

第6章 プロジェクト地域周辺の自然条件

第6章 プロジェクト地域周辺の自然条件

6-1 地形・地質

1 プロジェクト周辺地域の地形地質

Region II の北端にあるCagayan州は、地形的に山岳部と平野部に分かれている。この州の東側と西側は、それぞれSierra Madre山脈(海拔5900フィート)とCordillera山脈(海拔6560フィート)と呼ばれる山岳部である。

Cagayan川は、Isabela州に源を発し、先の二山脈の間を縫って走り、Aparri付近でBabuyan海峡に流れ出している。

北部Luzon島を形成する土層を土質的に見ると、主にジュラ系、古第三系、新第三系および第四系から成って居り、時代的に古いものから新しいものまで広範に分布している。また、その基盤層は水成岩、変成岩、貫入岩、火山岩と多種のものに亘っている。

2 Casambalangan 湾の地形、地質

港湾計画地点であるCasambalangan湾は、巾2km奥行3kmの馬蹄形をした湾で、湾口を北西方向に向けている。この湾付近の地形は、大きく次の3種類に分けられる。

- i) 湾の両側に張り出す丘陵地
- ii) 湾奥部の河床沖積低地
- iii) コーラルと海岸砂州

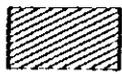
湾の西側につき出す半島は丘陵地となっており、最も高い部分で海拔77mである。湾奥部の沖積低地の南東側は、Sierra Madre山脈より連なる火山連峰の山麓が張り出し、その標高は500~600mである。また、湾の東側にも標高150m程度の丘陵地が突き出している。

湾の中央部にはCasambalangan川が流れ込んでおり、湾奥部にひらける標高10m程の沖積平野に対する土砂供給源となっている。この沖積低地は、奥行、海岸線の幅共に約3kmの三角州の形状をしている。Casambalangan川は、この平地を枝状の支流と合流、あるいは分岐しながら蛇行して湾に流れ出している。

コーラルは、湾の西側の半島先端部にあるMatara Point付近で最も大きく発達し、北東方向に伸びている。湾口の東側も、海岸線に沿って幅100~500mの範囲に連続してコーラルが分布する。更に湾内の中央部にも幅400m長さ500mの突起状のコーラルがある。これらのコーラルの厚さは、5~18mに及ぶものと思われ、過去に海水面の変動があったことを示している。

当地域の地質構成は、第三紀のうち時代的に古いものと、第四紀の沖積層により主に形成され、中間の第三紀後半から第四紀前半の洪積層が少ないのが特徴である。

Legend

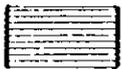


CI CÔRAL ZONE



R RECENT

Alluvium, fluvialite, lacustrine, paludal, and beach deposits; raised coral reefs, stools, and beachrock.



NI NEOGENE

Largely intra-Miocene quartz diorite. Mostly batholiths and stocks, some laccoliths; also sills, dikes, and other minor bodies. Include granodiorite and diorite porphyry facies and late Miocene dacite. Pervasive in Paleogene and Mesozoic, less widespread in early Miocene rock acquences.



UV UNDIFFERENTIATED

Metamorphosed submarine flows, largely spilites and basalts, some keratophyres and andesites. Confined to structural highs and/or principal mountain ranges. Often designated in early literature as "Metavolcanics". Most units probably Cretaceous and Paleogene.

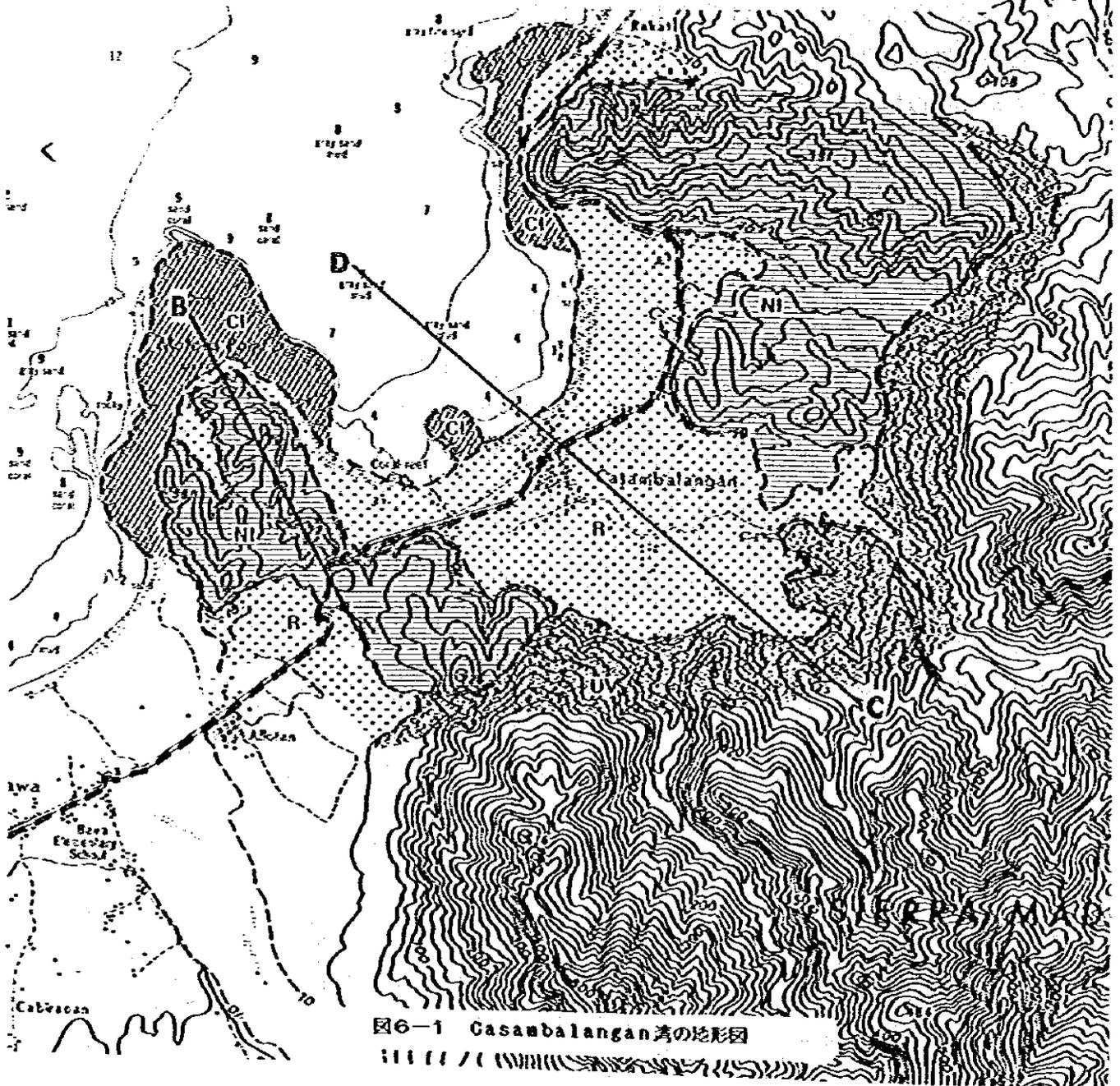


図6-1 Casaabalangan湾の地形図

図6-1にCasambalangan湾周辺の地層分布を示した。湾の西側に張り出した半島部の丘陵地は、3~4個の突起を持っており図6-1に示したA-B線位置での断面形状は、図6-2の様に模式化される。この形状はケスタ地形と呼ばれており、浸食に対する強さの異なる層が互層となり緩傾斜を持っている場合に生ずる。つまり浸食に弱い層がくずされて低くなり、浸食に強い層が残って丘を形成するためである。

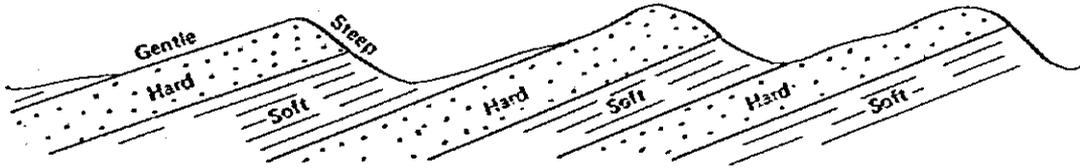


図6-2 CUESTA地形の模式図

また、この半島先端部付近の崖部に見られる地層は、主として良く固結した砂岩、頁岩、凝灰質シルト岩等が互層となり、所により泥灰岩や礫性石灰岩がレンズ状に分布している。これらの地層は時代的には新生代第三紀の漸新期から中新期に形成されたものと思われる。

湾奥部に広がる沖積低地の断面形状は図6-1に示すC-D線上で図6-3の様に模式化される。

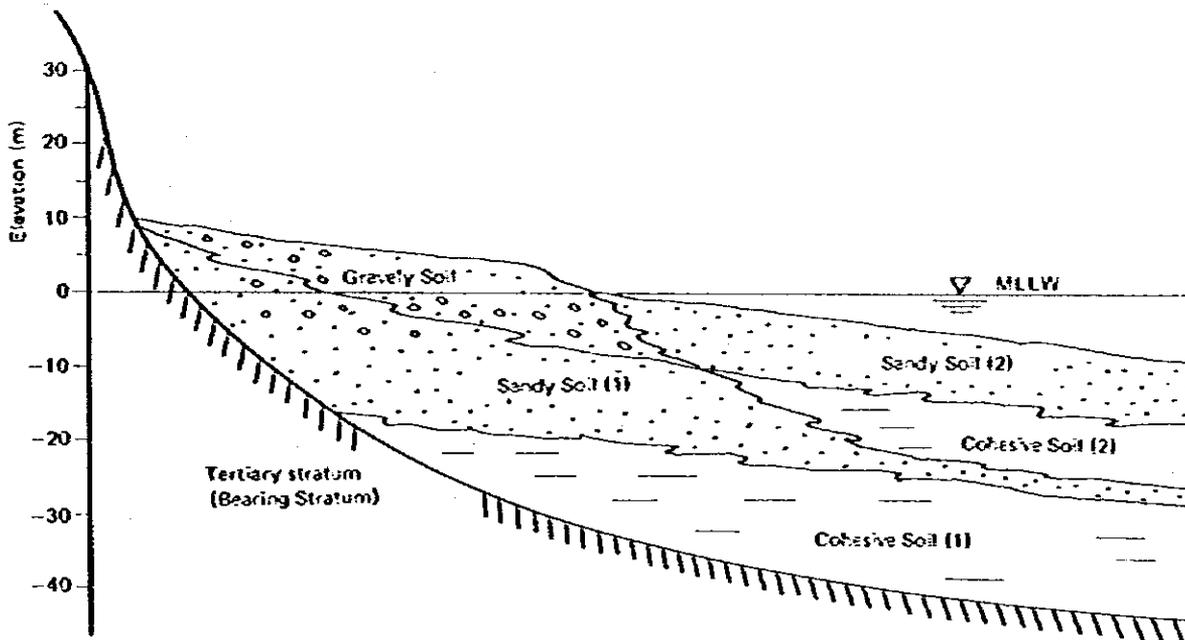


図6-3 Casambalangan湾沖積低地の地層断面図

沖積低地の深部にある基盤層は第三紀に形成されたもので、その上に各種堆積土層が存在する。これらの堆積土層は下側から粘性土層(I)、砂質土層(I)、粘性土層(II)、礫層、砂質土層(II)の順で分布している。粘性土層(II)は砂質土層と同時代のもので、細粒のシルト及び粘土より成り、これらの層は洪積期のものと思われる。この上には現世沖積期の堆積土層があり山側で礫層、海側で砂質土層(II)が同時に形成されている。この二層は現在もCasambalangan川からの搬出土砂の供

SCALE 1 : 10,000

LEGEND

- Bore Holes Installed by MPW
- ⊙ Bore Holes Installed by This team (5 holes)

