

表-N.3.20 交通量の推定値

Year	1980	1982	1984	1986	1988	1990
Cargo volume(000t)	3,086	3,237	3,565	4,069	4,573	3,077
Traffic volume (/hr)	463	486	535	610	686	762

表-N.3.21 時間交通量

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

表-N.3.22 港内道路改修工事費

Section	Particular	Length (m)	Width (m)	Area (m ²)	Unit Cost(\$)	Total Cost (10 ⁶ \$)
I	Improvement	850	15	12,750	4.8	0.058
II	Improvement	3,000	10	30,000	5.9	0.178
	Removal			1,362	319.8	0.436
III	Construction	700	20	14,000	15.0	0.224
	Tunnel Work	13	9	117	1050.8	0.107
IV	Improvement	17	20	340	913.7	0.311
		1,150	10	11,500	18.3	0.210
					Total	1.524

表-N.3.23 航路幅員の算定表

Factor		Width
Required channel width (1/2)	Ship position holding accuracy of ship	1B
	Yawing (full load, 6 knots)	0.2B
	Correction of deviation due to wind (15 m/sec)	0.2B
	Correction of deviation due to current (0.5 knots)	(1B)
	1/2 of beam	0.5B
	Sub-Total	2.9B (4.4B)
Required channel width		5.8B

Note B: Ship's Beam.

表-N.3.24 所要浚深土量

	Water depth ft	Area m ²	Required Dredging volume of spoil m ³	Remarks
Channel	51.5'	390,000	1.24 × 10 ⁶	Outbreak 2'
Mooring basin	46.0'	900,000	2.0 × 10 ⁶	Outbreak 1'

表-N.3.25 基本計畫總括表

Item	Unit	Qty	Cost		Target Year	Note
			Value (\$1,000 US)	Share (%)		
Conventional Berths						
KQ #2 (New Berth, Temporary)	Berth	1	-		1983	Modified to CTNR Berth after 1988 Widening of 50m, Two -9m Berths Transferred to CDL
NP (Widening, 1 Berth → 2 Berths)	Berth	2	3,538	2.7	After Removal of Oil Dock	
NGP/SP (Cargo Berth → Ship Repair Berth)	Berth	3	-		1983 (1B) After Completion of NP (2B)	
QEQ #5 (Container → Conventional)	Berth	1	-		1988	
Cargo Handling Equipment	Set	1	7,537	5.8	1980	
Sub Total			11,075	8.5		
Container Berths						
QEQ #5 (Crane Foundation, etc.)	Set	1	1,628	1.2	1981	#2 (Conventional → Container)
KQ #1/#2/#3	Berth	3	47,735	36.6	1983 (#1) 1988 (#2/#3)	
Dredging	Mn.m ³	1.5	2,880	2.2	1983, 1988	
Container Equipment	Set	1	31,092	23.9	1981, 1983, 1988	
Sub Total			83,336	63.9		
Oil Berth*						
Dolphins	Set	1	937	0.7	Set by F/S*	*A feasibility study including an in situ survey of the bed rock depth along the approach channel should be carried out.
Pipelines, etc.	Set	1	11,515	8.8	"	
Bunkering Facilities	Set	1	686	0.5	"	
Improvement of Port Entrance	Set	1	12,011	9.2	"	
Extension of SW Breakwater	(m)	(150)	(6,171)			
Removal of the Southwest End of NW Breakwater	(m)	(75)	(514)			
Seawall/Wave Dissipation Work along NW Breakwater	(m)	(700)	(5,326)			
Dredging	M.m ³	3.24	6,900	5.4	"	
Tug Boat	No.	1	1,919	1.5	"	
Sub Total			33,968	26.1		
Road	km	5.7	1,981	1.5	1982 (2 Lanes) 1988 (4 Lanes)	
Grand Total			130,360	100.0		

Note: Engineering fee and physical contingency are not included in the Table.

表-N.3.26 係船施設(ドライカーゴ)

	Existing		Planned		Transferred		Balance	
	Large**	Small*1	Large	Small	Large	Small	Large	Small
Alongside Berths	14	3	5	0	3**3	0	16	3
Conventional	14	3	2**2	0	3	0	13	3
Container	0	-	3	-	0	-	3	-

Note:*1 "Large" denotes for quaywalls with the water depth of -7.5m or deeper and "small" for quaywalls with that shallower than -7.5m.

**2 North Pier

**3 2 berths at North Guide Pier and 1 berth at South Pier.

図-IV.3.1 QEC No.5 コンテナターミナル配設図(ストラドルキャリア方式)

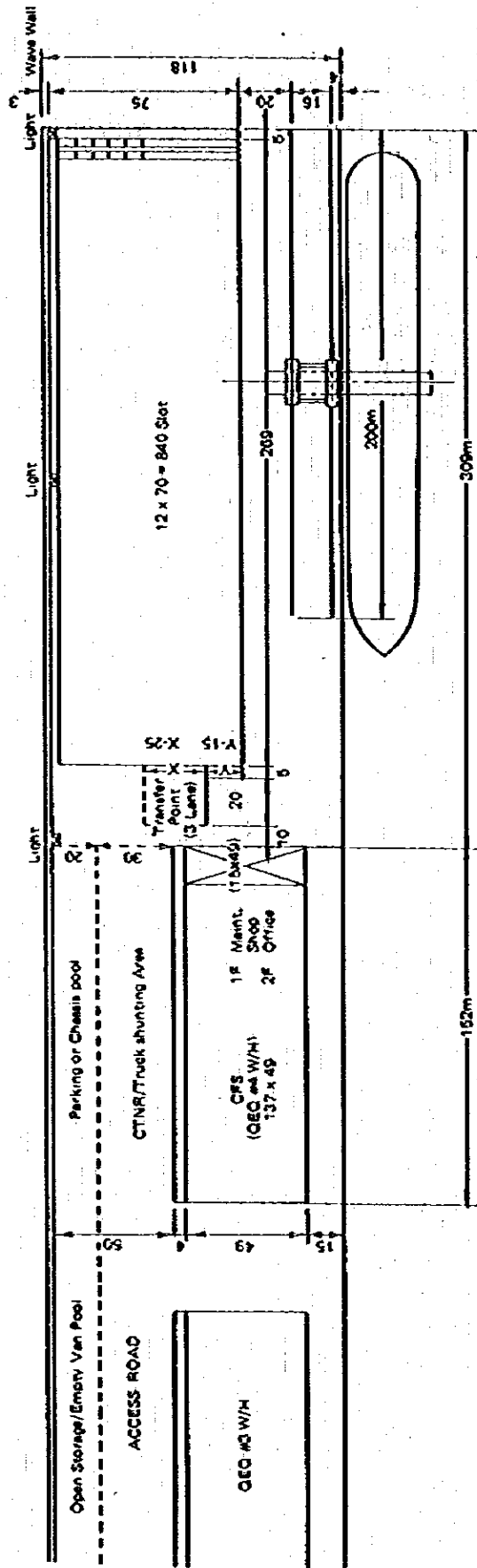


図-N.3. 2 OEQ No.5 コンテナターミナル配置図 (トランスファクレーン方式)

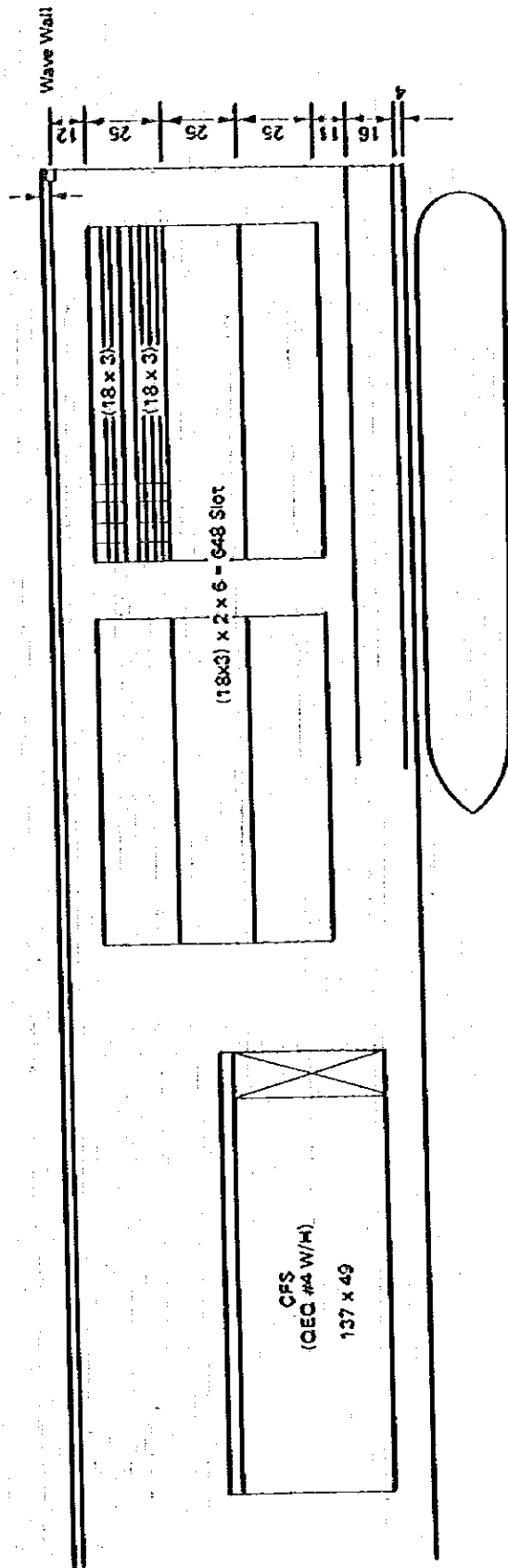


図-N.3.3 QEQ No.5 コンテナターミナル配線図 (サイドローダー方式)

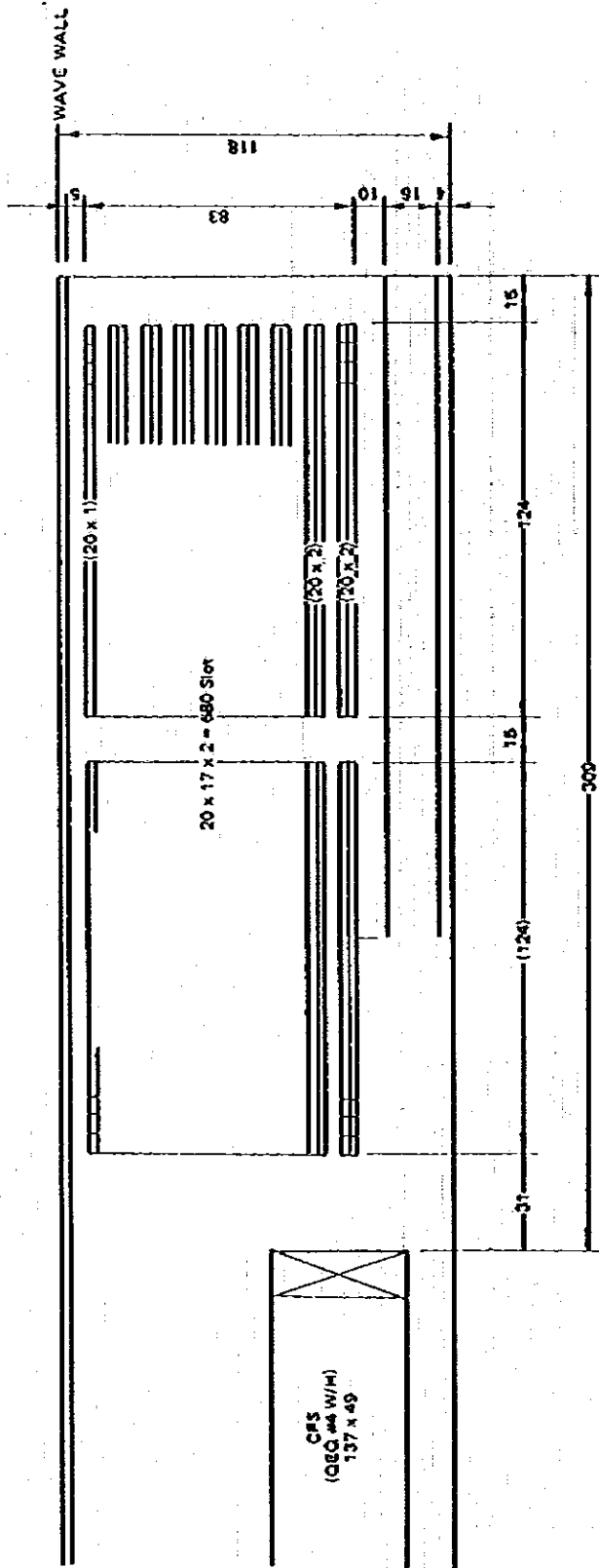
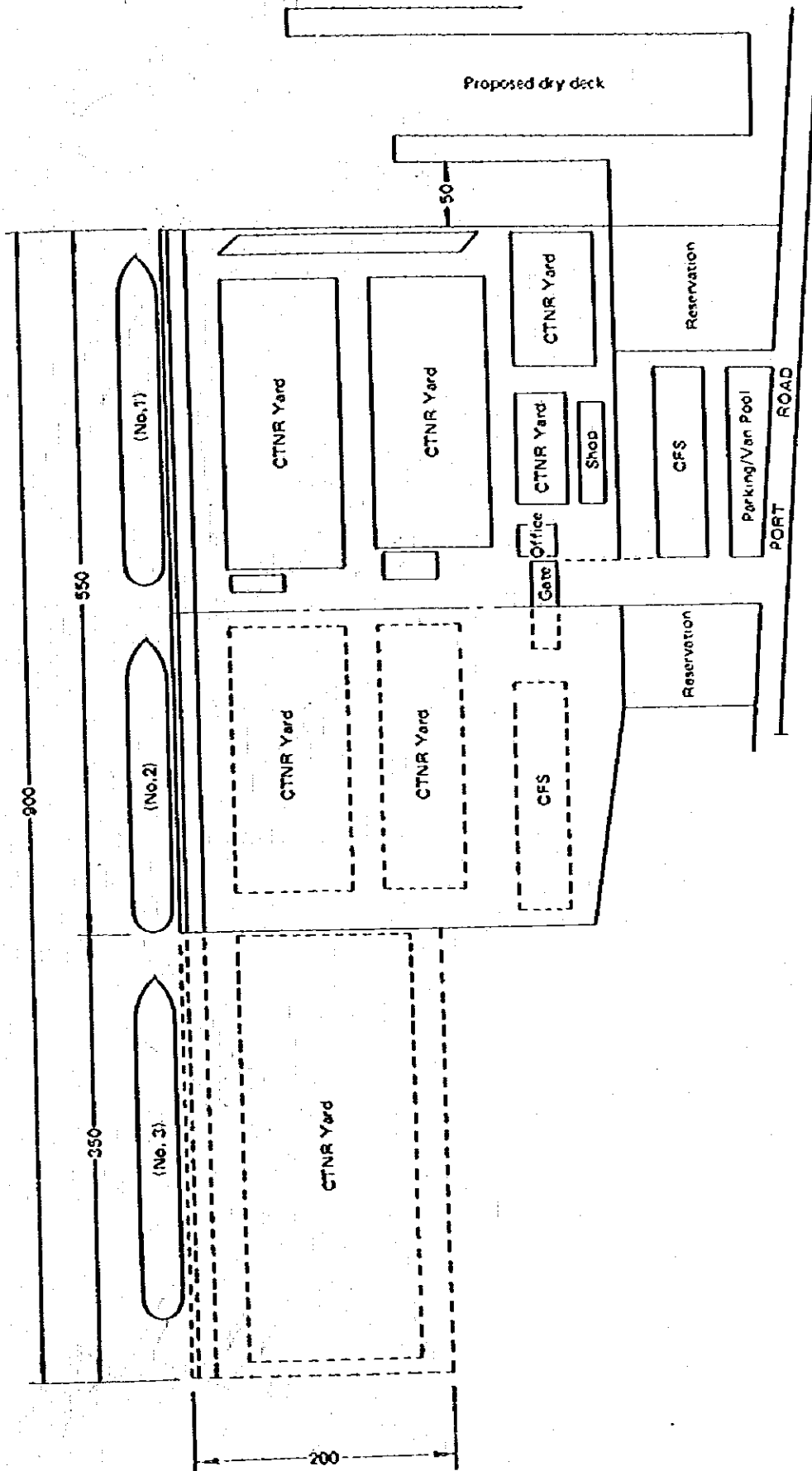


図-N.3.4 Korteboom コンテナ埠頭基本設計図



— Urgent Plan ···· Master Plan

図-N.3.5 オイル・バース案(NEDECO提案)

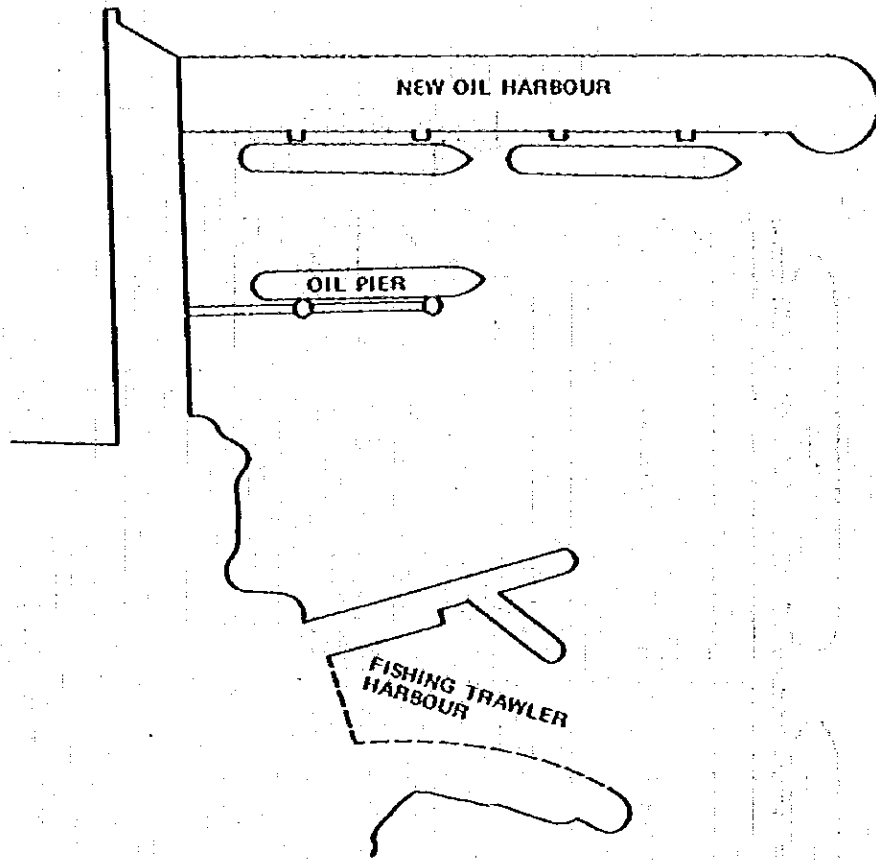


図-N.3.6 オイル・バース案(ADB提案)

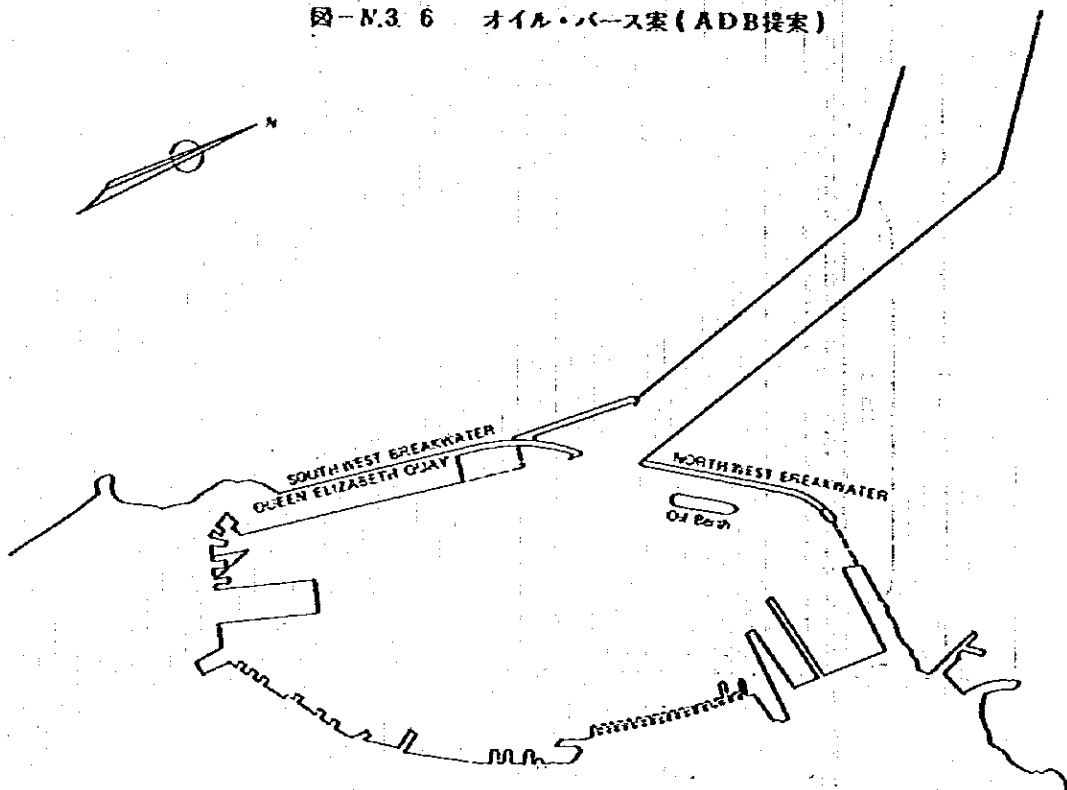


図-N.3.7 ナイ・パス位置図

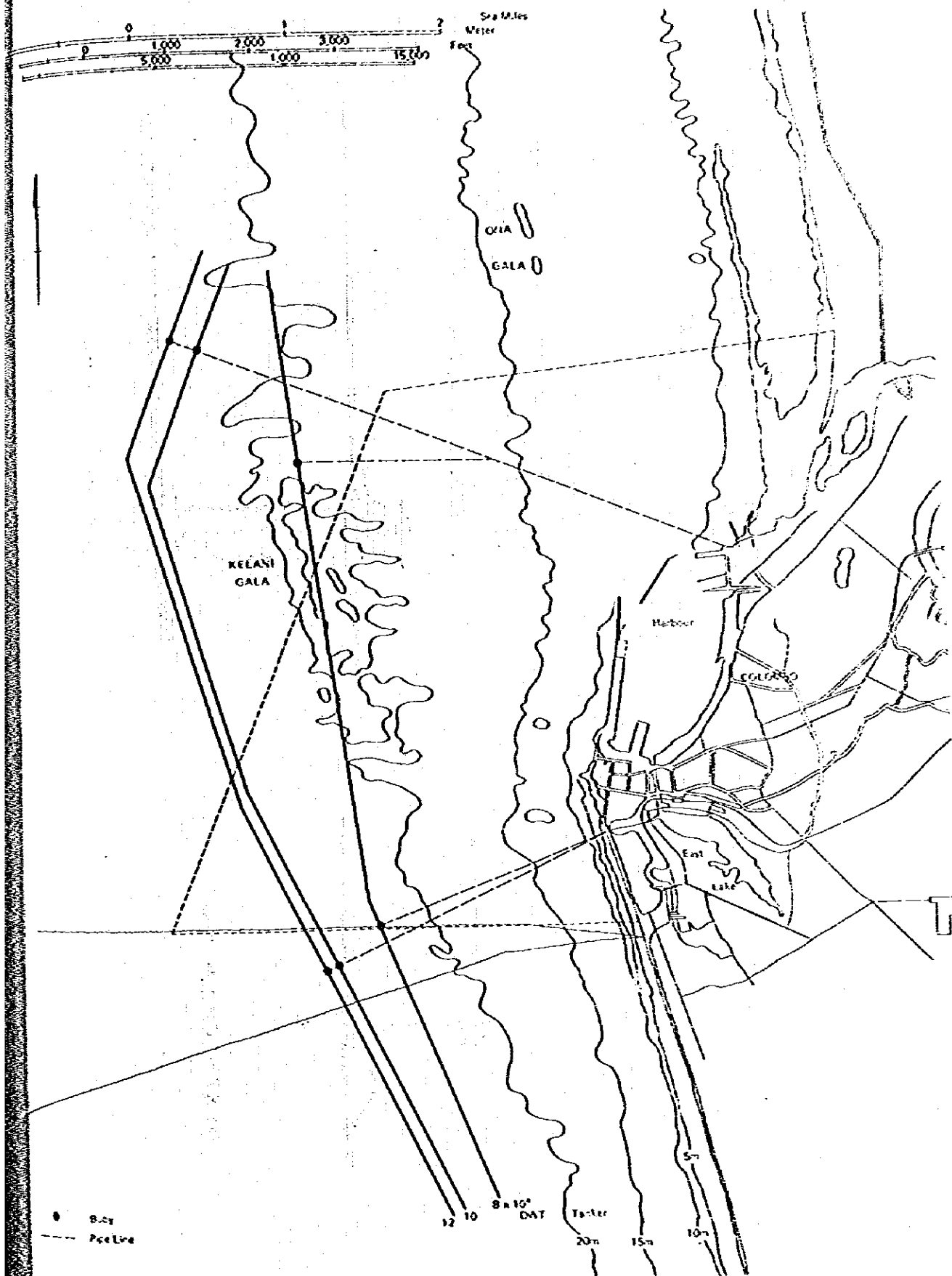
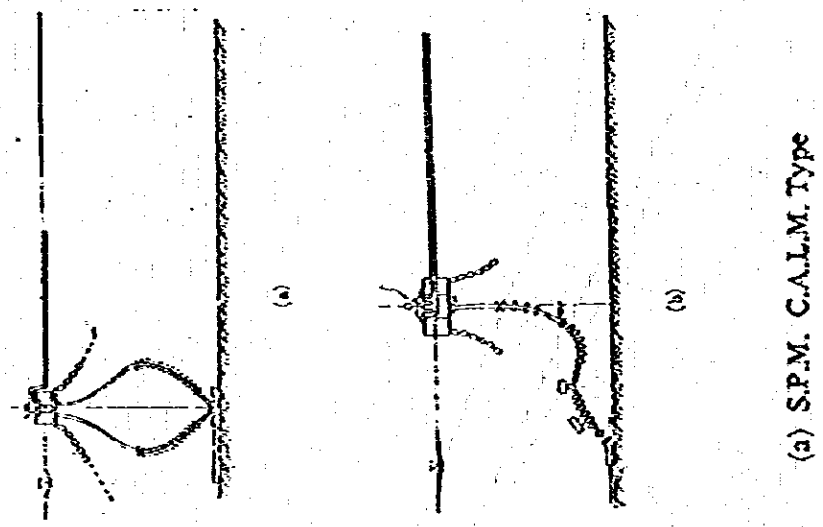
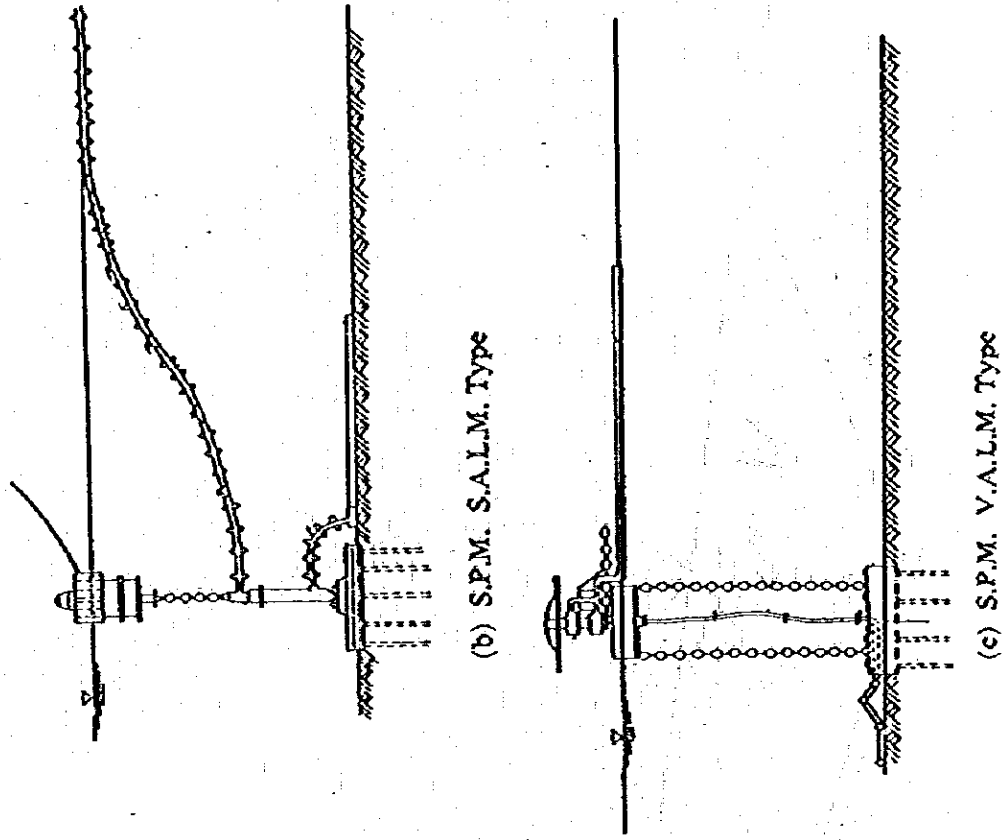
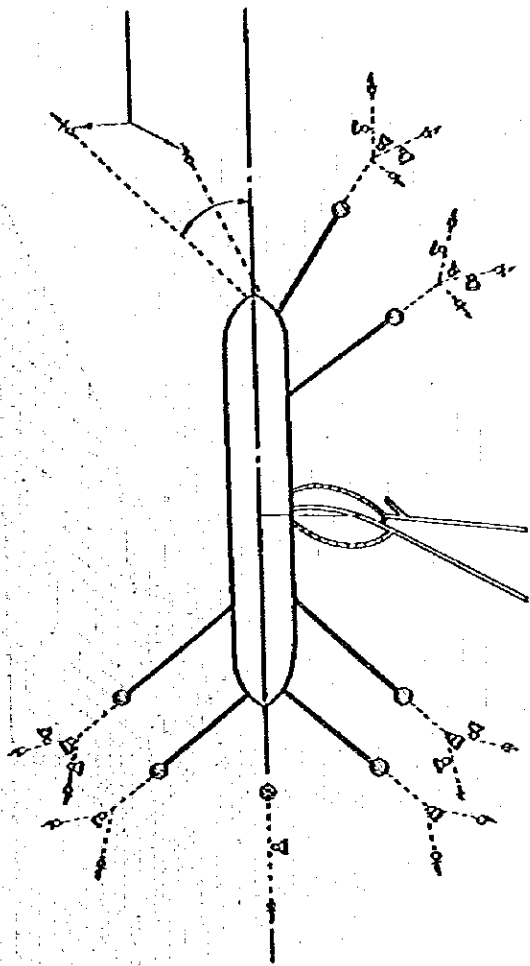
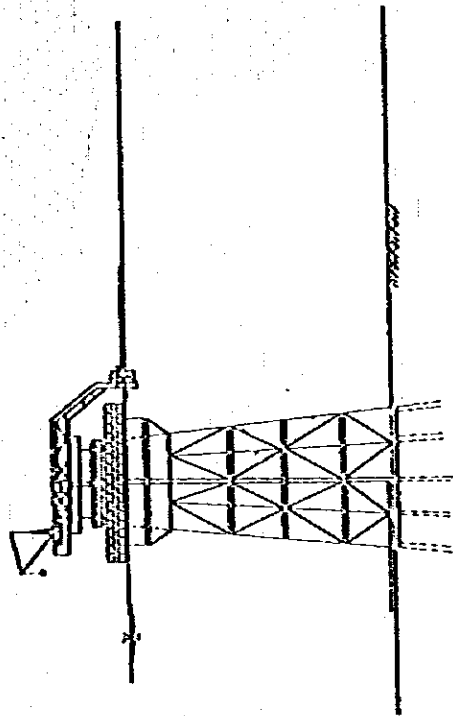


図-N.3. 8 プイの構造様式





(c) M.P.M.



(d) S.P.M. Tower Type

图--M.S. 9 North-West 防波堤断面图

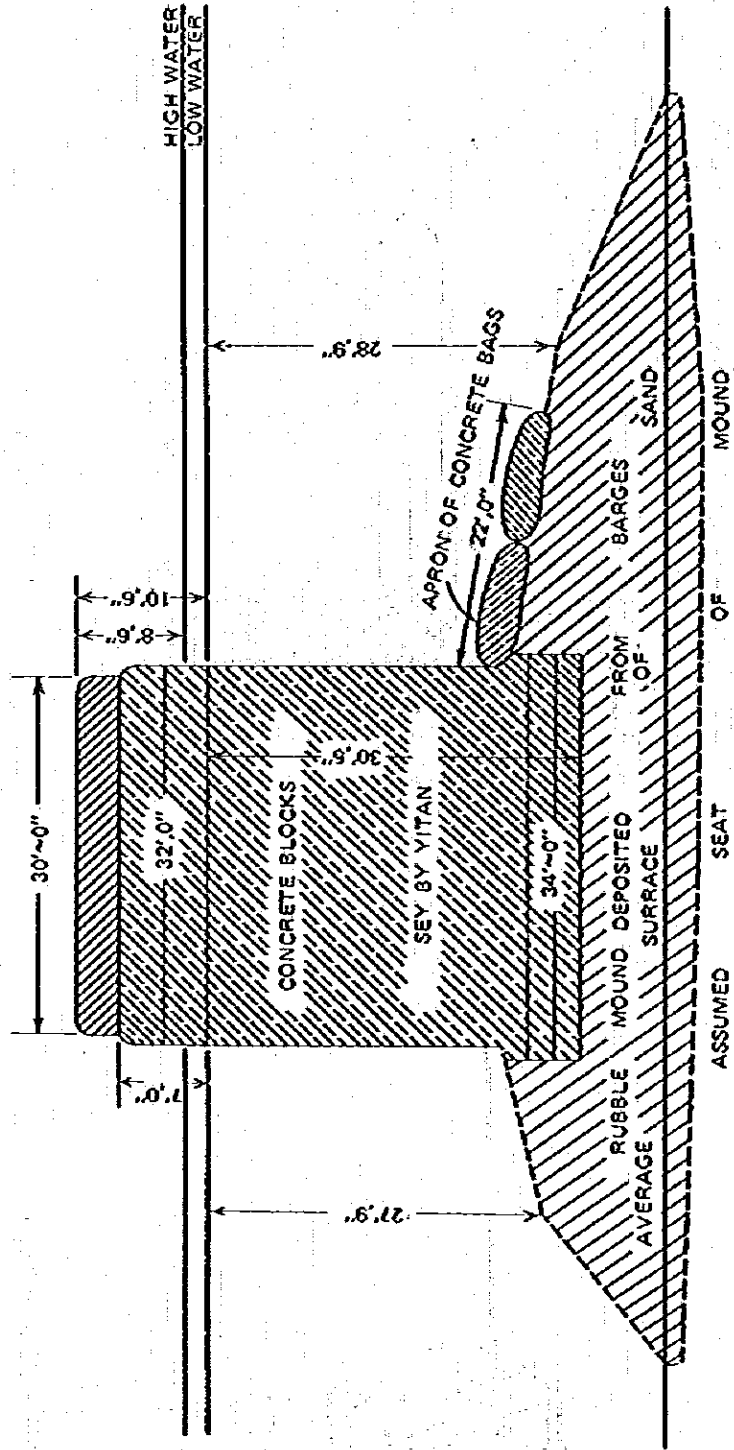
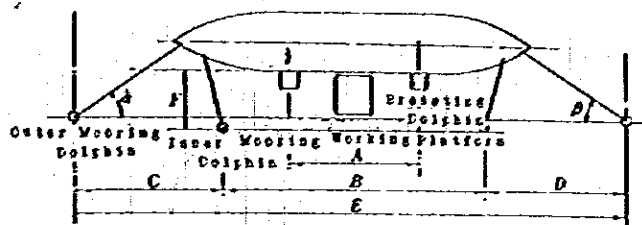


図-N.310 ドルフィン・バースの標準配置図



Factor	A (m)	C (m)	E (m)	F (m)	α (°)	β (°)
1400000 Class	~ 90 ~	~ 110 ~	~ 150 ~	~ 30 ~	45° or less	"
200000	~ 105 ~	~ 120 ~	~ 160 ~	~ 40 ~	"	"
100000	~ 120 ~	~ 130 ~	~ 170 ~	~ 50 ~	"	"
50000	~ 130 ~	~ 140 ~	~ 180 ~	~ 60 ~	"	"

