5－3　1990年及び2000年の取扱貨物量

ドマイ港で取扱う将来の品目別貨物量を表5-3-1に示す。表5-3-2は内外貿別の貨物量の予測を示したものであり，貨物量増加の様子は図5.3.1に示した。ドマイ港での取扱総貨物量は1985年で671,000トン，1990年で1,517,000トン，1995年で2,406,000トン，2000年で3,657,000トンと予測され，年増加率は約9％である。顕著な傾向としては年率約11％で，1990年の696,000トンが2000年に2,054,000トン増加するパーム・オイルの急激な延びが見られる。全貨物量に占める割合は1985年で23％，1990年で46％，2000年には56％に増大する。このうち70％は輸出，30％は国内消費に当てられる。他の乾貨物はパーム・オイルと異なり比較的緩かな伸びを示し，1985年には514,000トン，1990年には821,000トン1995年には1,198,000トン2000年には1,603,000トンと年率約8％の増加が予測される。これらのうちパーム・カーネルは年率12％と高い伸びを示し，1990年の107,000トンから2000年には343,000トンに増加し，1990年の全乾貨物に占める割合は13％である。パーム・カーネルは60％は輸出40％は国内で消費される。肥料は年率5％で増加し1990年の271,000トンから2000年には438,000トンとなり1990年の乾貨物の33％を占める。木材は製材，合板を含め年率6％で伸び1990年の139,000㎥から2000年には250,000㎥に増加し，そのうち90％が輸出される。米は輸入，移出入を含め1990年の122,000トンから2000年には189,000トンに年率5％で増加し，全輸入移入量の20％がリアウ州内に移出される。一般雑貨は建設資材，ゴムを含め1990年には全乾貨物の22％182,000トンから年率8％で伸び2000年には383,000トンに増加するものと予測される。

表5－3－1　ドマイ港の貨物予測（'000t）

Commodity	1985		1990		1995		2000	
	Volume	%	Volume	%	Volume	%	Volume	%
Palm Oil	157	23	696	46	1,208	50	2,054	56
Palm Kernel	22	3	107	7	202	8	343	9
Fertilizer	197	29	271	18	353	15	438	12
Timber	79	12	139	9	202	8	250	7
Rice	97	15	122	8	152	7	89	5
G/C & Rubber	119	18	182	12	289	12	383	11
Sub Total (ex. PO)	514	77	821	54	1,198	50	1,603	44
Grand Total	671	100	1,517	100	2,406	100	3,657	100

表5－3－2　ドマイ港の品目別外内貿別、貨物予測（'000t）

Commodity	1985					1990					1995					2000				
	Foreign In	Trade Out	Domestic In	Trade Out	Total	Foreign In	Trade Out	Domestic In	Trade Out	Total	Foreign In	Trade Out	Domestic In	Trade Out	Total	Foreign In	Trade Out	Domestic In	Trade Out	Total
Crude Palm Oil		80		47	127		427		209	636		786		362	1,148		1,378		616	1,994
RBD		30			30		60			60		60			60		60			60
Palm Kernel		13		9	22		64		43	107		121		81	202		206		137	343
Fertiliser																				
Urea			75		75			96		96			120		120			146		146
Rock Phosphate	40				40	56				56	74				74	91				91
MOP	43				43	68				68	93				93	118				118
Others	22		15		37	33		18		51	46		20		66	59		24		83
Forestry Products		71		8	79		125		14	139		182		20	202		225		25	250
Rice	45		36	16	97	56		46	20	122	70		57	25	152	87		71	31	189
Rubber							19			19		39			39		79			79
Construction Material	35				35	35				35	35				35	35				35
General Cargo	45	1	25	13	84	69	1	39	19	128	105	2	59	29	195	145	3	81	40	269
Total	232	195	151	93	671	317	696	199	305	1,517	423	1,210	256	517	2,406	535	1,931	322	849	3,657

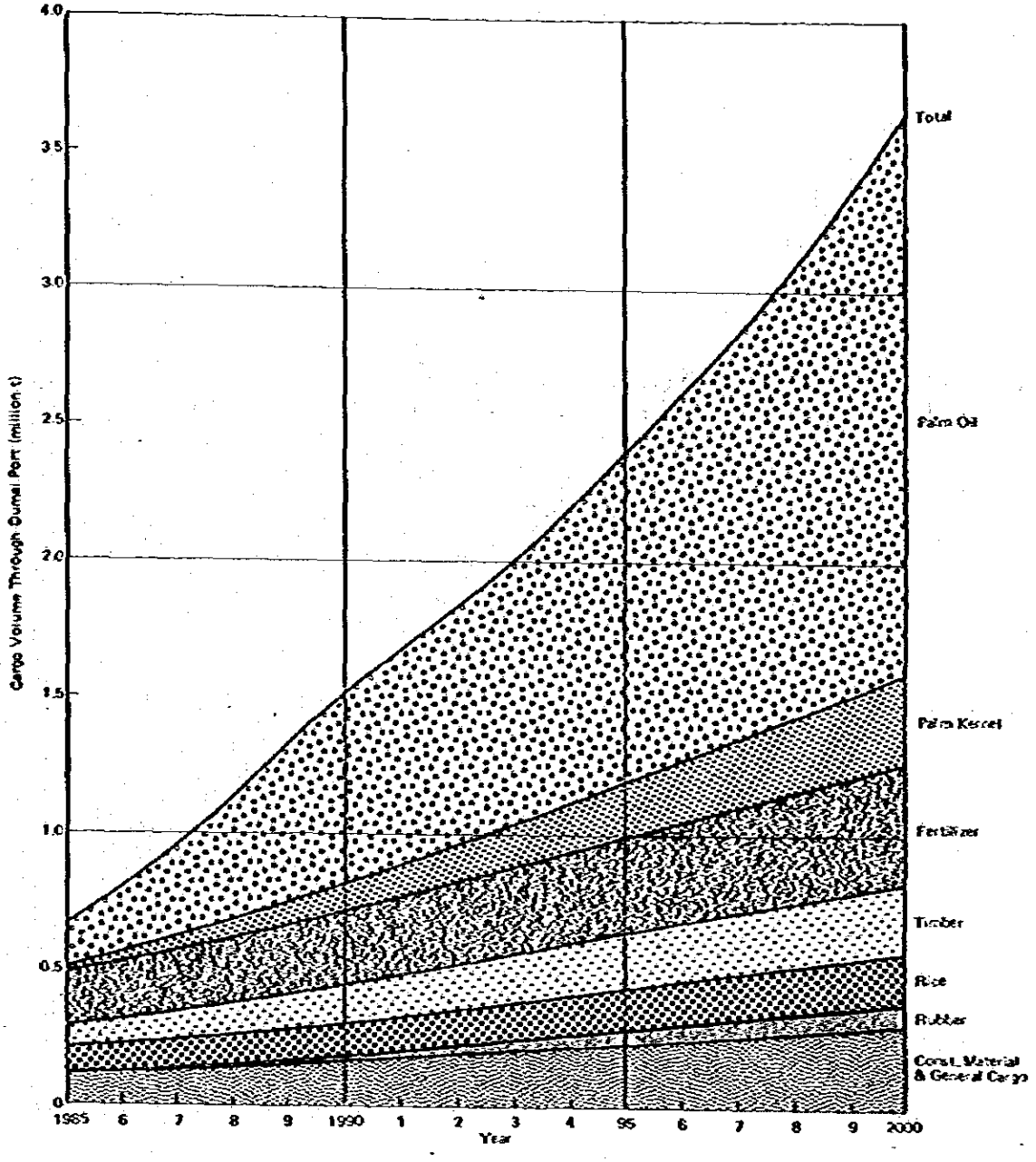


図5－3－1　ドマイ港の貨物予測

第6章 港湾計画

第6章　港湾計画

6－1　港湾開発の規模

6－1－1　必要バース

1）品目別港湾取扱貨物量

港の現況を分析するに当って全体貨物量を品目別と外貿，内貿別に分類することが重要となる。いまひとつ考慮しなければならない要素はゲートウェイ政策である。外国貿易に使用される路設の計画において，取扱品目が直接に輸出されるのか，ゲートウェイ港を経由して輸出入されるのかを決定することがとりわけ重要である。ゲートウェイ政策に照し合せて品目ごとの輸送経路を示したのが表6－6－1である。

表6－1－1　海上輸送経路別貨物量

(000 t)

Commodity	Trade Type	1985	1990	2000
Palm Oil	Direct export	110	487	1,438
	Domestic transport	47	209	616
Forestry Products	Direct export	71	125	225
	Domestic transport	8	14	25
Fertilizer	Via gateway port or direct import	107	157	268
	Domestic transport	90	114	170
Rice	Direct import	45	56	87
	Domestic trade in	36	46	71
	Domestic trade out	16	20	31
Palm Kernel & Rubber	Direct export	13	83	285
	Domestic trade out	9	43	137
General Cargo	Import via gateway port	45	69	145
	Export via gateway port	1	1	3
	Domestic trade in	25	39	81
	Domestic trade out	13	19	40
Construction Materials	Direct import	35	35	35
Total		671	1,517	3,657

2) 船　　型

港湾計画を立てるときに当該港湾に寄港する船型，貨物取扱能力等に関して前提条件を定める必要がある。港湾施設の計画に用いられる船型についてここで述べる。

(1) ドマイ港に寄港する現状の船型

１９７９年から１９８１年にわたるドマイ港の入港船の記録を分析し，品目ごとに外航船の入港隻数と平均船型を示したのが表６－１－２である。表６－１－３と表６－１－４はそれぞれ外航船の入港船隻数と平均船型及び内航船の入港隻数と平均船型を示している。外航船についての資料によるとドマイ港に寄港する船の平均船型は約8,000 DWTであり，全体の９１％を占める船型は１5,000 DWTである。内航船に関していえば平均船型は概略1,000 DWTと想定することができる。

表６－１－２　外航船の入港隻数と品目別平均船型

Commodity Transported	1979 Ship Calls	1979 Average DWT	1980 Ship Calls	1980 Average DWT	1981 Ship Calls	1981 Average DWT	Average DWT
Rice	9	8,202	11	8,519	7	8,022	8,284
Log	64	6,934	51	6,647	26	6,251	6,704
Sawn Timber	15	4,489	33	3,878	38	5,070	4,511
GC and others	18	12,422	13	12,187	29	16,155	14,175
Pile	3	2,598	11	8,881	26	8,045	7,866

Source: Dumai Port Administration

(2) 品目別の船型

a) パーム・オイル運搬船

パーム・オイル運搬船は化学タンカーと呼ばれる範疇に入る化学タンカーは原油，水，液化ガスや製品輸送貨物として分類される物質を除いたあらゆる液体貨物を輸送するために建造された船である。この船によって運搬される化学品貨物は主として６つの型に分類される。すなわちＡＥコードによると石油化学製品(A)，コール・タール製品(B)，糖密，アルコール，ワインなどを含め炭水化物誘導製品(C)，動物脂とオイル，魚油，パーム・オイルといろいろの種子の油を含む植物油(D)，重化学製品(E)，溶融硫黄(S)の６分類である。図６－１－１は(D)の製品を輸送できる船の船型分布を示している。これらの船は化学タンカーだけでなく，化学薬品運搬のためのディープ・タンクのような設備をもったバルク・タンカーや在来船も含まれている。この図から基本的には２種類の船が存在することが判る。すなわち10,000 DWT以下の船は沿岸航路や近海輸送航路に就航している船であり，20,000 DWTから30,000 DWTを中心とする船は外洋航路に就航している船である。東南アジアの港に寄港し，パーム・オイルを積み取る船船は大型のバーセル・タンカーで，大型の船

表6－1－3　外航船の船級別入港隻数と平均船型

Classification \ Year	1979		1980		1981		Average	
	Number of Ships	Average Tonnage DWT	Number of Ships	Average Tonnage DWT	Number of Ships	Average Tonnage DWT	Compo-sition %	Tonnage DWT
～ 3,000 DWT	6 (6.0)	1,568	16 (13.6)	1,753	20 (16.9)	1,939	12.5	1,815
3,001 ～ 5,000 DWT	12 (12.0)	3,734	11 (9.3)	4,151	10 (8.5)	3,975	9.9	3,946
5,001 ～ 10,000 DWT	68 (68.0)	6,504	77 (65.3)	6,674	62 (52.5)	6,417	61.6	6,571
10,001 ～ 15,000 DWT	7 (7.0)	11,283	9 (7.6)	11,371	8 (6.8)	11,300	7.1	11,322
15,001 ～ 20,000 DWT	3 (3.0)	16,313	1 (0.1)	17,110	5 (4.2)	15,880	2.7	16,161
20,001 ～ 30,000 DWT	4 (4.0)	22,700	4 (3.4)	23,323	13 (11.0)	22,249	6.2	22,539
Total	100 (100%)	7,152	118 (100%)	6,783	118 (100%)	7,980	100	7,623

Source: Dumai Port Administration

表6－1－4　ドマイ港の船級別内航船隻数

Classification \ Year	1979		1980		1981		Average	
	Number of ships	Average Tonnage	Number of ships	Average Tonnage	Number of ships	Average Tonnage	Compo-sition	Tonnage
		DWT		DWT		DWT	%	DWT
～ 500 DWT	17 (27.4)	340	9 (14.3)	410	6 (9.2)	460	16.8	380
501 ～ 1,000 DWT	24 (38.7)	730	27 (42.8)	590	42 (64.2)	560	48.9	610
1,001 ～	21 (33.9)	1,550	27 (42.9)	1,620	16 (26.2)	1,540	34.3	1,580
Total	62 (100%)	900	63 (100%)	1,000	65 (100%)	780	100.0	890

Source: Dumai Port Administration

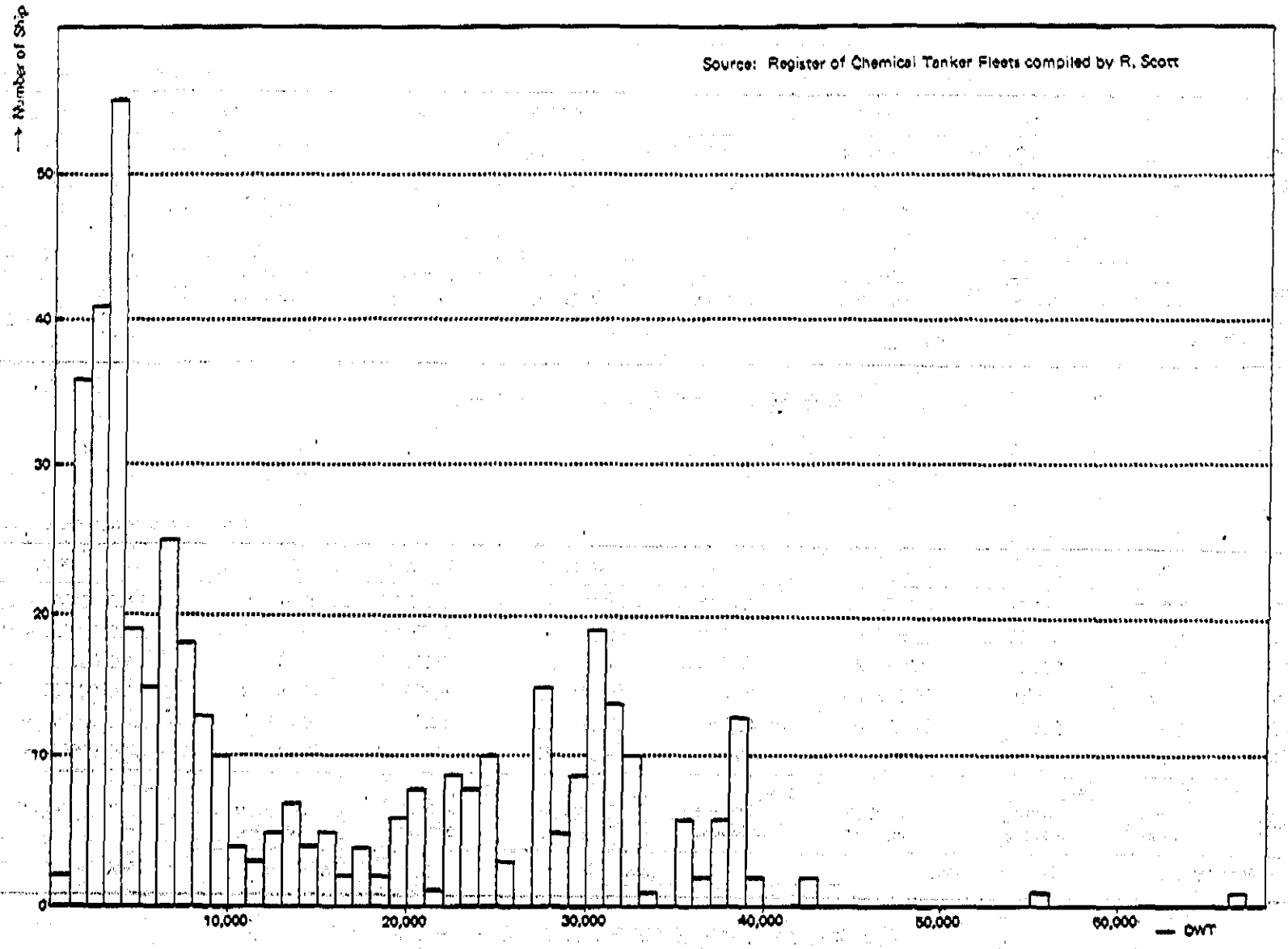


図6－1－1　パーム・オイル運搬可能ケミカルタンカーの船型分布

級に属する船である。パーセル・タンカーは一般的には定期航路に就航し，定期サービスを提供している。表６－１－５は世界の主要なパーセル・タンカーの運航会社とその大型パーセル・タンカーの所有量を示している。

図６－１－１によれば，１０,０００DWT以上の外航船の平均船型はおよそ２６,０００DWTで，その８６％の船は３５,０００DWT以下である。

内貿輸送についていえば，インドネシアの内国航路に就航する小型パーセル・タンカーは表６－１－６に示すとおりである。平均船型は約２,３００DWTである。

パーム・オイルを輸送可能なディープ・タンクをもった在来貨物船についていえば表６－１－７に示すように平均船型は概略１１,０００DWTと見積られる。

パーム・オイルは表６－１－８にあげた船型で積出されるものと想定する。

表６－１－５　大型パーセル・タンカーの主要運航会社

Operators	Existing		Under construction	
	No.	DWT	No.	DWT
Iver Bugge (Norway)	2	58,678	2	80,000
Ditlev-Simonsen (Norway)	2	60,818		
Eurochem (U.K.)	2	59,602		
Gotaas-Larsen (U.S.A.)	4	127,216		
Marine Transport Lines	2	61,355		
J.O. Odfjell	1	33,000		
Odfjell Johnson	2	77,200	2	77,200
Odfjell Westfal-Larsen (Norway)	18	518,839	7	191,000
C. Haaland	2	63,004		
O.B. Sorenson	–	–	2	76,000
Panocean-Anco (U.K.)	14	347,360		
Pemex (Mexico)	2	61,592		
Petrobras (Brazil)	2	46,935		
Steuber (U.S.A.)	1	20,381		
Ole Schroder (Norway)	4	135,804		
Stolt-Nielsen* (U.S.A.)	25	706,510		
Mowinckels	1	32,514		
Total	84	2,410,808	13	424,200

Note: *includes 4 ships of 18,421 tons dwt.
Source: The Bolletin of Japan Maritime Research Institute No. 201, 1983.3 & Chemical Tanker, Fairplay 2nd Edition 1981

表6－1－6　内航パーム・オイル運搬船

	DWT	Overall Length	Draft	Tank Capacity	No. of Tanks
	ton	m	m	m^3	
1	1,779	71.70	5.00	1,958	8
2	1,340	61.15	4.50	1,570	8
3	1,329	60.00	4.45	1,566	8
4	1,526	65.68	4.50	1,775	8
5	2,600	77.49	5.00	2,695	8
6	6,062	101.78	7.02	5,248	8
7	1,158	57.25	4.29	1,274	8
8	2,700	77.60	5.15	2,787	10
9	2,139	72.37	5.10	2,605	10
10	2,552	77.24	5.03	2,706	10
11	1,557	63.90	6.49	1,790	8
12	2,762	81.25	5.40	2,296	8
13	2,700	73.99	5.38	2,713	10
Average	2,323	82.06	5.18	2,383	