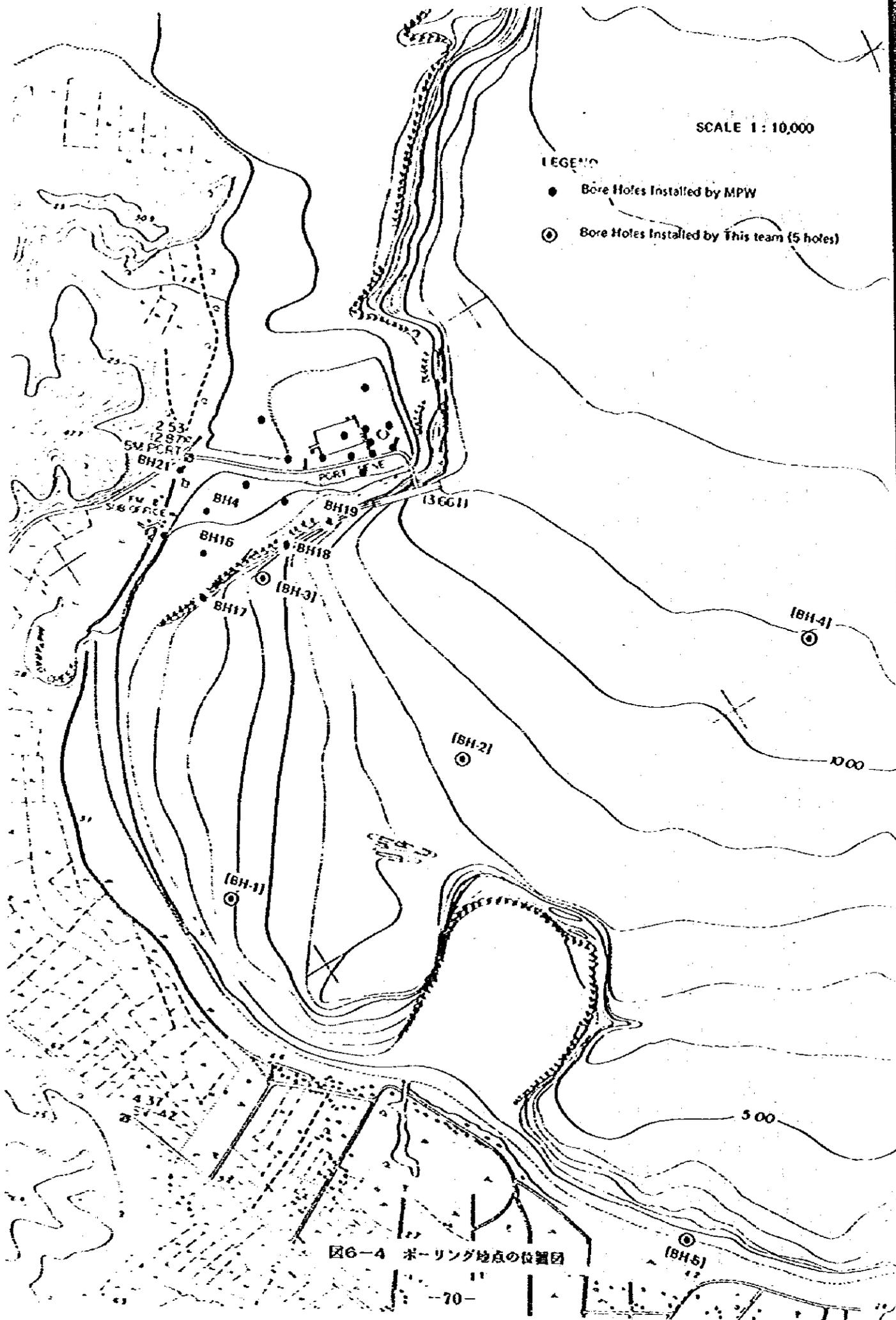


図6-4 ボーリング地点の位置図

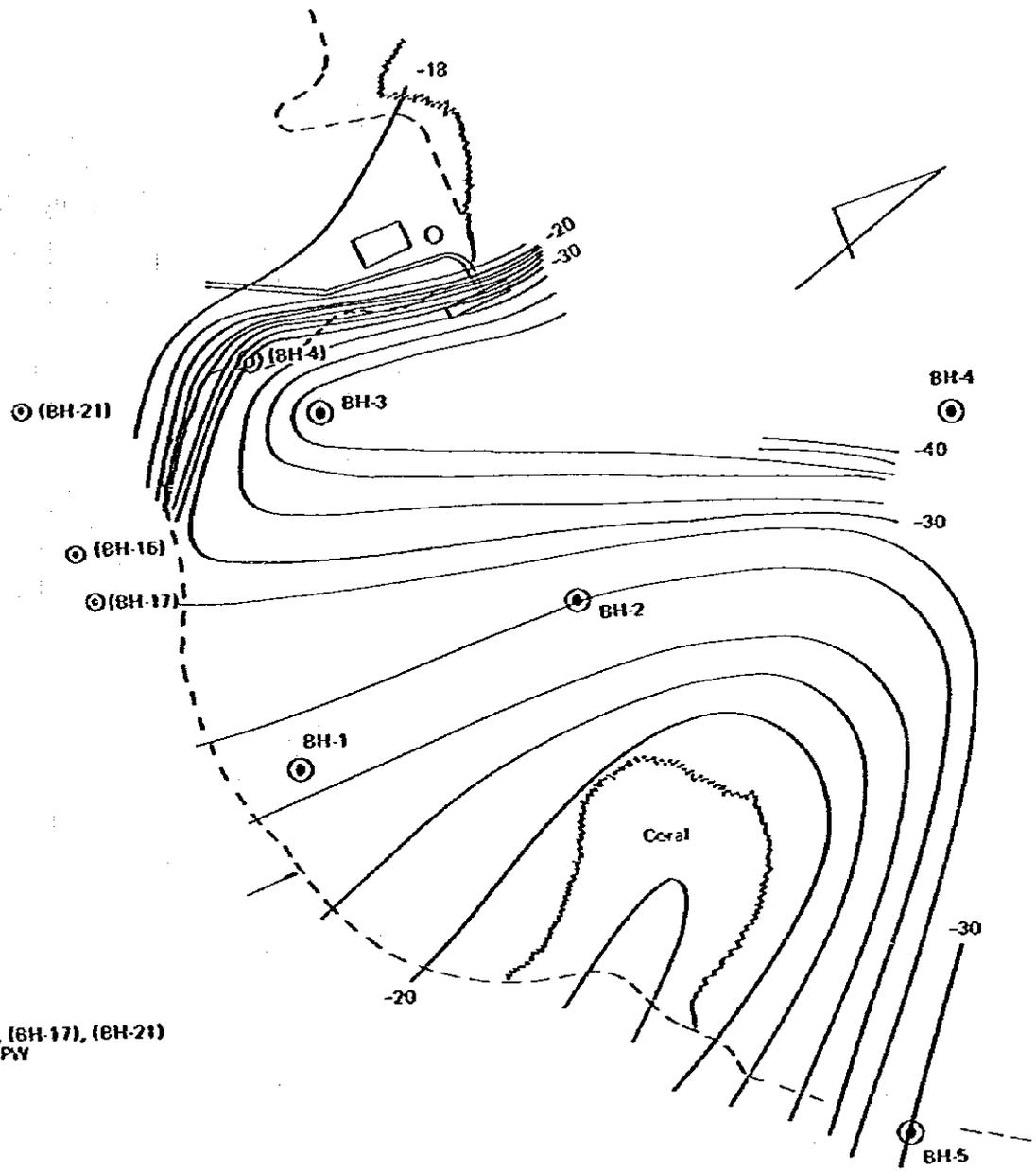


图6-6 推定基盤等高线图

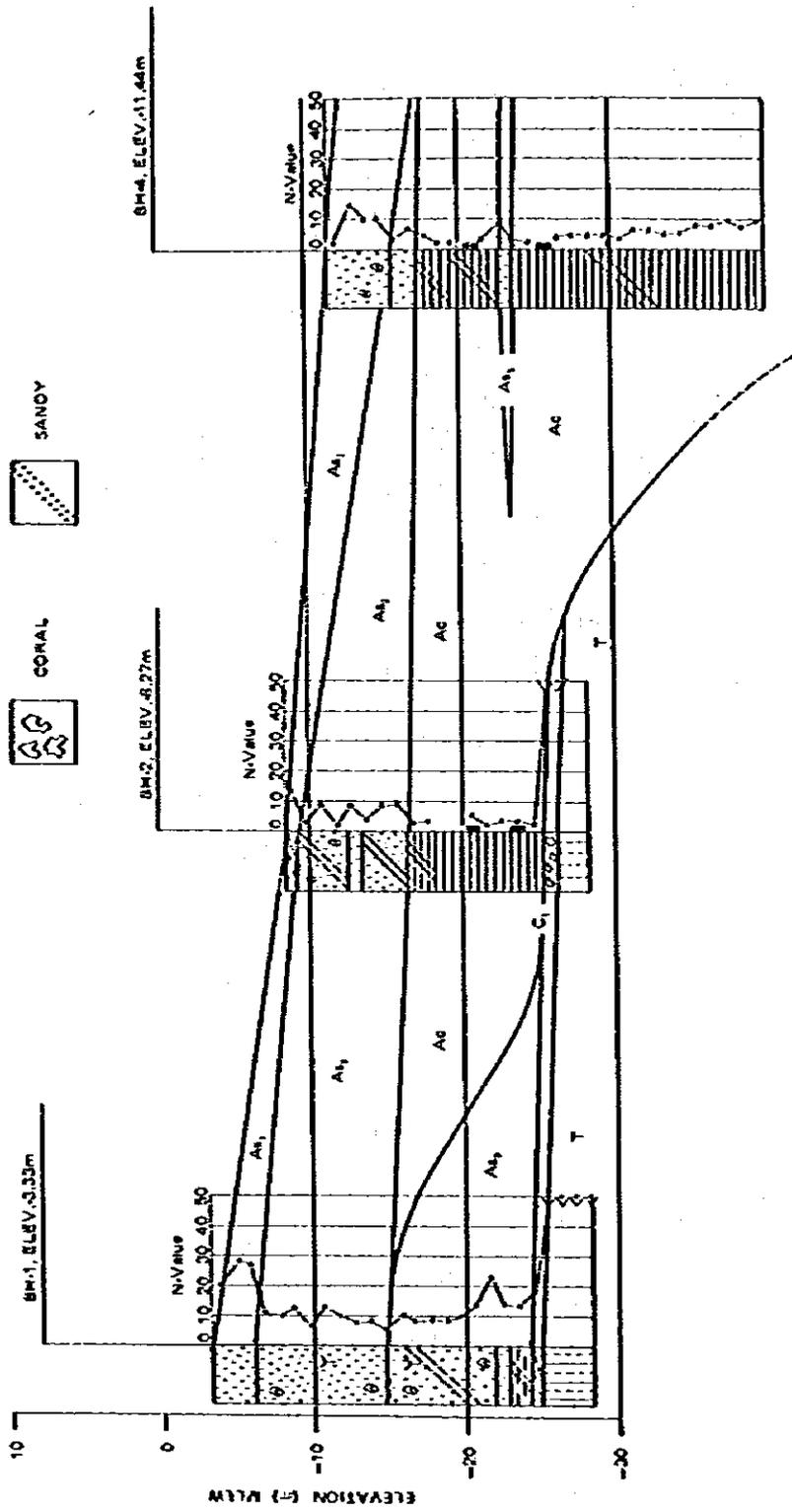
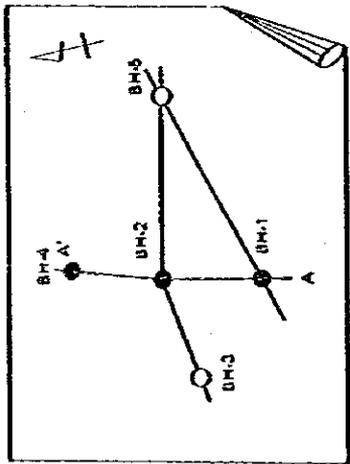
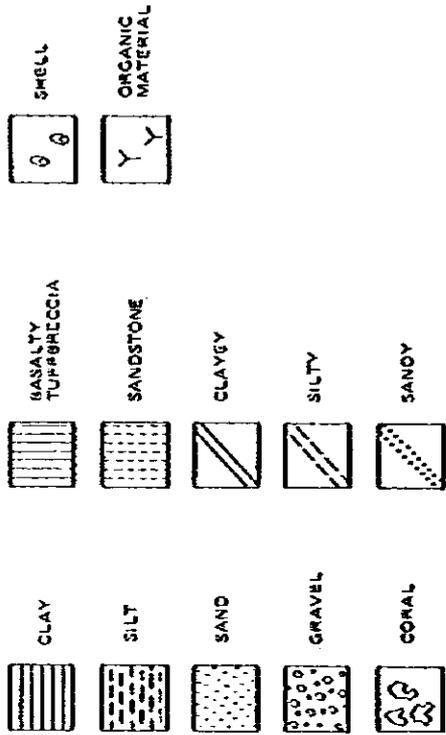


图 6-8 地质推定断面图 (A-A')

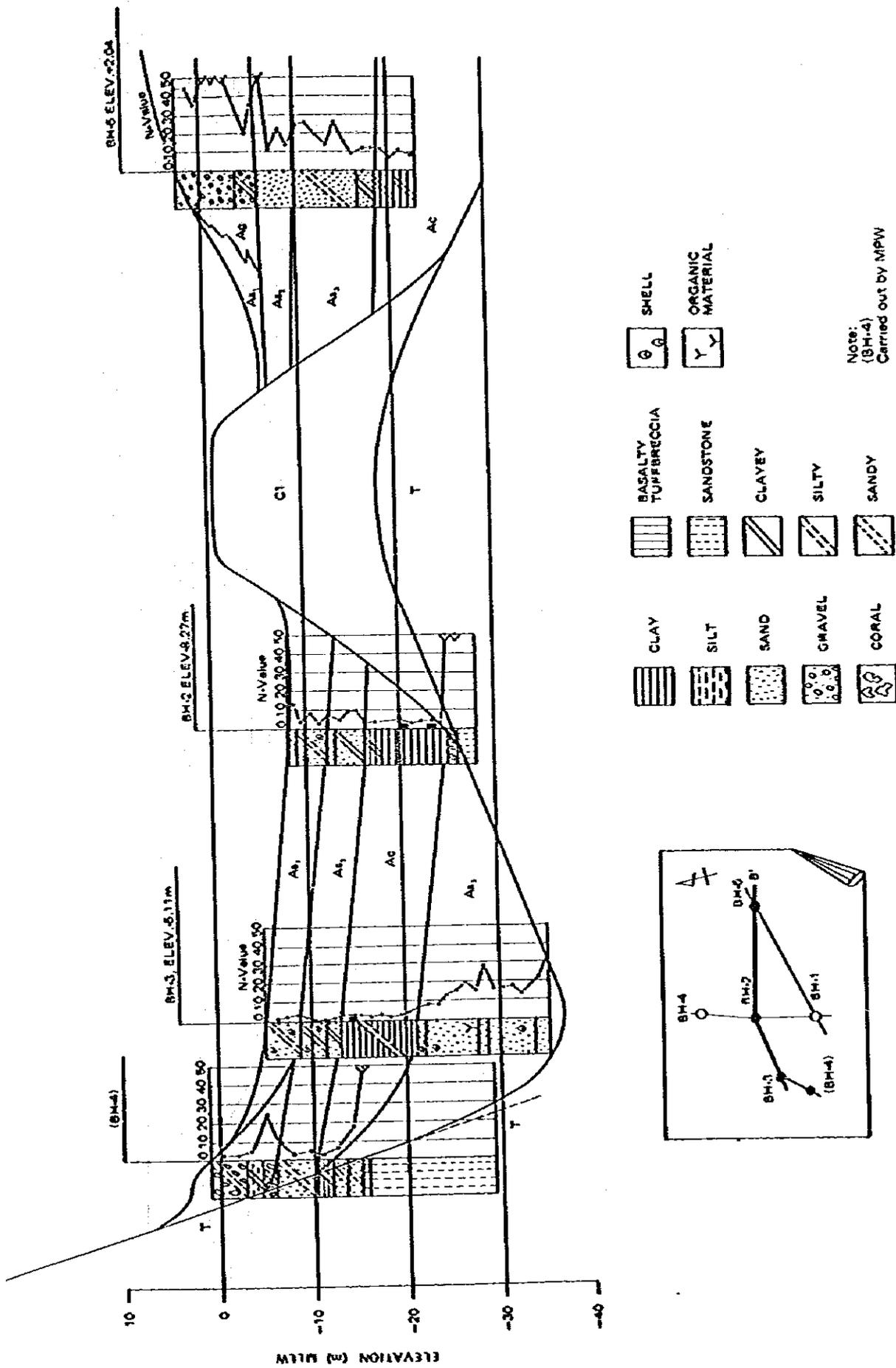
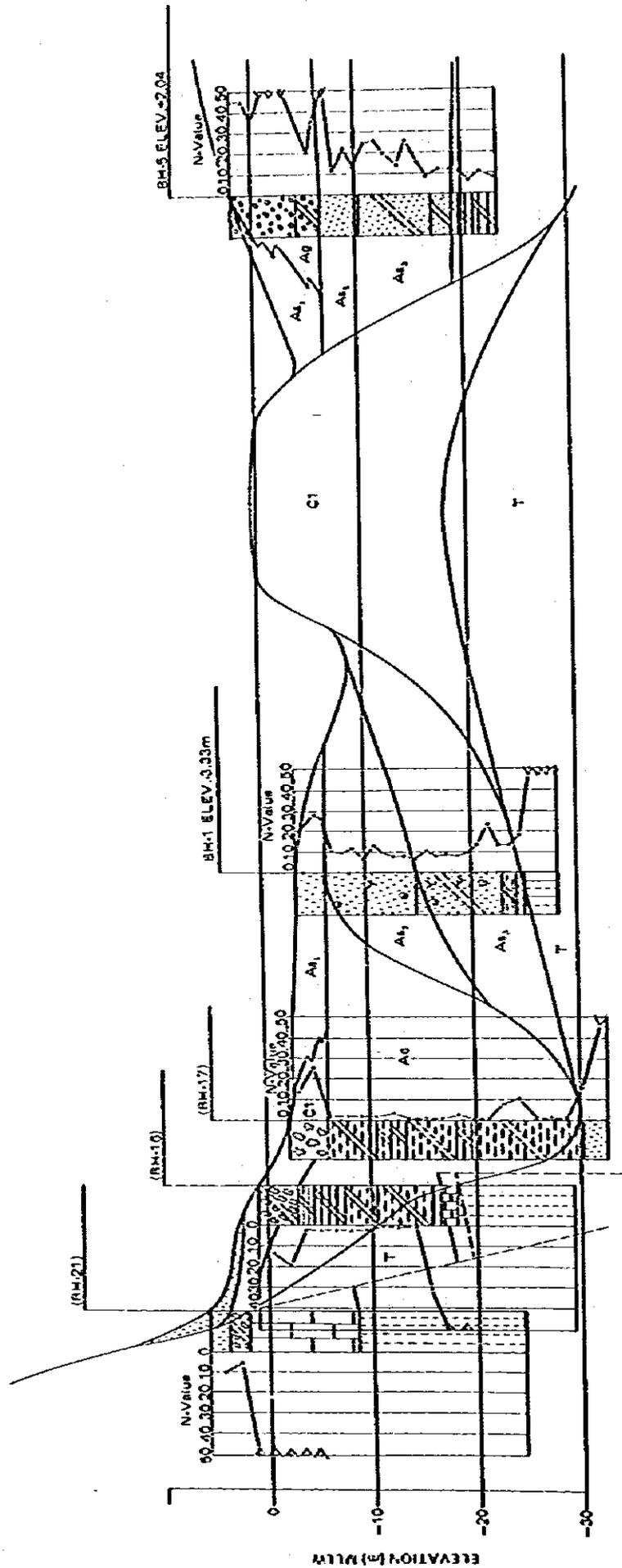