図-N.3.11 ドルフィン・バース案

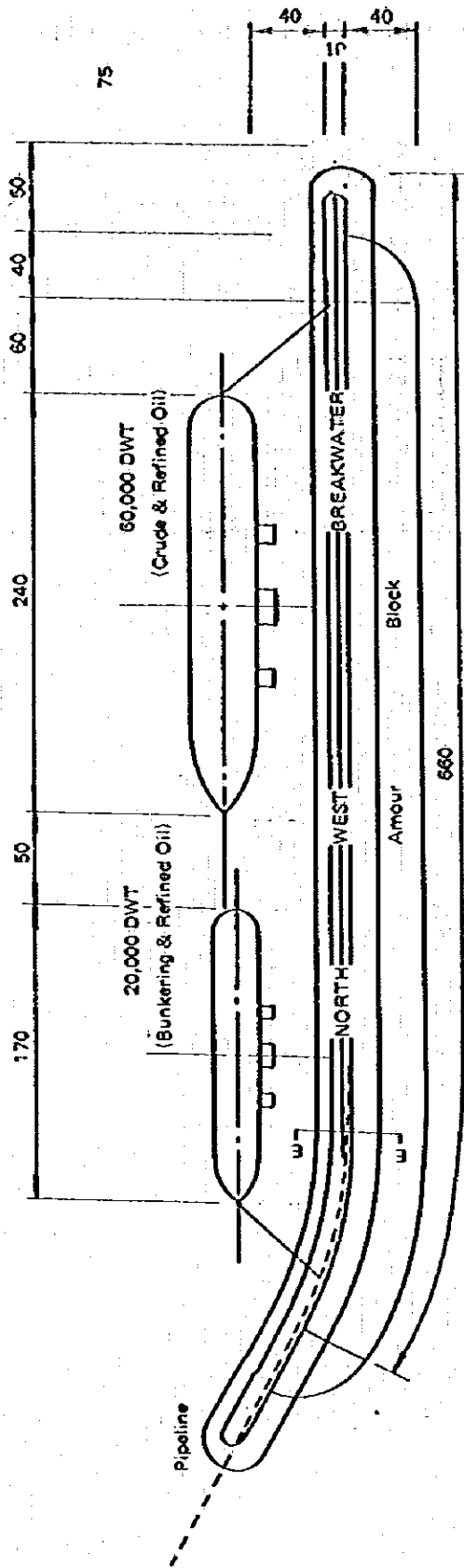


図-N.3.13 原油の輸送コスト

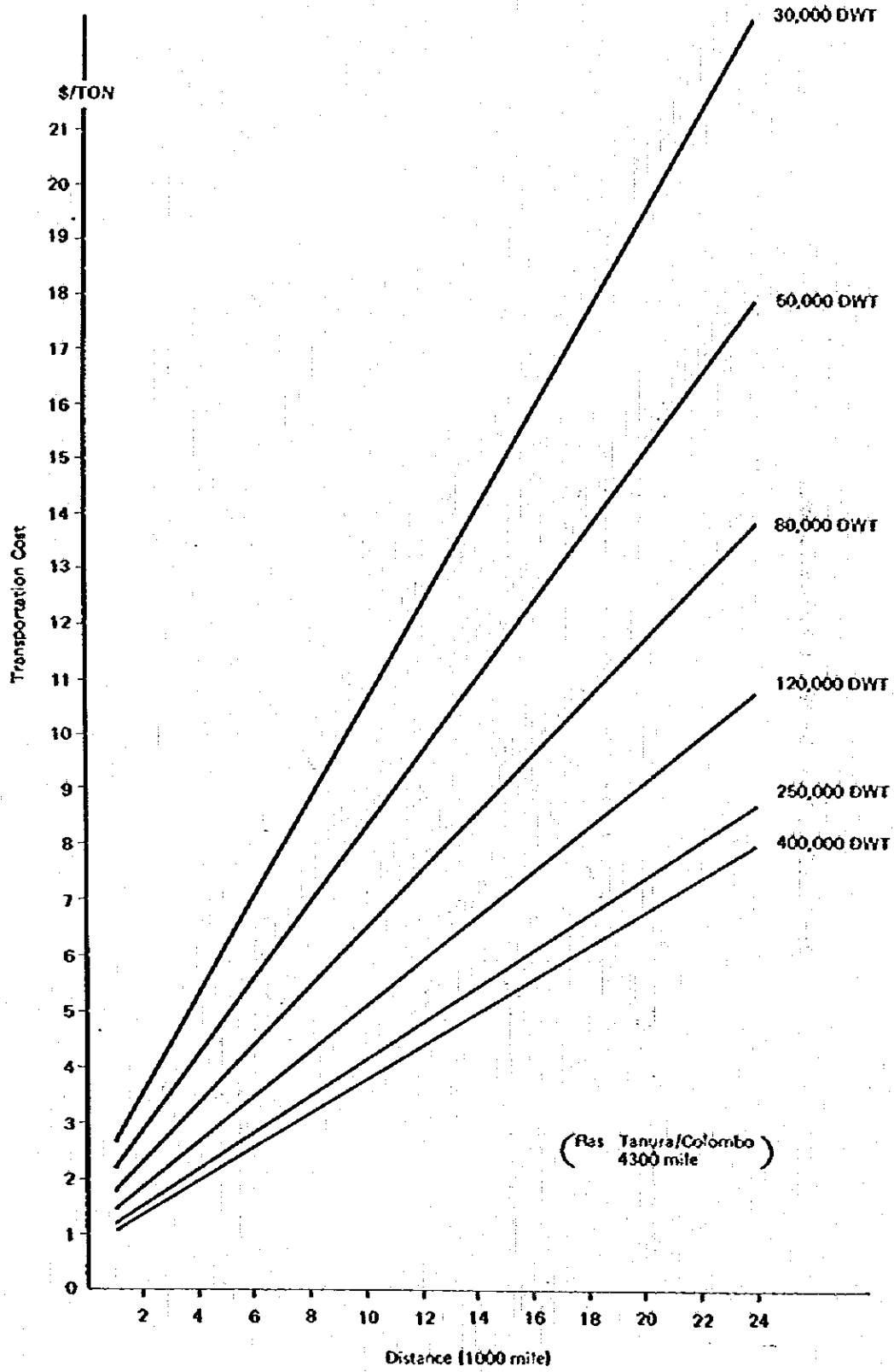


圖-N.314 交通量

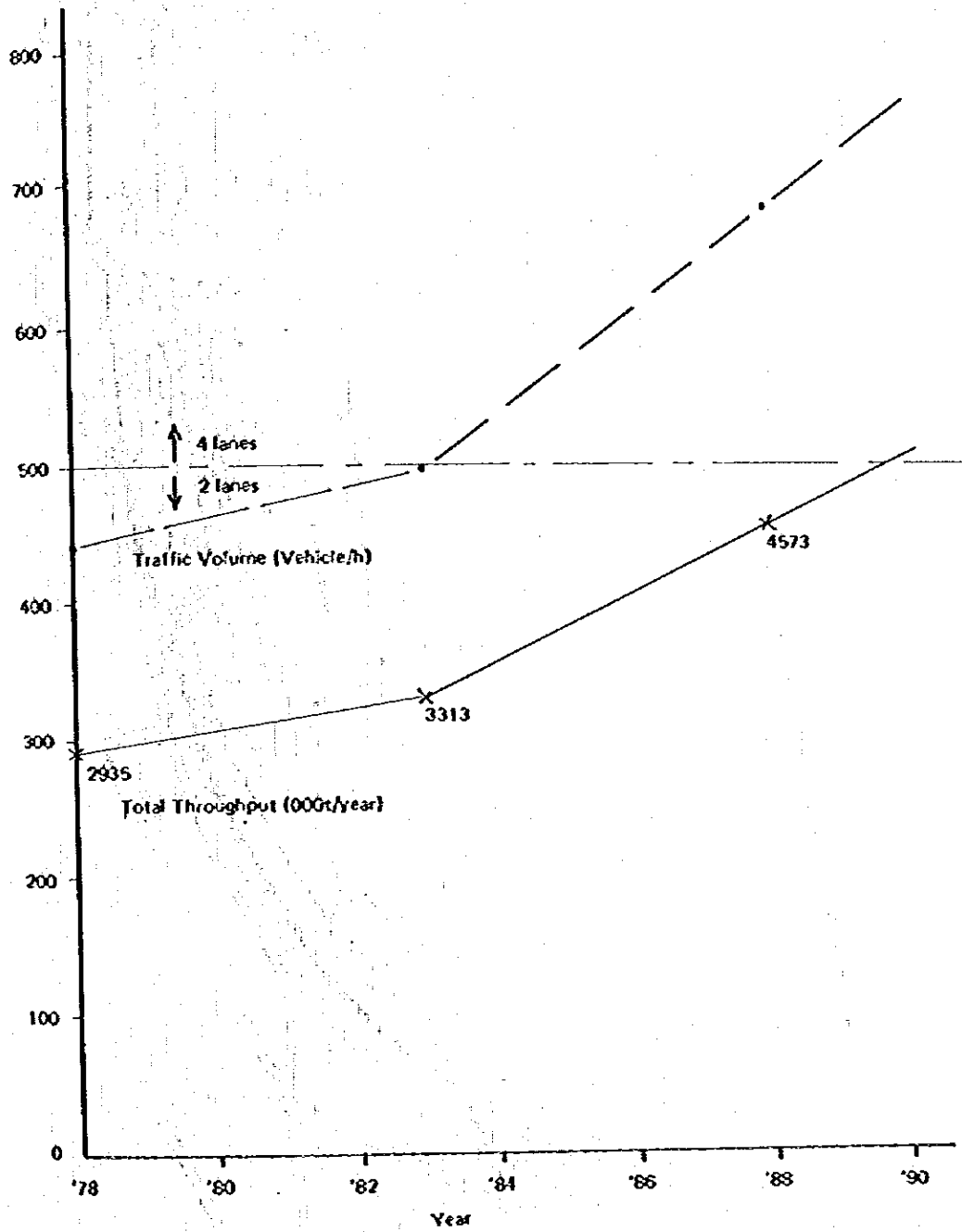


图 - N.3.15 海内通海配线图

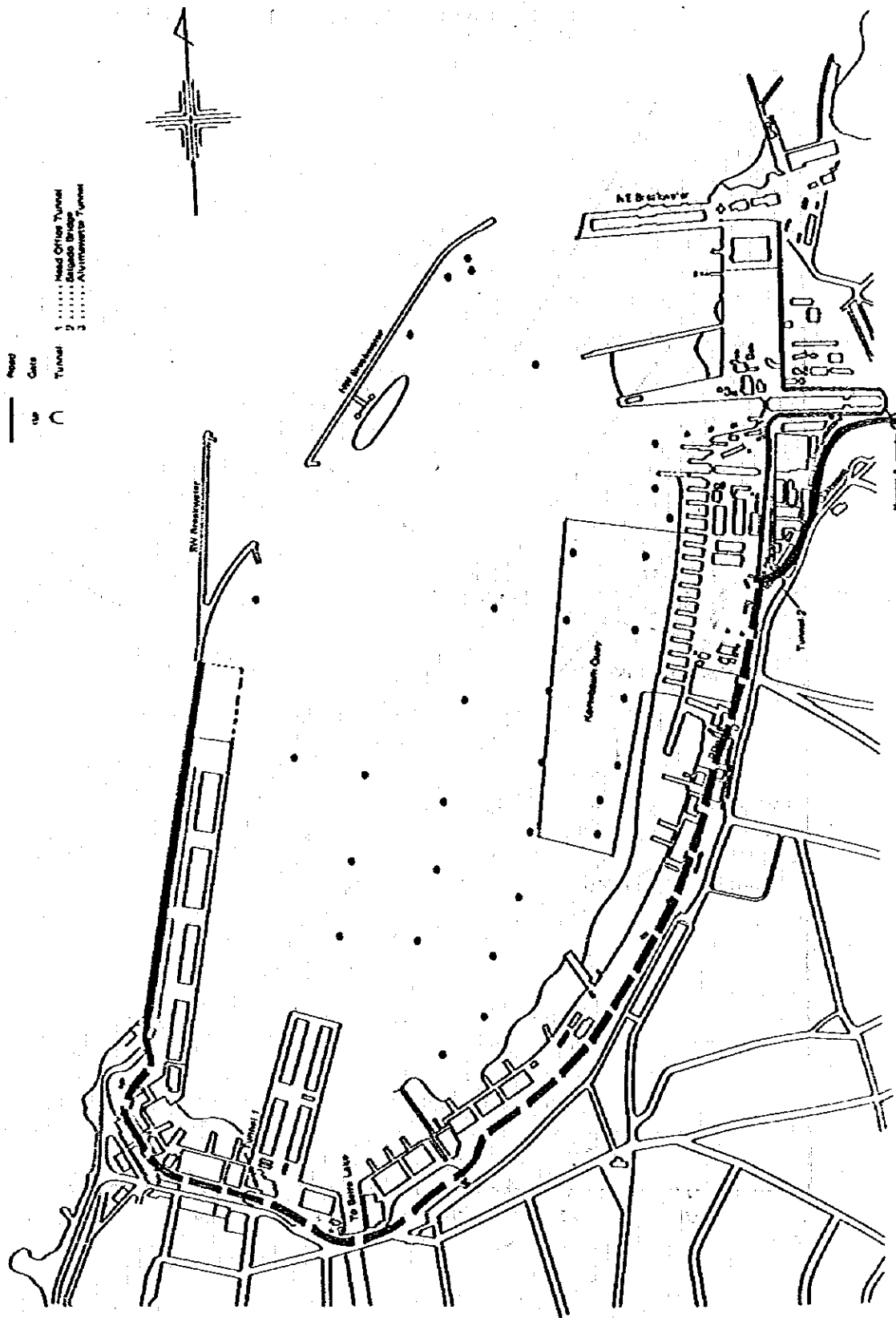


圖-N.3.16 港內道路標準断面圖

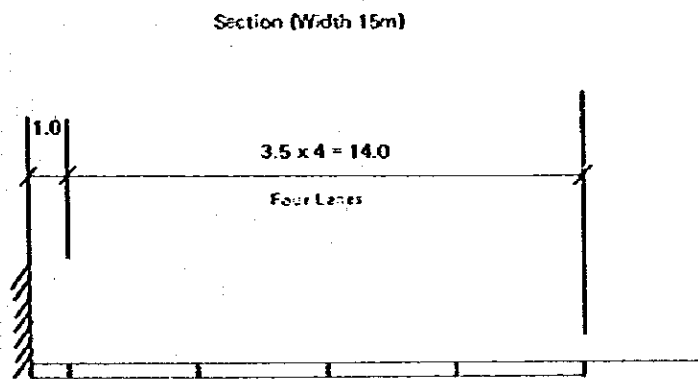
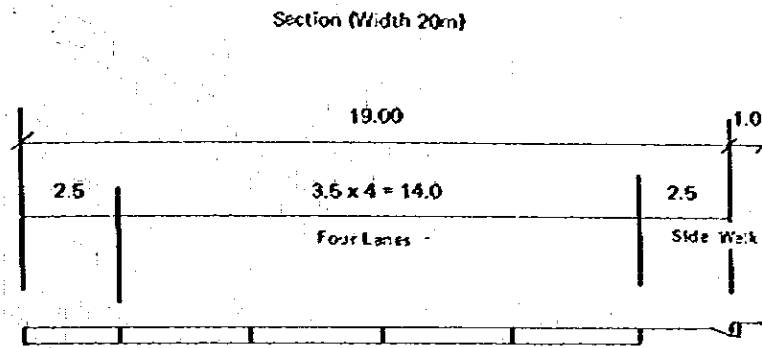


图-N.3.17 (b) 入航航路平面图 (案)

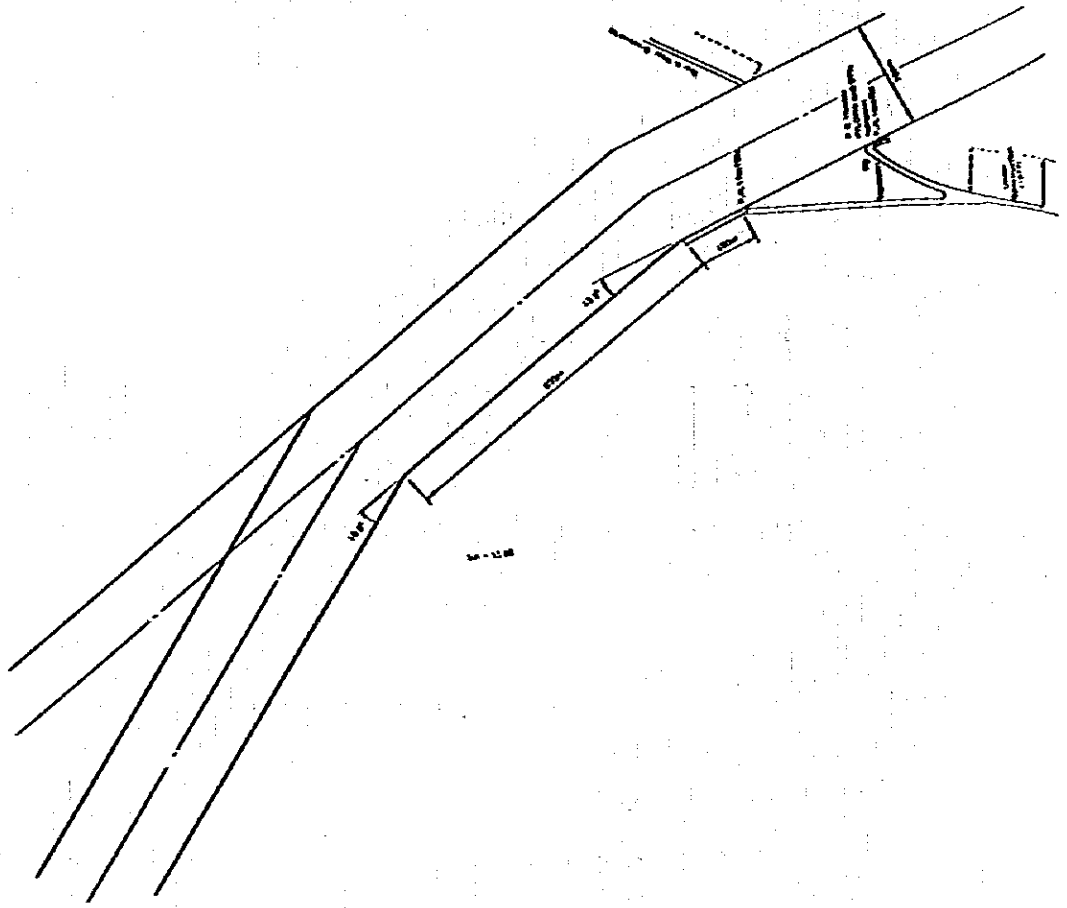


图-N.3.17 (a) 入航航路平面图 (现状)

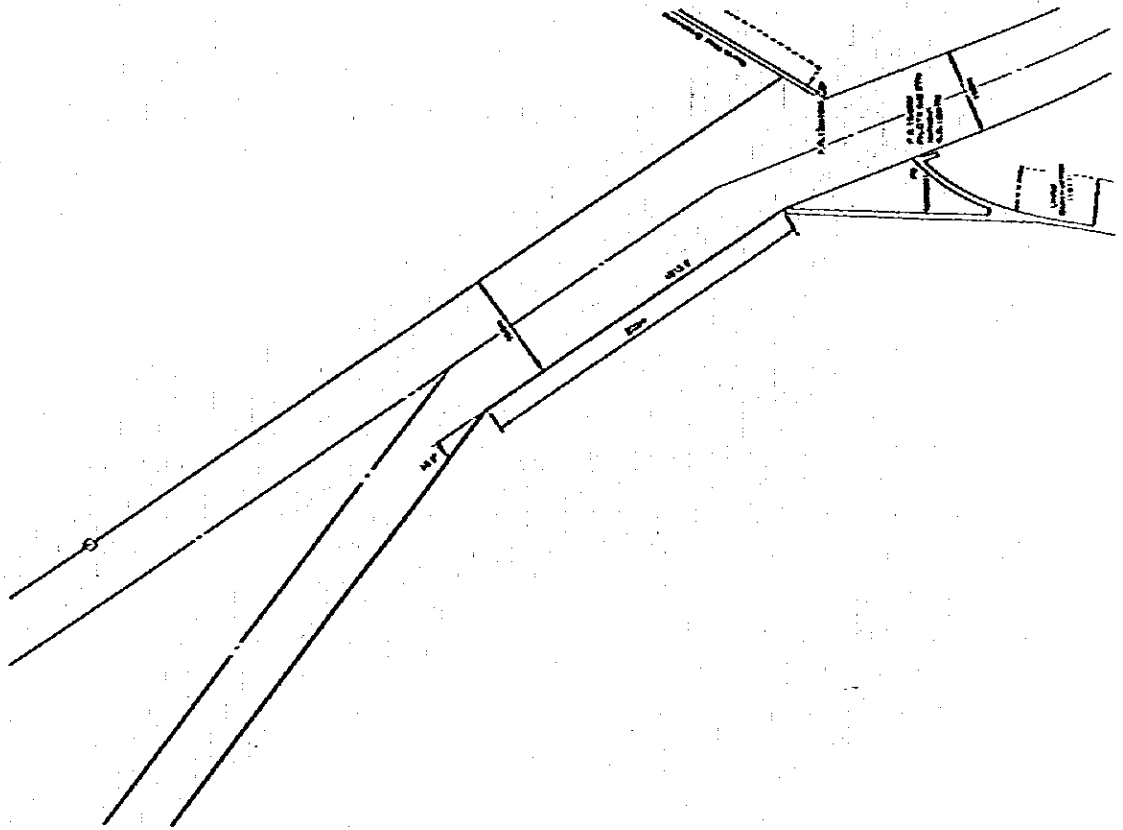
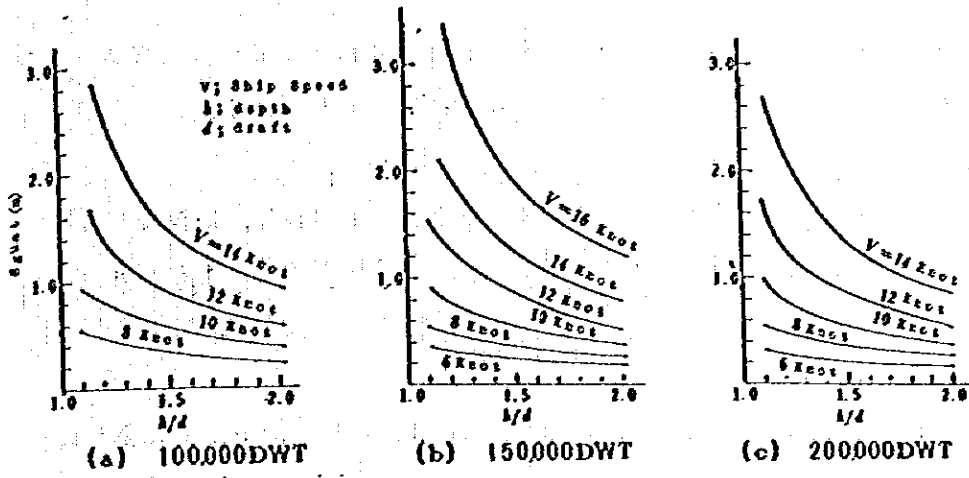


図-N.318 速力と船体沈下量



第4章 基本設計

4-1 構造物の種類

第4章では、コロンボ港整備計画の立案過程で必要とされる主要な港湾構造物についての基本設計を行なう。基本設計が行なわれた構造物の種類は次の通りである。

(1) 埋立護岸

サウスウエスト (South-West) 防波堤背後に埋立護岸を建設し、防波堤と護岸の間を埋立てることにより、幅200mのバックアップヤードをつくりだす案にもとづき行なった埋立護岸の基本設計である。

(2) 新コンテナ埠頭

コーリングジェッティ (Coaling jetties) 前面水域に新しいコンテナ埠頭を建設するための基本設計である。

(3) 護岸

North Quayの拡張にともない、埠頭の西端および北側に必要な護岸の設計でケーソン式護岸(設計水深-10m)および捨石護岸(設計水深-7m)についての基本設計である。

(4) 防波堤の基本設計

South-West防波堤が航路に沿って150m延長され、North-West防波堤が75m増去される。新たに建設される防波堤150m分についての基本設計を行なう。

4-2 コンテナ埠頭

4-2-1 埋立護岸および係船岸

新しいコンテナ埠頭の建設地点を決めるさいの決定要因の一つである建設工費、施工性を高めるために、次の(1)埋立案と(2)新係船岸案について基本設計を行ない両案の比較検討を行なった。この章でいう埋立案とは、South-West防波堤背後を埋立て、Queen Elizabeth Quayをコンテナ埠頭化する案をいい、新係船岸案とはCoaling Jetties前面水域に、新コンテナ埠頭を建設する案のことである。

設計条件はコロンボ港の自然条件調査の結果をもとに次のように決定された。

(1) 埋立案

設計水深: -10.0 m

設計波高: 4.0 m (5年確率波)

許容越波流量: $6 \times 10^2 \text{ m}^3/\text{m}/\text{sec}$ 以下

海底勾配: $\approx 1/50$

潮位: +0.72 m HWOST ±0.00 m LWOST

地盤条件： 岩盤もしくは密な砂

コンクリートの単位体積重量： 2.3 t/m^3

捨石の単位体積重量： 2.65 t/m^3

(2) 新係船岸案

設計水深： -12.0 m

潮位： $+0.72 \text{ m}$ HWOST $\pm 0.00 \text{ m}$ LWOST

天端高： $+2.7 \text{ m}$

設計荷重： 等分布荷重 3.0 t/m^2

コンテナクレーン全重量 660 t クラス

輪荷重(海側) 38.2 t/輪

(輪数/脚) \times 脚 $8 \times 4 = 32$ 輪

地盤条件：

砂地盤 $0 \sim -15 \text{ m}$ LWOST

岩盤 -15 m LWOST 以下

コンクリートの単位体積重量： 2.3 t/m^3

以上の設計条件のもとに(1)案および(2)案について、次のA～D案の5つの基本設計を行なった。

① 埋立案

A案 重力式ケーソン埋立護岸(図-N.4.1)

B案 捨石式埋立護岸(図-N.4.2)

② 新係船岸案

C案 重力式ケーソン岸壁(図-N.4.3(a), (b))

D案 鋼矢板セル式岸壁(図-N.4.4(a), (b))

E案 重力式セルラブロック積岸壁(図-N.4.5(a), (b))

なお、新係船岸案において考えられる構造物としては、上記の他に矢板式係船岸、たな式係船岸、杭式横さん橋などがあるが、1-2-4自然条件で述べられたようにこの地点における岩盤深度が浅いことから、主に重力式係船岸を比較設計の対象とした。

4-2-2 各案の比較

表-IV.4.1、表-IV.4.2は構造様式決定に影響する主要な要因をとりあげ、各案の比較を埋立案および新係船岸案別に行なったものである。

埋立案では、A案はB案に比較し、全体的にみて、両案の優劣に明確な差異はないが、A案の方が工費がやや安くなっている。

新係船岸案では、D案がC案、E案に比べやや劣る。C案とE案は、工費と工期がやや異なっている。十分な工期がとれるときは、E案がすぐれており、緊急に工事を完成する必要がある場合はC案が適当であろう。したがって、緊急計画のなかではC案を採用する。なお埋立案と新係船岸案の比較は工費、施工性の観点以外の要因をも含めて総合的に判断されるべきであろう。

4-3 護岸

現在のノース埠頭は幅10.10mで、埠頭の北側は季節風の時期に港内の波の波高が大きいため係船岸としては使用されていない。埠頭幅を拡張して10.10mから50mにするために、ノース埠頭の北側に護岸を建設する。現在の護岸は捨石護岸であるが、ノース埠頭の先端部および先端から200mまでの部分(設計水深-10.0m)は、船舶の航行の障害にならないための配慮としてケーソン式の護岸構造にした。残りの100mについては(設計水深-7.0m)捨石護岸を採用した。

図-IV.4.6にケーソン式護岸を図-IV.4.7に捨石護岸の標準断面図を示している。

4-4 防波堤

South-West防波堤の基本設計は次の設計条件で行なった。

設計波高	6.1 m	(25年確率波)
周期	9.1 sec	
波向	防波堤に直角	
摩擦係数	0.6	
海底勾配	1/100	
潮位	HWOST	+0.72 m
	LWOST	±0.00 m
土質	砂質地盤	
設計水深	-13.00 m	

図-IV.4.8に標準断面図を示す。

表-N.4.1 A, B案の比較

Item		Design A: Gravity type caisson seawall	Design B: Rubble mounted type seawall
Natural conditions	Soil type (sand or rock) Water depth (-10m)	Proper Proper	Proper Proper
Construction work condition	Degree of difficulty of construction method	Difficult	Easy
	Necessity for production yard for wave-breaking concrete blocks	Unnecessary	Necessary
	Necessity for concrete caisson yard	Necessary	Unnecessary
	Scale of concrete plant	Large	Small
	Scale of rubblestone storage	Small	Large
Construction cost	Rough estimate (\$1,000 USD/m)	22	24
Construction period of time		Slightly shorter than Design B	Slightly longer than Design A
Materials	Quantity of concrete used	Small	Large
	Supply of concrete	Short supply if only domestic product is used	Short supply if only domestic product is used
	Quantity of rubbles used	Small	Large
	Supply of rubbles	Development of new quarry is required	Development of new quarry is required
Maintenance & repair	Degree of difficulty	Difficult	Easy
	Frequency	Low	High

表-N.4.2 C, D, E案の比較

Item		Design C: Gravity type caisson quaywall	Design D: Steel sheet pile cellular cofferdam type quaywall	Design E: Gravity type cellular concrete block quaywall
Natural conditions	Soil type (rock or weathered rock)	Proper	Proper	Proper
	Water depth (-12m)	Proper	Proper	Proper
Construction work conditions	Degree of difficulty of construction method	Easy	Difficult	Easy
	Scale of work base	Large	Small	Intermediate
	Scale of concrete plant	Large	Small	Large
	Work experience (in Japan)	Many	Small	Small
Construction cost	Rough estimate (\$1,000 USD/m)	21	27	20
Construction period of time		Short	Long	Intermediate
Materials	Quantity of concrete used	Large	Small	Intermediate
	Supply of concrete	Short supply if only domestic product is used	Domestic product is available in sufficient quantity	Short supply if only domestic product is used
	Quantity of sheet piles used	None	Large	None
	Supply of sheet piles	Unused	From abroad	Unused
Maintenance and repair	Degree of difficulty	Difficult	Difficult	Difficult
	Frequency	Low	Low	Low

図-N.4 : 重力式ゲートン基礎横断面図 (入案)

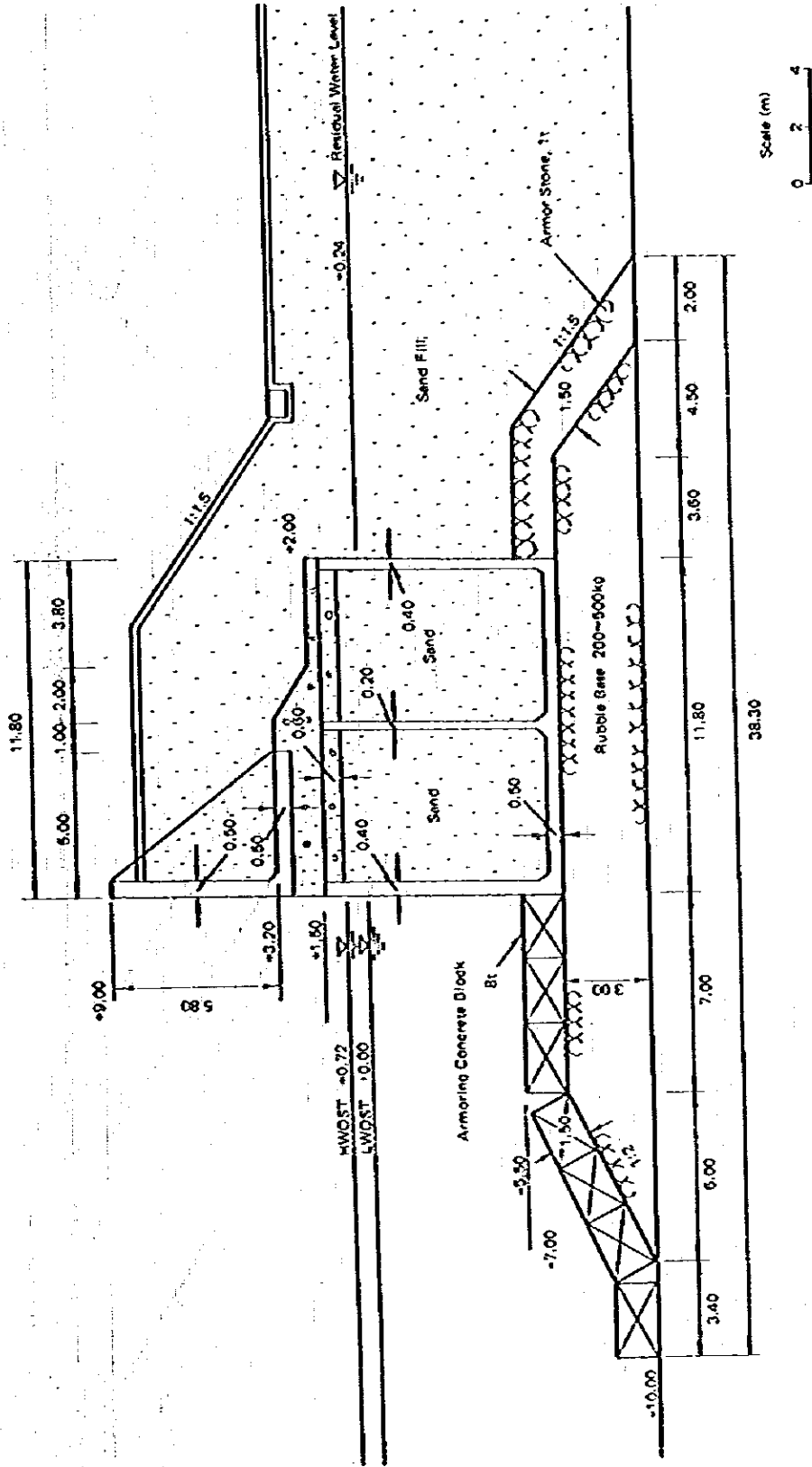


图-N.A. 2 抛石式直立墙断面图 (B类)

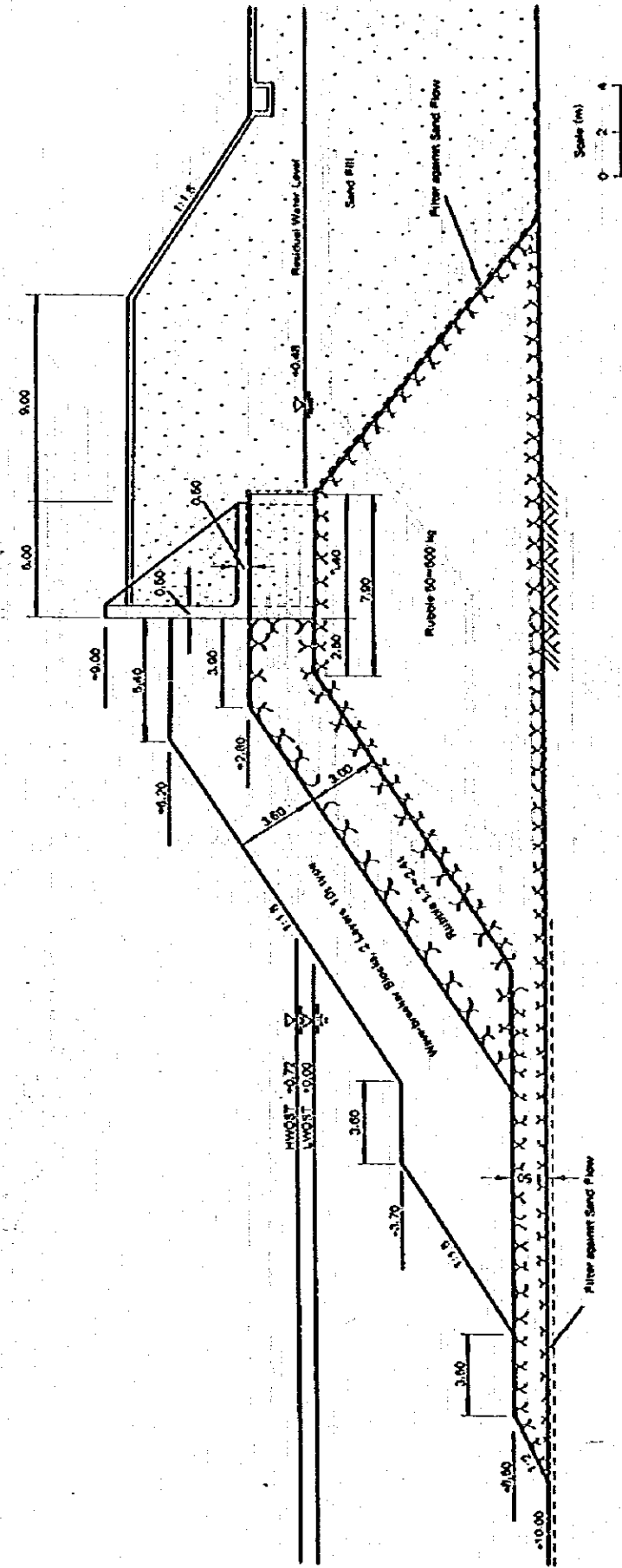
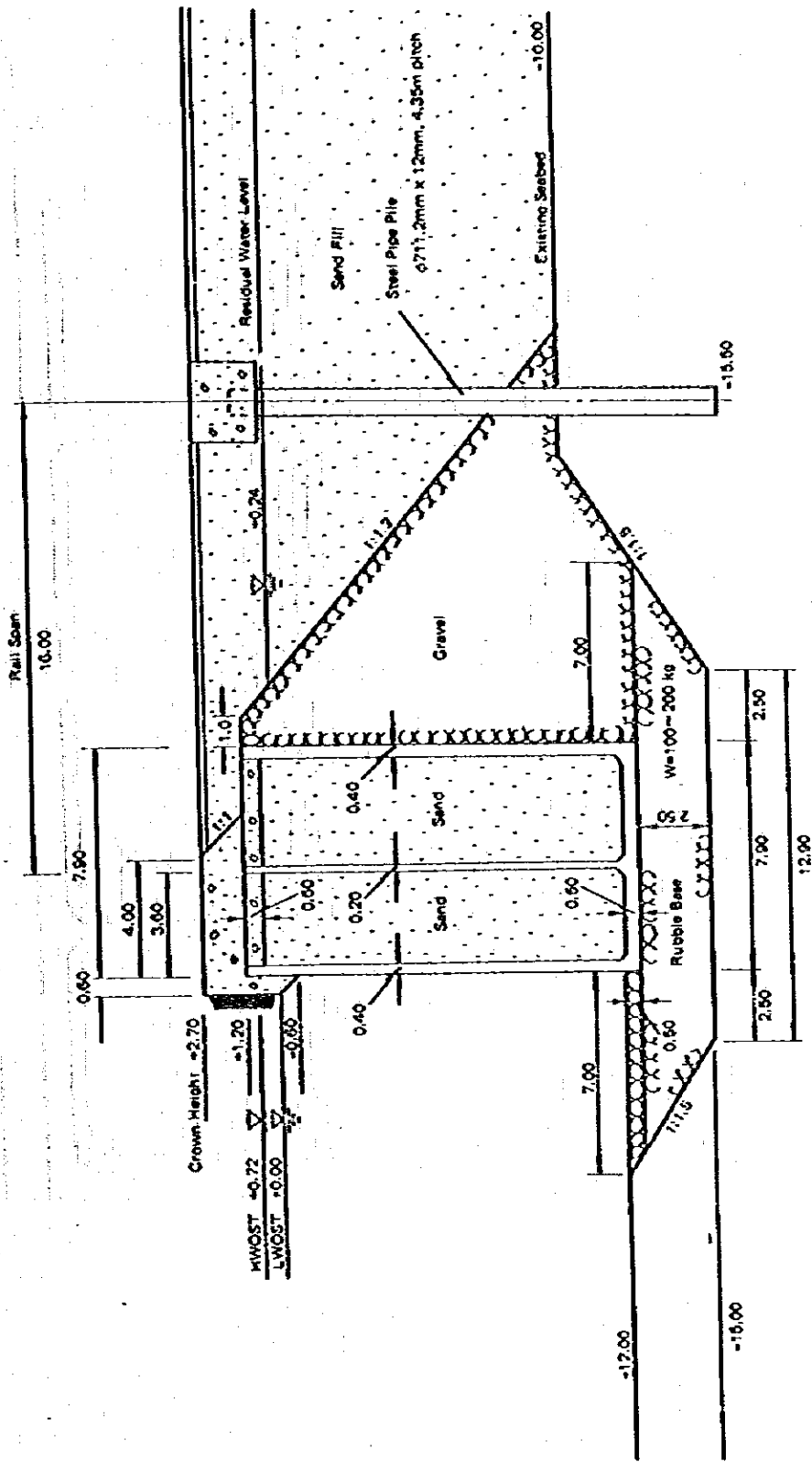


図 - N.4. 3 (a) 型力式ケーソン構造断面図 (C系)



Scale (m)
0 2 4

図-N.4. 3 (b) 電力式ゲージン集盛平面図

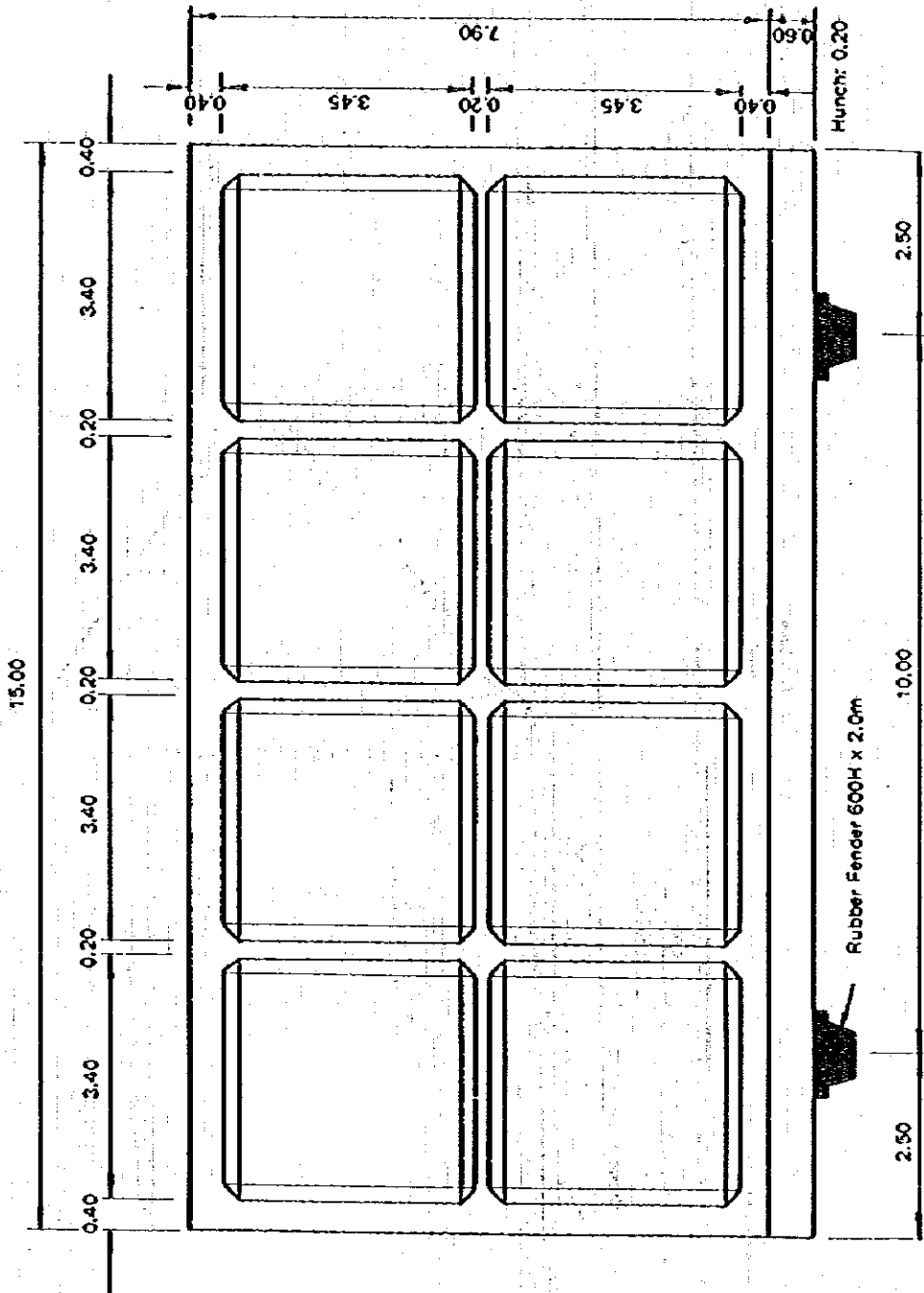


図 - N.4. 4 (a) 鋼矢板セイル基礎断面図 (D 案)