表6－1－7　植物油運搬用貨物船

Ship Size (DWT)	General Cargo Ships with Deep Tanks	Cumulative ratio
1,000 ∿ 2,000	3	0.41
2,000 ∿ 3,000	3	0.82
3,000 ∿ 4,000	8	1.92
4,000 ∿ 5,000	14	3.83
5,000 ∿ 6,000	11	5.34
6,000 ∿ 7,000	27	9.03
7,000 ∿ 8,000	50	15.87
8,000 ∿ 9,000	40	21.34
9,000 ∿ 10,000	77	31.87
10,000 ∿ 11,000	70	41.45
11,000 ∿ 12,000	72	51.30
12,000 ∿ 13,000	132	69.35
13,000 ∿ 14,000	76	79.75
14,000 ∿ 15,000	60	87.96
15,000 ∿ 16,000	31	92.20
16,000 ∿ 17,000	29	96.17
17,000 ∿ 18,000	12	97.81
18,000 ∿ 19,000	2	98.08
19,000 ∿ 20,000	4	98.63
20,000 ∿ 21,000	6	99.45
21,000 ∿	4	100.00

total number of ship 731

Source: Register of Ships, 1980-81

表6－1－8　パーム・オイル運搬船船型

	Type of Ship	Tonnage	Lot Size
		DWT	t/ship
Export	Parcel Tanker	26,000	26,000
	Deep Tank	10,000	2,200
Domestic	Parcel Tanker	2,300	2,200

表6－1－9　日本の木材運搬船

Ship Size (DWT)	Number of Ship	Accumulative Percentage
4,001 ∿ 5,000	2	3.63
5,001 ∿ 6,000	14	29.09
6,001 ∿ 7,000	7	41.82
7,001 ∿ 8,000	3	47.27
8,001 ∿ 9,000		
9,001 ∿ 10,000	2	50.91
10,001 ∿ 11,000		
11,001 ∿ 12,000		
12,001 ∿ 13,000		
13,001 ∿ 14,000		
14,001 ∿ 15,000	1	52.73
15,001 ∿ 16,000	4	60.00
16,001 ∿ 17,000	6	70.91
17,001 ∿ 18,000	2	74.55
18,001 ∿ 19,000	6	85.45
19,001 ∿ 20,000	1	87.27
20,001 ∿ 21,000	1	89.09
21,001 ∿ 22,000		
22,001 ∿ 23,000		
23,001 ∿ 24,000		
24,001 ∿ 25,000		
25,001 ∿ 26,000		
26,001 ∿ 27,000		
27,001 ∿ 28,000	2	92.73
28,001 ∿ 29,000		
29,001 ∿ 30,000		
30,001 ∿ 35,000	1	94.55
35,001 ∿ 40,000	3	100.00

[total number of ship 55
average size; 12,700DWT]

表６－１－10　日本の木材運搬船の吃水

Full Load Draft of Ship (m)	Number of Ship	Accumulative percentage
6.01 ∿ 6.50	5	9.09
6.51 ∿ 7.00	18	41.82
7.01 ∿ 7.50	4	49.09
7.51 ∿ 8.00	1	50.91
8.01 ∿ 8.50		
8.51 ∿ 9.00	8	65.45
9.01 ∿ 9.50	12	87.27
9.51 ∿ 10.00	1	89.09
10.01 ∿ 10.51	1	90.91
10.51 ∿ 11.00	2	94.55
11.01 ∿ 12.00	total number of ship 55	
12.01 ∿ 13.00	3	100.00

b) 米

表６－１－２に示した現在の入港記録に基づき，米を輸送する外航船は平均8,000 DWTと設定する。内航船は表６－１－４に示したとおり1,000 DWTを平均船型として用いる。フィーダー・サービスの船型は５００DWTと設定する。

c) 製　　材

トマイ港の入港記録によれば，製材製品の運搬船は平均5,000 DWTであるが，サマリンダ港や日本の船を考慮に入れて，平均船型としては12,000 DWTとする。表6－1－9と表６－１－１０はそれぞれ日本の木材運搬船の船型分布と満載喫水の分布を示している。内貿輸送の平均船型は1,000 DWTと見積った。

d) 肥　　料

国内で生産される肥料，とくに窒素肥料はパレンバンの工場又は現在建設中のロクスマウの工場から海路でドマイ港へ経済的に輸送することができる。袋詰め肥料の海上輸送の記録によれば，１９７９年にはパレンバンから１２６千トン船積みされている。またインドネシアにおける大肥料消費地のひとつである東部ジャワにおける需給予測によると，東部ジャワは１９８８年までに肥料の自給体制が整うといわれている。したがって，パレンバンの肥料工場はスマトラの需要に見合う肥料を十分供給できうるようになり，ドマイ港を通じて所要の袋詰め肥料が輸送される。この場合平均船型は5,000 DWTで，平均ロット・サイズは4,000トンを見積られる。これは将来とも肥料輸送に主要な役割を果すものと期待されているKhususの就航記録に基づいている。

輸入肥料，燐酸肥料，カリ肥料については港域に袋詰プラントをもつゲートウェイ港からドマイ港へ輸送される。この場合6,000 DWTから10,000 DWTの船型で運搬される。ドマイ港における取扱予測肥料の量から判断して，袋詰肥料の運搬は平均8,000 DWTの船

と考えられる。なお，Khususが所有している肥料運搬船の最大船型は表６－１－１１から，およそ13,000 DWTと評価することができる。

e) 雑　　貨

ドマイ港の入港船舶記録によれば，雑貨は主として大型船で輸送されている。リアウ州の産業開発に必要となる様々な材料の輸入は建設業者の傭船によって行なわれた。このような船は主として10,000 DWT級の船であり，ロット・サイズは5,000トンと想定する。内航船については平均船型が5,000 DWTと仮定した。ドマイ港に寄港するフィーダー航路船は平均３００DWTとする。

f) パーム・カネルとゴム

パーム・カネルとゴムは雑貨輸送の船とほぼ同じ船型の船で輸送される。これらの貨物は大部分輸出されるので，平均船型は10,000 DWTと見積られる。内貿輸送については平均船型は表６－１－４のドマイ港の実績から1,000 DWTとした。

3) 荷役能率

品目別にバース単位延長当りの貨物取扱量は以下によって求めた。

(1) パーム・オイル

パーム・オイルはドマイ港では輸出用と国内消費の両方の目的で船積みされるであろう。需要予測によればドマイ港での取扱量の７０％が輸出用である。この輸出向のパーム・オイルのうち，パーセル・タンカーで輸送され，残りはディープ・タンクをもつ貨物船で運ばれるものと見積られた。船型ごとのパーム・オイル輸送のシェアは下表のとおりである。

	Type of Ship	Transportation Share
Export	Parcel Tanker	42%
	Deep Tank	28%
Domestic	Parcel Tanker	30%

パーム・オイルの荷役能率は貯蔵タンク側にあるポンプの能力に依存する。ドマイ港におけるPTP－Nの貯蔵タンク建設計画によれば，パーム・オイル積込用パイプの直径は２０cmである。この直径とペラワン港における現状の積込み施設での荷役能率から判断して小型パーセル・タンカーに対して２５０トン／時間と見積ることができる。大型パーセル・タンカーは甲板上にマニホルドがあり，荷役能力は1,２００トン／時間と見積ることができる。表６－１－１２はこの調査において見積った船型ごとの荷役能力を示す。

表6－1－11　特殊目的船（Khusus）の隻数

TYPE	OWNERSHIP									
	PRIVATELY OWNED		HIRE PURCHASE		NATIONAL SHIP CHARTERED		FOREIGN SHIP CHARTERED		TOTAL	
	UNIT	DWT	UNIT	DWT	UNIT	DWT	UNIT	DWT	UNIT	DWT
(1)	(2)	(3)	(4)	(4)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1, General	4	16,055	–	–	–	–	–	–	–	16,055
	9	3,283 *)	–	–	–	–	–	–	–	3,283 *)
	6	1,920 **)	–	–	–	–	–	–	–	1,920 **)
2, Log carrier	60	400,664	42	293,263	–	–	–	–	102	693,927
3, Tanker	38	424,695	37	737,758	12	26,534	48	1,481,801	135	2,670,788
4, Off shore	164	86,085 *)	30	19,848 *)	80	47,568 *)	139	184,026 *)	413	337,527 *)
	140	88,757 **)	22	19,540 **)	25	19,749 **)	57	115,533 **)	244	243,579 **)
5, Industrial Carrier	4	87,092	–	–	–	–	–	–	4	87,092
	192	103,744 *)	–	–	–	–	–	–	192	103,744 *)
	114	32,439 **)	–	–	–	–	–	–	114	32,439 **)
	38	13,568 ***)	–	–	–	–	–	–	38	13,568 ***)
6, Estates	3	86,577	–	–	–	–	–	–	3	86,577
	14	5,323 *)	–	–	–	–	–	–	5	5,323 *)
	1	108 **)	–	–	–	–	–	–	1	108 **)
Mining	1	515	–	–	–	–	–	–	1	515
	165	67,905 *)	–	–	–	–	–	–	165	69,905 *)
	113	32,331 **)	–	–	–	–	–	–	113	32,331 **)
	38	13,568 ***)	–	–	–	–	–	–	38	13,568 ***)
Salt	8	8,038 *)	–	–	–	–	–	–	8	8,038 *)
Fertilizer	3	22,448 *)	–	–	–	–	–	–	3	22,448 *)
Cement	2	30 *)	–	–	–	–	–	–	2	30 *)
7, Fishery	302	34,293 *)	–	–	–	–	–	–	302	34,293 *)
8, Forestry	197	43,325 *)	–	–	–	–	–	–	197	43,325 *)
	158	31,025 **)	–	–	–	–	–	–	158	31,025 **)
	103	31,018 ***)	–	–	–	–	–	–	103	31,018 ***)
9, Others	5	7,059	–	–	–	–	–	–	5	7,059
	12	2,137 *)	–	–	–	–	–	–	12	2,137 *)
	1	150 **)	–	–	–	–	–	–	1	150 **)
TOTAL	111	935,565	79	1,031,021	12	26,534	48	1,481,801	250	3,474,921
	876	272,867 *)	30	19,848 *)	80	47,568 *)	139	184,026 *)	1,125	524,309 *)
	419	154,291 **)	22	19,540 **)	25	19,749 **)	57	115,533 **)	523	309,113 **)
	141	44,586 ***)							141	44,586 ***)

*) B.R.T. = Gross Registered Ton, **) H.P. = Horse Power, ***) M^3

Source: CBS, Statistical Year book of Indonesia 1980/1981

Source: Directorate General of Sea Communication

表６－１－12　船型別パーム・オイル荷役効率

Route	Ship Type	Loading Rate
Export	Parcel Tanker	1,000 t/h
	Convensional ship with deep tank	250 t/h
Domestic	Parcel Tanker	250 t/h

(2) 林　産　品

a) サマリンダ港における荷役能率

サマリンダ港は東カリマンタン州の主要港のひとつで，１９８１年において同港から輸出された林産品の合計量は７０３千トンであった。この量は東カリマンタンからの全輸出量の４３％になっている。最近の実際上の製材や合板にたいする荷役能率は表６－１－１３に示す。

表６－１－13　サマリンダ港における荷役効率

	Commodity	Number of Ships	Mean Ship Size	Overall Length	Loading Time	Cargo Volume
Export	Sawn Timber Plywood	12	12,800 DWT (38,600)	123 m (195)	58 days	57,500 m^3
Domestic	Plywood	12	765 (2,100)	49 m (70)	43	8,150

Continued

Loading rate	Remarks
991 m^3/day (2,700)	( ): max. value
190 (435)	

b) ドマイ港での荷役能率

サマリンダ港における外航船の平均荷役能率は１日当り約1,０００㎥であるが，１船当り最大荷役能率から類推すると，もし荷姿が標準化していれば平均荷役能率はもっと上昇できるものと思われる。したがって，林産品に対する荷役能率は袋詰セメントや肥料のような一様性のもつ貨物の荷役能率を検証することによって決定できる。例えば，袋詰めセメントの荷役能率は1日当り1,６００トンから1,７５０トンであり，外国航路に就いている貨物船では時間当り，１ギャング当りの荷役能率は通常２５トン／ギャング／時間は達成されている。このような事実からドマイ港における外航船の荷役能率は１日当り1,５００トン，少くとも十分な荷役機械と荷役機械のある岸壁では２５トン／ギャング／

時間は達成できるものとする。内貿の荷役能率は１８トン／ギャング／時間とする。

e）荷役効率

全製材量の９０％は輸出に廻される。輸出と内貿のロット・サイズはそれぞれ9,000トンと800トンとする。内貿に使用される船の船長は外航船に較べてかなり小さく，外航船一隻にたいして内貿の小型船は同時に２隻接岸できると考えると外航船と内航船の船の構成比は表６－１－１４に示すとおりとなる。

表６－１－14　木材の外貿内貿船舶数の比率

	Percentage of Cargo	DWT	Lot Size	Percentage of Ships
Export	90%	12,000	9,000 ton	62%
Domestic	10%	1,000	800	38%

１船当りの平均ギャング数を外航船は４，内航船は１とし，能率効率を０.７と仮定すれば，所要荷役時間はそれぞれつぎのとおり計算される。

12,000 DWT (for export): $\dfrac{9{,}000\ t}{25\ t/g/h \times 4 \times 0.7} = 128\ hr$

1,000 DWT (for domestic): $\dfrac{800\ t}{18\ t/g/h \times 1 \times 0.7} = 63\ hr$

バース占有時間は荷役時間に接岸，離岸の時間を加えて求められる。表６－１－１５はこの離接岸に要する時間を１２時間として求めた接岸時間を示す。

表６－１－15　木材運搬船の接岸時間

	Ship Size	Berth Occupancy time
Export	12,000 DWT	140 hrs.
Domestic	1,000 DWT	75 hrs.

船の隻数はつぎのとおり計算できる。

$$\frac{0.62 \times 140 \times N + 0.38 \times 75 \times N}{335 \times 24} = 0.6$$

$$\therefore N = 42$$

製材を積み出す船の隻数（年間）は次表のようになる。

	Ship Size	Number of ships
Export	12,000 DWT	26
Domestic	1,000 DWT	16

1バース当り年間の荷役量は次式で計算できる。

W＝26船×9,000トン／船＋16船×800トン／船×2

＝259,600トン

所要バース長さは185mである。バース単位長さ当りの年間荷役能率(T)はつぎのとおりである。

T＝259,600トン／185m≒1,400トン／m／年

2000年までには荷役効率が0.8に増加するとすればこの時点のTの値は1,570トン／m／年となる。現在あるドマイ港のデタッチド・ピアでの荷役能率は以上の評価の90%と想定する。

(3) 米

ドマイ港で水揚げされる米の20%は内航船で他の港へ再輸送される。船舶の入港記録によると外航船の平均船型は8,000 DWTと見積られる。（表6－1－3）

内航船の平均船型は1,000 DWTとする。米のギャング当りの荷役能率はつぎのとおり計算される。

1スリング当りの米の重量：10パック　×100kg／パック＝1.0トン

荷役サイクル　：20回／時間

荷役能率　：1.0×20＝20トン／ギャング／時間

次の仮定をする。すなわち

1船当りのギャング数　：　3……8,000 DWT

1……1,000 DWT

1船当りのロットの大きさ　：6,400トン……8,000 DWT

500トン……1,000 DWT

荷役効率　：0.7

とすれば，荷役時間はつぎのとおりとなる。

8,000 DWT（輸入）：$\dfrac{6{,}400\,t}{20\,t/g/h \times 3.0\,g \times 0.7}$ ＝152時間

1,000 DWT（内貿）：$\dfrac{500\,t}{20\,t/g/h \times 1.0\,g \times 0.7}$ ＝ 36時間

バース占有時間は離接岸に要する12時間を加えて求めると表6－1－16のとおりとなる。

表6－1－16　米荷役時の接岸時間

	Ship Size	Loading Time	Berthing and Unberthing Time	Berth Occupancy Time
Import	8,000 DWT	152 hours	12 hours	164 hours
Domestic	1,000 DWT	36 hours	12 hours	48 hours

船の構成比は次表のとおりとなる。

	Ship Size	Percentage of Ships
Import	8,000 DWT	45%
Domestic	1,000 DWT	55%

船の総数はつぎのとおり求められる。

$$\frac{0.45 \times 164\,h \times N + 0.55 \times 48\,h \times N}{305\ \text{days} \times 24\ \text{hours/day}} = 0.6$$

$$\therefore N = 44$$

ここではバース占有率を0.6とした。また1年間の有効作業日数は305日とした。30日は雨天により作業ができないものと仮定した。バース当りの年間の荷役量（W）は次のとおりである。

W＝20船×6,400トン／船＋24船×500トン／船

＝140,000トン

8,000 DWTの船に必要なバース長は165mであるから，単位バース長さ当りの年間荷役量（T）は140,000トン／165m≒850トン／m／年となる。2000年までに荷役効率が0.8に増加するものとすれば，この場合Tは970トン／m／年となる。既存のバースにおける荷役能率は上の計算値の90％とする。荷役能率をまとめると次表のとおりとなる。

Year	1990	2000
New Berth	850 t/m	970 t/m
Existing Berth	770	870

(4) 肥　　料

肥料の1ギャング当りの荷役能率をつぎのように求める。

1スリング当りの肥料重量：20パック×50kg／パック＝1.0トン

荷役サイクル　　：２０日／時間

荷役能率　　：1.0×２０＝２０トン／ギャング／時間

次の仮定を設定する。すなわち

１船当りの平均ギャング数　：3.0 for 8,000 DWT

：20 for 5,000 DWT

１船当りのロットの大きさ　：6,000 ton for 8,000 DWT

：4,000 ton for 5,000 DWT

荷役効率　　：0.75 for 8,000 DWT

荷役時間は次のとおり計算できる。

for 8,000 DWT:
$$\frac{6{,}000\ t}{20\ t/g/h \times 3.0\ g \times 0.75} = 133\ h$$

for 5,000 DWT:
$$\frac{4{,}000\ t}{20\ t/g/h \times 3.0\ g \times 0.7} = 95\ h$$

バース占有時間は上の値に１２時間を加えて求める。したがって接岸時間8,000DWTと5,000 DWTの船についてそれぞれ１４５時間，と１０７時間になる。この場合の船の構成比は４８：５２となっている。

船の隻数は次式で計算できる。

$$\frac{0.48 \times 145 \times N + 0.52 \times 107 \times N}{305\ days \times 24\ hours} = 0.6$$

$$\therefore N = 36$$

ここではバース占有率は0.6，年間の有効作業日数は３０５日とした。

年間の取扱貨物量は次のとおり計算できる。

W＝（３６×0.４８）×6,000トン／船＋（３６×0.５２）×4,000トン／船＝１７９,０００トン

8,000 DWTの船に対するバース延長は１６５mであるから単位バース長さ当りの年間荷役量（T）は次のとおり求められる。

T＝１７９,０００トン／１６５m≒1,１００トン／m／年

２０００年までには荷役効率が0.８に増大するので，この場合，Tは約1,１４０トン／m／年となる。

以上まとめると下表のとおりである。

Year	1990	2000
New Berth	1,100 t/m	1,170 t/m
Existing Berth	990	1,050

(5) パーム・カーネルとゴム

パーム・オイルとゴムは雑貨と同じ船型の船で輸出される。ロットの大きさは3,000トンと仮定する。1ギャング当りの荷役能率は次のように計算する。すなわち

1スリング当りの貨物重量　：20バッグ×50kg／バッグ＝1.0トン

荷役サイクル　：20回／時間

荷役能率　：1.0×20＝20トン／ギャング／時間

となる。

つぎの仮定をする。すなわち

1船当りの平均ギャング数　：3

1船当りのロットの大きさ　：3,000トン

荷役効率　：0.7

とすると，荷役時間は次式で計算できる。

$$\frac{3{,}000\ t}{20\ t/g/h \times 3.0\ g \times 0.7} = 71\ h$$

バース占有時間は上の値に12時間を加えて求められ，83時間となる。

船の隻数は次式で計算できる。

$$\frac{83\ h \times N}{335\ days \times 24\ hours/day} = 0.6$$

$$\therefore N = 58$$

ここでは，バース占有率0.6，年間有効作業日数を335日としている。年間の取扱量（W）はつぎのとおりである。すなわち，

W＝58船×3,000トン＝174,000トン

10,000 DWTの船に必要なバース長は165mであるから，単位バース長さ当りの荷役量（T）は174,000トン／165m≒1,050トン／m／年となる。2000年では荷役効率が0.8になるものとすれば，T≒1,150トン／m／年となる。結果をまとめると下表のとおりとなる。

Year	1990	2000
New Berth	1,050 t/m	1,150 t/m
Existing Berth	950	1,040

(6) 雑　　貨

ロットの大きさは小さいが，ドマイ港の入港記録によると雑貨は大型船で輸入されている。（表6－1－2参照）雑貨船の船型は10,000 DWTとし，ロットの大きさは5,000トンと想定する。ギャングの荷役能率はつぎのように計算される。

