ船荷役、鉄道車輛により運搬されるコンテナ及び散荷の揚積作業、OFSにおけるコンテナの解梱・梱包は一昼夜連続サービスをおこなう。

事故防止及び作業能率維持上少くともコンテナ取扱い機器の運転手には3シフト制を適用させてオーバータイム作業に就労させない方がbetterである。

10) 輸出入コンテナ及び貨物に対し7日間程度のレンシーピング並びにフリータイムを設定してこれを厳守させる。

適切な延滞料金を設定する。

フリータイムを超過した輸入散荷に対する税関競売処理行使時期を短縮する。

(コンテナ関連諸規則の展望)

次に大量のコンテナ及び貨物を迅速に取扱うために、必要な通関手続き及びドキュメンテーションの簡素化、港域外コンテナ取扱い施設の充実について助言する。

11) Customs convention on container 及び customs convention on the international transport of goods under cover of TIR carnets の主旨にそって国内通関関係法規・規則を整備しコンテナ関連税関手続きを簡素化・標準化する。

一般に実施されている具体例は次の如く。

○ コンテナ本体の輸入手続きは全コンテナ揚荷完了後コンテナナンバーリストを添付して一括輸入申告を行う。コンテナ本体の輸出手続きは輸入申告と同様である。

○ コンテナ本体の国内移動にともなう税関手続きは次による。コンテナを取扱う施設の責任者が管理下にある全コンテナの移動を自主記帳し、常時税関の追跡調査に応じられる体制を整える。これによって個々のコンテナの移動に対する税関手続きを省略する。

○ 船社作成のマニフェスト上に税関が必要とする全事項が記載されてあれば、その写を税関書式に代用して通関手続きに使用することを許可する。

○ コンテナに保税貨物を内蔵して輸送する場合、船社封印を税関封印に代用させることを許可する。

○ TIRコンテナに内蔵された貨物がアフガニスタン国境を通過する場合にはその通関手続きを簡略化する。

- 。信用ある荷主により常時輸出入されている外国貨物の通関手続きを簡素化する。
- 12) パブリックセクターによる港域外の通関手続可能な施設充実と共にプライベートセクターによるコンテナ取扱い施設建設を助成し、そこにおける税関手続き実施に協力する。

上記諸項目を実施することによって、コンテナ輸送のメリットを十分に享受すると共にコンテナターミナルをはじめ各コンテナ取扱い施設の利用効率向上を計る。

4-5 コンテナ・ターミナルの位置と平面計画

4-5-1 ターミナルの位置選定

コンテナ・ターミナルの建設位置については既往の調査で詳細に検討されており、ウェスタン・バックウォーター・エリアが選定されている。以下に各建設候補地の得失についてその概要を述べる。

1) キーマリ突堤の背後

本地点はモンスーン期の波浪の影響が大きいためターミナル位置としては不適切である。現在、本地点はコンテナ・ヤードとして整備中であり将来はRo/Ro 船用のバースとして用いる計画である。

2) パンカー島

本地点も、上記の位置ほどではないが、波浪の影響がある。又臨港道路/鉄道の建設費が非常に高くなるため、ターミナルの建設予定地としては不適切である。

3) チンナ・クリーク・バックウォーター

本地点は、静穏な水域を有するものの、大規模な浚渫工事及び橋梁建設を含むことになり、経済的な面からターミナルの建設地点としては不適切であると判断した。

4) 既存バースの改良

カラチ港に於けるどのバースもガントリー・クレーンの重量に耐えるような設計はなされておらず、又例え岸壁を改良したとしても背後に十分なコンテナ・ヤードのスペースを確保できない。従って既存バースをコンテナ・バースへ転換した場合は、効率の高いコンテナ輸送を実現するのは非常に困難であると考えられる。

5) ウェスタン・バックウォーター・エリア

本地点はコンテナ・ターミナルの建設位置として最適であると考えられる。主な理由としては、

- 本地点は近代的なコンテナ・ターミナル建設に対して十分な広さを有し、又将来の施設・拡張等に対し何ら障害がない。
- ターミナルへの道路/鉄道および入港航路等の接続が非常に容易である。
- R. G. D. ハイウェイへの連絡が良い。

上述の理由により、将来のコンテナ・ターミナルの建設予定地としてはウェスタン・バックウォーター・エリアを選定した。

4-5-2 コンテナ・ターミナル平面計画

前節までの検討でコンテナ・ターミナルの規模および建設位置を決定した。本節では詳細な平面計画について検討する。基本計画及び緊急計画のコンテナ・ターミナルの平面計画をそれぞれ図Ⅲ-4-10, 図Ⅲ-4-11に示す。計画に当っては以下に述べる諸条件を考慮した。

- 計画対象地域はコンテナ輸送のみに利用されるものとし、コンテナ貨物以外の貨物を取扱うバースについては全く考慮しない。
- バースの位置は浚渫土量と埋立土量がバランスするように決定する。これは経済的な理由からだけでなく航路埋没の支配的な要因である潮位差による流れを減小させないためにも必要な条件である。ウェスタン・バックウォーター・エリアに於けるKPTの開発計画を図Ⅲ-4-12に示す。この計画の平面配置は固定床による水理実験によって港内域に於ける漂砂には悪影響はないことが確認されている。本調査で提案している計画はこの計画の第一段階の一部であり、上述の調査はそのまま適用できるものと考えられる。
- 入港航路及び回頭水域は次節で述べるように、入出港及び回頭作業の安全性を考慮して計画する。
- 計画地域に於ける海底土質は第2章自然条件で述べた通り、深い層に非常に固い地層が存在する。この地域内の例えばN値が150を越える硬土盤の浚渫単価はN値が50以下の通常の場合に比べ約10倍である。このような浚渫作業の条件も考慮して、本調査ではターミナルの位置を図Ⅲ-4-12に示すKPTの計画よりも地盤条件のよい南側に若干ずらした。例えば、漁港のすぐ西側ではN値150以上の硬土盤が-5m付近から現われる。ターミナルの南端の位置はババ島の間航路が建設できるように設定した。
- 基本計画の6バースのうち、土量バランス等を考慮して、緊急計画では中央の2バースを建設するものとする。

4-6 入港航路

入港航路及び回頭水域は図Ⅲ-4-10, 図Ⅲ-4-11に示すような配置とした。

4-6-1 入港航路の諸元

(1) 航路巾

日本に於ける港湾施設の設計基準によれば、交通量があまり多くない場合には片側交通の場合、船の長さの半とすればよく、両側交通の場合にはこの倍を採ればよい。1979年時点でのコンテナ船の船長の統計を表Ⅲ-4-11に示す。これによれば約50%は170m以下であり、90%が245m以下で、又約30%42隻が285~290mとなっている。現在の航路巾は75,000DWTのタンカーを対象として180mが採られており、全コンテナ船の53%である180m以下の船に対して両側航行が可能な値である。図Ⅲ-3-11に現在カラチ港に寄港しているコンテナ船以外の船型を示した。これによれば88%がLOA180m以下となっている。又、1日当りの入港隻数は1979/80年で約4.5隻であり、これは今後タンカーの大型化、コンテナ船の増加等によって取扱い貨物量の増加よりも低い伸び率となるであろう。

以上により、入港航路の中はコンテナ船に対して特に拡巾する必要はないものと考えられる。ただし、航行援助施設は安全な航行を確保するため整備強化する。

(2) 航路水深

現航路と計画航路の水深を図Ⅲ-4-13に示す。入港航路はオイル・ピアNo4の前面(現在34')から回頭水域までの区間は水深37'とし、回頭水深は40'とした。航路水深は波浪の影響により、港外では港内よりも約1.0m深くなっている。計画航路は大型船に対しては潮待ちが必要となる。この状況を表Ⅲ-4-12～表Ⅲ-4-14及び図Ⅲ-4-14、図Ⅲ-4-15に示した。表Ⅲ-4-12には世界の全コンテナ船の吃水、表Ⅲ-4-13には日本の船社のコンテナ船の実際の運航吃水を示した。これによれば、コンテナ船が満載吃水の80%の運航吃水を取るものとすれば、コンテナ船の約90%についてその実際の吃水は9m以下となる。図Ⅲ-4-14は計画航路の最大吃水を示したものである。又、表Ⅲ-4-14に吃水と航行可能時間の関係を示した。図Ⅲ-4-15はカラチとカスムに於ける平均的な潮位変化を示したものであり、上述の検討に用いた。これらの検討結果から計画航路の航行条件は満足できるものであり、図Ⅲ-4-13に示す通り航路水深を設定した。岸壁水深は日本の基準により12mとしたが、今後のコンテナ船の建造傾向によっては次の段階で建設する2バースを-13mあるいはそれ以上とすることも可能である。

4-6-2 ターミナル建設による漂砂の変化

ターミナルの建設および航路の浚渫に漂砂の変化は次に述べる通りほとんど無視できる程度と考えられる。

- 1) 埋立てにより、タイダル・ボリュームが減少する場合には港口付近の泊地キーマリ突堤の西側で港内埋没が発生する可能性があるが、本調査ではタイダル・ボリュームの変化がないように平面計画を行っており、港内埋没は発生しないものと考えられる。
- 2) ターミナルに至る航路沿いの水域では潮流の流速が大きく、殆んど埋没はないものと考えられる。
- 3) 回頭水域内は、浮遊砂が沈殿し港内埋没が発生するものと予測される。DIAHの調査によれば、本計画と類似の配置に対して年間の埋没量は $0.06m$ である。従って回頭水域に於ける年間埋没量は $0.06m \times 600m \times 450m \doteq 16,000m^3$ と予測される。

4-7 臨港道路/鉄道

4-7-1 臨港道路

(1) ふ頭発生交通量の予測

ふ頭で発生する交通量は、港湾取扱い貨物量を基準として現在日本では次式によって予測されている。カラチ港に於ける将来の交通量は、そのパターンが類似しているものと考え本式を用いて検討する。

時間発生交通量 = 年間取扱い貨物量 (フレート・トン/年)

$$\times \alpha / \omega \times \beta / 12 \times \tau / 30 \times 1 + \delta / \epsilon \times \sigma$$

- ここに
- α : 自動車分担率 = 自動車輸送分 / 全輸送分
 - ω : トラック実車積載率 (トン / 台)
 - β : 月変動率 = ピーク月貨物量 / 平均月貨物量
 - γ : 月 // = ピーク日貨物量 / 平均日貨物量
 - δ : 関連車率 = 関連車台数 / トラック台数
 - 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 / 月発生交通量

上記の係数に対し、現在日本では下記の値が標準的に用いられている。

$$\omega = 1.0 \quad \beta = 1.2 \quad \gamma = 1.5 \quad \delta = 2.0 \quad \epsilon = 0.5 \quad \sigma = 0.12$$

(2) 道路巾員

前と同様、日本で用いられている基準によれば、交通量が下記の値以下の場合には車線数は2でよい。

Type of Road	Hourly Traffic Volume
Road connecting the port with highway, etc.	650 Vehicles/hour
Other roads	500

コンテナ・ターミナルで発生する交通量は1999/2000年で約700台/時間であり、4車線で十分であるが、図Ⅲ-4-2に示したようなコンテナ輸送の大きな日変動を考慮して臨港道路の巾員は6車線とした。臨港道路は立体交叉でマリブル道路に接続し、ステート・アヴェニューを経てRCDハイウェイ、スーパー・ハイウェイに至る。緊急計画の段階では臨港道路の巾員は4車線で充分である。

4-7-2 臨港鉄道

輸出入貨物の大部分は鉄道で運ばれる。図Ⅲ-4-4に臨港鉄道の平面配置を示した。コンテナ貨物の鉄道による輸送は基本計画および緊急計画に対してそれぞれ以下の通りである。

$$CT = (DS + LS) \times \left(1 + \frac{S}{100 - S}\right) \times u$$

ここに：

CT : Annual through put of CNTRS (TEU) transported to and from new port CNTR terminal by unit train.

DS : Total number of CNTR (TEU) discharged from ships per year.

LS : Total number of CNTR (TEU) loaded to ships per year.

s : Percentage of CNTR (TEU) discharged and loaded by semi and RORO CNTR ship at present Karachi port,

Urgent plan = 20% Master plan = 15%

u : Ratio of transportation by unit train, 0.427

$$\circ MC = CT \times t \div WD \times \rho$$

MC : Maximum handling units of CNTR per day

t : Conversion factor from TEU to units, 0.75

WD : Annual working days, 365 - 65 = 300 days

ρ : Peak day factor of transportation (Peak day/ordinary day), 1.25

$$\circ MR = CT \div 2 \div WD \times p \div CU$$

MR : Maximum number of round trips per day

CU : Number of CNTR (TEU) carried by one unit train, 75 TEU

港頭及び内陸コンテナ・ターミナルに対してCT, MCおよびMRは以下の通りである。

1. 緊急計画 (1987-1988)

a. 港頭コンテナ・ターミナル

$$CT = (84,642 + 84,642) \times 0.427 = 72,284 \text{ TEU}$$

$$MC = 72,284 \times 0.75 \div 300 \times 1.25 = 226 \text{ units}$$

$$MR = 72,284 \div 2 \div 300 \times 1.25 \div 75 = 2.0 \text{ round trips}$$

b. 内陸コンテナ・フレート・ターミナル

$$CT = (84,642 + 84,642) \times (1 + \frac{20}{80}) \times 0.427 = 90,355 \text{ TEU}$$

$$MC = 90,355 \times 0.75 \div 300 \times 1.25 = 282 \text{ units}$$

$$MR = 90,355 \div 2 \div 300 \times 1.25 \div 75 = 2.5 \text{ round trips}$$

2. 基本計画 (1999-2000)

a. 港頭コンテナ・ターミナル

$$CT = (338,007 + 338,007) \times 0.427 = 288,658 \text{ TEU}$$

$$MC = 288,658 \times 0.75 \div 300 \times 1.25 = 902 \text{ units}$$

$$MR = 288,658 \div 2 \div 300 \times 1.25 \div 75 = 8.0 \text{ round trips}$$

b. 内陸コンテナ・フレート・ステーション

$$CT = (338,007 + 338,007) \times (1 + \frac{15}{85}) \times 0.427 = 339,598 \text{ TEU}$$

$$MC = 339,598 \times 0.75 \div 300 \times 1.25 = 1,061 \text{ units}$$

$$MR = 339,598 \div 2 \div 300 \times 1.25 \div 75 = 9.4 \text{ round trips}$$

上記のコンテナ貨物量を輸送するために次のような規模のマージナリング・ヤードが必要である。

departure line	1
arrival line	1
waiting line	4
classification line	4
Total	10 lines.

上記の他に、カラチ駅とワジール・マンション駅間の区間に対してはコンテナ輸送専用の鉄道を基本計画、緊急計画とも一線増設するものとした。

表四-4-1 货物量预测

('000 M/T)

Types of Cargo	1979-80			1987-88			1999-00				
	Export	Import	Total	Export	Import	Total	87-88/1979-80	Export	Import	Total	99-00/1979-80
Liquid Bulk	1,302 (38%)	6,046 (54%)	7,348 (50%)	1,167 (21%)	6,396 (59%)	7,563 (46%)	1.03	643 (100%)	13,096 (60%)	13,739 (49%)	1.87
Dry Bulk	1,202 (35%)	2,852 (25%)	4,054 (28%)	2,910 (52%)	1,620 (15%)	4,530 (28%)	1.12	3,360 (52%)	3,280 (15%)	6,640 (23%)	1.64
General Cargo	894 (27%)	2,361 (21%)	3,255 (22%)	1,510 (27%)	2,820 (26%)	4,330 (26%)	1.33	2,420 (38%)	5,495 (25%)	7,915 (28%)	2.43
Total:	3,394	11,259	14,657	5,587	10,836	16,423	1.12	6,432	21,851	28,274	1.93

表Ⅲ-4-2 コンテナ貨物予測

('000 ton)

	1987 - 88		1999 - 2000	
	Export	Import	Export	Import
Containerizable Cargo	Rice 1,860 Sugar 200 Cotton 300 Other Dry 1,210	Other Dry 2,820	Rice 2,590 Sugar 200 Cotton 300 Other Dry 2,120	Iron/Steel 550 Other Dry 4,945
Total	3,570	2,820	5,210	5,495
Containerized Cargo	890	857	2,655	3,221
Percentage of Containerization	25%	30%	51%	59%

表Ⅲ-4-3 航路別のコンテナ船種・20' / 40'比率実績

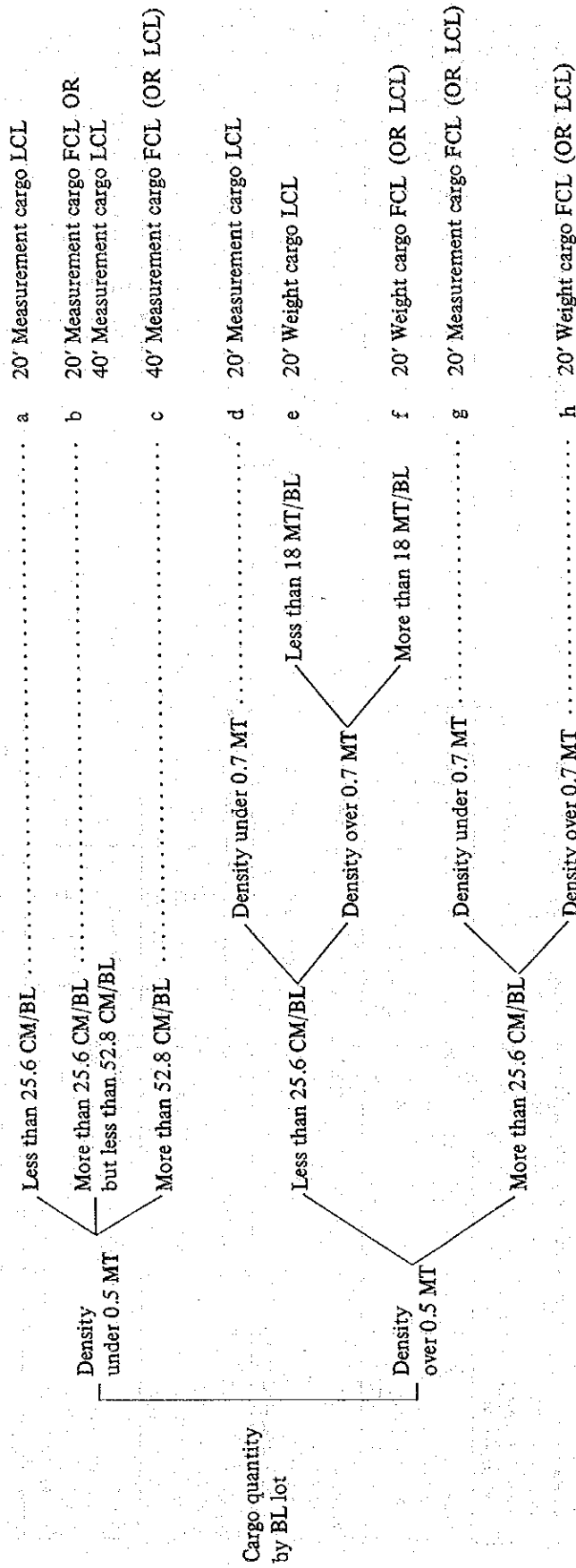
Carrier's type	Share (%)	Trade	Share (%)	Ratio (%) in TEU	
				20'	40'
Full CNTR (LOLO)	78		(100)	49	51
		U.S.A. & Canada	44	38	62
		Europe & Mediterranean	21	41	59
		Australia (RORO)	14	83	17
		New Zealand	5	62	38
		Red sea & Arabian Gulf	9	53	47
		Far East	7	58	42
Feeder	7	Far East	(100)	59	41
Semi CNTR & RORO	15		(100)	78	22
		Africa	60	79	21
		Central & South America	19	84	16
		Oceania	9	81	19
		Red sea & Mediterranean	6	75	25
		Arabian Gulf	6	38	62
		Others	-	100	-
Total	(100)			54	46

表Ⅲ-4-4 (1) FCL/LCLおよび20' / 40'比率(極東からの輸出コンテナ貨物, 1979-1980)

Ports of loading	Density under 0.5 MT per CM												Density over 0.5 MT per CM												Total							
	Under 25.6 CM						Over 25.6 CM						Under 25.6 CM per B/L						Over 25.6 CM per B/L						Density			Density				
	more			less			more			less			Under 18 MT			Over 18 MT			Under 0.7 MT			Over 0.7 MT			Under 0.7 MT			Over 0.7 MT				
	No. of TL	TL	per B/L	No. of TL	TL	per B/L	No. of TL	TL	per B/L	No. of TL	TL	per B/L	No. of TL	TL	per B/L	No. of TL	TL	per B/L	No. of TL	TL	per B/L	No. of TL	TL	per B/L	No. of TL	TL	per B/L	No. of TL	TL	per B/L		
Japanese 6 main ports FCL/LCL = 70/30 % 20'/40' = 48/52 % 9' KI per TEU	3,401	6,472	6,101	308	2,657	10,828	226	61.6	914	63,787	641	1,237	2,085	983	4,767	4,078	51	1,277	339	83	4,776	8,990	96	8,168	7,224	5,789	46,268	123,432	20'	2,454	2,622	5,076
	79	191	794	12	94	404	5	125	465	7	56	89	14	166	191	-	-	-	-	10	618	1,112	6	315	343	127	1,567	3,398	20'	111	111	137
Busan FCL/LCL = 70/30 % 20'/40' = 81/19 % 11.4 KI per TEU	739	888	3,253	43	474	1,610	21	627	1,808	151	336	578	206	906	869	2	54	8	28	1,189	1,942	14	807	860	1,204	5,281	10,928	20'	356	356	49	454
	173	519	1,699	26	271	860	3	41	232	95	480	814	89	474	574	-	-	-	-	20	1,447	2,320	7	251	299	413	3,483	6,798	20'	246	246	272
Hongkong FCL/LCL = 55/45 % 20'/40' = 78/22 % 11.6 KI per TEU	4,386	8,070	51,847	389	3,496	13,702	255	17,707	66,292	894	2,111	3,566	1,292	6,313	5,712	53	1,331	347	141	8,030	14,364	123	9,541	8,726	7,533	56,399	144,556	20'	2,167	3,167	2,772	5,939
	173	519	1,699	26	271	860	3	41	232	95	480	814	89	474	574	-	-	-	-	20	1,447	2,320	7	251	299	413	3,483	6,798	20'	246	246	272
Singapore FCL/LCL = 54/46 % 20'/40' = 90/10 % 12.8 KI per TEU	173	519	1,699	26	271	860	3	41	232	95	480	814	89	474	574	-	-	-	-	20	1,447	2,320	7	251	299	413	3,483	6,798	20'	246	246	272
	173	519	1,699	26	271	860	3	41	232	95	480	814	89	474	574	-	-	-	-	20	1,447	2,320	7	251	299	413	3,483	6,798	20'	246	246	272
Total FCL/LCL = 68/32 % 20'/40' = 53/47 % 9.5 KI per TEU	4,386	8,070	51,847	389	3,496	13,702	255	17,707	66,292	894	2,111	3,566	1,292	6,313	5,712	53	1,331	347	141	8,030	14,364	123	9,541	8,726	7,533	56,399	144,556	20'	2,167	3,167	2,772	5,939
	173	519	1,699	26	271	860	3	41	232	95	480	814	89	474	574	-	-	-	-	20	1,447	2,320	7	251	299	413	3,483	6,798	20'	246	246	272

LCL ratio by cargo weight (MT) : (③ + ⑤ ÷ 2 + ④ + ⑥) ÷ (④ + ⑤ + + ⑩)

表Ⅲ-4-4(2) FCL/LCL の分類



Condition 1. Class b ... Each 50% of cargo will be stacked in to 20' and 40' CNTR.

2. Class c f g h ... All cargo will be stacked as FCL.

20' container

Interior capacity: 32 CM

Measurement of cargo: $32 \text{ CM} \times 80\% = 25.6 \text{ CM}$

Pay load: 18 MT

Density: $18 \div 25.6 = 0.7 \text{ MT per CM}$

40' container

Interior capacity: 66 CM

Measurement of cargo: $66 \times 80\% = 52.8 \text{ CM}$

Pay load: 27.5 MT

Density: $27.5 \div 52.8 = 0.5 \text{ MT per CM}$

表Ⅲ-4-5 コンテナ貨物の平均重量

(MT per TEU)

	1987/1988			1999/2000		
	Import	Export	Total	Import	Export	Total
Total cargo quantity (MT)	857,000	890,000	1,747,000	3,221,000	2,655,000	5,876,000
Total No. of container (TEU)	96,706	82,293	178,999	345,035	253,401	598,436
Cargo weight (MT) per TEU	8.9	10.8	9.8	9.3	10.5	9.8

CONCLUSION

Import: 9 MT per TEU

Export: 11 MT per TEU

at 1987-1988 & 1999-2000

表Ⅲ-4-6(1) 鉄道/道路の輸送分担率(1999/2000)

		Import				Export			
		KT	%	TEU	%	KT	%	TEU	%
Rail	FCL	1,297,741	47.4	144,329	42.7	1,056,159	46.8	95,989	28.4
	LCL	169,747	6.2	18,590	5.5	106,067	4.7	9,801	2.9
	TL	1,467,488	53.6	162,919	48.2	1,162,226	51.5	105,790	31.3
Road	FCL	632,443	23.1	70,305	20.8	487,458	21.6	44,276	13.1
	LCL	637,919	23.3	70,982	21.0	607,066	26.9	55,093	16.3
	TL	1,270,362	46.4	141,287	41.8	1,094,524	48.5	99,369	29.4
Total	FCL	1,930,184	70.5	214,634	63.5	1,543,617	68.4	140,265	41.5
	LCL	807,666	29.5	89,572	26.5	713,133	31.6	64,894	19.2
	TL	2,737,850	100	304,206	90	2,256,750	100	205,159	60.7

Remark: Import LCL by rail = 43.9% of Multan & Quetta = $14.1 \times 0.439 = 6.2\%$

Import LCL by road = 40% of Karachi + 56.1% of Multan & Quetta = $38.5 \times 0.4 + 14.1 \times 0.561 = 23.3\%$

Export LCL by rail = 27.4% of Multan & Quetta = $17.2 \times 0.274 = 4.7\%$

Export LCL by road = 40% of Karachi + 72.6% of Multan & Quetta = $36.0 \times 0.4 + 17.2 \times 0.726 = 26.9\%$

表Ⅲ-4-6(2) 鉄道/道路の輸送分担率(1987/88)

		Import				Export			
		KT	%	TEU	%	KT	%	TEU	%
Rail	FCL	324,974	47.4	36,142	42.7	329,656	46.3	29,952	35.4
	LCL	42,507	6.2	4,740	5.6	39,160	5.5	3,554	4.2
	TL	367,481	53.6	40,882	48.3	368,816	51.8	33,506	39.6
Road	FCL	158,374	23.1	17,606	20.8	144,536	20.3	13,115	15.5
	LCL	159,745	23.3	17,690	20.9	198,648	27.9	18,106	21.4
	TL	318,119	46.4	35,296	41.7	343,184	48.2	31,221	36.9
Total	FCL	483,348	70.5	53,748	63.5	474,192	66.6	43,067	50.9
	LCL	202,252	29.5	22,430	26.5	237,808	33.4	21,660	25.6
	TL	685,600	100	76,178	90	712,000	100	64,727	76.5

Remark: Import LCL by rail = 43.9% of Multan & Quetta = $14.1 \times 0.439 = 6.2\%$

Import LCL by road = 40% of Karachi + 56.1% of Multan & Quetta = $38.5 \times 0.4 + 14.1 \times 0.561 = 23.3\%$

Export LCL by rail = 27.4% of Multan & Quetta = $19.9 \times 0.274 = 5.5\%$

Export LCL by road = 40% of Karachi + 72.6% of Multan & Quetta = $33.8 \times 0.4 + 19.9 \times 0.726 = 27.9\%$