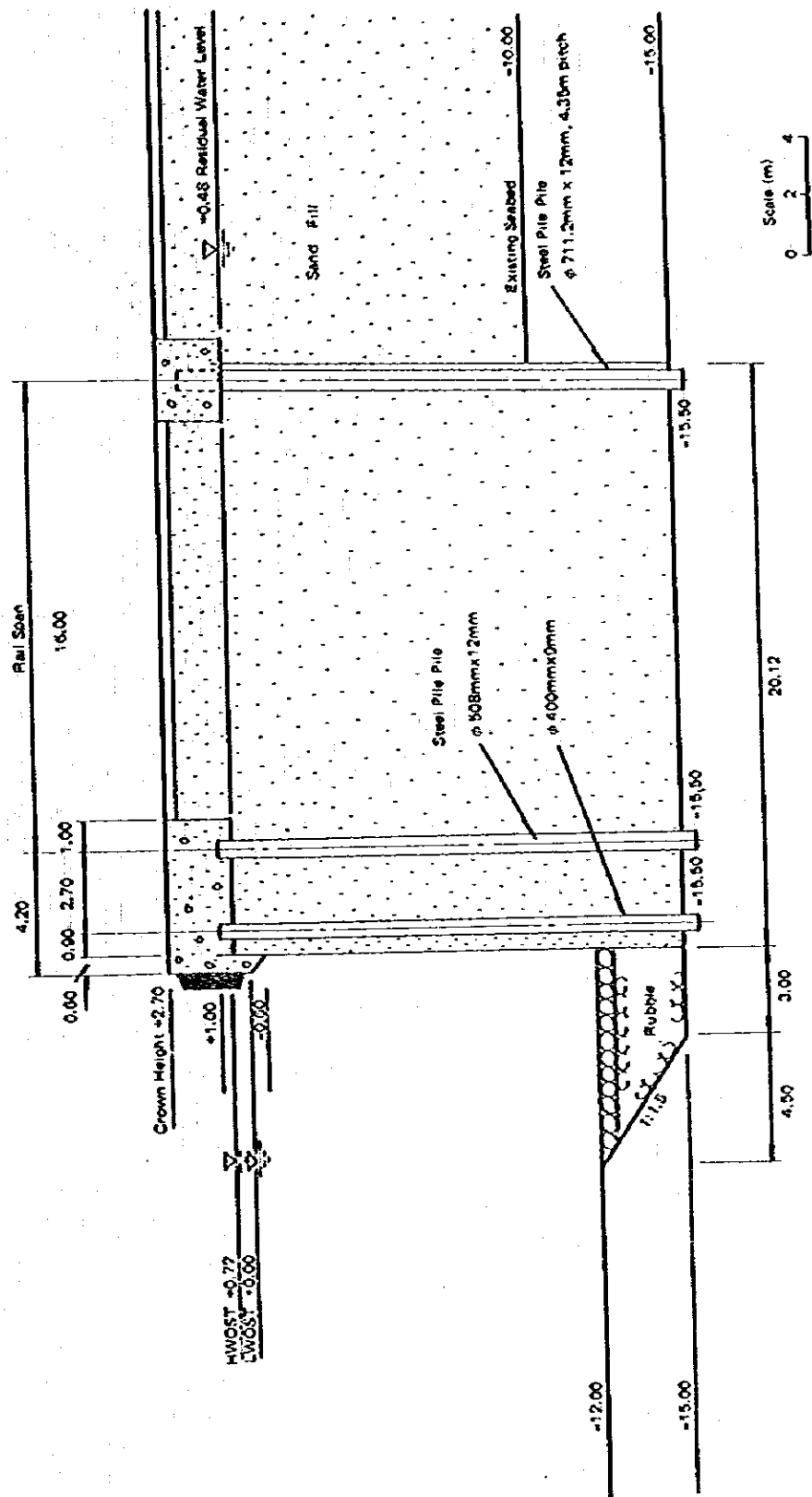


図-N 4. 4b) 鋼矢板セル式岸壁平面図

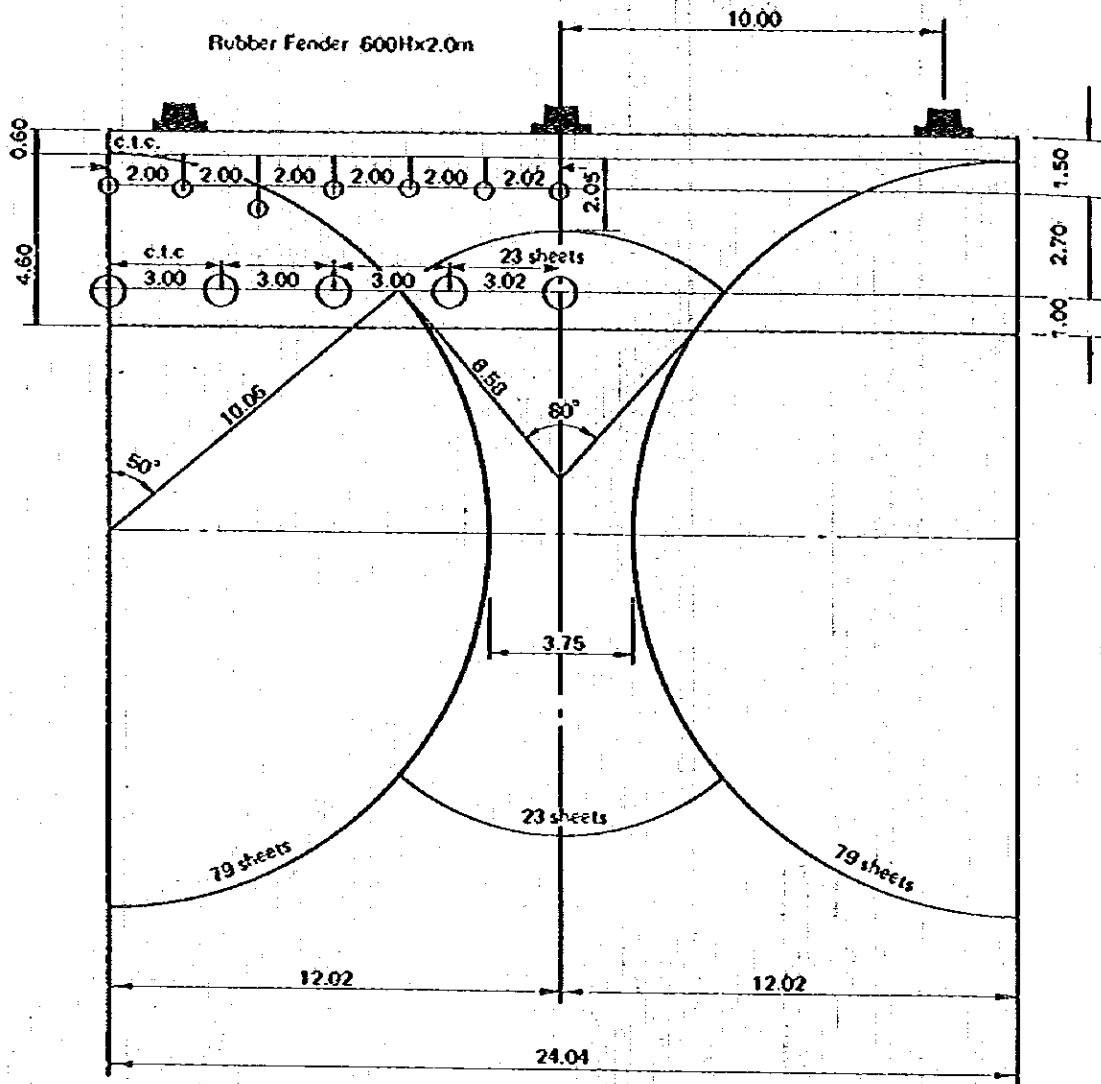


図-N.4.5(a) 重力式セルラーブロック岸壁断面図(5英)

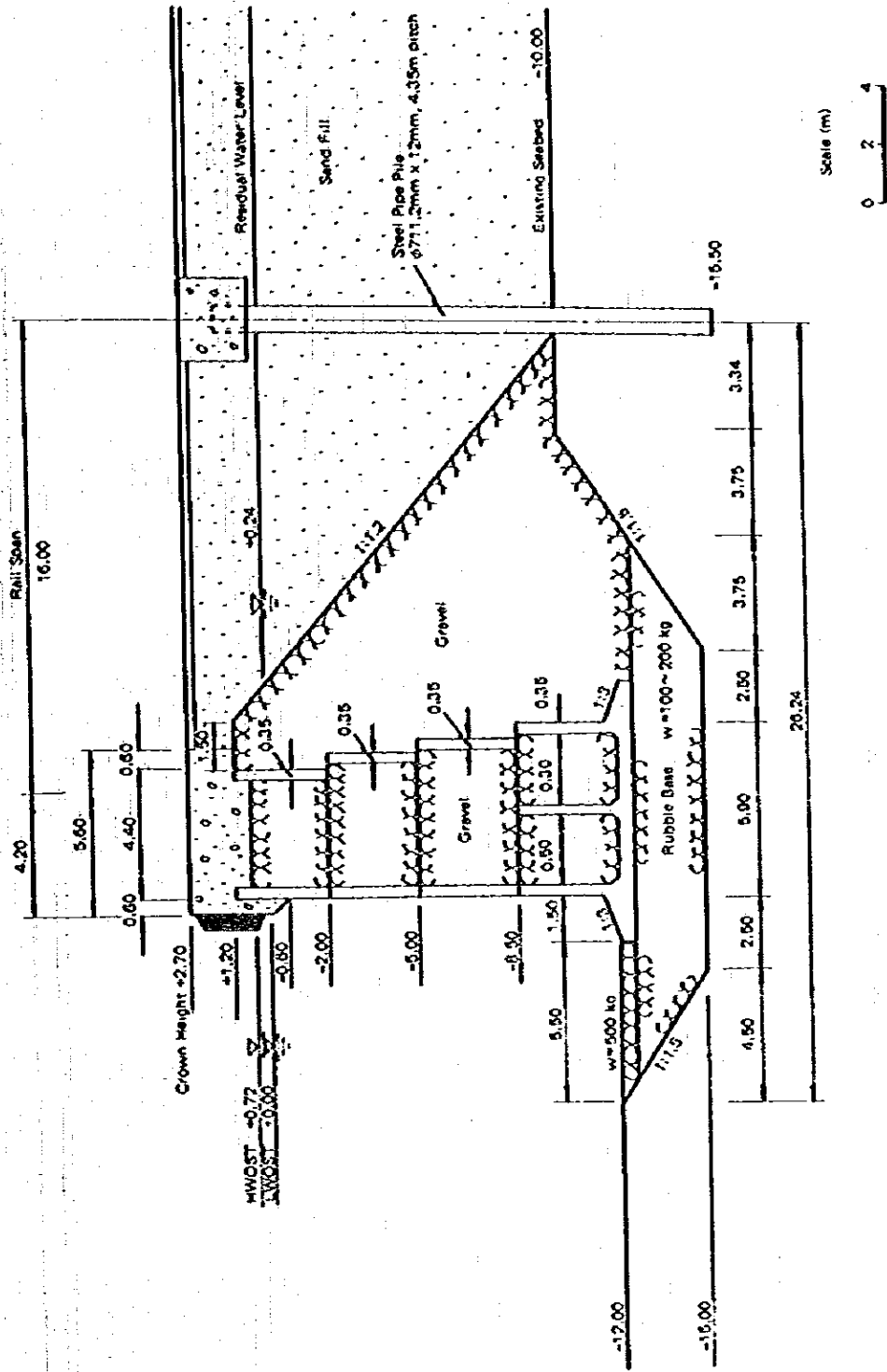


図-N.4. 5(b) 型方式セルラープロック構造平面図

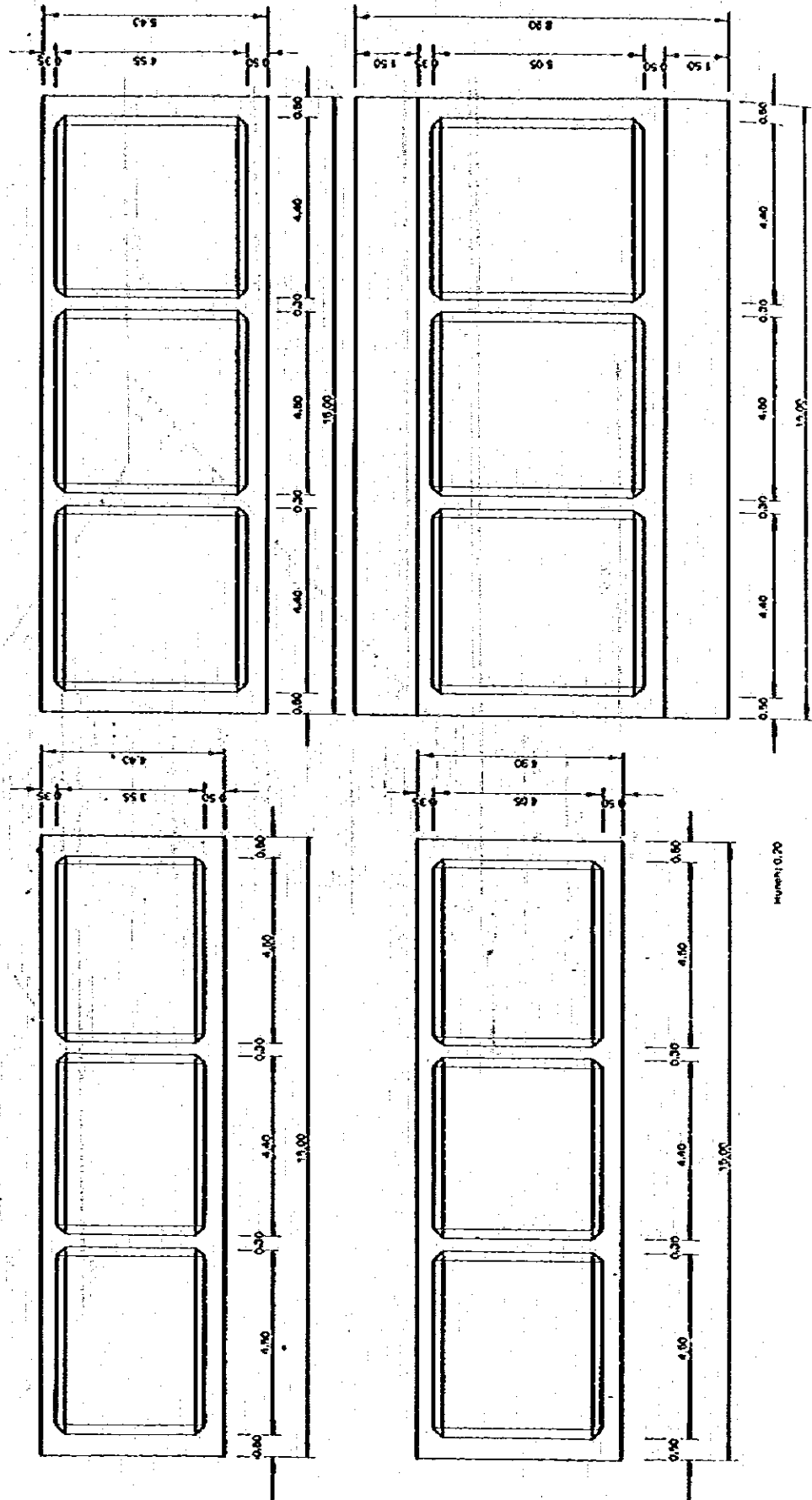


図-N.4.6 重力式ケーソンの断面 (-10 m)

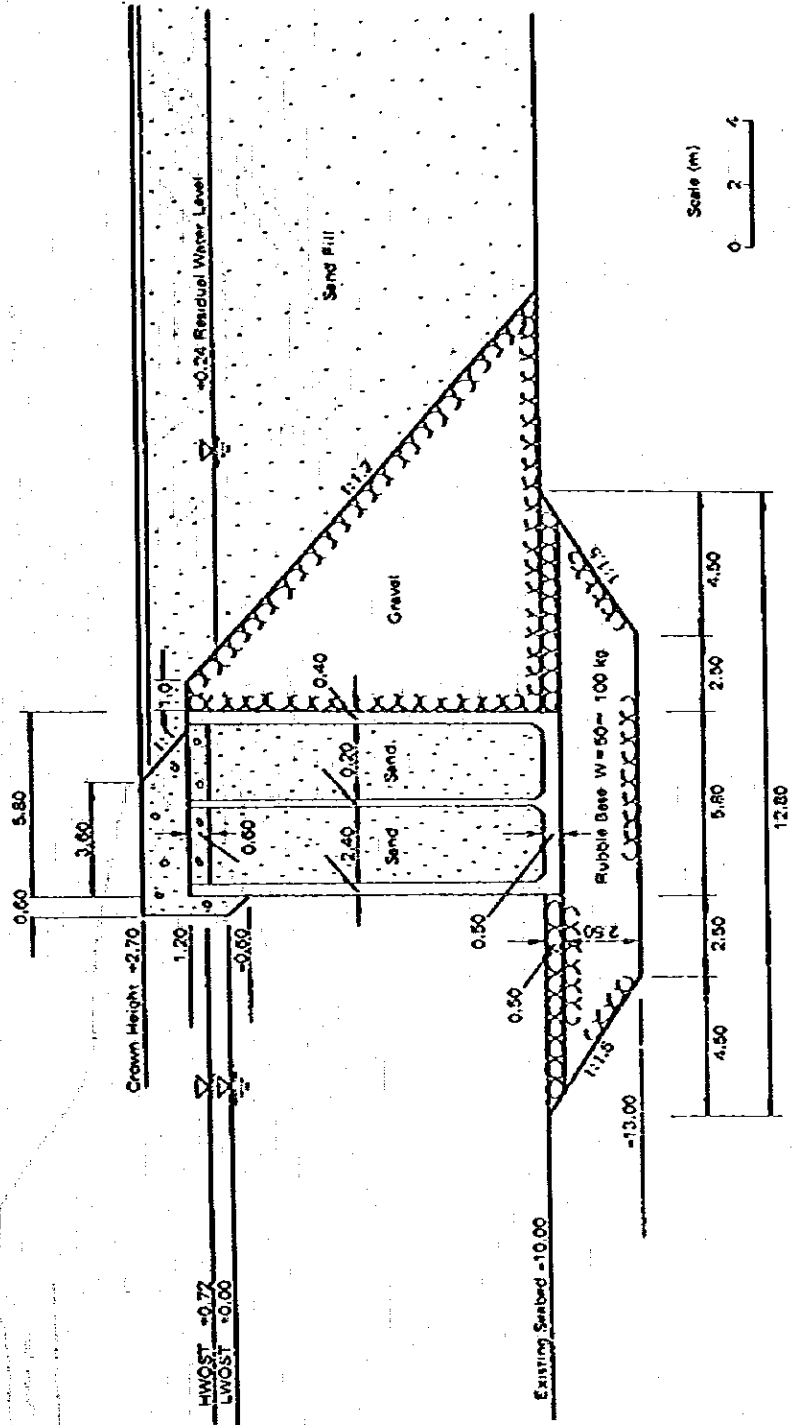
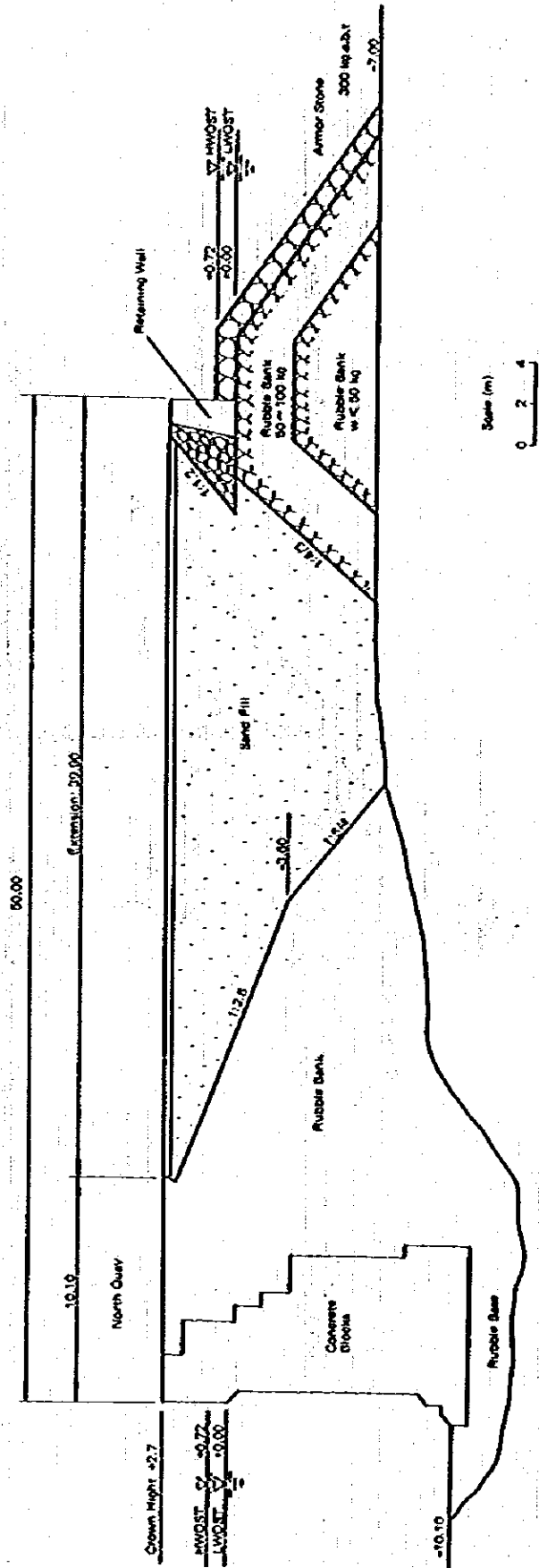
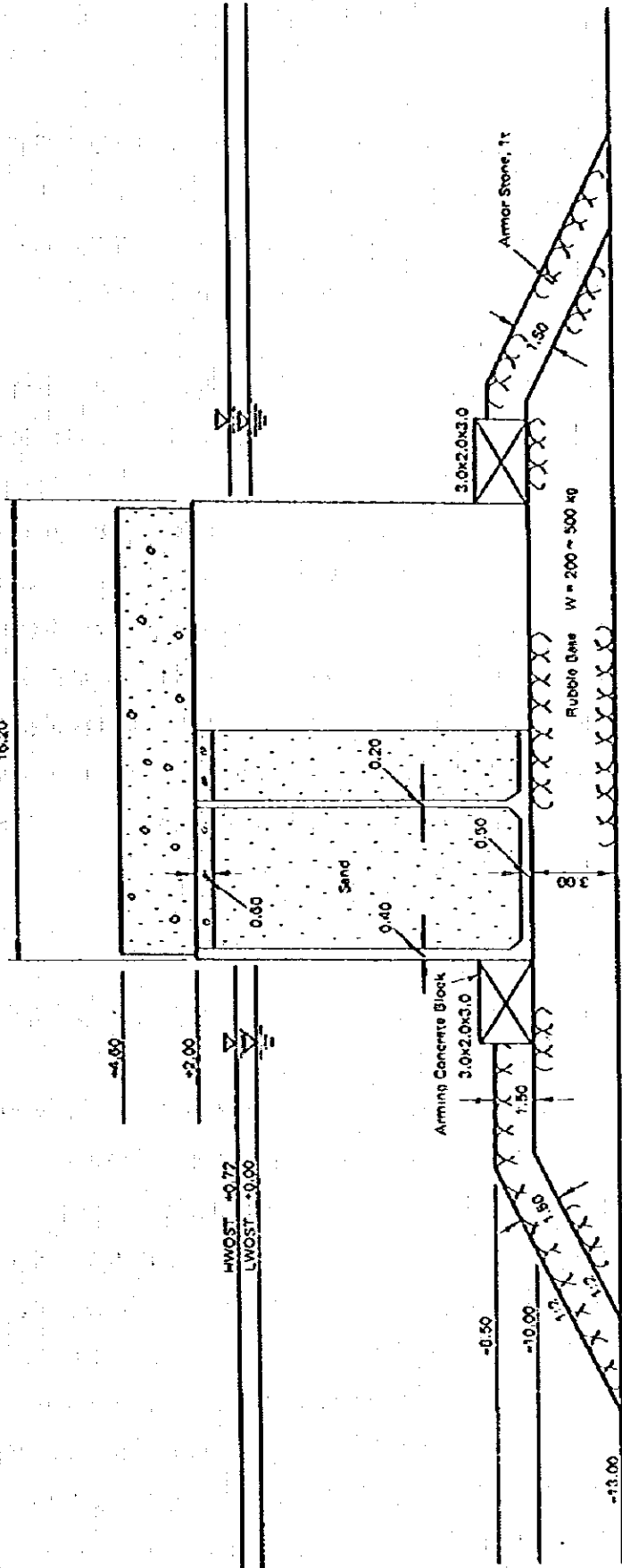


圖-N 4. 7 捨石護岸 (— 7 m)



Scale (m)
0 2 4

図-N.4.8 防波堤の標準断面



Scale (m)
0 2 4

第 5 章 施 工

5-1 施工環境

コロンボ港は真西をインド洋に面しているため、海象条件は季節風により静穏な時期と比較的荒天の続く時期に大別される。1 m以上の波高が出現する日数をパラメータとすれば、6月～10月に月間20～30多以上の日数で1 m以上の波高が出現し荒天期といえる。その他の時期は1 m以上の波高の出現日数は10多以下となる。しかし港内は南西防波堤と北西防波堤により遮蔽されており十分な静穏は保たれている。

コロンボ港周辺の海底土質は砂質土であり埋立土砂、ケーソン中詰土砂として利用可能である。しかし、深部に粘性土を挟んでいる部分と岩盤深度の浅い部分の出現が予想されるので注意を要する。

現在コロンボ港ではコンクリートシリンダー構造による12.0 m岸壁をクイーンエリザベス埠頭№5で施工中である。この工事はコロンボポートコミッション直営で施工されており石材、粗骨材はコロンボ港付近のコロンボポートコミッション所有の施設から供給されている。本プロジェクトに於いてもコロンボポートコミッション施設からこれら材料の供給を受けることは可能であるが、大量に急速に入手するためには、国外より材料採取のための資機材を投入する必要がある。又、捨石生産のための新しい石山は開発しなくてはならないが適地はコロンボ近郊にある。セメントは国内で生産されているが、マハベリ川総合開発事業等の大規模プロジェクトが進行中であり、需要をまかなうため輸入セメントも使用している。

5-2 施工方法

本計画に含まれる主要建設工事は、表-N.5.1の施設である。各計画施設の位置を図-N.5.1のコロンボ港平面図に示した。

各計画施設のうち主要なもの構造形式は、岩盤が浅く出現する可能性が大きいこと、施工速度が要求されること、経済性等の理由で重力式構造のなかでも特にケーソンタイプを選定した。

ケーソンを製作するためにはケーソンヤードが必要である。現在コロンボ港の水際線は荷役活動ドック施設、船舶修理等に活用されており、陸上ヤードを港内に建設するスペースがない。コロンボ港の周辺にも陸上ヤードを建設するのに適した港は見当たらない。又、施工速度を満足させるためには一度に6面程度完成できる施設を準備する必要があり、この様な大型陸上ヤードを建設することは、多額の先行投資と多くの時間を要する。従ってケーソンはフローティングドックによりコロンボ港内で製作する。ただし図-N.5.1港内平面図に示す④のスリップは1,200tの能力を持ちケーソン1～2面を製作することは可能であるため、補助的な手段として活用できる。又図-N.5.1⑥の建設は、そのまま型枠、鉄筋の組立工場として利用できる。

ケーソン岸壁あるいはケーソン護岸の施工要領は、第V部緊急計画、第4章施工計画で述べてある。

埋立土砂は港外海底より大型ポンプ船により採取し、揚砂管を用いて埋立地内へ直接投棄する。各計画施設の完成目標年次は表-N.5.1に示した。基本計画の工程表を表-N.5.2に示した。

5-3 沈 船

コロンボ港内には各所に12隻の沈船が放置されている。図-N.5.2に沈船の位置、表-N.5.3に沈船の種類を示した。これ等の沈船のうち特に⑤、⑥、⑩、⑬は基本計画を進める段階で撤去する必要がある。これ等の撤去費用は第6章概算工費の算定のなかには含んでいない。

表-N.5.1 施設施設

No	施設	設	主 要 工 事	数	量	完 成 目 標 年
1	QEQ No.5 コンテナー化		クレーン基礎 (杭基礎)	200	m	1981
2	KQ コンテナー埠頭 (3バース)		- 1.2 m 岸壁 (ケーソン式)	900	m	- 1.2 m 岸壁 550 m は 1983
			- 7.5 ~ 10.0 m 護岸 (ケーソン式)	1,010	m	- 1.2 m 岸壁 350 m は 1987
			掘立 (11 m X 23,500 m ²)	2,600,000	m ²	
			重鋪築 (900 m X 200 m + 550 m X 100 m)	235,000	m ²	
			CFS (鉄骨ストリート構造)	16,000	m ²	
3	オイルバース		メインドック (ケーソン式)	1	基	1983
			バンカリングドック (ケーソン式)	1	基	
			パイプライン	1,600	m	
			消波ブロック	1	式	
4	ノースピア		- 4.0 ~ 10.0 m 護岸 (捨石式)	360	m	1983
			- 1.0 m 護岸 (ケーソン式)	50	m	
			掘立 (11 m X 50 m X 360 m)	198,000	m ²	
			鋪築 (50 m X 360 m)	18,000	m ²	
5	港内道路		既設道路整備, 新設, トンネル2基			2車線 1982, 4車線 1986
6	航路浚渫		- 1.5 m	1,240,000	m ²	1983
7	港内浚渫		- 1.4 m	3,500,000	m ²	1983, 1987
8	東西防波堤		150 m 延長工事	150	m	1983
9	北西防波堤		75 m 撤去工事	75	m	1983

Item		Quantity	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	Target year	
Civil Engineering Works	QEQ #5	200 m									1981	
	KQ	Containerization										
		Quaywall & Revetment	1,910 m									Quaywall 550m 1985 350m 1987
		Reclamation CFS and Others	2,600,000 m ³ 1 Set									
	NP	Revetment	410 m									1985
		Reclamation	198,000 m ³									
	Road Dredging		5,700 m									1982 2-Lanes 1986 4-Lanes
			1,500,000 m ³									
	Equipment	Conventional	1 Set									1980
		QEQ #5	1 Set									1981
KQ		1 Set									1 Berth 1985 2 Berths 1987	
Oil Berth	Feasibility Study	1 Set										
	Berth	Dolphins	1 Set									
		Pipelines	1 Set									
	Dredging (Turning Basin) Dredging (Waterway)		2,000,000 m ³									
			1,240,000 m ³									
	Improvement of Port Entrance	SW Breakwater Extension	150 m									
		NW Breakwater Removal	75 m									
NW Breakwater Seawall/ Wave Dissipating Work		700 m										

表-N.5.3 沈船の種類

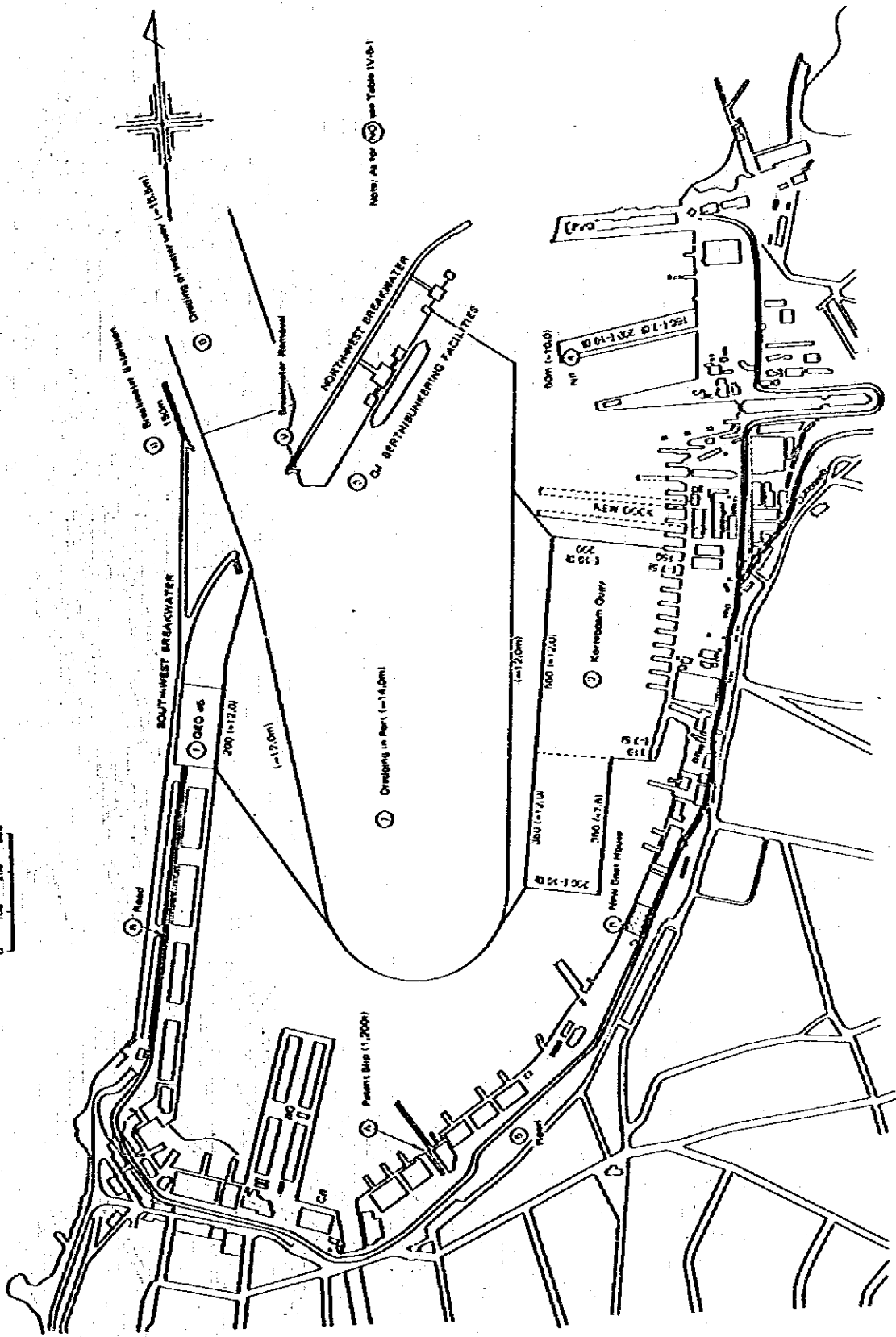
No.	Sunken Craft
(1)	Wooden Lighter at "Drum buoy" mooring, almost touching the pendant chain.
(2)	"Behest" tug.
(3)	Two old timber lighters on the jetty.
(4)	Very old wreck of a sloop. Depth 3 ft.
(5)	"Braconleon". Steam Trawler.
(6)	"Sir William Mathew" Dredger.
(7)	Wooden Lighter No. CO 985 of P (C) C.
(8)	Coal Lighter of P (C) C. No. 1113.
(9)	Wreck of an old lighter - to be confirmed.
(10)	Wreck of an old lighter.
(11)	Old boiler.
(12)	"Titan Barge" - QEQ 5

Note: (12) is under removal

Source: CPC

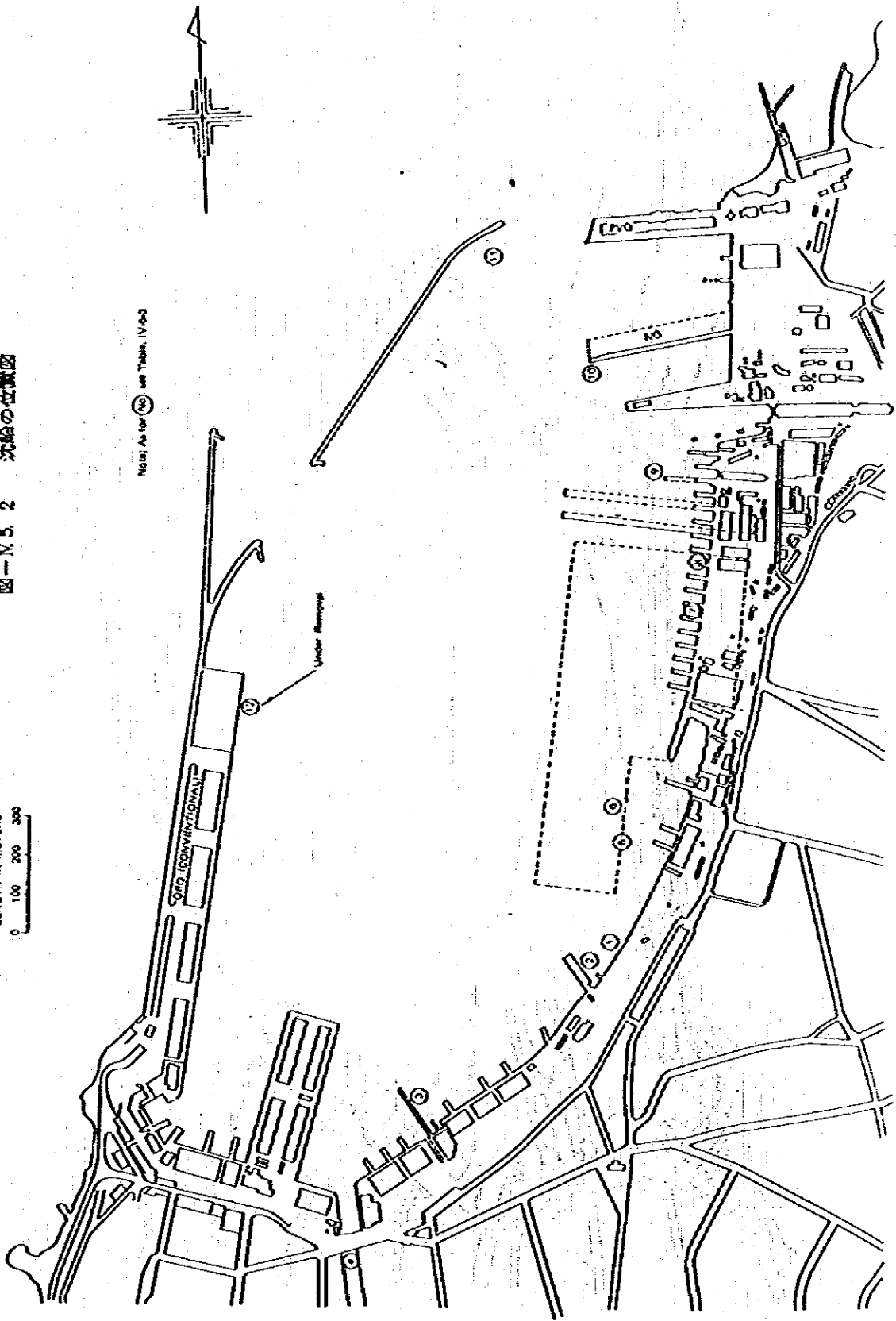
図-14.5.1 コロン水場整備計画(基本計画)

LENGTH IN METERS
0 100 200 300



LENGTH IN METERS
0 100 200 300

図一五. 2 汽船の位置図



第6章 概算工費の算定

表-N.5.1の施設について概算工費を算定し、表-N.6.1に示す。

各施設の工事単価は第V部「緊急計画」5「工費算定」に基づいている。工費は1979年6月の価格であり為替レートはIMF資料より次のように定めた。

$$1 \text{ US\$} = 15.625 \text{ Rs} = 218.89 \text{ 円}$$

$$1 \text{ Rs} = 14 \text{ 円}$$

表-N.6.2は表-N.6.1に荷役機械費用を加えて施設別に工費を整理したものである。表-N.6.2によれば本プロジェクトの土木施設工費は91.7百万US\$, 荷役機械費用は38.6百万US\$, 合計130.3百万US\$となる。

表-N.6.1 概算工費

(Unit: US\$)

	No.	Facility	Main Item	Quantity		Unit Price	Rough Cost Estimate
						(US\$)	(Thousand US\$)
Container & Conventional Berths	1	QEQ #5	Crane foundation	200	m	6,540	1,308
			Heavy Pavement	40,000	m ²	8	320
			(Sub Total)				(1,628)
	2	KQ Container terminal	-12.0m Quaywall	900	m	20,750	18,675
			-7.5m Revetment	610	m	9,960	6,076
			-10.0m Revetment	400	m	14,200	5,680
			Reclamation	2,600,000	m ³	2.5	6,500
			Heavy Pavement	235,000	m ²	31	7,285
			C.F.S	16,000	m ³	220	3,520
			(Sub Total)				(47,736)
	3	North Pier	-4.0 ~ -10.0m Revetment	360	m	5,680	2,045
-10.0m Revetment			50	m	14,200	710	
Reclamation			198,000	m ³	2.5	495	
		Pavement	18,000	m ²	16	288	
		(Sub Total)				(3,538)	
4	Reed		5,700	m		1,981	
5	Dredging	-12.0m Dredging	1,500,000	m ³	1.92	2,880	
	Total					57,763	
Oil Berth	6	Oil Berth	Main dolphins	1	Set		937
			Bunkering dolphins	1	Set		686
			Pipelines	1	Set		11,515
			(Sub Total)				(13,138)
	7	Dredging (Turning Basin)	-14m Dredging	2,000,000	m ³	1.9	3,800
	8	Dredging (Waterway)	-15.5m Dredging	1,240,000	m ³	2.5	3,100
	9	SW Breakwater	150m Extension	150	m	41,342	6,171
10	NW Breakwater	75m Removal	75	m	6,857	514	
		Seawall/Wave Dissipating Work	1	Set		5,326	
11	Tug boat		1	No.		1,919	
	Total					33,968	
Grand Total						91,731	

表 - B.6.2 施設別工費

(Unit: Thousand US\$)

	Item	Unit	Quantity	Cost	Remark
Conventional Berth	㉓ North Pier	Berth	2	(%) 3,538 (2.7)	㉓
	㉔ Cargo Handling Equipment	Set	1	7,537 (5.8)	
	Sub total			11,075 (8.5)	
Container Berth	㉕ QEQ #5	Berth	1	1,628 (1.2)	㉕
	㉖ KQ #1/#2/#3	Berth	3	47,736 (36.6)	㉖
	㉗ Dredging	M.m ³	1.5	2,880 (2.2)	㉗
	㉘ Container Equipment	Set	1	31,092 (23.9)	
Sub-total			83,336 (63.9)		
Oil Berth	㉙ Dolphine	Berth	1	937 (0.7)	㉙
	㉚ Pipeline, Others	Set	1	11,515 (8.8)	㉚
	㉛ Bunkering Facilities	Berth	1	686 (0.5)	㉛
	㉜ Improvement of Port Entrance	Set	1	12,011 (9.2)	㉜, ㉝
	㉞ Dredging	M.m ³	3.2	6,900 (5.4)	㉞, ㉟
	㉟ Tugboat	No.	1	1,919 (1.5)	㊱
Sub total			33,968 (26.1)		
Road	㊲	Km	5.7	1,981 (1.5)	㊲
Ground Total				130,360 (100)	

Note 1) As for NO in Remark see Table - IV.6.1

第7章 基本計画以降についてのコメント

基本計画完了以降のコロombo港の開発の方向は、開発の規模が大きければ、外郭施設を新設して、遮蔽水面を拡げる他はない。その場合、港の北側の Kelani までの間が拡張の第一候補であろう。港内にも若干の増設の余地がある。ここではこれについて述べる。

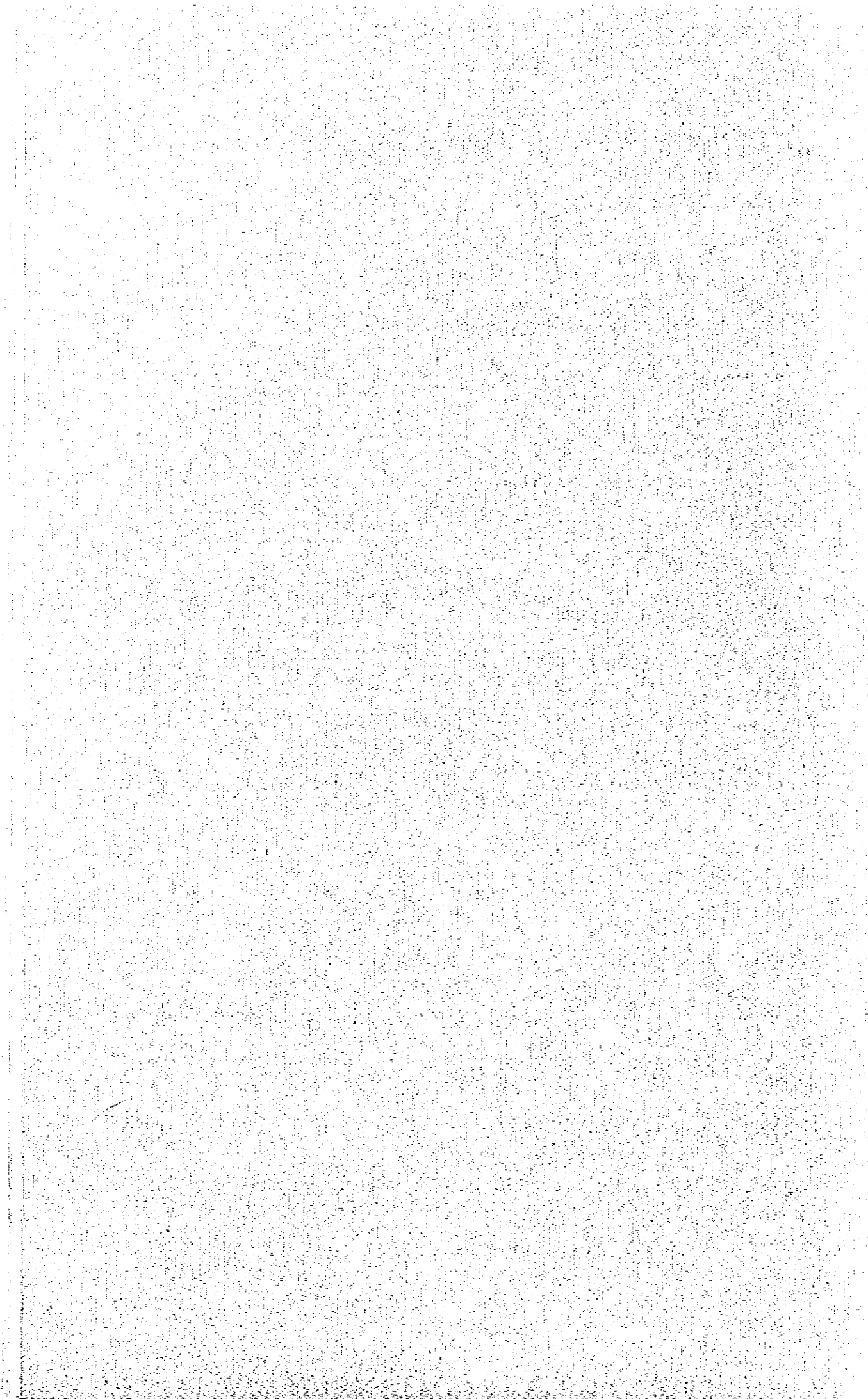
7-1 係船施設

港内にはなお Pettah 地区の前面、Block Jetty ~ Guide Jetty の間にスペースがあり、さほど肉の厚いバースでなければ2~4バース増設の余地がある。在来荷姿の貨物を取扱うものとして、4バースとすると600千トンの取扱量となるから、コロombo港の最終的なキャパシティは本計画の分と併せて、ドライカーゴバースで在来貨物2,800千トン、コンテナ3,000千トン、合計5,800千トン程度であると言える。