すなわち，

1スリング当りの雑貨の重量	：1トン
荷役サイクル	：15回／時間
荷役能率	：1.0×15＝15トン／ギャング／時間

となる。さらに次の仮定をする。

1船当り平均ギャング数	：3
1船当りのロットの大きさ	：5,000トン
荷役効率	：0.7

荷役時間は次式によって計算できる。

$$\frac{5{,}000^{t}}{15t/g/h \times 3^{g} \times 0.7} = 159\ hr$$

バース占有時間は離着岸時間12時間を加えることによって求められる。すなわち171時間となる。

年間の船の総数は次式で求められる。

$$\frac{171^{h} \times N}{305 \times 24hour/day} = 0.6$$

バース占有率は0.6で，年間有効作業日数は305日としている。年間取扱貨物量（W）はつぎのとおりとなる。

W＝26船×5,000トン＝130,000トン

対象船舶の必要バース長さは165mであるから，バース単位長さ当りの年間取扱貨物量（T）は130,000トン／165m≒800トン／m／年となる。2,000年までには荷役効率が0.8に増加するものとすれば，この場合Tは約910トン／m／年となる。新旧バースの荷役効率の比率は1：0.9とする。

荷役能率は下表のとおりとなる。

Year	1990	2000
New Berth	800 t/m	910 t/m
Existing Berth	720	820

(7) ま と め

品目別に荷役能率をまとめると表6－1－17のとおりとなる。

表6－1－17　品目別の荷役効率一覧表

Commodity	Ship Type and Size		Lot Size	Loading Rate	Handling rate of Berth
Palm Oil	For Export				
	Parcel Tanker	26,000 DWT	26,000 tons	1,000 t/h	
	Deep Tank	10,000 DWT	2,200 tons	250 t/h	
	For Domestic Use				
	Parcel Tanker	2,300 DWT	2,200 tons	250 t/h	
Sawn Timber	For Export	12,000 DWT	9,000 tons	25 t/g/h	1,400 t/m/y
	For Domestic Use	1,000 DWT	800 tons	18 t/g/h	
Rice	For Import	8,000 DWT	6,400 tons	20 t/g/h	850 t/m/y
	For Domestic Use	1,000 DWT	500 tons	20 t/g/h	
		500 DWT	200 tons	20 t/g/h	
Fertilizer	For Domestic	8,000 DWT	6,000 tons	20 t/g/h	1,100 t/m/y
	For Domestic Use	5,000 DWT	4,000 tons	20 t/g/h	
Palm Kernels & Rubber	For Export	10,000 DWT	3,000 tons	20 t/g/h	1,050 t/m/y
	For Domestic Use	1,000 DWT	800 tons	20 t/g/h	
General Cargo	For Import	10,000 DWT	5,000 tons	15 t/g/h	800 t/m/y
		5,000 DWT	4,000 tons	15 t/g/h	
	For Domestic Use	3,000 DWT	2,000 tons	15 t/g/h	
		300 DWT	100 tons	15 t/g/h	

4) バース数

荷役能率からバース数を決定した結果はそれぞれ表6－1－18，と表6－1－19に示す。

表6－1－18　1990年のバース数

Commodity	Cargo Volume (000t) (A)	Vessel Size (DWT)	Depth (m)	Handling Capacity (t/m) (B)	Required Berths	
					m (A/B)	Number of Berths
(New Berth)						
Palm Oil	427	26,000 10,000	−12			1 (exclusive berth)
Sawn Timber	139	12,000	−10	1,400	100	3 (multi-purpose berth) 545 m
Fertilizer	271	8,000		1,100	247	
Palm Kernels & Rubber	126	10,000		1,050	120	
General Cargo	45	10,000		800	56	
Sub Total	1,008				523	4
(Jetty Berth)						
Palm Oil	269	2,300	−6.5 ～−10		165	3 (multi-purpose berth) 500 m
General Cargo	118	3,000		720	164	
Rice	122	8,000		765	159	
Total	1,517				1,011	4 (planned) 3 (existing)

表6－1－19　2000年のバース数

Commodity	Depth of Berth (m)	Handling Volume per Year (t)	Remarks
(New Berth)			
Palm Oil	−12 −10	1,524,000	2 Dolphin Berths (exclusive berth)
Sawn Timber	−10	250,000	6 (multi-purpose berth) 1,045 m
Fertilizer		438,000	
Rubber		79,000	
Palm Karnels		343,000	
General Cargo		223,000	
Sub Total		2,857,000	8
(500 m Jetty Berth)			
Palm Oil	−6.5	530,000	3 (multi-purpose berth) 500 m
General Cargo	−10	81,000	
Rice		189,000	
Grand Total		3,657,000	11 8 (planned) 3 (existing)

5) 小型船用岸壁

航行安全，港長，パイロット，海上警察等の港湾関連事務所は表６－１－２０に示す小型船を持っている。現在これらの船は接岸するバースが少く，港内の水域に停泊している。これらの業務をさらに効率よく発揮させるために，これらの小船用岸壁を設ける必要がある。

ドマイ港とベンカリス，スラット・パンジャンやバガンシアピアピの港との間には旅客交通がある。ドマイ港管理事務所の統計によると旅客の数は１９９０年までには相当増加するものと思われる。過去の旅客数の実績の伸びの傾向から旅客数を予測すると１９９０年でおよそ10万人になると推計される。（図６－１－２参照）

表６－１－２１は１９９０年までに必要となる小型船のバース延長と水深と示している。

表６－１－20　ドマイ港小船一覧表

	No. of Ships	Tonnage	Overall Length	Draft	Remarks
Navigation Office	1	553 DWT	50 m	3.5 m	Bouy tender
	1	404 DWT	50 m	3.65 m	Supply vessels
	3	60 DWT	21 m	1.9 m	Small vessels
Harbour Master Office	1		14.3 m	1.2 m	Patorol (220 HP)
	(3)		(20 m)	(2.0 m)	Purchase plan
Pilot Office	3		(15 m)	(1.5 m)	Pilot boat (140 – 160 HP)
	1		(20 m)	(2.0 m)	Pilot boat 250 HP
	1		(27 m)	(2.5 m)	Pilot boat 700 HP
	4	(340 GT)	(30.7 m)	(3.7 m)	Tug boat not owned by Dumai Port Administration (3,200 HP)
	3		(15 m)	(1.5 m)	Mooring boat (82 HP)
	1		(15 m)	(1.5 m)	Mooring boat (110 HP)
Coast Guard Office (KPLP)	1	33.6 BRT	18.9 m	(2.0 m)	Patorol (200 HP)
	1	26.5	16.0 m		(150 HP)
	1	31.1	18.0 m		(200 HP)
	1	163	12.0 m		(210 x 2 HP)
	1	8.7	14.0 m		(24 HP)
	1	11.8	14.0 m		(36 HP)
	1	10.5	10.0 m		(60 HP)
	1	10.9	8.9 m		(36 HP)
	1	1.5	8.2 m		(50 HP)
		(50.0)	(20.0 m)		Purchase plan
Passenger	1		42 m	(3.5 m)	
	1		25 m		
	(5)		(15 m)		Estimation
	1	(500)	(50 m)	(4.0 m)	(Ferry boat)

Note: Number in parenthesis is by estimation.

表6－1－21　所要小船溜り岸壁延長と水深（1990年）

	Berth Length	Water Depth	Remarks
	m	m	
Navigation Office	70～100	−5.0	
Harbour Master Office	30～ 40	−3.5	
Pilot Office	100～140	−5.0	
Coast Guard (KPLP)	50～ 80	−3.5	
Passenger wharf	100～140	−5.0	
Total	350～500 m		

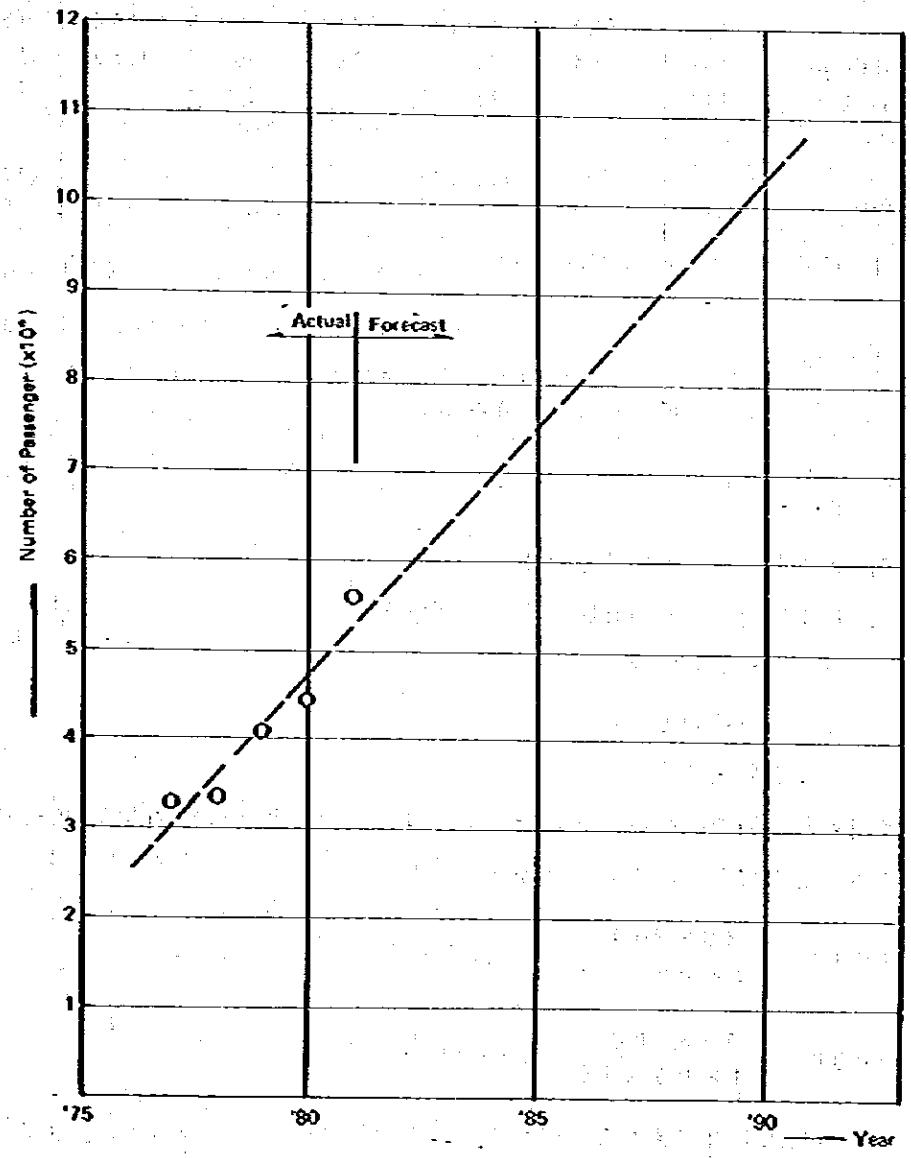


図6－1－2　旅客数の予測

6－1－2　上屋，野積場，その他施設に要する用地

1）上屋，野積場の対象貨物量

貨物は荷積前，本切り後の荷役いの方法によって三つのグループに分割できる。表6－1－22に品目別の結果を示す。

表6－1－22　上屋，野積場通過貨物量

(x10³ ton)

Commodity	1990				2000			
	Total	Transit Shed	Open Storage	Direct	Total	Transit Shed	Open Storage	Direct
Palm Kernel	107	75	(32)		343	178	(165)	
Rubber	19	19			79	16	(63)	
Fertilizer	271	250.6		20.4	438	403.5		34.5
Rice	122	55.2	(28)	38.8	189	64.4	(69)	55.6
General Cargo	163	98.4	(42)	22.6	304	126.2	(127)	50.8
Sawn Timber	139		139		250		250	
Palm Oil	696			696	2,054			2,054
Total	1,517	498.2	(102) 139	777.8	3,657	788.1	(424) 250	2,194.9

Note: ( ) indicates containerizable cargoes.

2）上屋面積

上屋の必要面積は次式によって計算される。

$$A = \frac{C}{R \cdot \alpha \cdot q}$$

ここに，A：上屋の必要面積（㎡）

C：年間上屋利用貨物量（トン／年）

R：回転率（回／年）

q：貯留能力（トン／㎡）

α：有効床比率

ドマイ港の料金表の仕組みから判断して，貨物の回転率は貨物の平均滞留時間が15日として求めることができる。（R＝24）したがって

$$A1990 = \frac{498,200}{24 \times 0.5 \times 2.0} = 20,760\ ㎡$$

$$A2000 = \frac{788,100}{24 \times 0.5 \times 2.0} = 32,830\ ㎡$$

しかし，この公式を適用するときはこの公式が貨物量の変動についての要素が加味されていないので，変動を表現する要素としてγ（γ＝1.10～1.15）を導入すると，所要上屋面積はつぎのとおりとなる。

A1990＝20,760×1.12＝23,300

A2000＝32,830×1.12＝36,000

500mの既存バースの背後に合計12,590㎡の上屋があるので1990年に新規に必要となる上屋は

△A1990＝23,300－12,590≒10,800㎡

となる。45m×120mの上屋2棟が必要である。

2000年までには

△A2000－1990＝36,000－(12,590＋10,800)＝12,000㎡

の上屋を追加する必要がある。

荷捌きをより効率的に行うために，上屋の前後に荷捌き場を設ける。車輌とその通路に必要なスペースを考慮して合計45m巾の用地を上屋背後に計画した。

3) 野積場面積

野積場の必要面積は上屋の計算に用いた公式と同じ形の公式から計算できる。

1990年と2000年までに必要となる野積場の対象貨物量はそれぞれ139,000トン，250,000トンである。在来貨物に対する所要野積場面積はつぎのとおりである。

A1990＝139,000／20×0.5×2.0＝6,950㎡

A2000＝250,000／20×0.5×2.0＝12,500㎡

20フィート・コンテナの平均実入り重量を7トン／TEUと見積ると1990年，2000年におけるコンテナの数はそれぞれ14,500個 60,500個と計算される。コンテナの回転率を中継コンテナの場合，年20回と仮定すると，コンテナのスロットの数は次式を用いて求められる。

$$Ac = \frac{N}{Rc \cdot \alpha c \cdot t}$$

ここに，Ac：コンテナのスロット数(TEU)

N：コンテナ数

Rc：コンテナの回転率

αc：コンテナ貯蔵比率 (0.5～0.9)

t：コンテナの積段数 (1～3)

計算結果は次のとおりである。

$$Ac1990 = \frac{14,500}{20 \times 0.9 \times 1} \fallingdotseq 800\ TEU$$

$$Ac2000 = \frac{60,500}{20 \times 0.9 \times 2} \fallingdotseq 1,680\ TEU$$

所要面積は１９９０年に対して23,000㎡，２０００年で48,000㎡と見積られる。

4) パーム・オイルの貯蔵施設の必要面積

必要貯蔵容量は年間取扱量の９％といわれており，１９９０年におけるドマイ港の取扱量は696,000㎥に対して約６３千トンの貯蔵容量を確保することが必要となる。試算によると貯蔵タンクに必要な面積は約３万㎡である。この面積に加えて５千㎡以上の用地が運転操作施設に必要となる。したがって，合計３万５千㎡以上の用地が必要である。２０００年における予測量に見合う用地としてはこの用地の約３倍の用地が確保されなければならない。

5) 倉庫用地

倉庫の必要面積は上屋の計算において用いた公式を使って決定できる。ここで用いる回転率は日本の場合８～１２回／年であり，使用効率は0.7％，平均貯蔵容量は３トン／㎡と見積った。所要面積は

Aw１９９０≒１９,０００㎡

Aw２０００≒４６,０００㎡

である。

倉庫の建設に要する用地を岸壁の背後第二線用地に確保される。

6) 旅客ターミナル

旅客ターミナルについては，所要面積は定期旅客サービスの将来計画に応じて最西端の所に確保する。5,０００～8,０００GTの船を用いる計画をたてている。船の満載喫水と船長はそれぞれ7.8ｍと１５０ｍである。所要バースの形状はつぎのとおりである。

Ship Size	Berth Length (m)	Depth
8,000 GRT	215 (max)	−8.5 m

フェリー用に必要となる駐車場は次式から求められる。

$$Sp = a \times n \times \alpha \times B$$

ここに，Sp：駐車場面積

a ：１台当り所要面積（８２㎡～９３㎡：８トン車）

n ：フェリーの車積載容量（8,000GT：２００台）

α ：利用率　0.8

B ：集中係数（1.6～3.0）

したがって

$$S = 82 \times 200 \times 0.8 \times 1.6 \fallingdotseq 21{,}000 \text{㎡}$$

となる。

旅客待合所の必要面積は次式から求められる。

$$St = a \times n \times N \times \alpha \times B$$

ここに，St：所要旅客待合所面積（㎡）

a ：1人当りの必要面積（1.2㎡）

n ：旅客定員

N ：同時に出航する船の数

α ：ピーク率

B ：季節変動率

２０００年における旅客待合所の必要面積は

$$St = 1.2 \times 1{,}200 \times 1 \times 1.2 \fallingdotseq 2{,}100 \text{㎡}$$

となる。

7) 道　　路

道路は港湾の最も重要な支援施設のひとつである。港の取扱い貨物の伸びから見るとよく整備された道路が将来の発展の要請を満すために確保されることは港湾と都市の両方の活動にとって必要不可欠のものである。道路が十分整備されないと港湾発生交通が市民の日常生活を妨げるだけでなく，一般の都市交通の混雑が逆に港湾の活動を妨げることになる。したがって，将来の道路の開発のためにできるだけ多くの用地の確保されることを提案する。

必要な道路の車線はつぎの公式から決定される。

$$\text{計画発生交通量（台／時）} = z \times \frac{\alpha}{w} \times \frac{\beta}{12} \times \frac{\gamma}{\zeta} \times \frac{1+\delta}{\epsilon} \times \sigma$$

ここに，z ：年間取扱貨物量　（トン／年）

w ：トラック実車積載量　（トン／台）

α ：トラック分担率　（トラック輸送量／全輸送量）

β ：月変動率　（ピーク貨物量／平均月貨物量）

γ ：日変動率　（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／ピーク日発生交通量）

ζ ：月平均稼動日数　（日）

将来の交通量の規模は各パラメーターに対するつぎの表に示す経験値を適用することによって見積られる。

	w	β	γ	ζ	δ	ε	σ	α
1990	2.5	1.2	1.5	25	0.5	0.5	0.16	1
2000	3.5	1.2	1.5	25	0.5	0.5	0.16	1

１９９０年と２０００年における対象年間取扱貨物量は中継貨物量を除くと，それぞれ1,439,000トンと3,515,000トンとなる。設計交通量は次のとおりになる。

$$N_{1990} = 1{,}439{,}000 \times \frac{1}{2.5} \times \frac{1.2}{12} \times \frac{1.5}{25} \times \frac{1+0.5}{0.5} \times 0.16$$
$$= 1{,}657 \fallingdotseq 1{,}700\ v/hr$$
$$N_{2000} = 3{,}515{,}000 \times \frac{1}{3.5} \times \frac{1.2}{12} \times \frac{1.5}{25} \times \frac{1+0.5}{0.5} \times 0.16$$
$$= 2{,}892 \fallingdotseq 2{,}900\ v/hr.$$

所要車線の数は一車線当りの交通量６００台／時間に基づいて決定される。

現在の主要背後道路を港の西方まで延長することによって，１９９０年の港湾発生交通需要に十分対処することができる。しかし，２０００年までには背後圏と港湾とを結ぶ新しい道路が市街地の交通混雑を引き起さないためにバイパスとして必要となる。

6－1－3　バース待ちによる滞船状況の解析

港内における滞船状況を予測し，計画された埠頭計画が十分であるかどうか確認するためにシュミレーションを実施した。

1）前提条件

シュミレーションは以下の条件のもとに実施された。

(1)　船舶の入港，出港は随時発生する。

(2)　船型はバース数の決定に使われたものと等価なものを使用する。（図6－1－17参照）

(3)　船の接岸時間の分布型はアーラン分布に従うと仮定する。

(4)　パーム・オイル運搬船はドルフィン埠頭を専用使用する。もし，ドルフィン埠頭に先着船が占有している場合2,300DWTまでの内航船は－6.5 mの雑貨埠頭で荷役するものとする。

(5)　3,000DWT以下の内航船は－6.5 mのバースを優先的に使用する。しかし，満船状態のときは外航船バースに着岸可能とする。

(6)　シュミレーションは港内在港船が２００隻を越えたとき停止するものとする。

2）シュミレーション実施の段階

フェーズ1)　５００mのデタッチド・ピアが完成した段階（1985）

フェーズ2)　ドルフィン埠頭が供用された段階（1987）

フェーズ3)　新規岸壁が２バース供用開始の段階（1988）

フェーズ4)　新規岸壁が３バースになった段階（1989）

3）入力データー

一般的にいえば待合せ理論を適用しているシュミレーション解析は到着分布の型とサービス

時間の分布の型に関する資料に基づいて実施される。このような資料は港湾開発が実施される予定の港の船舶情報から直接求めるのが，当然最善であるけれども，ドマイ港で今取扱われている品目の貨物についての記録は必ずしも上述の分布型を決定するのに用いられない。したがって，船の到着分布は日本や他の多くの港の記録から分析されているように指数分布に従うものと仮定する。