表Ⅲ-4-7 コンテナターミナル荷役方式による比較表

Operation system Item	Rail mounted transfer crane and chassis feed	Rubber tired transfer crane and chassis feed	All straddle carrier	Combined system of transfer crane and straddle carrier	All chassis and transfer crane	Toplifter and chassis feed
Initial cost of equipment	×	○	○	△	×	○
Running cost	○	○	○	○	○	○
Reliability on equipment	○	○	○	○	○	○
Storage capacity	○	○	○	○	○	○
Systematic Operation (Ship, Rail, CFS)	○	○	○	○	○	○
Productivity of Random Operation (Road)	×	△	○	○	○	○
Elaboration to Control system	△	×	○	△	○	○
Difficulty to drive equipment	○	○	○	×	○	○
Restriction of service area	×	○	○	△	○	△
Accidental ratio to personnel and container	○	○	○	○	○	×
Adaptability to 40 footer and over dimension container	○	○	○	○	○	△
Pavement (included rail) per unit area	×	○	△	△	○	×
Automation of equipment	○	○	×	△	×	×

Judgement : Excellent ○ Good ○ Fair △ Poor ×

表Ⅲ-4-8 港灣コンテナ、ターミナルの荷役機械/コスト比較 (基本計画)

Unit: 1,000 US\$

Description of equipment	Unit Cost	Rail mounted transfer crane and chassis feed		Rubble tired transfer crane and chassis feed		All straddle carrier		Combined system of rubble tired transfer crane and straddle carrier		All chassis and shifter		Top lifter and chassis feed	
		Q'ty	Total Cost	Q'ty	Total Cost	Q'ty	Total Cost	Q'ty	Total Cost	Q'ty	Total Cost	Q'ty	Total Cost
(Ship's operation)													
Container crane	3,095	12	37,140	12	37,140	12	37,140	12	37,140	12	37,140	12	37,140
Yard tractor	37	48	1,776	48	1,776	-	-	48	1,776	48	1,776	48	1,776
Yard chassis 40' (20' x2)	13	48	624	48	624	-	-	48	624	-	-	48	624
(Unit train operation)													
Rail mounted transfer crane	2,381	6	14,286	6	14,286	6	14,286	6	14,286	6	14,286	6	14,286
Road tractor	37	24	888	24	888	24	888	24	888	24	888	24	888
Road chassis 40' (20' x2)	13	24	312	24	312	24	312	24	312	-	-	24	312
(Container yard operation)													
Rail mounted transfer crane	2,381	36	85,716	36	34,272	-	-	24	22,848	-	-	66	20,460
Rubble tired transfer crane	952							30	12,150				
Straddle carrier	405					66	26,730						
Top lifter with telescopic spreader	310												
Yard chassis		10											
20 footer		10											
40 footer		10											
(Gate operation)													
Weighing scale	62	6	372	6	372	6	372	6	372	6	372	6	372
Shifter	452												
Yard tractor	37												
(Maintenance)													
Forklift truck		17	6	102	6	102	6	102	6	102	6	102	6
3.0 tons		126	6	756	6	756	6	756	6	756	6	756	6
15.0 tons with telescopic side spreader													
(CFS operation)													
Forklift truck		17	120	2,040	120	2,040	120	2,040	120	2,040	120	2,040	120
3.0 tons		35	12	420	12	420	12	420	12	420	12	420	12
6.0 tons		37	24	888	24	888	24	888	24	888	24	888	24
Road tractors		10	120	1,200	120	1,200	120	1,200	120	1,200	120	1,200	120
Road chassis		10	60	600	60	600	60	600	60	600	60	600	60
20 footer		0.04	13,650	546	13,650	546	13,650	546	13,650	546	13,650	546	13,650
40 footer													
Pallets		190	3	570	3	570	3	570	3	570	3	570	3
(Multipurpose)													
35-ton mobile cranes for emergency use		17	9	153	9	153	9	153	9	153	9	153	9
Forklift truck		105	3	315	3	315	3	315	3	315	3	315	3
3.0 tons		310	3	930	3	930	3	930	3	930	3	930	3
15.0 tons													
Top lifter with telescopic spreader (35 tons)													
(Terminal office)		952	3	2,856	3	2,856	3	2,856	3	2,856	3	2,856	3
Computer		2	165	330	165	330	147	441	183	378	189	378	195
Wireless telephone (VRF)													
Total			152,820		101,376		91,545		102,138		213,786		87,624

表Ⅲ-4-9 港湾コンテナ・ターミナル/パース当りの荷役方式別コンテナ搬送容量比較

Operation system	Rail-mounted transfer cranes and chassis feed	Rubber-tired transfer cranes and chassis feed	All straddle carriers	Combined system of transfer cranes and straddle carriers	All chassis and shifters	Toplifter and chassis feed
Item						
Ground slots (GS)	1,824 TEU	1,824	1,680	1,692	1,184	812 TEU
Capacity in three tiers	5,472 TEU	5,472	5,040	5,076	1,184	2,436 TEU
Operational capacity (Ground slots x stacking tiers)	Export dry CNTR (27%)	386 x 3 = 1,158	386 x 3 = 1,158	428 x 2 = 856	320 x 1 = 320	207 x 2 = 414
	Import dry CNTR (31%)	665 x 2 = 1,330	665 x 2 = 1,330	491 x 2 = 982	367 x 1 = 367	237 x 2 = 474
	Special CNTR (6%)	258 x 1 = 258	258 x 1 = 258	190 x 1 = 190	239 x 1 = 239	71 x 1 = 71
	Empty CNTR (36%)	515 x 3 = 1,545	515 x 3 = 1,545	571 x 2 = 1,142	478 x 3 = 1,434	426 x 1 = 426
Total slots (TS)	4,291 TEU	4,291	3,170	3,981	1,184	1,532 TEU
Average stacking tiers $\frac{TS}{GS}$	2.35	2.35	1.89	2.35	1.00	1.89

表Ⅲ-4-10 港湾コンテナ・ターミナルのコンテナ機器およびコスト(緊急計画)

(Unit: 1000 US\$)

Description of Equipments	Q'ty	Unit Cost	Total Cost
(Ships operation)			
Container cranes	4	3,095	12,380
Yard tractor	16	37	592
Yard chassis 40' (20'x2)	16	13	208
(Unit train operation)			
Rail mounted transfer cranes	2	2,381	4,762
Road tractors	8	37	296
Road chassis 40' (20'x2)	8	13	104
(Container yard operation)			
Rubber tired transfer cranes	10	952	9,520
(Gate operation)			
Weighing scale	2	62	124
(Maintenance)			
Fork lift truck			
3.0 tons	2	17	34
15.0 tons with telescopic side spreader	2	126	252
(CFS operation)			
Fork lift trucks			
3.0 tons	36	17	612
6.0 tons	4	35	140
Road tractors	8	37	296
Road chassis			
20 footer	36	10	360
40 footer	18	10	180
Pellets	3,950	0.04	158
(Multipurpose)			
35 ton mobile cranes for emergency use	1	190	190
Fork lift truck			
3.0 tons	3	17	51
15.0 tons	1	105	105
Toplifter with telescopic spreader (35 tons)	1	310	310
(Terminal office)			
Computer	1	952	952
Wireless telephone (VHF)	53	2	106
Total			31,732

表III-4-11 コンテナ船の船長

LOA (m)	No. of Ships	Accumulated No.	%	LOA (m)	No. of Ships	Accumulated No.	%
90-	1	1	0.07	205-	86	975	75.58
95-	4	5	0.38	210-	45	1,020	79.06
100-	5	10	0.77	215-	45	1,065	82.55
105-	2	12	0.93	220-	27	1,092	84.65
110-	4	16	1.24	225-	39	1,131	87.67
115-	25	41	3.17	230-	11	1,142	88.52
120-	11	52	4.03	235-	3	1,145	88.75
125-	17	69	5.34	240-	8	1,153	89.37
130-	17	86	6.66	245-	20	1,173	90.93
135-	18	104	8.06	250-	4	1,177	91.24
140-	25	129	10.00	255-	20	1,197	92.79
145-	55	184	14.26	260-	23	1,220	94.57
150-	99	283	21.93	265-	11	1,231	95.42
155-	71	354	35.41	270-	13	1,244	96.43
160-	122	476	36.89	275-	4	1,248	96.74
165-	50	526	40.77	280-			
170-	123	649	50.31	285-	42	1,290	100
175-	31	680	52.71	290-			
180-	55	735	56.97	295-			
185-	48	783	60.69	300-			
190-	18	801	62.09	Total		1,290	100%
195-	15	816	63.25				
200-	73	889	68.91				

表III-4-12 コンテナ船の満載吃水

Full Load Draft m	No. of Ships	Accumulated No. of Ships	%	Full Load Draft m	No. of Ships	Accumulated No. of Ships	%
4.8-	1	1	0.08	9.4-	56	503	39.64
5.0-	6	7	0.5	6-	111	614	48.38
2-	2	9	0.71	8-	98	712	56.11
4-	3	12	0.95	10.0-	121	833	65.64
6-	1	13	1.02	2-	35	868	68.40
8-	3	16	1.26	4-	82	950	74.86
6.0-	3	19	1.50	6-	74	1,024	80.89
2-	2	21	1.65	8-	48	1,072	84.48
4-	13	34	2.68	11.0-	20	1,092	86.05
6-	18	52	4.10	2-	15	1,107	87.23
8-	5	57	4.49	4-	36	1,143	90.07
7.0-	11	68	5.36	6-	20	1,163	91.65
2-	18	86	6.78	8-	12	1,175	92.59
4-	17	103	8.12	12.0-	39	1,214	95.67
6-	9	112	8.83	2-	-	-	-
8-	11	123	9.69	4-	5	1,219	96.06
8.0-	23	146	11.51	6-	3	1,222	96.30
2-	36	182	14.34	8-	10	1,232	97.08
4-	24	206	16.23	13.0-	31	1,263	99.53
6-	43	249	19.62	2-	-	-	-
8-	35	284	22.33	4-	-	1,264	99.61
9.0-	64	348	29.42	6-	1	1,265	99.68
2-	99	447	35.22	8-	4	1,269	100.00

Ship No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Full Load Draft m	d=9.525	d=10.5	d=10.526	d=10.526	d=11.50	d=11.529	d=11.54	d=11.70	d=12.029	d=12.031
Navigated in the actual draft of written & of d.	81% 77 77 79 79 79 80 86 86 92 92 99 93 90 90	56% 69 67 83 84 92 93 99 95 91 91	74% 73 73 74 74 75 74 76 76 77 76 81 79 75 70	82% 81 80 73 73 71 72 72 72 79 77 77 82 82 70	87% 85 85 82 82 79 79 79 79 77 76 75 74 77 77	64% 64 68	95% 93 93 93 92 90 91 84 84 81 81 92 97 98 97	88% 84 84 84 83 84 83 89 87 84 77 76 77 74 73	93% 85 84 83 83 85 83 82 82 81 81 81 79 76	82% 85 85 91 91 90 89 91 85 85 85
Average	85.33	83.64	74.74	78.71	79.53	65.33	86.45	82.14	82.33	87.40

Average:
81.55%

表III-4-14 航行可能時間

Karachi

High Tide D.L. + ft.	Dry Season					
	0.8 x Full Draft				Full Draft	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(3)	(4)
0.0	24.0	9.5	0.94	22.6	0.44	10.6
2.0	24.0	10.1	0.02	0.5	0.23	5.5
4.0	19.6	10.7	0.03	0.6	0.17	3.3
6.0	13.7	11.3	0.01	0.1	0.06	0.8
8.0	0.0	11.9				
10.0						
12.0						
Total				23.8		20.2

High Tide D.L. + ft.	Monsoon Season					
	0.8 x Full Draft				Full Draft	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(3)	(4)
0.0	24.0	8.7	0.85	20.4	0.21	5.0
2.0	20.8	9.3	0.06	1.2	0.16	3.3
4.0	16.4	9.9	0.04	0.7	0.23	3.8
6.0	13.4	10.5	0.03	0.4	0.17	2.3
8.0	10.2	11.1	0.02	0.2	0.09	0.9
10.0	2.0	11.7			0.05	0.1
12.0	0.0					
Total				22.9		15.4

Average Navigable Hours $(23.8 \times 2 + 22.9)/3 = 23.5$ (ship of 0.8 x Full Draft)

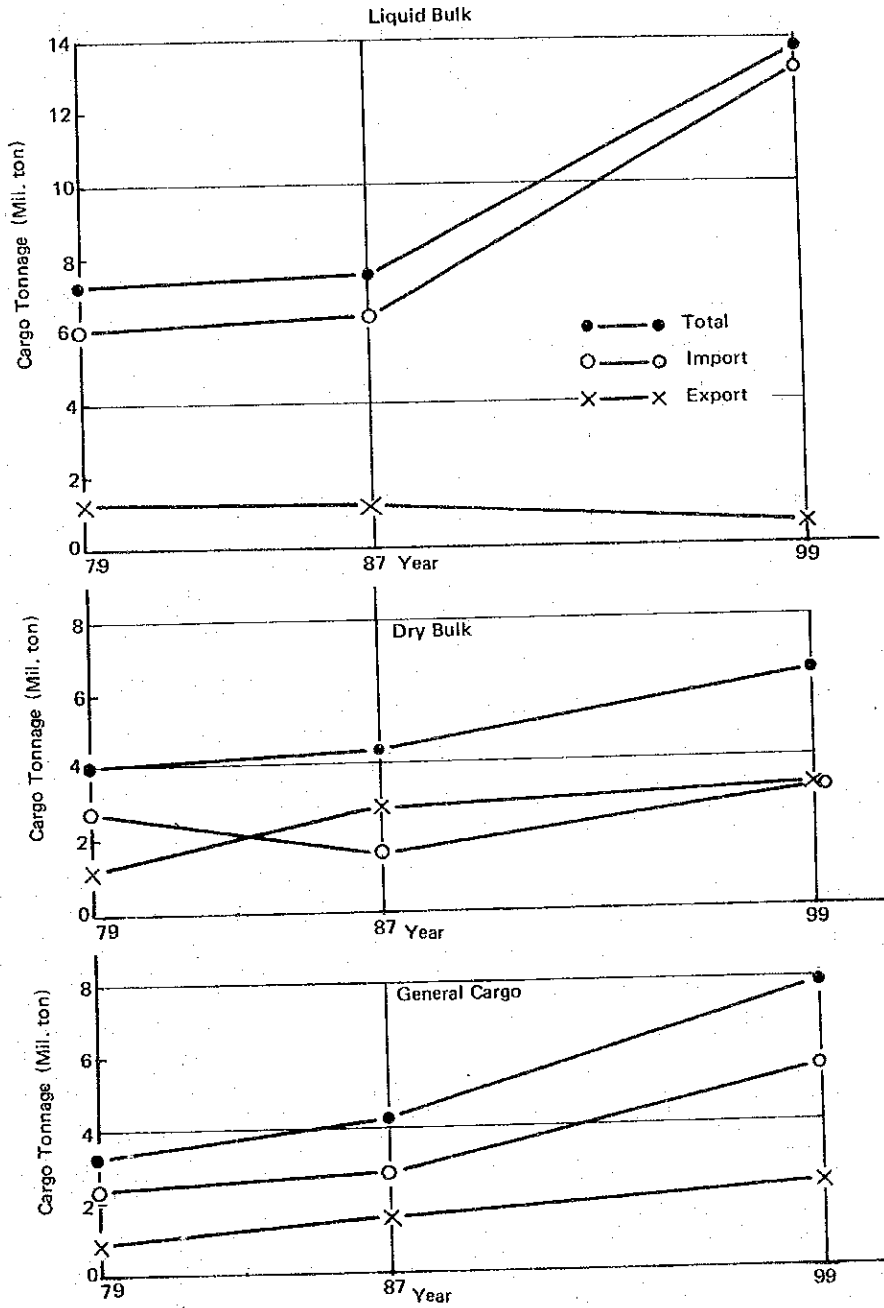
Average Navigable Hours $(20.2 \times 2 + 15.4)/3 = 18.6$ (ship of Full Draft)

Note: (1) Tide Duration Hrs (2) Navigable Draft m
(3) Percentage of Ship Navigable (4) Navigable Hours

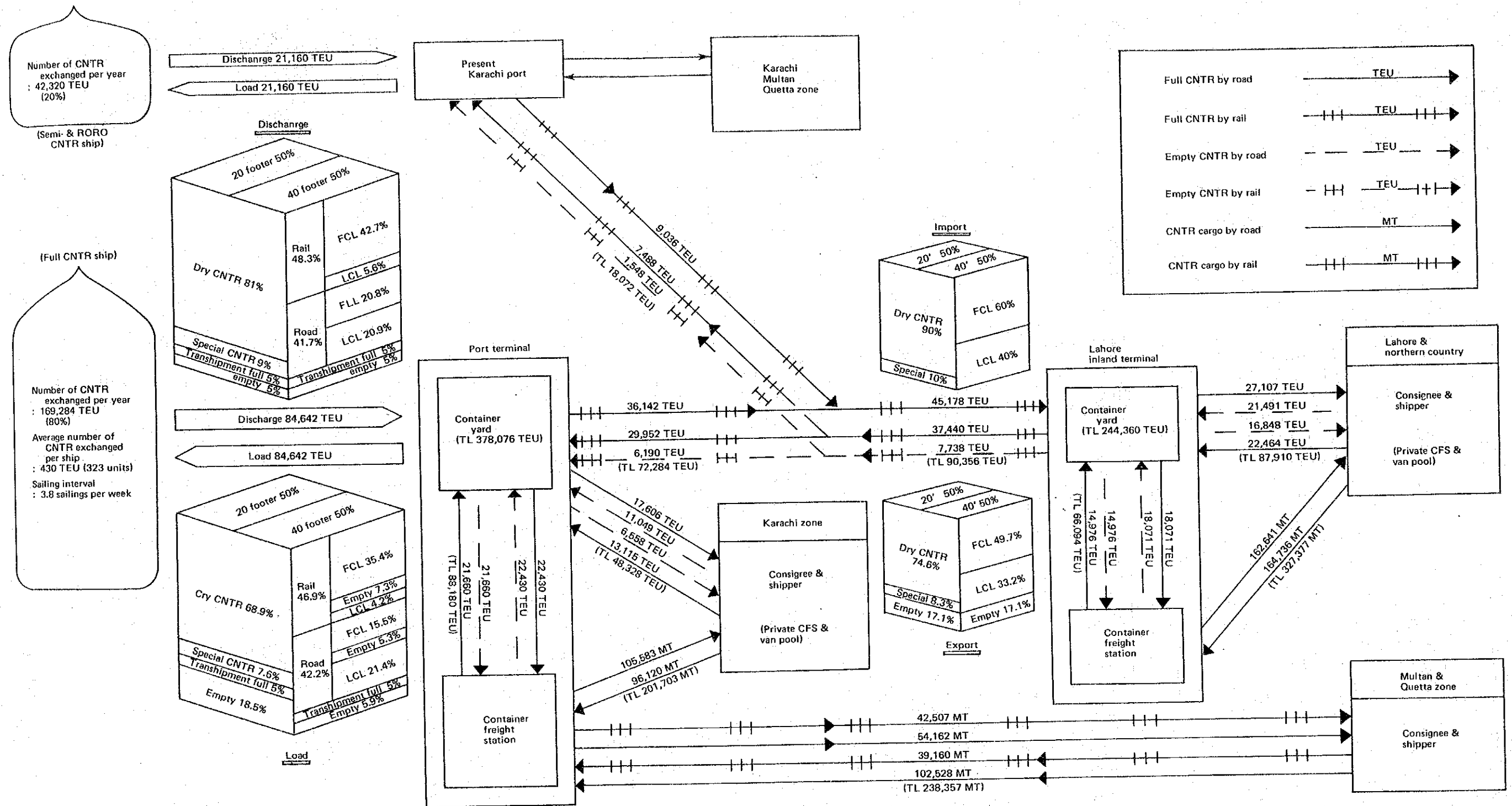
PAE1

PAE1
PAE2
PAE3
PAE4

圖 III-4-1 貨物量預測



図III-4-2 コンテナ貨物取扱量予測(緊急計画)



- Share of CNTR stacked on CNTR yard of Port terminal
 - Import dry 31%
 - Export dry 27% { Over dimension 30%
 - Special 6% { Dangerous 40%
 - Empty 36% { Refrigerated 30%

- Percentage of empty CNTR stored at CNTR yard of port terminal
 - : 100% of export LCL CNTR
 - : 50% of export FCL CNTR

- Share of CNTR stacked on CNTR yard of Inland terminal
 - Import dry 28%
 - Export dry 20% { Over dimension 30%
 - Special 5% { Dangerous 40%
 - Empty 47% { Refrigerated 30%

- Percentage of empty CNTR stored at CNTR yard of inland Terminal
 - : 100% of export LCL CNTR
 - : 75% of export FCL CNTR

図Ⅲ-4-8 港湾コンテナ・ターミナル施設配置比較

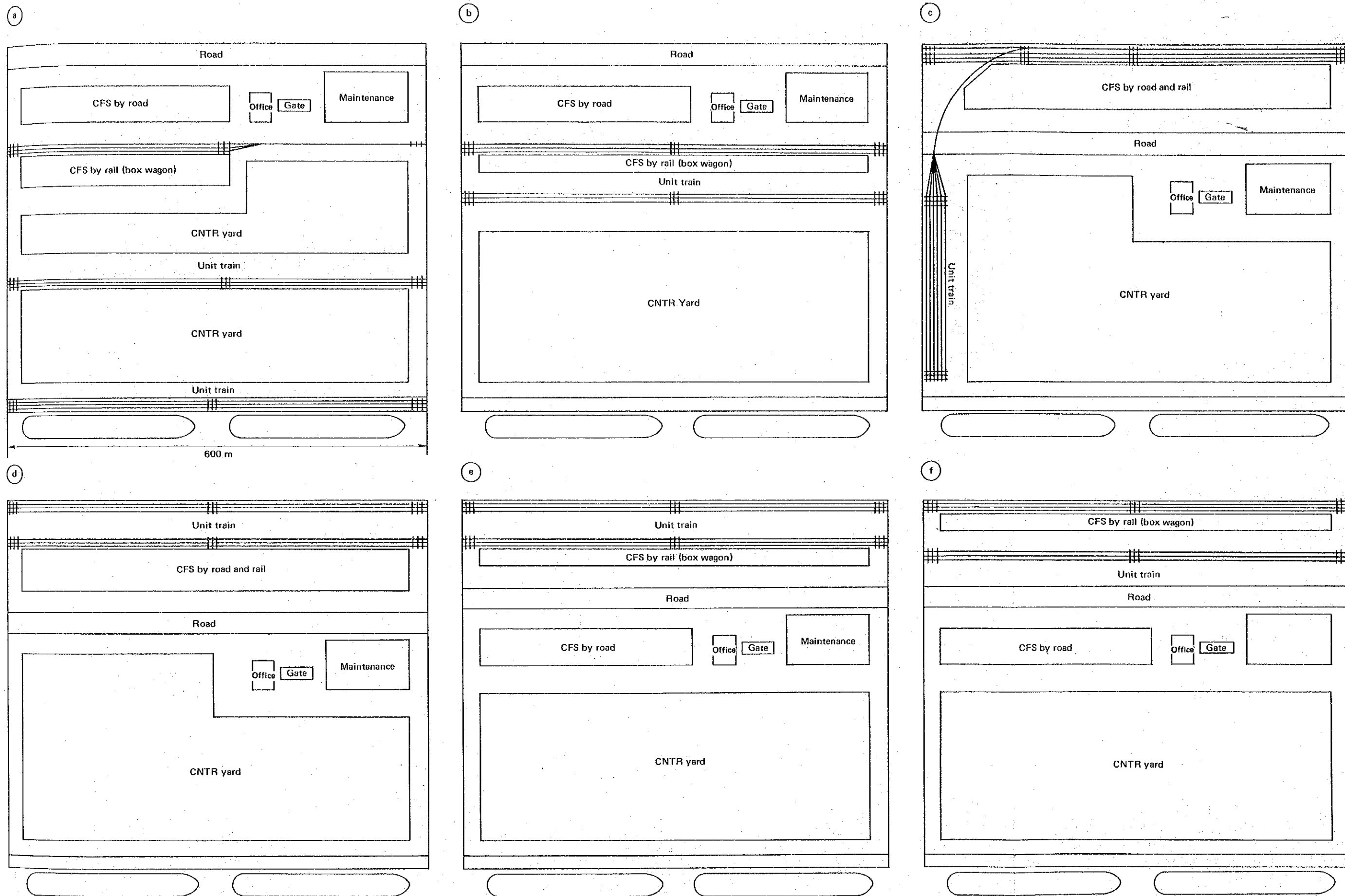
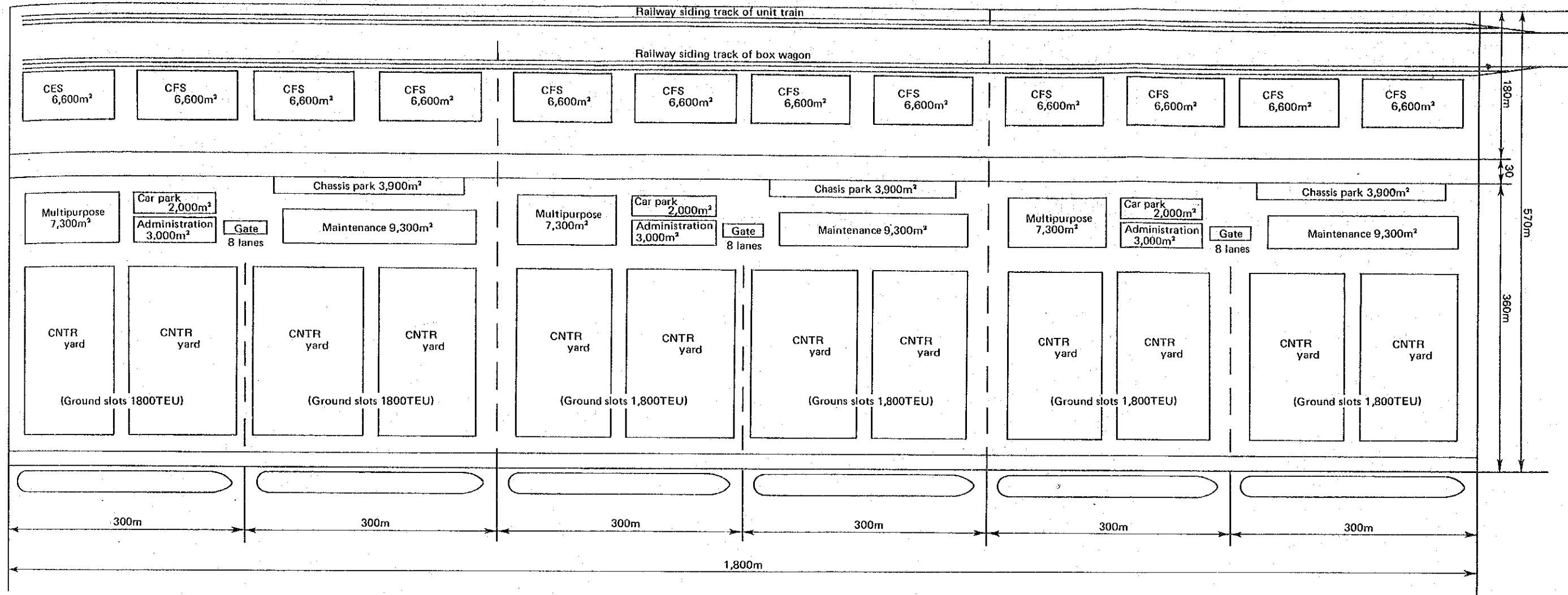
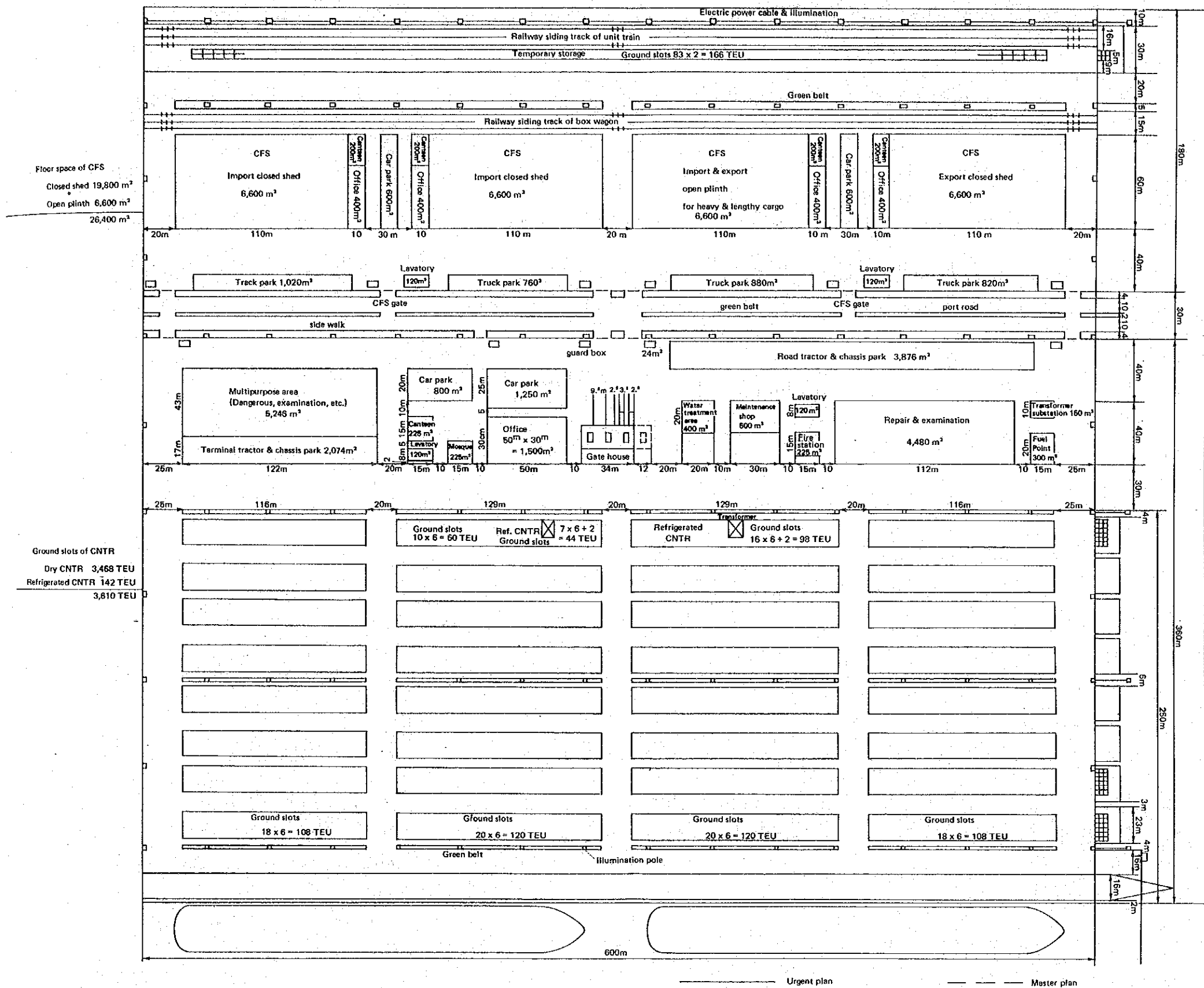