7-2 野積み・荷さばき用地

コロombo港で扱われている貨物は従来からオープンヤードを必要としないものが大部分であったため、石炭を扱っていた Coaling Jetties 一帯を除くとオープンヤードのスペースに乏しい。現在でも輸入四輪車が狭い QEQ に置かれている状態であり、今後この傾向は進んで行くものと思われるから、将来接岸施設のみならずオープンヤードが必要となる可能性がある。オープンヤードの候補地としては一つは内陸部での新規立地が考えられるが、港頭地区に求めるとすれば、QEQ の背後の埋立地造成が最も有力であろう。

第 V 部 緊 急 計 画



第V部 緊急計画

第1章 緊急計画の範囲

基本計画のうちで、1983年までに実施する必要のあるものを緊急計画としてまとめ、短期の精度の高い計画を作成する。

1983年までに実施する必要のあるものは大別すると次の3項目である。

- ① 取扱貨物量の伸びとコンテナ化に対応するための施設、機械の更新・新規増
- ② オイルバース・バンカー施設の移設と港口部の形状の改善
- ③ NGP のコロソドクヤード会社への返還

これらのうち②は既に述べたように、航路筋の岩盤深度の確認を中心とするフィージビリティスタディーをやる必要があるので、本緊急計画には含めない。

1-1 在来バース

1983年の取扱貨物量(ドライカーゴ)の予測はコンテナを除いて2,414千トンである。バース当りの取扱量を150千トンとすると、16バース必要となる。

1983年時点でのバース数は、①QEQ No 5はコンテナ専用バースとする。②NGPの1バースは返還する。③返還した1バース分の代替バースをKorleboan Quayに暫定的に確保する。こととして、BQおよびCBの小型バースをそれぞれ0.5バースと数えると、全部で14.5バースとなる。両者をつき合わせると2バース不足となるが、1983年以降はコンテナが増え、在来貨物は漸減して行くことを考え、バース占有率や待船時間が極端に悪くなければ少々の船混みは許容することとする。

待ち行列理論によってこの点を確認する。基本計画での検討と同じく、一船当りの積み荷量は食糧で8,500トン、雑貨で1,700トンとし、荷役日数は1船平均3.6日とする。そうするとバース占有率は78%であり、待ち日数も0.32~0.20日程度であって充分許容出来る。よって、バース数は上で述べたまいとする。

1-2 コンテナバース

1983年のコンテナ取扱い貨物量はトランシップ貨物も含めて1,144千トンであるから、本格的なコンテナバース1バースの取扱能力を1,000千トンとすれば、ほぼ1バースで足りる。しかし、延長300m級の本格的なバースはKorleboan Quayの完成を待たねばならないから、緊急に要請されているコンテナバースの整備としては暫定的にQEQのNo 5を充てることとする。QEQ No 5は構造上の理由で延長200m分しかコンテナクレーンを載せることが出来ないことや、背後のマーシャリングヤードが狭いことなどを勘案して取扱貨物量を500千トン

とする。従って、緊急計画ではQEQM5の1バース、Korteboam Quayの1バースを整備することとする。

これを待ち行列理論で検討する。トランシップ貨物も含めて1船当りの積荷量を2,550トンとすれば、バース占有率は61%で平均待ち時間は0.6~0.32日程度である。

1-3 荷役機械

1-3-1 在来貨物を取扱う荷役機械

在来貨物を取扱う荷役機械はすべて緊急計画の範囲（投資の初年度である1980年）で実施する。

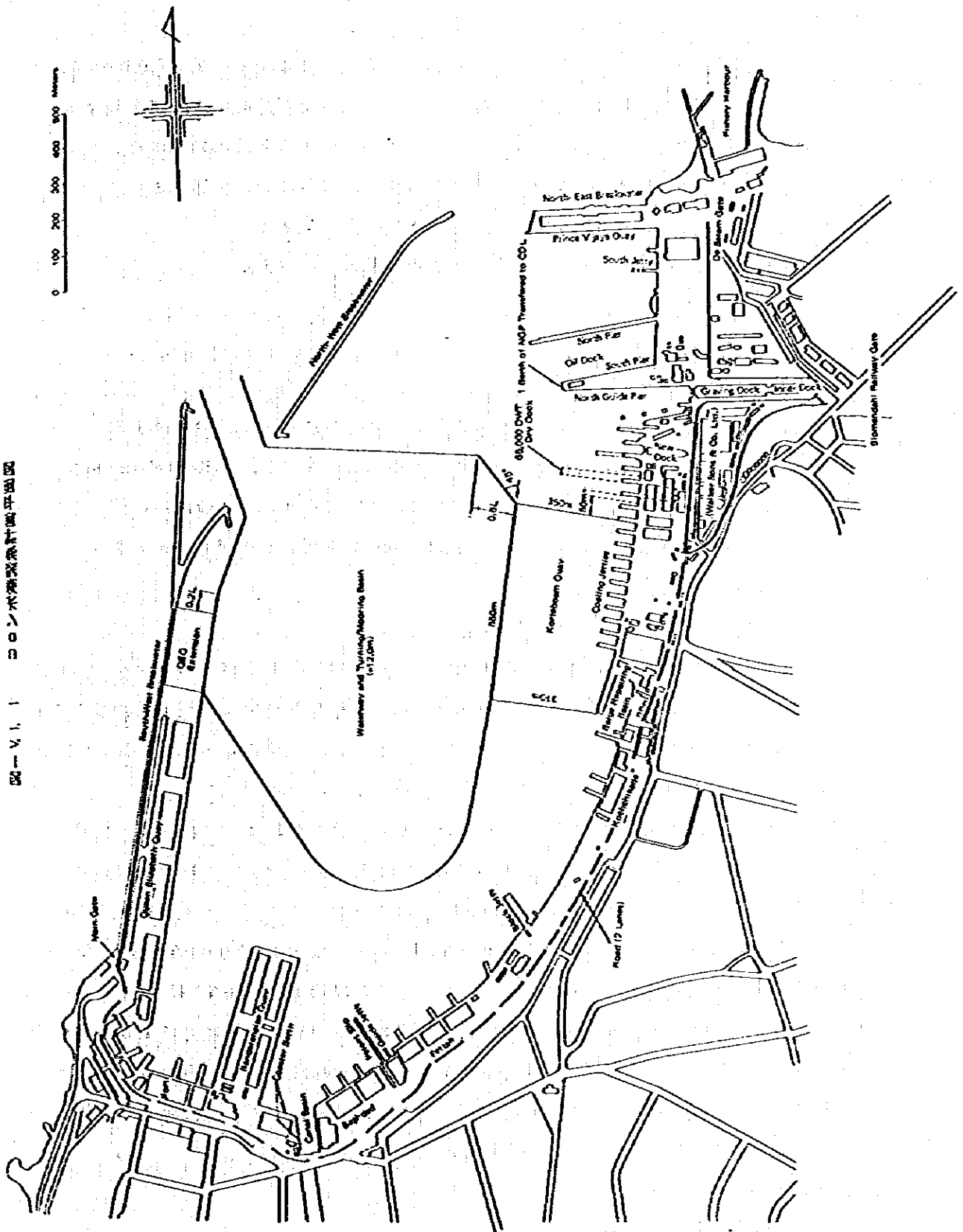
1-3-2 コンテナ取扱機器

コンテナ取扱い機器については、QEQM5およびKorteboam Quayそれぞれに規模に応じた一式を備える。

1-4 法線計画

緊急計画の範囲の法線計画を図-V.1.1に示す。

図一 V. 1. 1 コンテナ埠頭設計平面図



第2章 施設・機械計画

2-1 コンテナターミナルおよびコンテナ機器

前章に述べた通り1983年のコンテナ需要予測1,144千屯(約80,000TEU)に対処するため、QEQ No.5およびKorteboam No.1コンテナバースを緊急計画として整備することとした。フルコンテナ船が接岸し大量のコンテナを能率よく荷役すると共に効率の良いコンテナの積管、受け渡しをするに必要なコンテナターミナルの施設、機器について述べる。

両ターミナル施設の一般配置図を図-V.2.1, および図-V.2.2に、必要なコンテナ機器とその数およびコストを表-V.2.1に示す。

2-1-1 ターミナル施設

(1) コントロールオフィス

本船荷役作業を始めターミナル作業全般が計画通り行われるよう監督指導するコントロールオフィスをQEQ No.5についてはQEQ No.4上屋の一部を改造し、又Korteboam No.1についてはターミナル入口に設けて、ターミナル作業全般および出入コンテナの監視に便ならしめる。オフィス広さはQEQ No.5が735㎡、Korteboam No.1が2,250㎡(30m×25m, 3階建)とした。

(2) コンテナフレートステーション(CFS)

コンテナ1個に満たない小口貨物(LCL貨物)の受け渡しおよびそのコンテナへの詰め出しをする施設であるCFSとして、QEQ No.5についてはQEQ No.4上屋(床面積6,713㎡……一部コントロールオフィス等に改造後)を一般貨物と併用することとし、Korteboam No.1では、図の如く床面積6,000㎡の高床式上屋を建設する。

CFSとして必要な上屋の寸法(床面積)はLCL貨物の量によって決まり、貿易取引の形態によるが、一般的には実績からしてLCL貨物(LCLコンテナ)は全取扱ひコンテナの15~20パーセント程度とされる。Korteboam No.1コンテナターミナルのコンテナ積置数は1,912 Slots, 取扱個数実質約90,000TEU/年(最大112,000TEU/年)と予測されるのでLCLコンテナをこの15パーセントとすれば約13,500TEU/年または230千トン/年(17トン/TEU)となる。他方CFS上屋の貨物積置能力は1.5トン/㎡程度であるので、回転率を26回/年(滞留期間14日)とすればCFS上屋の貨物取扱ひ能力は年間約39トン/㎡となる。従ってKorteboam No.1コンテナターミナルに必要なCFS上屋の床面積はLCL貨物230千トン/年として約5,900㎡となる。

(3) メンテナンスショップ

コンテナの検査・清掃・修理とともにターミナルで使用する機器の点検整備、補修を行う修理工場を、QEQ No.5, Korteboam No.1それぞれに設ける。これにはコンプレッサー、烙接機

を始め機械修理に必要な一般機具類を装備するものとする。

コンテナターミナルにおいてはコンテナクレーン、ストラドルキャリア、トラクタ、シャーシ等各種の荷役機器を使用し、これらの合理的組合せによりより少ない人員で大量のコンテナを効率良く取扱い、輸送効率の向上を図っている。従ってこれら荷役機器のうち一つに故障・不稼働が生じてもターミナル全体の作業効率に影響を及ぼす。このため常に荷役機器の故障を未然に防ぐための点検・整備を怠ってはならず、又故障した場合には即座に修理できる体制をとる必要がある。

(4) ゲート

ターミナルに出入する(受渡される)コンテナの異状の有無の点検、必要な書類の授受、コンテナの重量測定等を行うゲートを Korteboam №1 に設ける。コンテナゲート 5 レーンとし、うち 2 レーンに重量計量器を設ける。QEQ №5 については将来におけるコンテナ増設・機器の Korteboam コンテナ埠頭への移設の可能性もあることからこれを設けない。必要なコンテナ異常の有無の点検については適宜、足場を使用することにより行い、またコンテナ重量についてはコンテナローディングプランによって内蔵貨物の重量を知ることによりコンテナ重量を計算して知ることができる。

(5) 冷凍コンテナ用電源

Korteboam №1 コンテナターミナルに冷凍コンテナ用として合計 140 個の地上スタンド式電源プラグを設けることとした。QEQ №5 には上記(4)ゲートと同じ理由からこれを設けず必要であればポータブル発電機を使用することとする。

(6) その他設備

1) 給電設備

コロンボ港にはスリランカ電力庁より 11,000V の高圧電力が供給され、これを港内 3ヶ所にある受変電施設にて所要電圧に降下して使用している。コンテナターミナルではコンテナクレーンを始め大量の電力を消費するので必要な受・変電設備を設ける必要がある。各コンテナターミナルのおよその所要電力は次の通り。

機 器	電 圧	電 力	
		QEQ №5	Korteboam №1
コンテナクレーン	3,300V	750KVA	1,500KVA
ターミナル照明	440 "	150 "	300 "
メンテナンスショップ	220 "	50 "	100 "
コントロールオフィス	" "	50 "	100 "
冷凍コンテナ	" "	—	1,000 "
CFS	" "	—	100 "
計		1,000KVA	3,100 "

QEQ No 5 についてはQEQ No 3 上屋内にある受変電設備に余裕があるとのことゆえ、これを利用することとし、Korteboam No 1 についてはターミナル内に受変電設備を設ける。

2) 給水設備

Korteboam No 1 については岸壁エブロンに船舶給水設備を設けるとともに、メンテナンスショップへはコンテナ洗滌に必要な給水設備を設けるものとする。

3) 給油設備

ストラドルキャリア、トラクター等に対する給油施設をKorteboam No 1 コンテナターミナル内に設ける。

2-1-2 コンテナ機器

コンテナターミナルの各種コンテナ取扱い機器は、その合理的な組合せにより一体となって、大量のコンテナの能率良い荷役・保管・受渡しというターミナル作業を行うものである。従って各機器の要目・作業サイクル・能力を考慮の上合理的な機種の設定および数の決定をせねばならない。表-V.2.1 にQEQ No 5 およびKorteboam No 1 コンテナターミナルに必要な機器とその主要目・必要数・コストを示した。

(i) コンテナクレーン(図-V.2.3)

Korteboam No 1 に2基、QEQ No 5 に1基設置することとした。QEQ No 5 を1基としたのは、バース全長300mに対してクレーン可動200mと短く、ここに20~25mという幅の広いクレーンを2基設置してもクレーン相互の干渉により各クレーンの能力を充分に発揮できないと思われるからである。クレーンレール幅(スパン)については既に触れた通りQEQ No 5 ターミナルの幅が狭いため及び基礎工事の関係上16mと狭くし(N-3-2-1 コンテナターミナル参照) Korteboam No 1 についても将来QEQ No 5 のクレーンの移設を可能とすべく同じレール幅とした。主要目は次の通り。

吊上げ荷重	フック下	35トン
	スプレッタ下	30.5トン
アウトリーチ		36m
バックリーチ		11m
スパン		16m
揚程	上	25m
	下	13m
巻上速度	(全負荷/無負荷)	50/120m/分
横行速度		150m/分
走行速度		45m/分

(2) ストラドルキャリア (図-V.2.4)

20/40フィートコンテナをそれぞれ3段積できるストラドルキャリアをQEQ No 5に3台、Korteboom No 1に8台設備する。必要台数は下記の如く求めた。

① QEQ No 5

コンテナクレーン荷役能力 25コンテナ/時間×1基=25コンテナ/時間

コンテナ受け渡し数 13.3コンテナ/時間

年間40,000個、稼働日300日、1日10時間作業とすれば

$$40,000 \div 300 \div 10 = 13.3 \text{本/時間}$$

(合計取扱いコンテナ数 38.3コンテナ/時)

ストラドルキャリアの作業サイクルは実績として4~5分であるがQEQ No 5はターミナル敷地が狭いゆえ、4分とすれば取扱い能力は15コンテナ/時間となる。従って必要台数は $38.3 \div 15 = 2.6$ (3台)

② Korteboom No 1

コンテナクレーン荷役能力 25コンテナ/時間×2基=50コンテナ/時間

コンテナ受け渡し数 $90,000 \div 300 \div 10 = 30$ コンテナ/時間

(合計取扱いコンテナ数 80)

ストラドルキャリア能力12コンテナ/時間(作業サイクル5分)とすれば必要台数は $80 \div 12 = 6.7$ (7台) +予備1台

(注) 必要台数をより正確に算出するためには、コンテナ船の寄港パターン、一船当りの揚積コンテナ数、コンテナ受け渡しのパターン(滞留期間)等を想定し、必要な荷役・受け渡し作業の分析を行った上で、機器の能力を考慮して計算する必要がある。しかしここでは寄港パターン・揚積コンテナ数・コンテナの滞留期間等に関してこれを合理的に想定しうる資料が全くないので上記便法をとった。尚上記に算出したストラドルキャリアの台数は日本のコンテナターミナルにおける経験と実績から必要とされる台数と合致するものである。

③ トラクター/トレーラー

LCLコンテナのターミナル/CFS間の運搬、空コンテナの載置き場への(からの)運搬、あるいはストラドルキャリアで取扱えない特殊コンテナの運搬等々に使用する。

(4) フォークリフトトラック

QEQ上屋背後での空コンテナ取扱い用として、1.5トンフォークリフト2台(コンテナ3段積可能なもの)およびCFSにおけるコンテナ貨物の受け渡し作業あるいはコンテナ詰め又は取出し作業用として1.5トンフォークリフトをQEQ No 5に6台、Korteboom No 1に18台必要である。これらCFS用1.5トンフォークリフトはコンテナ内部で作業するので排気ガスのない電気駆動とし、さらにコンテナ床強度(軽重5,160kg、タイヤの接地面積1輪当たり112

cd)からも問題のない自重のものでなければならない。さらに当然の事ながらマスト、ヘッドガードの高さはコンテナ内部高さ2.15m以下のものとする。

2-1-3 オペレーション

(1) オペレーションの概略

コンテナターミナルのオペレーション概略を輸出コンテナについて述べる。輸入コンテナについては逆の動きとなる。

- ① トラックで到着した輸出コンテナはターミナルゲートにて外観・ダメージの有無・封印等の検査を受けるとともに、重量の計量をする。搬入コンテナの明細(船社・船名・揚地・コンテナ番号・貨物の種類特に危険品等々)は重量とともにコントロールオフィスに伝えられる。ゲートにおける検査をもって荷送人(トラック)とターミナルのコンテナ受け渡しとなり、コンテナターミナルの責任の起点となるので必要なチェックを充分行い記録する。
- ② コントロールオフィスではゲートより送られた、積込船名/揚地/重量等搬入コンテナの明細に基づきヤード内蔵置位置を決め、これをトラックおよびストラドルキャリア運転手に指示する。ヤード内蔵置位置の決定は、輸出入コンテナの搬入予定、本船積込計画等に基づいて行う。このヤード内蔵置計画(Container Yard Planning)がうまく行われないと、ヤードスペースの不足(使用効率の減退)ヤード内荷操作業の増加等々ターミナル作業効率の低下を来す。
- ③ ストラドルキャリア運転手はトランスファポイントにてコンテナをトラックより受け取り、コントロールオフィスの指示に基づき、ヤード内所定の位置に運び蔵置する。ヤードにはこの蔵置場所の識別のためガイドラインを引いておく。このガイドラインは、ヤードスペースの有効利用を可能としあるいはストラドルキャリアの通路を指定して安全作業に役立ち、ヤード内コンテナの在庫管理になくてはならないものである。
- ④ 本船積込に際しては、ヤード内に蔵置きされたコンテナは本船積込計画(Containg Ship Planning)に従ってストラドルキャリアにてコンテナクレーン下まで運ばれて一旦地上に降された後コンテナクレーンにて本船に積込まれる。
- ⑤ コンテナ1個に満たない小口輸出貨物(LCL貨物)はトラックにてコンテナフレートステーション(CFS)に搬入される。CFSでは揚地/貨物の種類・量等によりコンテナに詰め込む。小口貨物を混載したコンテナ(LCLコンテナ)はヤードに運ばれ船積を待つ。

(2) 運営

前項に述べたオペレーションを効率よく実施し大量のコンテナ(貨物)の本船荷役・保管・受渡しというターミナルの目的を遂行するために必要な作業員の職種・人数については、コロンビアにおける労働関係諸規則、労使協定・慣行、作業時間割を始め作業員ひとりひとりの能力等様々な要因によって左右され、軽々に決められるものではない。ここでは日本のコンテナターミナ

スにおける一般的な職種とその役割について述べ、参考とするに留める。

① オペレーション管理部門

- Ship Planner 本船荷役計画の作成、実施
- Yard Planner コンテナのヤード内設置計画の作成、実施
- Radio Operator 荷役計画、設置計画に従って実施すべき作業の、各荷役機器運転手への連絡、指示
- Gate Clerk 搬出入コンテナの受付とそのドキュメンテーション業務
- Documentation / Accounting 必要な書類の作成・発行、作業料金の収受業務
- Maintenance Engineer 荷役機器、コンテナの点検整備及び補修

② オペレーション部門

- コンテナクレーン・ストラドルキャリア・ヤードトラクター等機器の運転手
- ゲートチェッカー ゲートにおける受渡しに際してのコンテナ検査
- 本船上作業員 本船上におけるコンテナのラッシング / アンラッシング作業

③ コンテナプレートステーション (CFS) 部門

- Clerk 貨物受渡し書類の作成発行、コンテナ詰め計画の作成業務等
- 作業員・フォークリフト運転手 貨物のコンテナ詰め、出しあるいはトラックとの受渡し作業
- 検数員 貨物のコンテナ詰め、出し / 受渡し時の検数・チェック業務

④ コンテナ関連諸規則・作業料率表の整備

現在コロンボ港におけるコンテナ貨物はすべて港域内にてコンテナ詰め・出しされており、コンテナに入ったまま受渡しされるいわゆる House Delivery は認可・実施されていない。大量のコンテナを効率よく迅速に受渡しし、コンテナによる輸送合理化のメリットを活かすためには、今後コンテナ化の進展に伴って House Delivery、あるいはコンテナの保税陸上輸送は不可欠となる。又、現行のコロンボ港のコンテナ作業料率表は、在来の一般貨物の港務荷役作業料金をコンテナに置き換へた云わば一般貨物に対する作業料率表の修正品といへる。コンテナターミナルのオペレーションに適った作業料率表とする必要がある。

コンテナ関連諸規則 / 作業料率表の整備あるいは通関等諸手続きの簡素化等、貨物輸送の合理化というコンテナ輸送のメリットを発揮できる法・規則体系の整備が実施されるべきである。

2-2 港内道路

港内道路は 1-3-5 で述べた計画の 4 車線のうち 2 車線および側溝、歩道について緊急に整備するものとする。

2-3 在来貨物用荷役機械

港湾荷役の現状については第Ⅱ部5章で述べた通りである。即ち、施設当り貨物の年間取扱い量は180,000トン/ベースあるいは1,024トン/mと高水準にあるが、一船当り荷役量約120トン/日(食糧船600トン/日、雑貨船380トン/日)という低水準である。これは平均1.6日(食糧船7.5日、雑貨船1.1日)というベース待ちのための滞船があり、このためベース占有率がほぼ100%というきわめて混雑した状態にある結果である。

低水準の港湾サービスは貨物輸送コストの増加を意味し、輸出入貨物の運賃の高騰を招く。恒常的に滞船がある場合船社が課徴する船積み割増運賃—コンジェクション・サーチャージ—がその顕著な例である。或いは滞船により貨物の受け取りが何日か遅れるということは、受荷主にとって在庫金利の負担増を意味する。さらには、既存施設の使用効率を減じ、新たな施設への投資を生む等々直接・間接的にその国の経済にとって明らかなマイナス要因である。輸出入全ドライカーゴの約94%を取扱って実質的にはスリランカ国の唯一の国際港であるコロombo港の港湾諸サービスの改善はスリランカ経済にとって大きなメリットとなる。また将来その地利的優位さを利用して近隣諸国への接続港として発展しその経済的効果を楽しめんとするならば、港湾サービス水準の向上とそれを背景とする港湾諸料金の適正レベル維持は欠かせない。ここでは当面的に船積み滞船状態の解消、荷役時間の短縮を図り、今後予想される貨物需要に対応すべく、港湾荷役の能率向上策を考え、必要な荷役機械について検討する。

2-3-1 港湾荷役の機械化

船から荷受人へまたは荷送人から船への貨物移送という港湾荷役が主として人力により行われていることは既に述べた。このうち能率向上のネックとなっているのは岸壁エブロンの上屋への搬入保管作業の非能率さにあると判断される。フォークリフトおよびパレットを用いたの貨物運搬・取扱い作業の機械化及び輸出貨物についても輸入雑貨と同様上屋経由の荷役として能率向上を期すことを提言する。即ち現状では船内積付場所から人力で運ばれた個々の貨物は船上でロープスリングまたはネットスリングにまとめられ岸壁エブロンに降される。このスリングという大きな単位にまとめた貨物をそのままフォークリフトにて上屋へ横持搬入し、上屋内に積上げ保管すればきわめて能率が良い。しかしながらロープスリング/ネットスリングという形状がフォークリフト作業に適さないため(更に個々の貨物の検数、仕訳という作業が加わることもあって)岸壁エブロンにて再び個々の貨物に分散され1~2個ずつ人力・手押し車にて上屋に搬入・保管される。この人力による搬入作業がはかどらないために荷役能率の低下を招き、船内での荷扱いに遊びを生じている状態にある。従ってフォークリフトによる作業を可能とするためパレットを使用すべきである。このフォークリフト・パレットを使用した港湾荷役は次の通りである。

船内において人力により貨物をパレットに積み、パレットスリングを使用して岸壁エブロン

降す。エブロンにて貨物をパレットより降すことなく、そのままフォークリフトにて上屋に搬入し、ここでもパレットのまま保管する。荷渡しに際してはフォークリフトにてパレットに乗った貨物を荷受人トラックまで運び貨物を渡す。(積荷の場合は逆となる。)換数、仕訳については、できる限り船内において同一ロット(荷印)の貨物を一つのパレットに積み、異った荷印の混載を避ける。あるいは混載貨物の場合は船内から揚ったパレット貨物をそのまま上屋内に仮保管し、換数、仕訳作業は本船の荷役とは、一応切り離した形で本船出帆後等バースの空いた時間を利用して行うことによりこれがエブロン/上屋間の貨物のスムーズな移動を阻害し荷役能率向上のネックとならぬようにする。

船内におけるパレットへの貨物積付けは貨物個々の荷姿・重量等に対応した船内ギャングの人員構成とすれば能率向上は可能であり、エブロン/上屋間の貨物移送もこれに対応した能率向上がフォークリフト・パレットの使用により可能となる。

現行、輸出貨物(積荷)については直積み方式がとられ上屋/エブロン間の貨物構持ち作業はない。にもかかわらず、荷役能率は9.0トン/ギャング/時間と輸入雑貨の8.3トン/ギャング/時間と余り変わらない。これは既に触れた如く必要な貨物が必要なときに船内エブロンに用意されていないこと等による待ち時間の増加、能率的な積荷作業遂行に必要な作業計画を事前に立て難いこと等によるものである。換言すれば直積み方式(直渡し方式)は船と上屋および上屋と荷受人(荷受人)との間の貨物の移送という時間的・量的に大きく異なる二つの作業を、いったん貨物を保管することにより調整している上屋の緩衝機能を活用していないために能率の良い荷役ができないと云へる。従って輸出貨物についても事前に上屋に搬入・本船到着を待つて積み込むという上屋経由の港荷役(Terminal Receiving System または Pre-warehousing)とする方が能率の向上を図れる。尚現状直渡し方式をとっている食糧についても上記輸出貨物と同じ事情にあるが直ちに上屋経由荷役とせず当面現状通りとする。理由は①上屋スペースが不足(注)②上屋を持たないバースがありこれを活用する。③大口単一貨物であり受荷主が限定されている故受取りトラックの手配等雑貨に比べ問題ない。(現行荷役能率が20.1トン/ギャング/時間と一般雑貨に比べ良好であることがその証左である。)による。はしけ岸壁におけるはしけ荷役についても上記同様、フォークリフト・パレットを使い上屋経由荷役とする。さらに、はしけの貨物積載効率は減少するがパレットのままはしけに貨物を積載すれば陸上/はしけ間のみならず、はしけ/本船間の荷役能率も向上するので、はしけに余裕があれば実施することを進言する。

(註) バース背後上屋の貨物取扱能力

上屋の貨物取扱能力(年間)は

上屋面積×単位面積当り収容量×貨物収容率×回転率

により求められる。

上屋面積 : 52,620 m^2 (バース背後上屋QEQ No.1~4, BQ No.1~4及びPVQ No.1,2)

単位面積当り収容量 : 24 $/m^2$ (フォークリフト・パレットを使用した場合の一般的な数値)

貨物収容率 : 0.60 (60%)とする。

回転率 : 26回/年 (SLPAによれば貨物の滞留期間は最大で2週間とのことゆえ、 $365/14=26$ 回/年)

であるゆえバース背後上屋の年間取扱い総量は

$$52,620 \times 24 \times 0.6 \times 26 \approx 1,642 \text{千トン}$$

他方、上屋の需要は全雑貨(食糧を除く)のうち80%が上屋を利用するとすれば、次の通り。

	1978年	1983年
一般雑貨(除食糧)	2,099	1,837 (除くコンテナ)
うち上屋を利用するもの(80%)	1,679	1,470
食糧	836	577
上屋利用貨物(雑貨+食糧)	2,515	2,047

(千トン)

従って食糧をも上屋経由とすると上屋が不足する。

2-3-2 必要な荷役機械

上述港湾荷役を行うに必要なフォークリフト及び既存の老朽した荷役機械の代替・補充に必要なモビルクレーン、フローティングクレーンについて現在数・必要数・補充すべき数及びその価格(CIF価格)を表-V.2.2に示した。これら荷役機械は恒常的なバース待ちによる滞船という現状を荷役能率の向上により解消すべく、できる限り速やかに整備されるべきである。以下、各機械につきその必要数等につき述べる。

(i) フォークリフト

一船当りの在港期間を短縮して滞船の解消を図るためには、ギャング当りの荷役能率向上は勿論のこと、一船当りの荷役量/日を多くしなければならない。フォークリフトの活用により荷役能率を15トン/ギャング/時間まで向上しても(後述荷役機械化の効果参照)、1978年実績の如く一船当り2.5~2.8ギャング就労では、1日2シフト、16.5時間作業(0730時から2400時まで)として一船当り荷役量は約650トン/日である(2.65ギャング \times 15トン/ギャング/時間 \times 16.5時間=656トン)。船社が一般的に港湾に期待する800~1,000トン/日を目標とするならば

$$1,000 \text{トン/日} \div 15 \text{トン/時間} \div 16.5 \text{時間} = 4.04 \text{ギャング}$$

と約4ギャング就労が必要となる。一船当り4ギャング就労を基準にしてフォークリフト必要

数を計算する。

- ① 本船荷役（沿岸及び荷渡し）作業用として5トンフォークリフト35台及び3トンフォークリフト35台。……

上屋経由の荷役可能なQEQ4, BQ5, PVQ2, 及びCoaster2（1バースとして計算）計、12バースにつき4ギャング就労、ギャング当りフォークリフト2台（沿岸・上屋・荷渡し）バース使用率60%、フォークリフト不稼働率20%とすると必要台数は

$$12 \times 4 \times 2 \times 0.6 \times 1.2 = 69.12 \text{ (70台)}$$

- ② はしけ岸壁におけるはしけ荷役、沿岸作業用として5トンフォークリフト14台、3トンフォークリフト14台。……

はしけ岸壁にある上屋14棟に対し各2台（含む不稼働分）

- ③ 船内荷扱い用として2～3トンフォークリフト30台。……

全接岸バース（Coasterバースは2バースで1バースとした）に対し各2台（含む不稼働分）このフォークリフトは本船中甲板にても作業可能なマストの高さ2.5m以下のものが望ましい。尚補充すべき台数の算出に当っては一般に維持修繕費との兼ね合いからフォークリフトの寿命は8～10年とされるので10年以上経過の古いものは廃棄新替とした。

（参考）フォークリフトを一般雑貨の港湾荷役に活用するためには既述の如くパレット及びパレットスリングが必要であるが、これらの必要数は次の如く計算される。

空 パレット 14,000枚

1978年一般雑貨取扱量（除く食糧）	2,099,000トン
QEQ№5コンテナによる取扱量（予測）	500,000トン（-）
一般雑貨取扱い量	1,599,000トン
パレット使用雑貨	上記の70%
パレット回転率	5.2回/年（365日/7日）
パレット当り扱量	1.5トン/回

とする

$$1,599,000 \times 0.7 / 5.2 \times 1.5 = 14,350 \text{ 枚}$$

空 パレットスリング 80個（図-V.25）

全15バースに対し各4個計60個、はしけ岸壁全長約1,000mに対し50m（はしけの長さ）当り各1ヶ計20個

- ④ モービルクレーン

1978年に全ドライカーゴの約1割、300千トン/年を取扱っているMid-Streamバースは、コンテナバースの建設・コンテナ化の進展により増々荷役施設としてのその役割を減じる。（1978年一般雑貨約2,935千トンに対し、1983年一般雑貨（除くコンテナ）は約2,414千トンと予測される。）従ってはしけ荷役用としてのモービルクレーン整備・投資は行いべきではない。しかしながら現存するモービルクレーン、岸壁クレーンはいずれも10

年以上を経てきわめて老朽化しており、なかには25年以上というつくに耐用年数を超えたものもある。従って一般貨物取扱用あるいはシングルブーム船等の低性能設備船の荷役補助手段等港内機能としてモビルクレーンを整備・保有しておく必要がある。QEQ, BQ, GP, 及びPVQの本船接岸バース計4ユニットに対し各2台合計8台が必要と考える。これらモビルクレーンは接岸本船の荷役ができるように作業半径16mにて3トン以上の吊上げ能力があるものとした。(最大吊上げ能力は作業半径3mにて30トン。)

(3) フローティング・クレーン(図-V.2.6)

スリランカ経済の発展・社会基盤の整備を進めると共に、あるいは港湾整備を進める上で、マハベリ河開発プロジェクトの発電機の荷揚、港内沈船の撤去、係船浮標の保守/撤去等々の大型重量貨物の取扱いの要請は増々増加すること間違いない。SLPA関係者は現存フローティングクレーン(最大吊荷重60トン, 35年経過, スチーム式)の容量不足, 能率の悪さを嘆いている。社会的経済的の要請に応えるためには吊り能力100トン程度のフローティングクレーンが必要と考える。主要要目は次の通りとしその概略図を図-V.2.6に示す。

- 最大吊り能力 100トン(アウトリーチ12mにて)
- 旋回式ブーム
- 被曳航式
- 居住設備なし

2-3-3 機械化の効果

上述, 港湾荷役の機械化により

(1) 荷役能力の向上

(2) 上屋スペースの有効利用

が可能となり, その結果

(3) サービス水準の向上

① 停泊時間の短縮………添給の解消・荷役時間の短縮

② 港湾荷扱いにおける貨物損傷の減少

(4) 港湾経営の効率化

① 生産性の向上

② トランシップ貨物の誘致

③ 港湾設備投資の節減

等々の効果が期待される。

(1) 荷役能力の向上

フォークリフト/パレットを使うことにより, 上屋-エプロン間の貨物移送・取扱い能力は飛躍的に向上し, もはや荷役作業のネックとはならない。日本におけるフォークリフト/パレ

ットによる一般雑貨の荷役能率は30～40トン/ギャング/時間であるが、このような高い能率を達成するためには、作業者のフォークリフト/パレット荷役に対する訓練・習熟が必要であるのみならず、船—上屋間の貨物の能率良い移動を可能とする荷扱い以外の諸能力の向上も図られなければならない。例へば①ウィンチマンの技術向上②貨物のスムーズな流れを阻害しない迅速な換載作業。このためできる限り一つのパレットには同じ荷印の貨物のみを積むことが大切である。③荷役作業計画・上屋への貨物積付・保管計画の作成④作業全般の指揮・監督等々である。コロンボ港の現状・気候等を考慮すればフォークリフト/パレット荷役とした場合15トン/ギャング/時間の荷役能率は達成可能と考えられるがこれは1978年一般雑貨(除く食糧)能率のおよそ2倍である。

(2) 上屋スペースの有効利用

現状は人力による上屋内貨物積付けであるため積上げ高さは、1～1.5mであり、床面積の約20%程度を通路とするので、単位面積当りの収容量はおおよそ1トン/m²と思われる。フォークリフト/パレットを使用して多段積とし貨物を高く積み上げることにより、単位面積当り収容量を増加・上屋スペースの有効利用が可能となる。このことは現在直積み方式をとっている輸出貨物も上屋経由荷役とすることができ荷役能率の向上も図れる。

(3) サービス水準の向上

① 停泊時間の短縮………荷役能率の向上・一日当り荷役量の増加

により各船の停泊時間が短くなり、船という資産の使用効率が上がる。停泊時間の短縮は下記の通り、1978年実績と比較すると延べ4,970日/年あるいは一船当り4.0日となる。

△ 1978年実績

		待ち日数+荷役日数=停泊日数			延べ停泊日数
食糧船	101隻	7.5	13.9	21.4	2,161.4
輸入一般雑貨船	591隻	1.4	5.0	6.4	3,782.4
輸出船	548隻	0.8	4.8	5.6	3,068.8
計	1,240				9,012.6

9,012.6 船一日 / 1,240 隻 ÷ 7.3 日 / 隻

△ 輸入一般雑貨船及び輸出船の荷役能率が15トン/ギャング/時間に向上し一日当り荷役量800トン(15トン/ギャング/時間×16.5時間/日×4ギャング×0.8稼働率)となつたとすると、

		延べ停泊数
食糧船	101隻×13.9日	1,403.9日(註)
雑貨輸入・輸出船	2,109,000トン/800	2,636.3日
(計)		4,040.2日 …… 1,240 隻
		4,040.2 船一日 / 1,240 隻 = 3.3 日

(註) 荷役能率がこのように向上した場合、バースの使用効率がよくなり、船混みによるバース待ち日数は零になる。即ち、この場合のバース占有率は延べ停泊日数4,040.2船一日/15バース×365日=0.74(74%)となり、一時的な入港船の集中時を除けばバース待ちによる滞船はなくなる。

② 港湾荷扱いにおける貨物損傷の減少

貨物を積んだり降したり、取扱い回数が多ければ多いほど貨物が損傷を受ける機会が多くなるのは当然のことである。パレットを使用することにより貨物は船または荷受人(荷送人)への受渡しの際にのみパレットに積降しされるだけであり、船—荷受人(荷送人)間の中途は同一パレットに積まれたままである。このことは現行のロープスリング/ネットスリングによる荷役に比べ、貨物が損傷を受ける機会をより少なくすることになる。

(4) 港湾経営の効率化

① 生産性の向上

荷役能力の向上及び省力化(ギャング当り人数の減)が可能となり、現行港湾荷役料金が貨物のトン当り料金であることよりして収益率が向上する。省力化に関しては、現状ギャング当り作業員数は船内荷役17~21名、沿岸荷役15名、上屋貨物受け渡し7~9名合計39~45名であるのに対し、機械化後は、25~30名(註)と約35%節減可能と考える。従って現在のSLPA(P/C)作業員数のまゝでも一船当りギャング数は1978年末積2.8または2.5ギャングの35%増のおよそ4ギャング弱供給可能となる。

(註) 現状及び機械化後のギャング当り人数は次の通り

	職 種	現 状	機 械 化 後	Remark
船内荷役	Tindal	1 名	1 名	
	Winchman	4 名	2 名	技能向上による。
	Holdran	12~16 名	12~16 名	機械化後は船内荷役が能率の異となり、この程度の人数が望ましい
	(小計)	(17~21名)	(15~19名)	
沿岸荷役	Kangany	1 名	1 名	
	Labour	14 名	4 名	機械化により、スリングの掛け外し等4名程度で充分となる。
	(小計)	(15名)	(5名)	
上屋受渡し	Kangany	1 名	1 名	
	Labour	6~8 名	4~5 名	機械化による減員可能
	(小計)	(7~9名)	(5~6名)	
合 計		39~45名	25~30名	

② トランシップ貨物の誘致

現状では、スリランカ国内貨物で手一杯であるが荷役能率の向上による施設利用効率の向上、あるいはバースの整備、コンテナバースの建設等により港湾の取扱い能力に余力が生じればトランシップ貨物を誘致取扱えるようになる。これは港湾の収益を増し、スリランカ経済にとっても良いことである。トランシップ貨物は地理的便利さは勿論のこと、さらに当然の事ながら港湾諸サービスの内容及びその料金水準をも選択基準として、トランシップすべき港を選ぶものである。高荷役能率による短い停泊時間、生産性の向上による港湾料金の低価格維持は強力なトランシップ貨物の誘因となる。

③ 港湾設備投資の節減

能率の向上は、限られた港湾施設で最大の取扱い能力を発揮できることとなり、新たな港湾施設建設の必要性をなくし、必要な投資を最小化する。このことは港湾経営のみならず国の経済にとっても利益となる。

2-4 施設・機材計画の総括

緊急計画の施設・機材の総括表を表-V.2.3に示す。

表-V.2.1 QEQ№5およびKQコンテナターミナル荷役機器/コスト

(Unit: \$1000 US\$)

Equipment	Specifications	QEQ #5		Korteboom		Total Cost
		Q'ty	Cost	Q'ty	Cost	
Container Crane	Rated load under hook 35 tons (under spreader 30.5 tons) Rail span 16 m	1	3,017	2	6,034	9,051
Straddle carrier	Rated load under spreader 30.5 tons Stacking 3 high for 20'/40'	3	960	8	2,560	3,520
Yard-use Tractor	Coupling load 12.5 tons, Hydraulic lifting coupler type	2	52	5	130	182
Yard-use Trailer Chassis	Rated load 30.5 tons for 40' Rated load 20.5 tons for 20'	2	18	15	135	153
		8	56	20	140	196
Forklift Truck	Rated load 15 tons with spreader stacking 3 high	2	274	—	—	274
Forklift Truck	Rated load 1.5 tons, Battery driven	6	84	18	252	336
Weighing Scale	50 tons load	—	—	2	82	82
(Total)			4,461		9,333	13,794

表-V.2.2 荷役機械の現在数・必要数・補充すべき数及びそのコスト

(Unit: \$1000 US\$)

Equipment	Capacity (Tons)	No. existing	No. to be condemned	No. Available	No. Needed	No. to be Purchased	Cost per unit	Total Cost
Forklift Trucks	2-3	71	30	41	79	38 (3T)	12.2	464
	5-6	2	—	2	49	47 (5T)	22.1	1,039
	10	3	—	3	3	—	—	—
	25	2	—	2	2	—	—	—
							(Sub. Total)	(1,503)
Mobil cranes	2-4	20	20	—	—	—	—	—
	10	5	—	5	5	—	—	—
	30	—	—	—	8	8	182.8	1,462
Portal wharf cranes	3	1	—	1	1	—	—	—
	6	19	—	19	19	—	—	—
Wharf cranes	1.5-3	13	—	13	13	—	—	—
							(Sub. Total)	(1,462)
Floating cranes	60	2	—	2	2	—	—	—
	100	—	—	—	1	1	4,572.0	4,572
							(Sub. Total)	(4,572)
							Total Cost	7,537

(Note) Forklift trucks and mobile cranes of more than 10 and 15 years old respectively are regarded as to be condemned.