つぎに船の接岸時間はすでに評価されている荷役能率と平均ロット量から船型ごとの荷役時間を求め，接岸離岸時間を勘案して適用する。いまひとつの入力資料は入港船舶の数である。

4) 結　果

シュミレーションの使用目的は港湾の埠頭使用の効率性を船のバース待ちによる滞船時間と船の到着分布や接岸時間の不規則性によって評価することにある。したがって，シュミレーションの結果は単にバース占有率から決めた埠頭数決定よりも実用的である。

シュミレーションの結果はつぎのとおりである。

一船当り平均滞船時間は図6－1－3にまとめられている。フェーズ1)における結果によると，平均滞船時間は約1.6日である。この段階ではバージによる荷役はまだ活用され，等価的に1バース存在するものと仮定している。５００ｍのデタッチド・ピアは港の滞船解消に十分貢献しているが，1985年以降平均滞船時間は増加しつづけている。フェーズ2)では1987年になって水深－１２ｍのドルフィンが供用開始され、35,000 DWTの輸出用に配船されるバーセルタンカーは満載喫水まで荷役可能となる。この段階ではバージによる荷役はまだ継続されているが，平均滞船時間は約１６時間ぐらいに減少するであろう。1988年フェーズ3)になると，新規の岸壁が２バース供用開始され，500ｍのデタッチド埠頭を３バースと見積すと，合計５バースが使用可能となる。このため経済的な荷役が可能となり，バージによる荷役は不要となる。一船当り平均滞船時間は約１４時間となる。

第３番目の新しい岸壁が1989年に供用される。これによって、平均滞船時間は約６時間に縮少する。その後1993年まで徐々に増加し，1994年（フェーズ4））あたりから船ごみが再び問題となり始める。1997年には平均滞船時間は約１５日に達し，在港船舶数は1998年までに２００隻を越える。

船のバース待ち時間が許容限界の２４時間を越えないように短期計画では多目的バースは３バースが適当であるが，もし２バースに縮少した場合，この許容限界はわずか２年後に越えてしまう。（図６－１－３参照）

5) 米の自給体制達成による船ごみへの影響

インドネシア国は米の自給率を上げ，需給の均衡を保持することを目標としている。このような状況が達成された場合の船ごみ状況を確認するために第５章で述べたように2000年において米の自給が達成されるとし，その間徐々に自給率が上昇するものとする仮定のもとにシュミレーションを実施した。表６－１－２３は米の自給が達されるケース，米の輸入が続く

ケースについてそれぞれ1989年，1990年における一船当り平均滞船時間を求めた結果を示した。米の自給率が達成されるケースにおける平均滞船時間は短期計画の目標年次では米が輸入されるケースの平均滞船時間とほとんど同じである。

表6－1－23　米の自給政策と米の輸入政策の場合の一船当り平均滞船時間

Case \ Year	Average waiting time per ship	
	1989	1990
rice is imported	5.95 hr	6.45 hr
rice self sufficiency is under way	6.81 hr	10.15 hr

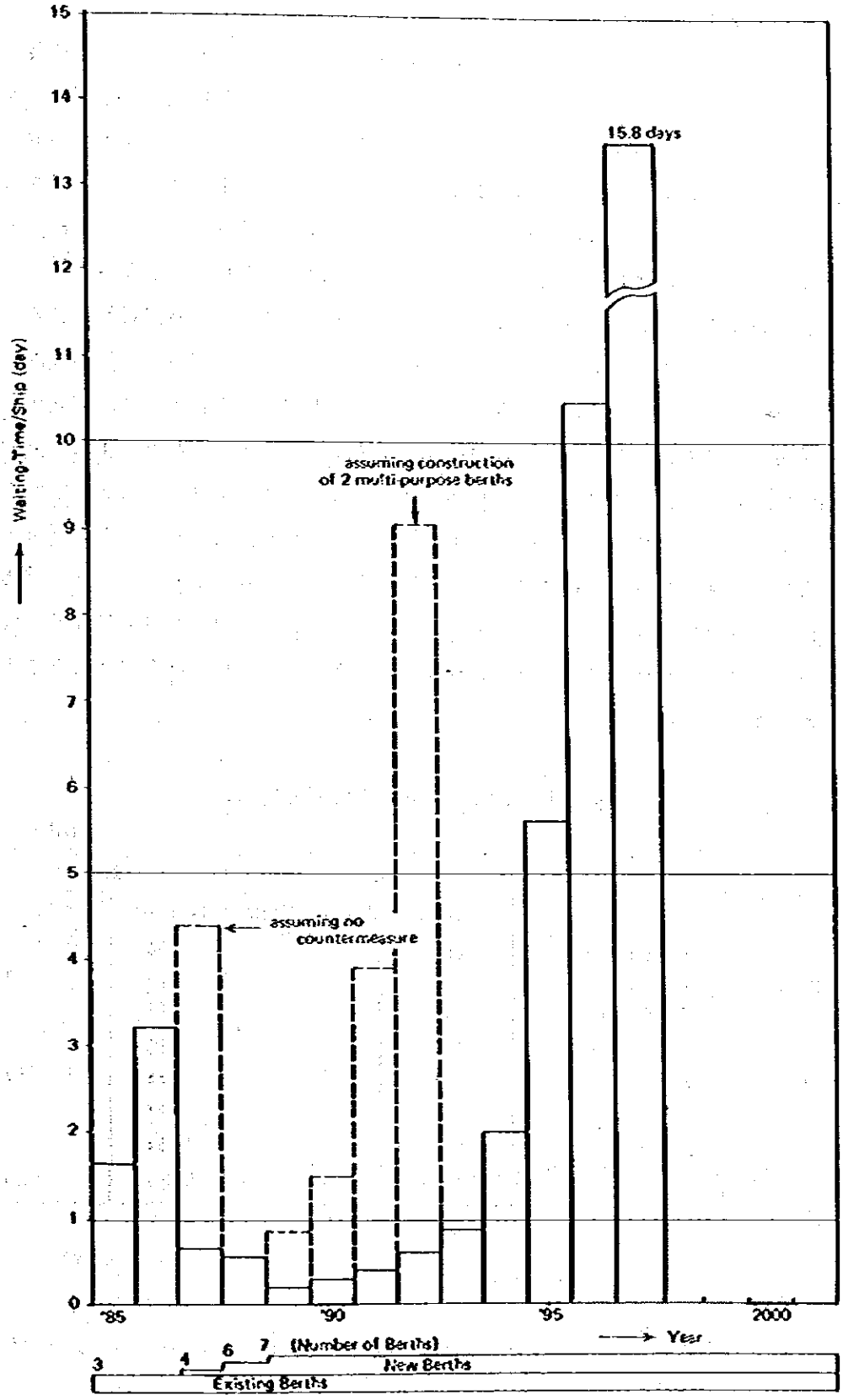


図6－1－3　一船当り平均滞船時間

6－1－4　コンテナ化

貨物のコンテナ化はコンテナ化が船社，荷主にとって多くの利便があるため急速に普及した。南北航路のコンテナ化は工業化に水準に応じて進展するという傾向があった。発展途上国については重工業や石油化学工業の中間材を多く輸入しており，通常フルコンテナ貨物として運ばれている。このような貨物の割合が増加しているため，将来はコンテナ化が進むものと考えられる。コンテナ化される貨物は相対的に価値の高い貨物に見られ，コンテナによる輸入は雑貨に集中するものと想定される。他の貨物のコンテナ化はあまり期待できない。したがって，コンテナ輸送に適すると思われる貨物量は表６－１－２４に示すように外国貿易に係る一般乾貨物が対象になる。コンテナ貨物量はコンテナ船が寄港開始してから３年から５年してコンテナ化可能貨物の５０％がコンテナ化されると仮定して求めることができる。そして，コンテナ化率が８０％に達するのはさらに７年から１０年の経過を要するものと考えられる。また，コンテナ可能貨物がすべてコンテナ化されることは期待できないので，ここではコンテナ化率は1990年時点で50％，2000年時点で８０％に達するものとしてコンテナ貨物を計算した。(表6－1－25)この数量から判断して，背後用地にはコンテナ貨物の蔵置場所を設置することが必要である。しかし，完全なコンテナ化を達成するためには単にコンテナ施設を港に造るだけではなく，背後地への陸上輸送体系やコンテナ化のメリットを実現するソフトウェアの整備確立が必要となることに留意しなければならない。

表６－１－24　コンテナ化可能貨物量

(10^3 tons)

Type of Cargo		1990 Forecast	1990 Containerizable	2000 Forecast	2000 Containerizable
General Dry Cargo	General Cargo	163	289	304	726
	Rubber	19		79	
	Palm Kernel	107		343	
Dry Bulk Cargo	Swan Timber	139	532	250	877
	Fertilizer	271		438	
	Rice	122		189	
Bulk liquid	Palm Oil	696		2,054	
Total		1,517	821	3,657	1,603

表６－１－25　コンテナ貨物の見積り

(ton)

Foreign Trade	1990	2000	Remarks
Import	32,000	165,000	General cargo
Export	41,500	228,000	Palm Kernel Rubber
Total	73,500	393,000	

６－１－５　肥料の直接輸入の可能性

将来インドネシアにおいては窒素肥料の自給体制が確立されるが燐酸肥料及びカリ肥料については第５章で述べたように輸入に依存しつづけることになると考えられる。１９８０年にインドネシアに輸入された肥料はおよそ３８８千トンであり，そのうち３６７千トンは製造化学肥料で，残りは天然肥料であった。これは表６－１－２６に示されている。燐酸肥料及びカリ肥料の輸入量は肥料の種別ごとに細分され，輸入先の国別に一表にしたのが表６－１－２７である。主要な燐酸輸出国は東ドイツ，ヨルダン，アラブ共和国，米国とカナダである。カリ肥料の主要輸出国はカナダ，米国と東西両ドイツとなっている。これら肥料の輸入合計量は約２８３千トンで，インドネシア全体輸入肥料の７３％に達している。表６－１－２７からすれば袋詰めの荷姿での輸入量は少く，わずかに2,713トンである。将来の大規模農園の発展によって，リアウ州における燐酸肥料とカリ肥料の需要は増大する。これらの肥料は現在のところバルク荷役施設がドマイ港にないため荷揚げすることはできない。ドマイ港において直接これらの肥料を輸入するためには，つぎの条件が満足されなければならない。すなわち，

1）袋詰めで輸入が可能であること

2）ドマイ港を通じて直接輸入することがゲートウェイ港ペラワンを通じて輸入することに較べてより経済的であること

の２点である。

表６－１－26　輸入肥料量（１９７９年，１９８０年）

Commodity	1979		1980	
	Volume (t)	$ (x10³)	Volume (t)	$ (x10³)
Crude Fertilizer	18,693	1,128	20,415	2,751
Manufactured Fertilizer	398,118	55,985	367,644	71,915
Total	416,811	57,113	388,059	74,666

Source: Import (1980), Central Bureau of Statistic

表6－1－27　インドネシアのカリ肥料と燐酸肥料の輸入量（1980年）

(Ton)

Country	Potassium					Phosphate					Total
	Potassium Salts Crude, net	Potassium Sulphate	Min/Chem Fertilz Potassic	Magn Potassium Pack ≤10 kg	Sub-Total	T.S.P.	Double Supper Phosphate	Min/Chem Fertilz Phosphate	Diam Phosphate Pack > 10 kg	Sub-Total	
KF Germany	1	4,519	74,656		79,176			39,694	2,250	41,944	121,120
Singapore			5,133		5,133	900	2	2		904	6,037
Jordan				170	170	550		41,396		41,946	42,116
U.S.A.			11,038		11,038	21,000		0		21,000	32,038
Canada		1,333	23,735		25,068			5,025		5,025	30,093
Japan			1		1	1,500				1,500	1,501
Spain			2,019		2,019		0		336	356	2,375
Switzerland			12		12				6	6	18
Netherlands			725		725			1,010		1,010	1,735
Denmark			1,200		1,200			720		720	1,920
Belgia & Luxemburg	100				100			725		725	825
United Arab Rep.								10,000		10,000	10,000
Australia								6,778		6,778	6,778
United Kingdom								751		751	751
Rep. of China								7,500		7,500	7,500
Poland								85		85	85
China			1,390		1,390						1,390
France			603		603						603
German Dem. Rep.			15,800		15,800						15,800
Total	101	5,852	136,312	170	142,435	23,950	2	113,686	2,612	140,250	282,685

Source: Imports by commodity and contry of origin 1980, Central Bureau of Statistic

最終消費者は肥料が粉末であることと，使用量が少ないことから袋詰めで供給されることを要求するので，肥料の供給者は流通過程のどこかで袋詰めにすることが必要になる。したがって，現在袋詰設備をもつ国も新しい設備が合理的に作れる国は将来インドネシアに肥料を供給することが可能である。一般的にいって新規の袋詰設備の位置はどの国が将来の肥料消費国になるかという戦略的な考察にもとずくこと，世界の肥料供給体制から判断して選定される。表 6. 1. 27 によれば東西両ドイツは1980年にはインドネシアへ輸出された全カリ肥料の６７％を供給している。これらの国は日量3,000トンというアントワープの袋詰プラントを使用可能であり，袋詰め肥料で供給可能な国である。よって条件1)を満している。

ヨルダンはインドネシアに対する燐酸肥料の主要供給国であり，年間１００千トンの袋詰施設を持っている。又将来カナダも燐酸肥料の大きい供給国になるといわれているが，カナダにおける袋詰めの費用が高く，低費用で袋詰めができる適当な位置が極東地域で求められている。フィリピンや台湾がその対象となっている。したがって，燐酸肥料及びカリ肥料は袋詰めの形で輸入が可能である。

袋詰め肥料の輸入費用の解析は袋詰，バルクそれぞれの費用を評価するのがむずかしく複雑である。一般的には袋詰めでの輸入費用はバルク輸入に較べて高くつくことは明らかであるが，インドネシアにおける現在の情況では袋詰めでの輸入費用はバルクで輸入する費用に較べて１トン当り輸送費込で１６～２２ＵＳドル高いといわれている。バルクで輸入する場合運賃込みの費用に加えて，インドネシア国内における袋詰めの費用が必要である。ゲートウェイ港，ベラワンにおける袋詰め費用をフィリピンにおける袋詰めの費用17 USドル／トンを参考にしてトン当り概略１５～２０ＵＳドルと仮定し，またドマイ港への二次輸送費をベラワンにおける荷役費用を含めて68 USドル/トンとすれば，バルクで輸入をしてドマイ港へ袋詰めで持ってくる全費用は袋詰めで直接輸入する場合の全費用と較べてほゞ同じか，逆にやゝ高くつくことになる。

したがって，どちらの方法でも実現可能であり，その選択はコストではなく地方における就労の問題に及す効果に基づいて決定されることになろう。

6－2　港湾建設地点

港湾の建設の候補地を選定する際にはいくつかの要因について考慮を払わなければならない。すなわち，地域の現状条件とその場所における将来の開発，社会経済条件，自然条件と開発に影響を与えるか開発を妨げる周辺地の所有条件である。

6－2－1　ドマイ港の現在の位置

ドマイ港の現在の港域はカルテックス埠頭の西側に隣接していて，ここから3kmにわたって拡っている。港域の巾はもっとも狭い所で１５０m程度，最も広い所で３００mである。したがってもし港域の拡張がなければ，港の発展は細長い用地に限定されることになる。現在の港域の西

端はルパット海狭に流入しているドマイ川に面している。この川を越えたさらに西側に８００ｍ巾の未使用地があり，ブルタミナの留保用地に接している。

６－２－２　港湾拡張のための候補地の選定

1）要　　素

ドマイ港の現在の限界を解決するために，将来の発展のために可能な代替候補地について評価を試みることにする。代替案の中から一案を選定する際につぎの要素を考慮に入れなければならない。

(1)　水際線の現況

a)　土地使用の状況

b)　将来の拡張計画のための余地

c)　港域への接近のしやすさ

d)　土地所有者

(2)　海面利用の現状と計画

a)　既存施設

b)　港湾施設の計画

(3)　自然条件

a)　海岸線から所要水深までの距離

b)　現存の河川と埋没状況

c)　土　　質

(4)　建設工法

2）候補地の特性と選定

上に掲げられた評価基準に基づいて，三つの地区が港湾開発候補地とすることができる。（図６－２－１参照）

区域１．ブルタミナの留保用地の西側に隣接する地域

区域２．ブルタミナの留保用地とカルテックス埠頭の間にある現在の港がある地域

区域３．カルテックス埠頭の東側地域

各地域の特徴はつぎのとおりである。

（区域１）

この地域はブルタミナ用地の西側からメジィド河に至る範囲に広がる区域である。将来のドマイ市の計画には含められていないが，近年この区域を工業区域に編入する計画が立てられている。約６㎞にわたる水際線があって，港湾開発に利用可能である。十分将来の開発の余地が残されている。しかしながら，現在のところ都市基盤施設がドマイ市中心に較べていまだ整備が遅れている。

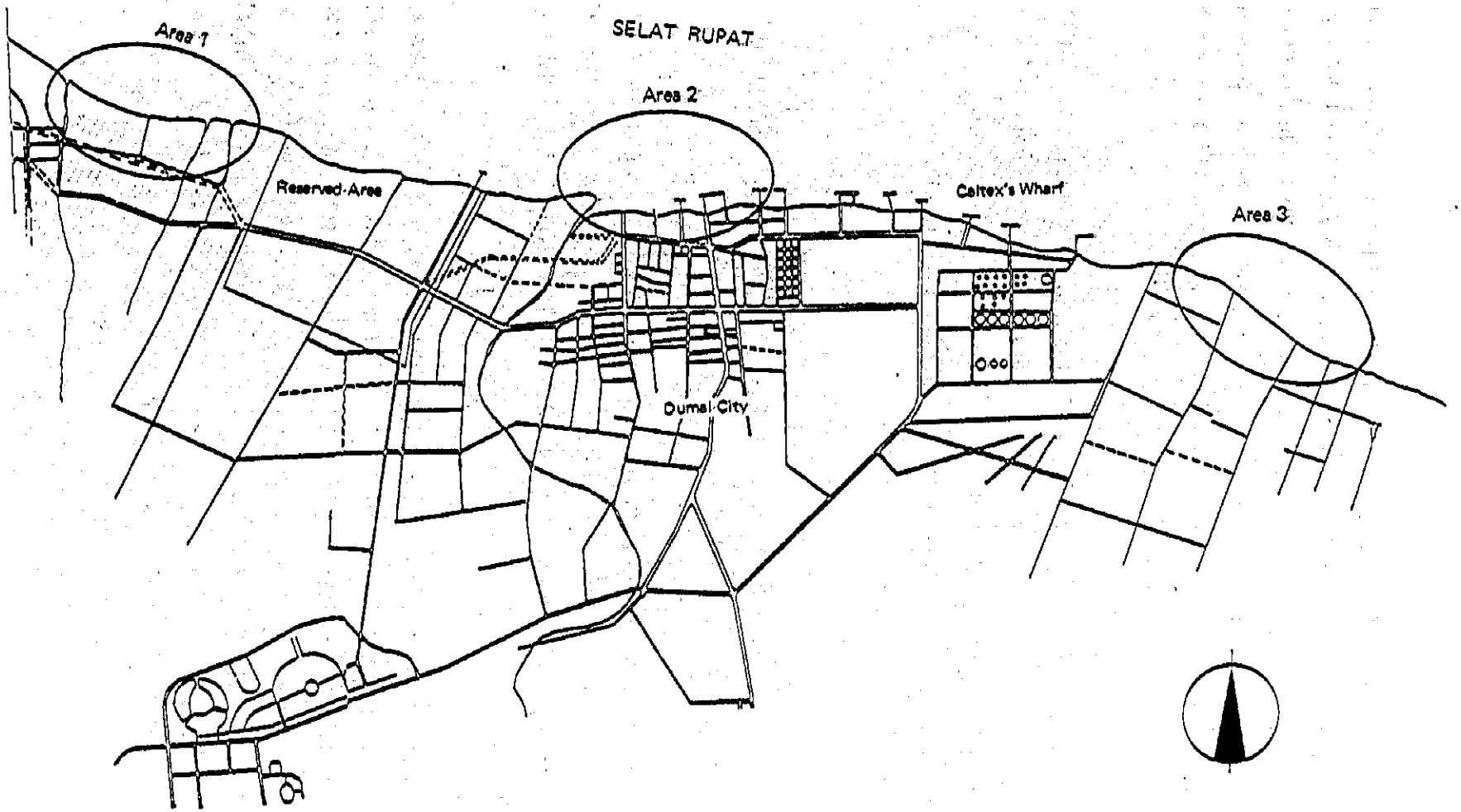


図６－２－１　港湾建設サイトの選定

（区域２）

－１０ｍの等深線までの海岸線からの距離は区域１の場合と比較してやゝ長い。これはドマイ川の長期にわたる影響が少しあるものと考えられるが，新しい岸壁を築造するために支障はない。この地域にはすでに港長，海上警察，パイロットや漁業などに使用されているデタッチド型の埠頭が存在している。この地域の有利な点は市域に近く，既存の２５ｍ幅員の道路が港湾へのアクセス道路として活用できることである。この地域の大部分がドマイ市の都市計画において港湾区域として分類されている。