图 6-7 地层柱状图 (B-B')



	CLAY		SHELL
	SILTY		ORGANIC MATERIAL
	SAND		
	GRAVEL		
	CORAL		
	BASALTIC TUFF BRECCIA		
	SANDSTONE		
	CLAYEY		
	SILTY		
	SANDY		

Note:
 (BH-16), (BH-17), (BH-21)
 carried out by MPW

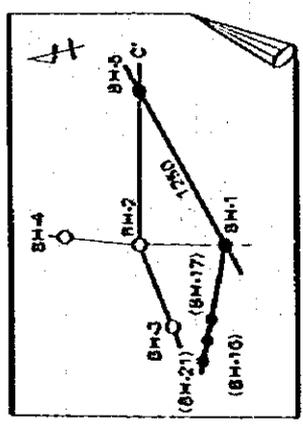


图 6-5 地层剖面图 (C-C')

給を受けている。

本調査団は、主に岸の西側で5本のボーリングを行った。ボーリング位置および基盤等高線は各々図6-4, 図6-5に表わした。図6-6~6-8は土層推定断面図である。

6-2 気 象

フィリピンにおける気候帯は、乾季の有無と比較的雨の多い時期により、4つのタイプに大きく区分される。

このタイプは、

タイプ I

11月から4月の乾季と残り期間の雨季の2シーズンに分かれている。このタイプを持つ地域は、北東の季節風と貿易風に対して山脈により遮蔽されており、南西の季節風と台風にのみ開かれている。

タイプ II

このタイプは、11月から1月にかけて比較的雨が多いが、乾季と呼ばれる時期も特にない。このタイプの分布する地域は東海岸付近にあり、北東季節風、貿易風および台風から遮蔽されていない。

タイプ III

このタイプは、1~3ヶ月の乾季が続き、特に雨の多い時期はない。このタイプの地域は、北東季節風と貿易風から遮蔽されているが、南西季節風と台風にしほしば襲われる。

タイプ IV

このタイプでは、特に雨季乾季と呼ばれるシーズンがなく、雨量も一年中平均化している。

図6-9に示す気候帯図によれば、Aparri および Sta Ana 町 Casambalangan は、タイプIIIおよびタイプIVにあたる。

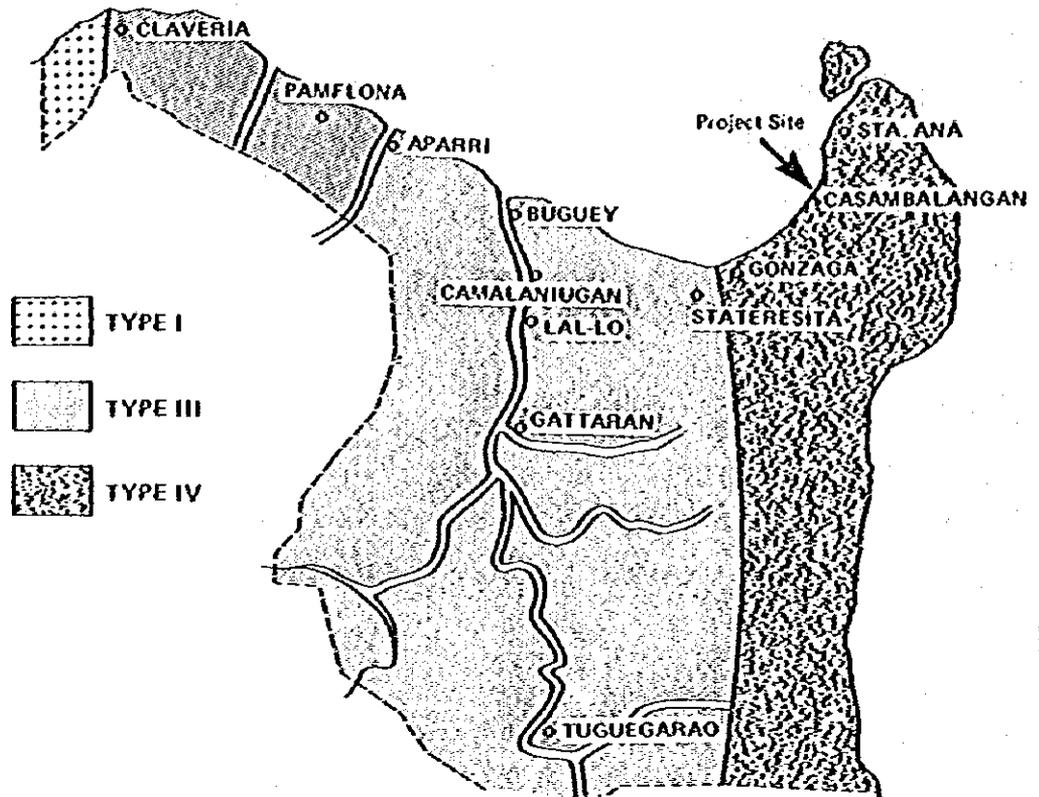


図6-9 Cagayan州の気候帯図

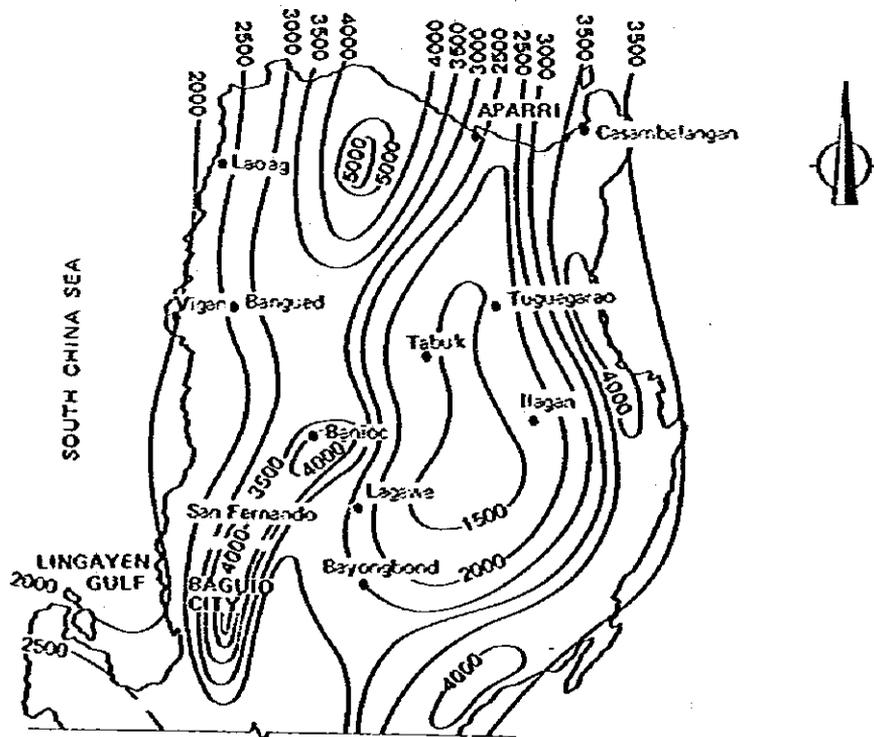


図6-10 北緯Luzon等の降雨量線図(年間降水量: mm)

表 6-1 月間降雨量 (mm)
(1971~1980)

Month Year	Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1971	20	14	12	6	8	16	21	9	19	19	29	27	200
72	17	11	10	7	15	12	22	19	15	11	23	14	176
73	14	4	4	2	2	18	17	22	9	24	23	26	165
74	17	12	3	7	10	6	6	19	14	18	22	20	154
75	19	11	10	5	8	19	10	23	6	24	17	24	176
76	23	4	10	4	15	11	6	19	14	20	26	16	167
77	18	12	6	7	9	11	13	9	14	11	26	6	142
78	9	8	5	5	14	10	11	21	30	25	21	22	181
79	3	10	2	5	11	8	16	13	17	17	24	13	139
80	15	6	5	6	10	5	14	5	20	23	22	23	154
Total	155	92	67	54	102	116	136	159	158	192	232	191	1,654
Average	15.5	9.2	6.7	5.4	10.2	11.6	13.6	15.9	15.8	19.2	23.2	19.1	165.4

Source: PACASA APARRI

表②-2 月間降雨日数
(1971~1980)

Month Year	Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1971	262.5	102.2	126.0	26.5	15.8	117.1	416.7	158.0	159.0	611.2	566.1	283.5	2,845.3
72	155.8	168.4	106.9	31.4	182.9	67.5	237.3	159.3	170.1	175.7	191.4	37.4	1,664.1
73	111.0	0.2	1.3	0	16.8	143.5	93.6	268.0	208.4	841.0	1,342.2	140.2	3,166.2
74	145.6	67.3	0.9	10.2	7.9	27.4	40.4	216.8	240.5	469.3	528.9	175.7	1,930.9
75	207.4	59.6	17.8	32.8	103.9	124.5	96.1	217.9	40.6	327.6	98.5	179.0	1,505.7
76	17.6	2.0	5.1	4.7	134.4	151.3	50.1	245.2	186.9	303.9	307.8	90.6	1,499.6
77	150.3	63.0	2.1	7.1	36.2	110.1	271.3	54.7	362.0	133.2	270.4	18.2	1,478.6
78	33.9	91.5	46.5	7.7	160.5	108.5	42.1	362.0	346.7	502.2	240.0	199.2	2,140.8
79	2.2	106.2	0	16.5	239.5	18.0	250.0	59.0	80.5	346.5	338.2	75.0	1,529.6
80	111.1	30.2	38.2	12.6	170.5	3.5	408.5	37.2	276.5	395.5	444.4	355.7	2,285.9
Total	1,177.4	690.6	344.8	149.5	1,068.4	871.4	1,906.1	1,778.1	2,073.9	4,106.1	4,327.9	1,552.5	20,046.7
Average	98.1	57.6	28.7	12.5	89.0	72.6	158.8	148.2	172.8	340.2	360.7	129.4	1,670.6

Source: PAGASA APARRI

図6-10は北部Luzonにおける年間降水量を表わしたものであるが、これによれば、Casambalangan 湾付近では約3500mmの年間降水量があることになる。

表6-3 日平均風速及び風向別頻度表 (1971~1980)

Velocity (knot)	0		1-6		7-16		17-27		28-40		41-		Total	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Clam	7	0.2											7	0.2
N			44	1.3	41	1.2	2	0.1					87	2.5
NW			42	1.2	43	1.2	3	0.1					88	2.5
W			4	0.1	4	0.1							8	0.2
SW			167	4.8	101	2.9							268	7.6
S			699	19.9	168	4.8	3	0.1	1	0.0			871	24.8
SE			39	1.1	33	0.9	1	0.0					73	2.1
E			7	0.1	12	0.3							19	0.5
NE			1180	33.6	697	19.9	69	2.0	3	0.1			1949	55.5
VRBL			67	1.9	72	2.1							139	4.0
Total	7	0.2	2249	64.1	1171	33.4	78	2.2	4	0.1			3509	100.0

F: Frequency VRBL: Variable
Source: PAGASA APARRI

PAGASAと呼ばれるフィリピン気象庁の支局がAparriにあるが、この支局からのデータによればAparri地区の年間降雨量は約1700mm、降雨日数は平均165日で、降雨量に着目すればCasambalangan地域の約半分となる。Casambalangan湾に最も近い気象観測所は上記のAparriであり、気象の詳細に関しては当所のデータをもとに類推する以外にはない。ここではとりあえずAparriにおける気象観測データについてとりまとめる。1年のうち比較的降雨量が少く乾季と呼ばれる時期は、表6-1に見られるように2月から4月である。

日平均風の風向一風速別頻度は、表6-3のとおりであるが、月別に見ると9月から3月が北東季節風で、残りは南からの季節風となっている。北東および南の風向の頻度はそれぞれ55.5%、24.8%となっている。

表6-4 日最大風速及び風向別頻度表 (1971~1980)

Velocity (knot)	0		1-6		7-10		17-27		28-40		41-		Total	
	F	%	F	%	F	%	f	%	F	%	F	%	F	%
N			6	0.2	117	3.2	27	0.7	27	0.7	8	0.2	185	5.1
NW			8	0.2	153	4.2	45	1.2	9	0.2	8	0.2	223	6.1
W			2	0.1	153	4.2	3	0.1					22	0.6
SW			17	0.5	170	4.7	23	0.6	6	0.2	5	0.1	221	6.1
S			72	2.0	268	7.4	24	0.7	4	0.1	3	0.1	371	10.2
SE			11	0.3	72	2.0	7	0.2	3	0.1			93	2.6
E			1	0.0	28	0.8	6	0.2	1	0.0	1	0.0	37	1.0
NE			209	5.8	1593	44.0	504	13.9	123	3.4	40	1.1	2469	68.2
Total			326	9.0	2418	66.8	639	17.6	173	4.8	65	1.8	3621	100.0

F: Frequency

Source: PAGASA APARRI

一方、日最大風の風向一風速別頻度は表6-4の通りである。日最大風の68.2%はNE方向で、NとNWを含めると約80%に達する。これは観測所の北側が海となっていることから地形の影響を受け、陸側からの風速は弱くなるものと考えられる。通常風速が15m/sec を越えると荷役不能になるといわれているが、日最大風で28ノット(≒14.4m/sec)以上吹く日は6.6%である。

また、当地における1971年1月から1980年12月間の最大風速は、1974年10月27日の北東風145ノット(≒76m/sec)である。

6-3 海 象

① 潮 位

本調査団は、現地に於て1ヶ月間潮位観測を行った。その結果は図6-11に示すとおりで、観測に用いた基準面はMLLWで、その高さは埋立地つけ根部のベンチマーク(BM-PORT: MLLW上2.865m)より求めた。この結果より当地の潮位現象にはいく分か日潮不等の傾向が見られる。調査期間中の最高潮位は1.25m、最低潮位は-0.45mであった。