表-V.2.3 緊急計画包括表

Item	Unit	Q'ty	Cost		Target Year	Note
			Value (1,000 US\$)	Share (%)		
Conventional Berths						
KQ #2 (New Berth, Temporary)	Berth	1	-		1983	Modified to CTNR Berth after 1988 Transferred to COL
NGP #1 (Cargo Berth → Ship Repair Berth)	Berth	1	-		1983	
Cargo Handling Equipment	Set	1	7,537	10.7	1980	
Forklift (3t)	(No.)	(38)	(464)			
Forklift (5t)	(No.)	(47)	(1,039)			
Mobile Crane (30t)	(No.)	(8)	(1,462)			
Floating Crane (100t)	(No.)	(1)	(4,572)			
Sub Total			7,537	10.7		
Container Berth						
QEQ #5 (Crane Foundation, etc.)	Set	1	2,293	3.2	1981	Includes Construction Cost for 250m of #2
KQ #1 (Bulkhead, etc.)	Set	1	33,912	48.1	1983	
Dredging			2,880	4.1	1983	
Container Equipment	Set	1	13,794	19.6	1981, 1983	
(Container Crane)	(No.)	3	(9,051)			
(Straddle Carrier)	(No.)	11	(3,520)			
(Others)	(Set)	1	(1,223)			
Sub Total			52,879	75.0		
Road (2 Lanes)	km	5.7	1,524	2.2	1982	2 Lanes, Ditches and Sidewalks
Engineering	Set	1	2,111	3.0		
Physical Contingency	Set	1	6,407	9.1		
Grand Total			70,458	100.0		

図-V.2.1 QEON05コンテナグーミナルレイアウト

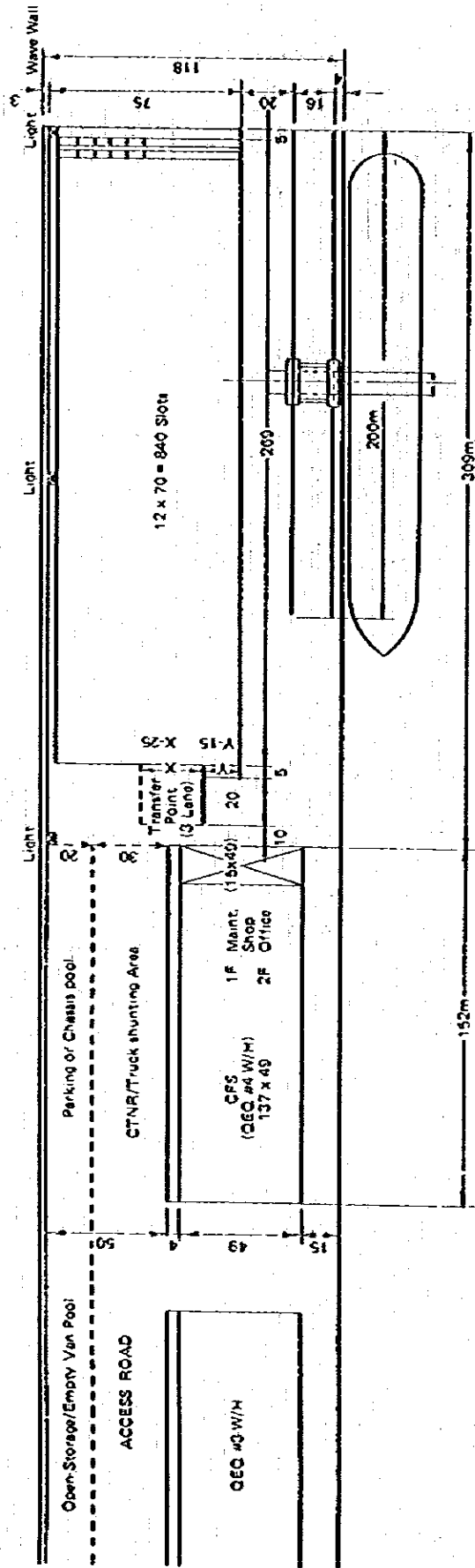


図-V.2.2 Korteboomコンテナターミナルのレイアウト(緊急計画)

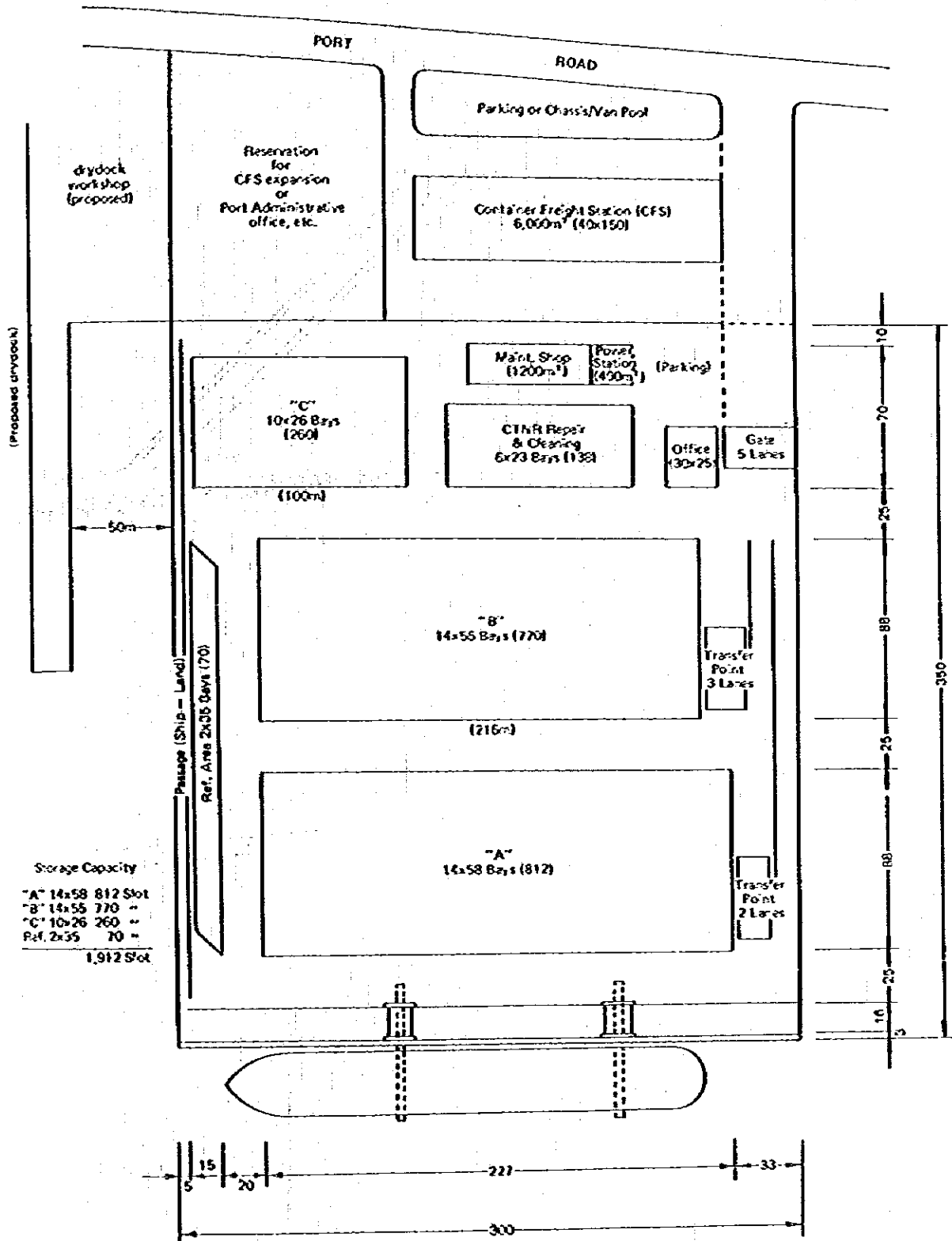


図-V2.3 コンテナクレーン

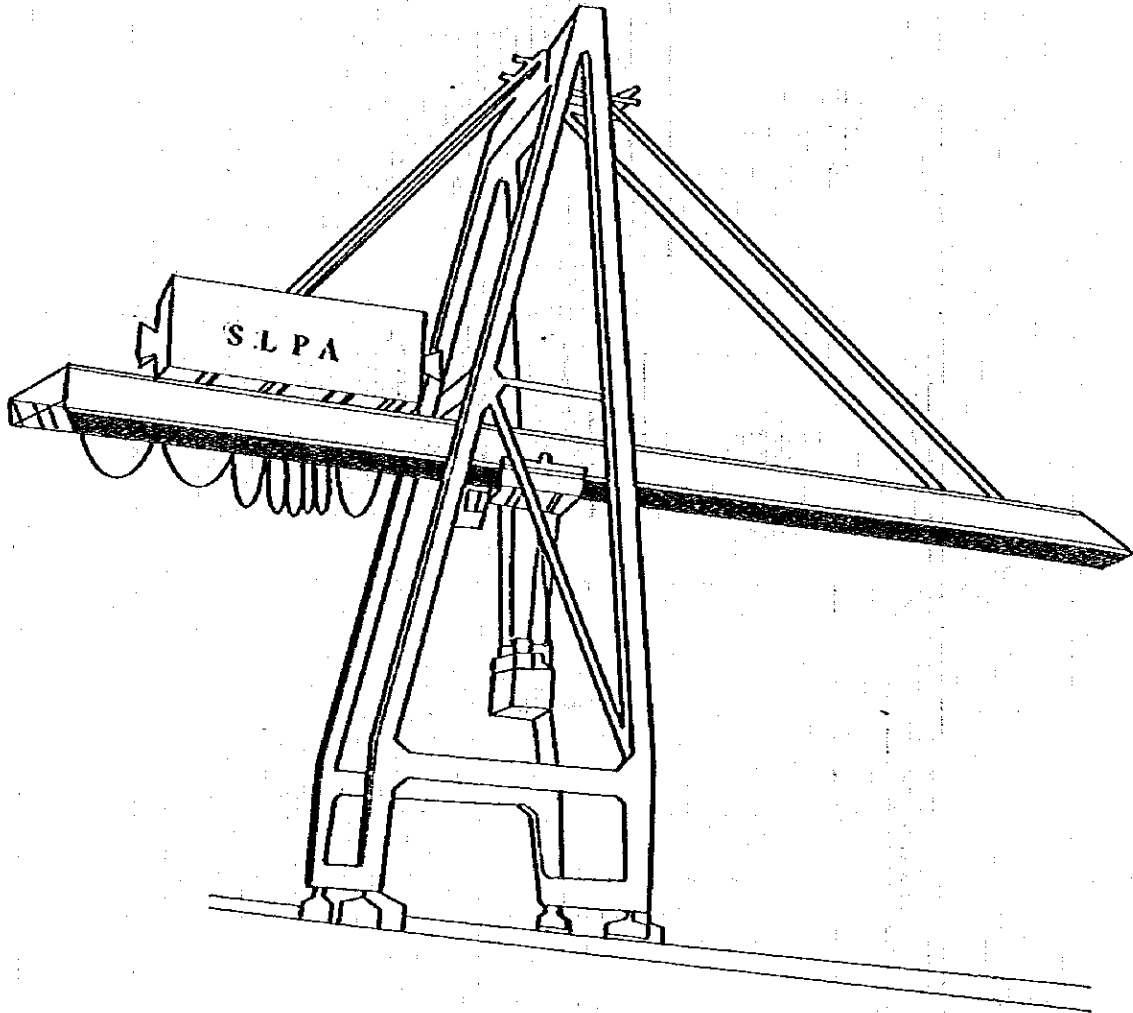


図-V.2.4 ストラドルキャリヤ

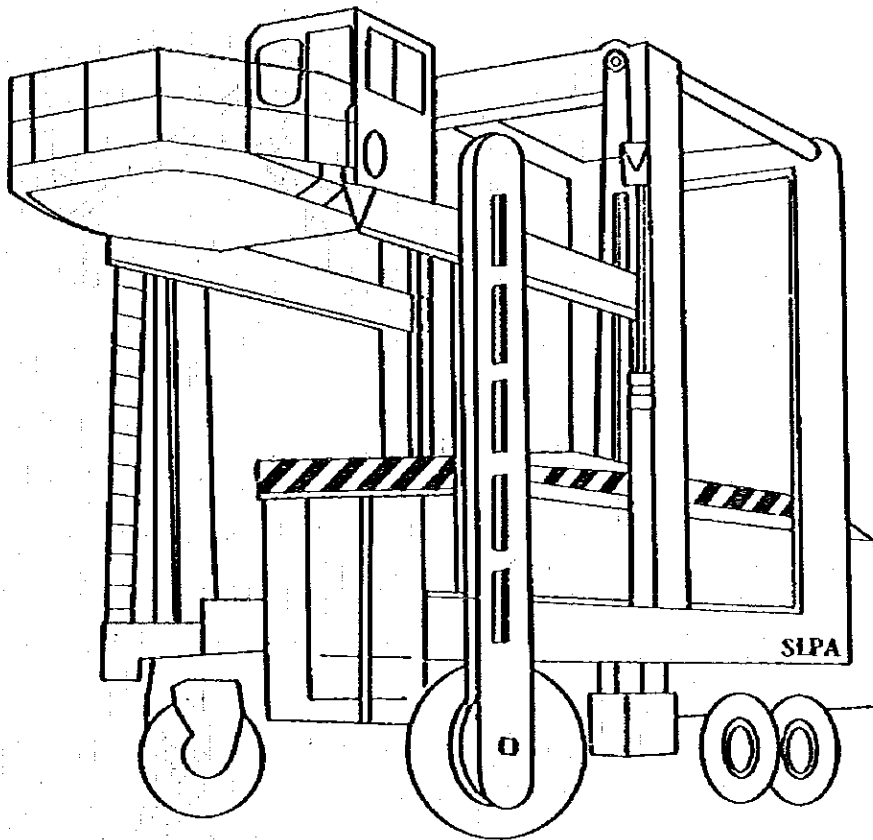


図-V.2.5 パレットスリング

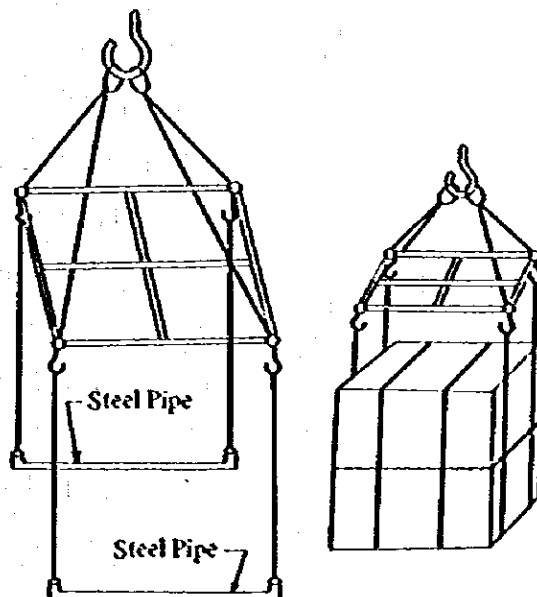
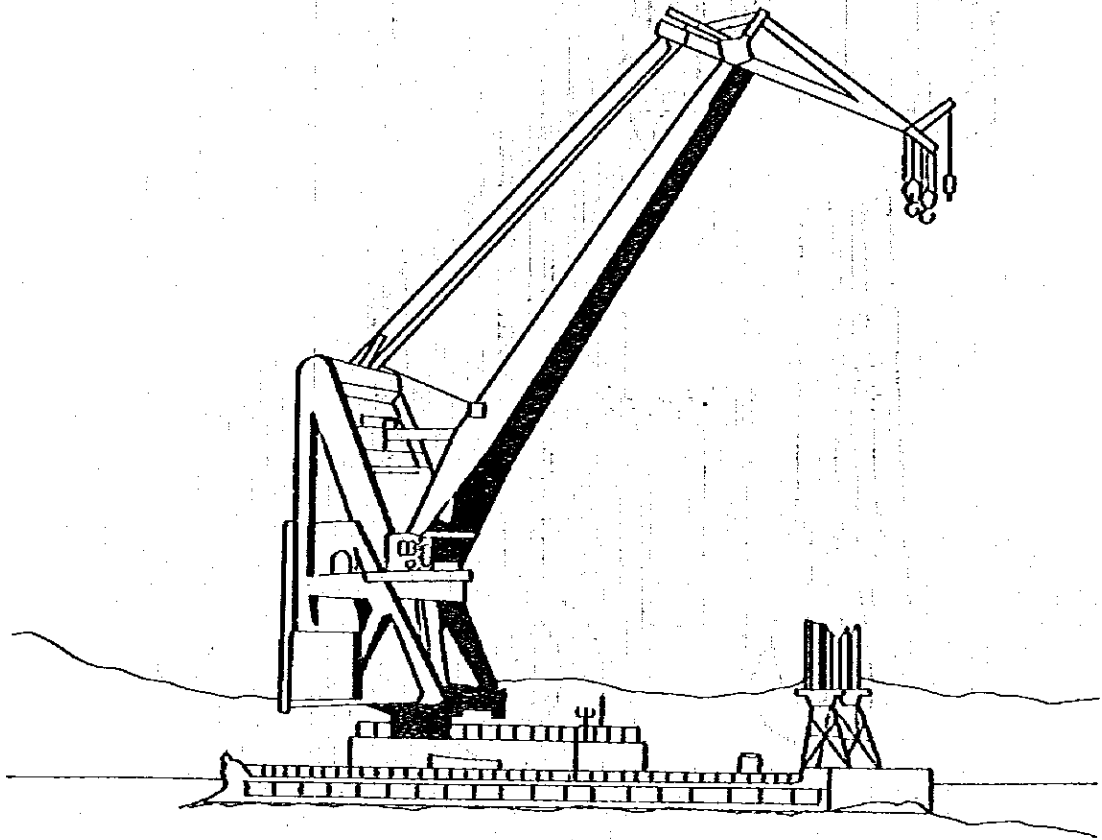


図-V2.6 フローティングクレーン(100トン)



第3章 標準設計

3-1 構造物の種類

コロンボ港整備計画のなかで緊急性が高く1983年までに建設、整備されるべき港湾構造物は次の通りである。

(1) Queen Elizabeth Quay No.5のクレーン基礎

既設の係船岸上にコンテナクレーンを設置して、この埠頭をコンテナ埠頭化することが可能かどうかの検討を行ない、もし不可能な場合には、この埠頭を改修するために必要な設計を行なう。

(2) Queen Elizabeth Quay No.4

Queen Elizabeth Quay No.5のコンテナ化にともないコンテナクレーンレールの一部(計画では全長300mのうち約100m)が、Queen Elizabeth Quay No.4の係船岸上に設置される。Queen Elizabeth Quay No.4の係船岸の構造はQueen Elizabeth Quay No.5の係船岸とは構造様式を異にし、コンクリートブロック積係船岸である。このコンクリートブロック積係船岸上にコンテナクレーンが設置可能かどうかについて技術的な検討を行なう。

(3) 新コンテナ埠頭

Coaling Jetties前面水域に建設される新コンテナ埠頭の係船岸(設計水深-12mおよび-10m)、護岸(設計水深-7.5m)の標準設計、コンテナクレーン基礎、マーシャリングヤードの舗装の設計を行なう。

3-2 Queen Elizabeth Quay No.5のクレーン基礎

3-2-1 Queen Elizabeth Quay No.5の現状

この埠頭は、Queen Elizabeth Quay No.4の延長工事として、South-West 防波堤の港内側に長さ200m、幅100mを埋立てることによって建設されたものである。建設工事は1971年から開始され、1979年度でほぼ完了している。Queen Elizabeth Quay No.5とは、ここでは、新たに拡張された新しい岸壁構造をもつ埠頭をいう。

係船岸の構造様式は一種の円筒形ケーソンタイプの重力式岸壁(以後、これをシリンダーとよぶ)で、図-V.3.1に示す構造となっている。シリンダーは、図-V.3.2に示す外径8.1m、内径6.9m、高さ0.9m、重量24tの円筒ブロック(以後、これをセグメントとよぶ)を18個積み重ねたものである。

シリンダーの施工にあたっては、まずあらかじめならされた海底地盤上にセグメントが積上げられ、全体としてシリンダーが構成された。シリンダーの一部が海面上に表われた時点で、シリンダー内部をクラブにより掘削し、シリンダーの自重によって、シリンダーを支持地盤まで沈下

させる方法がとられた。セグメント肉厚部にある40個の円形の穴のうちの20個に水中コンクリートを打設し、残りの20個の穴に砂を中詰めして、各セグメントは一体化されている。シリンダーの内部には、砂を中詰めしてある。シリンダーの底面の設計深度は-15.6 mである。

海側脚用のクレーンビームの中心軸は、接岸面から4.2 m離れた位置にあり、この位置はシリンダー中心軸から0.45 m海側に寄った位置である。クレーンビームの荷重をシリンダーに伝達するためのトランスファービームは、4.35 mの等間隔で各シリンダー上に2本ずつ建設されている。ビームの設計はとりあえず表-V.3.1のコンテナクレーンを対象に行なわれているが、陸側のコンテナクレーン脚用の基礎の施工は実施されておらず、今後、コンテナクレーンの仕様が決定的次第施工される予定である。図-V.3.3は Sri Lanka Ports Authorityが行なったビームの設計図を示している。Queen Elizabeth Quay 地5には図-V.3.1に示すシリンダーが28個使用されている。各シリンダーは図-V.3.4に示すように、ポストテンション方式のコンクリート製トイビームにより図-V.3.5に示す柱シリンダーによって連結されている。柱シリンダーは、シリンダー2個につき1個の割合である。

3-2-2 コンテナクレーンを設置した場合のシリンダーの安定解析

シリンダー上にコンテナクレーンの海側脚が載った場合のシリンダーの支持力、滑動、転倒についての安定性を調べるために、次の計算条件を用いて計算を行なった。

(i) 計算に用いた条件

(a) 荷重

コンテナクレーン : 表-V.3.1, 表-V.3.2

コンテナ3段積 : 3.0 t/m^2

(b) コンテナクレーンによる鉛直外力

作業時輪荷重 : クレーン最大輪圧の10%増とする。

(c) コンテナクレーンによる水平外力

作業時はクレーン走向方向に直角にクレーン最大輪圧の10%とする。

(d) 潮位差 : +0.72 m HWOST, ±0.00 m LWOST

(e) 残留水位 : +0.24 m

(f) 土質

裏埋材 : 砂質土 +0.7 m ~ +0.24 m $\phi = 30^\circ$, $r = 1.8 \text{ t/m}^2$

砂質土 +0.24 m ~ -15.6 m $\phi = 30^\circ$, $r = 1.0 \text{ t/m}^2$

シリンダー前面の海底土

砂質土 -12.6 m ~ -15.6 m $\phi = 30^\circ$, $r = 1.0 \text{ t/m}^2$

(g) シリンダー前面水深 : -12.6 m

(h) シリンダー部コンクリートの単位体積重量 : 230 t/m^3

- (i) ビーム，上部工の単位体積重量：2.45 t/m³
- (j) アンカーシリンダーの安全率：2.5
- (k) 設計震度：0
- (l) シリンダー底面の摩擦係数： $\mu = 0.58$
- (m) シリンダーの壁面摩擦角： $\delta = 15^\circ$
- (n) コンテナクレーン作業限界風速；16 m/sec
- (o) 暴風時の風速；50 m/sec

(2) 計算に用いた仮定

- (a) シリンダーの中詰砂はシリンダーと一体の挙動をなし，シリンダー全体として剛性壁とみなされる。
- (b) シリンダーに作用する土圧はシリンダーの中心軸方向にむかう。
- (c) シリンダーの傾斜による浮力および自重の変化は無視する。
- (d) シリンダーの傾斜による底面積の減少は無視する。
- (e) 単一のシリンダーについて独立に安定解析を行なう。

(3) 計算の結果

計算の結果シリンダー上部にコンテナクレーンが載った場合のシリンダーの滑動，転倒およびシリンダー根入れ部のはらみ出しに対しては安全率がそれぞれ1.2以上，1.2以上，1.5以上となることが確認された。しかしながら，シリンダーを支持する地盤については，コンテナクレーンの荷重を充分安全に支持することができるかどうか疑問な点が存在することが明らかとなった。すなわち，図-V.3.6は，Queen Elizabeth Quay No.5の標準貫入試験によるN値とシリンダーの設計断面図を示したものであるが，図-V.3.6によれば，シリンダーの底面はN値9～10の層内に位置している可能性がきわめて大きく，この層でコンテナクレーンを含めたシリンダー全体が安全に支持されるとみなすことはきわめてむずかしい。したがって，ここでは以下にシリンダーの支持力に関する解析結果について詳述することにする。

(a) コンテナクレーンによる外力

i) 作業時

表-V.3.1, V.3.2はSri Lanka Ports Authorityが標準設計に用いたコンテナクレーンと日本におけるコンテナ埠頭の代表的なコンテナクレーンの仕様を示したものである。これらの表により，コンテナクレーン全重量と最大輪荷重の関係を図示すると図-V.3.7の通りで，海側脚の最大輪荷重38.2 t/輪，陸側脚の最大輪荷重32.4 t/輪が得られる。もちろん，コンテナクレーンの種類によって，海側および陸側の最大輪荷重ともその値が異なってくることは明らかであるが，上記の値を採用しておけば，一般に用いられているコンテナクレーンには充分対応可能である。

ii) 暴風時

図-V.3.8は暴風時の最大輪荷重を表-V.3.2より図示したものである。この場合に、最大風速として50 m/secが想定されている。コロンボ港の最大風速は1-2-4自然条件によると、38 m/sec(50年確率の風速)であるので、最大輪荷重は図-V.3.8に示す値よりもやや小さくなることが予測される。いずれにせよ、ここでは海側クレーン基礎となるシリンダーの安定について検討を行っており、この場合、作業時における最大輪荷重が暴風時より大きいので作業時についてのみ検討すればよい。

(b) シリンダー前趾の端趾圧

i) 作業時

(i)で述べた計算条件のもとにシリンダー底部前趾の端趾圧を求めた結果を図-V.3.9に示している。図-V.3.9中で8輪/脚のコンテナクレーンが6輪/脚のコンテナクレーンより端支圧が大きくなっている。これは図-V.3.10に示すように、クレーンビームを無限スパンとして、トランスファービームA、Bを介してシリンダーに伝達される鉛直荷力の影響値を求めた場合、前者の方が影響値が大きくなることによるものである。いずれにしても、一般に用いられているコンテナクレーンをシリンダー上に設置した場合に、端支圧として、39.3 t/m²~41.6 t/m²の応力が発生することになる。

(c) 支持力の検討

図-V.3.11(a)および図-V.3.11(b)は、基礎地盤が粘土および砂の場合の許容支持力 q_a を、それぞれ

$$q_a = N_c \frac{c}{F_s} + r_2 D_f (\text{t/m}^2) \quad (\text{粘土})$$

$$q_a = \frac{1}{F_s} (\beta r_1 B N_r + r_2 D_f N_q) + r_2 D_f (\text{t/m}^2) \quad (\text{砂})$$

によって求めたものである。

ここに

N_c, N_q, N_r : 支持力係数

F_s : 安全率 3

r_1, r_2 : 土の単位体積重量 1.0 t/m³

D_f : 根入れ長 3.3 m

c : 粘着力 (t/m²), 但し、基礎地盤中では一定とする。

ϕ : 内部摩擦角(度), 但し、基礎地盤中では一定とする。

β : 基礎の形状係数, 円形 0.3

である。

また、図-V.3.11(a)および図-V.3.11(b)には

$$q_u = 2c \div \frac{N}{8} \quad (\text{粘土})$$

$\phi = \sqrt{12N} + 15$		粒度が悪く丸い粒子
$\phi = \sqrt{12N} + 25$	(砂)	粒度が良く角ばった粒子
$\phi = \sqrt{12N} + 20$		粒度が悪く角ばった粒子
		粒度が良く丸い粒子

の関係を用いてもおよび ϕ と N 値の関係を求めたものも示している。図-V.3.11(a)、図-V.3.11(b)中の破線は、(b)で求められた端支圧に耐えうるにはどの程度の N 値が必要かを表わしたもので、基礎地盤が、

粘土地盤の場合 N 値 > 21 ~ 22

砂地盤の場合 N 値 > 15 ~ 16 ; (粒度が悪く角ばった粒子
粒度が良く丸い粒子
N 値 > 28 ~ 29 ; 粒度が悪く丸い粒子

が得られる。

一方、土質調査の結果、シリンダー底部周辺に存在する地層は図-V.3.6に示されたように N 値 9 ~ 10 である。実際のシリンダーの施工記録によれば、シリンダーに用いられたセグメント数は建設中に傾斜したシリンダー No. 9 を除いて 18 個である。各セグメント間には中詰砂の抜出防止用のシール材としてロープがはさまっているため、シリンダー底面の天端からの深さは、その分を考慮しても、18.75 m である。N 値 9 ~ 10 の層の天端からの深さは最大 20.60 m であるから、なおシリンダーの底面は、この層より 1.85 m 浅い位置にとどまっていることになる。したがって、Queen Elizabeth Quay No. 5 にコンテナクレーンを設置するためには、何らかの補強改修工事が必要である。

3-2-3 Queen Elizabeth Quay No. 5 の補強改修工事

Queen Elizabeth Quay を補強改修する案として、

- (1) 杭基礎によりクレーンの荷重を支持する案
- (2) シリンダー底面地盤の土質を改良し、クレーン荷重を支持する案

がある。両案を比較すると、効果が確実である、工期が短い、施工が容易などの面において(1)案がすぐれているので、(1)案を採用した。

図-V.3.12(a)、図-V.3.12(b)は、改修後の Queen Elizabeth Quay 係船岸を示している。シリンダー内に打設された直杭の水平抵抗は期待できないものとし、直杭は表-V.3.3に示す特性をもつタイワイヤロープで陸側の斜杭に連結されている。タイワイヤロープの安全率は切断荷重に対して 5 以上が採用されている。その他の設計条件は V-3-2-2(1)の条件を用いている。

なお、コンテナクレーンのレールスパンを 16 m にするか 24 m にするかに関して検討した結果、上述の補強改修工事にタイワイヤロープを使用していることから、レール間隔はできるだけ短い方が好ましいという結論を得た。したがって、レールスパンとして 16 m が採用されている。

3-3 Queen Elizabeth Quay No. 4の基礎の安定性

3-3-1 Queen Elizabeth Quay No. 4の現状

図-V.3.1.3に Queen Elizabeth Quay No. 4の係船岸部(以後、これをブロックワークとよぶ)の標準断面図を示している。ブロックワークはコンクリートブロック積重力式岸壁で、底面深度は、 -11.4 m ($-38'$)で、Queen Elizabeth Quay No. 5のシリンダー底面深度 -15.6 m ($-52'$)より浅い。ブロックワーク底面下には、最小厚さ 1.2 m ($4'$)の岩石マウンドがある。Queen Elizabeth Quay No. 5からクレーンレールを延長してきた場合、クレーンレールは、このブロックワークの中心軸より 0.75 m 陸側に位置することになる。

3-3-2 コンテナクレーンを設置した場合のブロックワークの安定解析

V-3-2-2 (I)で述べた条件と同一の条件のもとで、ブロックワーク底面および岩石マウンド底面において端支圧を求めた結果を図-V.3.1.4に示している。最大輪荷重が大きくなるにつれて、端支圧が小さくなるのは、コンテナクレーン荷重の作用位置が、ブロックワーク中心軸よりも陸側に寄っているため、ブロックワークに作用する全荷重の偏心量が小さくなることによる。図-V.3.1.5(a)および図-V.3.1.5(b)は図-V.3.1.1(a)、図-N.3.1.1(b)と同様に求めた許容支持力 q_a ~ 粘着力 c および内部摩擦角 ϕ ~ N値の関係を示したものである。図-V.3.1.5(a)図-N.3.1.5(b)よりブロックワーク上にコンテナクレーンが設置しうるN値は、

粘土地盤の場合 N 値 $> 32 \sim 33$

砂地盤の場合 N 値 $> 18 \sim 19$ (粒度が悪く角ばった粒子
粒度が良い丸い粒子

N 値 $> 33 \sim 34$ 粒度が悪く丸い粒子

となる。

3-3-3 Queen Elizabeth Quay No. 4のコンテナ埠頭化の可否

Queen Elizabeth Quay No. 4の土質調査より判断すると、深度 -15.50 m ~ -16.60 m にN値14の層が存在している。これらの層は、V-3-3-2.で述べたようにクレーンをのせるに必要なN値よりもかなり小さい値を示している。したがって、ブロックワーク上にこのままコンテナクレーンを載せることは危険であり、当初の計画通りコンテナバース 300 m を確保しようとすれば、ブロックワーク部約 100 m の補強改修工事を行なわなければならない。しかしながら、図-V.3.1.3に示したように、ブロックワークの構造はコンクリートブロック積になっており、Queen Elizabeth Quay No. 5のシリンダーの補強改修工事ほど容易ではない。また、バース長を 300 m から 200 m に縮小した場合、オペレーション上のデメリットは生じるものの、コンテナの荷役に全く対応できないわけでもない。よって、Queen Elizabeth Quay No. 4のプロ

クワーク上には、コンテナクレーンを載せないこととする。

3-4 新コンテナ埠頭

新コンテナ埠頭の各構造物の標準設計は、 -1.2 m ケーソン岸壁、 -1.0 m 護岸、 -7.5 m 護岸、暴風時のコンテナクレーン基礎、コンテナヤードの舗装について行なっている。なお、係船岸のタイプについては、N-4-2 新コンテナ埠頭に関連した基本設計で述べたように緊急計画においては、重力式ケーソン岸壁がすぐれているので、この様式を採用する。

(1) -1.2 m ケーソン岸壁

図-V.3.16(a)、図-V.3.16(b)は、設計水深 -1.2 m の新コンテナ埠頭係船岸および、係船岸に用いたケーソンの平面図である。設計に用いた条件は次の通りである。

設計条件

設計水深 : -1.2 m LWOST

潮位 : HWOST $+0.72\text{ m}$

LWOST $\pm 0.00\text{ m}$

工事基準面 : LWOST

天端高 : $+2.7\text{ m}$ LWOST

設計荷重 : 等分布荷重 3.0 t/m^2 (コンテナ3段積)

コンテナクレーン荷重 表-V.3.2, 表-V.3.2

但し、作業時輪荷重(鉛直)はクレーン最大輪圧の10%増、作業時水平荷重はクレーン走向方向に直角にクレーン最大輪圧の10%とする。

コンテナクレーン作業限界風速 : 16 m/sec

残留水位 : $+0.24\text{ m}$

地盤条件 : -15.0 m LWOST 以下風化岩

コンクリートの単位体積重量 : 2.45 t/m^3

摩擦係数 : 0.6

安全率 : 転倒 1.2

滑動 1.2

偏心 1.5

許容地圧 : 50 t/m^2

設計貨度 : 0

(2) -1.0 m 護岸

Korteboom Quayの埋立護岸の標準断面図およびケーソンの平面図を図-V.3.17(a)、図-V.3.17(b)に示す。設計条件は次の通りである。

設計水深 : -1.0 m LWOST

クレーン荷重： 0

地盤条件： -13 m LWOST 以下風化岩

(3) -7.5 m 護岸

Kortebom Quay の埋立護岸の標準断面図、ケーソンの平面図を図-V.3.18(a), (b)に示す。設計条件は、設件水深：-7.5 m, 地盤条件：-10 m 以下風化岩とした。

(4) 暴風時のコンテナクレーン基礎

コンテナクレーンの海側脚を支持する基礎構造については、V-3-2-2で述べたように、特別な構造物を建設する必要はない。コンテナクレーンの陸側の基礎については、図-V.3.16(a)において使用されている陸側の杭基礎を打設角度15°の斜組杭にする。なお、コロンボ港における最大風速(50年確率)は38 m/secであるので、クレーンの仕様が決まった時点で風荷重を算定し、それに対応した基礎の実設計計を行なうものとする。

(5) コンテナヤードの舗装

コンテナヤードの舗装はヤード全面をアスファルトコンクリートによる重舗装にする。舗装の設計はコンテナヤード内の通過交通量を推定して輪荷重を決めるべきであるが、寄港コンテナ船の種類、タイムスケジュール、貨物の種類とその量、積揚の比率、コンテナヤード使用上、オペレーション方法など、現状では決定できない点もあるので、一応日本の東京港大井コンテナ埠頭のアスファルトコンクリート舗装に準じ、設計輪荷重13 tを用いて設計を行なう。設計CBRは締固めしない海砂の埋立地盤ということで2.5%を採用した。図-V.3.19に舗装断面を示している。路床は碎石を用い、その厚さは50 cm とし、表層、中間層、基層は各々5 cm厚の瀝青舗装とする。

Queen Elizabeth Quay No. 4, No. 5のコンテナヤードの舗装は図-V.3.20に示すように、既存の舗装上に厚さ5 cmの表層、中間層をもうけるものとする。

3-5 土質調査体制の確立

Sri Lanka Ports Authority が独自に土質調査を実施できる体制を確立するために、少なくともボーリング機械と現地土質調査用機器が必要であろう。表-V.3.4は土質調査機器一式とその価格を示したものである。

表-V.3 1 設計に用いられたコンテナクレーンの仕様

Specification	Container capacity (fully loaded)	31 tons
	Container size	40'0" (12.2 m.)
	Hoist speed	120 f.p.m. (36.6 m.p.m.)
	Main travel	150 f.p.m. (45.7 m.p.m.)
	Cross travel	500 f.p.m. (152.4 m.p.m.)
	Boom hoist (time)	7½ min.
	Track width	50'0" (15.24 m.)
	Overall height (folded boom)	215'0" (65.6 m.)
	Working reach of boom over ship	110'0" (33.5 m.)
	Maximum wheel loading, quay leg	34.5 tons/wheel
	Maximum wheel loading, shore leg	30.6 tons/wheel
	Crane weight	506 tons
	Rating: This crane is provided with Class 4, extra heavy duty equipment.	