（区域３）

この地域は区域１に似ていて市街地から遠く離れていて，しかも石油分留精製工場によって完全に分断されている。前面の海域の水深は岸壁築造するには浅い。さらに，既存の港湾施設との協調がとれないため，大規模施設における効率性，すなわちスケール・メリットが得られない。したがって，この地域は港湾開発として適当とは考えられない。

区域２が長期整備計画対象地域として選定された。

６－２－３　ドマイ市の土地利用計画

港湾計画はとくに土地利用計画と交通計画に関してドマイ市の長期計画に沿って遂行していく必要がある。

1）土地利用計画

2000年における最新の都市計画はBIEC社によって1981年に既存の長期計画を見直しが行われた。図６－２－２はドマイ市の土地利用計画で，この同じ図に水際線における土地利用計画案が示されている。図からわかるように，拡大な用地を将来の港湾開発と港湾関連工業用地として確保している。

2）交通網計画

土地の利用は道路網によって効率的に支えられなければならない。また，同時に港湾活動は陸上輸送体系と密接に関連して背後圏との交通を円滑にしておかなければならない。港湾活動から発生する重交通によって市域内の交通が阻害されないよう市域の外周道路だけでなく幹線道路網を建設する必要がある。それに加えて鉄道も将来の陸上輸送の改善に貢献できる。リアウ州と北スマトラ州の輸送体系設計に関する基本政策についての報告書において，鉄道は都市活動，港湾活動の基盤を強化するひとつの手段であると考えられている。図６－２－３においてドマイ市の幹線道路網と鉄道導入経路の試案を示している。

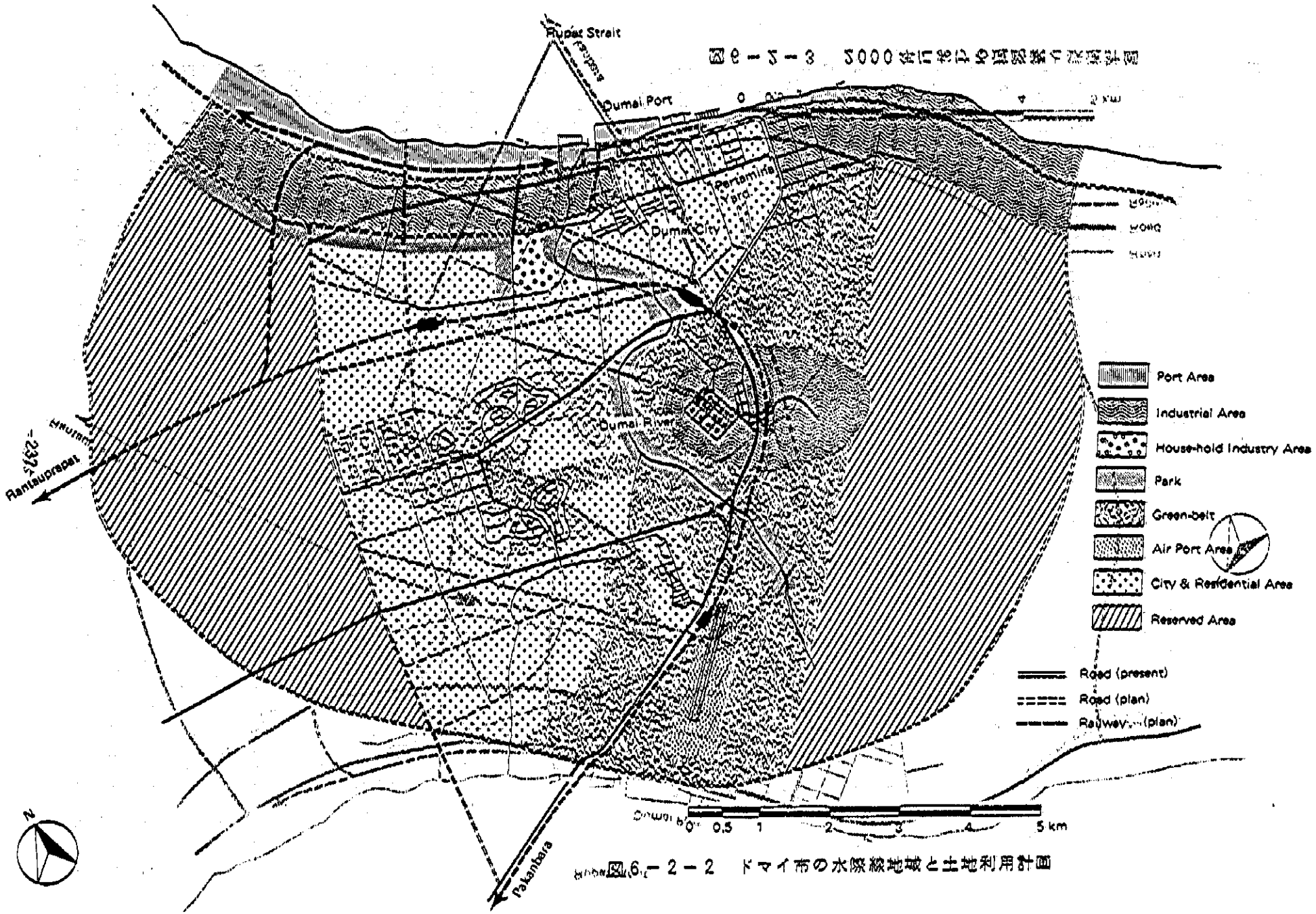


図6－2－2　ドマイ市の水際線地域と土地利用計画

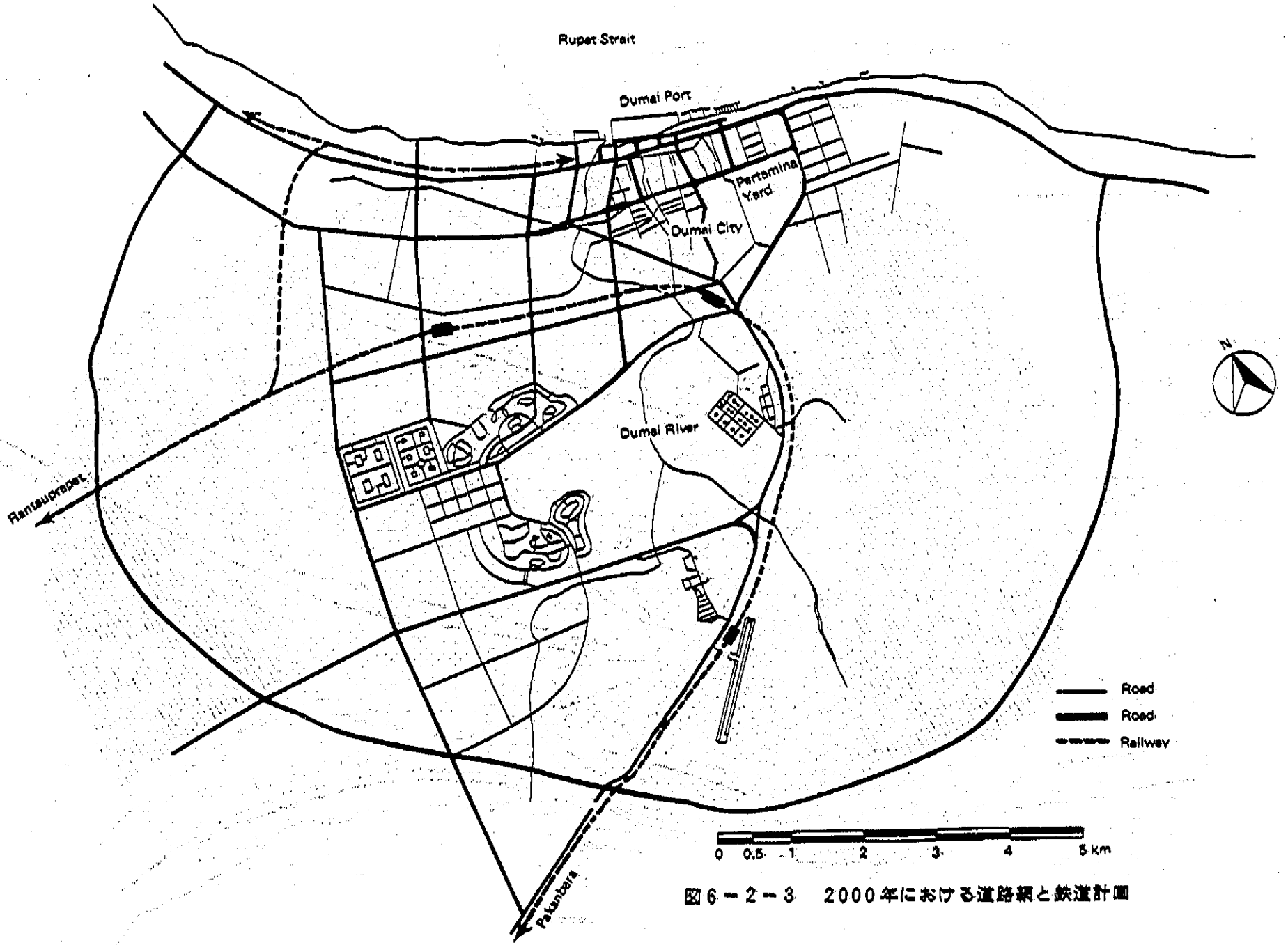


図6－2－3　2000年における道路網と鉄道計画

6－3　2000年における長期整備計画

6－3－1　基本的な考え方

2000年におけるドマイ港の取扱貨物量は3,657千トンの規模となる。背後圏における大規模農園の急速な開発によって貨物量が急上昇するということを留意しなければならない。パーム・オイルの積込施設はまず第一段階として５００ｍのデタッチド・ピアを設置し，かつ1985年までに５００ｍの延長を完成させる必要がある。その後1987年から1995年の期間，短期計画は港のバース待ちのための滞船を減少することに十分効力を発揮する。そして最終的には2000年までにさらに４バースの新しい埠頭が当該年次の貨物量を捌くために要請される。バースは表6－1－19に示すように品目ごとに貨物取扱量が見積られた。

長期計画の実施についての基本的な考え方はつぎのとおりである。

バースの法線は－１０ｍの等深線にできるかぎり近く設定し，それによって各バースの背後用地を十分に確保して荷捌きを効率的に機能させるとともに将来の港の発展させる基盤を提供するものとする。

税関，港湾警備事務所，海上警察事務所と旅客ターミナルは港の建設予定地の西側の地点に築造される。これは港湾管理の見地からみてもっとも有利と考えられるからである。

パーム・オイルの取扱量は近い将来急速に増加するので，パーム・オイルはドマイ港の大宗貨物になるであろう。したがって，この農産物を効率よく積込む荷役施設を提供し，かつそれを専用使用する埠頭を築造することが必要となる。

6－3－2　代替案の比較検討

三つの代替案が提出された。（図６－３－１）これらの案は主として増大するパーム・オイルをどう捌くかという手段において異なっている。

Ａ案とＣ案パーム・オイルを扱うドルフィン埠頭が２バース必要となる。予測された全貨物を取扱うためには５００ｍの既存バースではパーム・オイルと一般雑貨が取扱われることになる。積荷施設は海運総局によって建設される。Ａ案において要請される２つのドルフィン埠頭は隣接しかつ，５００ｍの既存バースと新規の岸壁との中間地域に築造される。Ｃ案においては第２バース目のドルフィン埠頭は短期計画で建設される岸壁の西側面に配置されることになる。このドルフィン埠頭は連続した岸壁を２つの区域に分割する必要がでてくるため，この案では前面の法線延長や護岸の延長が他の二案で必要とする延長より長くなる。実際の港湾の埠頭運営における経験からするとこのように分離された埠頭は建設費用が高いだけで実際には連続した埠頭に較べて機能的に効率は低下する。それに加えて貯蔵地からドルフィン埠頭へのパイプ・ラインは別々に布設しなければならないため，維持管理には不利である。またパイプ・ラインの建設費用も他案よりも高くつくであろう。Ｂ案に関していえばドルフィン埠頭は１バースしか新規に築造しないため，不足する荷役施設は５００ｍの既存バースに設置することになる。したがって，所要の岸壁延長

は1バース相当分で増加する。明らかにこのB案の建設費用は提案された代替案の中でもっとも高くなり，改めて説明するまでもない。

6－3－1　基本的考え方

またB案の場合はオイル桂積荷の前に加熱することが必要なためパイプオイル運搬船は接岸するのに最優先になる。したがってB案のもとでは雑貨を揚げる従来船は新しい埠頭の隣接するようにしなければならず，雑貨や米のために使っている現在の上屋からの距離が遠くなりそれぞれ荷役効率が悪くなる。この点1つ3アキ5ある。

代替案の中から最善案を選定するときは建設工事が完全に終了したときに現実に支配的になる条件を考慮することが重要である。この観点から見れば，A案，B案はC案よりすぐれている。建設が完了したときの港の管理運営，埠頭の利用の面からすれば，A案は前述の理由でB案，C案よりすぐれている。したがって，A案は長期計画上で推奨できる（図6－3－1～図6－3－6）。