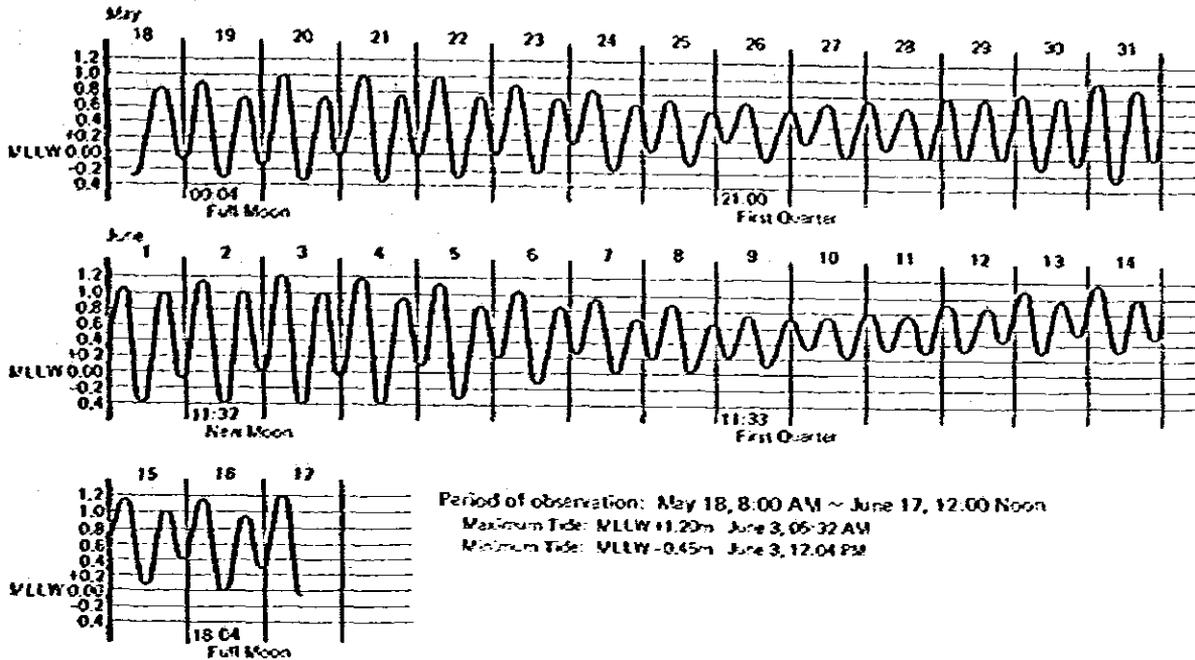


図6-11 Casambalangan湾の潮位

② 潮 流

本調査団は、フロートを使用してCasambalangan湾の潮流を観測した。この結果、上げ潮時にはSSB-SSW、下げ潮時にはNNE-NEの流れが主方向であることが分った。観測期間中に記録した最大流速は約0.15m/secである。

③ 波 浪

本調査団は、既設棧橋の東側約750mの海上に架台を設け、波浪の観測を行った。観測期間中の有義波の諸元は表6-5のとおりである。

表6-5 計測地点の観測有義波

Direction	N to NW
Period	7 to 8 seconds with the occurency of 49.9%
Hight (H/3)	0.2-0.3 m with the occurency of 38.4%

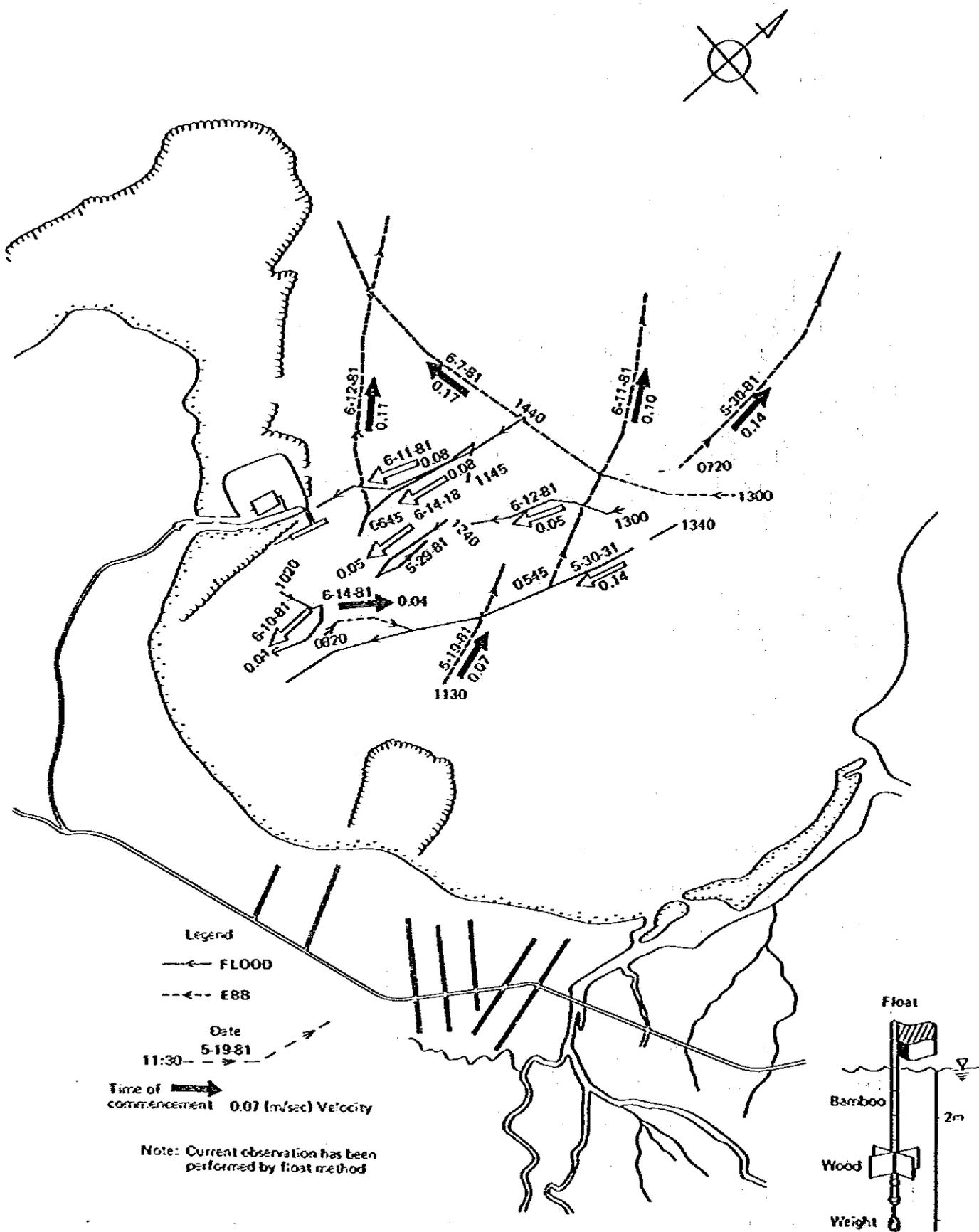


図6-12 Casabalargan湾の流況

Luzon 島はしばしば台風に直撃されるが、調査期間中も1981年の第5号と第6号台風の影響を受けた。特に、6月19日頃 Luzon 島北部を通過した台風5号(中心気圧970mb)は大型のもので、その際に記録された最大波高(Hmax)は1.15mであった。

表6-6 計測地点の観測最大波

Hmax	1.15 m
Tmax	8.3 sec
H/3	0.60 m
T/3	9.6 sec

表6-7は、調査期間中の有義波と最大波の波高一周期別の頻度分布である。有義波では、常時20cm~30cmの小波浪がありその周期は7~8秒である。

表6-7 周期別波高発生頻度

Wave Height Wave Period	H 1/2m						MAXIMUM WAVE									
	0.00	0.21	0.31	0.41	0.51	Total	0.00	0.41	0.51	0.61	0.71	0.81	0.90	1.01	1.11	Total
	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60		0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	
0.0 - 5.0 (sec)																
5.1 - 6.0		1 (3.3)				1 (3.3)										
6.1 - 7.0		3 (10.0)				3 (10.0)	1 (3.3)		1 (3.3)	1 (3.3)						3 (9.9)
7.1 - 8.0	3 (10.0)	9 (30.0)	1 (3.3)	1 (3.3)	1 (3.3)	15 (49.9)		3 (10.0)	4 (13.3)	1 (3.3)	3 (10.0)	1 (3.3)				12 (39.9)
8.1 - 9.0		2 (6.7)	3 (10.0)	2 (6.7)		7 (23.4)	1 (3.3)	4 (13.3)	1 (3.3)		1 (3.3)				1 (3.3)	8 (26.5)
9.1 - 10.0	1 (3.3)	1 (3.3)	1 (3.3)	1 (3.3)		4 (13.2)		1 (3.3)	1 (3.3)	1 (3.3)			1 (3.3)			4 (13.2)
10.1 - 11.0												1 (3.3)				1 (3.3)
11.1 - 12.0										1 (3.3)		1 (3.3)				2 (6.6)
Total	4 (13.3)	16 (53.3)	5 (16.6)	4 (13.3)	1 (3.3)	30 (100)	2 (6.6)	8 (26.6)	7 (23.2)	4 (13.2)	3 (10.0)	6 (20.0)	1 (3.3)		1 (3.3)	30 (100)

Note: The figures in parenthesis mean the percentages.

有義波について、波向別に波高をとりまとめると、表6-8の様に波高に関係なくNWまたはNNWとなっている。

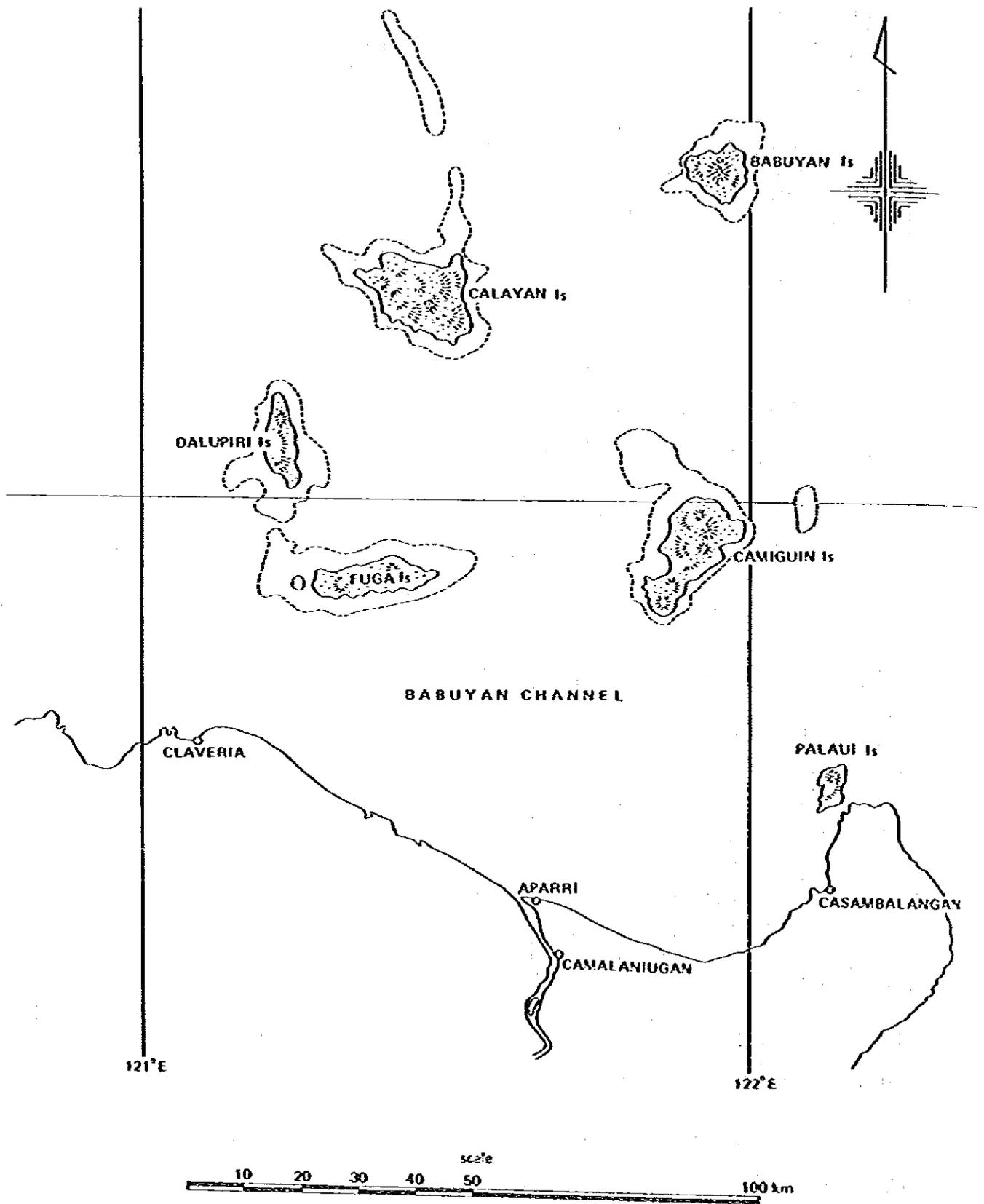


図6-13 北勢Luzonの海図

表6-8 波向別有義波の波高発生頻度

上段：回数
下段：頻度(%)

Direction Height(m)	S	SSW	SW	WSW	W	WSW	NW	NNW	N	NNE	NE	ESE	E	ESE	SE	SSE	TOTAL
0.00 - 0.20							55 (22.7)	6 (3.0)	1 (0.5)								53 (26.1)
0.21 - 0.30							69 (34.0)	6 (3.0)	3 (1.5)								78 (38.6)
0.31 - 0.40					4 (2.0)		30 (14.8)	3 (1.5)	4 (2.0)	3 (1.5)							44 (21.7)
0.41 - 0.50					3 (1.5)		13 (6.4)	4 (2.0)	2 (1.0)								22 (10.8)
0.51 - 0.60							4 (2.0)		2 (1.0)								6 (3.0)
TOTAL					7 (3.4)		162 (79.9)	19 (9.4)	12 (5.9)	3 (1.5)							203 (100%)

Note: The figures in parenthesis mean the percentages

上表より分るように、波高が小さいにもかかわらず比較的周期が長い。これは台湾付近で発生した周期4～6秒の波浪が、島々の間を抜ける時波高を減じ、周期を長くしながら Casambalangan 湾に到達するためである。

以上のデータは、1981年5月24日～6月22日の約1ヶ月間の調査期間に対応するものであり、港湾施設の配置計画および設計を行うためのデータとしては必ずしも充分ではない。したがって、Babuyan 海峡付近で行った波浪観測データまたは波浪予測データが見当たらないため入手した風観測資料より波浪予測を行う必要がある。

Casambalangan 湾は、湾口を北西に向けた入江となっているため、北東および東側から風が吹いた場合は Palaui 島と San Vicente 半島、西側は湾口に大きく張り出したコーラルにより遮蔽され、湾内は静穏を保つことが出来る。従って北および北西方向から進入する波浪が、計画地点に最も影響を与える。

一方、港の北西方向50km～120kmの位置には Camiguin 島、Calayan 島 Fuga 島等の大小の島々が環状に連り、外洋からの波浪を阻止しているため、この環帯の内側で発生する波について予測を行うことにする。

波浪推算は、SMB法を用い、風速と吹送距離より沖波を推定し、波浪変形の解析を行いながら計画地点の波浪を求める。

推算する場合の波向きは、前述の様に侵入方向が限られているため、北(N)、北北西(NNW)、北西(NW)の3方向について検討を行う。Savilleの式による有効吹送距離を求めると、各方向別に表6-9の様に30~60kmとなる。

表6-9 有効吹送距離

Direction of Wave	Effective Fetch
N	34 Km
NNW	58 Km
NW	57 Km

港湾施設の配置計画を策定するに当たって、港内での荷役可能日数が、どの程度確保できるか検討する必要がある。通常荷役が可能となる限界波高は70cmと言われているが、岸壁位置でこの波高を発生させるための風速を逆算で求めると、約10m/secとなる。