表-Y.3.2 日本で用いられているコンテナクレーンの仕様

Birth Crane No.	No. 1		No. 3		No. 4		No. 6		No. 8		No. 5		No. 6		No. 7	
	OC11	OC31	OC41	OC51	OC61	OC71	OC81	OC91	OCR1	OCR2	HCS1	HCS2	HCS3	HCS4	HCS5	HCS6
Crane Type	High speed, rope trolley	High speed, rope trolley	Semi-rope trolley	Semi-rope trolley	Flexible boom, high speed, semi-rope trolley	Flexible boom, high speed, semi-rope trolley	Flexible boom, high speed, semi-rope trolley	Flexible boom, high speed, semi-rope trolley	Flexible boom, high speed, semi-rope trolley	Flexible boom, high speed, semi-rope trolley	High speed, rope trolley	High speed, rope trolley	Semi-rope trolley	Semi-rope trolley	Semi-rope trolley	Semi-rope trolley
Completion date	Jun. 1976	Apr. 1976	Feb. 1974	Feb. 1974	Mar. 1973	Mar. 1972	Mar. 1972	Mar. 1972	Mar. 1972	Mar. 1972	May 1974	May 1974	Jun. 1971	Jun. 1971	May 1970	May 1970
Lift load (t)	45.0	50.0	45.0	45.0	50.0	44.0	44.0	44.0	44.0	49.6	43.5	43.5	39.5	39.5	39.5	39.5
Lift-load (t)	35.0 (Hatch cover)	35.6 (Hatch cover)	35.6 (Hatch cover)	35.6 (Hatch cover)	35.6 (Hatch cover)	35.5 (Hatch cover)	35.5 (Hatch cover)	35.5 (Hatch cover)	35.5 (Hatch cover)	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5
Crane gauge (m)	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Roll span (m)	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Trolley overall traveling distance (m)	62.5	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	67.0	61.0	61.0	67.0	67.0	67.0	67.0
Traveling (m)	35.5	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.5
Out reach (from rail on sea side)	11.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	10.0	10.0	7.5	7.5	7.5	7.5
Overall lift (m)	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	38.6	38.6	33.5	33.5	33.5	33.5
Overall surface (m)	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	21.7	21.7	21.7	21.7
Below rail surface (m)	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	13.6	13.6	11.8	11.8	11.8	11.8
Effective interval within lift (m)	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	14.5	14.5	14.5	14.5
Effective height beneath bridge beam (m)	9.0	9.0	9.0	9.0	9.5	9.0	9.0	9.5	9.0	9.5	10.7	10.7	9.0	9.0	9.0	9.0
Power (cable winding) (kW)	A.C. 3000V 50Hz	A.C. 3000V 50Hz	A.C. 3000V 50Hz	A.C. 3000V 50Hz	A.C. 1000V 50Hz	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	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 500 KVA	3φ Transformer 750 KVA	A.C. 150 (75% ED)	A.C. 150 (75% ED)	A.C. 150 (75% ED)	A.C. 150 (75% ED)	A.C. 500 (60% ED)	A.C. 400 (60% ED)	A.C. 400 (60% ED)	A.C. 400 (60% ED)	A.C. 400 (60% ED)	A.C. 400 (60% ED)	A.C. 400 (60% ED)
Generator combination	Winding and traveling	Winding and traveling	Winding and traveling	Winding and traveling	Winding and traveling	Winding and traveling	Winding and traveling	Winding and traveling	Winding and traveling	Winding and traveling	Winding and traveling	Winding and traveling	Winding and traveling	Winding and traveling	Winding and traveling	Winding and traveling
Generator output (KVA)	405	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370
Winding (Rated)	D.C. 270 (Continuous)	D.C. 370 (Continuous)	D.C. 370 (Continuous)	D.C. 370 (Continuous)	D.C. 370 (Continuous)	D.C. 370 (Continuous)	D.C. 370 (Continuous)	D.C. 370 (Continuous)	D.C. 370 (Continuous)	D.C. 370 (Continuous)	D.C. 185 x 2 (Continuous)	D.C. 185 x 2 (Continuous)	D.C. 185 x 2 (Continuous)	D.C. 185 x 2 (Continuous)	D.C. 185 x 2 (Continuous)	D.C. 185 x 2 (Continuous)
Traveling (Rated)	D.C. 80 (Continuous)	D.C. 45 x 2 (Continuous)	D.C. 25 x 2 (Continuous)	D.C. 25 x 2 (Continuous)	D.C. 45 x 2 (Continuous)	D.C. 25 x 2 (Continuous)	D.C. 25 x 2 (Continuous)	D.C. 25 x 2 (Continuous)	D.C. 25 x 2 (Continuous)	D.C. 100 (40% ED)	D.C. 75 (Continuous)	D.C. 75 (Continuous)	D.C. 25 x 2 (Continuous)	D.C. 25 x 2 (Continuous)	D.C. 25 x 2 (Continuous)	D.C. 25 x 2 (Continuous)
Traveling (Rated)	D.C. 12.5 x 4 (30 mins)	D.C. 15 x 4 (30 mins)	D.C. 15 x 4 (30 mins)	D.C. 15 x 4 (30 mins)	D.C. 15 x 4 (30 mins)	D.C. 12.5 x 4 (30 mins)	D.C. 12.5 x 4 (30 mins)	D.C. 12.5 x 4 (30 mins)	D.C. 12.5 x 4 (30 mins)	D.C. 12.5 x 4 (30 mins)	D.C. 30 x 4 (60 mins)	D.C. 30 x 4 (60 mins)	D.C. 30 x 4 (60 mins)	D.C. 30 x 4 (60 mins)	D.C. 30 x 4 (60 mins)	D.C. 30 x 4 (60 mins)
Elevation (Rated)	D.C. 75 (60 mins)	D.C. 75 (30 mins)	D.C. 75 (30 mins)	D.C. 75 (30 mins)	D.C. 95 (30 mins)	D.C. 90 (30 mins)	D.C. 90 (30 mins)	D.C. 90 (30 mins)	D.C. 90 (30 mins)	D.C. 90 (30 mins)	D.C. 75 (30 mins)	D.C. 75 (30 mins)	D.C. 67 (30 mins)	D.C. 67 (30 mins)	D.C. 67 (30 mins)	D.C. 67 (30 mins)
Winding Total load/No load	50/120	50/120	35.5/90	35.5/90	50/120	35.5/90	35.5/90	35.5/90	35.5/90	50/120	50/120	50/120	35.5/71	35.5/71	35.5/71	35.5/71
Traveling	150	150	125	125	150	125	125	125	125	150	150	150	125	125	125	125
Traveling (m/min)	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Expansion (min/cycle)	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2
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	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2
Quay side	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2
Shore side	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2	8 x 2
In operation	27.0	29.6	28.2	28.2	28.5	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	32.4	32.4	28.9	28.9	28.9	28.9
Maximum wheel load (t/wheel)	31.6	30.8	26.4	26.4	31.9	30.4	30.4	30.4	30.4	30.4	32.9	32.9	30.2	30.2	30.2	30.5
In storm	41.0	40.0	43.3	43.3	43.6	35.7	35.7	35.7	35.7	43.7	43.2	43.2	43.8	43.8	43.8	42.5
Traveling range (m)	270	400	400	400	400	400	400	400	400	300	300	300	300	300	300	300
Crane weight (t)	550	615	575	575	600	583	583	583	583	635	631	631	527	527	527	510
Traveling rail height	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.82	3.82	3.82	3.82	3.82	3.98
Quay side/Shore side	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.82	3.82	3.82	3.82	3.82	3.98
Operating room mounting system	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension	Trolley suspension
Remarks	With steady rest	With steady rest	200t Spreader, 400t Spreader, 1 Spreader truck,	200t Spreader, 400t Spreader, 1 Spreader truck,	With steady rest	200t Spreader, 400t Spreader, 1 Spreader truck,	200t Spreader, 400t Spreader, 1 Spreader truck,	200t Spreader, 400t Spreader, 1 Spreader truck,	200t Spreader, 400t Spreader, 1 Spreader truck,	With steady rest	200t Spreader, 400t Spreader, 1 Spreader truck,	200t Spreader, 400t Spreader, 1 Spreader truck,	With steady rest	200t Spreader, 400t Spreader, 1 Spreader truck,	200t Spreader, 400t Spreader, 1 Spreader truck,	200t Spreader, 400t Spreader, 1 Spreader truck,

SHIMIZU, KUBOTA (TOKYO ROSS) Port Development Authority

表-V.3.3 タイワイヤロープの仕様

Diameter (mm)	Standard cross-section area (mm ²)	Ultimate strength (extension) (t)	Weight (kg/m)
52	1,380	221	12.7

表-V.3.4 土質調査機材およびコスト

(Unit: US\$)

No.	Articles	Quantity	Price
1	Trailer mounted drill for geological survey Capacity; 180 m with 40.5 mm drill rods 160 m with AW drill rods Power unit; Water-cooled diesel engine, hand starting, 4 cycle, 9 PS/2,200 rpm Bit speeds; 135 - 270 - 560 rpm Mast, Trailer, Rod rack	1 set	16,000
2	Mud mixer with power unit	1 set	1,680
3	Drill rods with coupling	1 set	650
4	Soil sampling equipment	1 set	1,200
5	Undisturbed soil sampler	1 set	700
6	Guide pipe & starting bit	1 set	600
7	Lowering & lifting equipment	1 set	450
8	Coring equipment (Size 86)	1 set	400
9	Coring equipment (Size 66)	1 set	800
10	Standard penetration testing equipment	1 set	750
11	Fishing equipment	1 set	550
12	Miscellaneous tools	1 set	850
Total			24,630

図-V3.1 シリンダー

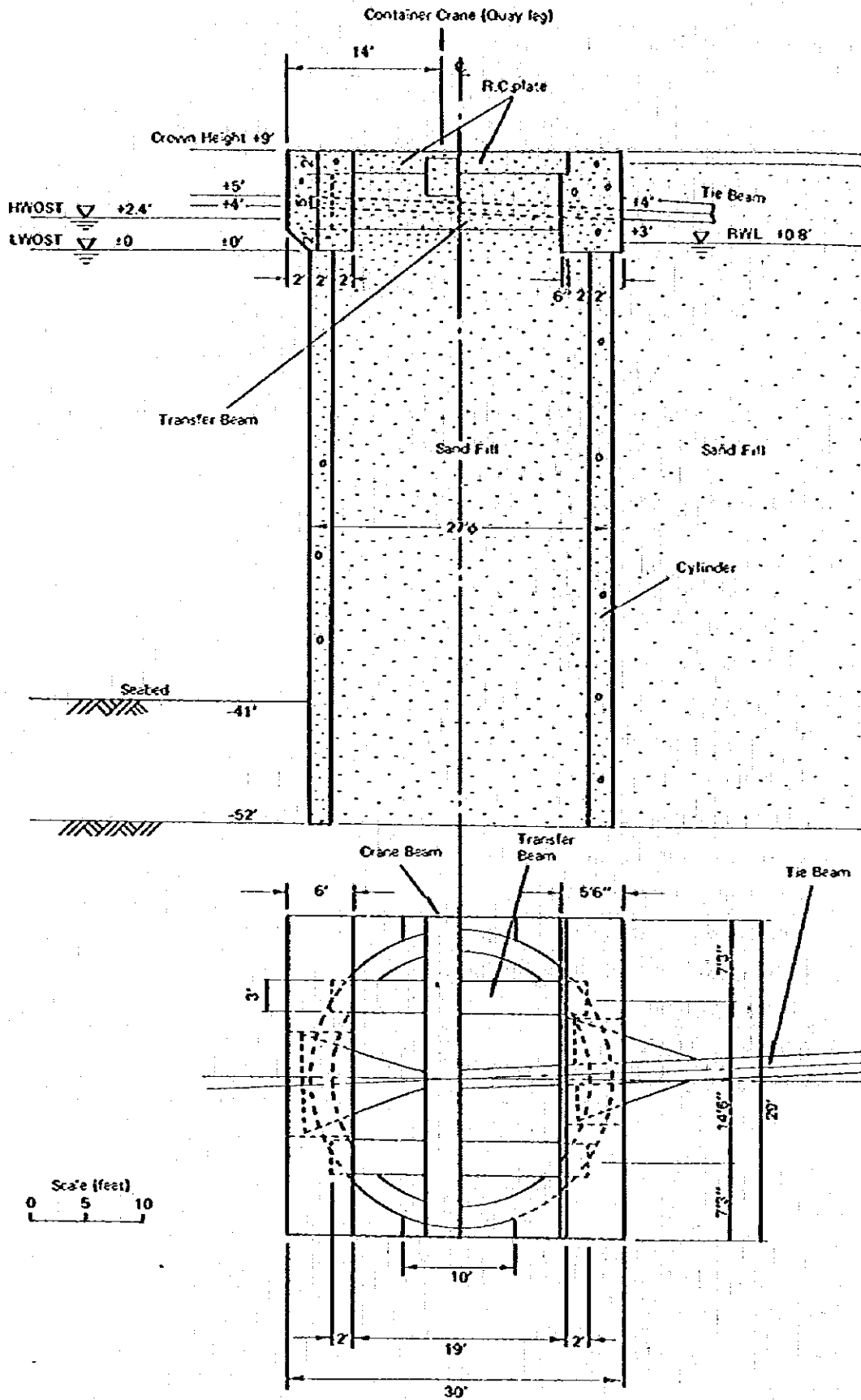
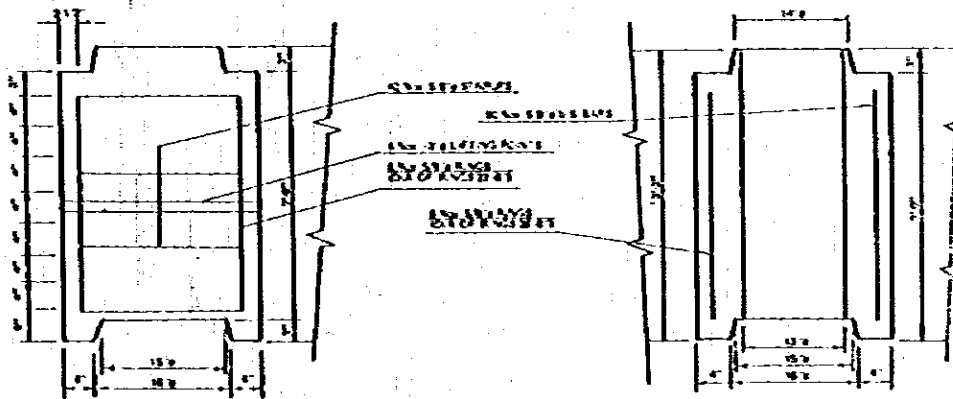
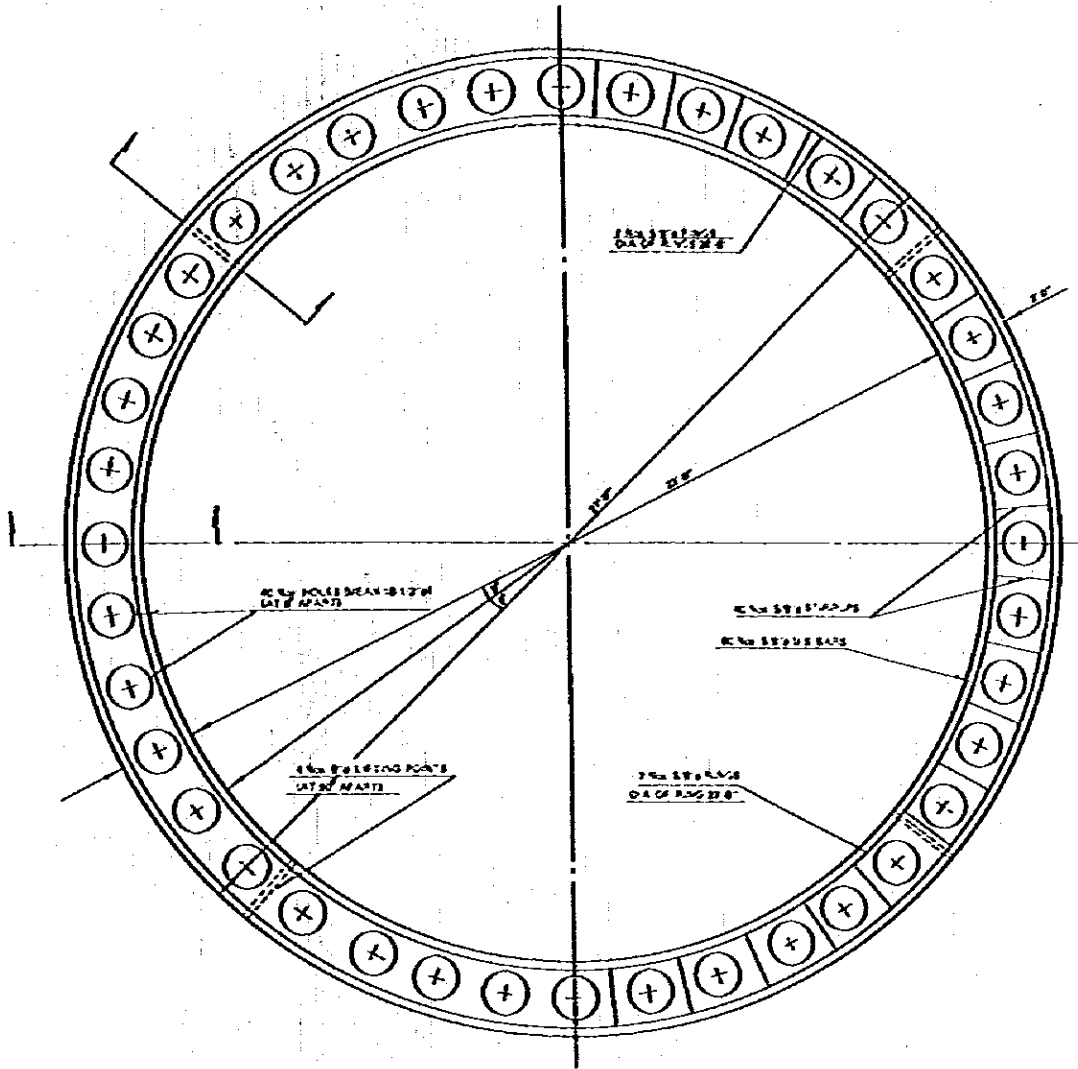
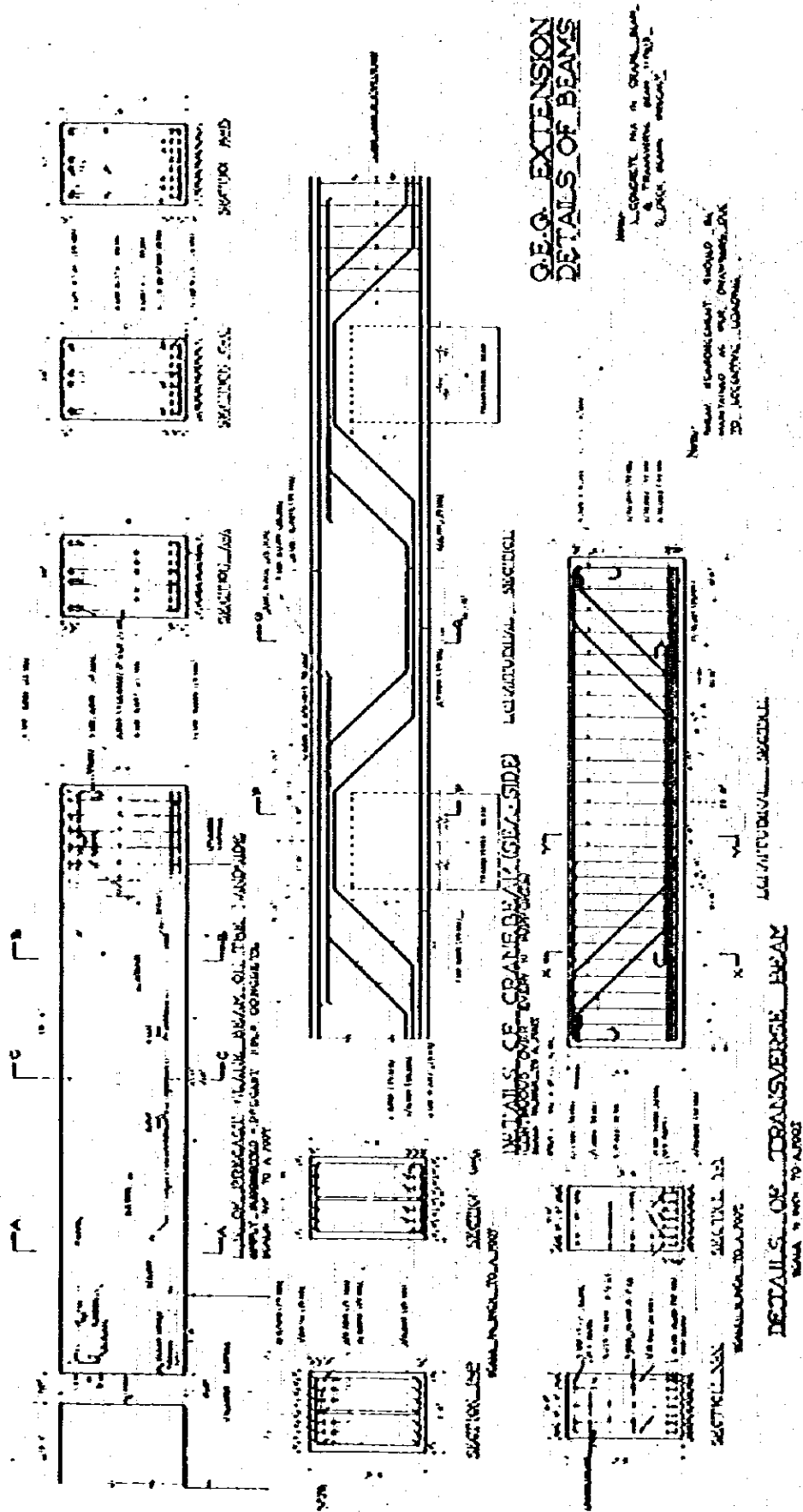


図-V3.2 セグメント





88-V.S. 4 夕 1 2 - 4

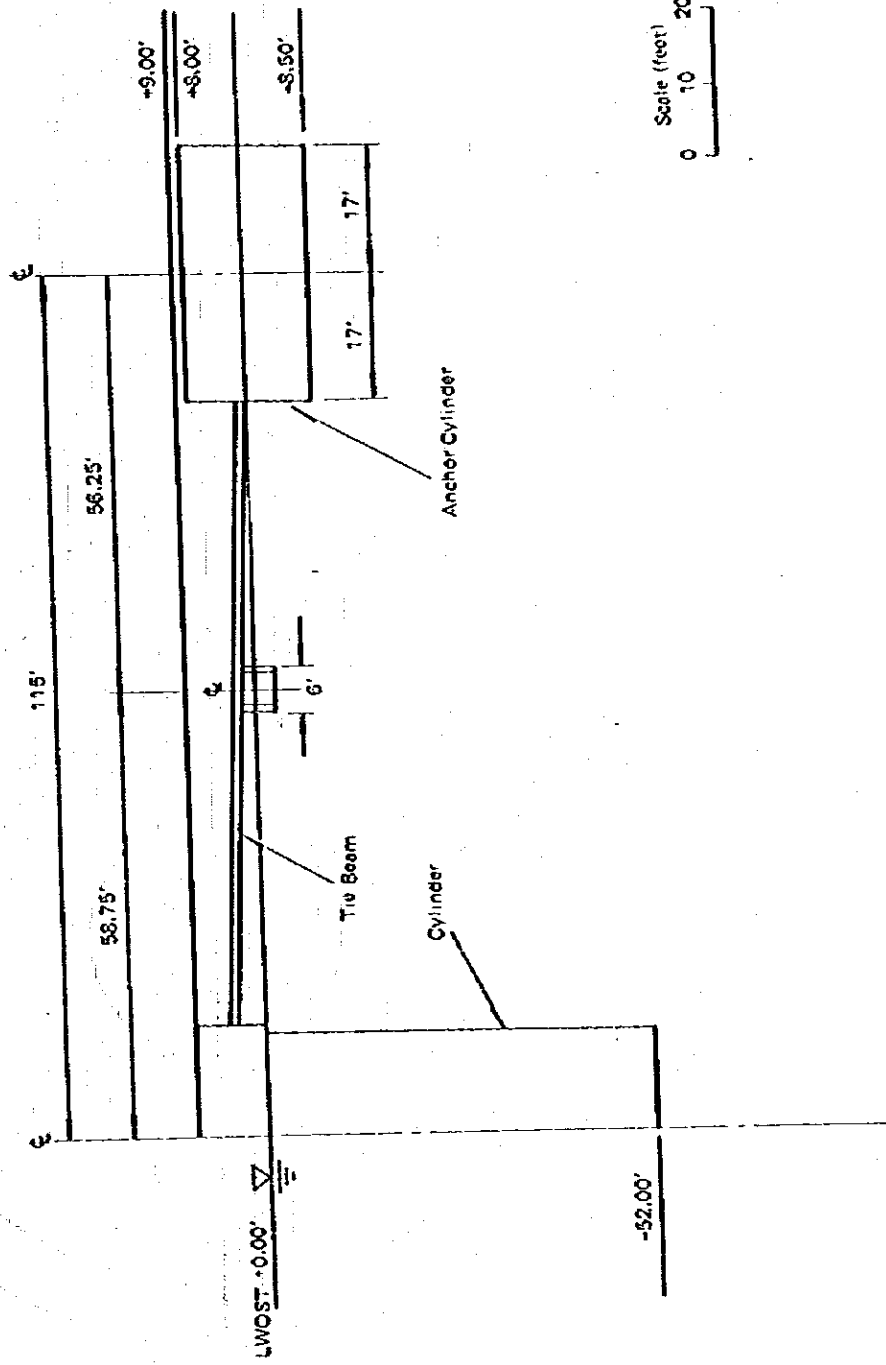


図-V3.5 控シリンダー

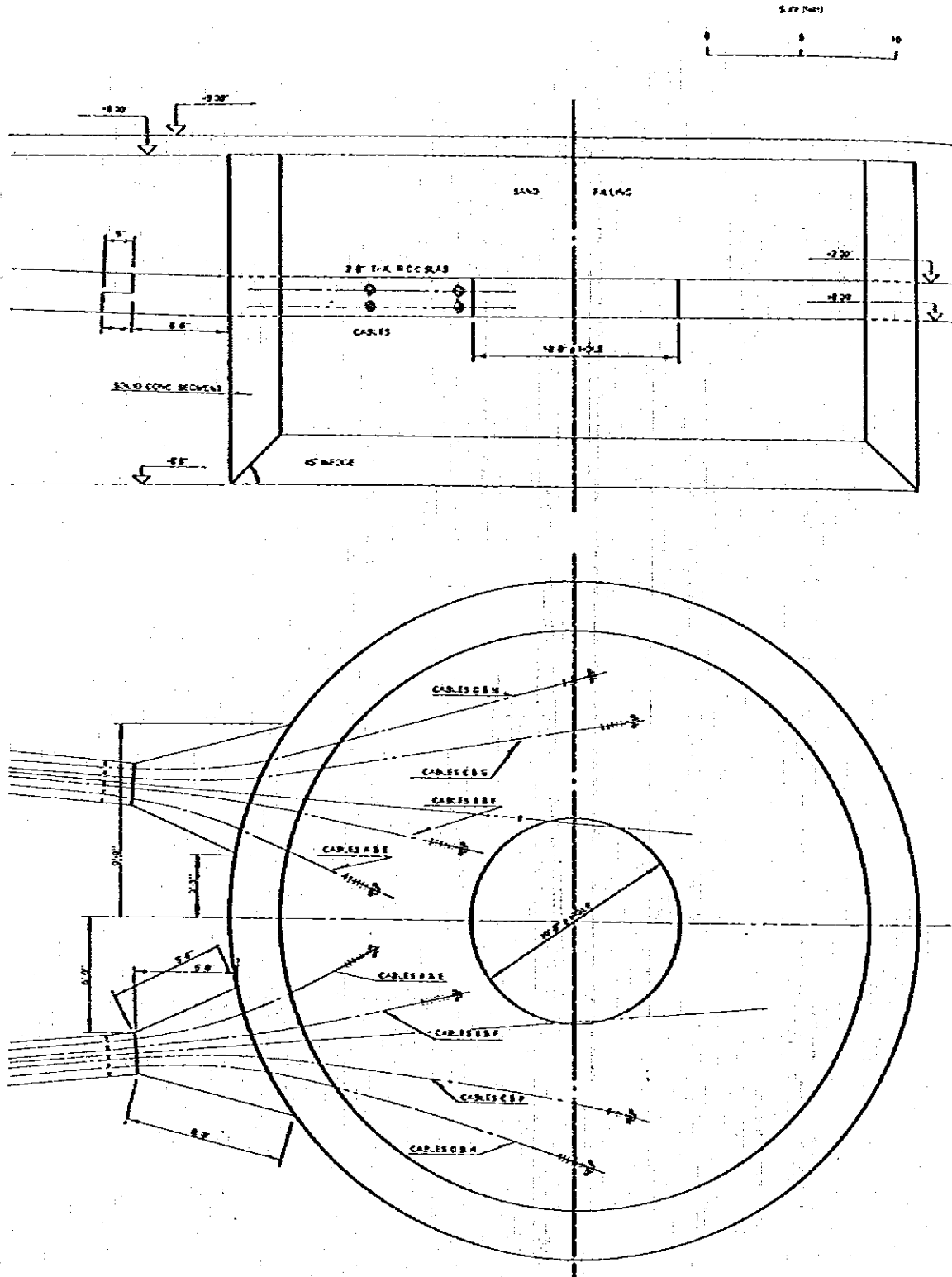


図-V.3.6 シリンダー区画付近のN値

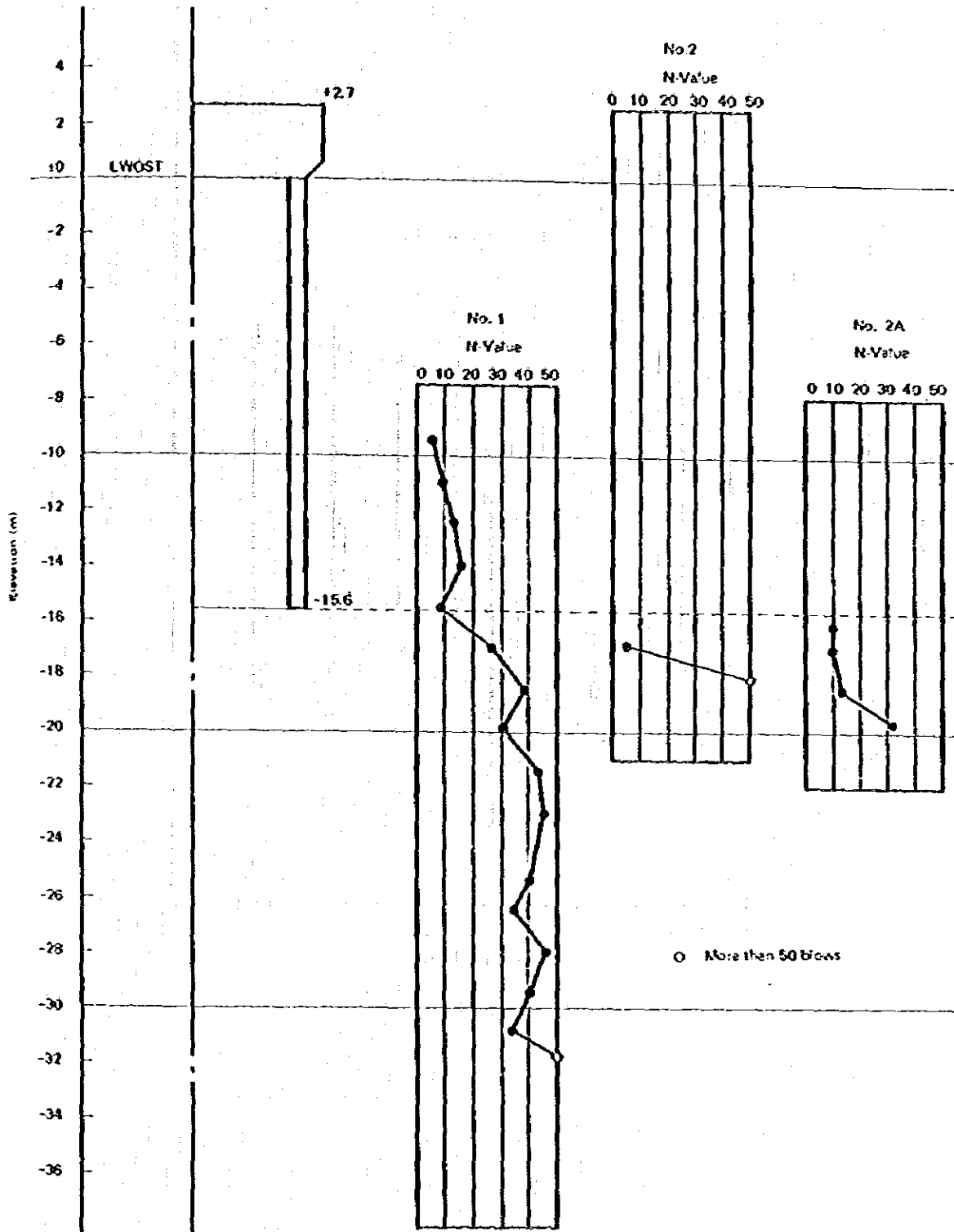


図-V.3.7 クレーン全重量と作業時輪荷重

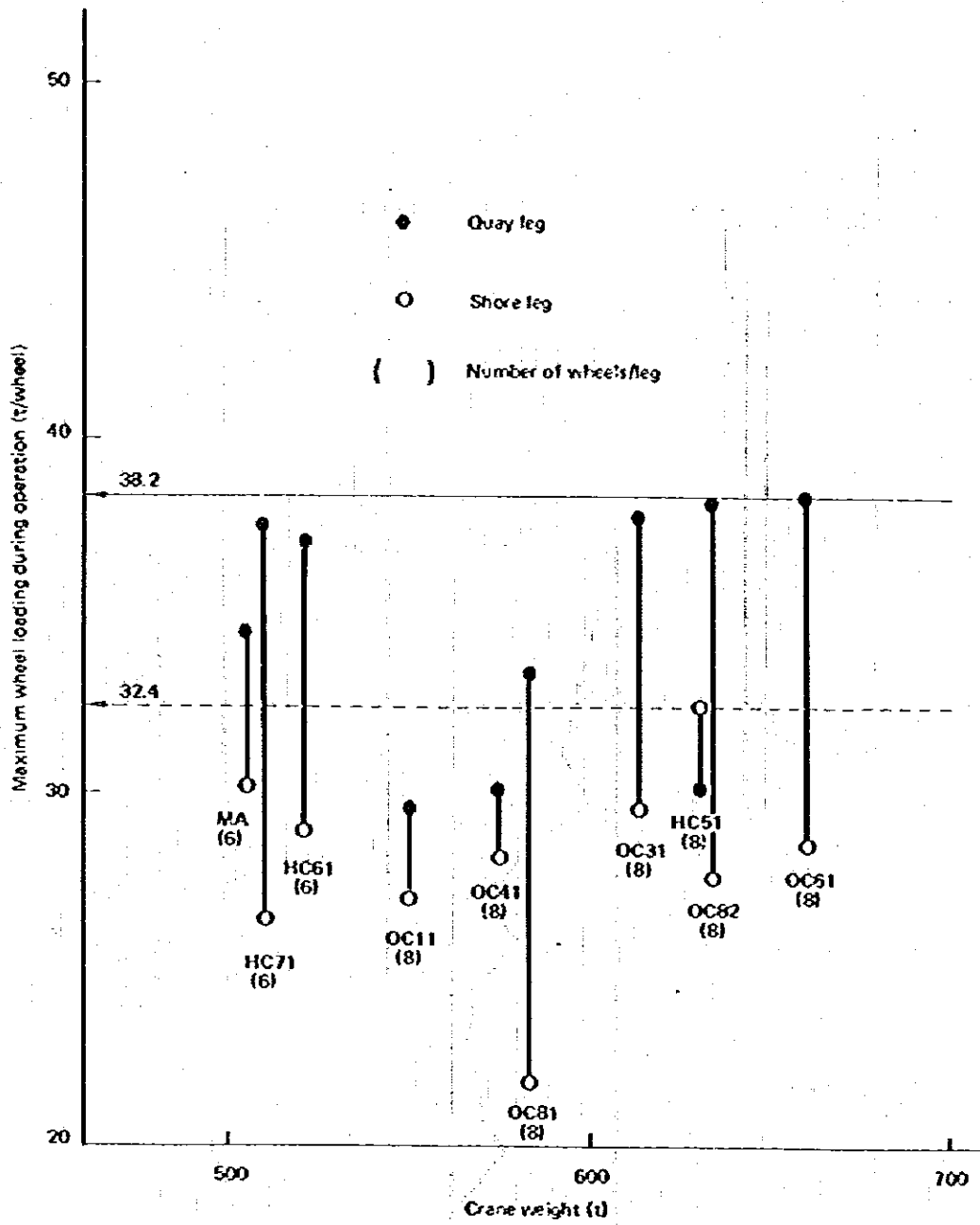


図-V.3.8 クレーン全重量と暴風時輪荷重

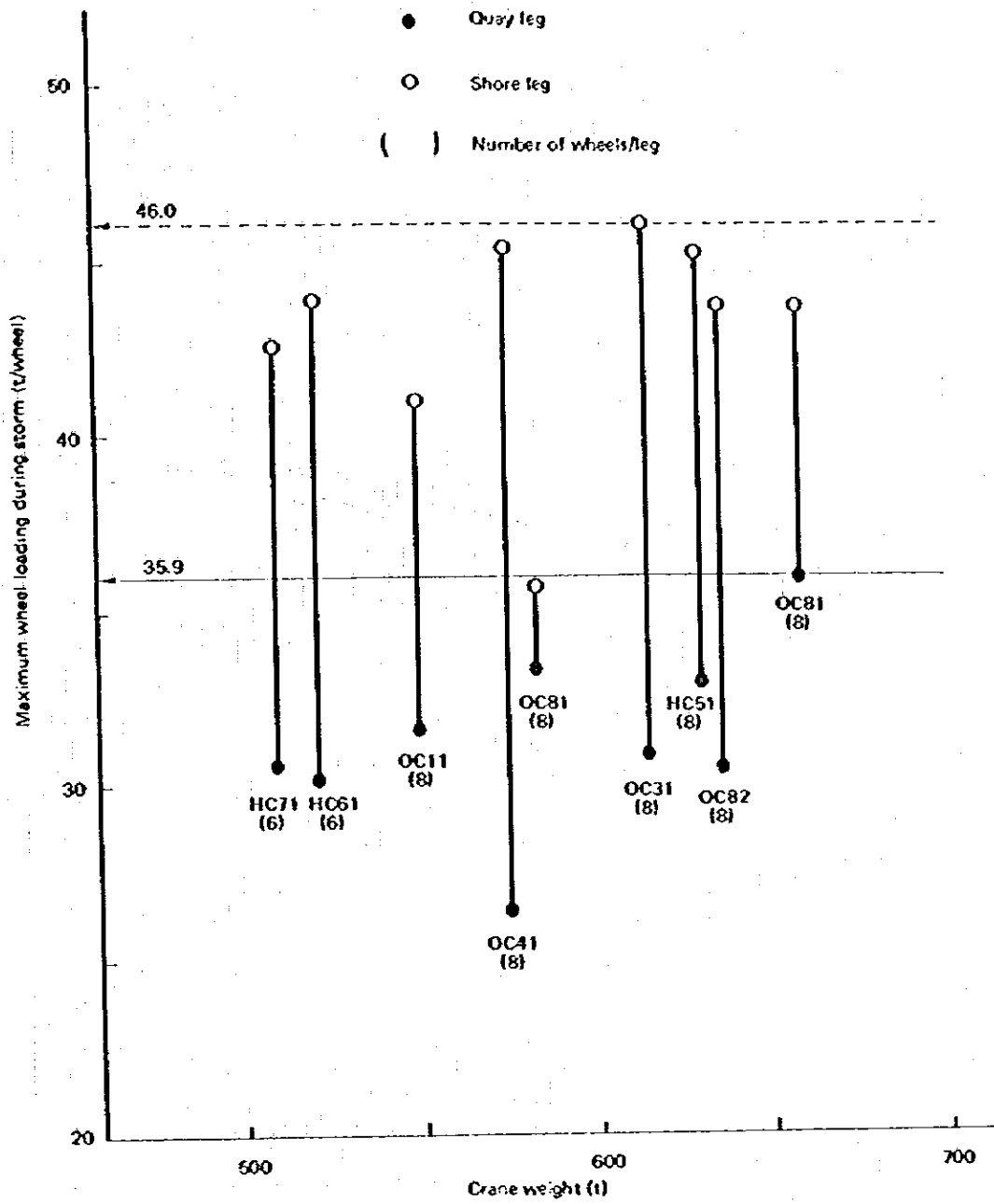


図-V.3.9 クレーン輪荷重と増支圧

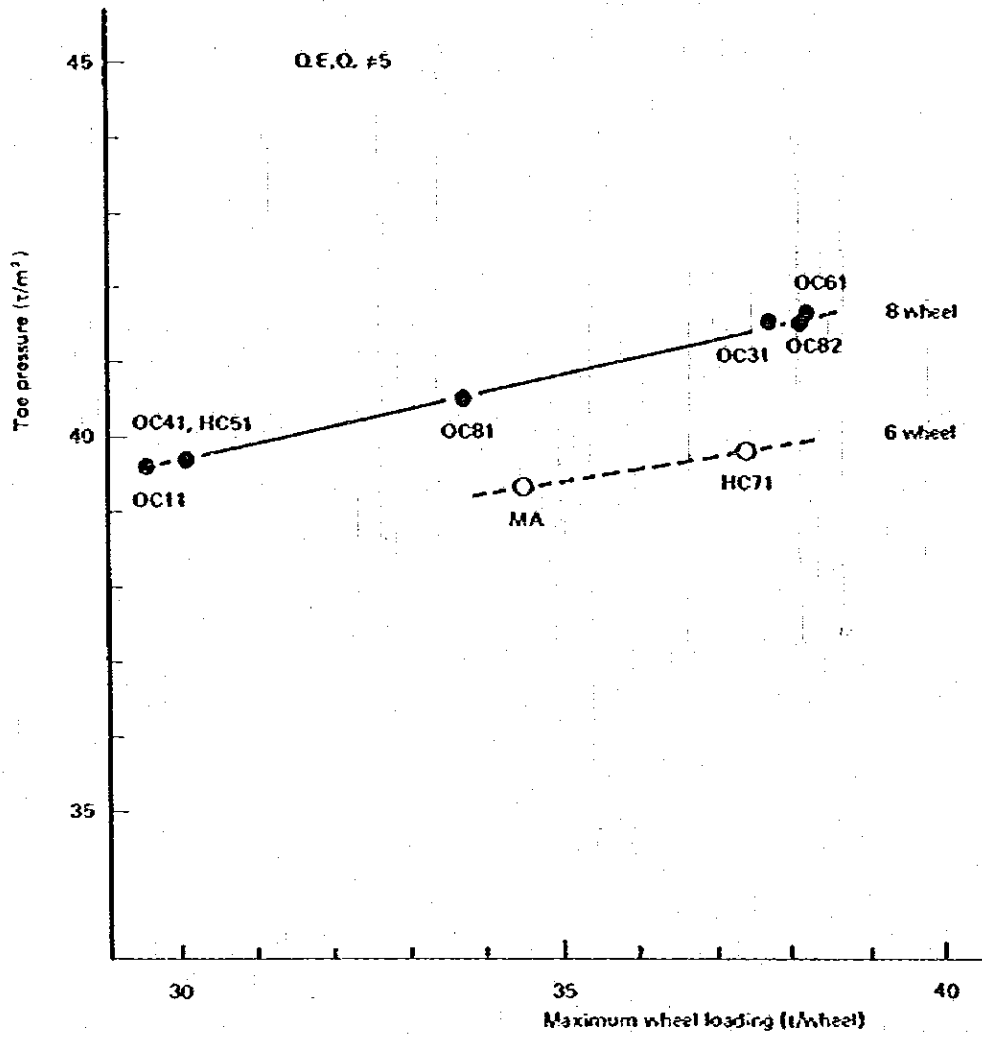


图-V.3.10 影 響 值

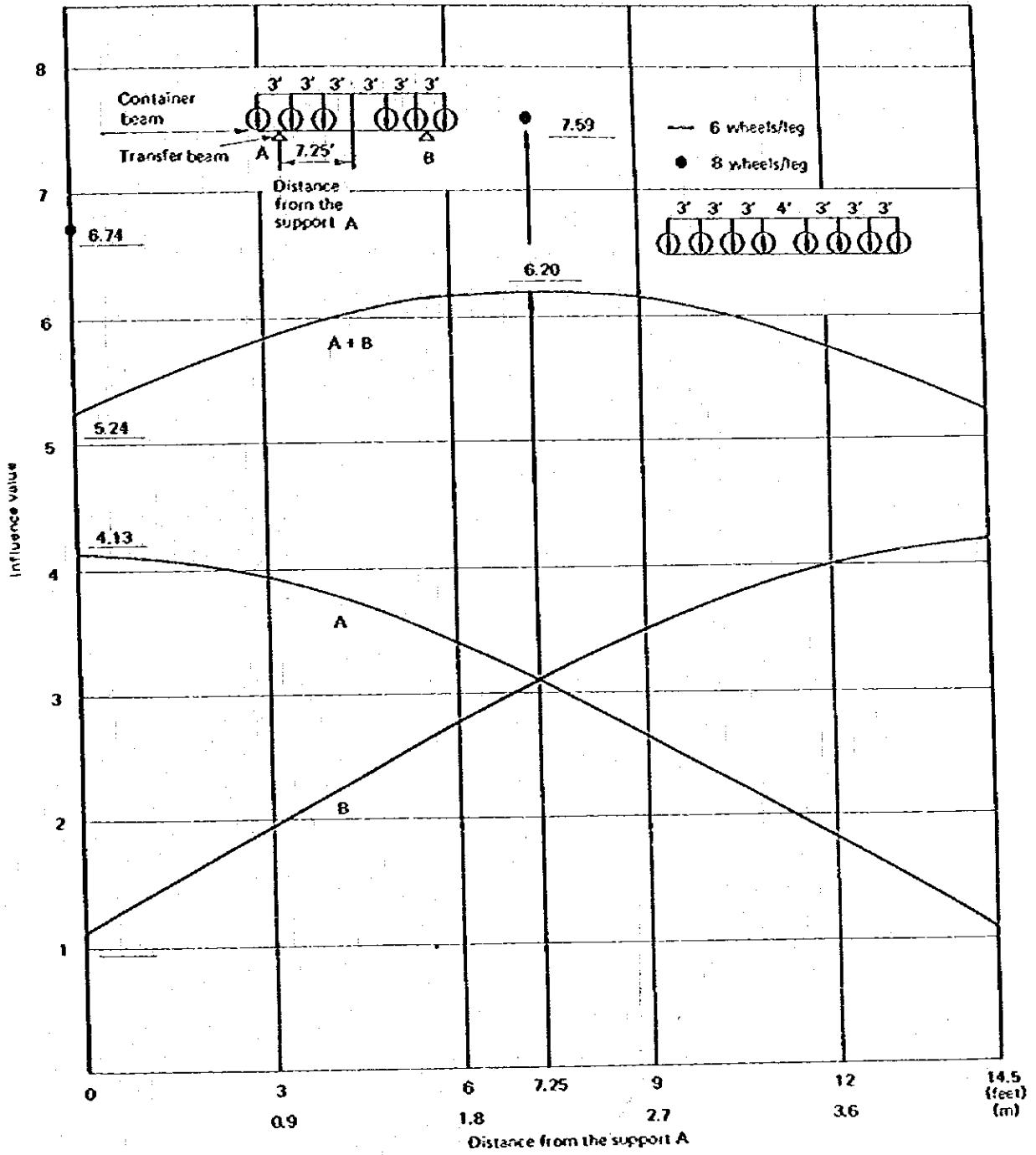


図-V.3.11(a) 許容支持力とN値(粘土地盤)