これら三案の比較を示している。

ハーバーの延長は－100mの字義案にとどまらず，（省略）

長さ十分に確保してのみ，（省略）

ものである。

貨物，船舶等の増加率は，（省略）

達される。これは港湾管理の観点からのみならず，（省略）

ハーバー・ホイルの取扱量は，（省略）

されてきたが。したがって，この点を考慮に入れ（後述）

使用する埠頭を選定することが必要である。

6－3－2　代替案の比較検討

三つの代替案が提出された。（図6－3－1）これらの案は主として拡大されるハーバー

と，（省略）

A案とC案ハーバー・ホイルを基ターミナル埠頭は2バース増設される。それぞれ

増設される水深は500mの防波ハーバーとなるハーバー・ホイルの一部案は防波堤に

防波堤は港湾管理上ってあらわれる。A案はハーバー拡張のターミナル

から，500mの防波ハーバーを新規の埠頭との制限増設は必要である。C案はハーバー

ハーバーの目のターミナル埠頭は拡張されるが，（省略）

ターミナル埠頭は，（省略）

埠頭を埠頭の区分のもとで設置する。（省略）

等からみるとC案のもとでは（省略）

機能的に密接なものである。（省略）

設しなければならない。（省略）

もの。B案に対してハーバーターミナル埠頭は1バース増設される。

不足する貨物量は500mの防波ハーバーを設置される。

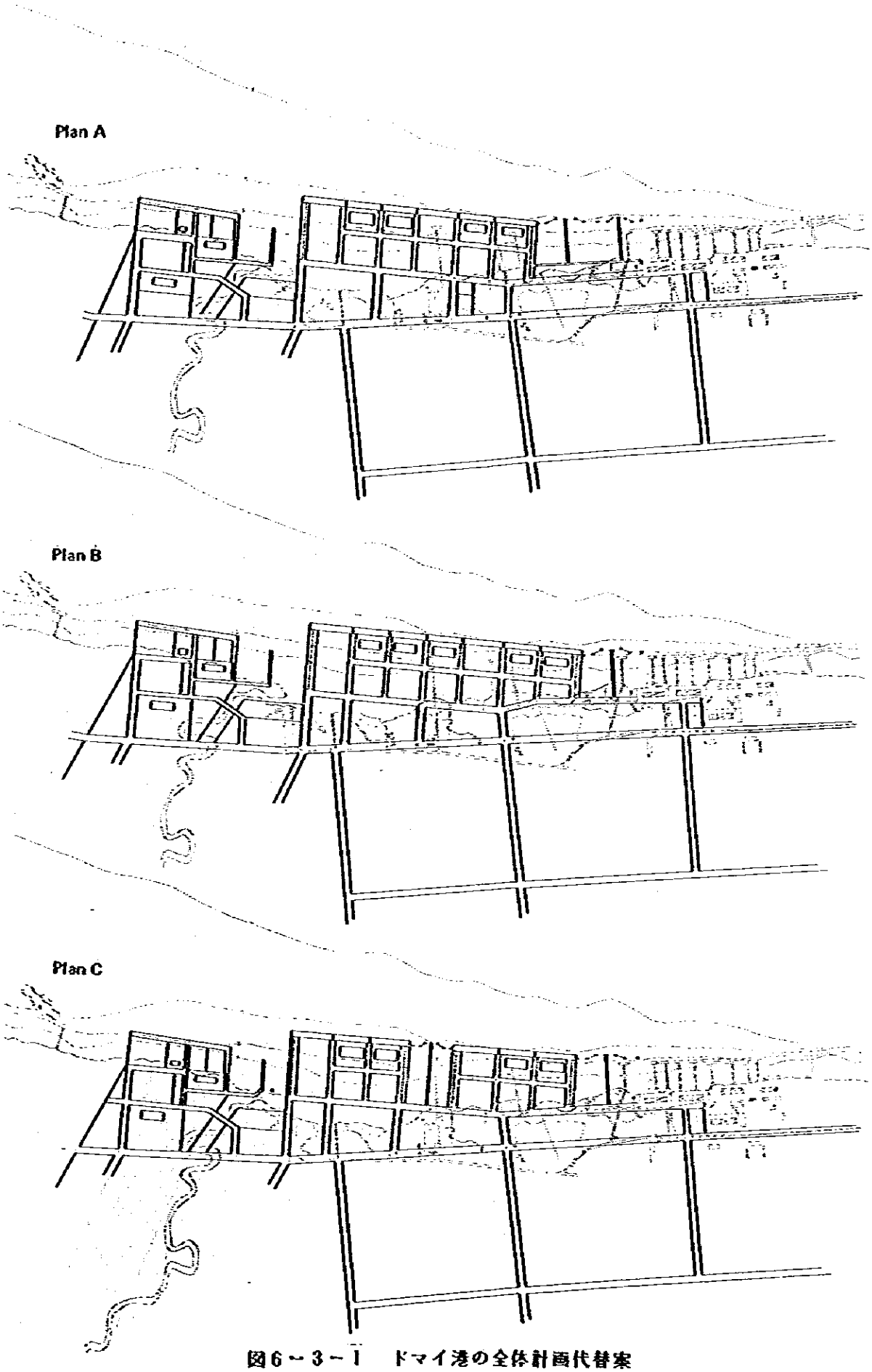


図6－3－1　ドマイ港の全体計画代替案

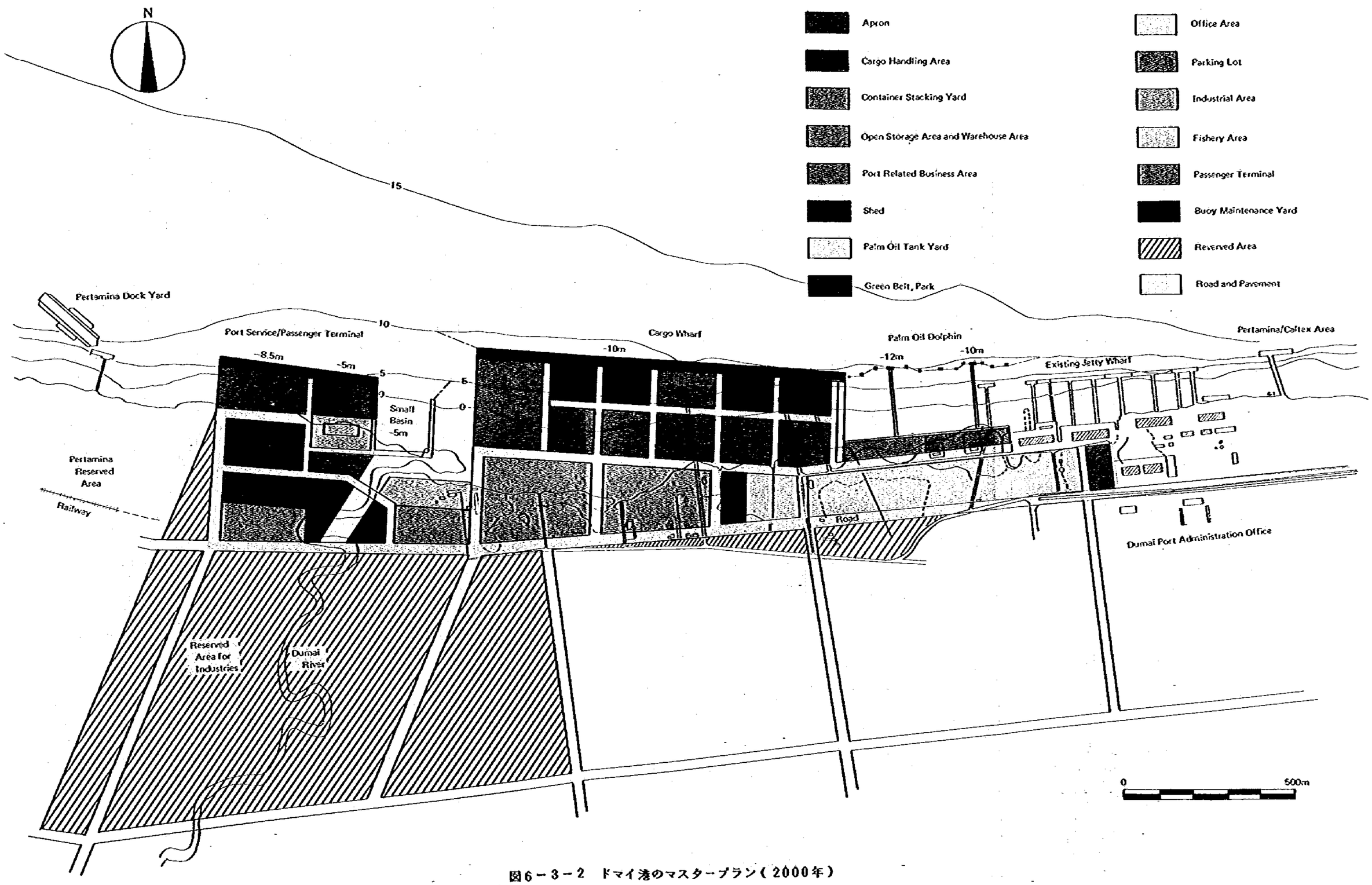


図6－3－2　ドマイ港のマスタープラン（2000年）

表6－3－1　代替案の比較

項　　目	主要な比較内容	Plan (A)	Plan (B)	Plan (C)
施設管理	整備した諸施設の維持管理が容易であるか。本港の計画では埠頭の配置に伴う施設管理が課題となる。	○	○	×
港湾の運営，利用	港湾を運営する側および利用する側からみてのその容易さの比較である。初期の段階および計画完成時の両時点で比較する必要がある。	○	○	△
現有埠頭との関係	初期の段階において現有埠頭と新設岸壁を一体的に活用することが出来れば，施設のスケールメリットを追求できる。	○	△	△
過去の投資の活用	既に整備されている臨港道路，上屋等の有効活用が図れるか。	○	○	○
発展性	2000年時点以降の開発計画の立案に柔軟に対応できるか。	△	△	△
港内の静穏度	防波堤を整備しない状態で，港内の静穏度が確保できるか。	○	○	○
土質条件	計画地点は，港湾構造物の建設に適しているか。	△	△	△
操船性	船舶の入出港及び岸壁への離着岸が容易か。	○	○	○
土地利用	周辺の土地利用にマッチする港湾計画であるか。また保管用地，緑地等の計画が，地域の環境に合致しているか。	○	○	○
環境保全	港湾活動及び港湾建設工事周辺の社会環境，自然環境を破壊しないように配慮されているか。	○	○	○
施工性	個々の施設の施工の容易さ及び，計画完成に至るまでの段階施工は容易であるか。	○	○	○
投資額	基本的港湾施設の建設費用の大小を比較する。	○	×	△

注　○優れている　　△若干の問題点を有する　　×劣る

6－4　短期開発計画（1990年）

6－4－1　新規埠頭の建設候補地

長期計画の枠内において短期計画を設定することは重要な事項である。1985年において500mのけい船岸が供用開始され，ただちに港において主要な役割を果すことになる。引き続き必要となってくる新規の埠頭はこのけい船岸にできるだけ近くに配備し，一体的に機能させることによって港湾施設を効率性を高めるべきである。このような手法を採ることによって，港湾の管理区域が比較的狭い区域に限定することができる。パーム・オイルのための積出し埠頭は新規の岸壁と500mけい船岸の中間水域に建設されるが，短期計画においては新規の岸壁寄りの左側ドルフィン・パースを築造する。この方が右側のパースを先に建設した場合よりもパーム・オイル積込みのためのパイプ・ラインが短かくなる。さらに，このパイプ・ラインの経路は次期に拡張することができる。図6－4－1に1990年目標の短期計画を示す。

6－4－2　埠頭の構造形式の選定

埠頭構造形式の選定の問題は基本的には技術的な事柄であるが，埠頭の運営の効率性の問題もまた主要な選定の基準である。軟弱地盤における対応として二つの築造方法がある。ひとつは軟弱層上につくる全断面を砂で置き換え岸壁型式にする方法であり，いまひとつは地盤上層部を改良することなく，ディタッチド・ピア型式の構造とする方法である。これらの2案の一例を図6－4－2に示している。前者の方法はエプロンと上屋が近接し連続的であるので，荷捌きは非常に効率的になる。一方後者の方法を採用するとエプロンと上屋は1カ所または2カ所に連絡橋で結ばれ，この通路を利用しての荷役作業はどうしてもその荷役効率が低下せざるを得ない。ディタッチド・ピア型式の荷役能率は岸壁型式に較べて90％に低下するものと想定される。したがって，ディタッチド・ピアの長さは荷役能率の低下分を補うためにそれだけ延長する必要が生じる。しかし，この延長部分で取扱われる貨物は既存の連絡通路の通行容量を圧迫し結果的には連絡通路の増設が要請されることになる。このことは岸壁方式の埠頭における荷役能率と同じ能率を確保するにはもう1パースの築造が必要となることとほぼ等価であることを意味する。このような情況のもとでは岸壁型式の埠頭は埠頭利用の面，その他の要素を含めた総合評価において明らかに有利な埠頭である。

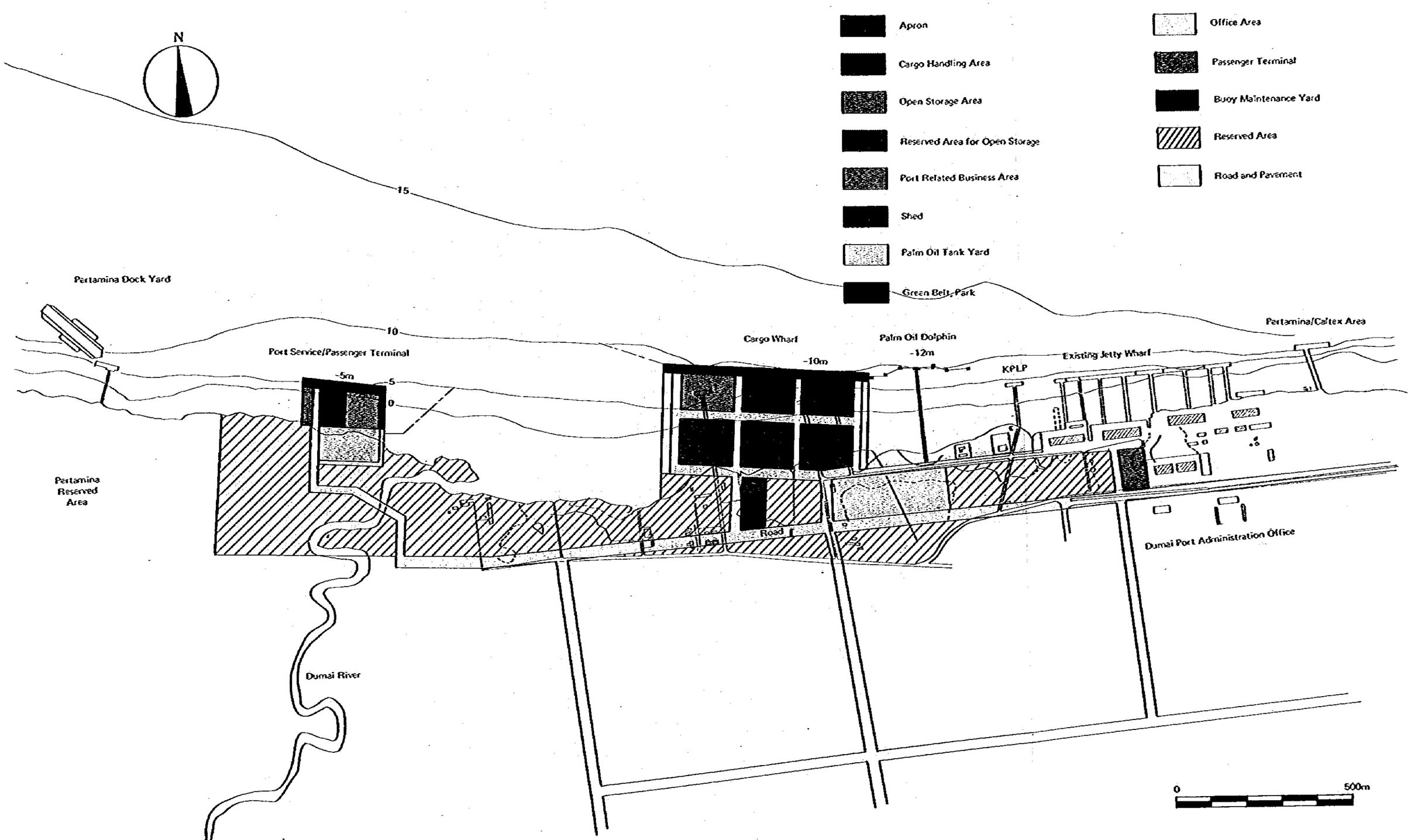
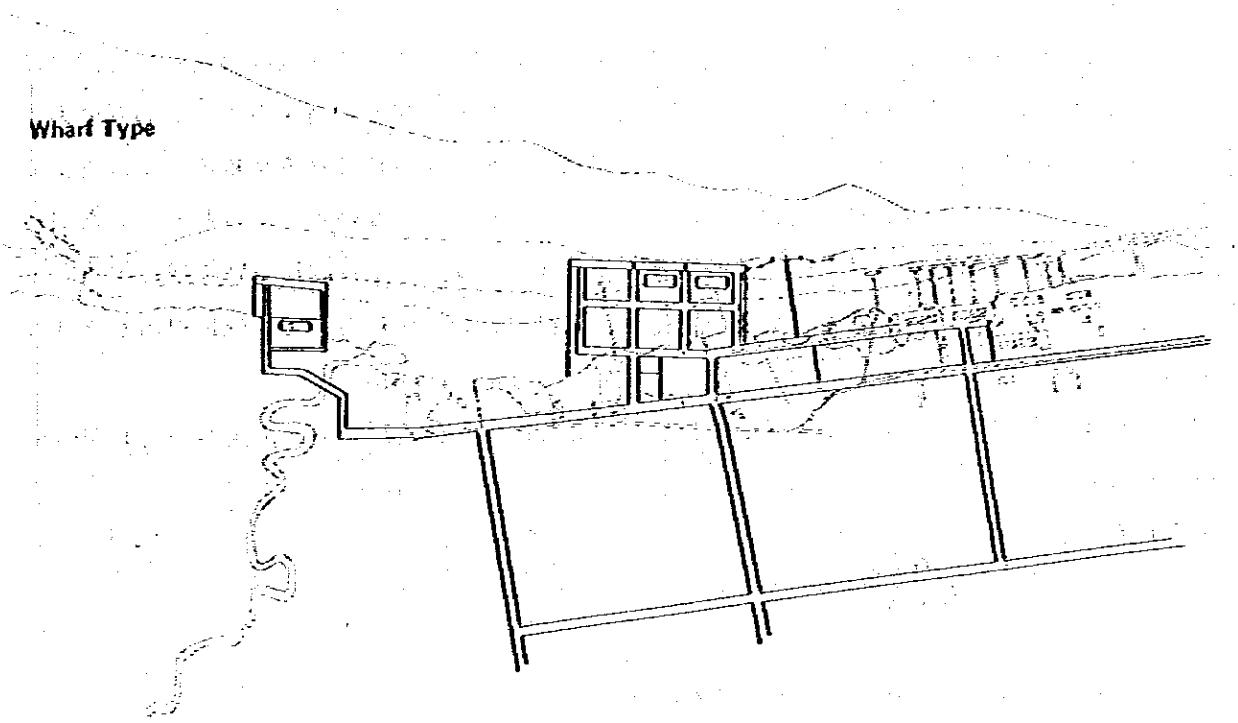


図6－4－1　1990年の短期計画



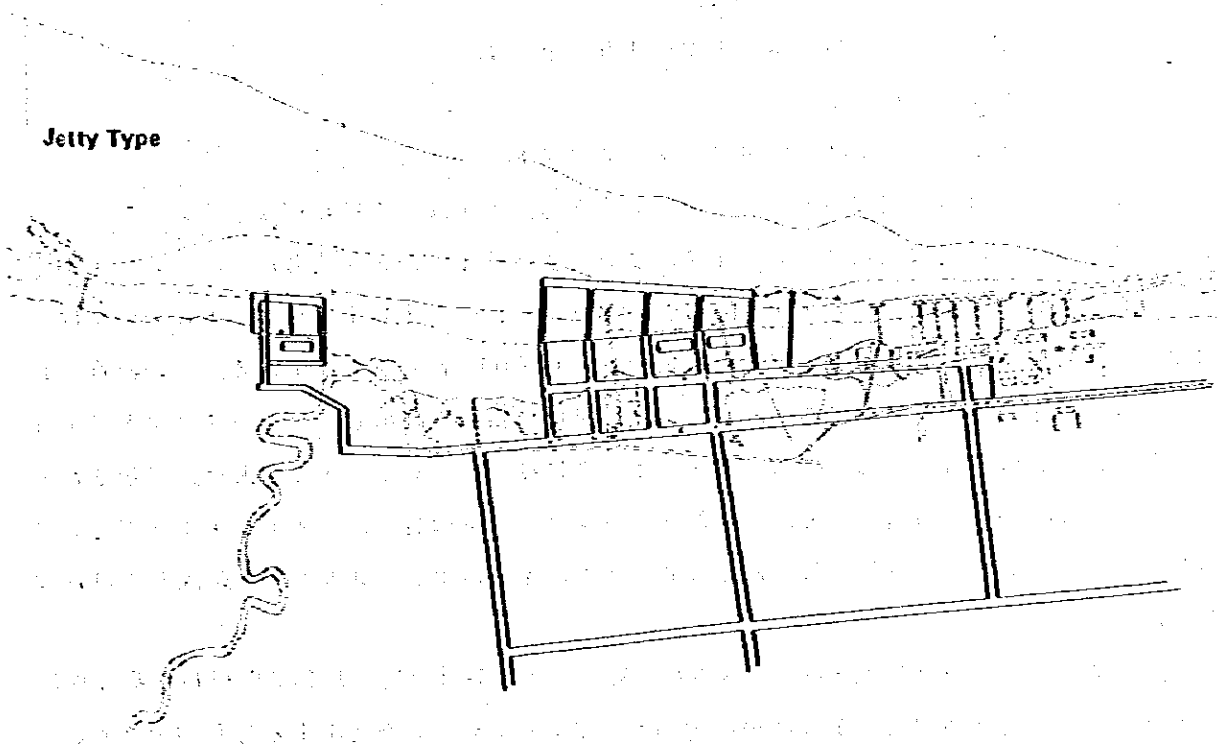


図6－4－2　埠頭タイプ比較

6－4－3　荷役施設

積荷，揚荷をできるかぎり効率よく実施するために，エプロンと保管区域間の貨物の運搬ではフォークリフトやモービル・クレーンとその補助用具などの荷役機械を取得することが必要である。

新しい埠頭においてはフォークリフトは広い荷捌地を最大限に機能させるためにとくに重要である。そしてドマイ港での貨物の運搬，荷捌きに主要な役割を果すものと考えられる。したがって1990年における全乾貨物量を扱うに必要となるフォークリフトの台数について検討する。

しかし，荷役機械を選定するとき荷姿の変化や，荷役形態の変化に応じて柔軟に対応しなければならない。

ドマイ港で必要になるフォークリフトの台数を定める厳密な公式はないが，次の公式を用いて見積ることにする。

すなわち，

$$N = \frac{p \cdot n \cdot Q/g}{D \cdot H \cdot W}$$

ここに　N：　所要フォークリフト台数

Q：　貨物量（トン）

g：　荷役能率（トン／ギャング／時間）

D：　年有効作業日数

H：　1日当りの作業時間

P：　集中係数，p＝1.0～1.5（p＝1.2）

W：　荷役効率

n：　ハッチ当り張付けフォークリフト

この式で重要なのはnの値で各ハッチの荷役能率を考慮して決めなければならない。

フォークリフトの所要数は表6－4－1に示すとおり概略14台と見積られる。この結果から見ると一台当りの年間荷役量はおよそ58,000トンとなるが，一方ISTSレポートにおいては，1988年におけるフォークリフトの年間取扱い量は63,000トンと見積られている。上の計算においてはドマイ港を通過するすべての中継貨物が上屋又は野積場を経由し，フォークリフトによって荷捌きされるという仮定をしている。表6－4－2にはフォークリフトの購入計画が示されている。ドマイ港管理事務所はすでに6台のフォークリフトを所有し，サムドラ・インドネシア社が5台のフォークリフトを所持しているので，新たに4台のフォークリフトを購入しなければならない。

一方，雑貨の一部はコンテナ詰めで輸送され，又一部は大型重量貨物として取扱われる可能性があるので，このような場合今ドマイ港所有のモービル・クレーンを活用することができる。（表2－2－3参照）

表6－4－1　所要フォークリフト台数（1990年）

Commodity	Cargo volume	q (t/g/m)	D (day)	n	N (unit)	Remarks
Forestry Products	125,000 14,000	25 18	335 335	2.0 1.0	2.13 0.16	Mainly banded products
Fertilizer	271,000	20	305	1.5	4.76	Bagged goods
Palm Kernel & Rubber	83,000 43,000	20 20	335 335	1.5 1.0	1.33 0.46	Bagged goods
Rice	56,000 66,000	20 20	305 305	1.5 1.0	0.98 0.77	Bagged goods
General Cargo	35,000 69,000 59,000	15 15 15	305 305 305	1.5 1.5 1.0	0.82 1.62 0.92	Carton and other types
Total	821,000	19.7 (mean)			13.95	

表6－4－2　フォークリフトの購入計画

Equipment	Number of Units			Total
	port-administration owned		privately owned	
	present units	required units	present units	
～2.5 ton	1			1
3.0 ton		1	1	2
5.0 ton	3	2	4	9
7.0 ton	1			1
10～ ton	1	1		2
Total	6	4	5	15

第7章 設計，施工及び積算

第7章　設計，施工及び積算

7－1　設計条件

短期計画及び長期計画の岸壁設計に用いた設計諸条件は次のとおりである。

1）対象船舶

一般貨物岸壁　：　15,000DWT

パーム・オイル岸壁：　35,000DWTと10,000DWT

（パーム・オイル・タンカーの35,000DWTは最大値であって，シーバースとしては，小型船も着岸できるように施設の配置を考える。）

2）水　深

一般貨物岸壁　：　－10m

パーム・オイル ドルフィン：　－12m と －10m

小型船用岸壁　：　－8.5m と －5m

3）岸壁天端高　：　＋4.5m

4）潮　位　：　3.0m

5）残留水位高　：　2.0m

6）上載荷重

一般貨物岸壁　：　常時　3.0 ton/m²

：　異常時　1.5 ton/m²

パーム・オイル・タンカー用接岸ドルフィン：　0.2 ton/m²

パーム・オイル・タンカー用係留ドルフィン：　0.2 ton/m²

パーム・オイル・タンカー用荷役ドルフィン：　1.0 ton/m²

小型船用岸壁　：　常時　1.0 ton/m²

：　異常時　0.5 ton/m²

7）震　度

水平震度　：　0.05

鉛直震度　：　0.0

（リアウ州ではほとんど地震がないので，震度としては最少値を採用した。）

8）接岸速度　：　0.15 m/sec

9）フェンダー

材　料　：　ゴム

エネルギー吸収効率　：　10 ton・m

接岸力　　：　70 ton

10) 係船力　　：　70 ton

（この値は対象船舶に比べて小さ目の値であるが，ドマイ港はRupat島で遮蔽され，かつ大きな風もまれであるので，上記程度の係船力を考えれば充分であると思われる。）

11) 波力　　：　考慮しない

（前記の通り，ドマイ港周辺の海象は静穏であるので，波力は考慮しない。）

12) 構造寿命　　：　50年

13) 腐食対策　　：　使用鋼材の腐食に対しては，コンクリートコーティング，板厚増加及び電気防蝕にて対処する。

14) 地盤条件

表7－1－1　地　盤　条　件

Depth (m)	Soil Classification	N Value	Unit Weight (ton/m³)	Angle of Internal Friction (Degree)
Surface – –23.0	Silt or Clay	0 – 2	1.4 – 1.5	–
–23.0 – –33.0	Silty Sand	16	1.8	30
–33.0 –	Clay	22	1.8	–