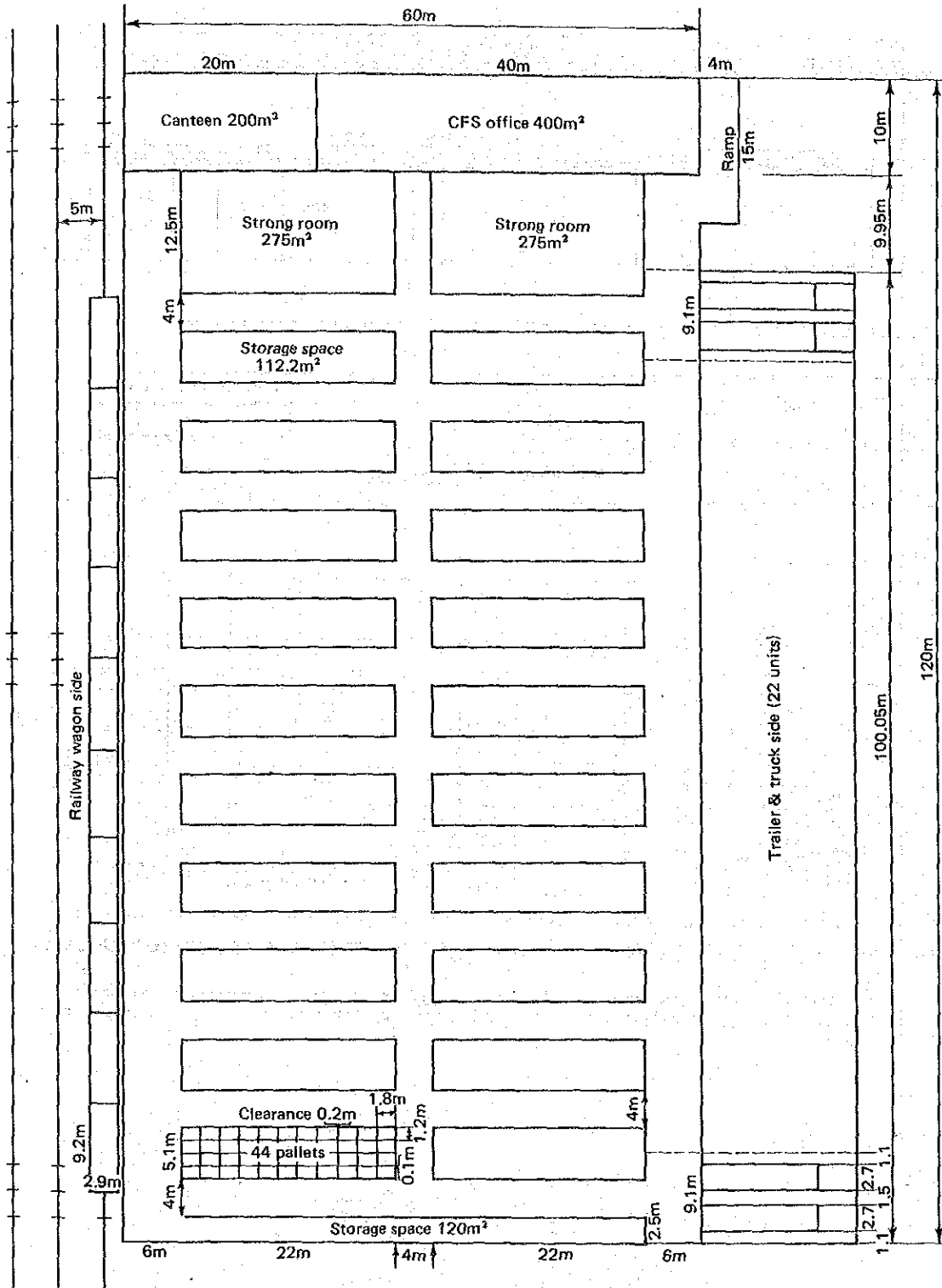
図 III-4-4 港湾コンテナターミナル基本配置図



図Ⅲ-4-5 港湾コンテナ・ターミナル配置図



図Ⅲ-4-6 コンテナ・フレート・ステーション上屋配置図



Cargo storage space : $275\text{m}^2 \times 2 + 112.2\text{m}^2 \times 20 + 120\text{m}^2 = 2,914\text{m}^2$ (44.2%)

Passage space : $60\text{m} \times 110\text{m} - 2,914\text{m}^2 = 3,686\text{m}^2$ (55.8%)

$\frac{3,686\text{m}^2}{6,600\text{m}^2}$

図 III-4-7 (1) 港湾コンテナ・ターミナル配置図 (レールマウントトランスファークレーン方式)

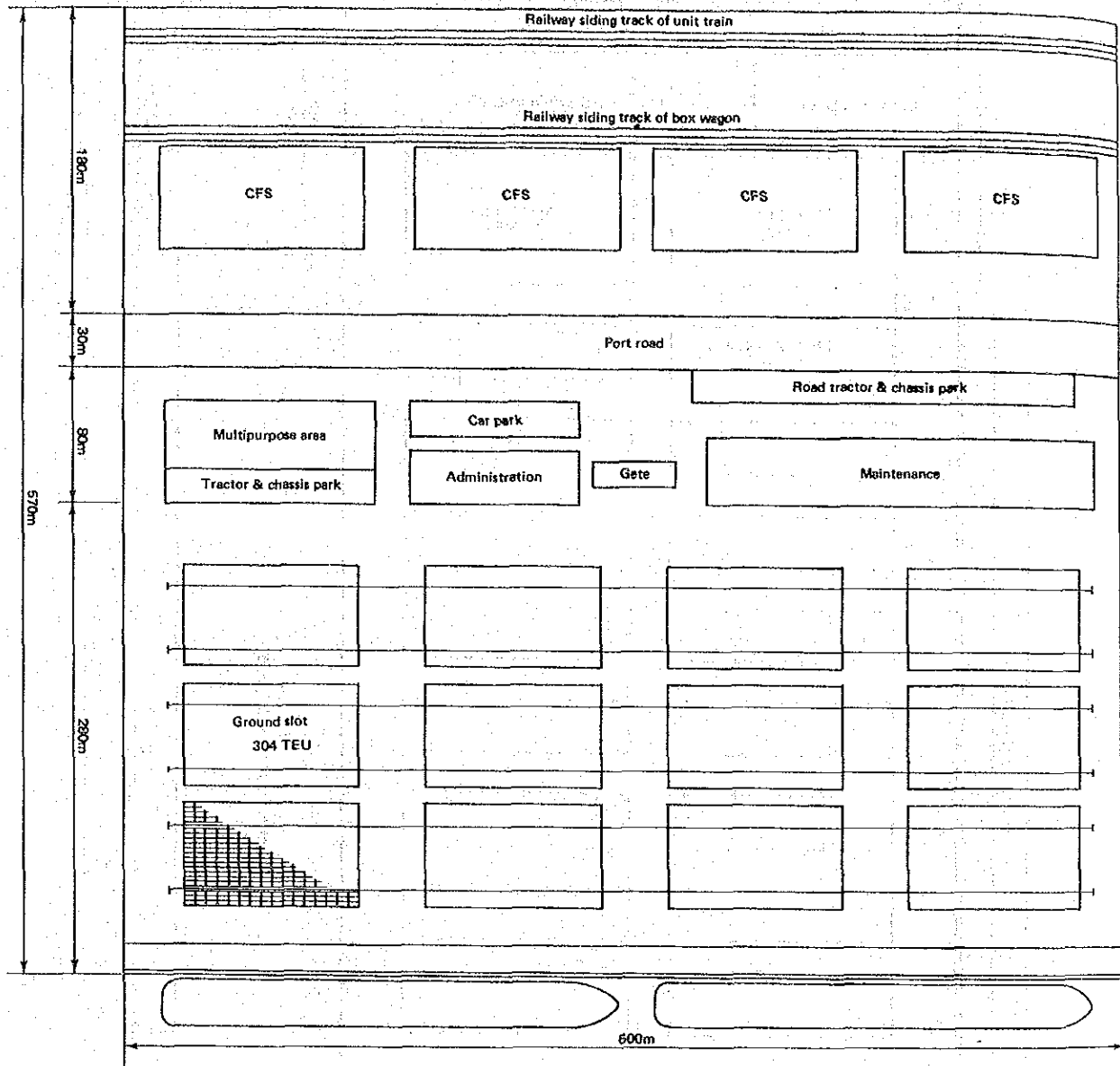
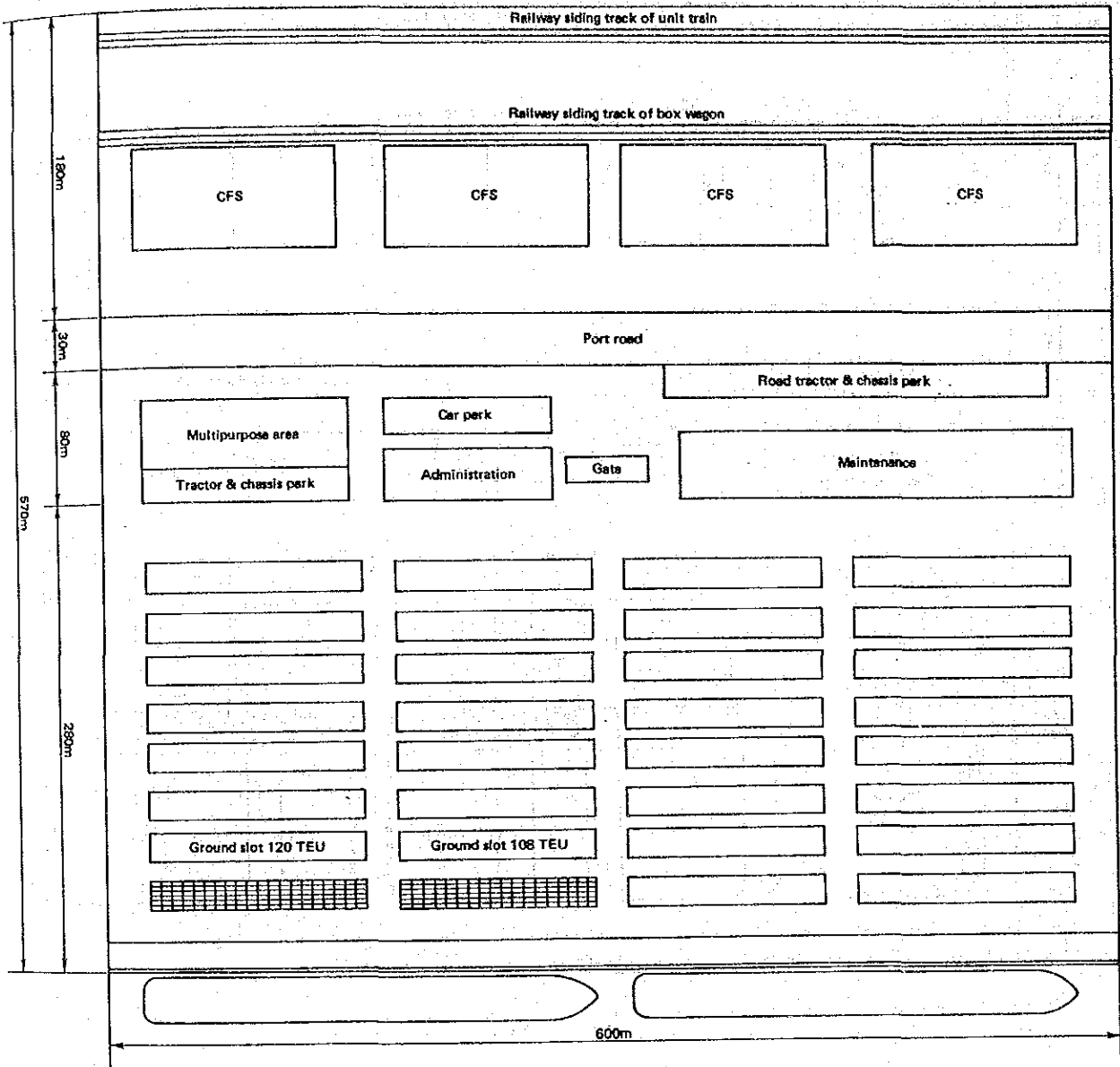


図 III-4-7 (2) 港湾コンテナターミナル配置図 (ラバータイヤトランスファークレーン方式)



図Ⅲ-4-7(3) 港湾コンテナ・ターミナル配置図(ストラドルキャリア方式)

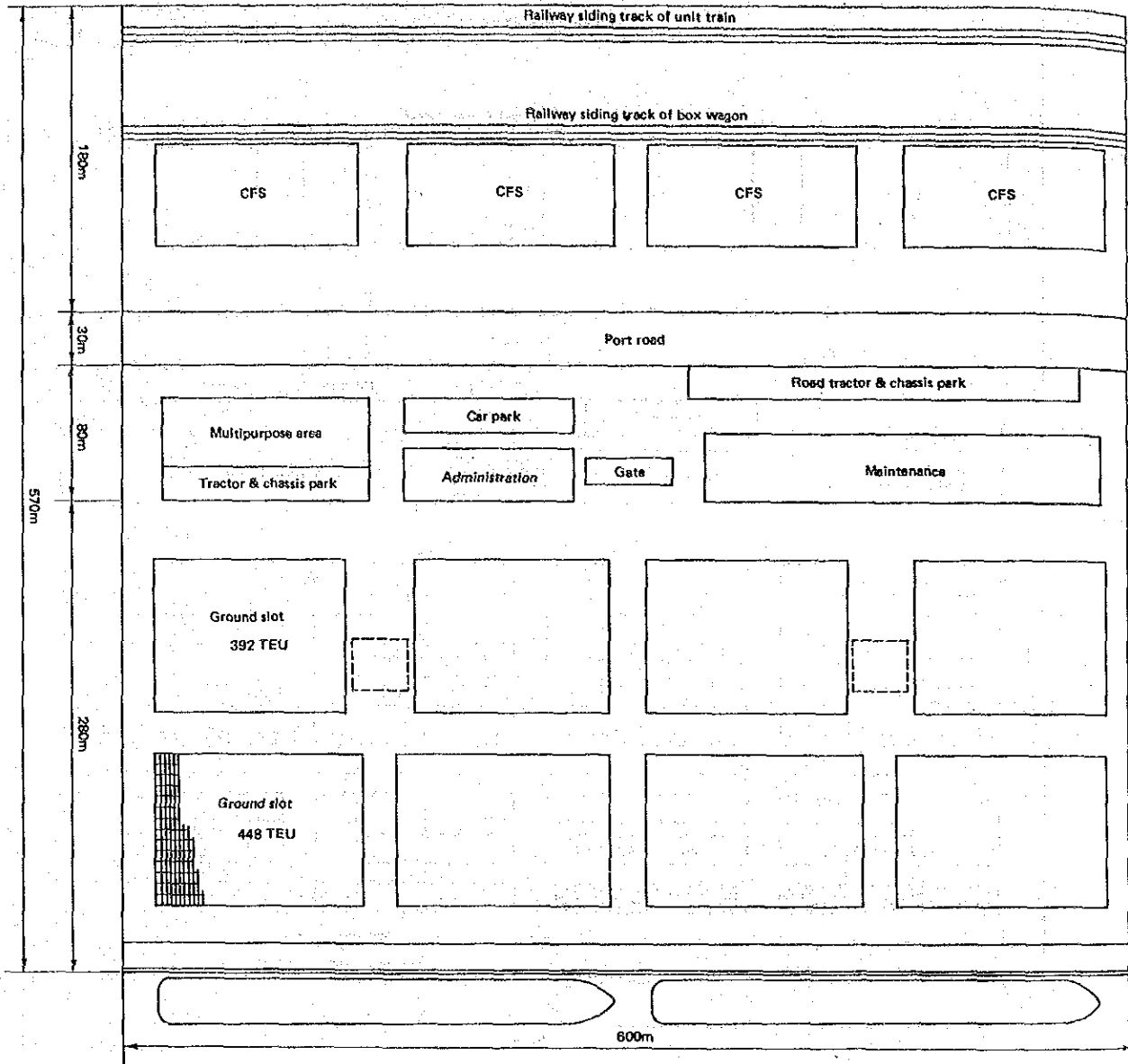
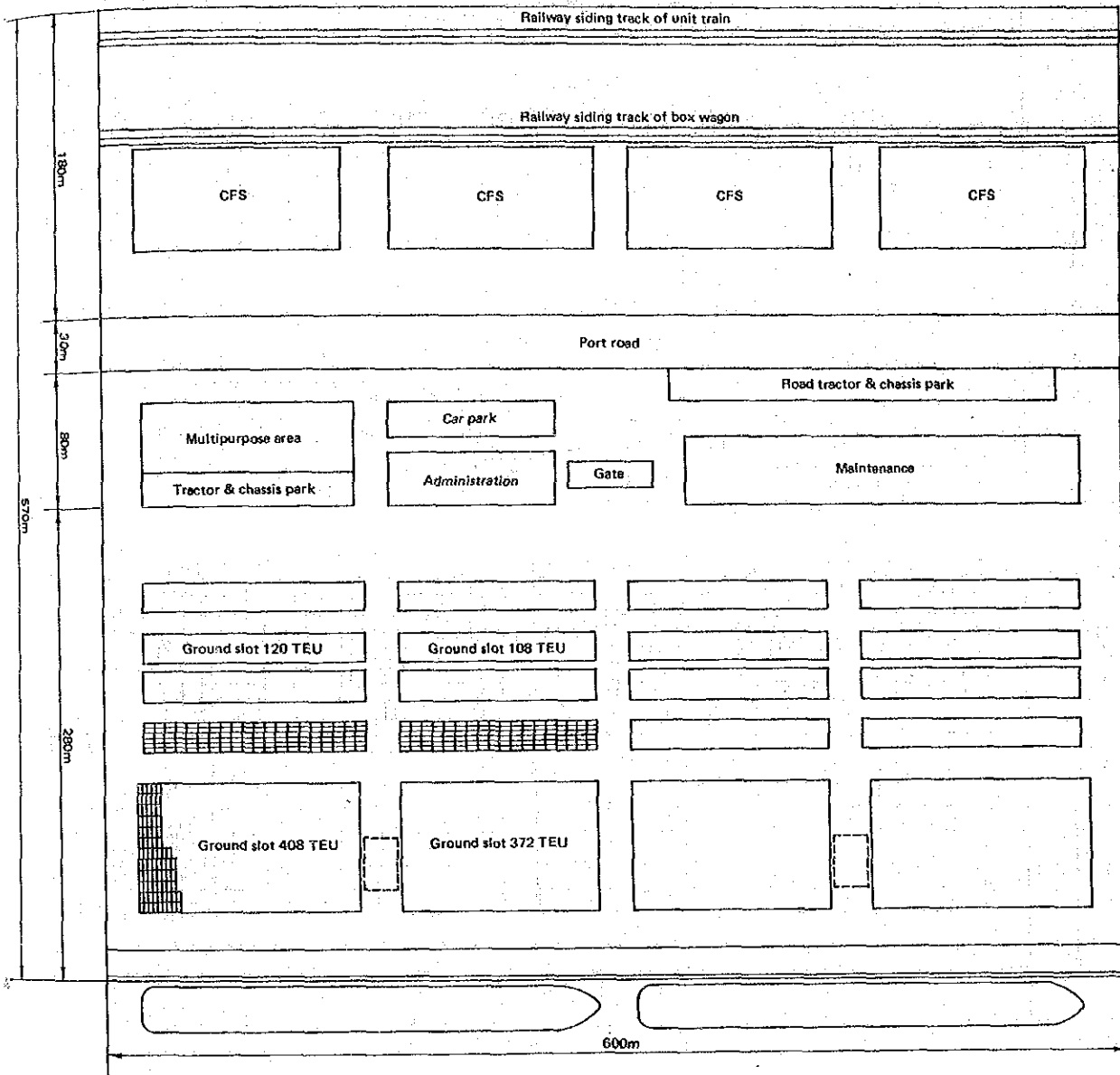
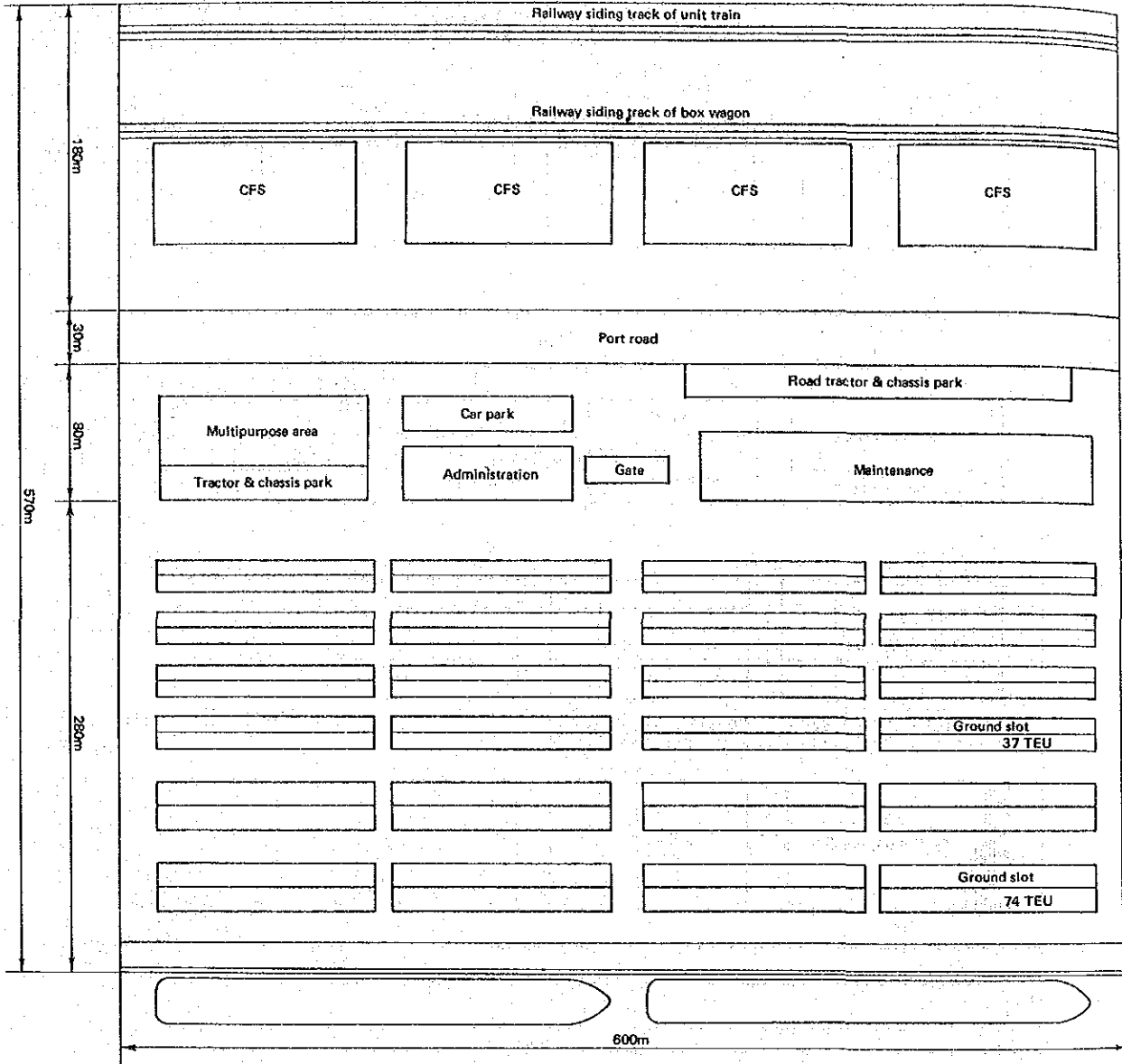


図 4-7 (4) 港湾コンテナ・ターミナル配置図 (トランスファークレーン・ストラドルキャリア併用方式)



図Ⅲ-4-7(5) 港湾コンテナ・ターミナル配置図(シャーシー方式)



図Ⅲ-4-7(6) 港湾コンテナターミナル配置図(トップリフター方式)