またこの風速により発生する波は4~5秒の短周期波である。この程度の短周期波は、海底面の影響を受けにくく10mまで港内を浸透した場合は、ほとんど屈折の影響は無視でき、ここでは回折による波高変化のみを考慮する。

Casambalangan 湾内の任意の2点(図6-14~図6-16参照)において70cmの波高が発生する場合の沖波波高と、SMB法により逆算した風速は表6-10のようになる。

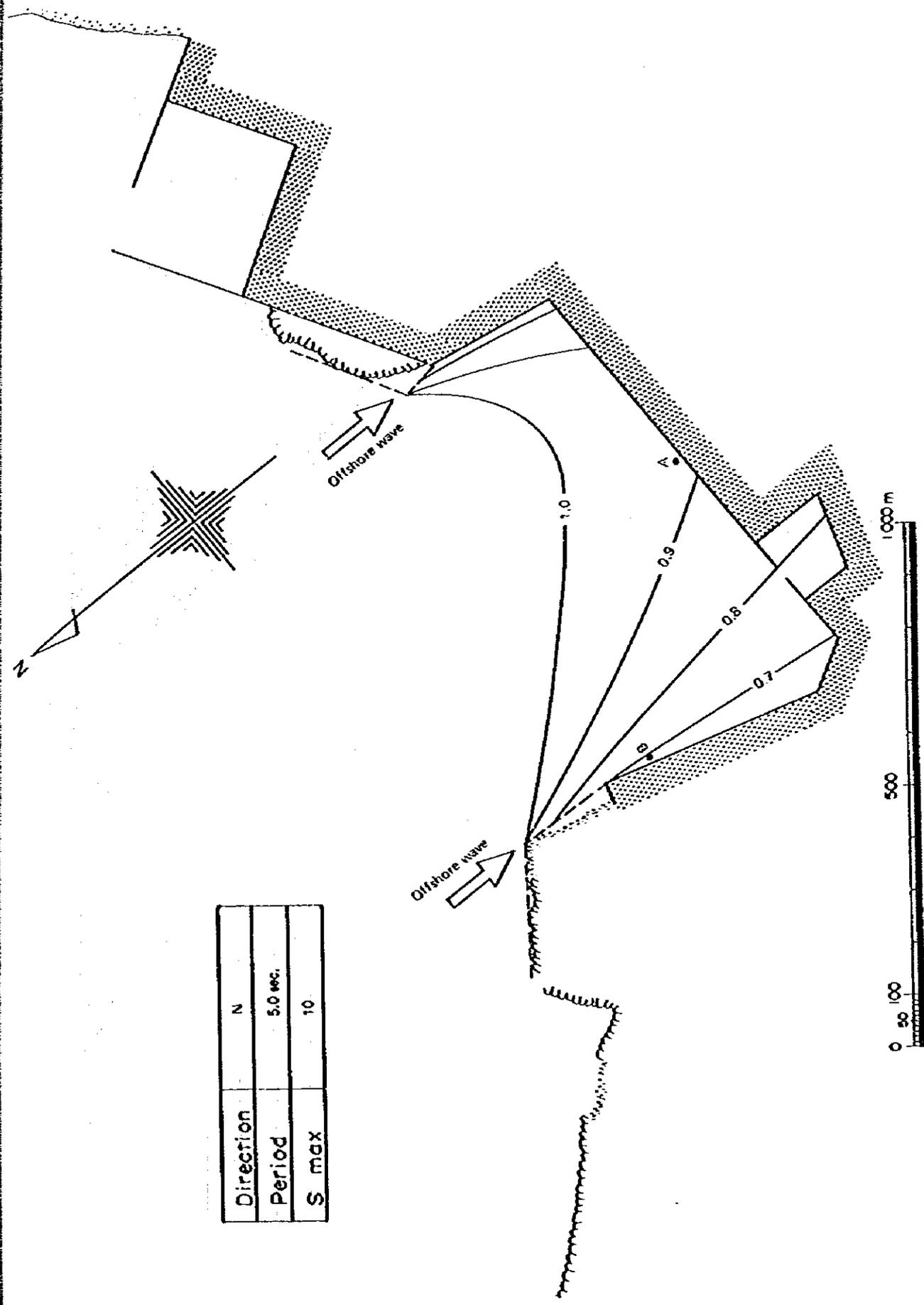
表6-10 荷役限界波高(0.7m)に対応する沖波波高と風速

Direction of Wave Item	Point A			Point B		
	N	NNW	NW	N	NNW	NW
Offshore wave height	0.98 m	1.17 m	1.75 m	0.76 m	0.84 m	1.06 m
Wind velocity for the above	9.5 m/sec	9 m/sec	13.5 m/sec	8 m/sec	7.5 m/sec	9 m/sec

この荷役限界波高70cmに対応する風速より大きい風の発生頻度は、表6-11の様にA点で3.0%、B点で1.5%となる。

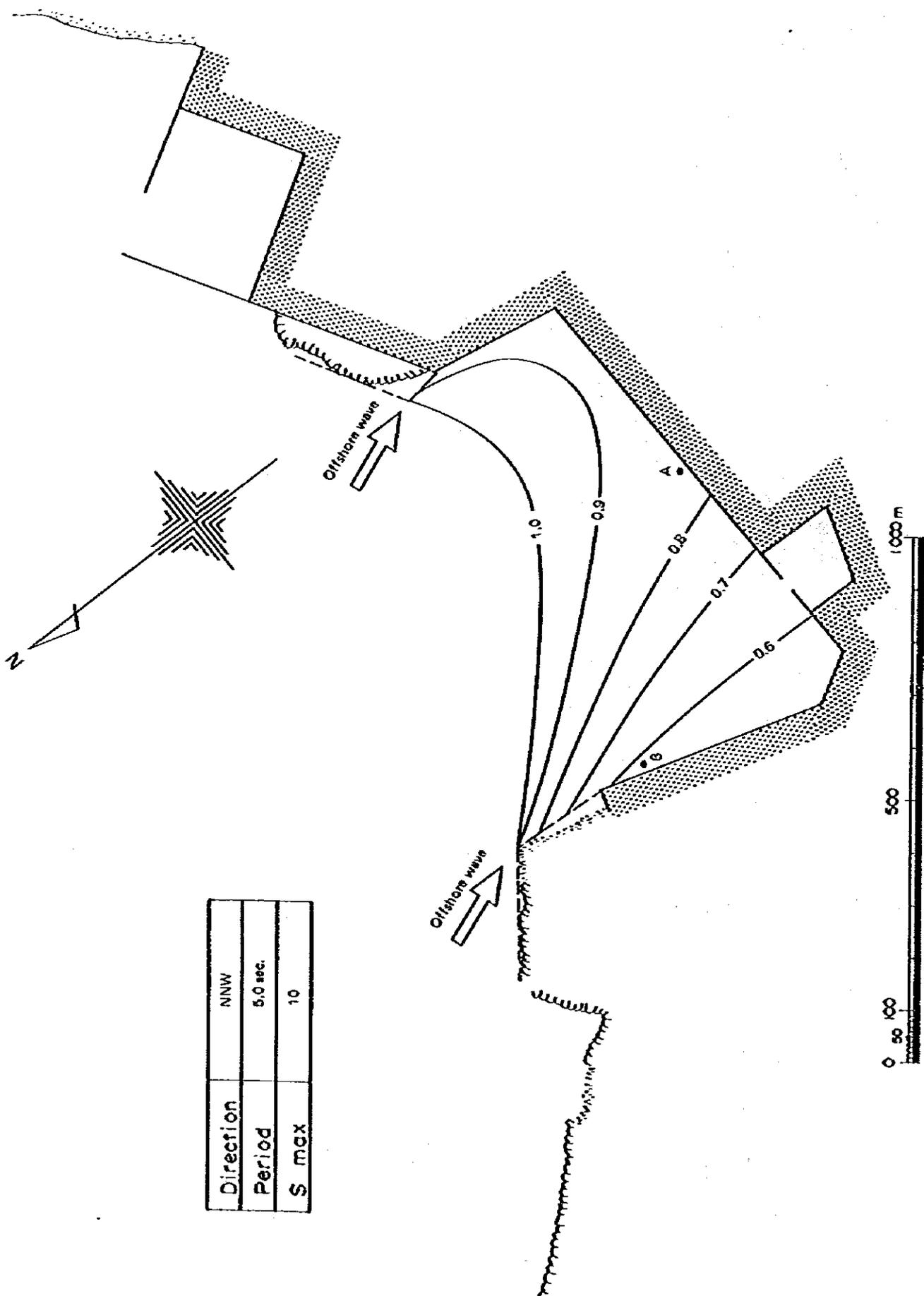
表6-11 荷役限界波高の発生頻度

Point A	Point B
3.0%	1.5%



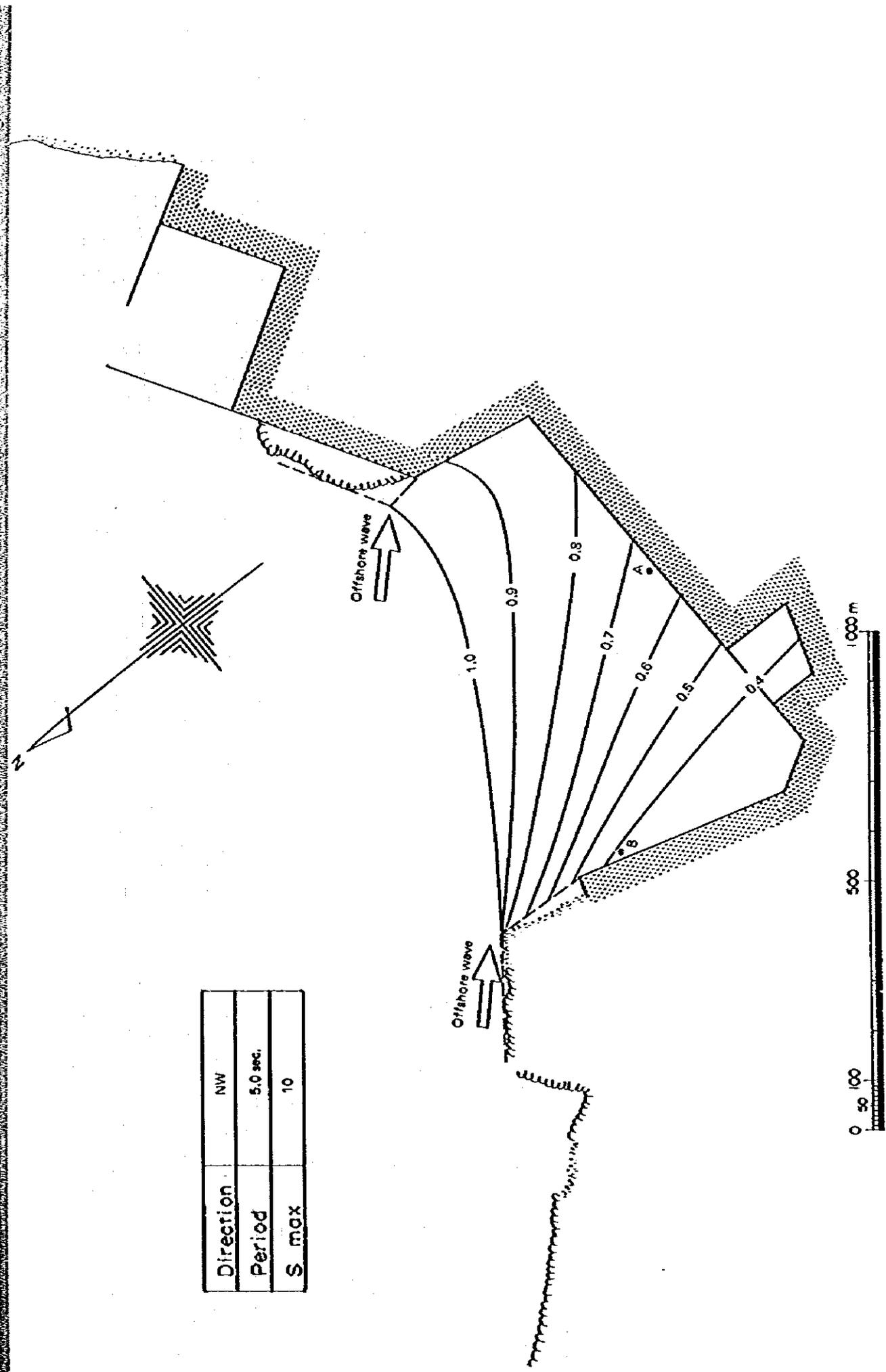
Direction	N
Period	5.0 sec.
S max	10

図6-14 波の屈折図(1)



Direction	NNW
Period	5.0 sec.
S max	10

図 8-15 波の回折図 (2)



Direction	NW
Period	5.0 sec.
S. max	10

図6-16 波の屈折図(3)

(4) 漂 砂

Casambalangan 湾内の底質分布状況を知るため、海底面で5地点の土砂を採取し、粒度分析、比重、含水比試験を行った。底質土の採取地点と土性は図6-17に示すとおりである。土粒子の中央粒径(D50)について見ると、湾の西側と東側で採取したSS-1およびSS-5地点で約0.09mm、湾中央では陸側にあるSS-2で約0.07mm、沖側にあるSS-4で約0.03mmとなっている。

これは、前述の様に海岸線に近いもの程粒径が大きく、沖に行くに従って粒径が小さくなっていることが分かる。背後地からの土砂供給源であるCasambalangan川は、河口部で海岸線に沿って約1km走ったあと湾に注ぎ出しているが、乾季には出口がふさがれて、浸透により海に流れ出すのみである。しかし雨季に入ると水量が増え河口部を開けて流出する。

この湾内で多量の土砂を排出する可能性のある川は、このCasambalangan川のみで、他は小さなクリークである。したがって、港湾計画上、漂砂の影響を考慮する必要があるのは、湾の東側半分と考えられる。