15) 許容応力

鉄筋コンクリートの許容曲げ圧縮応力　　：　80㎏

鉄鋼材料　　：　1,400㎏

（以上の値は，地震時1.5倍される）

16) 安全率

表7－1－2　安　全　率

Condition	Safty Factor	
	Ordinary	Particular
Circular Slip	1.3	1.0
Sliding	1.2	1.0
Overturning	1.2	1.1
Bearing of Pile	2.5	2.0
Pulling of Pile	3.0	2.5
Penetration of Sheet Pile	1.5	1.2

7－1－2　施工及び積算

ドマイ港の建設は，ジャワ島のタンジュンプリオク港あるいはスラバヤ港とは違い種々のハンディキャップを有しており，施工方法を考える際，その特殊事情を充分に考慮しなければならない。

1) 自然条件

ドマイ港の建設では作業船による海上作業が大きな比重を占めているので，海象条件の良悪は重要な問題である。信頼できる波の観測資料は無いが風資料からの推算によれば年間を通じて，海象条件は良いといえる。

ただし，雨期には，作業能率が低下する恐れがあるため，建設工事の工程を考える時に配慮しなければならない。

2) 施工能力

現地及びその周辺地域には，当建設計画を実施するのに十分な施工能力を持つ施工業社がいないので，外部から導入する必要がある。一時的には多くの熟練労働者が必要となるが，現地及びその周辺地域だけでは，大幅に不足するので，やはり外部から導入する必要がある。

3) 施工機械

大型作業船（杭打船，ポンプ式浚渫船等）は現地には無い。タンジュンプリオク，シンガポール，日本から回航してこなければならない。建設工事費に対する船舶回航費の割合は大きい。当建設計画においては，大型作業船の数はできるだけ少くなるように計画した。建設用重機械（ブルドーザー，ショベル，クレーン等）は大部分現地で調達可能であるが，一部の機械は，ジャワ等又は他の地区から搬入する必要がある。

4) 建設資材

現地及びその周辺地域で入手可能な建設資材は，木材，砂，石材のみである。大量に使用される建設用規格製品，セメント，鋼材等は他の地区から搬入する必要がある。このため建設工事費がジャワ島に比べ割高となっている。

5) 建設基地

海上からの資材等の搬入は既設公共岸壁が使用できる。仮設ヤードとして使用できるスペースは少ない。仮設ヤードは建設工事区域内に出来るだけ早く仮設するいう方法をとらざるを得ない。

6) 工事工程

当建設計画は，1984年中に自然条件調査（土質，水理，陸上）と技術的調査を行う計画である。1985年から実際の建設工事に着手し，1988年末までに完成させる計画である。

7) 工費積算の条件

基本的な事項は上述の施工条件で明らかにされている通りであるが，その他に次の事項を考慮する。

(1) 価格はＵＳドルで１９８２年の価格に基づいている。

(2) 為替レートは１ＵＳドル＝６８０ルピア＝２５０円

(3) 輸入建設資材及び機械等の関税，税金は見込んでいない。

(4) 内貨に対しては５％の取引税を見込んでいる。

(5) 物的予備費は15%見込んでいる。ただし，自然条件調査，技術的調査及び工事管理に対しては物的予備費は見込んでいない。

(6) 価格変動に対する予備費は見込んでいない。

(7) 外貨としては，次に述べる費用を計上した。

i) 外国から輸入しなければならない建設資材

ii) インドネシアで調達することが困難な大型建設機械，大型作業船の損料。

iii) 外国人熟練労働者の労賃。

7－2 主要施設の設計

7－2－1 比較設計

以下に示す3つ代替案について，比較設計を行なった。これらは，水深10mの一般貨物岸壁用に設計されたものである。

A案 ： 矢板式岸壁 （図7－2－1）

B〃 ： 杭式岸壁 （図7－2－2）

C〃 ： ケーソン式岸壁（図7－2－3）

1) A案（矢板式岸壁）

ここでは水深が大きいので鋼管矢板を採用した。地盤は比較的軟弱であるので，岸壁法線周辺の地盤については－23mまで良質の砂と置換える必要がある。置換地盤の範囲および深さについては，円形すべりの検討結果から決定した。

前面の鋼管矢板の寸法は次の通りである。

外 径 8120 mm

肉 厚 160 mm

杭 長 27.0 m（うち根入長14.0 m）

また，控工としては，U型矢板を用いた。その寸法は次の通りである。

矢板幅 400 mm

矢板高 150 mm

肉 厚 13.1 mm

矢板長 13.0 m

周辺地盤は軟弱で，軟立による沈下が生ずる恐れがあるので，前面矢板と控工との結合にはタイワイヤーを用いた。タイワイヤーは前面矢板2本に1本の割合で入っている。

2) B案（杭式岸壁）

本案では，地盤改良を実施しない。杭は原地盤に直接打設される。

杭寸法は次の通りである。

外 径 8128 mm

肉　厚　　140 mm

杭　長　　29.0 m（うち，根入長 15.0 m）

岸壁の1ブロックは25m角で，1ブロック当り25本の杭が用いられている。

杭式岸壁の背後は水深 0 m線に合わせて埋立てを実施し，荷さばき用の背後地を確保する。この埋立地の護岸としては，石張り構造を採用するが，基礎部分は砂置換する必要がある。埋立地とエプロンの間は連絡橋でつながれる（図6－4－2参照）。

3) C案（ケーソン式岸壁）

地盤条件が悪いので本案の場合でも地盤の置替が必要である。図7－2－3に示すように海底地盤は－23mまで置換える。置換範囲については，岸壁部の安定解析より決定された。

基礎マウンドは 35 m　とした。

ケーソンの寸法は 7.0 m（幅）× 13.0 m（長）× 14.0 m（高）で，空中重量は約 1,000 ton である。

以上3案について，それぞれ経済性と施工性の観点から比較検討を行なった。その結果が表7－2－1であるが，総合的にA案が最も施工性が良くかつ施工費も安いことが分かった。

表7－2－1　経済性及び施工性の比較

Item \ Type	Plan A Sheet pile type quaywall		Plan B Open type wharf with vertical piles		Plan C Caisson type quaywall	
Large construction craft	Pile driving barge Sand drain barge Pump dredger		Pile driving barge Sand drain barge Pump dredger		Floating dock Sand drain barge Pump dredger	
Workability at sea	Very easy	◎	Very easy	◎	Not so easy	△
Construction Control	Very easy	◎	Very easy	◎	Not so easy	△
Amount of work	Small	◎	Small	◎	Much	△
Adaptability to change in ground	Good	◎	Good	◎	Adaptable	○
Requirement of corrosion prevention	Required	△	Required	△	Not required	◎
Reclamation area (m^2)	164,000		93,000		164,000	
Construction cost ratio (Plan A = 1.0)	1.00		1.12		1.08	

7－2－2　岸壁及びその他施設

7－2－1で述べたように主要岸壁の構造形式は矢板式が最適であるとされた。この節では，これ以外の岸壁施設の構造について述べる。

1）小型船用岸壁（水深 5 m）

この岸壁も矢板形式で建造される（図7－2－4）。前面矢板にはU型のものを用いる。寸法は次の通りである。

矢板幅	400㎜
矢板高	150㎜
肉　厚	8.0㎜
矢板長	17.5 m（うち，根入長9.5 m）

この建設予定地においても地盤条件は比較的悪いので，法線部分の地盤は－15mまで砂にて置換える必要がある。また，埋立部の沈下も懸念されるので，前面矢板と控工との結合には，22㎜径のタイワイヤーを用いることにした。

2）パーム・オイル・バース（水深12 m）

パーム・オイルは専用のドルフィンバースから荷役される。バース配置は図7－2－5に示す通りである。このバースは最大35,000DWTのタンカーが接岸できるように計画されている。

図7－2－6と図7－2－7はそれぞれ接岸ドルフィンと係留ドルフィンの基本断面図である。

このうち，接岸ドルフィンについては，接岸力を130トンとして設計した。プラットフォームの寸法は10m角で，使用する杭の寸法は812.8㎜（外径）×16.0㎜（肉厚）である。

係留ドルフィンについては，係留力を150トンとして設計した。本ドルフィンのプラットフォームの寸法は10m角である。杭の外径は812.8㎜肉厚は19.0㎜である。

3）パーム・オイル・バース（水深10 m）

このバースは20,000DWTタンカーの接岸に用いられる。このうち接岸ドルフィンの主要寸法は12 m水深のパーム・オイル・バースの場合（7－2－1，1），(2)）と同じであるが，杭の寸法は外径が711.2㎜，肉厚が16.0㎜となっている。また，係留ドルフィンについても杭の寸法のみが変更されており，外径は609.6㎜，肉厚は14.0㎜である。両ドルフィンとも杭の根入長は13.0mである。