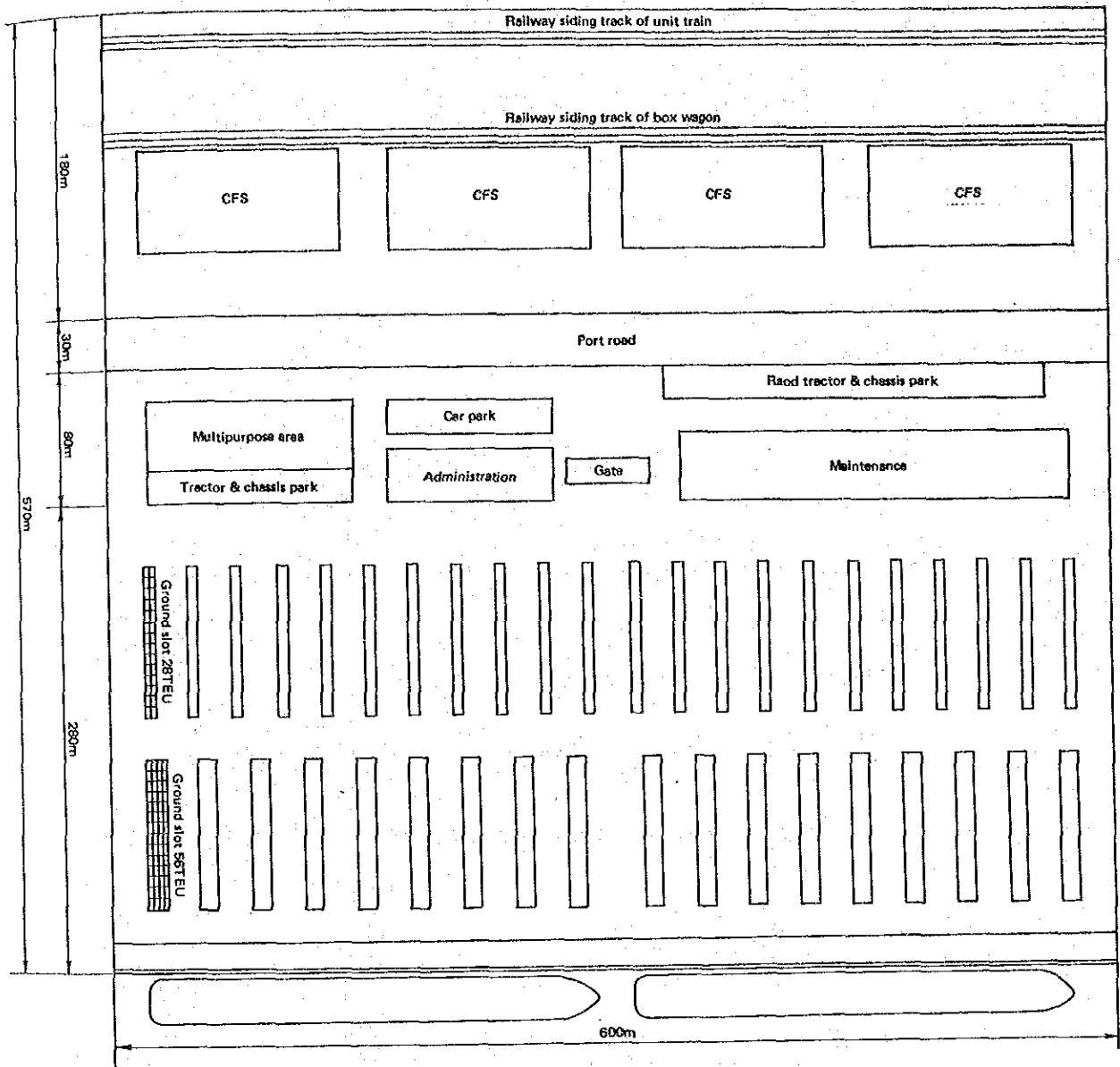


図 III-4-8 ユニットトレーンのコンテナ積替荷役方式比較

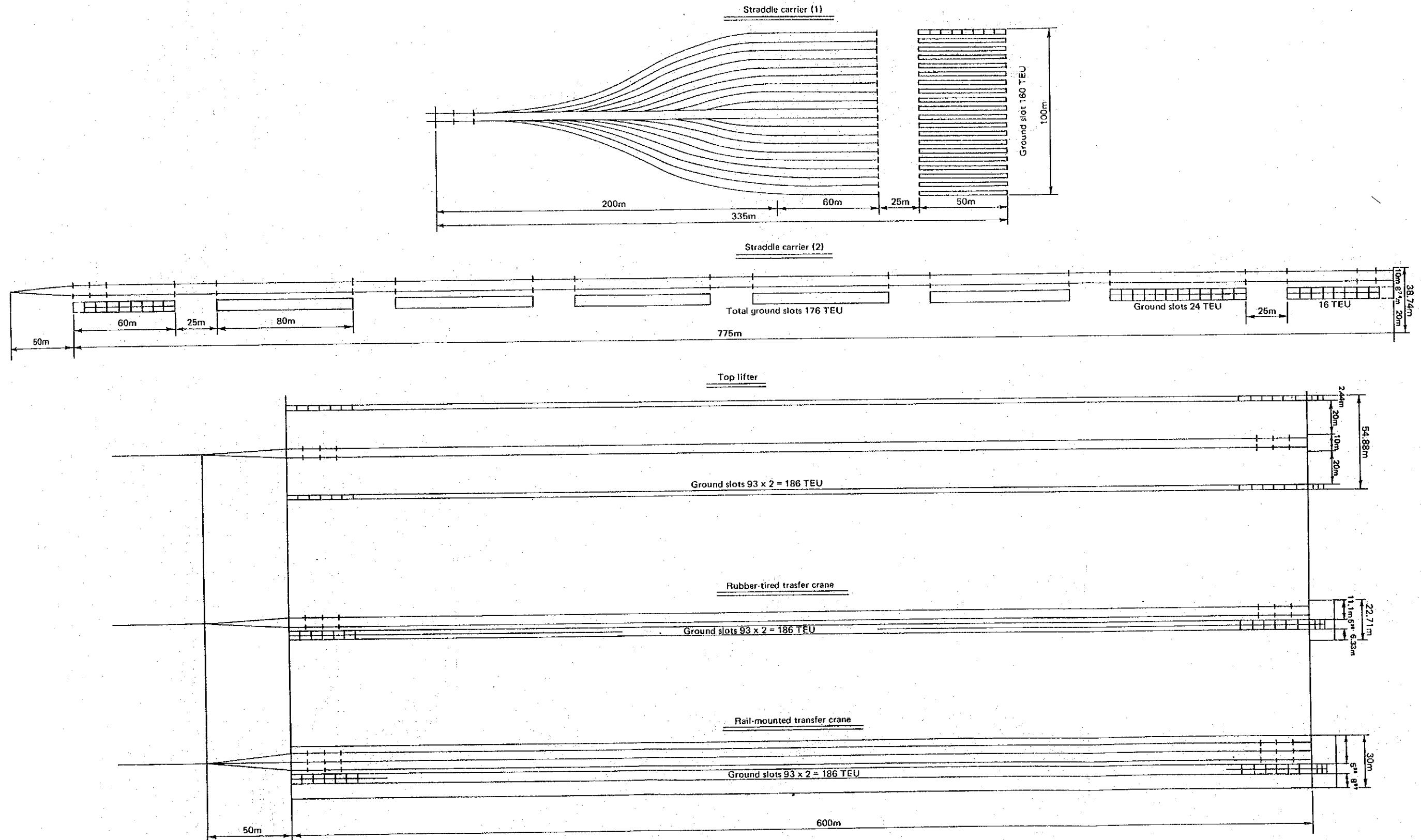
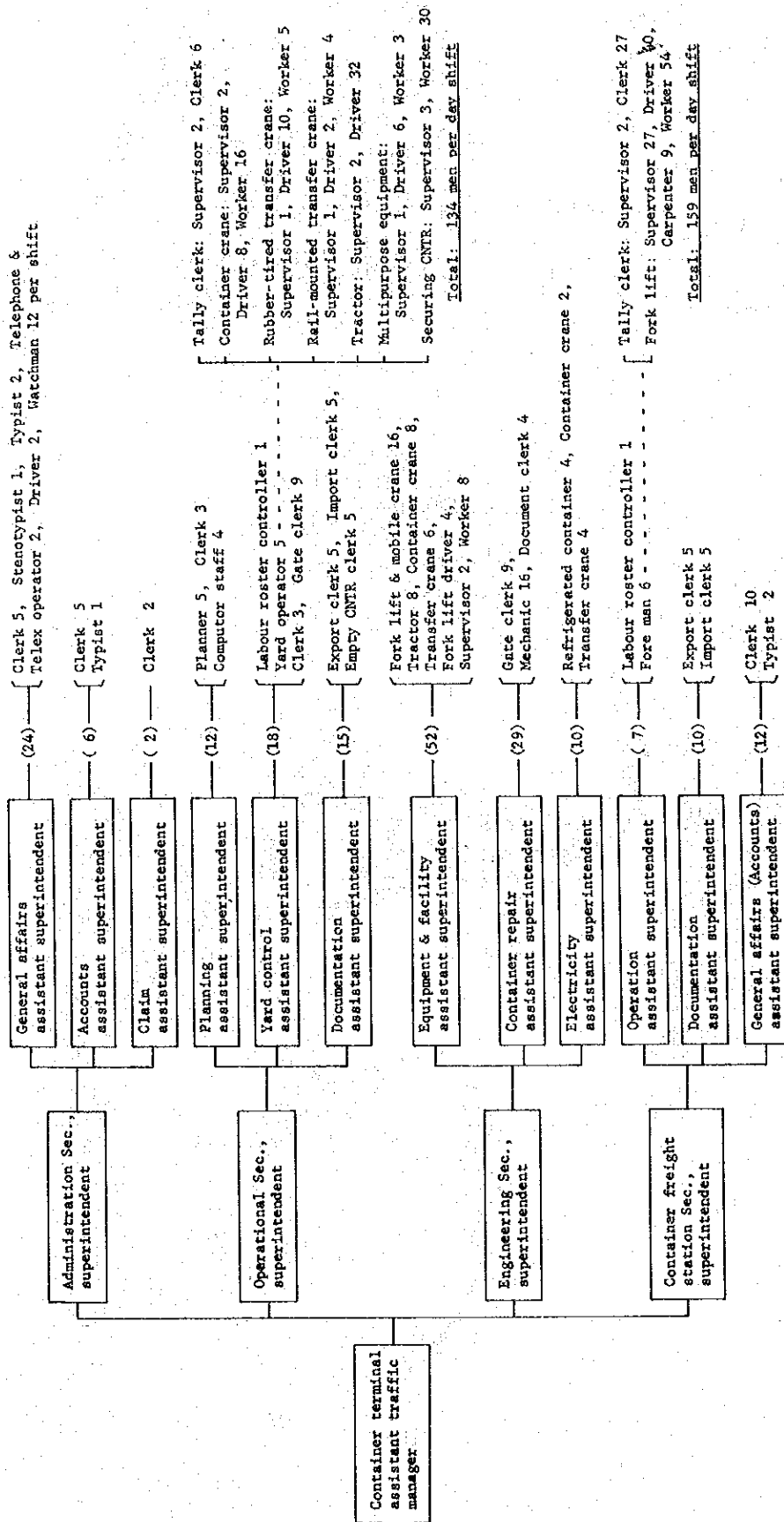
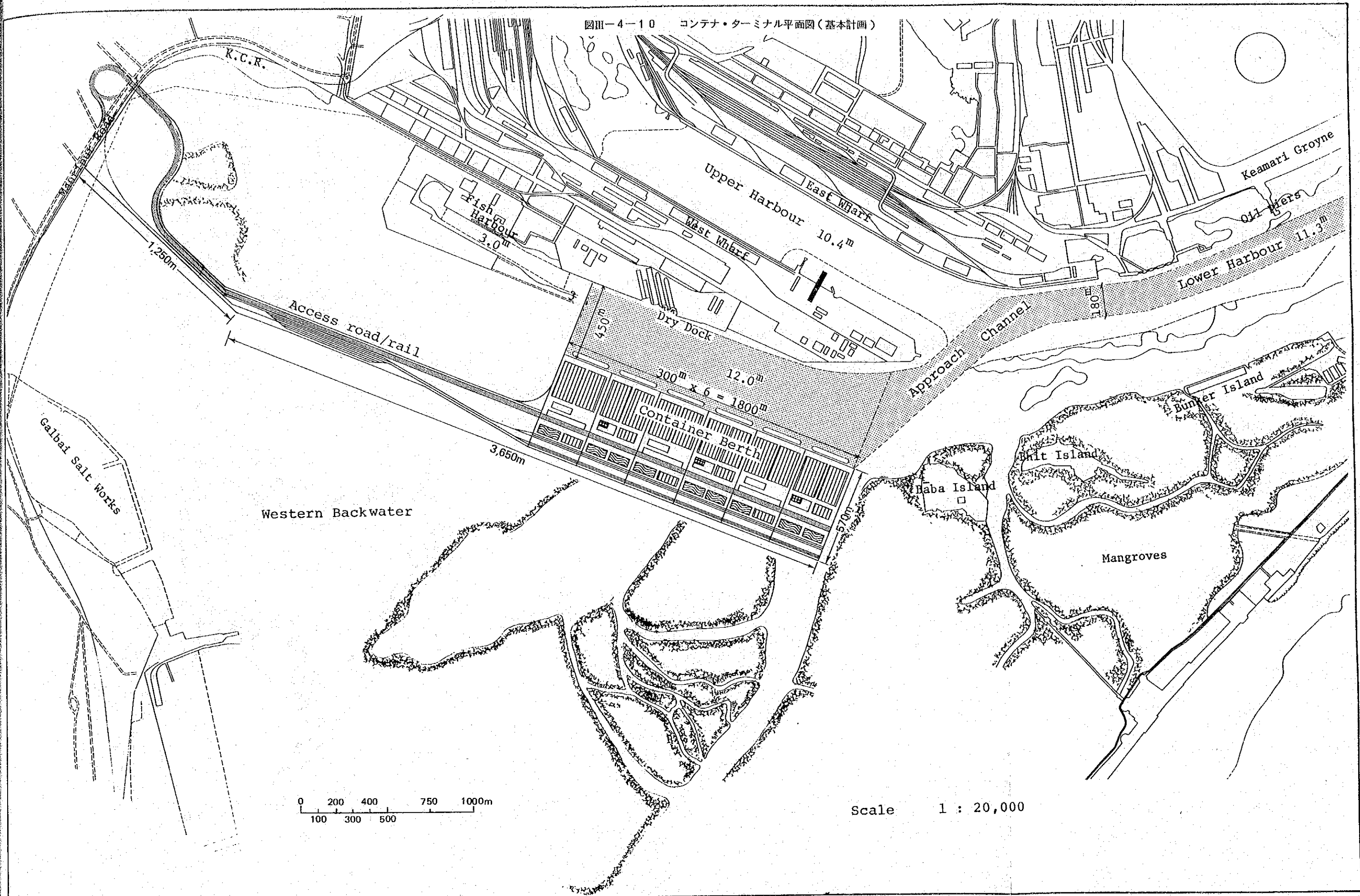


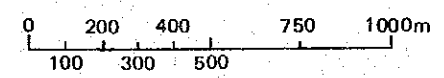
図 III-4-9 港湾コンテナ・ターミナルの組織図及び要員配置 (緊急計画)



図III-4-10 コンテナ・ターミナル平面図(基本計画)

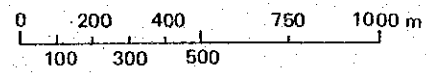
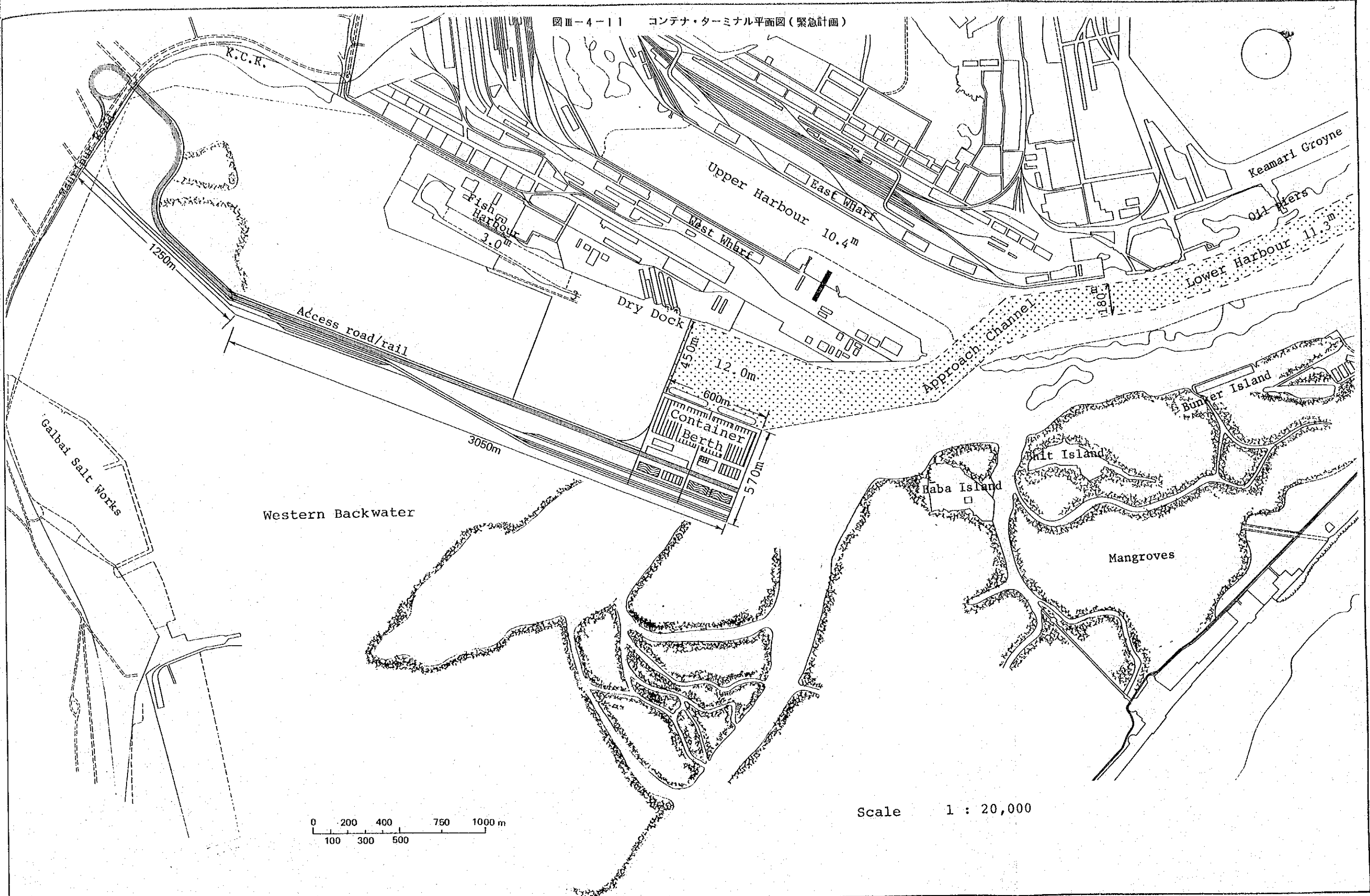


Western Backwater



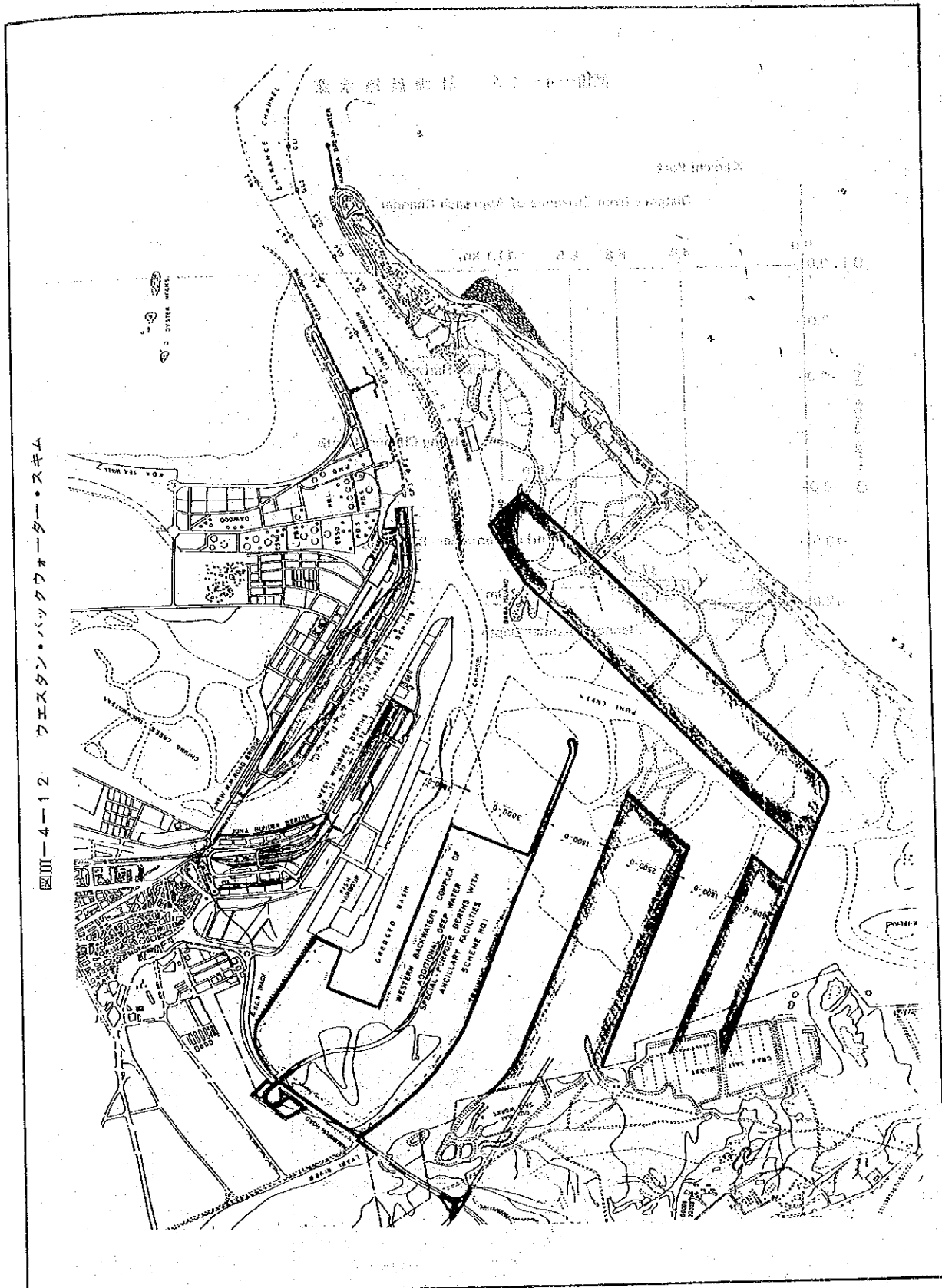
Scale 1 : 20,000

図III-4-11 コンテナ・ターミナル平面図(緊急計画)