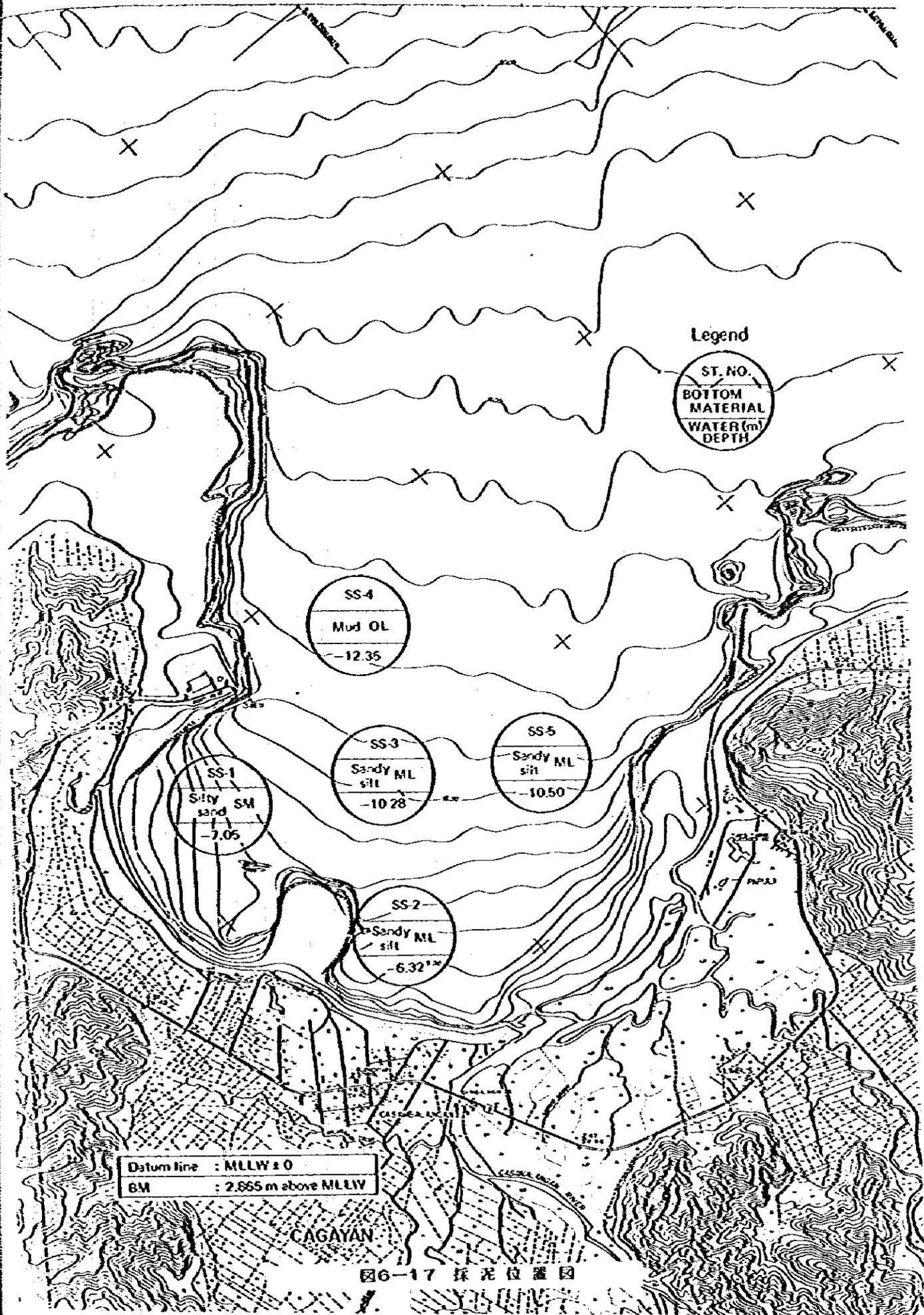
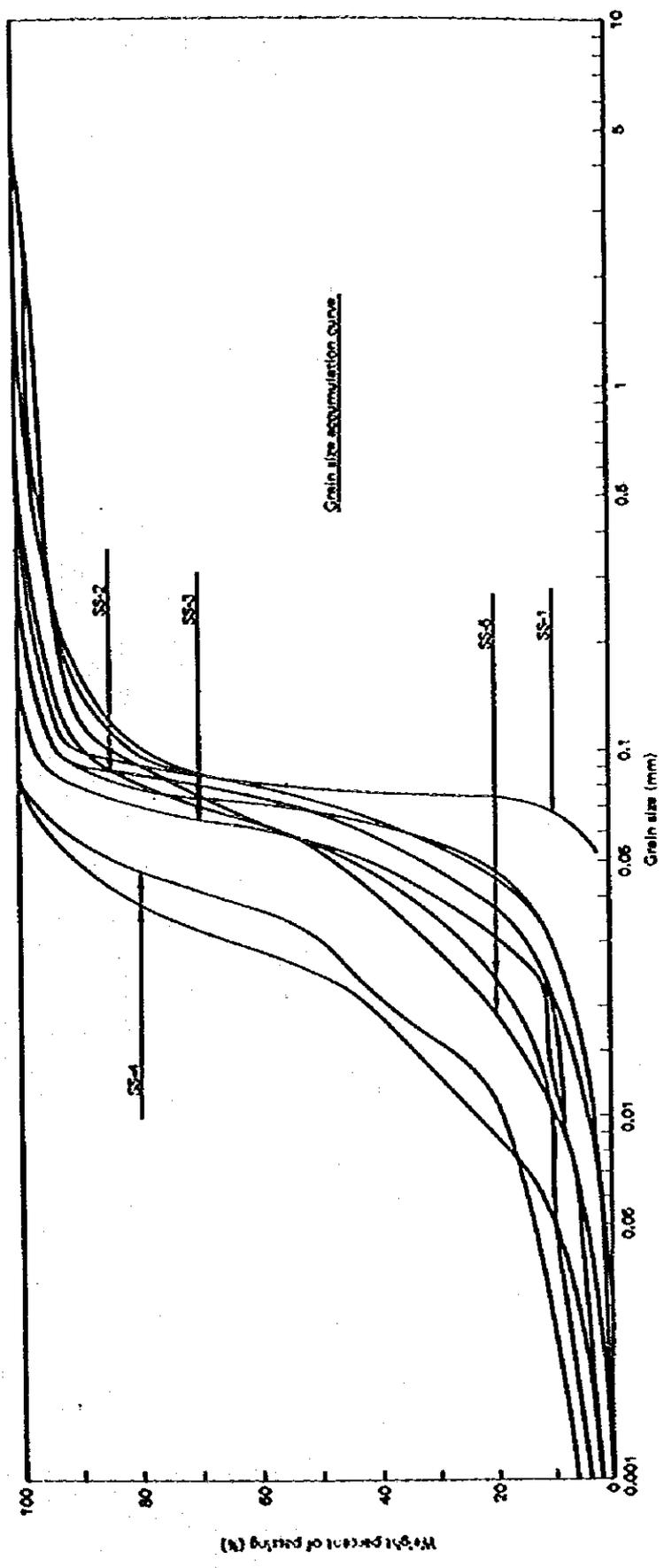


图6-17 样点位置图

表 6-1-2 採泥土の分析結果

Location No.	Sampling Date	Visual inspection		Mechanical analysis					
		Soil Classification	Description	D25 (mm)	D50 (mm)	D75 (mm)	Coefficient of Grain size $\frac{D_{75}}{D_{25}}$	Skewness $\frac{D_{85}-D_{15}}{D_{50}}$	
SS-1	1 Jun 2, 1981	Dark gray Fine Sand	Particular of soil are black basaltic particle 40%. Gray sandstone particle 40%. White Calcite 10%. Cream white shell and corals particle less than 10%. Red brown volcanic ash deposit less than 5%. with traces of white brown shell fragments 10-15mm, and dark gray fine gravels 2-3mm ϕ . Smell-less.	0.079	0.093	0.123	1.25	0.10	
	2 "			0.064	0.091	0.120	1.37	0.08	
SS-2	1 "	Dark gray brown Very fine Sand	Particular of soil are brown volcanic ash deposit 60%. Gray sandstone particle 30%. Black basaltic particle less than 5%. with traces of Brown clayey particle, white brown shell fragments 0.5 to 2mm ϕ . Organic materials, and fishy smell.	0.043	0.07	0.099	1.52	0.06	
	2 "			0.04	0.075	0.106	1.63	0.06	
SS-3	1 Jun 2, 1981	Brown gray Very fine Sand	Particular of soil are gray sandstone particle 50%. black basaltic particle 20%. brown volcanic ash deposit 20%. white shell particle less than 5%. Organic material less than 5%. with traces of white brown and white shell fragments 0.5 to 2mm ϕ . brown clayey particle. Little fishy smell	0.023	0.036	0.055	1.55	0.04	
	2 "			0.054	0.066	0.085	1.25	0.07	
SS-4	1 "	Dark gray Mud	Particular of soil are Dark gray clayey mud, with traces of shell fragments 1 to 3mm ϕ and organic material.	0.011	0.024	0.037	1.83	0.02	
	2 "		Floating fine-grained soil. Bad smell.	0.015	0.031	0.045	1.73	0.02	
SS-5	1 "	Brown gray Fine Sand	Particular of soil are black basaltic particle 40%. Gray sandstone particle 40%. white brown shell particle less than 10%. brown volcanic ash deposit less than 10%. with traces of shell fragments less than 2mm ϕ and organic material smell-less.	0.027	0.05	0.095	1.88	0.05	
	2 "			0.028	0.058	0.093	1.82	0.05	



CLAY (PLASTIC) TO SILT (NON-PLASTIC)	SAND		GRAVEL
	FINE	COARSE	
$S_u = \sqrt{D_{75}/D_{25}} = 1.25 \sim 1.37$ $S_k = D_{25} \times D_{75}/D_{60} = 0.08 \sim 0.1$	$S_u = 1.5 \sim 1.63$ SS-2	$S_u = 1.25 \sim 1.55$ SS-3	$S_u = 1.73 \sim 1.83$ SS-4
	$S_u = 1.5 \sim 1.63$ $S_k = 0.06$	$S_u = 1.25 \sim 1.55$ $S_k = 0.04 \sim 0.07$	$S_u = 1.73 \sim 1.83$ $S_k = 0.2$

図 6-18 採泥土の粒度分布

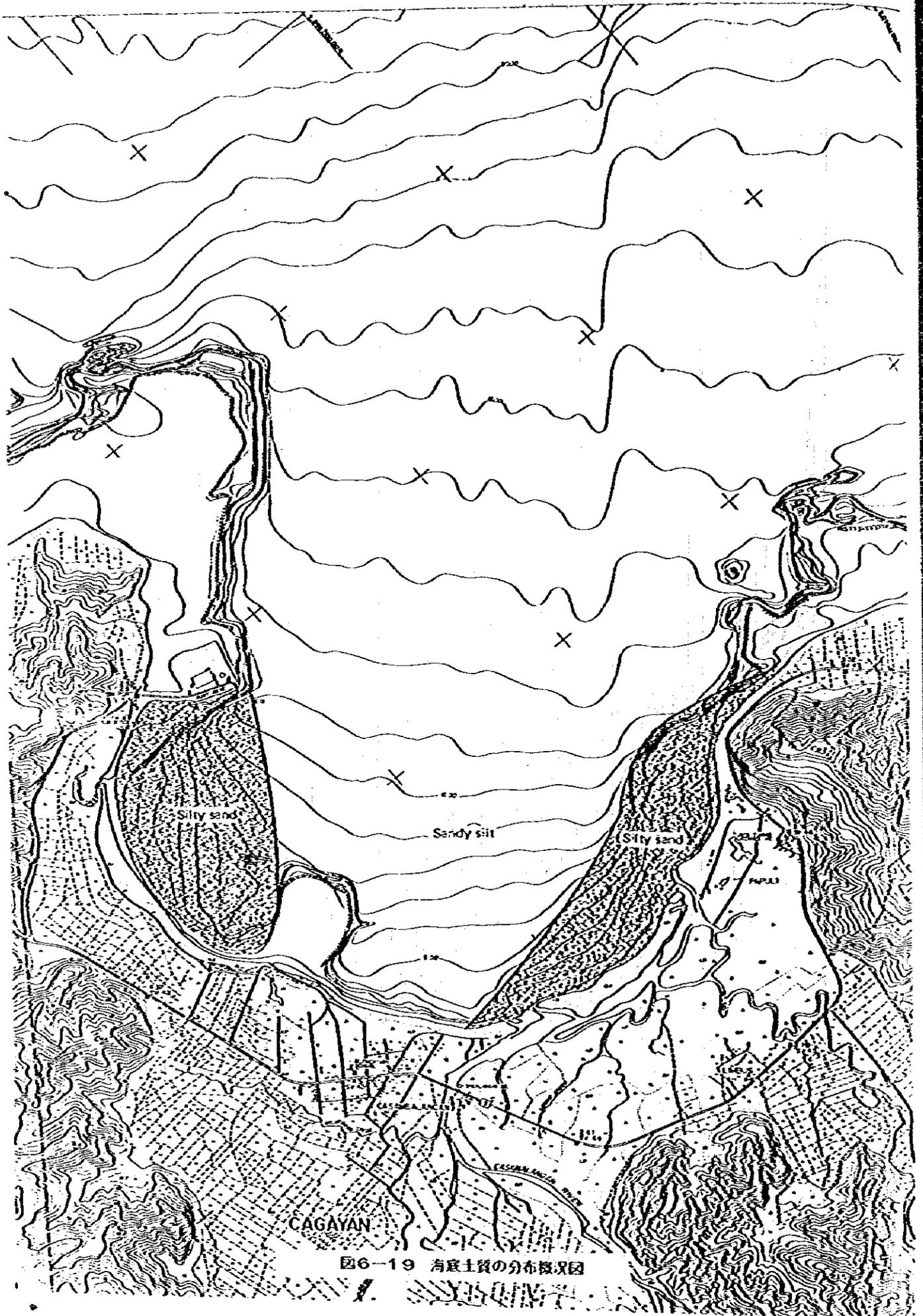


図6-19 海底土質の分布概況図

第7章 港 湾 計 画

第7章 港 湾 計 画

7-1 港湾建設地点の選定

港湾建設地点の選定は、当該地域の現状および将来の発展の方向と、経済・社会条件ならびに自然条件の各方向から検討する必要がある。

Casambalangan 湾は、湾奥中央部背後に住民生活の中心部があり、将来ともこの地区が地域の中心として機能するものと予想される。また国道3号線沿いに住宅地が展開している。陸地部分は、図7-1に示すように中央部以外は、山が海岸に迫っている。平野部は一部の水田部を除き、湿地である。Casambalangan 湾南側の丘陵部の背後地、すなわち丘陵部を越えた Gonzaga 市寄りの場所は広大な平野部が広がっている。この部分は将来工場用地などの多様な土地利用が可能な場所である。Casambalangan 湾では漁業活動が営まれている。リーフが発達している地区(I)では釣漁業が、浅海域では水中銃による漁業が行なわれている。また地区(N)では、地曳網漁が行なわれている。地元の消費を対象とした漁業であるから、漁獲高は大きくない。しかし地元民による漁業活動は今後とも暫らくの間は、現在同様に、地区(I)および(N)で営まれるものと予想される。したがってこれらの海域は極力温存すべきであろう。

地区(I)には既に機能している大型棧橋がある。背後には砂糖用倉庫および糖蜜用タンクがあり、国道3号線と結ぶ港湾道路が整備されている。これらの既存施設と新規施設との関係を如何に考えるかは重要なことである。特別な理由がない限り、既存機能との有機的連けいを図り、過去の投資を有効に活用することは、最も基本的な考え方である。したがって既存施設との関係からみれば、地区(I)および地区(II)は適地であるといえよう。

自然条件の観点から各地区の優劣を比較してみる。Casambalangan 湾に進入する波浪は、台風期の波浪を除き、NW方向が卓越している。

地区(I)および地区(N)には外洋の波浪が直接進入する。地区(I)の東側、地区(II)の海域は、コーラルの遮へい壁に入り、卓越波浪の影響を受けることは少ない。地区(N)には、湾内に流入する最大の河川 Casambalangan 川がある。この川の流入量などについては不明であるが、河口は不安定で標砂の供給源となっていることが予想される。地区(II)および(N)の一部に標砂の現象が認められる。

土質条件について、今回の調査結果および既存資料からみる限り、地区(II)を除き、ほとんどの良好な土質であるといえる。地区(II)は土質条件が悪く、中でも既設棧橋の法線に沿って奥部へ進む程、地盤が軟弱になって来る。この周辺部において構造物を建設する場合は、地盤改良か設計上の工夫が避けられないであろう。自然条件の観点からみれば、波浪および軟弱地盤への対応が最も大きな課題となるが、それ相応の投資を行えばこれはいずれも技術的に