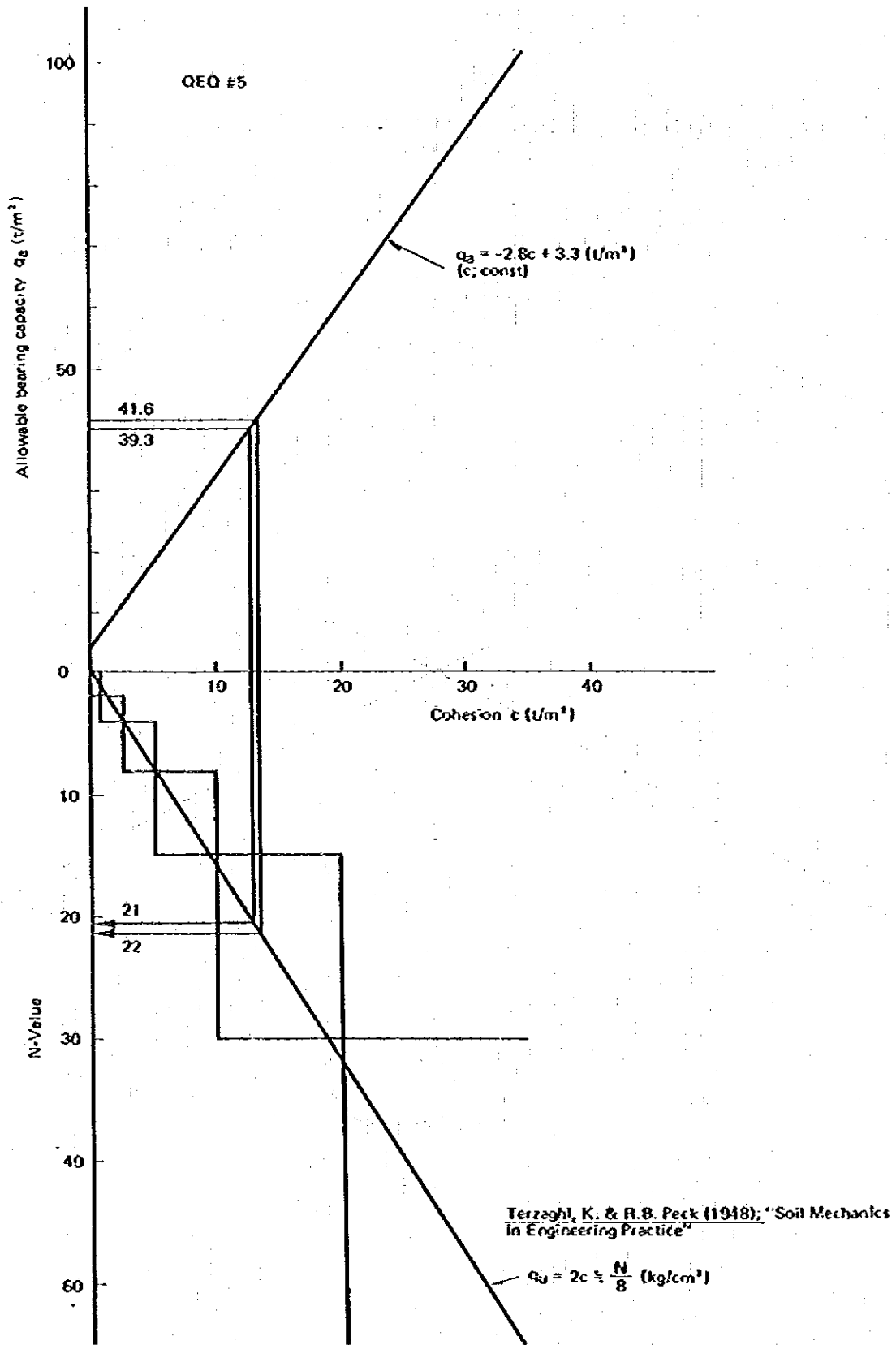


図-V.3.110) 許容支持力とN値(砂地盤)

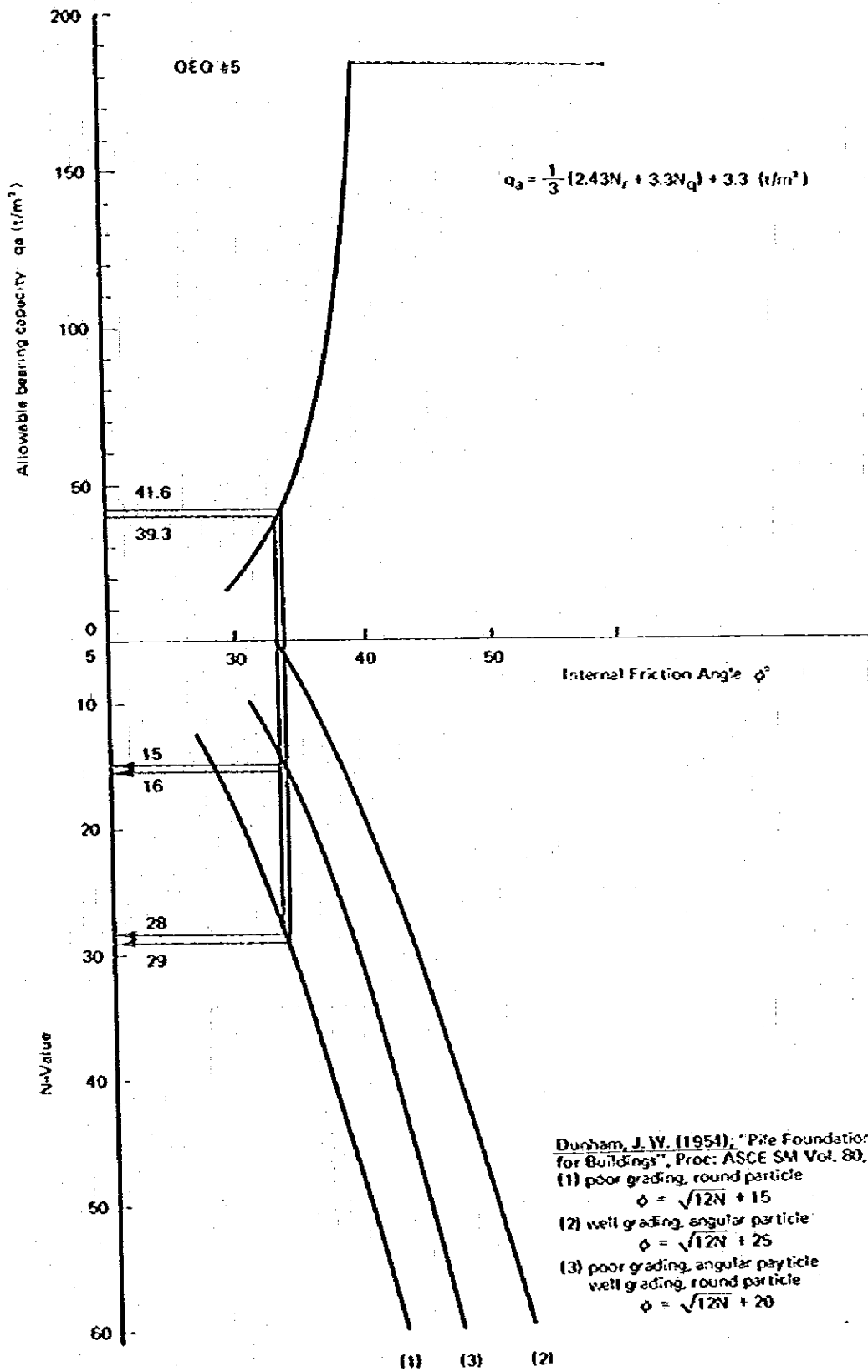


図-V.3.12(a) シリンダーの補強(断面図)

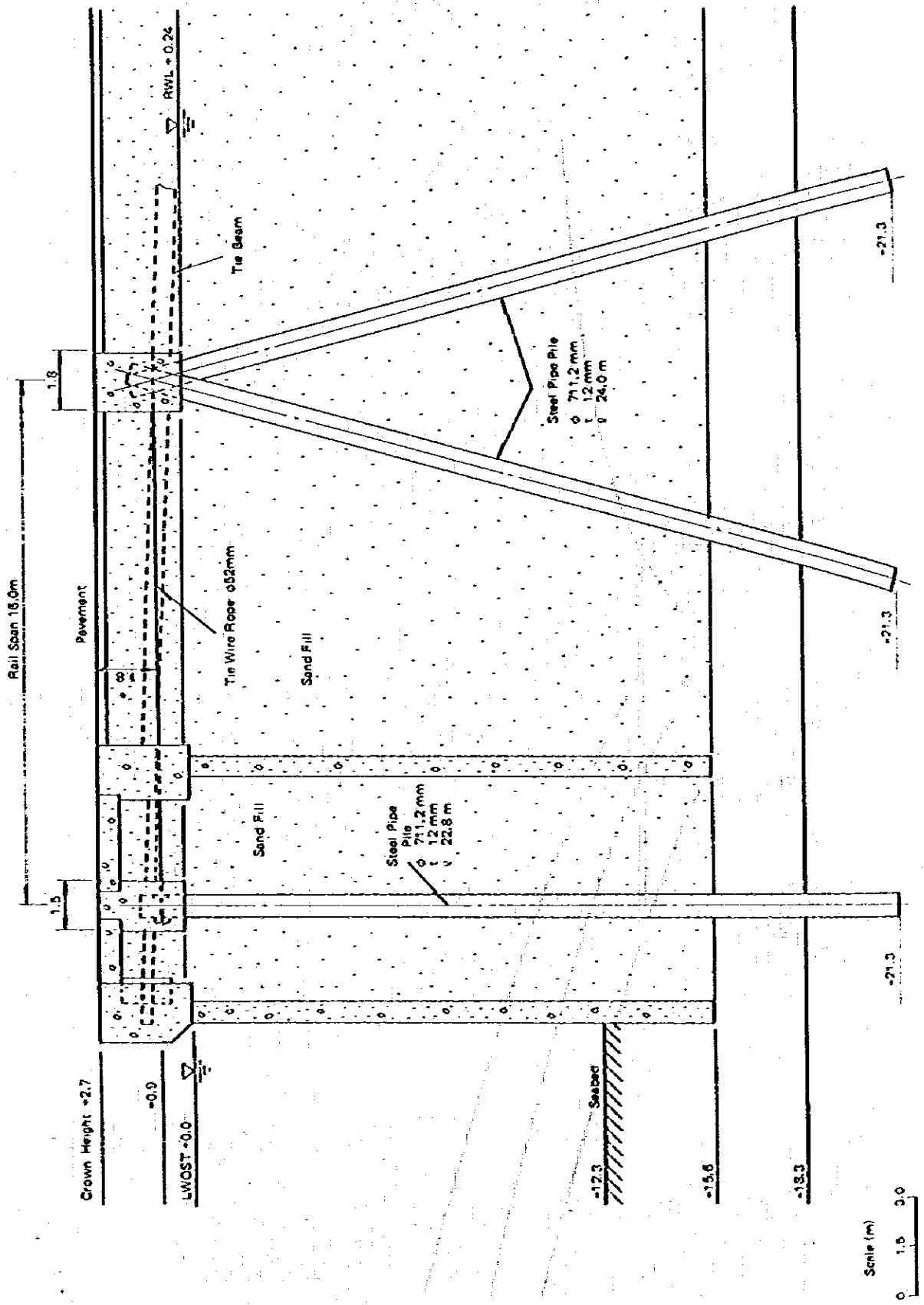


図-V.3.12b) シリンダーの補強(平面図)

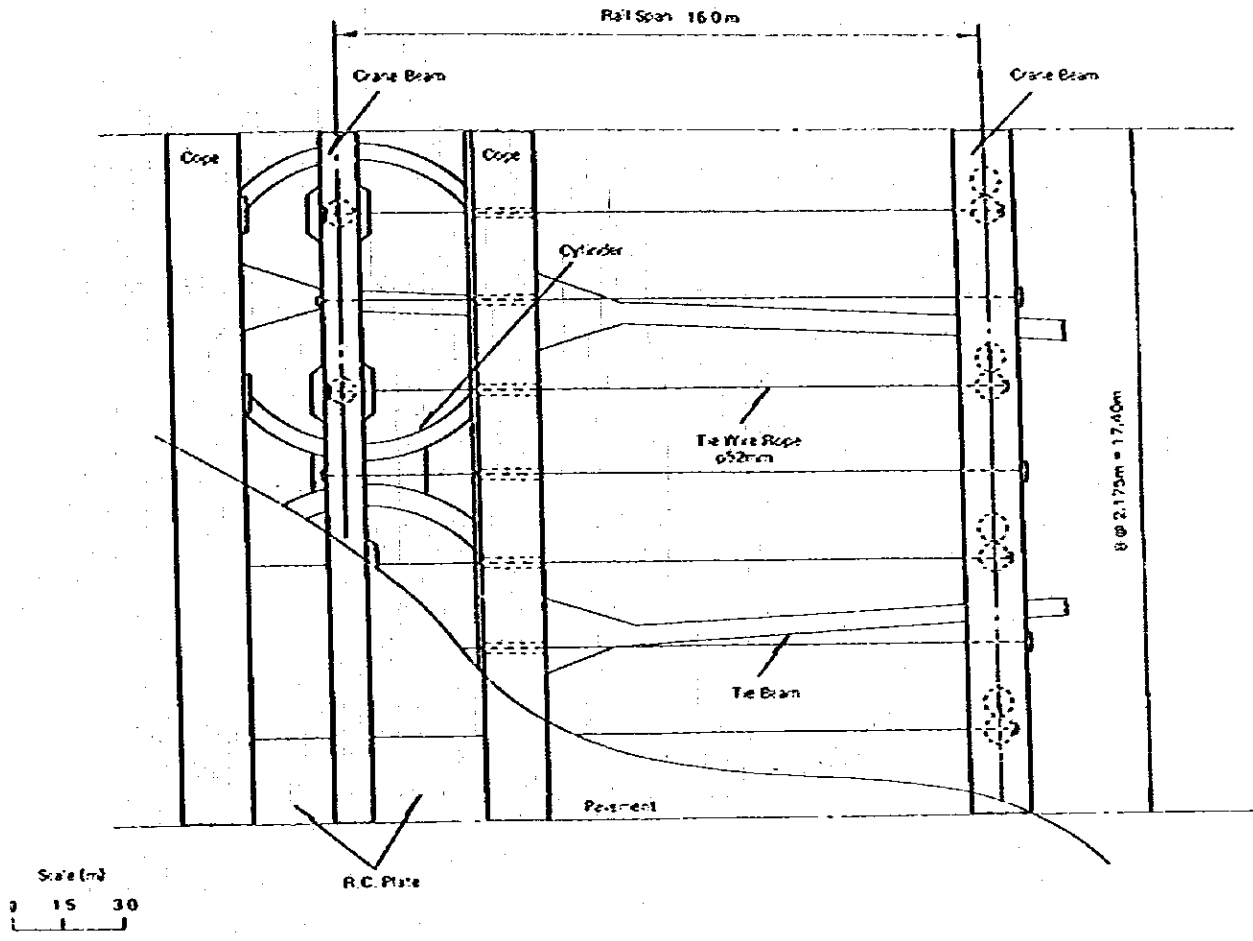


図-V.3.13 ブロックワーク

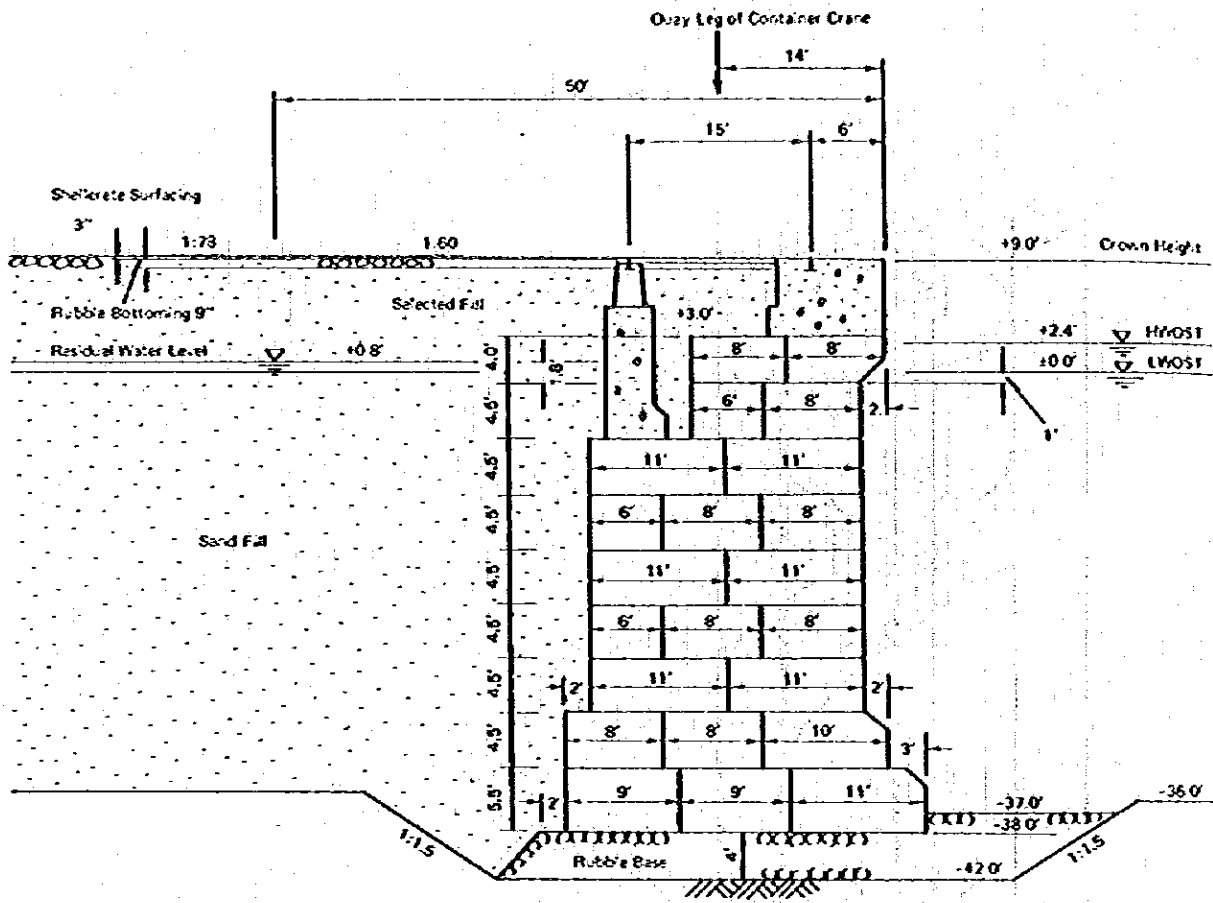


図-V.3.14 クレーン輪荷重と基礎の底面反力

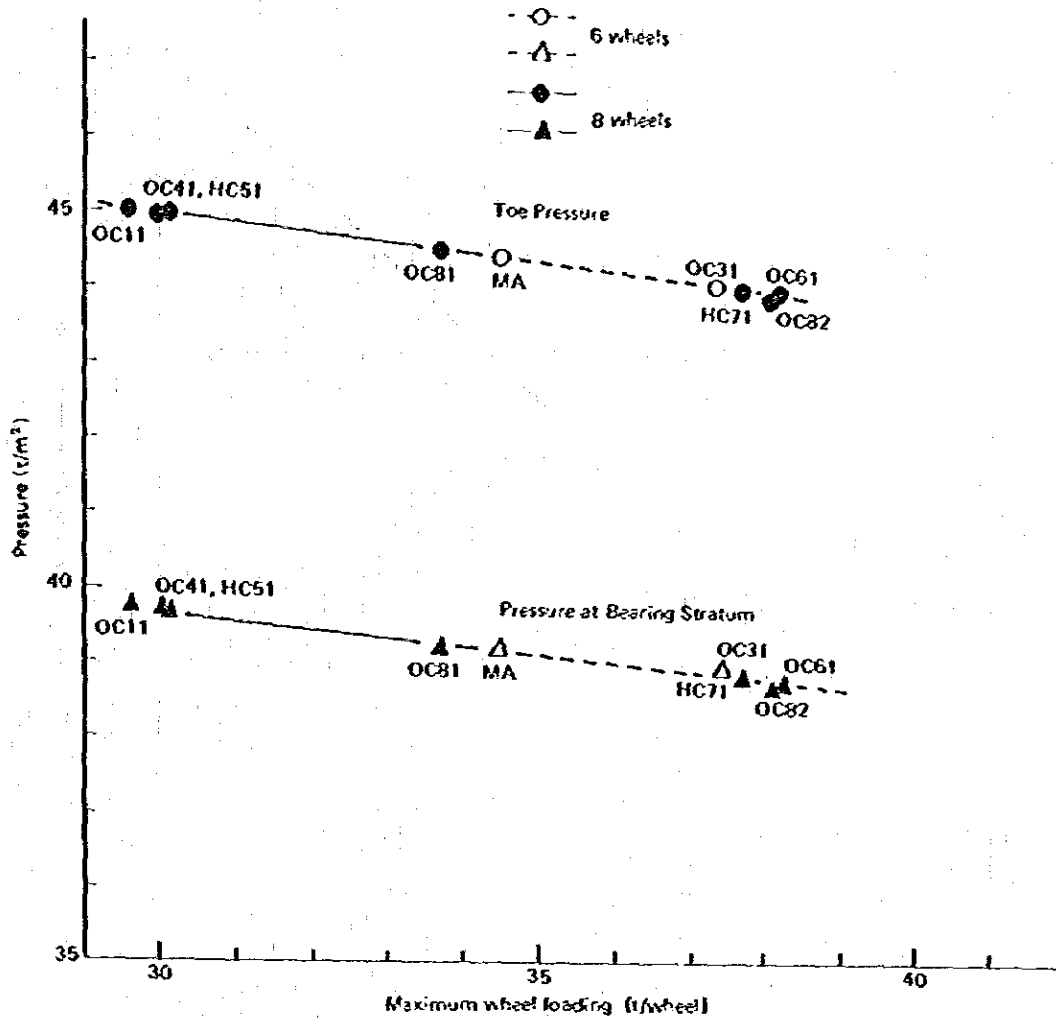


図-V.3.15(a) 許容支持力とN値(粘土地盤)

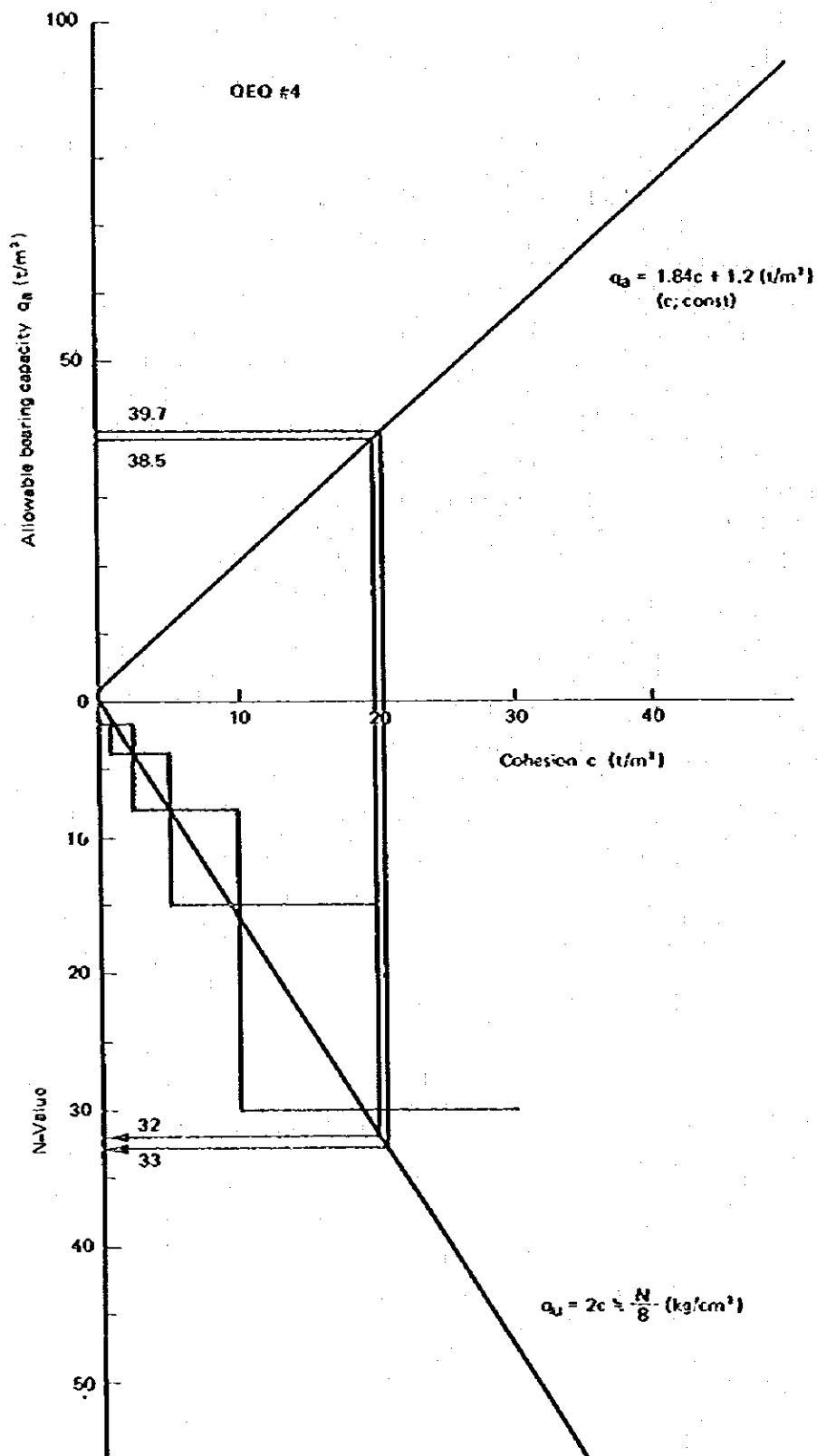


図-V.3 15b) 許容支持力とN値(粘土地盤)

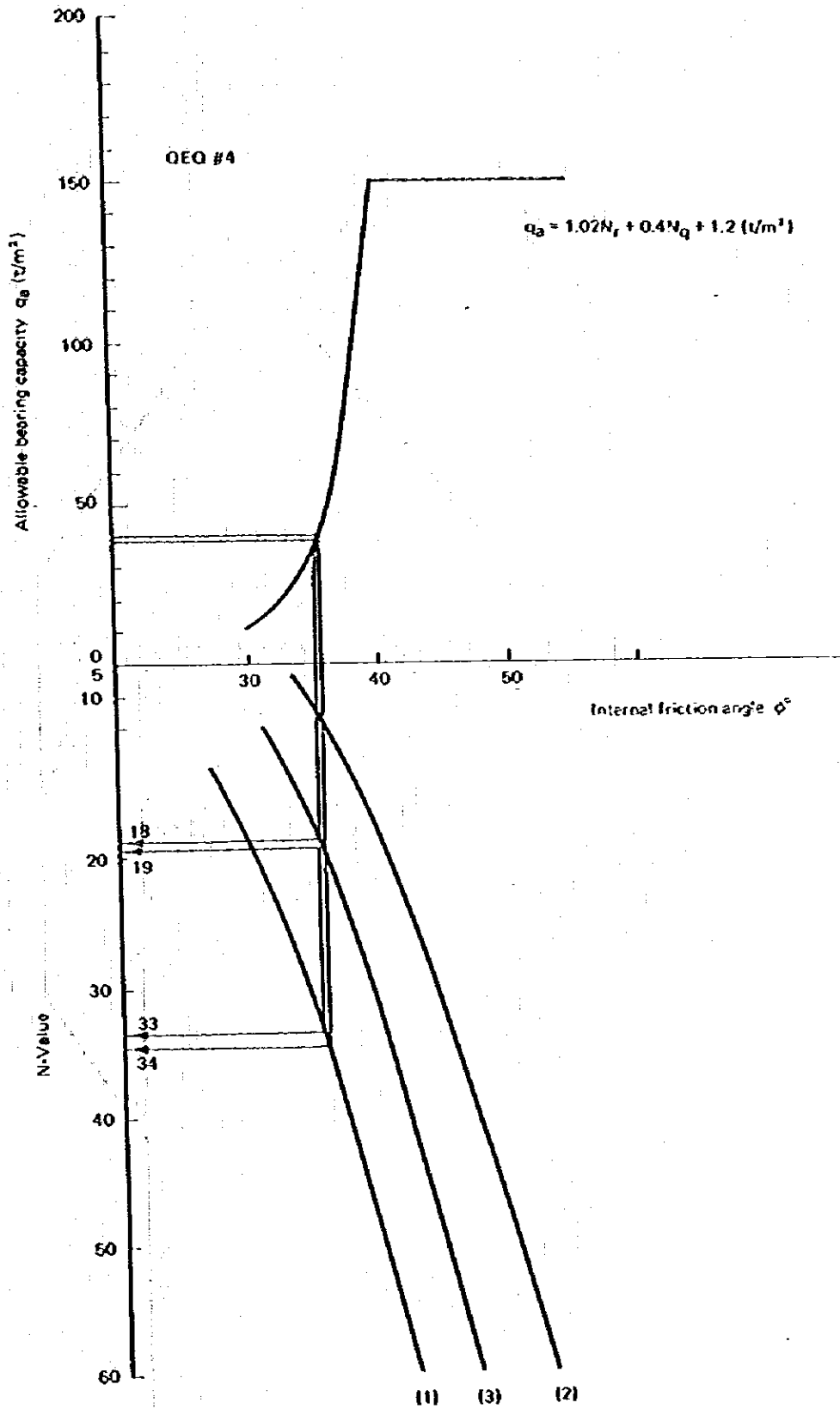


図-V.8.16(a) 電力式ゲーソン橋断面図 (- 12 m)

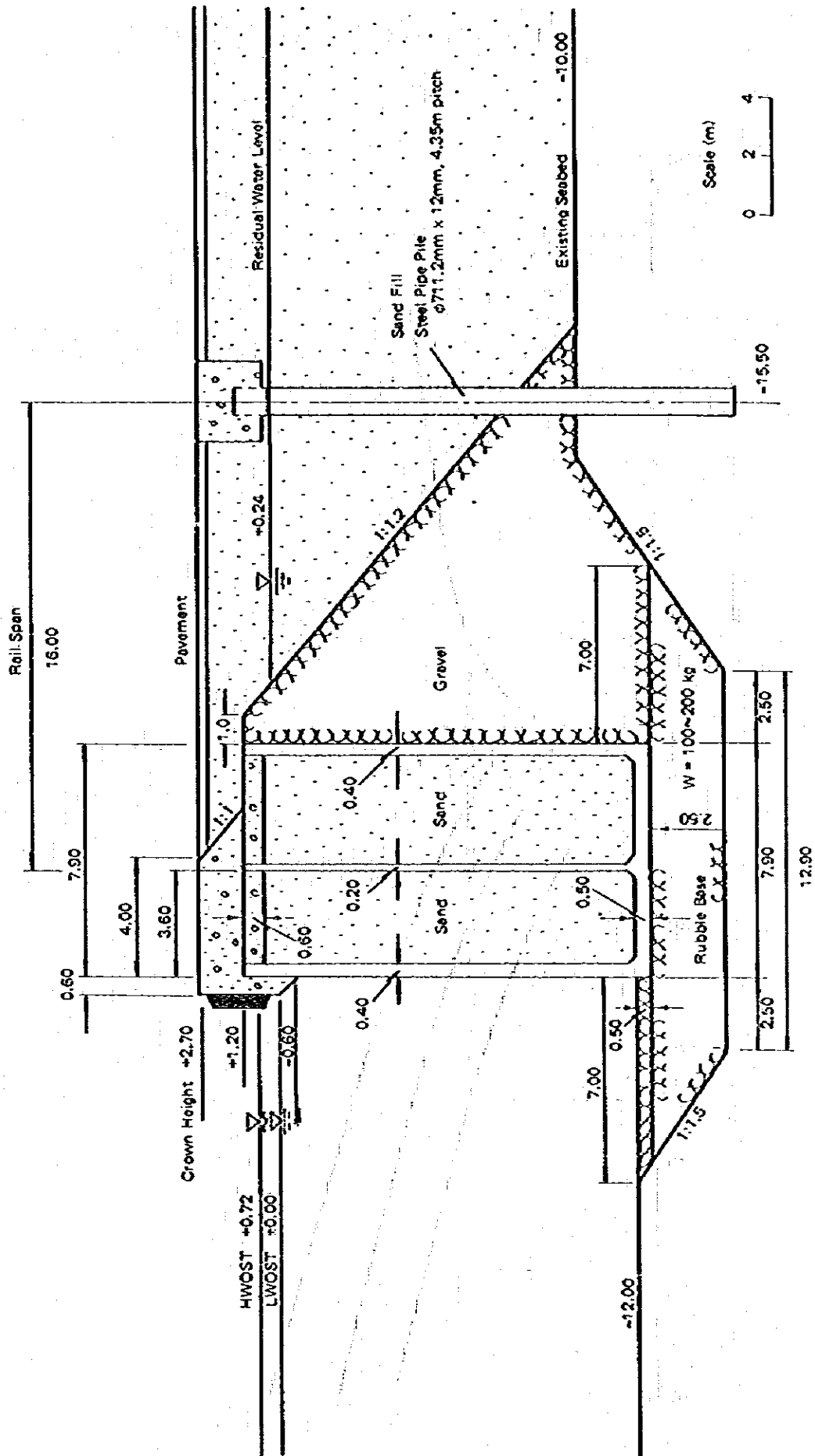


図 - V.3.16 (b) 電力式ゲートン構造平面図 (- 12 m)

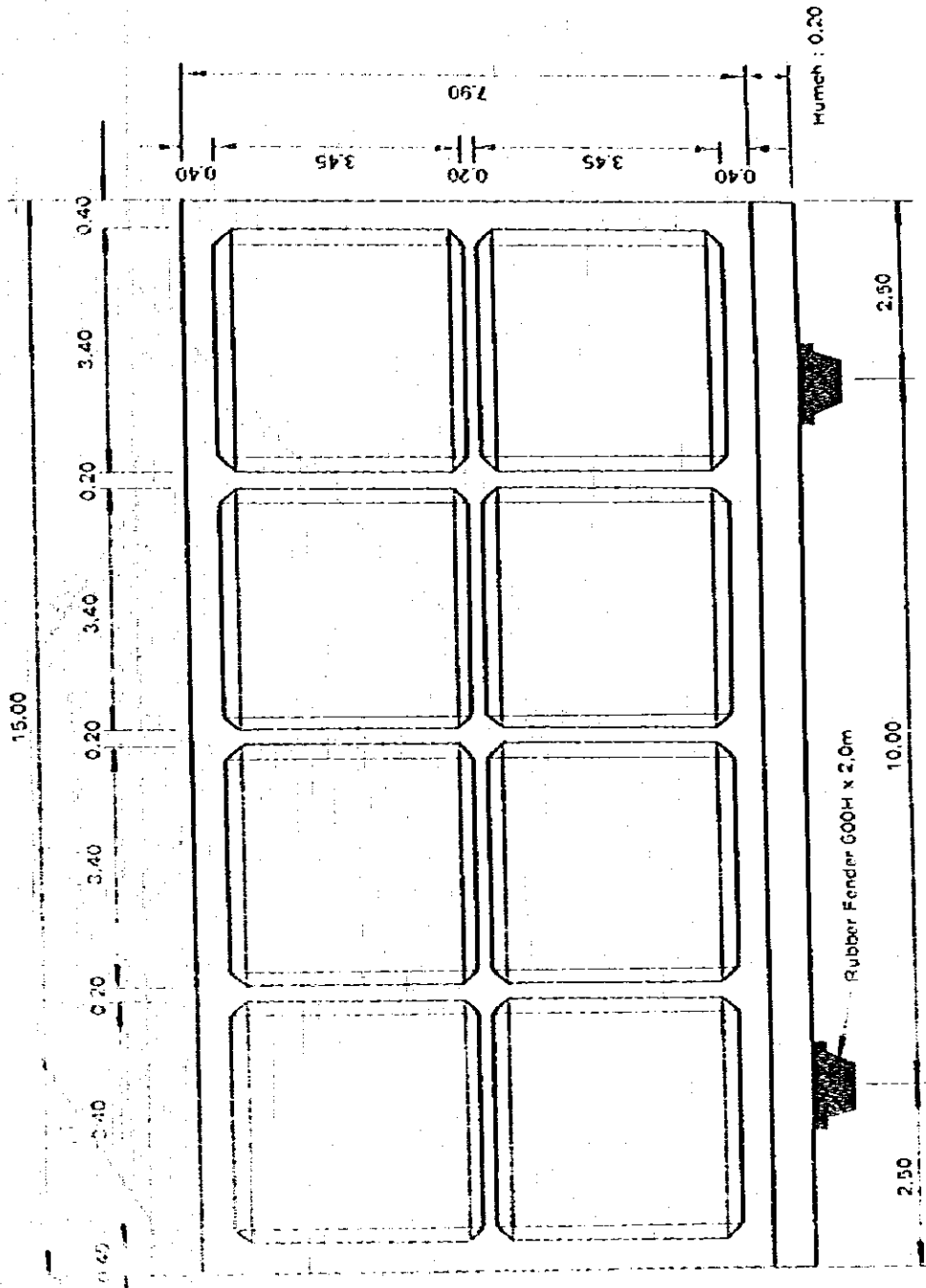


図-V.3.17(a) 重力式ケーソンの標準断面図 (一10m)

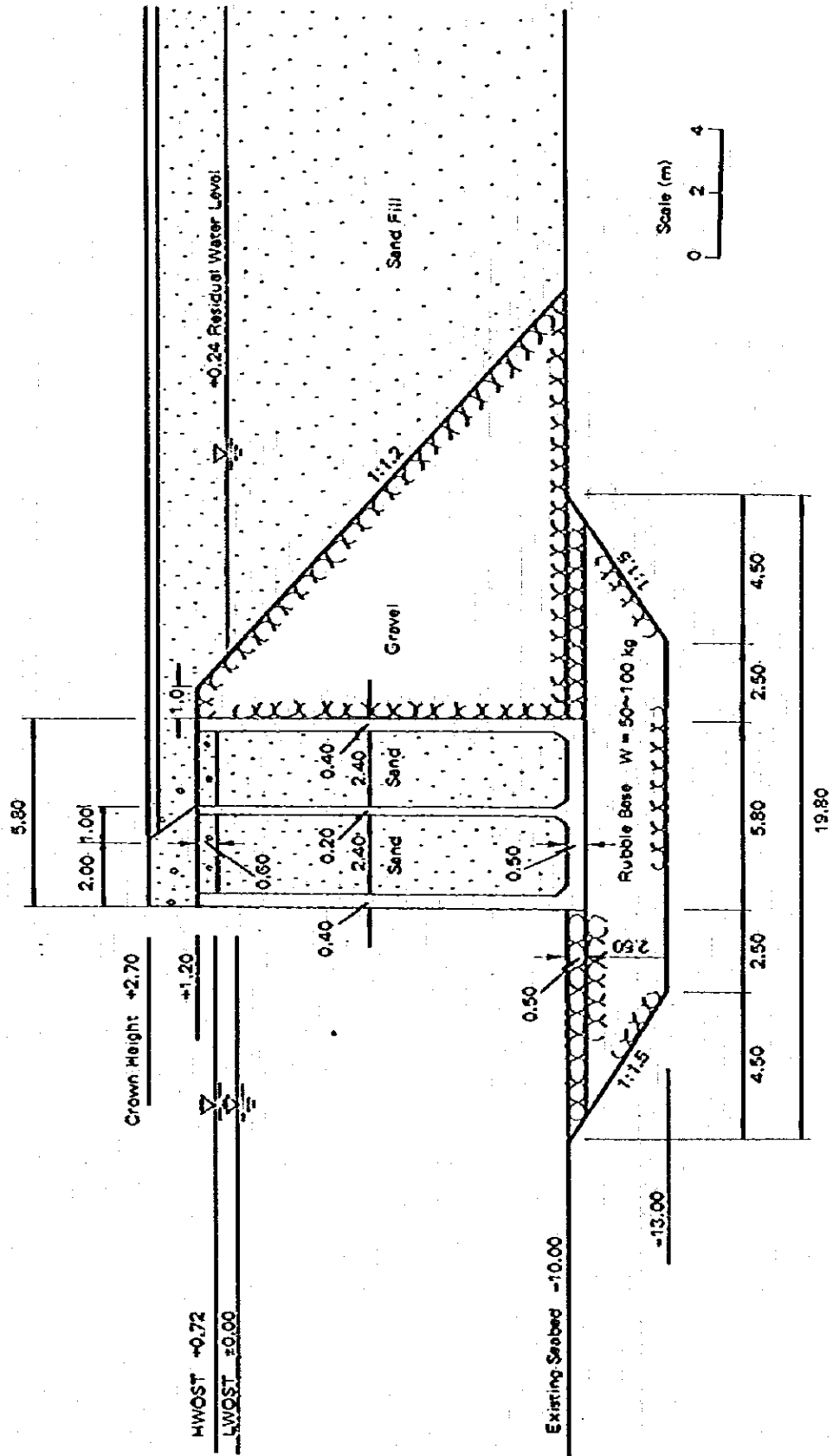


図-V.3.17 (b) 重力式ケーソン型橋脚平面図 (一10m)