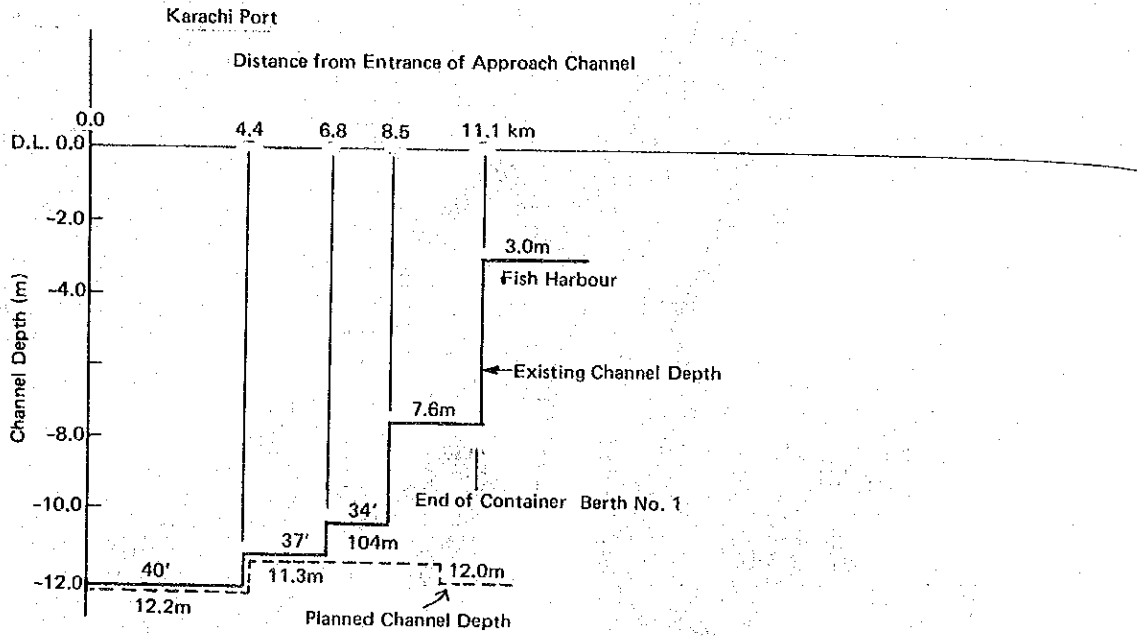


Scale 1 : 20,000

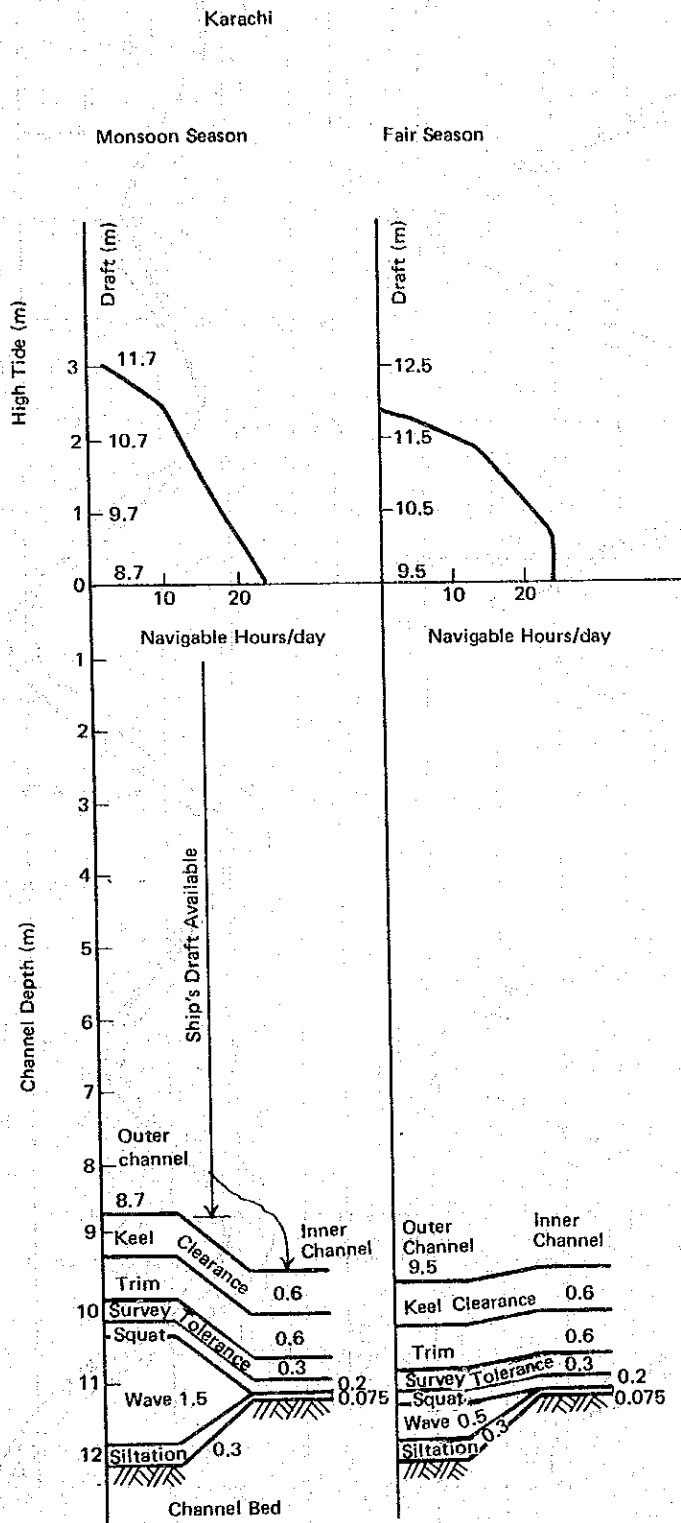
図III-4-1-2 ウェスタン・バックウォーター・スキーム



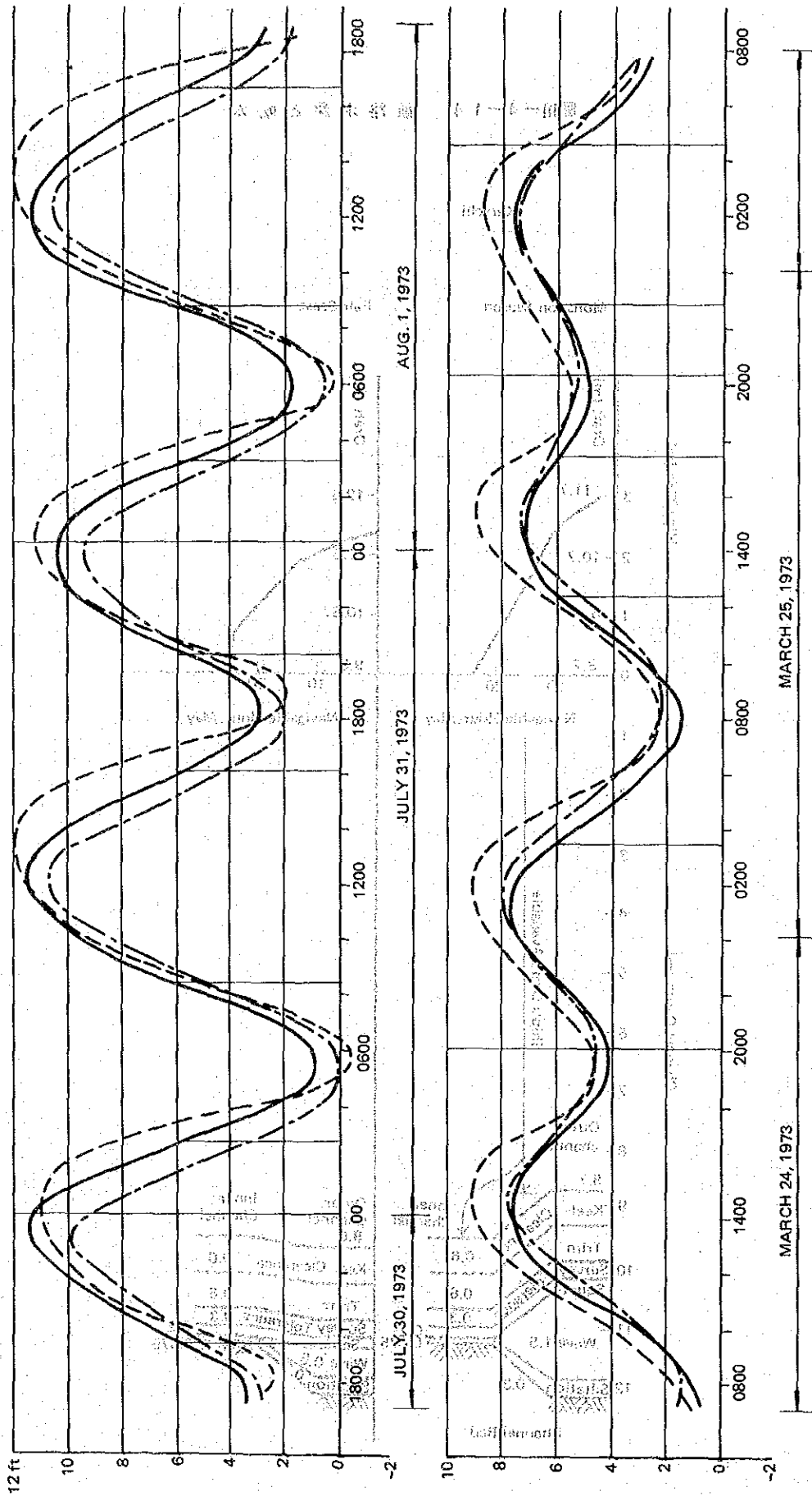
圖III-4-13 計畫航路水深



図III-4-14 航路水深と吃水



圖III-4-15 潮位變動



TYPICAL TIDAL GRAPHS
KARACHI-PHITTI-PIPRI

LEGEND
— KARACHI
- - - PHITTI

5章 建設計画

5-1 施設設計

5-1-1 岸壁構造形式の選定

コンテナバース岸壁の構造形式としては、以下のものがあげられる。

- i) 鋼矢板セル式岸壁
- ii) コンクリートブロック式、セルラーブロック式岸壁
- iii) コンクリートケーソン式岸壁
- iv) 杭式横棧橋
 - ① プレキャストコンクリート杭式横棧橋
 - ② 鋼管杭式横棧橋
 - ③ 場所打鉄筋コンクリート杭式横棧橋

現場条件としては以下の事が選定に考慮された。

- i) 図Ⅲ-2-13から図Ⅲ-2-19の土質断面図に示されるようにコンテナバースの所要水深-12m(-39.4')以下はほとんどS. P. T. 60~慣入不能の固結粘土層かシルト混砂利の層である。
- ii) 地震係数は1/15gと微小である。
- iii) 鋼管等主要鋼材は輸入材である。
- iv) セメント、骨材、鉄筋等は国内で調達される。

各構造形式の特質及当プロジェクト岸壁構造としての適、不適を記述すると以下の通りである。

i) 鋼矢板セル式岸壁

施工が比較的単純で工期が短くてすみ、比較的安価であるが、当地は現場条件で示されるように地盤が固く鋼矢板を打設する事がほとんど不可能であるため、当プロジェクトには適さない。

ii) コンクリートブロック式、セルラーブロック式岸壁

施工が容易で、施工設備が小規模でよく工事管理もし易いが、水深の比較的深いコンテナバースには一体性に欠けるため適さない。

iii) コンクリートケーソン式岸壁

支持地盤が強固であり、地震震度が小さい等、現場条件が重力式構造物に有利であり、建設材料がほとんど国内で調達でき、又プレキャストであるため製作が確実で、建設地点での施工も比較的容易であり堤体に一体性があるため、当プロジェクトに適する。

但しケーソン製作ヤードを又は設備を用意する必要がある。

iv) 杭式横棧橋

杭式横棧橋は、比較的軟弱な地盤でも成立し、将来の水深増加に対しても比較的簡単に余裕を取っておくことが出来る事、又耐震構造にする事が出来、水流を妨げることが少なく、反射波も少なく、港内への影響が少ない等の長所があるが、一方構造的に横棧橋部と土留め部の二重類となり、施工が複雑となる。又船舶の衝撃力に対して比較的弱いなどの短所がある。

① プレキャストコンクリート杭式横棧橋

プレキャストコンクリート杭は、杭径に制限があり、杭本数を多くしたり、斜杭を用いる事等により外力に対処しなければならない。従って当プロジェクト現場のように基礎地盤が固く、通常の工法では打設不可能で、前もって杭孔を削孔して杭を建て込むような特殊な工法を用いなければならない場合には、施工が複雑となり、工期も長くなる等、不利な点が多い。

② 鋼管杭式横棧橋

大口径杭を採用する事が出来、大水深のバース構造物に適しているが、鋼材の防食等維持管理に問題があり、又当地盤では所要根入れ長まで打設する事は非常に困難である。

③ 場所打鉄筋コンクリート杭式横棧橋

水中コンクリートを使用するため施工管理が難しいが、大口径のコンクリート杭の製作が可能であり、杭本数を少なくする事が出来、又、腐食対策等の維持管理も不要となるので、杭式横棧橋としては、当プロジェクトに適する。しかしながら基礎地盤が非常に固い等のため施工法はQasim港の鉄鉱石バースで実施された様に硬質地盤に大口鋼管杭を2～3m打ち込み、鋼管内部からドリルで硬質地盤を必要根入れ深度まで掘削し、鋼管杭をケーシングとして場所打鉄筋コンクリート杭が作られる。

以上より緊急計画の岸壁構造形式としては、コンクリートケーソン式岸壁及場所打鉄筋コンクリート杭式横棧橋案を比較検討する事とした。

5-1-2 岸壁構造形式の比較設計

(1)で述べたコンクリートケーソン式岸壁及場所打コンクリート杭式横棧橋案について比較検討を行った。

1) 設計条件

設計深度	:	-1.2 m (K. P. D)
護岸天端高	:	+4.5 m
潮位	HAT	= +3.20 m (+10.5 feet)
	M. H. H. W	= +2.68 m (+8.8 feet)
	M. L. L. W	= +0.43 m (+1.4 feet)
	LAT	= -0.43 m (-1.4 feet)

地震震度 1/15g

船舶接岸速度 10cm/sec

設計荷重

等分布荷重	コンテナヤード	常時	} 3.0 t/m ²
		地震時	
	クレーン走行部	常時	1.0 t/m ²
		地震時	0.5 t/m ²
		暴風時	0.0 t/m ²

コンテナクレーン

コンテナクレーンは種々仕様が異なり、輪荷重も伴って異なるため、機種選定に応じて設計荷重を決めなければならない。

ここでは、設計に用いられた一例を上げておく事とする。

クレーン重量 660 t
レールスパン 1.6 m
車輪数 8輪/コーナー

輪荷重例

		<u>Vertical</u>	<u>Horizontal</u>
In operation (16 m/sec.)	shore side	36.8 t/wheel	10% of vertical load
	land side	28.5 t/wheel	
In storm (50 m/sec.)	shore side	30.4 t/wheel	Total wind load (153.8 tons)
	land side	40.6 t/wheel	
In earthquake	shore side	20.0 t/wheel	Total seismic force (46.2 tons)
	land side	30.2 t/wheel	

表Ⅲ-5-1に日本で使用されているコンテナクレーンの仕様例を示す。

ii) 構造形式の比較

比較案(1)としてコンクリートケーソン式岸壁の標準図を図Ⅲ-5-1に、比較案(2)として場所打鉄筋コンクリート杭式横棧橋案を図Ⅲ-5-3に示す。

場所打鉄筋コンクリート杭式横棧橋案において、ケーシングとしての鋼管杭は $\phi 1200\text{mm}$
 $t = 12 \sim 14\text{mm}$ を使用し海底面以下2~3mまで打設する事とする。

比較表

	施工性	建設資材	工費
コンクリートケーソン式	良	国内で入手可能	26百万US\$
場所打鉄筋コンクリート杭式	可	鋼管は輸入	31百万US\$

従って、コンクリートケーソン式岸壁案を推選する。

5-1-3 埋立護岸(緊急計画)

コンテナターミナルの南、北、西側埋立護岸の形式は、水深が両側護岸で約 $-1.5\text{m} \sim +0.3\text{m}$ 、北側護岸で約 $\pm 0\text{m}$ 、西側護岸で $+0.3\text{m}$ 以上であり、又港内の静穏な水域に面している、西側護岸を除いて永久護岸ではない等を考えて、当地では経済的な石張式傾斜護岸が適していると思われる。

土質条件は附近の土質資料から判断して表面が2~3mの軟弱土質におおわれている所もあるが、概して良好であり、 -10m 附近からは、N値50に近い粘土層が現れると想定される。

しかしながら、既存の土質資料が十分でなく、又場所によって土質条件が著しく異なるため、

計画実施にあたっては、護岸計画線上で十分に土質調査を行ない設計されなければならない。
護岸の標準断面を図Ⅲ-5-5に示す。

5-1-4 舗装

i) コンテナヤード舗装について

コンテナヤードの舗装としては一般に、地盤の不等沈下、維持、補修等を考慮し、アスファルトコンクリートの重舗装が行なわれる。但し、タイヤ式トランスファークレーンやストラドルキャリアの特定走行路線等はわだち堀れが生じやすいので、コンクリート舗装やPC舗装等の剛性舗装が必要である。

舗装構造は、ゲート部、通路部、積換え部、保管ヤード部等でそれぞれ交通量を推定し設計するべきであるが、現状では不確定な要素が多く決定できないため、ここでは日本の東京港大井コンテナ埠頭に準じて設計した。

埋立て地盤の設計CBRを2.5%とし設計輪荷重13tを用いて設計した舗装断面図を図Ⅲ-5-6に示す。

タイヤ式トランスファークレーン走行路はプレストレストコンクリート舗装が行なわれる。舗装断面図を図Ⅲ-5-7に示す。

ii) 取付道路舗装について

コンテナターミナルより発生する1日当りの発生交通量を4-7-1に記述された方法により年間取扱い貨物量より推定すると、以下の通りである。

対象年次	道路輸送による取扱貨物	1日当交通量
1987年	661,303MT	約1,990台(大型車670台)
2000年	2,364,886MT	約7,090台(大型車2,360台)

2000年までの大型車交通量の伸びが一定であると仮定すれば、5年後の1992年の大型車交通量は、約1,320台/日と予想される。路床CBR=3と仮定して、上記交通量に対応する。標準的舗装断面を図Ⅲ-5-8に示す。

5-1-5 コンテナ・フレート・ステーション

コンテナフレートステーション、事務所等の建物は鉄筋コンクリート構造とする。従って建物自体の重量も大きく、埋立地に建設されるため杭基礎構造とする。

5-2 施工方法

5-2-1 主要施設の施工法

(1) コンテナ埠頭

コンテナ埠頭は硬土盤上に建設されるため、ケーソンタイプを採用する。建設位置である Western Back Water は静穏な海域であり、荒天による作業休止日は殆ど無い。

ケーソン製作にはケーソンヤードが必要であるが、陸上ヤードを建設する水際線を得ることが困難であるため、フローティングドックを使用してケーソンを製作する。

ケーソン岸壁の施工法を図Ⅲ-5-9に示す。

- a. 床掘りは、硬土盤用大型カッターサクションドレッジャーにより浚渫し、浚渫土砂は埋立地内に排送する。
- b. 基礎捨石は、MANGHOPUR 付近に点在している採石場よりダンプトラックにて仮設棧橋まで搬入し、クラブ付自航運搬船により投入する。捨石均しは潜水夫によって施工する。ケーソン据付位置は特に平坦に均す。
- c. ケーソンは Western Back Water で、他船の航行の障害にならず、適当な水深を確保できる場所にフローティングドックをアンカーにより固定し製作する。型枠、鉄筋は仮設棧橋より台船を利用して輸送し、コンクリートはコンクリートミキサー船を用いて打設する。なお、既設の岸壁が利用できる場合、コンクリート打設はコンクリートプラントからアジテータートラックによる横持ち後コンクリートポンプ車にて圧送打設する。
また、フローティングドックのケーソン占有率を下げ、施工速度を増すため、適当な水深に仕上げられた捨石による仮設の海中マウンドにて海上打継ぎを併用する。
- d. e. ケーソン完成後、函内排水により、海中マウンドから浮上させ、引船を用いて据付け位置に曳航し、注水により沈設させる。
- f. 中詰砂は、沖合の海砂をクラブ付自航運搬船にて直接採取運搬し、ケーソン据付後直ちに投入する。ケーソンの据付けが終ると、背面埋立てを行なうが、その前にケーソンにかかる土圧の軽減と埋立土が目地から流出するのを防止するための割石をクラブ付自航運搬船により投入する。
- g. 蓋コンクリートは、プレキャストコンクリートを用い、中詰砂投入後すみやかに施工する。上部コンクリートは埋立終了後ケーソンの沈下が落ち着くのを待ち打設する。
- h. 埋立は、航路および泊地を浚渫した土砂を利用する。
- i. クレーン基礎の海側レールはケーソン上部工に敷設する。陸側レール基礎は埋立地盤上で鋼管杭を、所定の支持力を確保できる深さまで打ち込み、その上に鉄筋コンクリートの地中ばり構造とする。
- j. 舗装は将来の埋立地の沈下に対応できるようにアスファルトコンクリート舗装とする。

(2) 航路、泊地浚渫

浚渫土には硬土盤が含まれているため、浚渫は硬土盤用カッターサクションドレッジャーを使用する。浚渫土砂は埋立地に排送される。ただし Lower Harbour 等、他船の航行の障害となるような区域はトレーリングホッパーサクションドレッジャーにより浚渫し、浚渫土砂は沖合投棄する。

5-2-2 作業基地

一般にケーソン岸壁工事の作業基地は主にケーソン製作ヤード、コンクリートプラント、石材置場を考慮して配置する。Karachi港では、ケーソン製作ヤードを水際線にもうけることは困難なので基本的にはフローティングドックを使用し、コンクリートはコンクリートミキサー船を用いて打設することとするが、既設の岸壁が利用でき、フローティングドックを岸壁に係留してケーソンを製作することが望ましい。

石材置場、資材置場、鉄筋加工等のヤードは出来るだけ搬出用の栈橋に近いところにもうけるのが望ましい。搬出用の栈橋は既設の施設を利用できなければ適当の場所に仮設栈橋をつくる。

5-2-3 工事用資材

主要な工事用資材の数量を表Ⅲ-5-2に示す。セメントは普通ポルトランドセメントまたは耐硫酸セメントを用いる。このセメントはパキスタン国内で生産されている。また鉄筋が国内で調達可能である。

コンクリート用粗骨材はHub Riverから、また細骨材および舗装用砂利はMalir Riverから採取運搬する。

鋼管、レールは国内で生産されていないので輸入する。

5-2-4 建設機械・作業船

(1) 建設機械

パキスタン国における建設工事は近年非常に盛んで、道路、橋梁、ビルディング等の工事が多数行なわれており、これらの工事にはブルドーザ、ショベル、トラック、コンクリートプラント、クレーン等の建設機械が利用されている。

しかしながら、これらの建設機械は絶対数が不足しており、また殆どが輸入品のため輸入関税等によって非常に高価なものとなっている。

従って、Karachiにおける本工事に必要な大量の大型建設機械を長期にわたってパキスタン国内において調達することは困難であり、一部の小型の建設機械を除いて全て日本あるいは他の外国より持ち込むことで考えるのが適当である。

なお、実施段階では更にパキスタンおよび近隣諸国における調達の可能性について検討することが必要であろう。

(2) 作業船

Karachi港では、引船、クレーン船、浚渫船等の作業船を一部有し、入港船舶の操船、荷役等に利用している。パキスタン国における作業船の保有状況は上記を除いて皆無に等しく、本工事に使用する作業船をパキスタン国内において調達することは不可能であり、シンガポールあるいは他の外国に依存せざるを得ない。

5-2-5 労働力

パキスタン国の建設関係労働力は比較的豊富であり、普通労働者は容易に得られ、また技能労働者についても土木機械、道路、ビルディング関係の労働者は確保できる。

また、海上工事については、作業船は国外から調達するため、本工事の労働力の確保については次のように考えた。

パキスタン国内 普通作業員

一般熟練工（石工，鉄筋工，オペレータ機械工等）

パキスタン国外 特殊作業員（潜水夫，高級船員）

5-2-6 工程計画

緊急計画の工程表を表Ⅲ-5-3に示す。エンジニアリングスタディ，入札業務等の期間を1年半，工事期間を3年半，計5年間とした。

5-3 建設費

5-3-1 積算条件

建設費は次の条件に基づいて算定した。

a) 現地通貨と日本円，USドルとの換算レートは次のとおりとした。

US \$ 1.00 = Rs 9.9 = ¥ 210

b) 建設費の積算は，1980年価格とする。

c) 建設資材単価および労務賃金は，NESPAC PRICE INDEX および現地調査で得た情報を参考とした。

d) 作業船はシンガポール付近から回航し，工事終了後持ち帰るものとして往復の回航費および保険料を見込む。

国内で調達不可能な機材，資材は日本から輸送しCIF価格とした。

e) 輸入税，セールスタックス等の税金は国産品，輸入品とも見込まない。

5-3-2 建設費

長期計画，緊急計画の建設費を各々表Ⅲ-5-4，Ⅲ-5-5に示す。

また，緊急計画の年度別投資計画を表Ⅲ-5-6に示す。

表III-5-1 日本で用いられているコンテナクレーンの仕様

Berth	No. 1	No. 3	No. 4	No. 6	No. 8	No. 5	No. 6	No. 7
Crane No.	OC11	OC31	OC41	OC61	OC81	OC82	HC61	HC71
Crane Type	High speed rope trolley	High speed rope trolley	Semi-rope trolley	Flexible boom, high speed, semi-rope trolley	Flexible boom, high speed, semi-rope trolley	High speed rope trolley	Semi-rope trolley	Semi-rope trolley
Completion date	Jun. 1975	Apr. 1975	Feb. 1974	Mar. 1973	Mar. 1972	Mar. 1974	Jan. 1971	May 1970
Lift load (t)	45.0	50.0	45.0	50.0	44.0	43.5	39.5	39.5
Lift load (t) (Hatch cover)	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5
Lift load (m)	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Rail span (m)	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Trolley overall traversing distance	62.5	67.0	67.0	67.0	67.0	61.0	57.0	57.0
Out reach (from rail on sea side)	35.5	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	33.5	33.5
Back reach (from rail on land side)	11.0	16.0	16.0	16.0	16.0	10.0	7.5	7.5
Overall lift	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	38.6	35.5	35.5
Overall surface	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	21.7	21.7
Below rail surface	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	13.6	11.8	11.8
Effective interval within legs	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.5	14.5
Effective height beneath bridge beam (m)	9.0	9.0	9.0	9.5	9.0	10.7	9.0	9.0
Power (cable winding)	A.C. 3000V 50Hz	A.C. 3000V 50Hz	A.C. 3000V 50Hz	A.C. 3000V 50Hz	A.C. 3000V 50Hz	A.C. 550V 50Hz	A.C. 550V 50Hz	A.C. 550V 50Hz
Generator drive motor output (KW)	A.C. 500	3φ Transformer 750 KVA	3φ Transformer 500 KVA	3φ Transformer 750 KVA	A.C. 350 (75% ED)	A.C. 500 (60% ED)	A.C. 400 (Continuous)	A.C. 400 (Continuous)
Generator combination	Winding and traveling elevation	Winding and traveling elevation	Winding and traveling elevation	Winding and traveling elevation	Winding and traveling elevation	Winding and traveling elevation	Winding and traveling elevation	Winding and traveling elevation
Generator output (KW/A)	405	SCR500A	SCR150A	SCR300A	250	400	290	290
Winding (Rated)	D.C. 370 (Continuous)	D.C. 370 (Continuous)	D.C. 220 (Continuous)	D.C. 370 (Continuous)	D.C. 220 (Continuous)	D.C. 185 x 2 (Continuous)	D.C. 125 x 2 (Continuous)	D.C. 125 x 2 (Continuous)
Traversing (Rated)	D.C. 80 (Continuous)	D.C. 45 x 2 (Continuous)	D.C. 25 x 2 (Continuous)	D.C. 45 x 2 (Continuous)	D.C. 50 (60% ED)	D.C. 100 (40% ED)	D.C. 25 x 2 (Continuous)	D.C. 25 x 2 (Continuous)
Traversing (Rated)	D.C. 12.5 x 8 (30 mins)	D.C. 15 x 8 (30 mins)	D.C. 15 x 8 (30 mins)	D.C. 15 x 8 (30 mins)	D.C. 12.5 x 8 (30 mins)	D.C. 30 x 4 (60 mins)	D.C. 20 x 4 (30 mins)	D.C. 20 x 4 (30 mins)
Elevation (Rated)	D.C. 7.5 (60 mins)	D.C. 7.5 (30 mins)	D.C. 7.5 (30 mins)	D.C. 9.5 (30 mins)	D.C. 9.0 (30 mins)	D.C. 7.5 (30 mins)	D.C. 6.7 (30 mins)	D.C. 6.7 (30 mins)
Winding Total load/No load	50/120	50/120	35.5/90	50/120	35.5/90	50/120	35.5/71	35.5/71
Traversing	150	150	125	150	125	150	125	125
Elevation (min/cycle)	45	45	45	45	45	45	45	45
Number of wheels	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2
Maximum wheel load (t/wheel)	27.0	29.6	28.2	28.5	21.8	27.6	28.9	26.4
Travelling range (m)	270	400	400	450	300	300	200	200
Crane weight (t)	550	615	575	660	583	635	521	510
Travelling rail height Quay side/Shore side (m)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.82	3.82
Operating room mounting system	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension
Remarks	With steady rest Telescopic spreader, 2 Spreader truck, 2	With steady rest Telescopic spreader, 1 Spreader truck, 1	20ft Spreader, 1 40ft Spreader, 1	With steady rest 20ft Spreader, 1 40ft Spreader, 1	20ft Spreader, 2 40ft Spreader, 3	With steady rest 40ft Spreader, 1	With steady rest 20' x 1 Spreader frame With recessed	20' x 2 Spreader 40' x 2

Source: Kishida (Tokyo Bay) Port Development Authority

表III-5-2 主要建設資材

Material	Item	Unit	Quantity		Supply		Remarks
			Urgent Plan	Master Plan	Local	Foreign	
Sand, Stone & Cement	Stone	m ³	110,000	159,000	○		Rubblestone, Revetment Caisson filling, backfilling
	Filling sand	m ³	190,000	570,000	○		
	Reclamation fill	m ³	3,900,000	6,800,000	○		
	Cement	t	13,200	38,500	○		
	Fine aggregate	m ³	18,000	52,000	○		
	Coarse aggregate	m ³	32,000	91,000	○		
Steel	Crusher run	m	195,000	560,000	○		Container Terminal and Road Pavement
	Steel pipe pile	No	135	405		○	φ711.2, t=12, L=17m
	Reinforcement Bar	No	400	1,200		○	φ609.6, t=12, L=17m
	Rail	t	4,400	13,200	○		
Others		m	30,600	49,600		○	
	Steel forms					○	
	Scaffolds					○	
	Fuel oil					○	
Rubber fender					○		
Sleeper					○		

Note: Construction materials for CFS and other buildings are not included in figures.