圖7-1 港灣建設地點

処理できない問題ではない。

地区(II)は、波浪に対する対応がほとんど必要ないだけに、軟弱地盤付近での利用を極力避けるよう計画できれば、優れた地点であるといえよう。

表7-1 自然状況の比較

	(I)	(II)	(III)	(IV)
波浪	N, NW, SW方向の波浪を受ける	殆ど影響を受けない	直進する波浪N, NWの進入する海域である	NW, SW方向の波浪を受ける
流れ		よどみ気味で複雑である	湧起時S, SWの直進流, 干起時N, NWの直進流がある	湧起時SEの流れ, 干起時a/Wの河川流
礫砂	なし(コーラル)	ほぼ安定している	可成りの移動が想定される	一部に可成りの移動が予想される(玉石海岸)
水深	コーラルの前面から急勾配である	水深-5mと陸地との間は最大400m程の巾がある。岩底勾配1/100弱	水深-5mと陸地との間は最大300m程の巾がある。	コーラルの前面に急勾配である。一部は河川堆積砂で造成
河川	小クリークあり	小河川あり(雨期のみ)	小河川あり(雨期のみ)	大きな河川の流入あり, 河口が不安定である
地質	コーラル層厚約5~18m下部は軟質砂と頁岩の互層である。	軟質粘性土が最深30mまで存在する。下部基盤層(砂岩, 頁岩)に小規模な断層の存在が予想される。	コーラル層厚約15~20m。下部は砂岩, 玄武岩質角レキ凝灰岩	砂, 砂レキ2~3m堆積, 粘性土は-20mに分布

各建設地点はそれに必要な施策を施すことにより、その地区に適合する施設の建設が可能である。しかし、その施策に多額の投資を要するとか、特定目的の施設の建設に限られるという場合は、一般商港を目的とする今回の計画地点には合致しない。海面利用の状況、既存施設との関係、住民生活への影響、国道からのアプローチなどを総合的に判断すれば、地区(II)が最も適切であるといえる。しかしながら、アイリーン港の発展を想定する時、地区(II)のみに集中した港湾整備を進めるべきではない。すなわち長期的にみればCasambalangan港全体を、要請される機能に応じて使用することを考えておく必要がある。仮に、アイリーン港に大量の石炭、ブラックサンドなどの取扱い施設が要請された場合は、地区(I)もしくは地区(IV)で検討すべきである。また、石油製品等の危険品の取扱いについては、将来の都市部から離れた地区(I)の活用を図るべきであろう。

7-2 計画に係る諸要素

港湾計画の作成に際しては、対象船型、荷役能力(荷役方法)、入出港方法等を想定しておかなければならない。これらのことは、港によっても、港の成熟度によっても異なって来る。アイリーン港の計画に際しては、PMU Irene およびフィリピン全体の港湾の現状を中心に分析し、所要の要素を定める。

(1) 船型

施設計画のための対象船型について検討する。アイリーン港に入港した平均船型は表7-2の通りである。

表7-2 アイリーン港の入港船型

		Berth		Anchorage	
		1978	1979	1978	1979
Number of Ships	D	0	2	—	1
	F	7	8	—	7
Total Gross Register Tonnage	D	0	2,678	—	435
	F	36,770	38,176	—	77,421
Average Ship Size (Gross Register Tonnage)	D	0	1,340	—	435
	F	5,250	4,770	—	11,060

Source: 1979 Statistical yearbook PPA.

棧橋を利用した船型は、内航船 1,300 GRT、外航船 5,000 GRT であり、泊地を利用した外航船は 10,000 GRT を超えている。これを PMU Irene 全体で見ると、内航船 260 GRT (390 DWT)、外航船 6,260 GRT (9,900 DWT) である。内航船の平均船型が小さいのは近距離輸送に従事している 40 DWT クラスの入港頻度が高い結果だと想定される。PMU Irene の入港船のうち、40 DWT クラスの小型船および石油タンカーを除く船舶の入港頻度を示したものが図 7-2 である。内航船については、4,000 DWT クラス以下の船が全体の 85% を占めている。外航船については 5,000~6,000 DWT と 15,000 DWT 以上の大型船が多い。PMU Irene には 15,000 DWT 以上の大型船が接岸できる施設はないので、総べて泊地で荷役をしているものと考えられる。今後の船型の大型化を想定しても、内航船については 5,000 DWT、外航船については 15,000 DWT の船型を対象に計画すれば十分対応できるものとする。また全国の内航船の船型別状況からみても、3,000 GRT 以上のグループの平均は 5,000 GRT 以下である。このことから内航船用の岸壁は 5,000 DWT を最大船型として対応すれば十分であると判断できる。

Ship Size	Number	Domestic Trade Vessels				Foreign Trade Vessels			
1,000 DWT less	12					5			
1,001 ~ 2,000	8					6			
2,001 ~ 3,000	6					5			
3,001 ~ 4,000	10					5			
4,001 ~ 5,000	2					1			
5,001 ~ 6,000	4					7			
6,001 ~ 7,000						8			
7,001 ~ 8,000						1			
8,001 ~ 9,000						0			
9,001 ~ 10,000						1			
10,001 ~ 15,000						3			
15,001 DWT more						13			

Source: PMU IRENE 1980.

図7-2 PMU Ireneにおける船型別入港隻数

(2) 荷役能力

荷役能力の想定は、荷役機械の整備状況、港湾労働者の生産性、船種、船型、貨物の種類、ロット、岸壁前面海域の静穏度などの要素が複雑に作用するので、非常に困難である。荷役能力は、当該港の実績を参考に想定するか、全く理論的な計算によって求めるのが普通である。Statistical Yearbook (1979, PPA)によればアイリーン港の岸壁1m当りの取扱量(average tonnage handled per meter run)は100t/mである。この数値を全国的にみると港によって1,000t/m以上、500~600t/m、300t/m以下の3グループに大別できる(表7-3)。現在のアイリーン港の荷役能力が低いのは、取り扱う貨物量が少ないことに原因がある。今後貨物量が増加すれば、離島との中継輸送が少ないこと、貨物のロットが比較的大きいこと、新しい港であるから、新しい荷役方式の導入が期待できることなどから、荷役能力は飛躍的に増大すると予想される。

欧米諸国における岸壁1m当りの取扱量は700~800t/mである。日本においては15,000DWT級を対象とする大型岸壁においては現在1,000~1,200t/mであり、将来は混雑の解消を図り1,000t/mを目標にしている。このことは10m岸壁の年間取扱量が約200千トンであることを意味している。以上の数値はいずれも総貨(general cargo)換算値である。すなわち散貨物(Bulk cargo)1tを総貨0.5tと換算したものである。したがってアイリーン港に原木だけを扱う大型岸壁を整備すれば、年間400千トン进行处理できる計算になる。しかし、フ

フィリピンにおいては雑貨換算がなされていないので、雑貨その他の区別なく、その岸壁で取扱った全貨物量とその岸壁の延長との関係から、岸壁1m当りの平均取扱量を求めることとする。

岸壁1m当りの取扱量は、その港の諸々の諸要素が相互に影響した結果の値である。アイリーン港のこの値は先述のように100t/mであるが、これはアイリーン港の実際の能力を示したものであるのではない。PMU Irene のデータに基づき、荷役能力(cargo handling productivity)を総ギャング時間(以下「GGH」という)当りの取扱い量でみると図7-3のようになる。この数値は、サンプル数が少ないこと、貨物の大部分が原木であること、また沖荷役が多いことなど考慮に入れて評価しなければならない。実績値からみればPMU Irene は約30t/GGHであるといえよう。これに対し、Tacloban港では、2000年時点の能力を7.5t/GGH(50DWT以上、雑貨貨物対象)としている。またDavao港では実績値が9.57t/GGH、将来値を12t/GGHとしている。他港の例からみると、アイリーン港の数値は貨物が原木であるとしてもやや高い値を示しているようである。仮にアイリーン港の大型岸壁で年間200日、1日16時間、3ギャングが荷役活動すれば、年間9,600GGHとなる。アイリーン港に20t/GGHの能力があれば、大型岸壁1バースで年間約192千トン进行处理することができる。これは約1,000t/mに対応する能力である。

T/GGH	Number of Case	5	10	15	Cumulative Ratio
~ 10 (less)	1				2
11 ~ 20	5				12
21 ~ 30	14				40
31 ~ 40	11				62
41 ~ 50	8				78
51 ~ 60	2				82
61 ~ 70	5				92
71 ~ 80	1				94
81 ~ 90	1				96
91 ~ 100	2				100
101 more	0				

Source: Philippine Ports Authority Port Traffic Statistics

図7-3 PMU Ireneにおける取扱貨物能力(T/GGH)

以上のことから1987年の荷役能力については、既設岸壁については、エプロン巾が狭いことも考慮し、600t/mであるとする。今後建設する大型岸壁については850t/mとする。こ

の数値は、全国の港務の能力からみれば、表7-3に示すように、平均値的な能力であることを示している。

表7-3 主要港湾における岸壁1m当りの取扱量

	Tonnage Handled per Meter Run		Tonnage Handled per Gross Gang Hour	
	1978	1979	1978	1979
Marila (North II.)	896	918	12	12
" (Pasig Bank)	368	325	13	16
Cagayan De ORO	-	-	8.2	13
Batangas	638	424	-	1.2
Cebu	540	588	-	-
Iloilo	272	352	13.4	10.1
Davao (SASA)	1,344	1,428	9.3	9.5
(STA-ANA)	1,156	1,004	8.9	9.3
Iligan	658	976	10.4	11.5
Zamboanga	639	644	14.1	14
Surigao	597	554	23.8	14.0
General Santos	1,827	1,198	8.6	8.8
San Fernando	1,877	1,423	13.6	14
Tacloban	578	598	6.2	20.8
Puerto Prinsesa	299	324	5.1	5.6
Dumaguete	547	480	15	10.6
Masao	658	955	13.2	11.8
Legaspi	297	275	14.9	19.2
IRENE (Aparri)	545	721	-	-
Jolo	138	222	7.3	6.7

Source: 1979 Statistical yearbook, PPA

取扱能力の上昇には、上屋、野積場等関連施設の整備とともに、港頭地区における貨物の円滑な処理ができるよう、港務の管理、運営面での進歩も当然要求される。2000年時点においては、穀米、穀類などの荷姿が変化し、新しい荷役機械の導入、国内コンテナ輸送の実現などが想定されるところから、荷役能力は著しく増大するものと考えられる。

アイリーン港の2000年の荷役能力は、現在の全国のトップクラスの港の荷役能力に近づくとし、新設外貿岸壁1,000 t/m、内貿岸壁700 t/mと想定する。なお、現在のPMU Ireneにおける荷役量と在港時間の関係を図7-4～図7-6に示す。

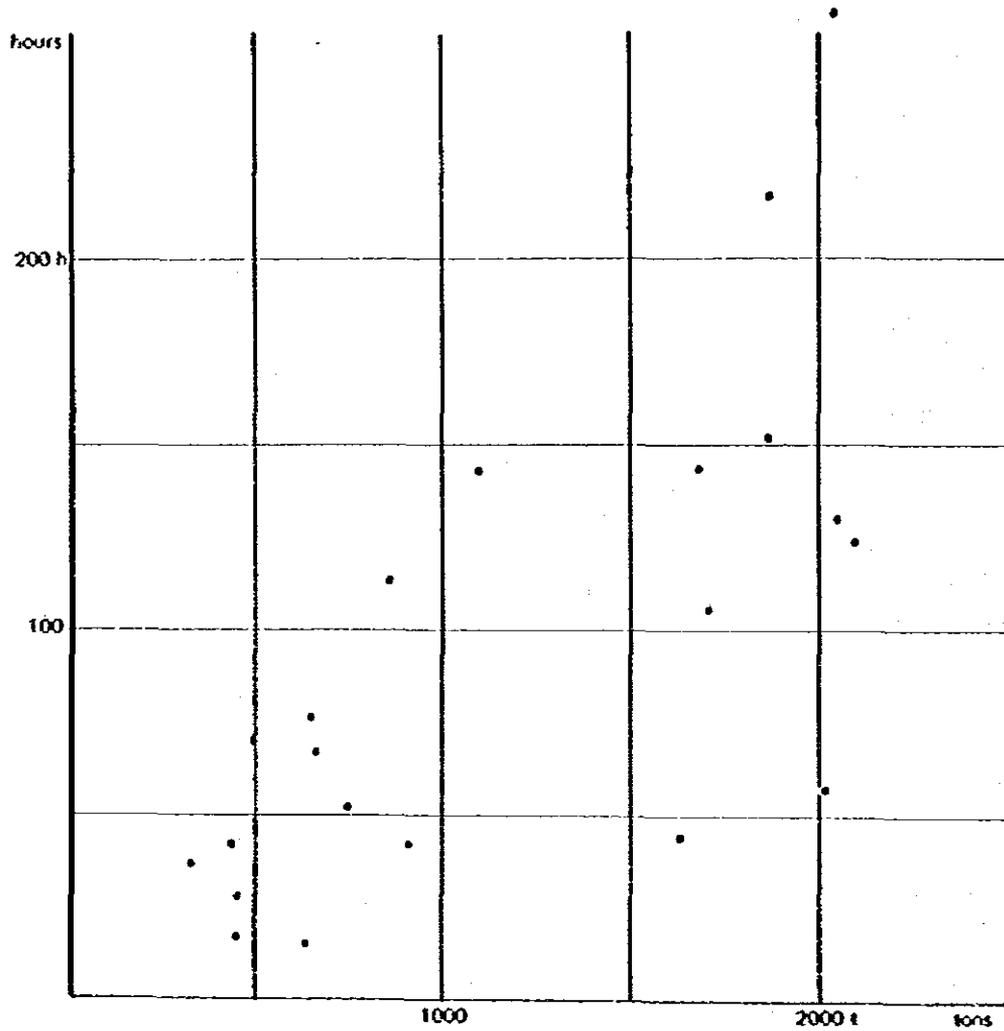


図7-4 アイリーン港における取扱貨物量及び在港時間(内貨)