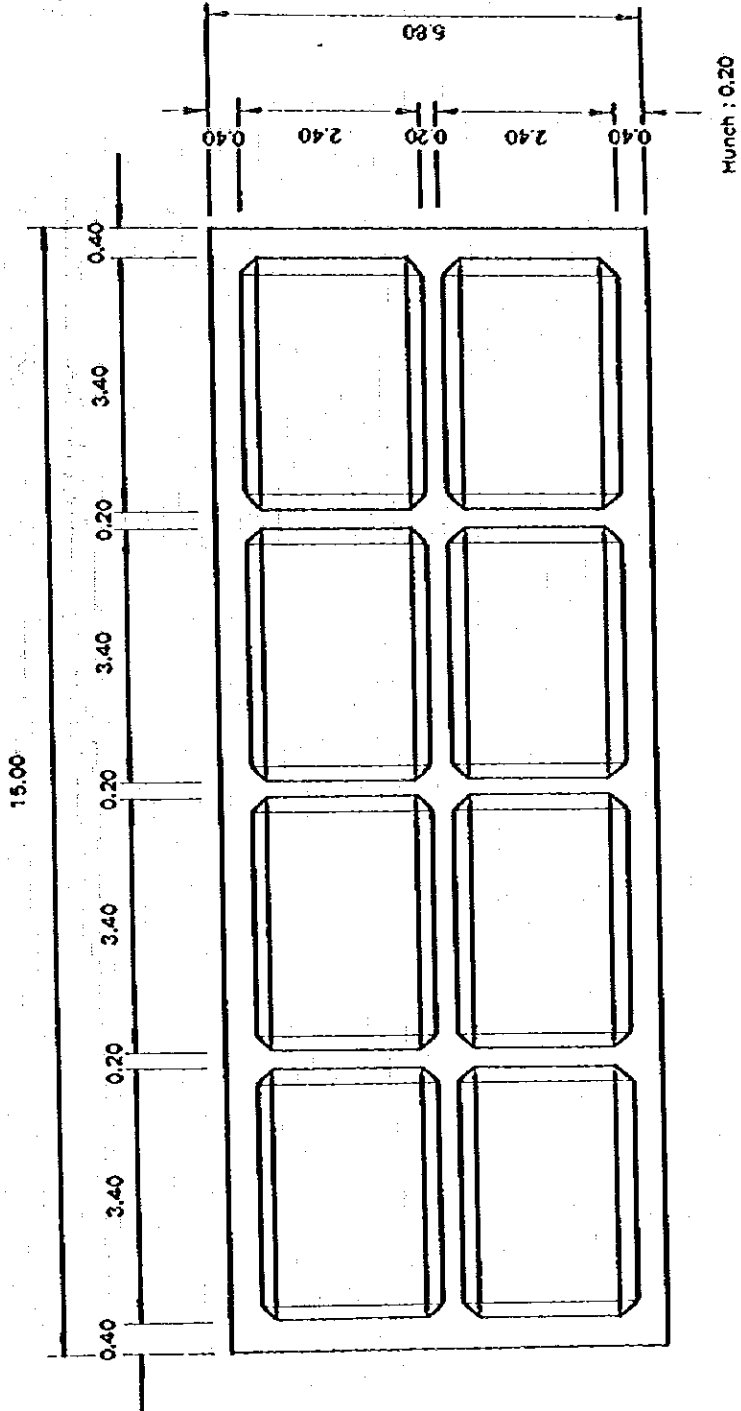


図-V.3.18(a) 電力式ケーソン形橋断面図(—7.5m)

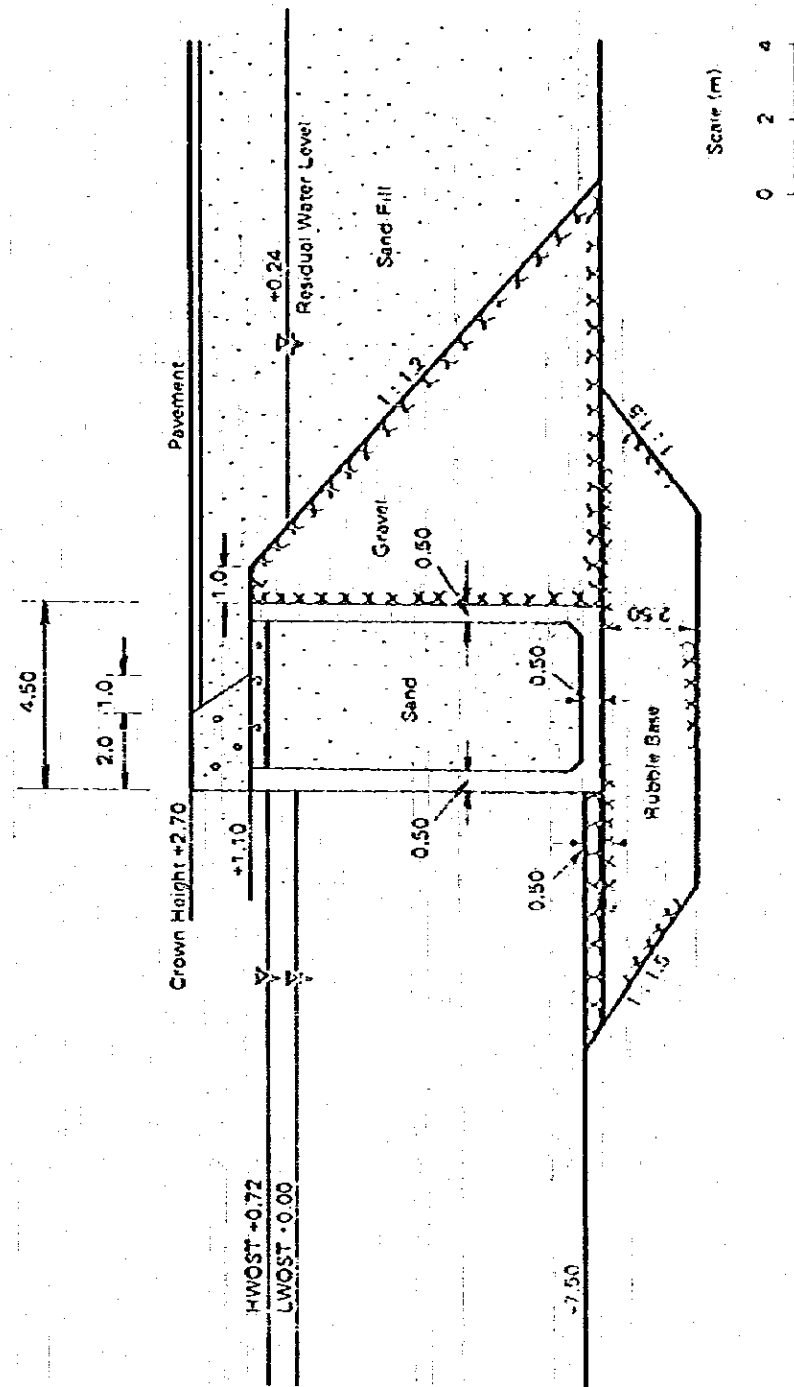


図 - V.318 (b) 電力式ケーソン標準平面図 (— 7.5 m)

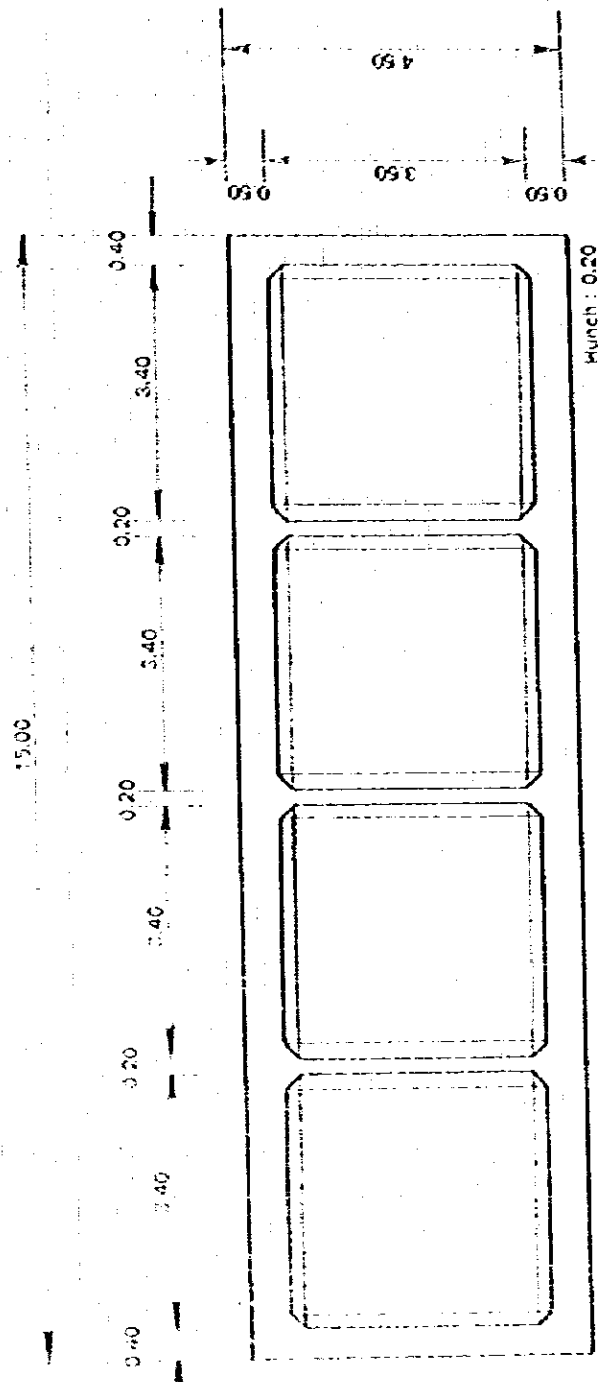


図-V.3.19 KQコンテナヤードの舗装断面

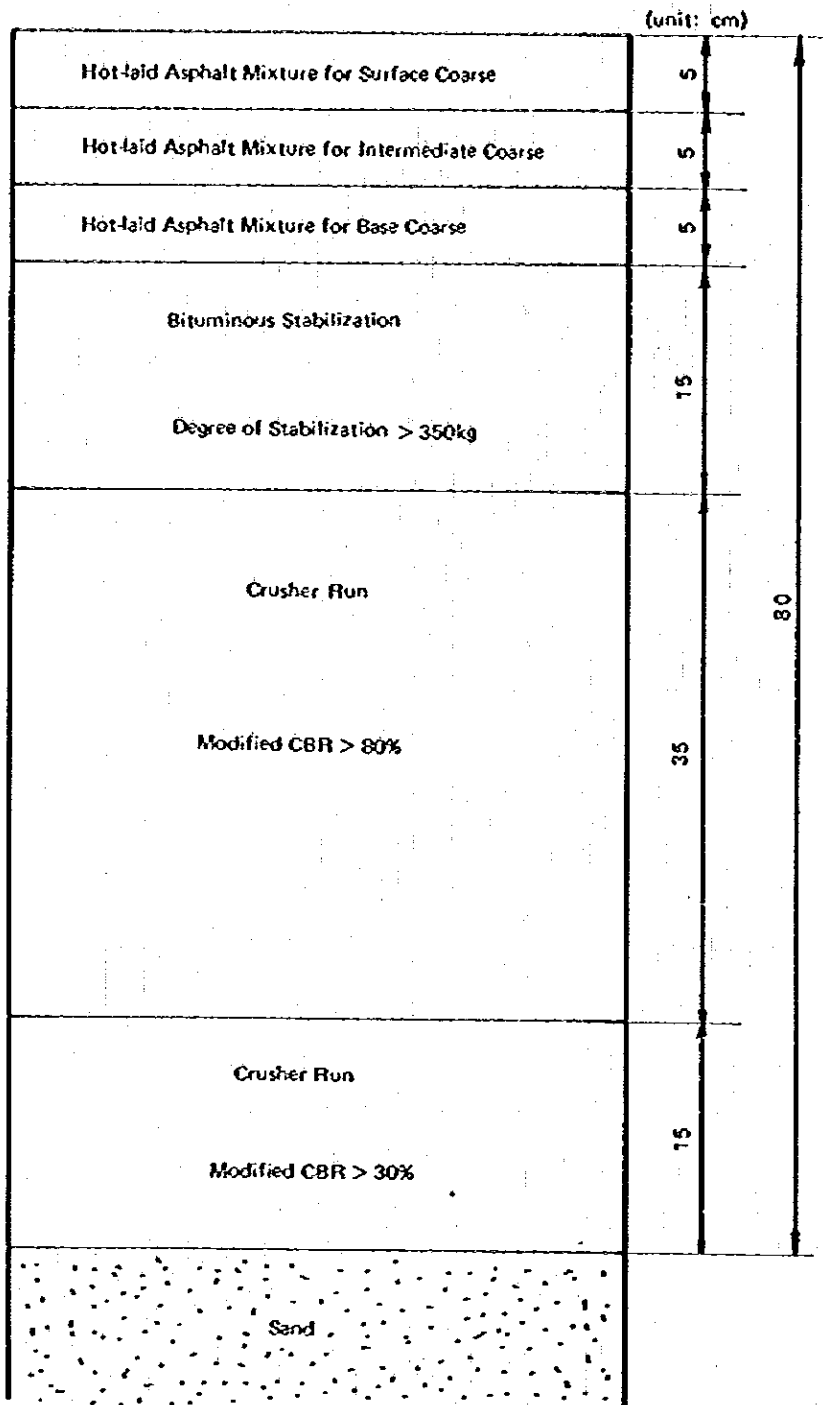
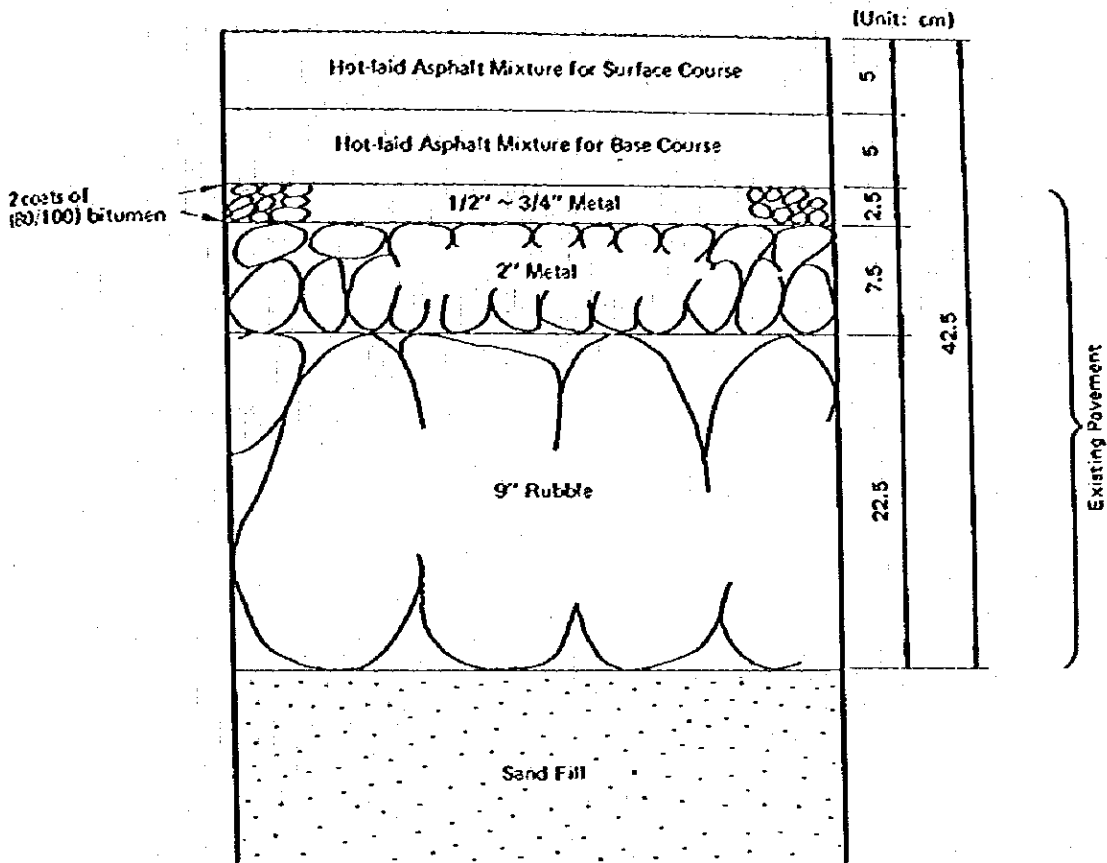


図-Y.320 QEQ No.5 コンテナヤードの舗装断面



第 4 章 施 工 計 画

コロンボ港整備計画事業のうち緊急計画に含まれる土木工事はクイーンエリザベス埠頭№5、200mのコンテナ化工事とコルテボーム埠頭550m（コンテナ埠頭300m在来埠頭250m）の新設工事、これに伴い港内浚渫（水深-12m）、及び港内道路の整備事業である。

クイーンエリザベス埠頭のコンテナ化は-12m岸壁、延長200mとして1982年共用開始を目標とし、コルテボーム埠頭は全延長550mを-12m岸壁として、1984年に共用開始することを目標とする。但し、コルテボーム埠頭のクレーンレーン及びその基礎は将来コンテナ岸壁の延長に対する手戻りを防ぐ為、在来埠頭250mにも緊急計画のなかで実施する。又、港内道路整備はクイーンエリザベス埠頭のコンテナ化に対応させるため早期完成が望まれるが、既設建築物等に影響を与えるため工期を2年間として2車線道路で1983年共用開始を目標とする。それぞれの施工位置を図-V.4.1に示した。

4-1 主要施設の建設方針と施工法

4-1-1 クイーンエリザベス埠頭のコンテナ化工事

クイーンエリザベス埠頭№5、200mの岸壁工事は1979年にスリランカ国の事業として完成された。クイーンエリザベス埠頭のコンテナ化工事は、この延長200mの岸壁にコンテナクレーン用レールの基礎を建設し、背後地をコンテナヤードとして整備する。主たるクレーンレール基礎工事は鋼管杭打設と格コンクリート工事である。これ等は陸上工事である。主たるコンテナヤード整備工事は、現在完成されている舗装の基礎を生かして重積工事を行い、重車両の通行に対応する。

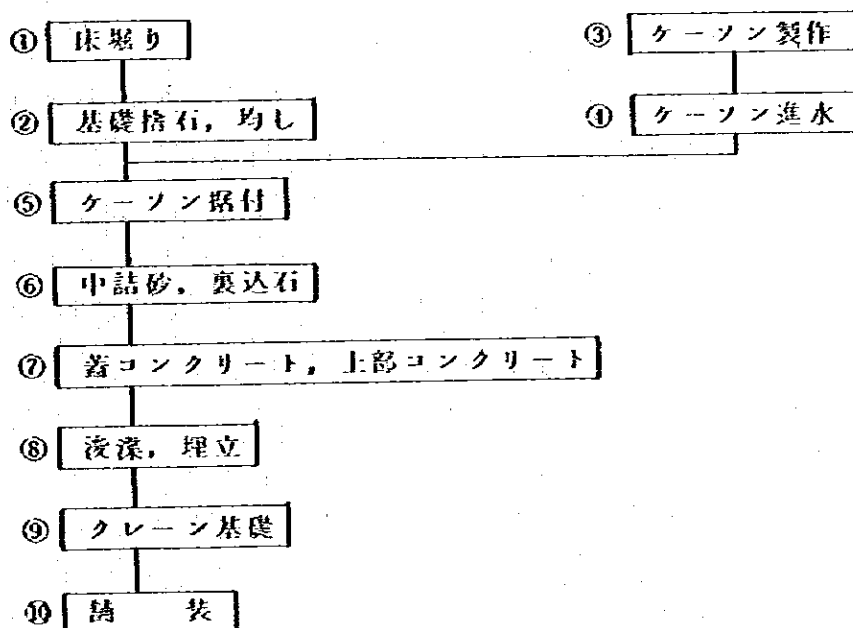
4-1-2 コルテボーム埠頭の建設

コルテボーム埠頭は岩盤深度の浅い位置に建設されるため、ケーソン工法を採用する。コルテボーム埠頭はコロンボ港内に位置するため作業海域の静穏は保たれている。しかし建設工事は平常の荷役業務と港内で廻轉するため十分な注意を払う必要がある。特に建設用作業基地のスペースを確保することが難しい。

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製作を実施する。ケーソン製作は工程上相当な施工速度と精度を要求されるため、フローティングドックは岸壁又は、護岸を利用し十分な支援体勢をとることが望ましい。しかし、現在港内施設は繁雑を極めているため既存岸壁の利用は考えないことにする。

フローティングドックは最初コーリングジェティズ前方の水深 -8 m の位置にアンカーにより固定し、コルテボーム埠頭の南護岸(約 300 m)のケーソンを製作する。コルテボーム埠頭南護岸が完成し、裏込石が投入された後、ここにフローティングドックを接岸固定してケーソンヤードとし、北護岸、岸壁のケーソンを製作する。この南護岸に用いたケーソンは、将来マスタープランを実施する場合に転用可能な規模を有している。ケーソン据付順位は、南護岸、北護岸、 -12 m 岸壁とし、 -12 m 岸壁は北側からとする。埋立は -12 m 岸壁のケーソン全てが据付られるのを待たずに北側から開始し、 -12 m 岸壁のうち北側 300 m の背後の埋立が完了し地盤が安定次第重構築工事に着手する。ケーソン岸壁の施工法を図-V.4.2に示す。

図-V.4.2 ケーソン岸壁の施工



- ① 床掘りは、クラブ船(クラブ容量約 2 m^3)により浚渫し、上運船により埋立地内に投入する。
- ② 基礎捨石は、コロンボ北東 13 マイルに位置するマハラ及びサブガスカンダよりダンプトラックによりコロンボ港内、コーリングジェティズに搬入し、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。ケーソン設置位置を特に平坦に施工する。
- ③ 最初の 16 箇のケーソンは、コロンボ港内コーリングジェティズ前方水深 -8.0 m の位置にフローティングドック($2,500$ ト)2基をアンカーにより固定して製作する。型枠、鉄筋はコーリングジェティズ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。海上で作られたケーソンは南護岸に用いる。残りのケーソン59函は南護岸を利用してフローティングドック2基により製作する。南護岸には捨石まき出しにより作られた取付道路を利用してコーリングジェティズから直接陸上車輛によりケーソン製作資材を搬入できる。

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より圧送打設する。又、フローティングドックのケーソン1函当り占有率を下げ、施工速度を増す目的で捨石による海中マウンドにて海上打設を併用する。

- ④、⑤ 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。
- ⑥ 中詰砂は、ケラニ川河口付近でクラブ付自航運搬船により直接採取した海砂を、ケーソン据付後直ちに投入する。裏込石は基礎捨石と同様な方法でコーリングジェティズに搬入した石材をクラブ付自航運搬船により投入する。
- ⑦ 蓋コンクリート、上部コンクリートはプラントよりアジテータートラックを用いて搬入打設する。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。
- ⑧ 埋立土砂は図-V.4.1に示す海域より4,000PSポンプ船と排砂管、沈設管を用いて直接投入する。余水吐は南護岸と-12m岸壁の隅角部付近に設ける。
- ⑨ クレーン基礎の海側はケーソン上部コンクリートを利用してレールを付設するため、上部コンクリート工事と密接な関連を持ち注意を要する。又、陸側は埋立地盤上で鋼管杭を打設し、桁コンクリートを施行する。
- ⑩ 舗装はアスファルトコンクリート舗装で施行する。

4-1-3 港内道路の整備

コロンボ港内を周回する道路を2車線(巾10m)で整備し、コロンボドックリミテッドの背後より内陸幹線道路と連結させる。しかし、港内既設建築物等の移転、撤去への配慮が重要である。又、2ヶ所のトンネル工事が含まれる。上記に加え将来4車線に拡幅することを考慮の上最適な路線を設定しなくてはならない。舗装工事は在来地盤の上に実施され又、既設道路も多く利用できるため、路盤工は軽易なものでよい。

4-1-4 港内浚渫

現在-10.0m~-11.0mの港内水深をコンテナ埠頭完成に合わせて-12.0mに増深する。浚渫土砂は約150万 m^3 である。これを1981~1983年の3年間にコロンボポートコミッション所有の浚渫船により浚渫する。浚渫土砂は良質なものに限り埋立地内に投入し、他は港外投棄とする。

4-2 作業基地

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。南護岸をケーソン製作ヤードとした場合の平面配置を図-V.4.3に示す。工事初期には取付道路、基礎捨石、裏込石に多量の石材(5~60,000 m^2)を用いる。従って石材をあらかじめ一時的にストックする必要があるので、200m×150m以上の用地を確保する。港外作業船は荒天時には港内退避と考える。又、作業船、作業機械類の小修理はコロombo港内の施設を利用して行なう。

ケーソン製作はフローティングドックを主体とするが、コルテボーム埠頭南護岸を早期に完成させるため図-V.4.3に示す1,200tスリップ⑧の利用も可能である。又、図-V.4.3⑨に示すNEW BOAT HOUSEは型枠、鉄筋の保管、加工に利用可能な重要な既存施設である。

4-3 工事用資材及び作業船

4-3-1 工事資材

主要な工事用資材の数量を表-V.4.1に示した。

セメントはスリランカ国内でも十分な生産量を期待できるが(月産約40,000t)、マハベリ川総合開発事業等大規模プロジェクトが進行中であるため、国外調達とした。捨石はマハラ地区にあるCPC所有の石山で40万tの埋蔵量が期待できるが、工事量には不足するため新たに石山を開発する必要がある。現在サブガスカンダ地区に小規模な民間所有の石山がある。この付近には、良質な岩山が多数あり近くに石油精製基地があるため道路も完備しており、この地区に40万t程度の石山を開発し2ヶ所より、コロombo港に供給する。

但し、国内での石山開発規模が小さいので、採石機械、輸送用トラック等が不足することが予想されるので、これらは国外より調達する。鋼材、ゴム製品等特殊資材は国外調達とした。ケーソン製作に必要な型枠、足場等工事精度を要求される資材も国外調達とした。

4-3-2 工事機械・作業船

コロombo港には、港湾施設維持管理、荷役業務のため多数の作業船が現有する。コロombo港所有船諸元を表-V.4.2(a)~(d)に示した。これ等船舶は、日常業務、港湾荷役に常に稼働しており、建設業務に専任させることには無理がある。しかし作業船を国外より回航、輸送することは多額の費用を要し、建設コスト増に影響する。従って工事に長期間拘束される船舶、又は特殊船はシンガポールより回航、輸送するものとし、1ヶ月単位程度で一時的に必要となる船舶はコロombo港より調達する。

陸上機械のうち石材輸送トラックは国内で不足しており、本工事に使用可能な台数は限られている。従って主体は国外調達とした。

その他特殊車輛，コンクリートプラントも国外調達とする。主要な使用船舶，機械を表-V.4.3に示した。

4-4 施工計画

4-4-1 稼働日数

1) 港外作業

コロンボ港はインド洋に面しており，西からの風浪に大きく影響を受ける。コロンボ港で発生する波浪の推算結果(1-3-2を参照)のうち作業船に影響を与える波高(1m, 50cm)をパラメーターとして月別発生頻度を表-V.4.4にとりまとめた。

港外作業はクラブ付自航運搬船による中詰砂採取，及びポンプ船による埋立土砂の採取である。両作業の波浪による作業限界は，前者が50cm以下，後者が1.0m以下である。前者はケーソン掘付作業に追従するものであり，港外作業は数日に1日の割合となる。又，港内でも一部採取可能であるため年間平均6.4%の静穏度(50cm以下)が保たれるコロンボ港外では問題はない。後者は港外作業が継続的なものであり，静穏度に大きく影響を受ける。工程計画(表-V.4.5)によれば，埋立工事は12月~7月までとなっており，後半の6月，7月は静穏度の悪い季節の作業となる。港内の底質調査により一部港内海底より採取することも可能であるが，岩盤層が-1.5m位に出現することが考えられるため，多量には期待できない。従って，波浪に対応可能な大型ポンプ船により港外作業を主体とすることとし，稼働率は過年の値とする。

○ 波浪による不稼働日数 $a = 30 \text{日} \times 0.18 \div 6 \text{日/月}$

○ 定期修理日数 $b = 2 \text{日/月}$

○ 稼働日数 $30 \text{日} - 2 \text{日} - 6 \text{日} = 22 \text{日/月}$

2) 港内作業，陸上作業

港内，陸上作業はコロンボ港内での作業であるため波浪の影響はほとんど受けない。風は作業に影響を与える程継続して強く吹くことはなく，雨量も風と同様である。従って稼働日数は休日5日，修理1日を除く24日/月とする。

4-4-2 工程計画

主要施設の工程計画を表-V.4.5に示す。クイーンエリザベスコンテナ埠頭は1982年に，コルテボーム埠頭は1984年にそれぞれ供用開始となる。工期の都合上コルテボーム埠頭の築装工事は埋立完了前に北側から開始する。

表-V.4.1 主要建設資材

Material	Item	Unit	Quantity	Supply		Remark
				Foreign	Local	
Sand, Stone & Cement	Stone	m ³	260,000		○	Rubblestone, backfilling stone
	Filling sand	m ³	90,000		○	Caisson filling
	Reclamation fill	m ³	1,800,000		○	
	Cement	t	12,000	○		Caisson, Crane beam
	Fine aggregate	t	27,000		○	Same as above
	Coarse aggregate	t	39,000		○	
Steel	Steel pipe pile	No.	260	○		φ711.2, t12, (ℓ = 17~24 m) 75 kg/m
	Rail	m	1,400	○		
	Reinforcing bars	t	2,900	○		
Others	Steel forms			○		
	Scaffolds			○		
	Fuel				○	
	Sand protection mat			○		
	Rubber fender			○		

表-V.4.2 (c) コロンボ港新築Dredger

	Kumbula	Bin Ura	Boowalla	Kakuluwa	Diyakawa
Year Built	1967	1971	1975	1962	1972
Builder	Alexander Stephen & Co., U.K.	Fleming & Ferguson U.K. Assembled by Port Comm.	Disc Dredger Corporation	George Brown & Co., U.K.	IHI Co., Japan
Type	Cutter Suction Dredger	Hydraulic Drive & Winches	Cutter Suction Dredger	Self Propelled Grab Type	Drag Suction Dredger
Pontoon Size	30' x 20' x 55'	L-151' B-30' D-10'6"	40' x 20' x 10'	L-142' B-29' D-12'	L-65m B-11.8m D-5.0m
Capacity		315 cu.yds./h	180 cu.yds./h	100 cu.yds./h	5,000 m ³ /h (water)
Maximum Depth	35'	45'	30'	75'	62'
Pump Type	Felming & Ferguson	Buckets - 17½ cu.ft. each			
Duct	12" 12"		16" 14"		
Engines	2/Cat - 343 & 333	343 Cat - 333	D 346 Cat D 334	Twin Crossby ERL4 400HP	Twin Yanmar 6MA-HTS 900HP
Cutter Drive	Hydraulic		Electric Motor		
Dead Weight		300 Tons			
Pump Drive	Hydraulic	Hydraulic	Electric		
Capacity (Hopper)				Load 705 t, Empty 470 t	Load 2,255 t, Empty 955 t
Speed				275 cu.yds 8.5 K	850 cu.yds 9.0 K
Grab Capacity				2.5 cu.yds	
Condition	Out of commission	Working	Working	Working	Working

Source: CPC

表-V.4.2(b) POC所有船舶

Type	Total	In Commission	Under repairs
Lighters	298	142	156
Tugs	15	8	7
Launches	27	9	18
Passenger Crafts	8	5	3

表-V.4.2(c) CPC所有曳船

Towing Tugs	Condition
(1) Kanchadeva 1961 - Engines Widdop 275 HP	Hull needs repairs
(2) Pussadeva 1961 - Widdop 275HP	Not in good condition
(3) Velusumana 1965 - Crosby 260HP ERN 8	Engine needs repairs
(4) Madnwa 1965 - Lister Blackbore - 280HP	Good condition
(5) Theraputtabaya - 1968 - Crosby 375HP - HRN8	Hull needs repairs Generally good

表-V.4.2(d) CPC所有陸上建設機械

Type	Lifting Capacity	Quantity
Truck Cranes	30t	1
	12t	3
	10t	1
	7t	2
	6t	3
Crawler Cranes	30t	1
	20t	1
	13t	1

表 - V.4.3 使用船舶機械一覽表

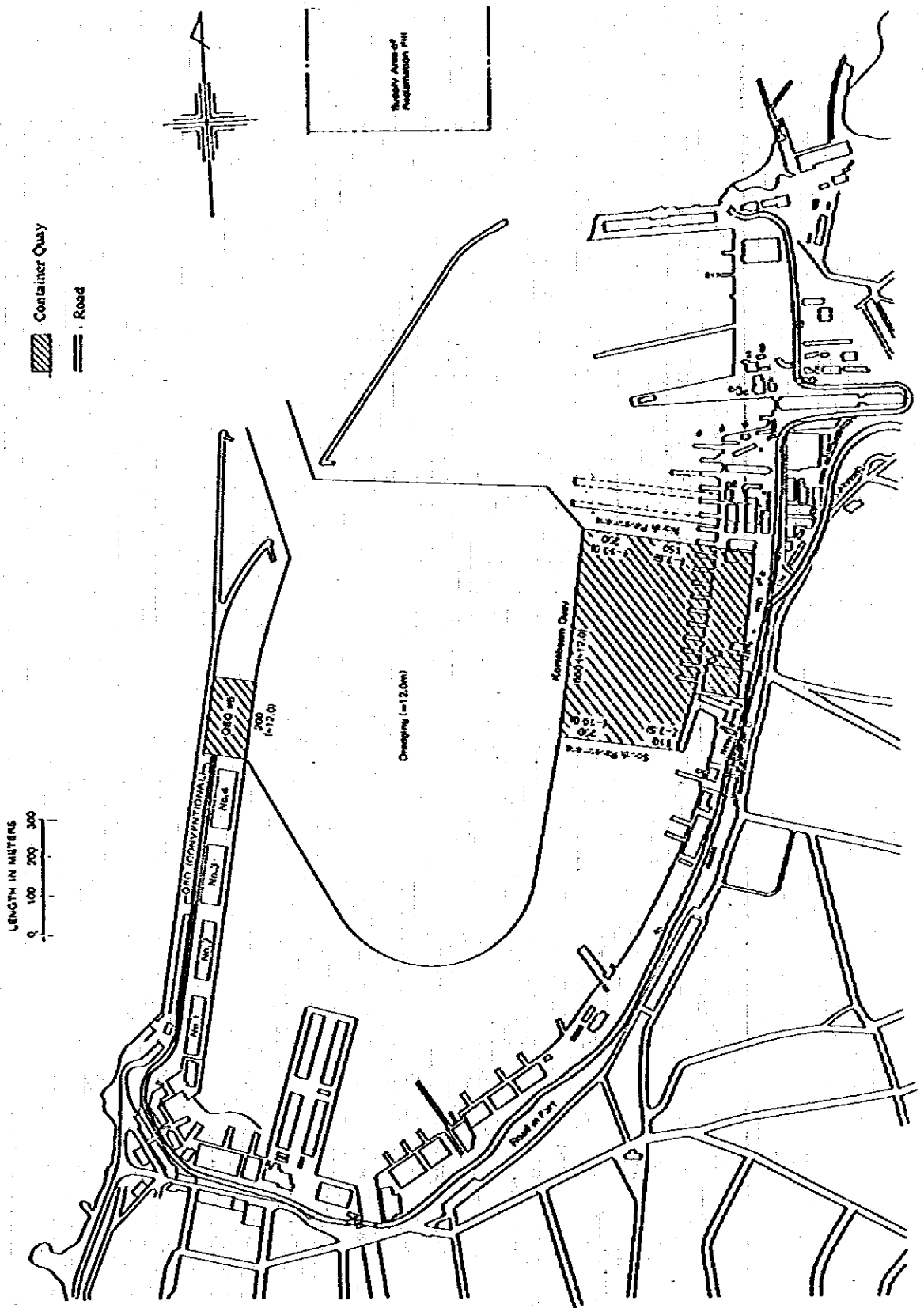
Equipment	Capacity	Quantity	Availability in Sri Lanka
Grab dredger	2m ³ /grab	1	yes
Barge	300 m ³	1	yes
Tugboats	250 ps and under	4	yes
	250 ps and above	3	no
Self-propelled barge with grab	350 m ³ in capacity	4	no
Floating docks	2,500 t	2	no
Divers' boats		10	no
Pump dredger	4,000 ps	1	no
Anchor barge		2	no
Floating concrete mixer		1	no
Tractor shovels	2.3 m ³	7	no
Dump trucks	10.5 t	50	no
Concrete mix trucks	3.2 t	4	no
Concrete pump trucks	160 ps	2	no
Truck cranes	Capacity 7 to 20 tons	5	yes
Pile driver	D 22	1	no
Concrete plant	70 m ³ /h	1	no

表 - V.4.4 月別波高発生頻度

(Unit: %)

Month Wave height	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
0.49m and under	69	73	78	79	72	49	43	41	48	58	78	79	767 (64)
0.50m to 0.99m	18	18	19	14	10	13	25	26	22	19	13	17	214 (18)
1.00m and above	13	9	3	7	18	38	32	33	30	23	9	4	219 (18)
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1,200 (100)

図-V.4.1 コロンボ港整備計画（緊急計画）



第5章 工費の算定

前項「施工計画」に基づき、主要施設の工費を工費積上げ方式に従い算出した。建設資材等の基礎価格は現地調査を行なった結果より表一 V. 5. 1 (a), (b)に示す通りとした。尚工費算定に際し次の項目を前提条件とした。

- (1) 内貨、外貨共に1979年6月の価格を用い、物価上昇は見込まない。又、1979年6月の為替レートをIMF資料より次のように定めた。

$$1 \text{ US } \$ = 15,625 \text{ Rs} = 218.89 \text{ 円}$$

$$1 \text{ Rs} = 14 \text{ 円}$$

- (2) スリランカ国内で調達不可能な船舶はシンガポール付近より回航する。又国内で調達不可能な機材、資材は日本から輸送する。船舶、機械器具等の使用料は日本の損料算定基準を参考とした。
- (3) 日本より輸入する資材、機材はCIF価格とし、輸入税は見込まない。
- (4) 建設に伴う漁業及び用地補償費、家屋施設等の移転費は計上しない。
- (5) 物的予備費は全体工事費の15%を見込んだ。

緊急計画4ヶ年の事業費を表一 V. 5. 2にとりまとめた。投資総額は、70.458千US\$であり、外資分は54.040千US\$その割合は77%である。尚、外貨の対象は次の項目とした。

- (1) 鋼材及び防舷材等の特殊加工品、又、工事、工程の精度を高めるための足場、型枠。
- (2) 工事用船舶、機械のうち海外に依存するものの輸送費、使用料、購入費。
- (3) 労務費のうち特殊作業船の乗組員等、熟練技能労働者の派遣費用。

表一 V. 5. 2 中荷役機械の明細は第V部、2章を参照のこと。

1980～1983の4年間の年次別資金計画を表一 V. 4. 5 工程表に基づき表一 V. 5. 3に示した。

表-V.5.1(a) 基礎価格

(Unit: US\$)

Item	Specification	Unit	Basic Price		
			Foreign	Local	Total
Rubblestone	50 ~ 500 kg/each	m ³	13.9	2.3	16.2
Leveling of rubble base	underwater	m ²	14.0	1.5	15.5
Rubblestone	1,000 ~ 2,000 kg/each	m ³	16.5	2.5	19.0
Leveling of rubblestone surface	Underwater	m ²	7.9	0.9	8.8
Concrete	$\sigma = 240 \text{ kg/cm}^2$	m ³	68.0	14.2	82.2
Rainforcing bars	Including fabrication	t	406.6	32.0	438.6
Filling sand	Sea sand	m ³	5.1	0.1	5.2
Dredging	In Port	m ³	0.0	1.9	1.9
Dredging	Outside port	m ³	2.3	0.2	2.5

表-V.5.1(b) 主要構造物概算工費

Facilities	Unit	Unit Construction Cost (US\$)	Remarks
-12.0m Caisson quay wall	m	20,750	Including crane foundation Shown in () is the unit cost of placing concrete at sea
-10.0m Caisson quay wall	m	14,200 (16,470)	
-7.5m Caisson quay wall	m	9,960 (12,230)	
CFS	m ²	218	Structural steel and slate
Paving of road and apron	m ²	16	Asphalt concrete
Paving of container yard	m ²	31	Asphalt concrete

表-V.5.2 緊急計画の事業費

(Unit: Thousand US\$)

Item		Unit	Quantity	Cost (%)
Conventional Berth	Cargo Handling Equipment	Set	1	7,537 (10.7)
	Sub Total			7,537 (10.7)
Container Berth	QEQ #5	Berth	1	2,293 (3.2)
	KQ #1 (Quaywall, CFS)	Set	1	33,912 (48.1)
	Dredging	M.m ³	1.5	2,880 (4.1)
	Container Equipment	Set	1	13,794 (19.6)
	Sub Total			52,879 (75.0)
Road		km	5.7	1,524 (2.2)
Engineering		Set	1	2,111 (3.0)
Physical Contingency		Set	1	6,407 (9.1)
Grand Total				70,458 (100.0)

表一 V.5.3 年次別資金計劃

(Unit: Thousand US\$)

Construction year	Quantity	1980			1981			1982			1983			Total		
		Foreign	Local	Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local	Total
Q8Q	Crane foundation		60	1,308										60	1,308	
	Heavy paving		320	320										320	320	
	Offices & Others		226	372										226	372	
	Power, lighting and water supply	1 Set	251	293										251	293	
	Sub-total		568	2,293										568	2,293	
Civil engineering facilities	Access road		62	440										62	440	
	South rovetment	310 m	521	4,576	51	39	90							4,106	4,666	
	North rovetment	350 m	1,856	2,107	1,190	168	1,358							3,046	3,465	
	Quaywall	550 m			7,913	1,004	8,917	2,118	340	2,458	10,031	1,344	11,375	401	4,598	
	Reclamation	1,830,000 m ³			525	50	575							5,050	5,050	
	Paving of yard	165,000 m ²												792	1,308	
	C.F.S.	6,000 m ²												589	971	
	Offices and Others	3,450 m ²												1,913	126	
	Power, lighting and water supply	1 Set														
		Sub-total		834	7,123	9,679	1,261	10,940	9,084	6,765	15,849	25,052	8,860	33,912	2,880	2,880
Dredging			960	960										960	960	
	Roads	5,700 m		762	762									762	762	
															1,524	
	Sub-total (1)		8,014	11,138	9,679	2,983	12,662	9,084	7,725	16,809	26,777	13,832	40,609			
Equipment	Q. E. Q (Container)	1 Set		4,461											4,461	
	K. Q (Container)	1 Set								9,333				9,333		
	Conventional berth	1 Set	7,537	7,537										7,537		
		Sub total (2)		7,537	4,461						9,333				21,331	
Engineering	Survey and design	1 Set	594	763	238	69	307							832	1,070	
	Construction supervision	1 Set			278	69	347	278	69	347				834	1,041	
		Sub total (3)		594	763	516	138	654	278	69	347	278	69	347	1,666	2,111
	Physical contingency [15% of (1) + (3)]		89	174	1,280	489	1,769	1,493	458	1,951	1,404	1,189	2,573	4,266	2,141	
	Total		8,220	194	8,414	14,271	3,751	18,022	11,450	3,510	14,960	20,099	8,963	29,062	54,040	
														16,418	70,458	