表 III-5-3 工程表

Item	Year	1982-'83	'83-'84	'84-'85	'85-'86	'86-'87
Preparation & Temporary Works						
Container Berth			▬			
Dredging & Reclamation			▬		▬	
Slope Protection & Retaining Wall			▬		▬	
Access Railway & Road				▬	▬	
Container Terminal						
Pavement						▬
CFS						▬
Other Buildings						▬
Railway						▬
Foundation of Rail Mounted Transfer Crane						▬
Utilities						
Mobilization and Demobilization						▬
Cargo Handling Equipments etc.						▬
Engineering Study			▬			
Supervision			▬			

表III-5-4 建設費 (長期計画)

Unit: 1000 US\$

ITEM	PARTICULARS	UNIT	QUANTITY	AMOUNT		
				LOCAL	FOREIGN	TOTAL
1	Preparation & Temporary Works	L.S		1,104	395	1,499
2	Container Berth	m ³	1,800	22,911	23,523	46,434
3	Dredging & Reclamation	m ³	8,950,000	8,052	20,710	28,762
4	Slope Protection & Retaining Wall					
	Slope Protection	m	9,300	1,860	797	2,657
	Retaining Wall	m	144	206	1,165	1,371
5	Access Railway and Road					
	Railway	m	14,000	365	2,064	2,429
	Road	m	4,100	2,312	578	2,890
	Interchange	Nos	1	2,286	571	2,857
6	Container Terminal					
	Pavement	m ²	846,750	29,030	7,259	36,289
	CFS	m ²	59,400	12,067	3,017	15,084
	Office & Other Buildings	m ²	30,147	5,610	1,403	7,013
	Railway	m	10,800	231	1,312	1,543
	Foundation of Rail Mounted					
	Transfer Crane	m	1,800	3,810	3,810	7,620
	Utilities	L.S		6,002	2,572	8,574
7	Mobilization & Demobilization	L.S		-	2,857	2,857
8	Equipments					
	Cargo Handling Equipments	L.S		-	101,376	101,376
	Navigational Aids	L.S		-	143	143
	Sub Total			95,846	173,552	269,398
9	Engineering Study & Supervision	L.S		2,694	8,082	10,776
10	Physical Contingency		15% of Item 1-7 + 5% of Item 8	14,377	18,881	33,258
Total				112,917	200,515	313,432

表III-5-5 建設費 (緊急計画)

Unit: 1000 US\$

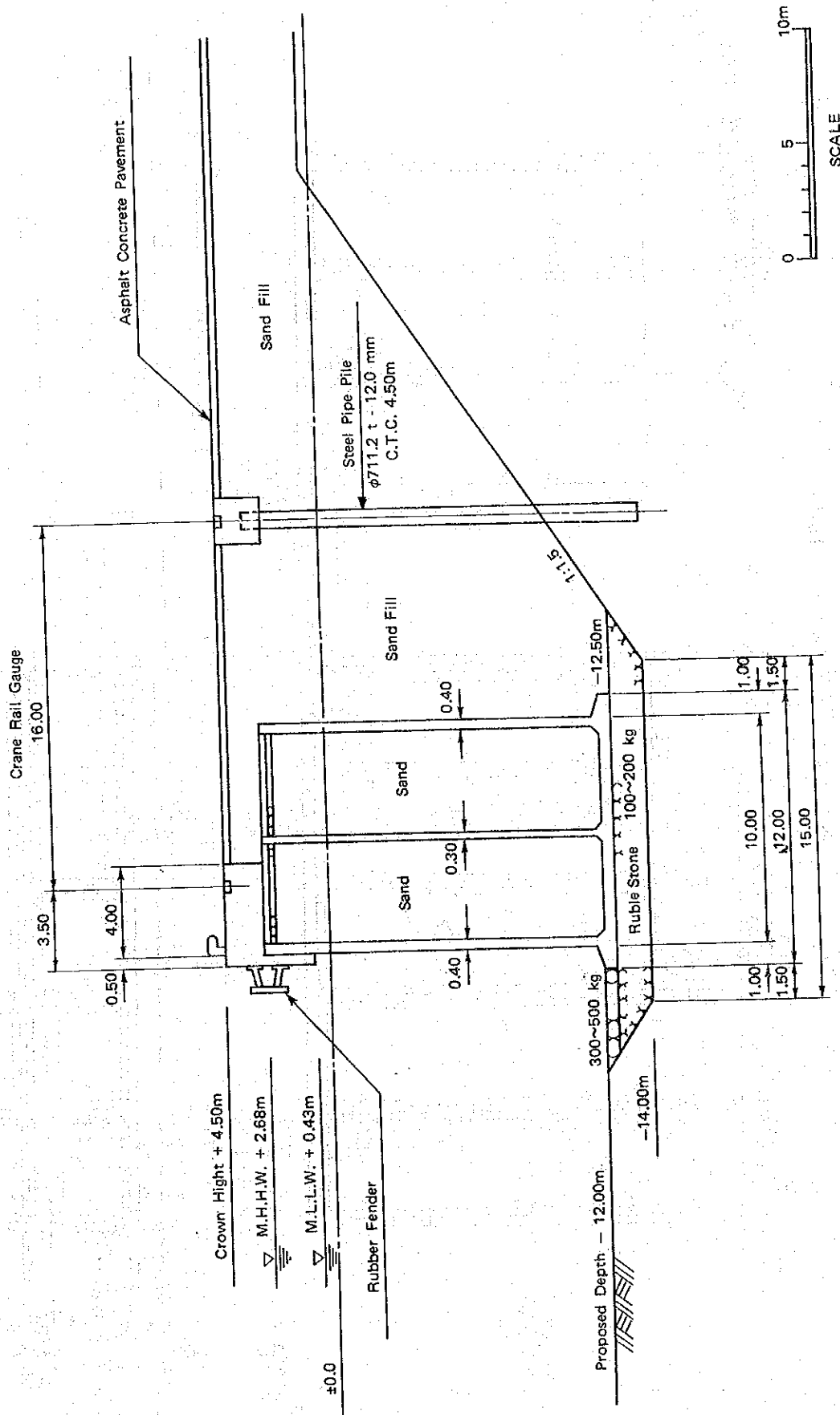
ITEM	PARTICULARS	UNIT	QUANTITY	AMOUNT		
				LOCAL	FOREIGN	TOTAL
1	Preparation & Temporary Works	L.S		638	255	893
2	Container Berth	m ³	600	7,637	7,841	15,478
3	Dredging & Reclamation	m ³	4,700,000	4,321	11,113	15,434
4	Slope Protection & Retaining Wall					
	Slope Protection	m	9,300	1,860	797	2,657
	Retaining Wall	m	72	447	239	686
5	Access Railway and Road					
	Railway	m	11,700	315	1,785	2,100
	Road	m	4,100	1,327	332	1,659
	Interchange	Nos	1	1,334	333	1,667
6	Container Terminal					
	Pavement	m ²	282,400	9,682	2,421	12,103
	CFS	m ²	19,800	4,024	1,006	5,030
	Office & Other Buildings	m ²	9,881	1,851	463	2,314
	Railway	m	3,600	77	437	514
	Foundation of Rail Mounted					
	Transfer Crane	m	600	1,270	1,270	2,540
	Utilities	L.S		2,001	857	2,858
7	Mobilization & Demobilization	L.S		-	1,905	1,905
8	Equipments					
	Cargo Handling Equipments	L.S		-	31,732	31,732
	Navigational Aids	L.S		-	143	143
	Sub Total			36,784	62,929	99,713
9	Engineering Study & Supervision	L.S		997	2,992	3,989
10	Physical Contingency		15% of Item 1-7 + 5% of Item 8	5,518	6,252	11,770
Total				43,299	72,173	115,472

表III-5-6 年度別投資計画

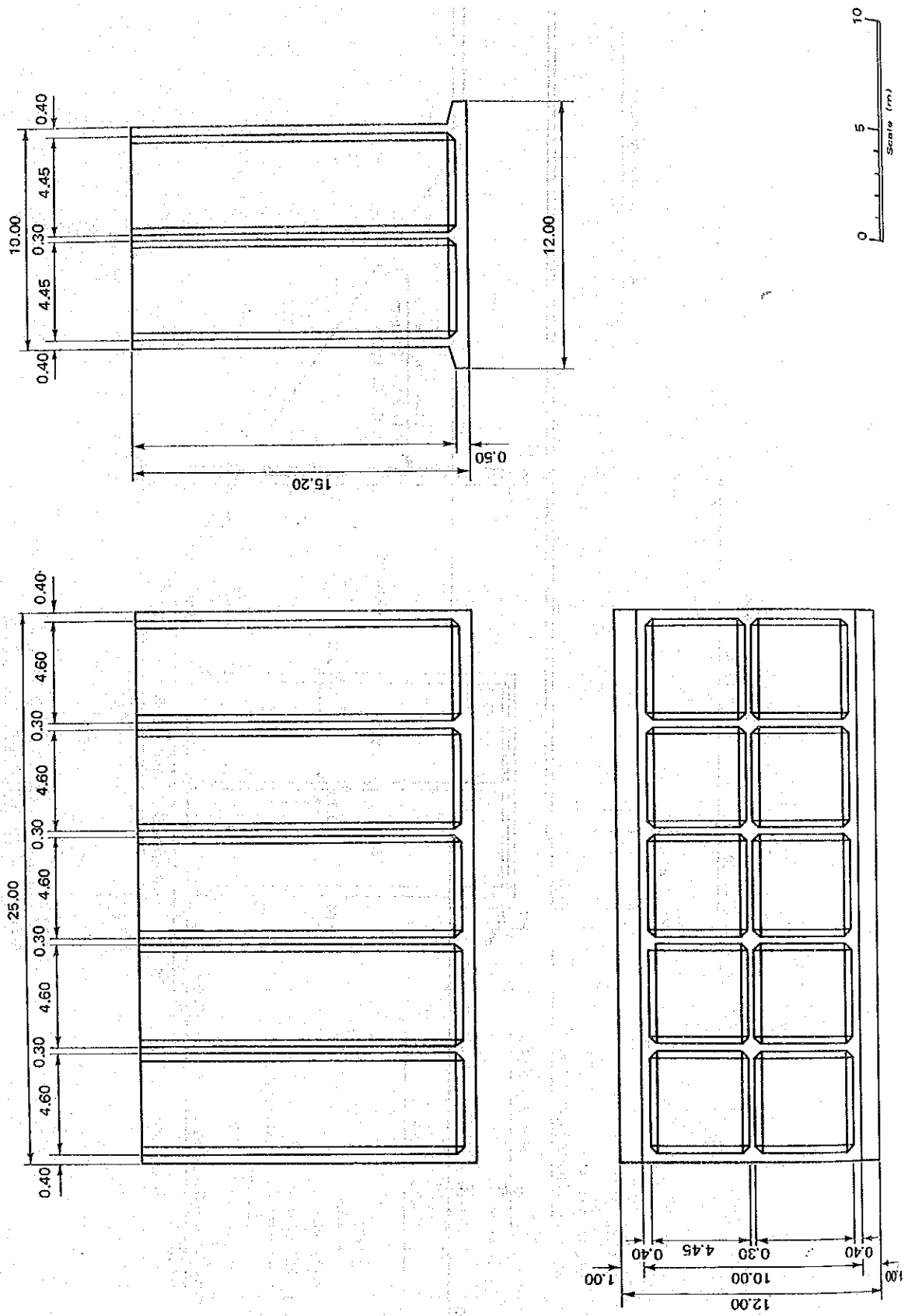
Unit: 1,000 US\$

Item	Particulars	1982 - '83			'83 - '84			'84 - '85			'85 - '86			'86 - '87			Total		
		L/C	F/C	Sub Total	L/C	F/C	Sub Total	L/C	F/C	Sub Total	L/C	F/C	Sub Total	L/C	F/C	Sub Total	L/C	F/C	Total
1	Preparation & Temporary Work				638	255	893										638	255	893
2	Container Berth				1,091	1,120	2,211	4,364	4,481	8,845							7,637	7,841	15,478
3	Dredging & Reclamation																		
	Dredging				309	794	1,103	1,235	3,175	4,410							2,162	5,556	7,718
	Reclamation				308	794	1,102	1,234	3,175	4,409							2,159	5,557	7,716
4	Slope Protection & Retaining Wall																		
5	Access Railway & Road							769	345	1,114	1,538	691	2,229				2,307	1,036	3,343
6	Container Terminal							744	612	1,356	1,488	1,225	2,713	744	613	1,357	2,976	2,450	5,426
	Pavement										5,533	1,383	6,916	4,149	1,038	5,187	9,682	2,421	12,103
	CFS										2,683	671	3,354	1,341	335	1,676	4,024	1,006	5,030
	Other Buildings										1,234	309	1,543	617	154	771	1,851	463	2,314
	Railway										39	218	257	98	219	257	77	437	514
	Foundation of Rail										635	635	1,270	635	635	1,270	1,270	1,270	2,540
	Mounted Transfer Crane																		
	Utilities										1,001	428	1,429	1,000	429	1,429	2,001	857	2,858
7	Mobilization & Demobilization					953	953												
8	Equipments																		
	Sub Total				2,346	3,916	6,262	8,346	11,788	20,134	17,568	10,975	28,543	8,524	36,250	44,774	36,784	62,929	99,713
9	Engineering Study & Supervision	305	922	1,227	230	690	920	154	460	614	154	460	614	154	460	614	997	2,992	3,989
10	Physical Contingency	305	922	1,227	352	587	939	1,252	1,768	3,020	2,635	1,647	4,282	1,279	2,250	3,529	5,518	6,252	11,770
	Total	305	922	1,227	2,928	5,193	8,121	9,752	16,016	23,768	20,357	13,082	33,439	9,957	38,960	46,917	43,299	72,173	115,472