4）旅客岸壁（水深8.5m）

本岸壁の構造形式は図7－2－8に示す通り矢板式である。前面矢板にはZ型の鋼矢板を用いる。主要主法は次の通り，

矢板幅	400㎜
矢板高	125㎜
肉　厚	13.0㎜
矢板長	23.0m（うち根入長11.5m）

本岸壁の場合も，埋立部の沈下が懸念されるので前面矢板と控工の結合にはタイワイヤーを用いることにした。タイワイヤーは前面矢板の2本に1本の割合で設置される。

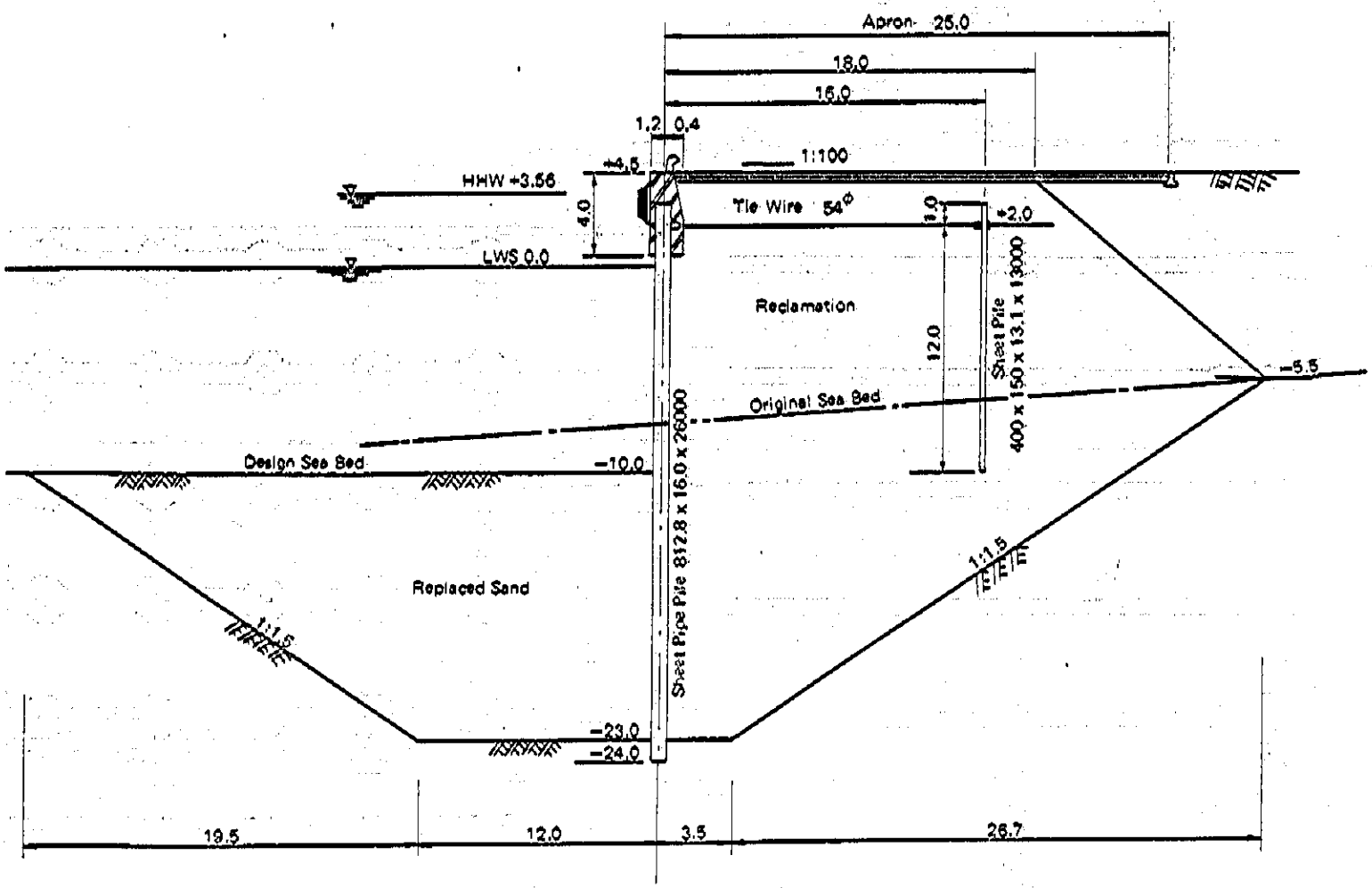


図７－２－１　代替案Ａの標準断面（矢板式岸壁　水深１０ｍ）

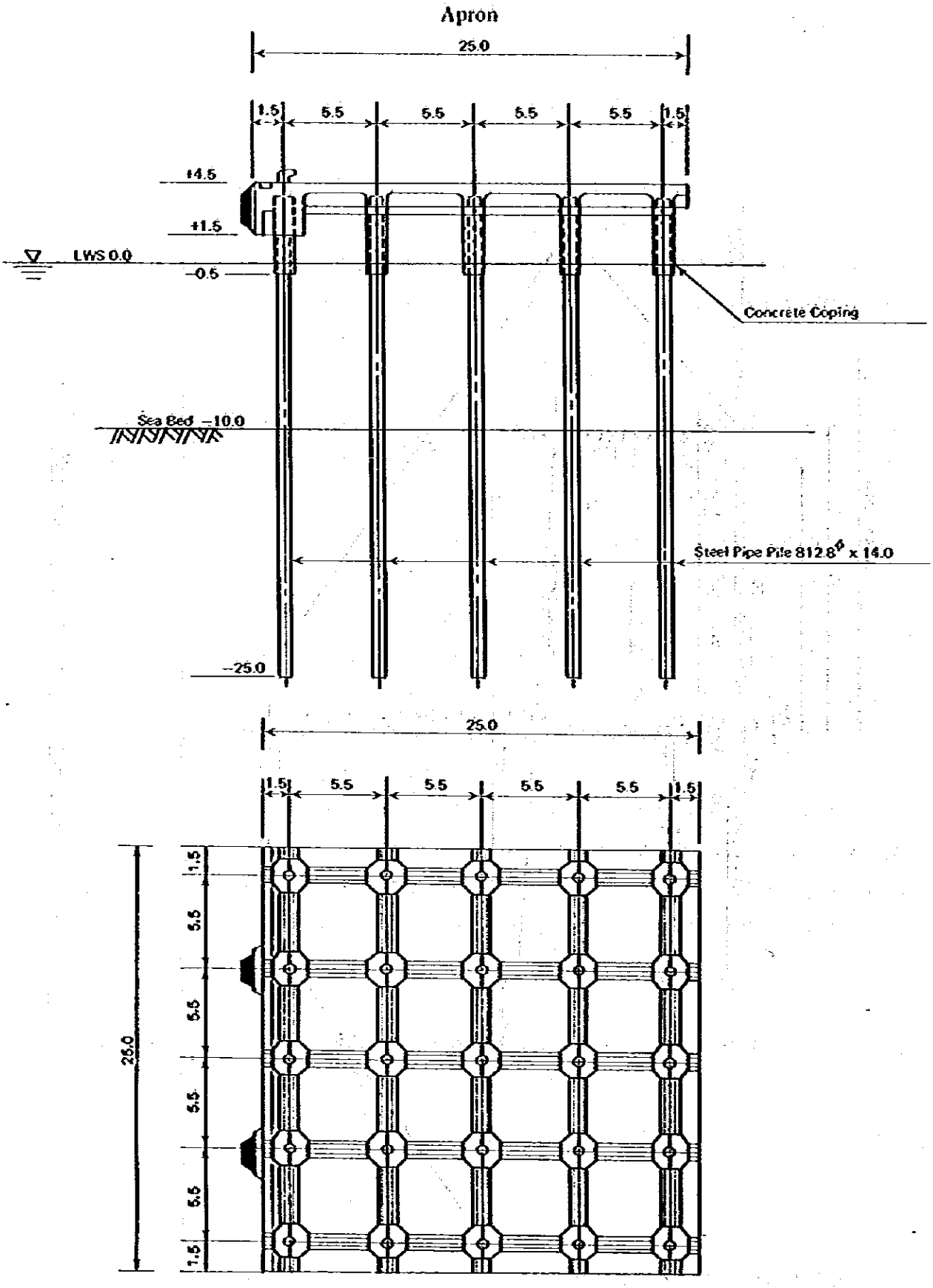


図7－2－2　代替案Bの標準断面（杭式岸壁）

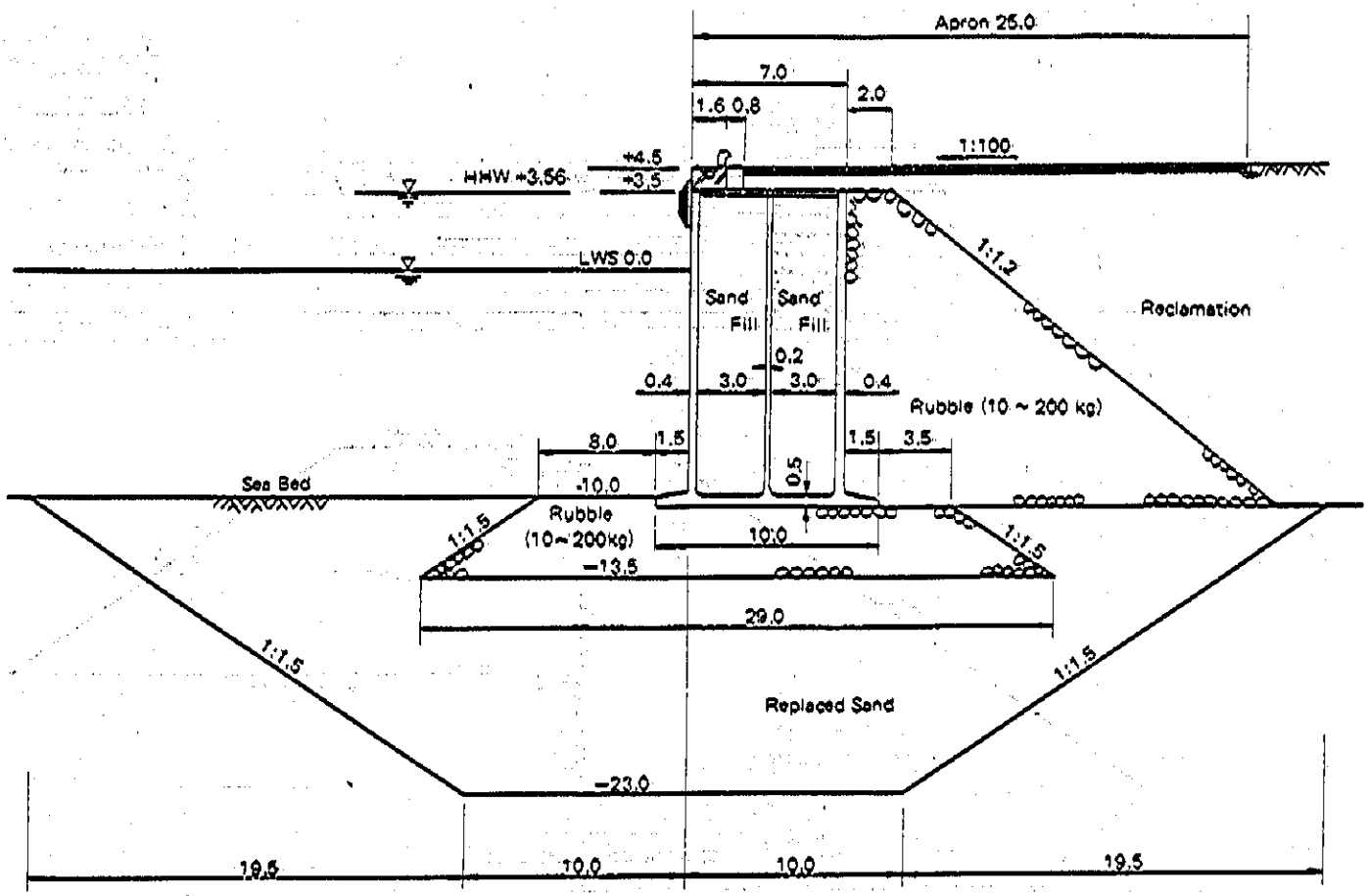


図７－２－３　代替案Ｃの標準断面（ケーソン式基礎）

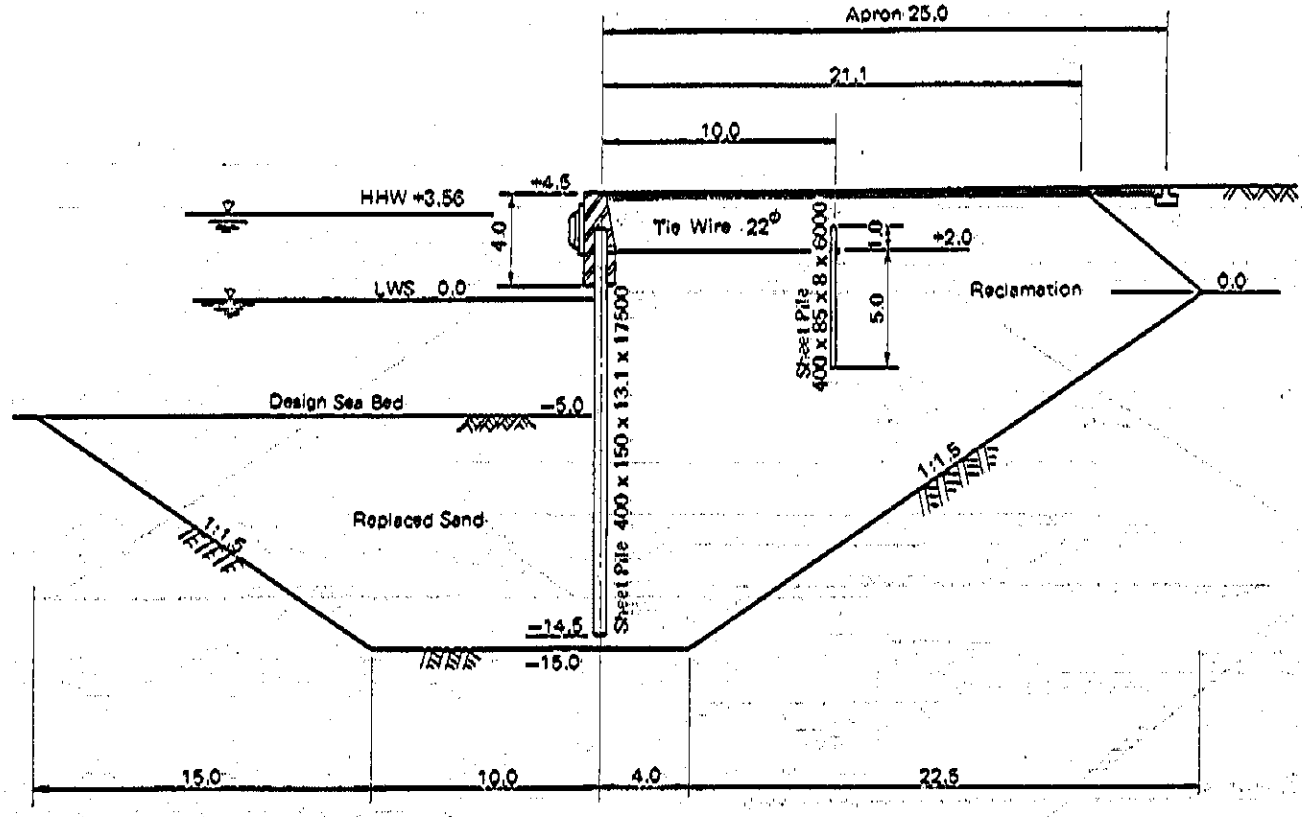


図7－2－4　－5m岸壁の標準断面（小型船用岸壁）

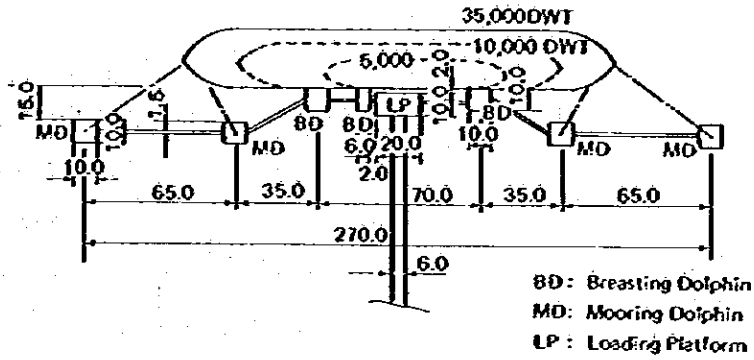


図7－2－5　パーム・オイル・パースの配置

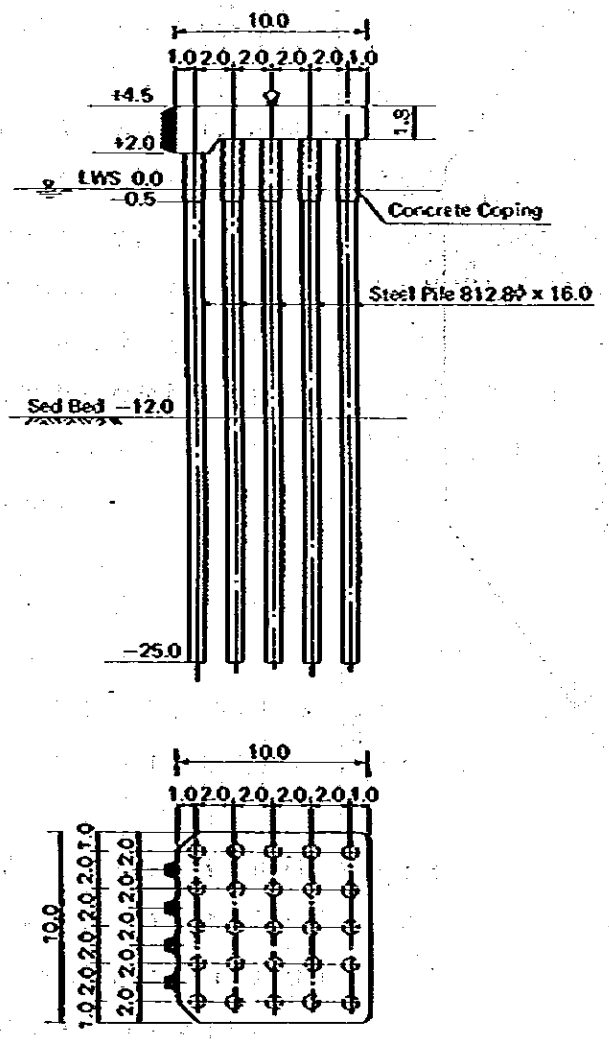


図7－2－6　接岸ドルフィンの標準断面

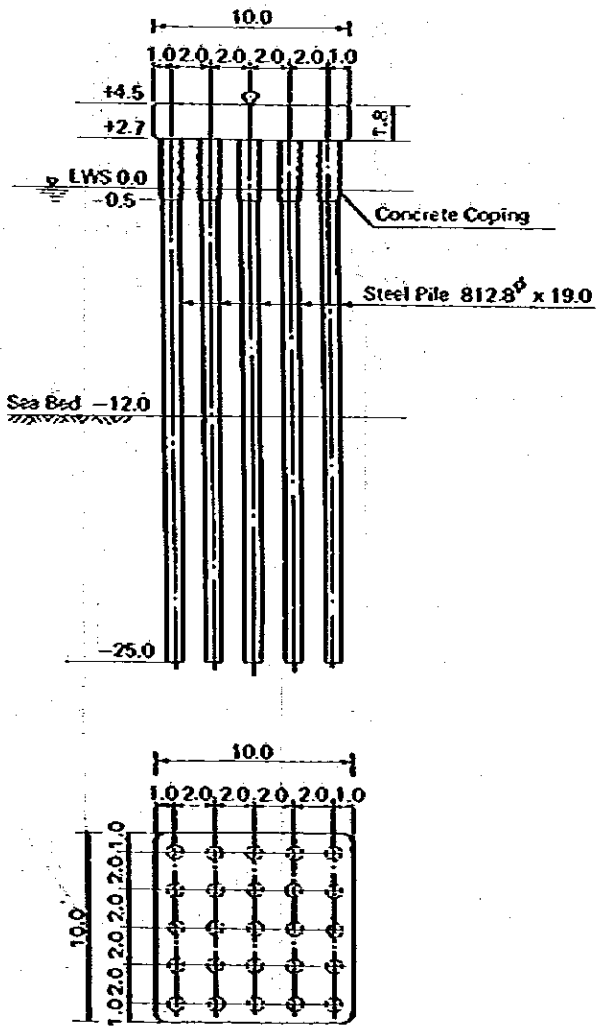


図7－2－7　係留ドルフィンの標準断面

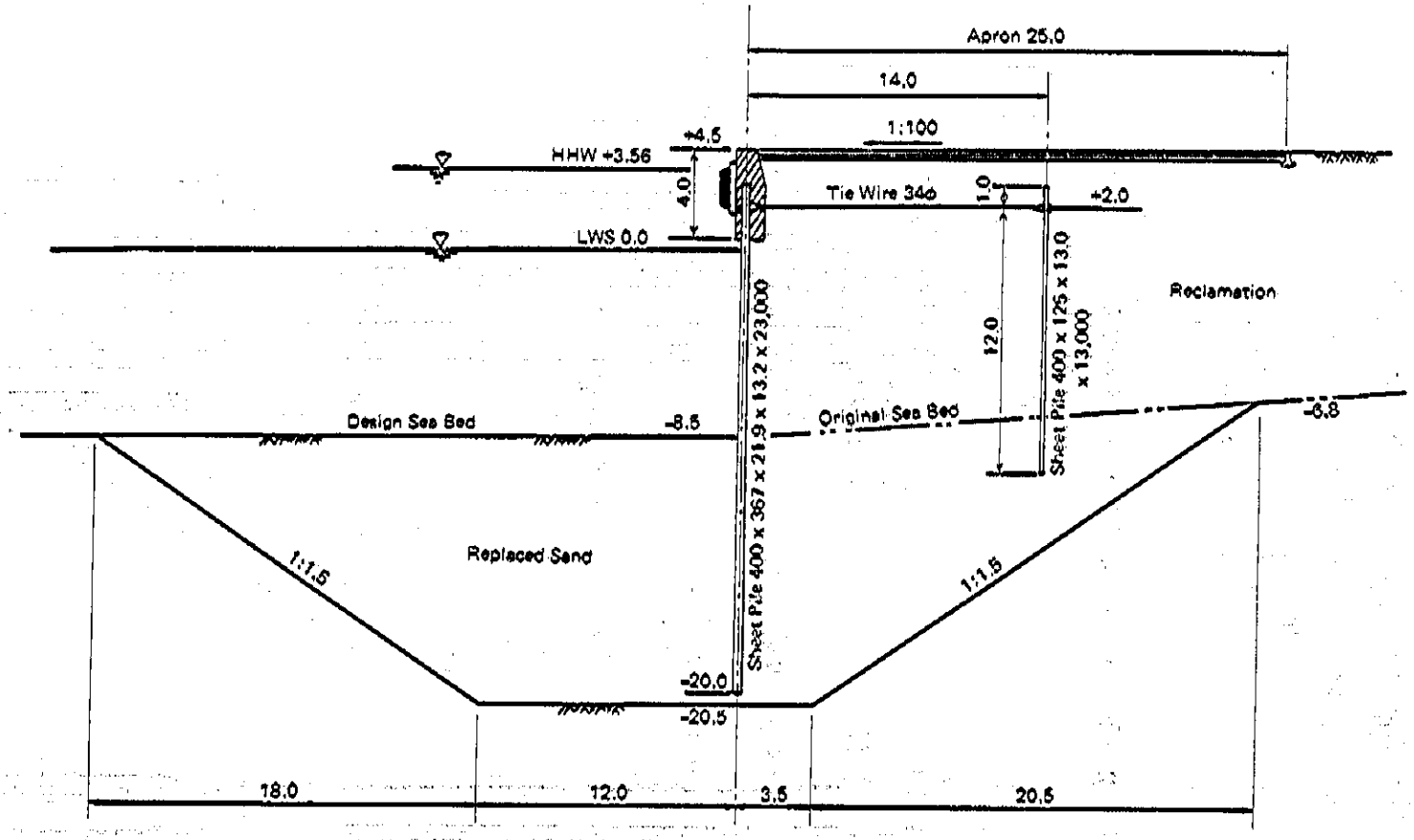


図7－2－8 旅客桟橋の標準断面（水深8.5m）

7－3 施工計画

7－3－1 建設工程

短期計画の建設計画工程は表7－3－1のとおりである。当建設の工期は１９８４年１月から１９８８年９月まで５カ年である。土質調査，水理調査，技術的調査を１９８４年１月，機械の運搬は１９８５年１月に開始する。ポンプ式浚渫の埋立であるため，埋立の開始する前に護岸を完成させる必要がある。

岸壁は鋼管矢板式護岸であり，置換砂は，鋼管杭の打設及びサンドドレーン施工以前に完成されなければならない。護岸及び岸壁の控えの完成後ポンプ式浚渫船と土運船を使った埋立を行う。埋立完成後，道路の土工事に着手する。３バースの完成は１９８７年９月である。埋立地盤の落ちつきを待ってから，給水工事，給電工事，排水工事，道路舗装工事を１９８７年８月から開始する。航路標識作業は１９８７年８月に完成する。１９８８年９月以内に上屋２棟，建物，上屋まわりの舗装工事，その他工事を行う。

パーム・オイル・ドルフィンは1986年10月に完成する。

7－3－2 －10m岸壁

グラブ容量８㎥の浚渫船を使用し，軟弱地盤を－２３ｍまで床掘する。床掘後，サンドドレーン船により，基礎改料の砂杭を行う。稼働日当りの能率は砂杭４０本／日であり，置換砂用の砂はPayung島の近くでポンプ式浚渫船を使用して床掘し，土運船で投入する。

鋼管矢板（φ８128×16t，ℓ＝27m），鋼矢板はヂーゼル・ハンマー（Ｄ－４０，１２）を装備した杭打船で打設する。稼働日当りの能率は，鋼管矢板６本／日，鋼矢板１８板／日であり，タイワイヤー取付，その後背面埋立を行う。－１０ｍ岸壁計画は図７－２－１に示すとおりである。

7－3－3 －5m岸壁

施工方法は－１０ｍ岸壁と同様である。鋼矢板（400×150×13.1，ℓ＝17.5ｍ）は杭打船，控え鋼矢板（400×85×8，ℓ＝6ｍ）は，３５トンのクローラー・クレーンで打設する。稼働日当りの能率は控え杭１５板／日である。－５ｍ岸壁計画は図７－２－４に示すとおりである。

7－3－4 －12mパーム・オイル・ドルフィン・バース

バースの構造は鋼管杭式ドルフィンである。鋼管は日本からのヂーゼルハンマー（Ｄ－４０）を装備した杭打船で打設する。－１２ｍパーム・オイル・ドルフィン・バース計画は図７－２－５－７に示すとおりである。

7－3－5 埋 立

埋立量は1,350,000㎥であり，埋立面積は230,000㎥である。埋立用砂はPayung島の近くで床掘しポンプ式浚渫船2隻（4,000Ps，2,000Ps）土運船（2,000㎥）と押船（2,000Ps）を使用し運搬する。

7－3－6 護 岸

護岸の構造は捨石マウンドである。捨石（50～100Kg）は，ダンプトラックとブルドーザーによる押出し方式で積み上げる。護岸の全長さは，次のとおり：$\ell = 480 + 74 = 554$m

7－3－7 道 路

道路はアスファルトによって舗装する。道路面積は約143,500㎡であり，その内容は次のとおり：

30m road×2,150＝64,500㎡

25m road×1,280＝32,000㎡

20m road×2,350＝47,000㎡

7－3－8 舗装（アスファルト）

野積場，駐車場，上屋のまわりはアスファルトコンクリートで舗装される。合計面積は61,750㎡である。

7－3－9 上 屋

上屋（120m×45m）は鉄骨構造で，屋根材はコルゲートアスベストセメント材を用い，床面コンクリート仕上げとする。

7－3－10 建 物

建物は鉄筋コンクリート構造である。合計床面積は4,900㎡である。

港湾施設計画は図7－3－1に示すとおりである。

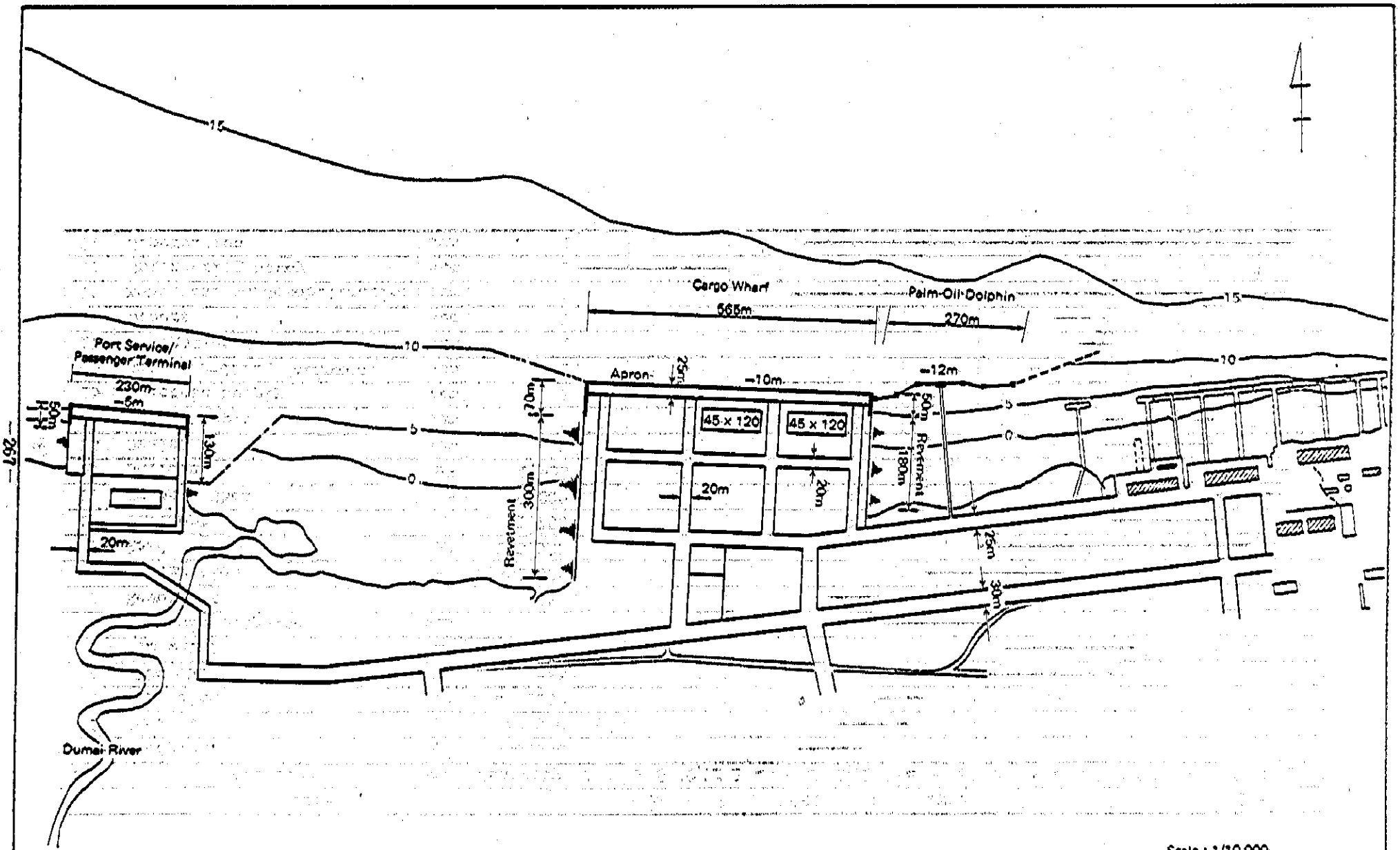


図７－３－１　短期計画における港湾施設計画

表７－３－１　短期開発計画の工程表

Item				1984						1985						1986						1987						1988				
No.	Description	Unit	Quantity	2	4	6	8	10	12	2	4	5	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2		6	8	10
1	Dredging	m^3	600,000																													
2	Sand Pile	m^2	78,000																													
3	Replacing	m^3	410,000																													
4	-10m wharf	m	685																													
5	-5m wharf	m	410																													
6	Palm Oil Dolphine	sum	1																													
7	Revetment	m	554																													
8	Reclamation	m^3	1,350,000																													
9	Road	m^2	143,530																													
10	Pavement	m^2	61,750																													
11	Transit Shed	m^2	10,800																													
12	Building	m^2	4,900																													
13	Drainage	sum	1																													
14	Water Supply	sum	1																													
15	Electric Supply	sum	1																													
16	Cargo Handling Equipment	sum	1																													
17	Navigation Aids	sum	1																													
18	Others	sum	1																													
19	Mobilization/Demobilization	sum	1																													
20	Engineering Study	sum	1																													
21	Supervision	sum	1																													