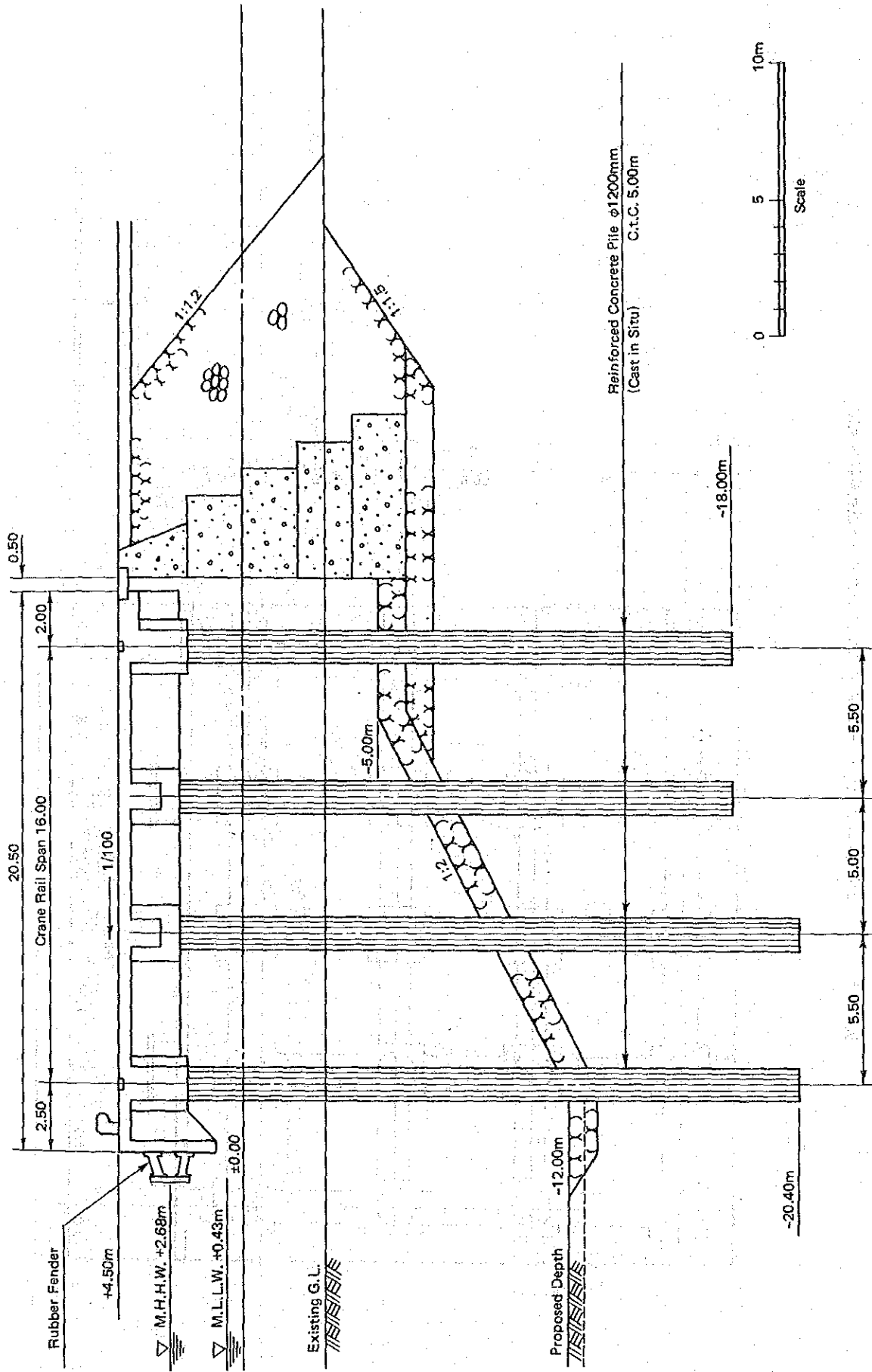
図III-5-1 カラチ港コンテナターミナル、ケーソン式岸壁断面図



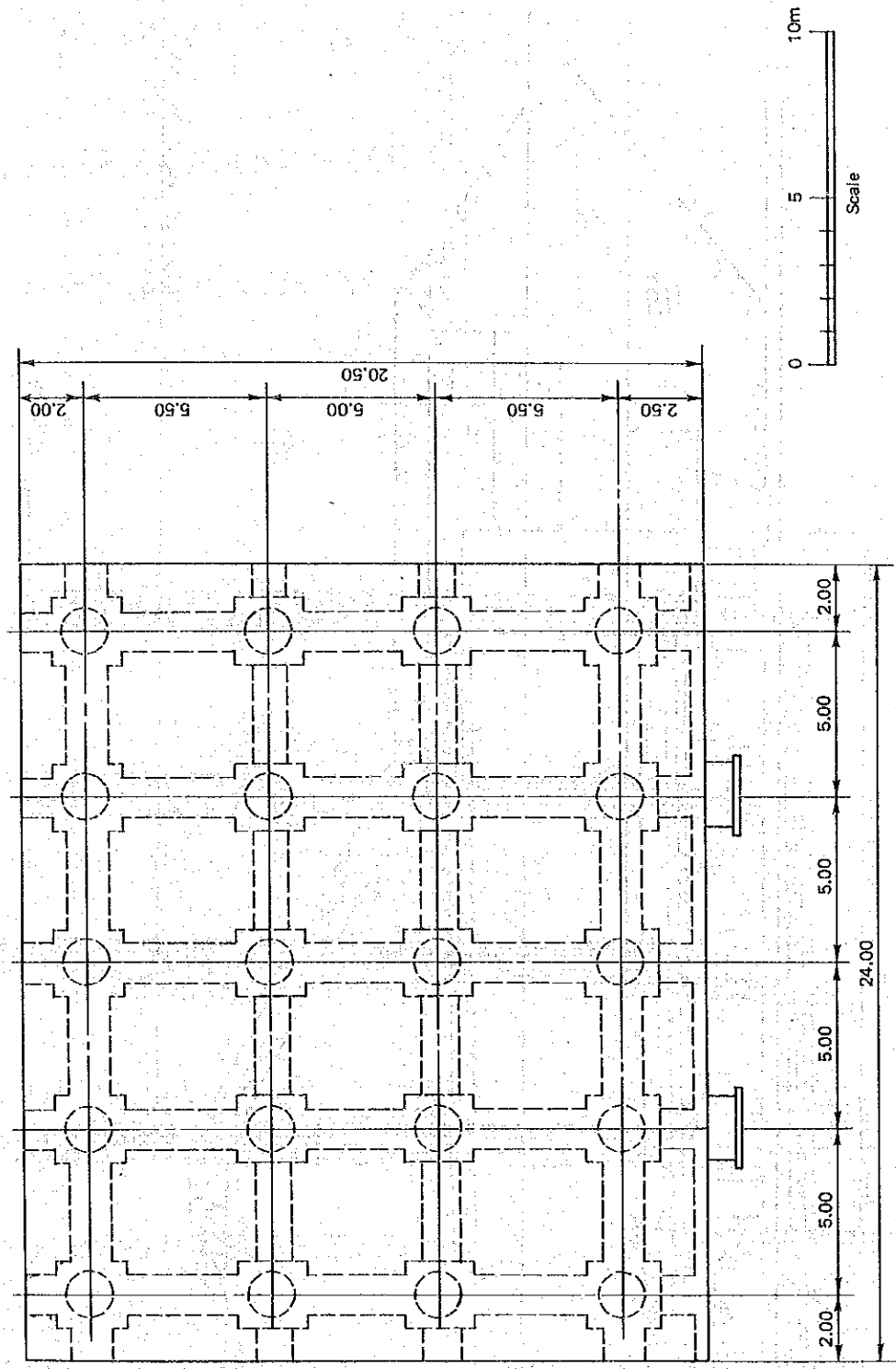
図III-5-2 カラチ港コンテナベース、ケーソン構造図



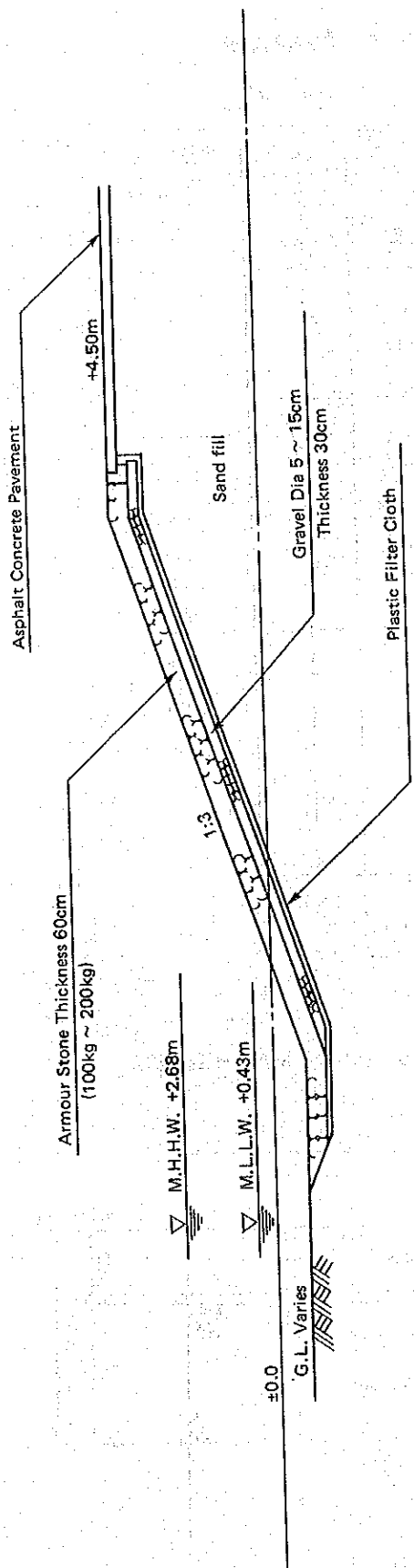
図III-5-3 カラチ港コンテナハーバース場所打鉄筋コンクリート杭式橋断面図



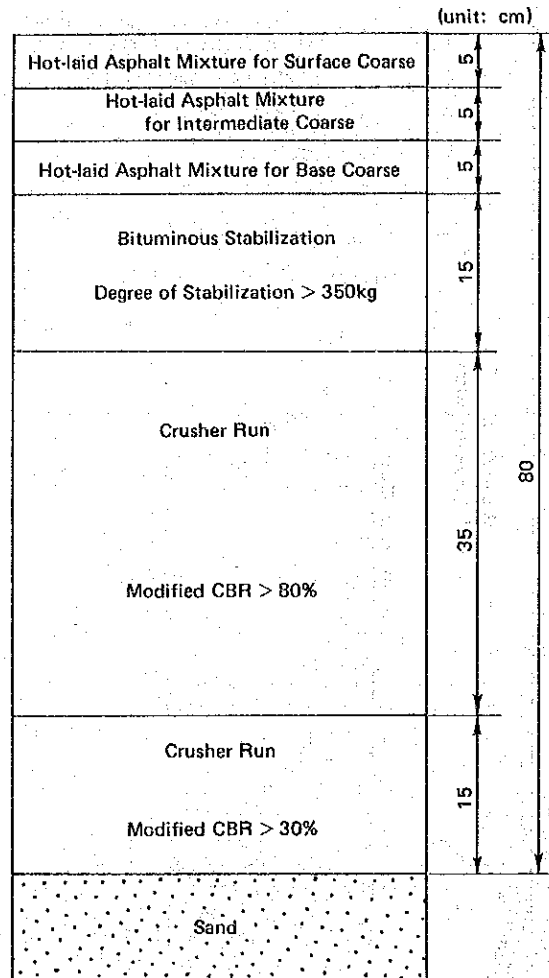
図III-5-4 カラチ港コンテナバーサス場所打鉄筋コンクリート杭式棧橋平面図



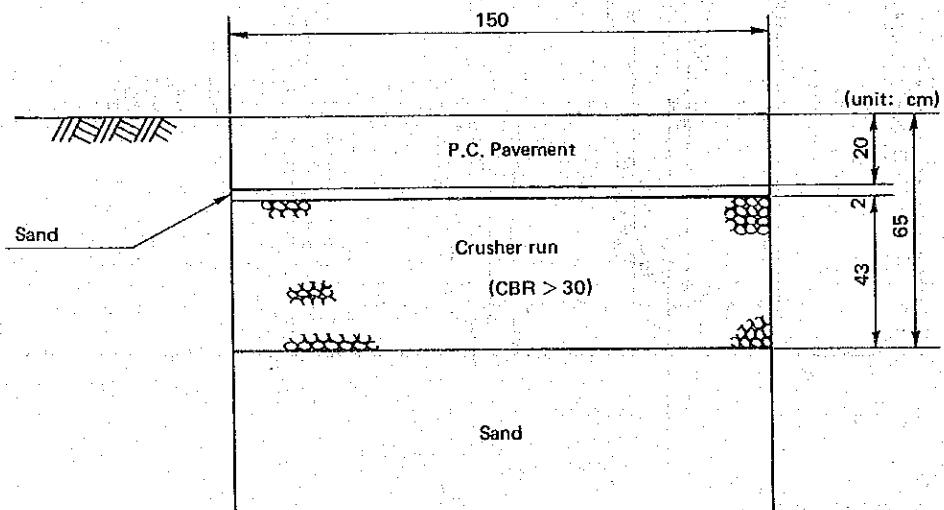
图III-5-5 埋立護岸断面图



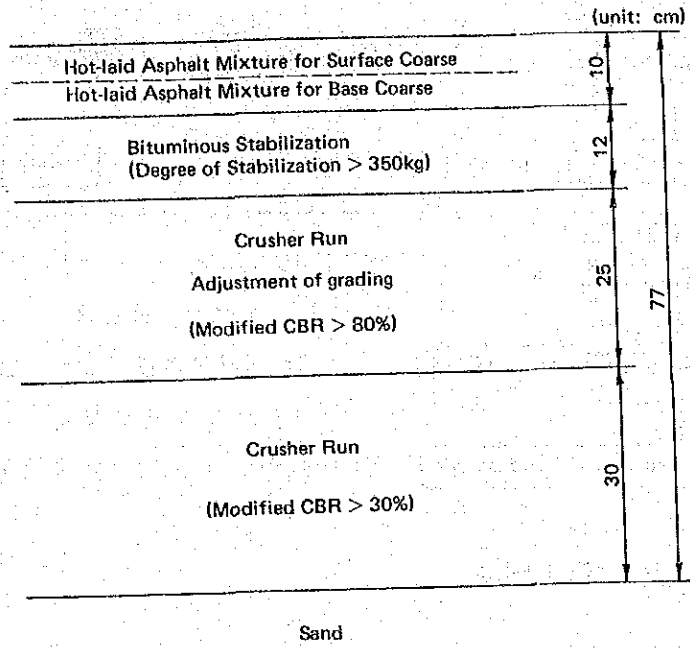
図III-5-6 コンテナヤード舗装断面図



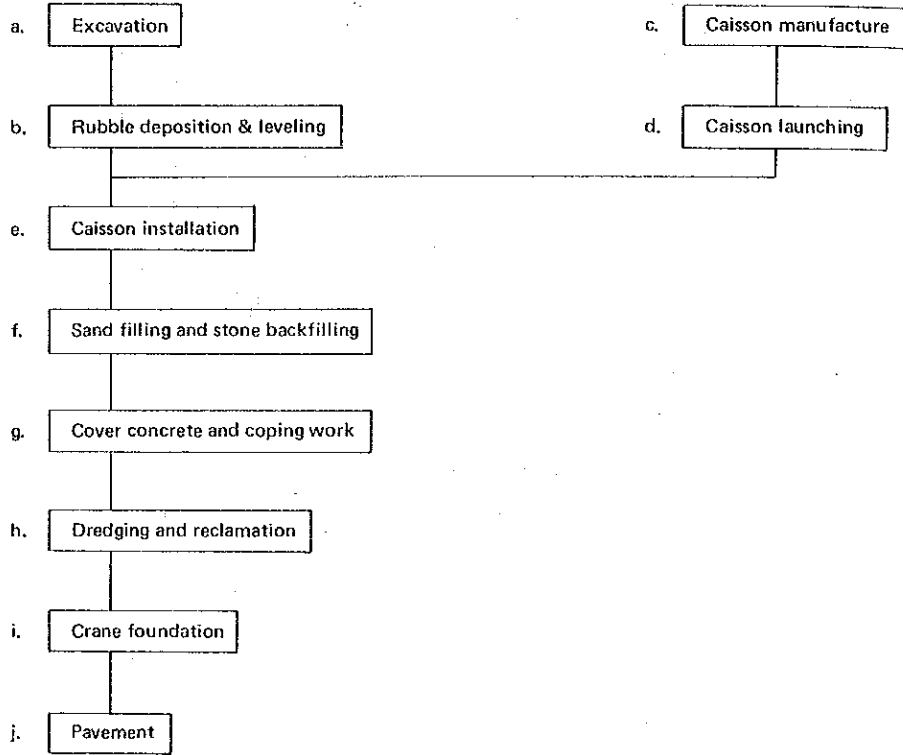
図III-5-7 タイヤ式トランスファクレーン走行路舗装断面図



圖III-5-8 取付道路舗装断面図

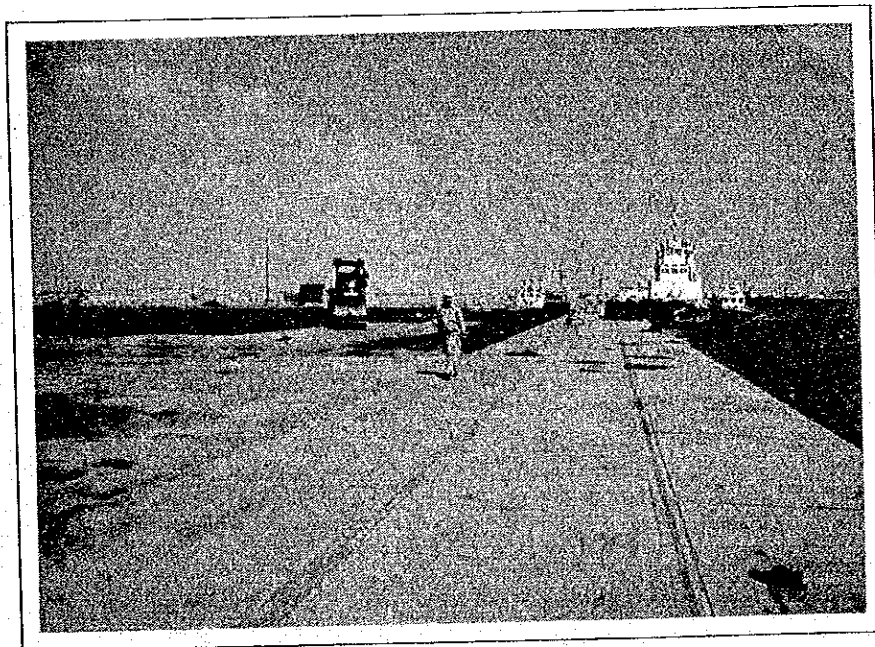


図III-5-9 ケーソン岸壁の施工



第Ⅳ部 カシム港

1章 概 要	Ⅳ-1
2章 自然条件	Ⅳ-3
3章 カシム港の現状	Ⅳ-38
4章 開発計画	Ⅳ-53
5章 建設計画	Ⅳ-66

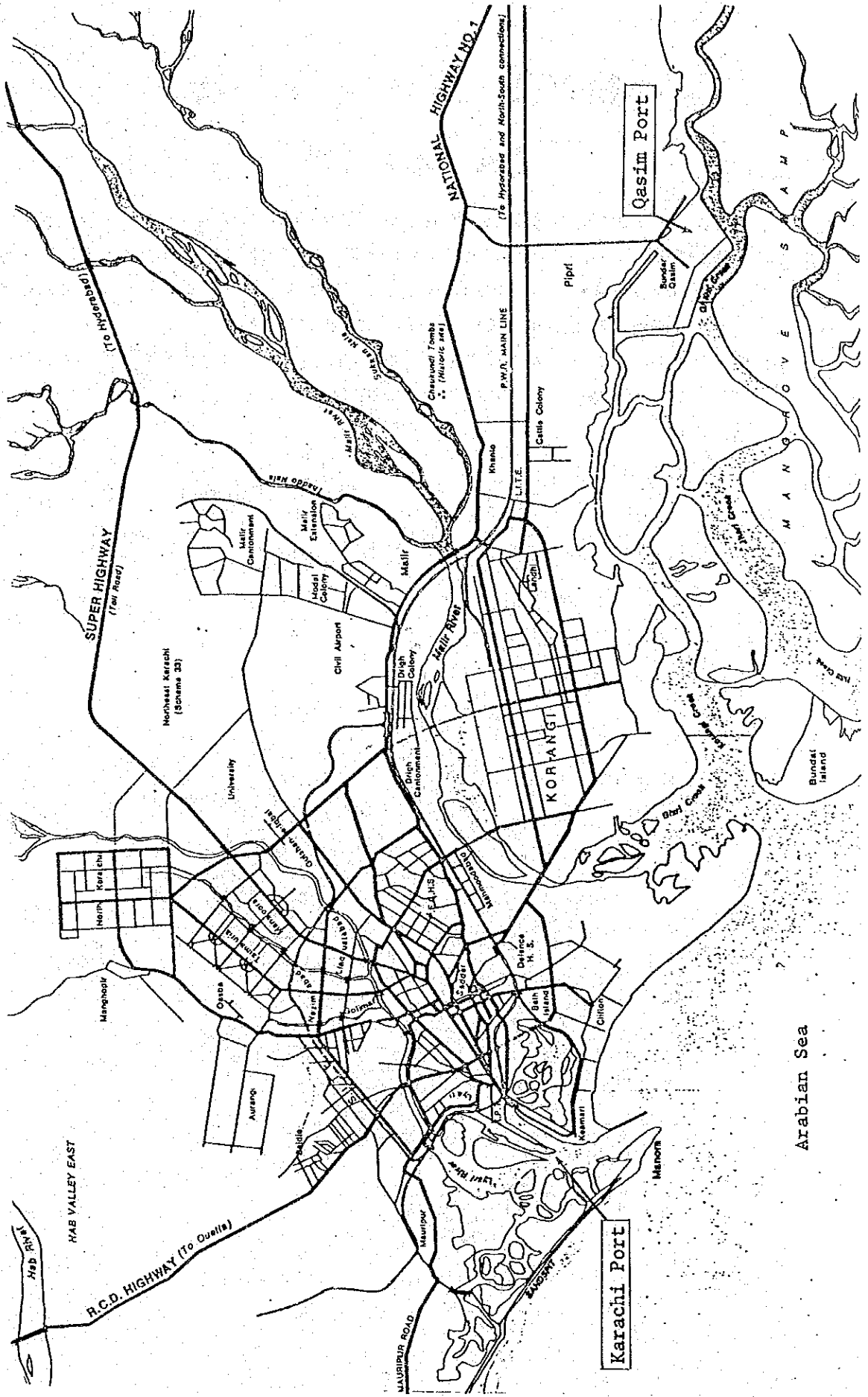


第Ⅳ部 カシム港

1章 概要

カシム港は図Ⅳ-1-1に示す通りカラチ港の東約30 Kmに位置するパキスタンに於いて外貨貨物を取扱う第二の港である。この港の開発はカラチ港の深刻な船混みを解消するために決定されたものである。港の建設位置は一連の詳細な調査にもとづき7ヶ所の候補地から現在の地点が選定された。カシム港は原則としてバルク及びセミ・バルク貨物特にパキスタン・スチール・ミルに対する原材料輸送のために建設されたものである。現在、100バースが荷役を開始しており、又マージナル・ワーフの7バースのうち北側の4バースが完成している。

図 IV-1-1-1 カシム港位置図



2章 自然条件

2-1 航路の概況

図Ⅳ-2-1にカシム港の全体図を示す。カシム港はインダス川の旧河道(Phitti Creek, Kadiro Creek, Gharo Creekと呼ばれる)を利用して建設されている港であり, outer channel, inner channel, 陸上施設より成る。outer channelは外海の波浪にさらされている部分であるが, inner channelはクリーク内に位置し, 外海の波浪にさらされることはない。outer channelの延長は約14.1km, inner channelの延長は約29.5km。従って水路の総延長は43.6kmである。outer channelの計画段階における航路底面幅は185~280m, 航路法勾配は1:20, 水深は12.4mである。inner channelの航路底面幅は180m, 航路法勾配は1:6, 水深は図Ⅳ-2-1中のC-1~Nの区間が11.3m, N~Rの区間が10.0mである。outer channelの東, 西側には水深5.5m以浅の浅瀬が存在している。特にA~B区間の西側には舌状の砂州が存在している。

2-2 潮位

Pakistan Tide TablesによるとPhitti (Bundal Island), およびPipri両地点における潮位は表Ⅳ-2-1に示す通りである。Pipri地点の方がPhitti地点よりM.S.L.(平均海面)では0.30m, M.H.H.W.(平均高高潮面)では0.52m, M.L.L.W.(平均低低潮面)で0.43m高くなっている。M.H.H.WとM.L.L.Wとの差はPhittiで238m, Pipriで240mである。

2-3 流れ

大潮時にouter channel内の2点において表層, 表層下7m, 底面上1mで潮流観測を行ない, 上げ潮, 下げ潮における最大流速時の流速, 流向を求めた結果を図Ⅳ-2-2に示す。図より以下のことがわかる。

- (1) 下げ潮流の流向はほぼ水路の向きに平行な方向であるのに対し, 上げ潮流の流向は水路の向きと約 $20 \sim 40^\circ$ をなして斜交する。
- (2) クリークの入口に近い観測地点2における流速(0.65~1.05 m/s)の方が, 観測地点1における流速(0.1~0.55 m/s)より大きい。又, 下げ潮流の方が上げ潮流の流速より大きくなっている。

Phitti Creek内の流れは, 潮汐の干満に応じて流向が変化する。クリーク内へ流入する河川の流量は少なく, 河川よりの寄与は無視してよい程度と考えられる。海図(PAK-20)によると, Buddo Island前面の航路内で大潮時において, 上げ潮流速1.5 m/s, 下げ潮流速2.5 m/sとなっている。また, Phitti Creek内において上げ潮流速1.35 m/s, 下げ潮流速1.5 m/sである。

2-4 波浪

波浪観測はFair Way Buoyの近傍の地点(水深約18m)において, プイ式波高計(Wave Rider Buoy)および水圧式波高計(OSPOS, Offshore Pressure Operated Suspended)を用いて1979, 1980の両年に行なわれた。

本海岸の波は季節によって大きく性質が変ってくる。NE Monsoon 期(11~2月)には波がほとんどなく、SW Monsoon 期(4~9月)には大きなうねりが来襲する。

図N-2-3に、有義波高 $H_{1/3}$ (Wave Rider Buoyによる測定波高)、周期 T_z の超過確率図を示す。

モンスーン期に超過確率が50%となる所の有義波高は約2.2m、周期は約9.5秒である。

波向については英国国立水理研究所(Hydraulics Research Station)が屈折計算を実施して検討している(HRS Report EX557)。それによると、approach channelの所における卓越波向は真北より240°であり、航路方向と約20°で斜交する。

2-5 風

風は Bundal Island および Khuddi Island において3時間おきに観測されている。

図N-2-4に、1979年に観測された風の風向別頻度表を示す。年間を通じて卓越しているのは、モンスーン期に主として吹くSWおよびW方向の風であり、風速10m/s以上の強風も同方向からのものである。なお風速15~20m/s以上の風は、1980年1~10月にKhuddi Islandで14回(6~10月にこのうち11回)出現している。風速20m/s以上の風は記録されていない。又、Bundal Islandにおける1980年6~10月における記録には、風速15m/s以上の風は出現していない。

2-6 底質

1980年の11月に採取した outer channel の底質について粒度分析を行なった結果を図N-2-5(1)~(3)に示す。図N-2-5(1)には中央粒径 d_{50} の分布、図N-2-5(2)にはふるい分け係数 S_0 ($\sqrt{d_{75}/d_{25}}$)の分布、図N-2-5(3)にはシルト分(粒径0.075mm以下の成分)の百分率が示されている。これらの図より以下のことがわかる。

- (1) 航路外の底質の d_{50} が約0.1mmと細砂であるのに対し、航路内の底質の d_{50} は約0.05mmとそれより小さくなっている。
- (2) 航路内の底質は航路外の底質に比し S_0 がやや大きく、粒度分布が広いと思われる。
- (3) 航路外の底質ではシルト分が約10~30%であるのに対し、航路内の底質ではシルト分が50%以上となっている。

以上のことは、ほぼ同時期に採取されたと思われる、Reporting Dateが1980年11月13日の底質についてもあてはまる。カラチ大学海洋生物学科によると、モンスーン期間中に採取した底質は航路内、外とも細砂であるということであり、モンスーン後には海域が静穏になり、浮遊しているシルト分が水深の大きな航路内に運ばれ、そこに沈澱するものと考えられる。従って後に述べる本海域のモンスーン期間中における航路埋没に大きくかかわってくるのは、航路外にある中央粒径0.1mm程度の細砂であると考えられる。

Inner Channel における底質については資料がないが、海図(PAK-20)によると Phitti Creek において底質はC.S.Sh, M.f.s.となっており、又 Quidwai Point の西側(クリーク内)におけるボーリングデータによると、表層の土質はSGとなっている。以上のことからクリーク内の底質は主として砂であると考えられる。

2-7 outer channel の埋没について

外海の波と流れにさらされる outer channel の埋没については、カシム港の建設が計画された当時より問題となり、英国国立水理研究所等によって多くの研究が行なわれた。当初は波による砂移動量についての実験式を用いて航路の予想埋没量を求める方式であった。その後1973年に Trial Dredging が行なわれ、Test Pitの埋没量から将来の航路埋没量を予測する方式がとられた。本航路の浚渫は1978年10月より始まり、第I期工事が1980年4月に終了した。第II期の浚渫工事は1980年10月に始まり、約800万 m^3 を浚渫する予定で現在(1981年2月)工事が行なわれている。

2-7-1 従来の研究

カシム港の航路埋没に関する研究は、1971年の HRS Report EX575¹⁾に始まる。これによると波によって、波の進行方向に運ばれる砂輸送量は次の実験式で示される。

$$Q_w = \frac{516 H^6}{h^2 T^6} \left(\frac{1}{\sinh kh} \right)^6 \dots\dots\dots(1)$$

ここに

- Q_w : 波による砂輸送量 (kg/m/s)
- H : 波高 (m)
- h : 水深 (m)
- T : 波の周期 (sec)
- k : $2\pi/L$
- L : 波の波長 (m)

である。

上式(1)を用いて航路埋没量を計算するには、航路上における波の波高、周期を求める必要がある。そこで沖波の諸元を Marsden Square 66 (10°~20°N, 60°~70°E のアラビア海海域)における船舶よりの観測値とし、屈折図を描いて、碎波および底面摩擦の影響を考慮して航路上における波の諸元を求める方式がとられた。

計算の結果によると、現在の航路とほぼ同位置に航路を掘った場合の維持浚渫量は航路水深が7.2mの場合49万t/年(底質の密度を2.65 t/ m^3 、空けき率が0.47とすると、約35万 m^3)、水深が12.6mの場合96万t/年(同様にして約68万 m^3)であった。なおこの計算によって求められた維持浚渫量は2~3倍に変動する可能性のあることが指摘され、又、より正確に維持浚渫量を求めるには Trial Dredging を実施する必要があることが強調されている。

Trial Dredging は、1973年11月~1974年3月に外海の砂州上において実施された(図 N-2-6 参照)²⁾。試験航路の規模は幅183m、水深は7.3mであり、その中央部は延長1220m、幅122mにわたって水深10.4~11.0m(航路浚渫以前におけるこの付近の水深より約4.9m深い)となっている。

1) Phitti Creek, Estimate of siltation in approach channels, HRS Report EX575, 1971 Oct.
 2) Port Qasim, Pakistan, Trial dredging of Phitti Creek entrance, HRS Report EX698, 1975 May

予想される航路埋没量の算定は、次のようにして行なわれた。まずKarachiのManora Pointにおける風の測定値と、KarachiのManora沖におけるOSPOSを用いた波高測定値との関係を求めた。次に、その関係式を用いて従来風の風速に関するデータを波高に換算した。さらに、この波高を(1)式に代入して、砂輸送量の点から、1974年のモンスーンの激しさを平均年におけるモンスーンの激しさと比較して定めた。最後に1974年のモンスーン期間中における航路埋没量から、平均年におけるouter channel全体における年間の予想埋没量が求められた。それによると埋没量は航路水深7.3mの時157万 m^3 、水深9.1mの時169万 m^3 、水深11.0mの時170万 m^3 と予測された。

1975年のモンスーン前後に試験航路で行なわれた深淺測量結果を用いて、上記の方法の有効性が検討された³⁾。埋没によって航路が浅くなることに伴い、航路による砂補促効率の減少を考慮し、さらに前記の方法によって1974年と1975年のモンスーンの激しさの程度を平年に比べて比較した。これらの点を考慮した上で、計算による1975年に対する予想埋没量は、1975年に実際に発生した埋没量とほぼ一致し、上記の方法の妥当性が検証された。さらに、補促効率を考慮すると、平均的な海象条件における航路の予想埋没量は、航路水深7.3mの場合99万 m^3 /年、水深9.1mの場合163万 m^3 /年、水深11.0mの場合182万 m^3 /年とされた。

2-7-2 本工事開始後(1979, 1980年)における埋没について

前述したようにouter channelの浚渫工事(第I期)は1978年10月に始まり、1980年4月に終了した。総浚渫量は約1,800万 m^3 である。工事開始後1979年、1980年と2回のモンスーンを経過し、その間の埋没量が明らかになった。

図N-2-7に、1979年のモンスーン前、後における航路の横断面の例を示す。航路内においては約2m浅くなっており、又西方の航路外箇所では約1m深くなっていることがわかる。図N-2-8は、横軸にA点(航路内の基準点。図N-2-1参照)より航路軸に沿って陸へ向う方向の距離、縦軸に、航路軸に直交する横断面のモンスーン前後における面積変化(+が堆積、-が欠損を意味する)をとったものである。図中central portion(HRS)⁴⁾と示したものは航路中央から東、西両方向に160m幅の範囲の横断面面積変化である。面積変化の図を積分したものは、central portionにおけるVolume変化(101万 m^3 の堆積)を示している。後述するのように、1979年のモンスーン期間中には継続して浚渫(浚渫量はホッパーのVolumeの1.2255倍を浚渫量とすると531万 m^3 であり、1.0倍を浚渫量とすると435万 m^3 である)を行っており、本図だけから航路埋没量の空間的な分布のパターンを知ることはできない。North Western Bank(HRS)と示すものはNorth Western Bank(航路の北西側より舌状に伸びている浅瀬)の航路中央より160~1,360mの領域における横断面面積変化を示している。これによるとA点より約1.4kmの区間まで堆積、1.4~7kmの区間において約500~800 m^3 の洗掘となっている。

総計するとNorth Western Bankにおける面積変化の総計は382万 m^3 の洗掘となる。なお、North Western Bank(PCI)と示した線は、航路中央より240~1,590mの領域における断

3) Port Muhammad Bin Qasim, Pakistan, Trial dredging on Phitti Creek entrance infill during 1974 and 1975 monsoons, HRS Report EX791, 1977 September

面変化をPCIが計算したものであるが、PCIの断面変化はHRSの断面変化より平均して約350万 m^3 洗掘が多くなっている。PCIのデータによると、North Western Bankにおける洗掘量の総計は658万 m^3 となる。South Eastern Bank (HRS)と示す線(航路中央より160~1,360m北西側の領域の断面積変化)によると、0~3.8 Kmの区間で洗掘、3.8~8 Kmの区間では若干の堆積(この区間における堆積量は総計33万 m^3 である)となっている。South Eastern Bank (PCI)と示す線(航路中央より240~1,590m南東側の領域の断面積変化)でも、ほぼ同様の結果となっている。HRSの計算によるとSouth Eastern Bankにおける洗掘量は総計70万 m^3 である。

このような現象を説明するために、浚渫後の地形に対してHRSが屈折計算を実施した結果を図N-2-9に示す。これによると南西方向から入射してきた波はかなりの部分が航路の所で反射され、結果としてNorth Western Bankの所で波高が増大することになる。又、South Eastern BankのA点近くでWave rayの間隔が狭くなり、そこで波高が増加していることがわかる。このように、波高が増大してくる所と図N-2-8に示した洗掘が起っている所とは対応してくる。一方South Eastern BankのB点寄りにはWave rayが到達しておらず、波高が小さくなっていると考えられる。ここは図N-2-8において堆積となっている所である。

将来の航路埋没量を予測するためには、航路埋没に寄与する二つの要因を分離しなければならない。その一つは、Capital dredgingの実施後比較的短期間しか続かない法崩れ(Slumping)の効果であり、もう一つは、長期間継続する波と流れによる底質輸送の効果である。HRS Report EX949では双方の効果を定量的に見積もるために、底質が北西から南東へ運ばれるという、妥当とみなされる前提のもとに、次のように底質移動の収支を考えた⁴⁾。まず、NW Sideは底質輸送の上手側であり、波と流れによる底質輸送が空間的に一様でないことに伴う欠損はおきないと考えられる。従ってNW Sideでおきる欠損はすべて法崩れによるものである。SE SideのB点寄りの区域は、静穏な所であり、そこでの底質輸送量はほぼ無視できる程度と考える。NW Sideから航路部分を越えてSE SideのA点寄りの区域(ここでは波高が大である)へ到達する量は、波と流れによって輸送される量の10%であるとする。以上の仮定のもとに、測量区域の土砂収支は図N-2-10に示すようになる。長期間継続するNWよりSEへの底質輸送量は、313万 m^3 と求められる。さらに1974年、75年のTrial Dredgingの場合と同様な方法で、KarachiのManoraにおける風速データより、1979年のモンスーンと平均年のモンスーンとの底質輸送に関する激しさの度合を比較すると、1979年は1.76倍激しかった。従って短期的な法崩れの効果が無くなった後には底質輸送量は178万 m^3 、航路によるTrapping Efficiencyを0.90とすると航路埋没量は160万 m^3 となる。

その後HRS⁵⁾は、モンスーンの激しさの程度をManoraで測定された風速を利用して調べるのではなく、カラチとカシムで測定された波の波高のデータを用いて推定する方法を提案している。そして波による砂移動量が波高の4, 5, 6乗に比例すると考えた(1)式では波高の6乗に比例す

4) Port Muhammad Bin Qasim, Pakistan, Infill of Phitti Creek Entrance Channel during the 1979 Monsoon, HRS Report EX949, 1980 October

5) Port Muhammad Bin Qasim, Pakistan, An assessment of monsoon severity in 1979 and 1980 using wave data, HRS Report EX957, 1980 November

るとしている) 場合の航路埋没量を, 10年間で最悪, 最良および平均のケースについて求めている。1979年における浚渫量がホッパーのVolumeの1.2255倍で531万 m^3 とした場合の, 長期的な効果のみによる予想航路埋没量を表N-2-2に, 両者の比が1.0であり, 浚渫量が435万 m^3 であるとした場合の長期的な予想埋没量を表N-2-3に示す。それによると平均的な海象条件の場合における予想埋没量は, 前者に対して約170万 m^3 , 後者に対して約110万 m^3 である。

図N-2-11に, 1980年のPre Monsoon (1980年4月)とPost Monsoon (1980年10月)との深浅図より求めた水深変化を示す。なお, 1980年のモンスーン期間中には, 浚渫は行われていない。大勢としては航路の北西側で欠壊, 航路部分および航路の南東側で堆積となっている。航路埋没はA+2000, A+4000, A+7000の三箇所の付近で起こっており, 特にA+4000付近では航路内において約5mも浅くなってしまった所がある。

図N-2-12は, 図N-2-8と同様に航路と直交する横断面の面積変化を示している。Central Portionは, 航路中央より両側に240mの部分であり, 総計405万 m^3 の堆積となっている。North Western Bankは航路の北西側で, 航路中央より240~1,590mの箇所である。A+3000~A+8000の部分で欠壊となっており, 総計172万 m^3 の欠壊である。South Eastern Bankは航路の南東側で, 航路中央より240~1,590mの箇所である。ほぼ一様に堆積となっており, 特にA+5,000~A+8,000の所では約400 m^3 の横断面積増加となっている。総計すると188万 m^3 の堆積である。図N-2-8(1979年)と比較すると, 1979年にはNorth Western Bankでほぼ一様に欠壊となっていたが, 1980年にはB点付近で欠壊が激しいパターンとなっており, 又1979年にはSouth Eastern BankのA点寄り(沖側)で洗掘となっていたのに対し, 1980年にはこの部分が洗掘を受けず, South Eastern Bankではほぼ一様に堆積となっている。

図N-2-10と同様な考えのもとに土砂収支を検討した結果を, 図N-2-13に示す。計算にあたっては, 底質が北西から南東へ運ばれているという点, NW Sideにおける欠壊は法崩れによるものであるという点, 航路のTrapping Efficiencyは90%であるという点の三点を仮定した。この場合, 長期的な要素である北西から南東への砂輸送量は259万 m^3 となる。HRS Report EX 957⁵⁾によると, 砂輸送の視点からみた1980年の波の激しさの程度は, 平年のその1.30倍である。従って, 1980年の土砂収支より求められる, 平均年における長期的な北西から南東への底質輸送量は199万 m^3 , Trapping Efficiencyを90%とした場合の, 平均的な長期的効果による予想航路埋没量は179万 m^3 となる。この予想埋没量は, 表N-2-2(1979年における浚渫量をホッパーのVolumeの1.2255倍とした場合)に示した予想埋没量147~193万 m^3 の平均とほぼ一致し, 表N-2-3(浚渫量がホッパーのVolumeの1.0倍とした場合)に示した予想埋没量98~128万 m^3 の1.4~1.8倍となっている。

SE Sideでは188万 m^3 の堆積となっている。航路のTrapping Efficiencyが90%であるから, 航路を横断して運ばれてくる量は26万 m^3 であり, SE Sideにおける堆積が起こるためには, SE Sideの沖側又は岸側から162万 m^3 運ばれてこなければならない。図N-2-9において示したように, SE Sideの岸側は比較的静穏な区域と考えられ, 静穏な区域に向って周囲から浮遊した底質が運ばれてきて, そこに沈殿したと考えられる。South Eastern Bankにおいて堆積となっている所(図N-2-12参照)は, 図N-2-9においてWave Rayの到達していない所とよく対応している。

2-7-3 今後の予想埋没量について

今後の予想埋没量を算定するには、短期的な法崩れによる埋没量と、長期的な北西から南東への輸送量を、それぞれ予測しなければならない。

まず短期的な効果による埋没量については、今後減少していくと考えられるので、次のような関数形をあてはめてみた。

$$Q = Q_0 \cdot 10^{-kt} \dots\dots\dots(2)$$

ここに Q は t 年度における短期的な効果による埋没量、 Q_0 は初年度すなわち 1979 年の短期的な効果による埋没量 (10000 m^3 単位)、 t は年数、 k は定数である。(2)式に 1979 年 ($t=0$) における埋没量 382 万 m^3 、1980 年 ($t=1$) における埋没量 172 万 m^3 を代入すると、次式が得られる。

$$Q = 382 \times 10^{-0.346t} \dots\dots\dots(3)$$

(3)式に基づいて計算した短期的な効果による予想埋没量は表 N-2-4 および図 N-2-14 に示されている。

長期的な効果による埋没量については、1980 年の埋没結果からみた、平均的な強度の波の場合における予想量は、表 N-2-2 に示された予想埋没量とよく一致していたので、表 N-2-2 の $(H_s)^4$ 、 $(H_s)^5$ 、 $(H_s)^6$ の場合の予想埋没量の平均値を妥当な予想埋没量とした。短期的な効果による予想埋没量とあわせて表 N-4-4 および図 N-2-14 に示されている。

2-7-4 inner channel における埋没量

Phitti Creek 内の inner channel 内において、今後予想される埋没量を計算することは、容易なことではない。なぜならば、inner channel においては、水中に浮遊している泥分が、クリーク内の相対的に静穏な区域に運ばれ、そこで沈殿するからであり、このようなメカニズムを定量化することは、現在の移動床水理学の水準では難しい。

ここでは、inner channel において予想される埋没量を 8 万 m^3 /年と推定した。これは、同様なメカニズムによって埋没が起こると考えられる、カラチ港の Lower Harbour における埋没量 5 万 m^3 /年と、ほぼ同じ程度の埋没量である。

2-8 土質条件

マージナル・ワーフと鉄鉱石バースの間のコンテナバース計画地区についての土質調査は 1975 年に PQA によって行なわれている。

これらの調査の結果は "REPORT ON SUBSOIL INVESTIGATIONS FOR MUHAMMAD BIN QASIM PROJECT PHASE II INVESTIGATION PROGRAM AUGUST 1978" by VOLKERVAM (PAKISTAN) LTD. に報告されている。

鉄鉱石バースの下流のもう一つの計画案地域に関しては、1979 年にライトビーコン No. 10 の建設のために実施されたただ一本のボーリングだけである。位置図及、土質柱状図を図 N-2-20 に示す。従ってこの地域については詳細設計の段階で新たに土質調査を実施する必要がある。

マージナルワーフと鉄鉱石バース間の土質調査の位置及土層図を図 N-2-15 ~ 図 N-2-19 に示す。

— 地層 —

○ バースライン(1-1') (図N-2-16)

軟いシルト質粘土層がB.H.116から鉄鉱石バースに向って-9mの深さまで分布している。この層の下から硬質シルト質粘土層までは細砂から粗砂である。B.H.117から143までは、深度-10mまで、灰色のシルト質砂でその下に厚さ3mの乾燥強度の低いやわらかいシルト質粘土層が続く。

このシルト質砂層は、B.H.131, 133, 134では薄くなり、その下に砂利や玉石混りの砂及乾燥強度の高い硬質シルト質粘土等の硬い土層がある。

硬質シルト質粘土は-14mから-17m以下に水平に分布している。この層は、B.H. No.166では-21m以下で現れる。

この硬質シルト質粘土層の標準貫入試験は、鉄鉱石バースのために実施されたボーリング No. 115及び110でのみ行なわれている。試験の結果は50打/2インチ程度である。

この層についての室内試験は表N-2-5に示すようにボーリング No. 144, 145, 148, 154, 160, 164について実施されている。

○ 中間線(2-2') (図N-2-17)

バースラインとほとんど同様の様相を示す。

○ 北側線(3-3')

図N-2-18に示される土層図によればB153より鉄鉱石バースの上層-13m位までは、バースラインと異なり軟弱な粘土層が堆積している。硬質粘土は、バースラインと同様-15mから現れ水平に分布している。

一方B153よりマージナル・ワープ側は、厚さ3m程度の粘土層にシルト質砂層が10m程度の厚さで堆積している。

○ バース前面航路

図N-2-19における土層図は-12mから-14mの深度までは、全域ゆるいシルト質粘土でおおわれ、その下はシルト質砂層となっているが、マージナル・ワープに近いB511, 509では硬質シルト質粘土である。

表 V-2-1 潮位

(Unit: m)

	PHITTI	PIPRI
Highest Astronomic Tide (H.A.T.)	3.44	3.96
Mean Higher High Water (M.H.H.W.)	2.93	3.38
Mean Lower High Water (M.L.H.W.)	2.26	2.65
Mean Sea Level (M.S.L.)	1.74	2.04
Mean Higher Low Water (M.H.L.W.)	1.22	1.43
Mean Lower Low Water (M.L.L.W.)	0.55	0.98
Chart Datum	0.0	0.0
Lowest Astronomic Tide (L.A.T.)	-0.58	-0.61

表 V-2-2 長時間継続する埋没量

(Mm³)

Transport proportional to:	(H) ⁶	(H) ⁵	(H) ⁴
Worst in 10 years	3.47	3.39	3.32
Average	1.47	1.68	1.93
Best in 10 years	0.47	0.69	1.02

表 V-2-3 修正された長時間継続する埋没量

(Mm³)

Transport proportional to:	(H) ⁶	(H) ⁵	(H) ⁴
Worst in 10 years	2.31	2.24	2.20
Average	0.98	1.11	1.28
Best in 10 years	0.31	0.46	0.68

表 N-2-4 予想される平均埋没量

(1000 m³)

Year	Long Term Effect	Short Term Effect	Total (Actual Infill Volume)
1979	1700	3820	5520 (5360 or 6320)
1980	1700	1720	3420 (4050)
1981	1700	780	2480
1982	1700	350	2050
1983	1700	160	1860
1984	1700	70	1770
1985	1700	30	1730
1986	1700	10	1710
1987	1700	7	1707
1988	1700	3	1703

表 N-2-5 不攪乱資料上質試験結果

S. No.	B.H. No.	Sample No.	Depth	Natural Moisture Content	B. Density at N.M. Content	Atterberg Limit		Shrinkage Limit	U.S. Strength in Tons/Sq. ft.
						Liquid Limit	Plasticity Index		
1	144	UD-1	50'0"-51'6"	21.2%	124.8	46.5%	22.9%	18.0%	9.0
2	"	UD-2	58'0"-60'0"	21.3%	122.0	43.8%	27.4%	24.0%	6.5
3	"	UD-3	62'0"-64'6"	23.4%	123.3	42.0%	16.0%	17.8%	5.4
4	"	UD-4	66'0"-68'0"	22.1%	117.4	50.5%	21.0%	17.6%	5.0
5	145	UD-1	50'6"-52'6"	20.8%	121.2	51.0%	23.5%	18.1%	4.7
6	"	UD-2	68' -70'	21.5%	120.4	42.5%	20.6%	17.1%	5.0
7	148	UD-1	48' -50'	18.5%	121.0	44.0%	14.3%	25.1%	4.3
8	"	UD-2	58' -60'	25.8%	115.4	52.3%	26.5%	16.8%	4.2
9	"	UD-3	66'0"-66'9"	18.5%	113.0	37.5%	16.8%	18.2%	0.92
10	154	UD-1	50'0"-52'0"	18.5%	111.7	55.1%	27.9%	21.1%	7.2
11	"	UD-2	65'0"-66'0"	26.7%	125.6	41.0%	17.0%	15.2%	1.8
12	160	UD-1	58' -60'	23.4%	118.6	47.7%	24.2%	18.7%	2.15
13	"	UD-2	64' -66'	23.7%	127.5	43.0%	17.0%	18.3%	3.0
14	164	UD-1	60' -62'	21.3%	106.9	49.9%	23.3%	22.7%	4.5

(Source: M/S. Volkervam (Pakistan) Ltd.)
 (Report No.: VV/PQ/2)
 (Reporting Date: 12 May '75)

図 IV-2-1 航路の平面図

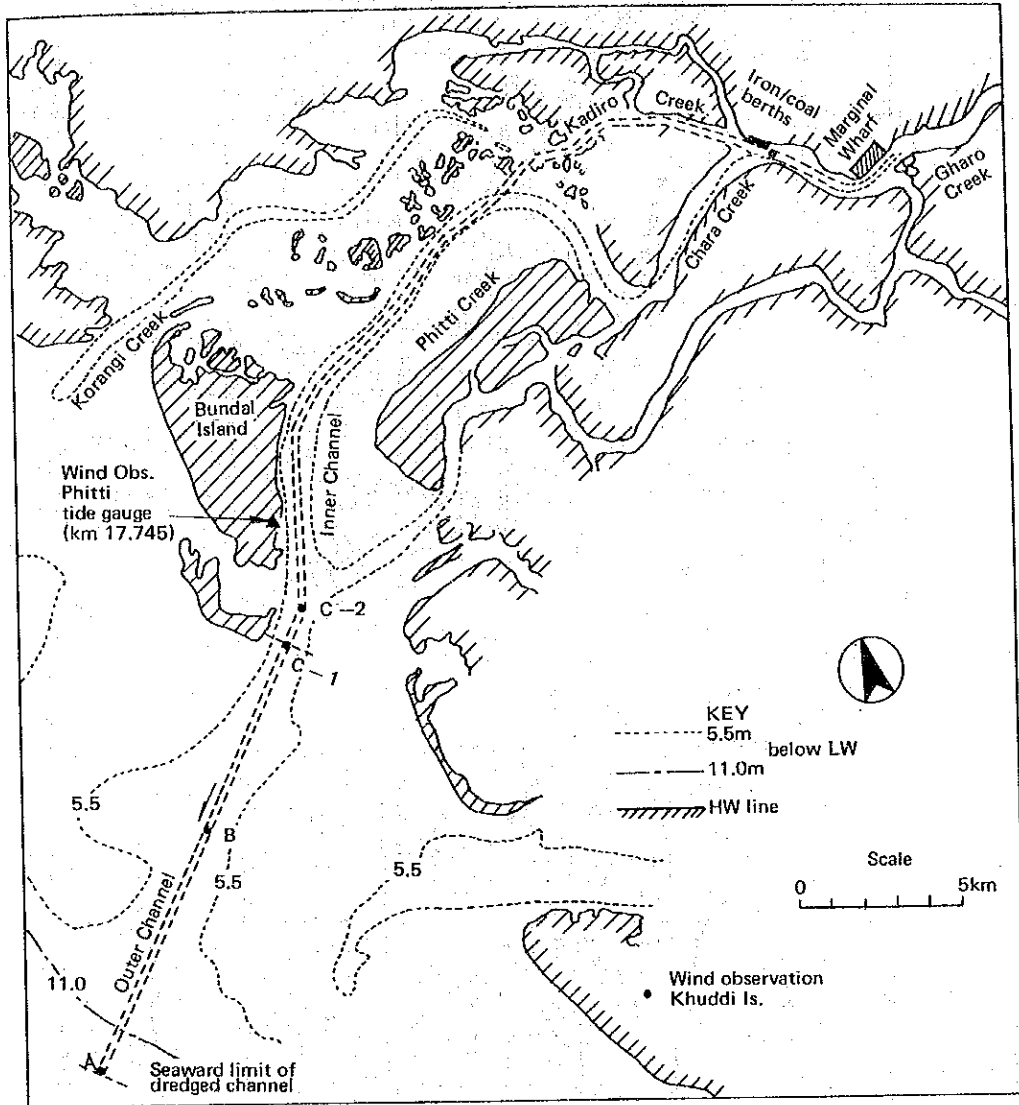


図 W-2-2 流れの最速流速と流向

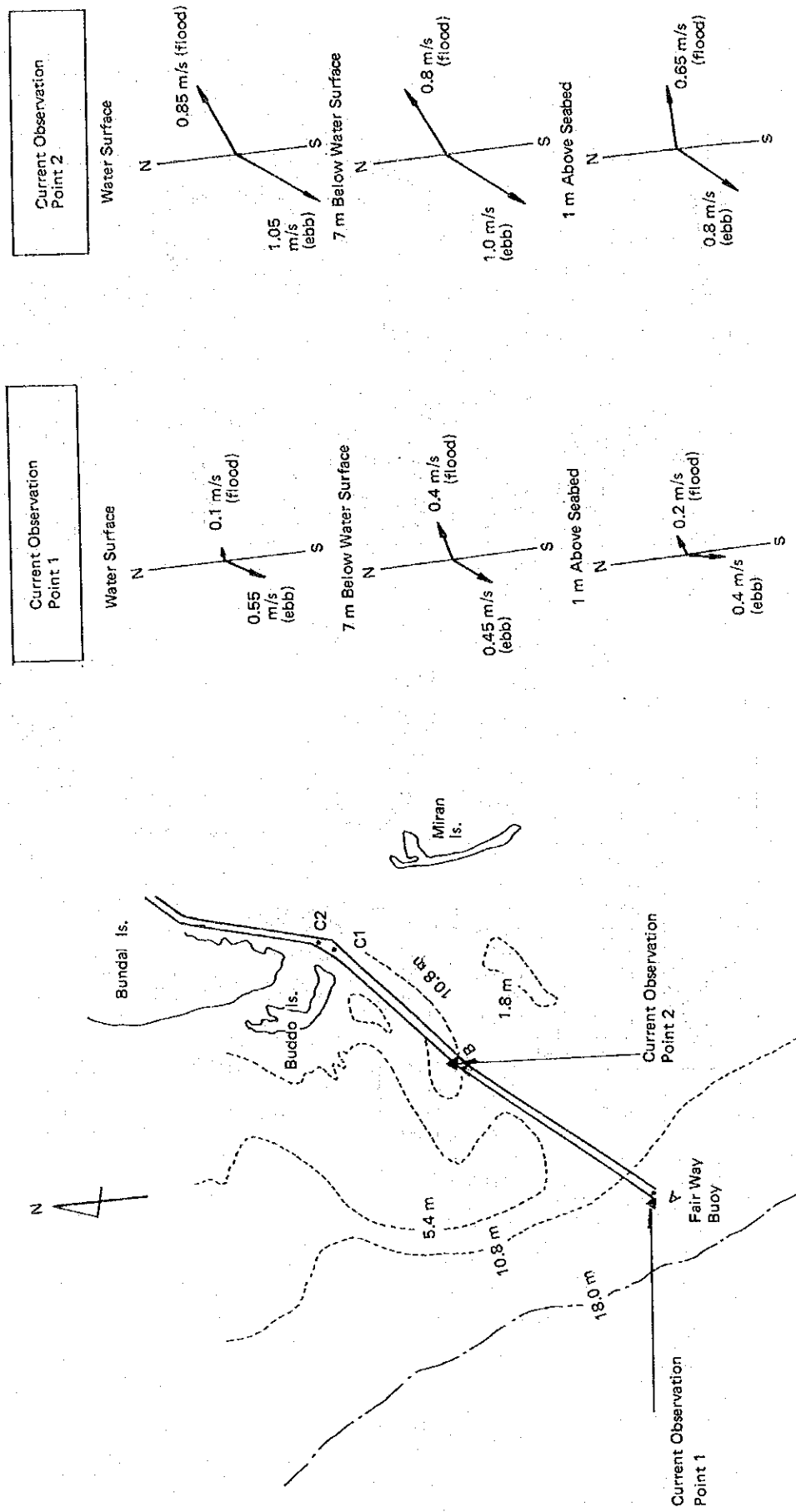


図 IV-2-2-3 フェアウェイ・ブイの地点における波浪諸元の生起確率

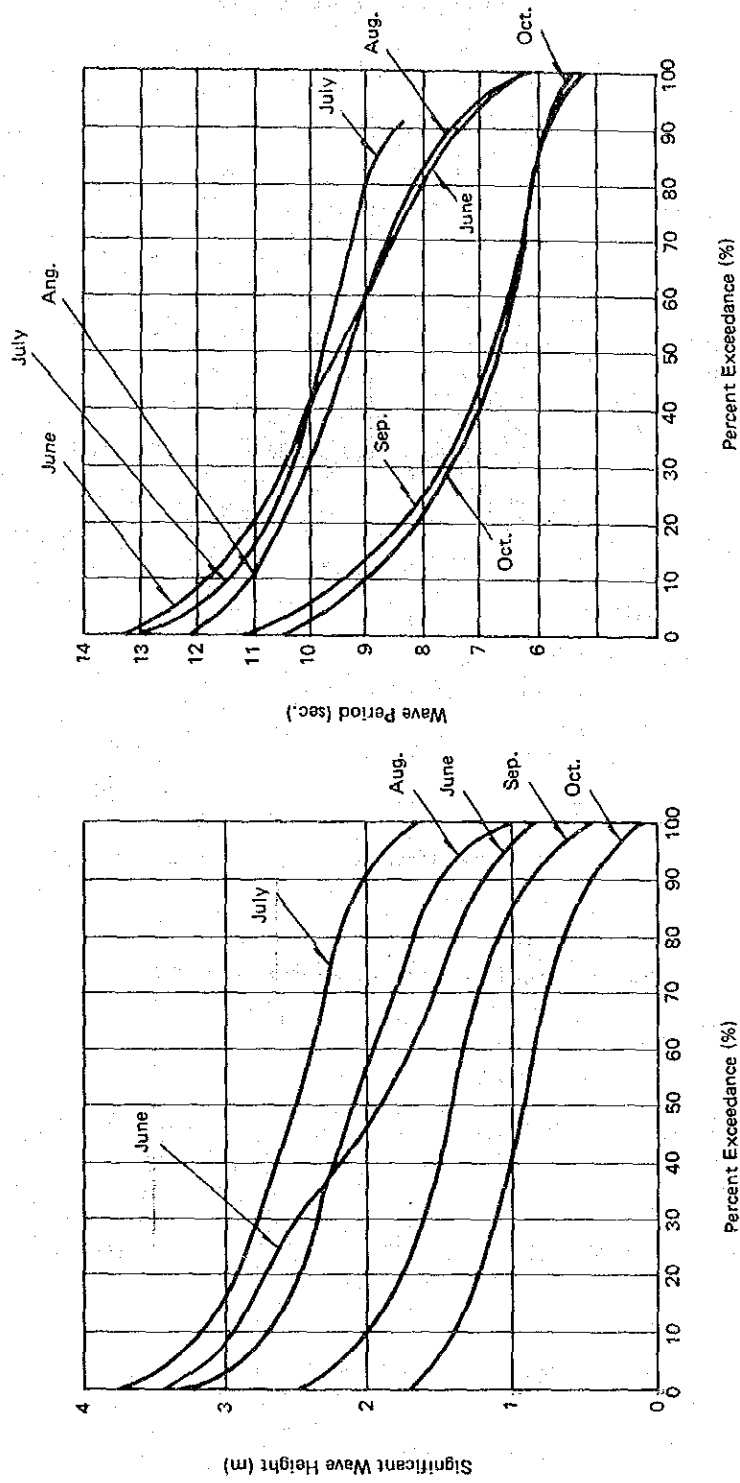
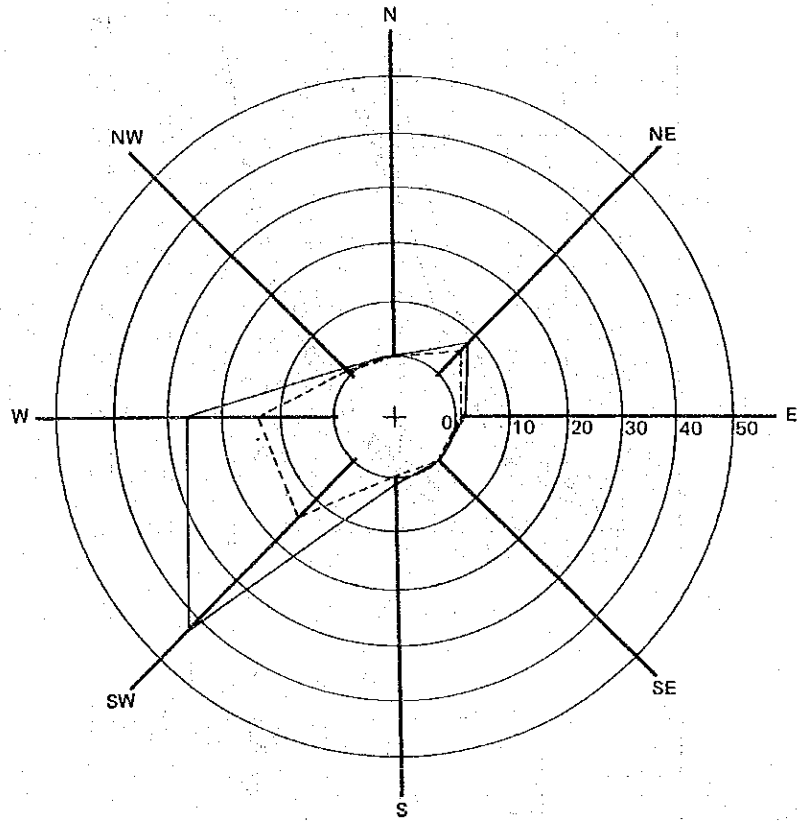


図 IV-2-4 風向の頻度分布



Observation Point: Bundal & Khuddi, Observed in 1979

----- 0 ~ 5 m/s

———— Total

図 N-2-5-(1) 底質中央粒径の分布

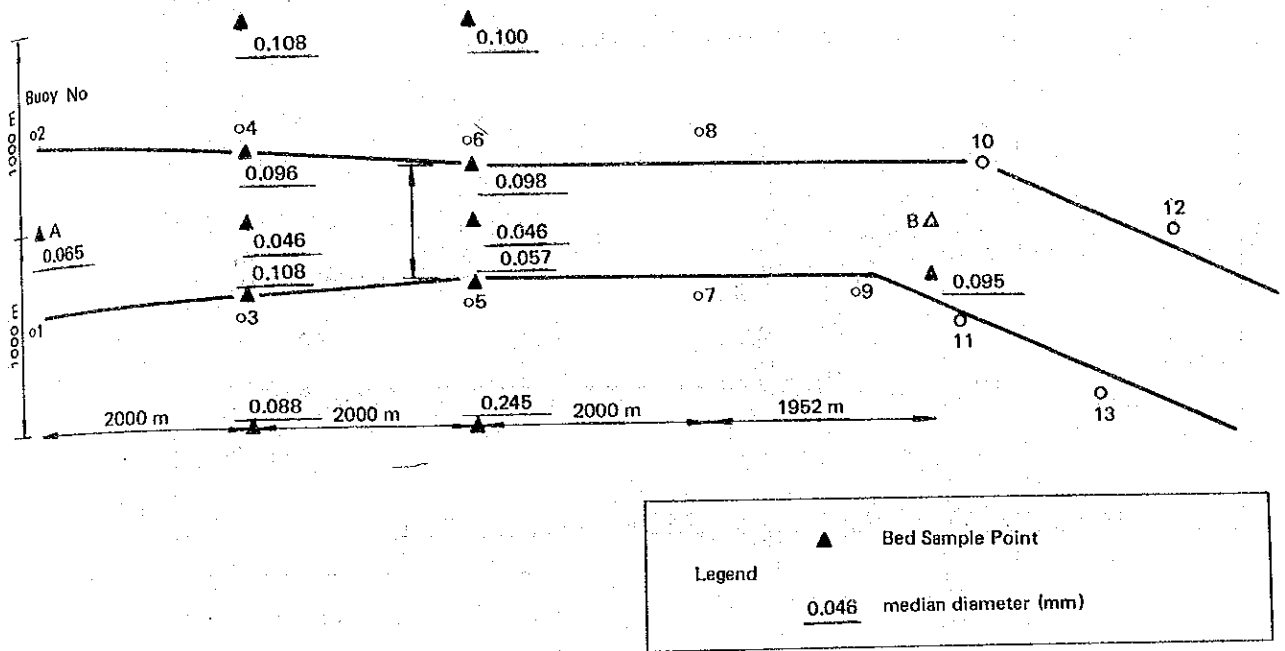
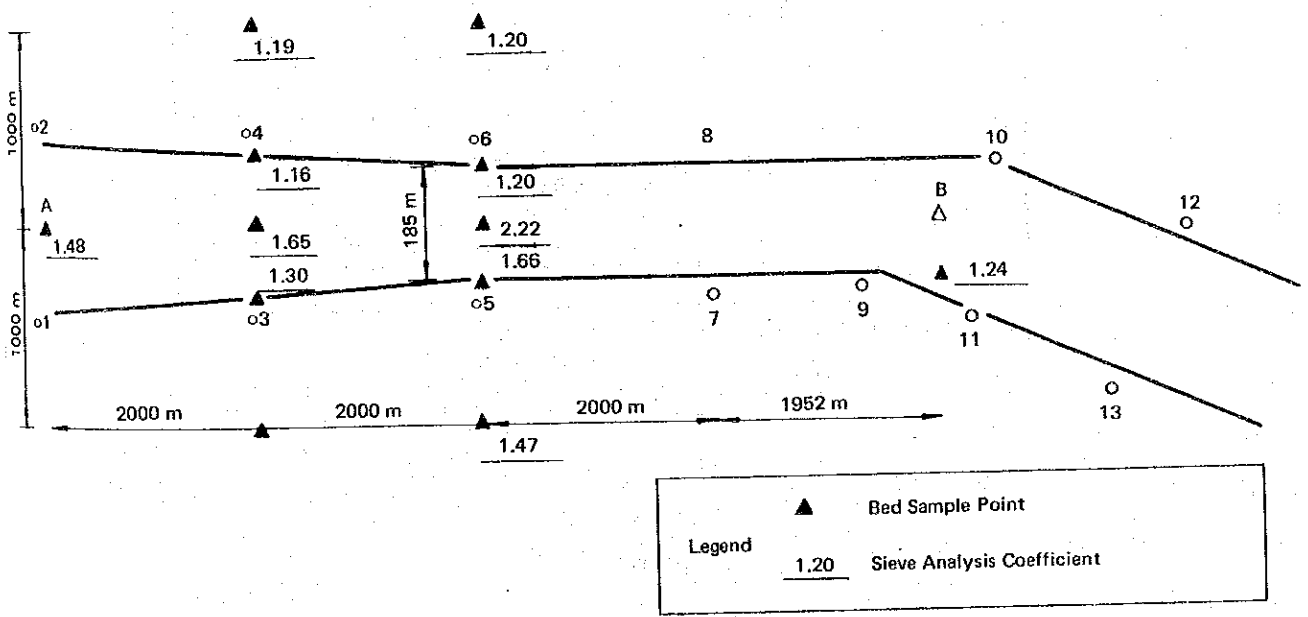
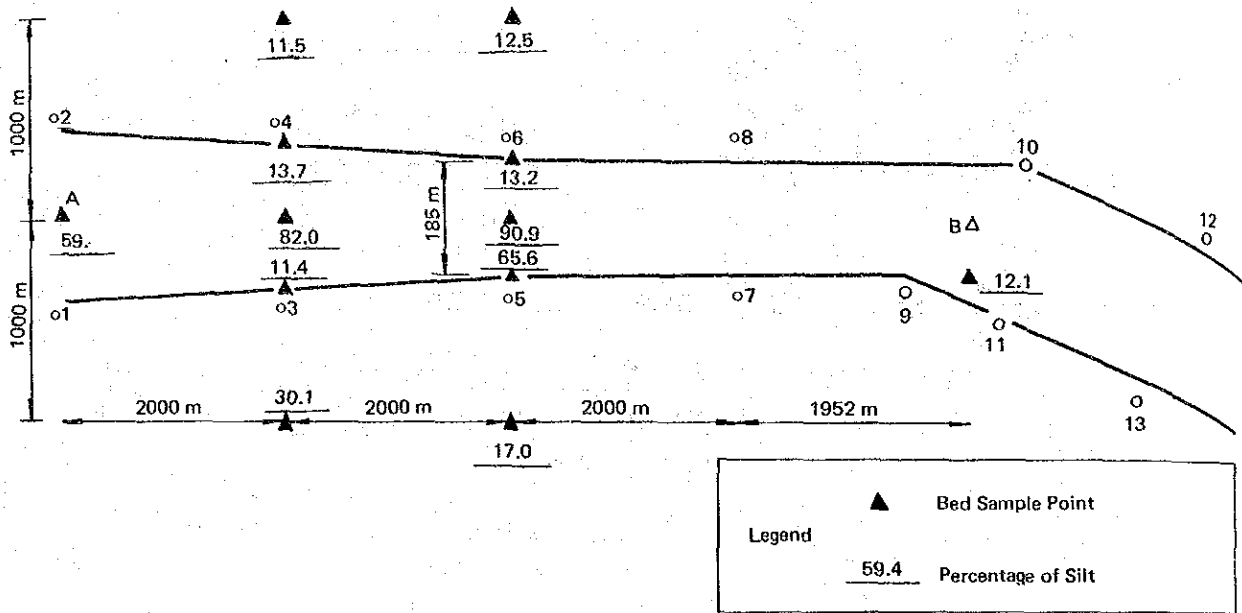


図 N-2-5-(2) 底質ふるい分け係数の分布



図N-2-5-(3) シルトの割合(パーセント)



図Ⅳ-2-6 試験的に航路浚渫を実施した地点