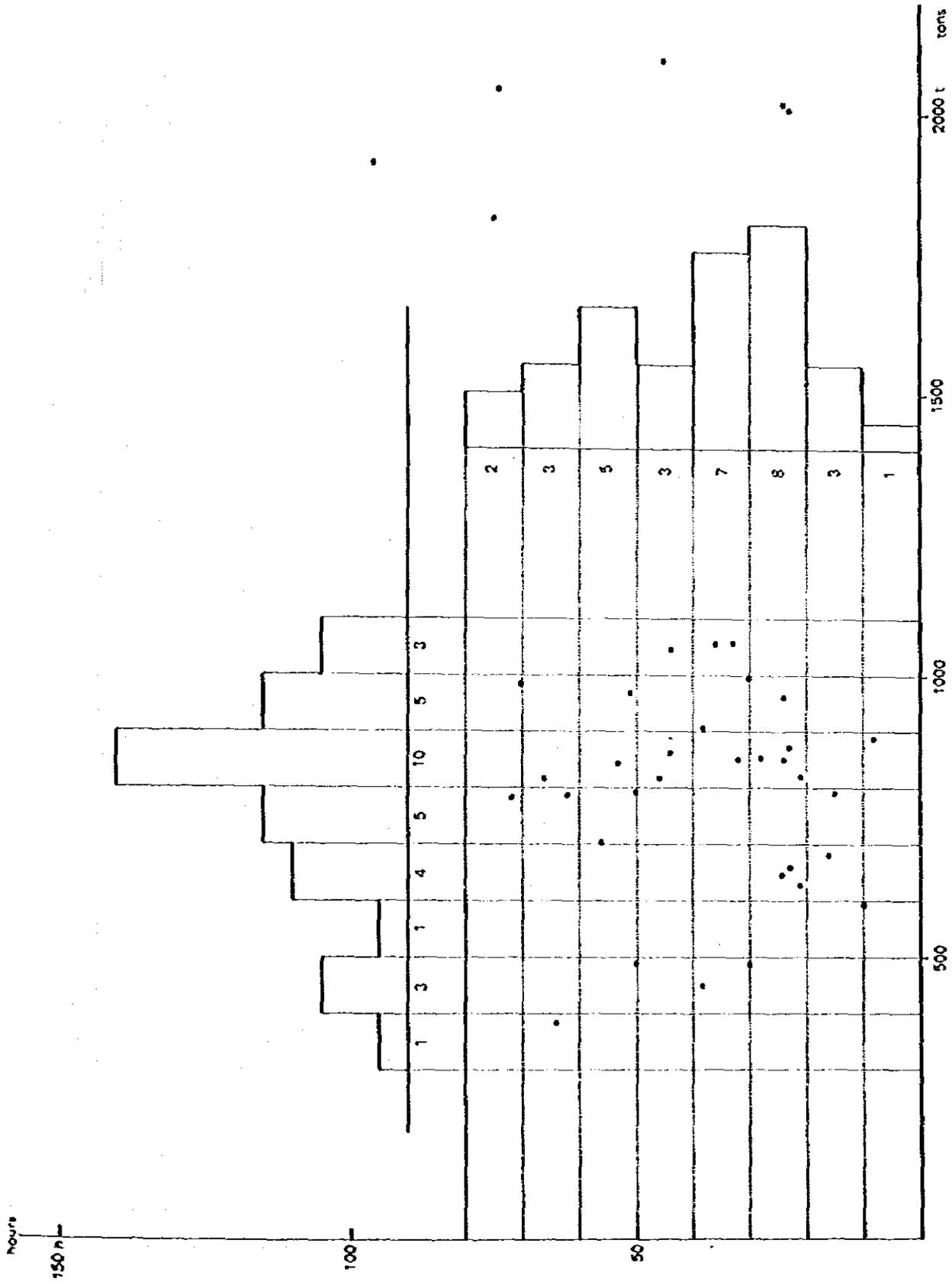


図7-6 Apatari湖における石油製品取引量及び滞在時間

(3) 岸壁法線

Casambalangan 湾に進入して来る船舶は、Matara 岬からほぼ北へ延長した線と、Racat 海岸から西へ延長した線の交点付近でパイロットを乗船させる。その点から湾奥（S E 方向）へ向って Papuli 岬の西方向 0.5 マイル付近まで進入する。ここで転針し 119° の方位をとって既設棧橋へ向う。通常は、出船で着棧するが、風向が S W の時は入船で着棧する。アイリーン港への入出港は今後ともおよそ上記により操船されると想定される。したがって、大型船の岸壁法線は極力南北方向に近いものとする。とくにクグボートを配備しない時点では、このことに留意する必要がある。

(4) 防波堤整備の必要性

アイリーン港周辺の海象条件からみて、防波堤は計画しないものとする。台風期あるいは雨期中には港内に可成りの波浪の出現が想定される。しかし、海象条件の悪い時は、港湾における荷役作業が雨あるいは風の条件によって中止されるケースもある。港の安全性、効率性の観点からみれば、防波堤計画が望ましいが、投資効果という視点からみれば過大な計画である。防波堤がなくとも当面の港務活動には支障を生じないと判断する。この件に関する分析は第 6 章に詳述している。なお、その必要性については今後実際の利用状況をみながら、再検討することが重要である。

(5) 道路および保管施設

港務道路は将来の臨海部の発展を想定し、極力高規格道路とする。当面は、確保された道路数の一部を利用しながら発生交通量に対応してゆく計画とする。上屋、野積場の整備、倉庫用地の確保を図る。アイリーン港の位置から貨物の起終点（Origine & Destination）までは相当距離がある。したがって港頭地区に保管施設を整備し船舶の（クイック ディスパッチ）に対応できるように計画する。

港務道路の必要車線数は次式により算定する。

$$T = V \times \frac{\alpha}{\omega} \times \frac{\beta}{12} \times \frac{r}{30} \times \frac{1+\delta}{\epsilon} \times \sigma$$

T = 発生交通量（台/時間）

V = 年間港務貨物量（トン）

α = 自動車分担率

β = 月変動率

r = 日変動率

ω = トラック積載量（トン）

ϵ = 実車率

δ = 関連率

ω = 時間変動率

一車線の交通容量は発生交通量 600 台/時間を基準に必要車線数を定める。

道路巾員は、発生交通量によって決められるが、車道以外の歩道、駐車場などを含む全幅員は原則として以下のように考える。

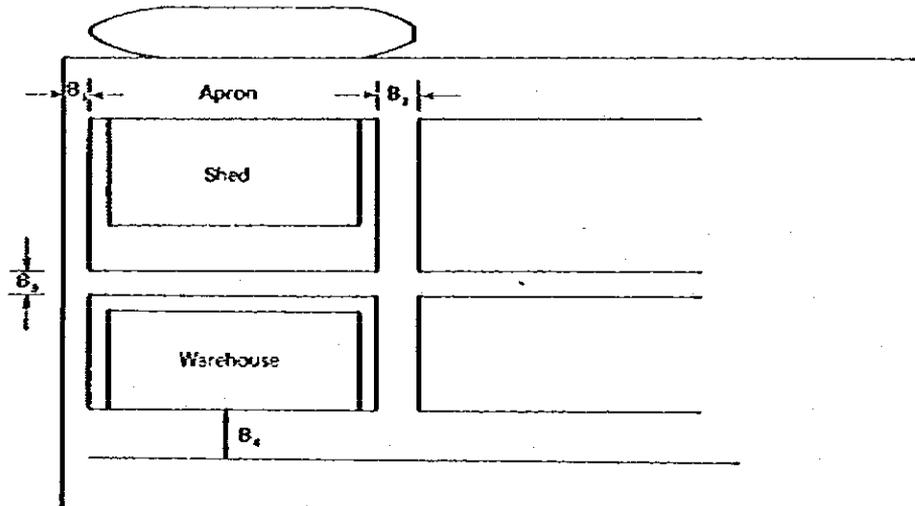


図7-7 道路巾員

$$B_1 = \text{車道} (3.5 \text{ m} + 3.5 \text{ m}) + \text{歩道} (3.0 \text{ m}) = 10.0 \text{ m}$$

$$B_2 = \text{歩道} (2.5 \text{ m}) + \text{駐車帯} (2.5 \text{ m}) + \text{車道} (7 \text{ m}) + \text{駐車帯} (2.5 \text{ m}) + \text{歩道} (2.5 \text{ m}) = 17 \text{ m}$$

$$B_3 = \text{駐車帯} (3.0 \text{ m}) + \text{車道} (7.0 \text{ m}) = 10.0 \text{ m}$$

$$B_4 = \text{港岸幹線道路} = \text{歩道} (3.0 \text{ m}) + \text{車道} (7.0 \text{ m}) + \text{中央分離帯} (2.0 \text{ m}) + \text{車道} (7.0 \text{ m}) + \text{歩道} (3.0 \text{ m}) = 22.0 \text{ m}$$

上屋の所要面積は次式により求める。

$$S = \frac{1}{\alpha} \times \frac{1}{\omega} \times \frac{N}{R}$$

S = 上屋面積 (m^2)

α = 有効床比率

ω = 貯留能力

N = 上屋利用貨物量 (トン/年)

R = 回転率

(6) 壁壁の延長および水深

岸壁の延長、航路の水深を決めるためには船舶の大きさ (DWT) と船の長さ (L)、満載吃水 (d) との相互関係を知る必要がある。運輸省港湾技術研究所報告 (Report of The Port and Harbour Research Institute, Ministry of Transport, Japan, Vol 17) によれば、船舶の大きさと船長、満載吃水との間に一定の関係があると報告されている。

同報告書では、ロイド統計 (Lloyd's Register of Ships, 1975) および日本船舶明細書 (Register of Japanese Shipping, 1976) より、船令 30 年以下の船舶を対象に分析し相互の関係を見出している。その中から、一般貨物船に関する調査結果を示す。

表 7-4 船の大きさと船長の関係

Tonnage category (DWT)	500-5,000	5,000-60,000
Number of data	1,786	6,501
75% regression formula	$\log L = 0.674 + 0.362 \log (DWT)$	$\log L = 0.970 + 0.297 \log (DWT)$
50% regression formula	$\log L = 0.654 + 0.362 \log (DWT)$	$\log L = 0.947 + 0.297 \log (DWT)$
Correlation coefficient	0.954	0.919

表 7-5 船の大きさと満載吃水の関係

Tonnage category	500-5,000	5,000-60,000
Number of data	1,786	6,568
75% regression formula	$\log d = -0.279 + 0.301 \log (DWT)$	$\log d = -0.154 + 0.268 \log (DWT)$
50% regression formula	$\log d = -0.305 + 0.301 \log (DWT)$	$\log d = -0.173 + 0.268 \log (DWT)$
Correlation coefficient	0.895	0.929

調査結果を図示すれば図 7-8 および図 7-9 の通りである。点線は回帰の推定値を示し、実線は、データが回帰のまわりに正規分布すると仮定した場合には、全データ数の 75% をカバーすることを示す。これより、15,000 DWT の船舶の長さは、約 160 m であり、満載吃水は約 9 m であることが判る。15,000 DWT の船舶が着岸する岸壁の長さは、船長に船首策 (bow line) および船尾策 (stern line) のために必要な長さを加え、通常は 185 m としている。また岸壁前面の水深は、満載吃水に余裕水深を加え通常 10 m としている。

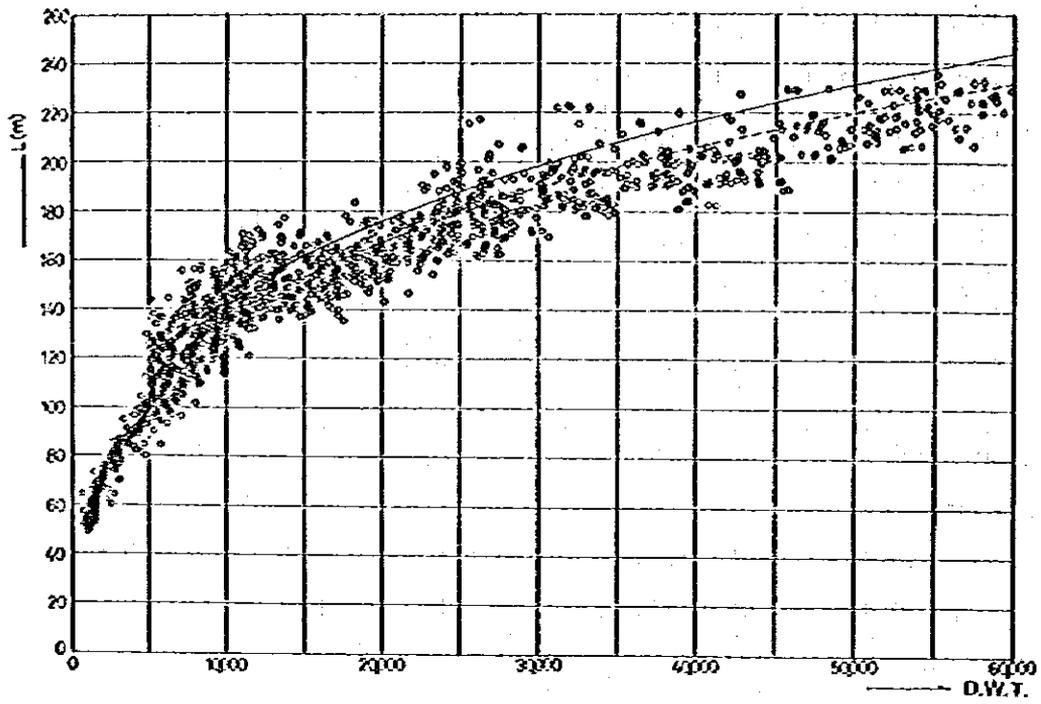


図7-8 船の大きさ (DWT) と長さ (L) の関係

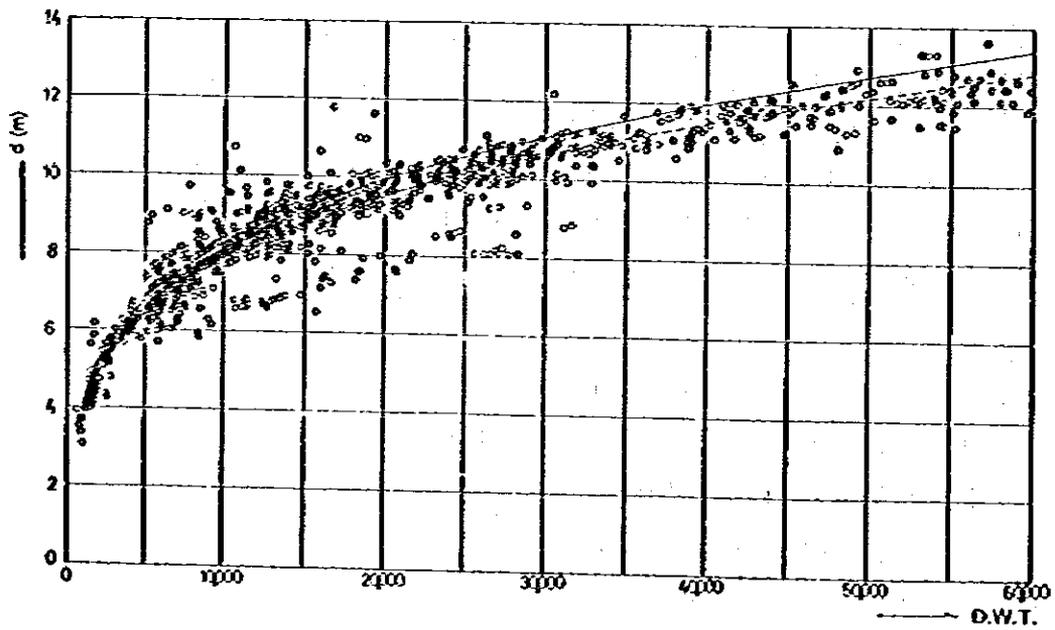


図7-9 船の大きさ (DWT) と満載吃水 (d) の関係

7-3 マスタープラン

(1) 基本的考え方

2000年の港湾貨物量は、外国貿易貨物450千t、国内貿易貨物400千t(石油製品250千トンを除く)である。外国貿易貨物は全部大型岸壁で取り扱おうとすれば、3バースが必要である。既設岸壁が1バースあるので新設大型岸壁は2バースである。国内貿易貨物に対しては、コンテナバース1バースの他、3バースが必要と判断される。

必要バース数の算定の考え方は、前節に述べた岸壁1m当りの取り扱い能力(the average tonnage handled per meter run)を基本にしたものである。すなわち岸壁の能力を、水深-10m岸壁(新設)200千トン/バース(岸壁延長当り能力1.000トン/m)、水深-10m棧橋(既設)140千トン/バース(700トン/m)、水深-7.5m岸壁95千トン/バース(700トン/m)、水深-5.5m岸壁60千トン/バース(700トン/m)、水深-7.5mコンテナバース100千トン/バースと想定したわけである。

2000年時点のアイリーン港の規模を岸壁の貨物取扱い能力で表現すれば合計890千トンとなる。なお、既設の大型棧橋では、2000年時点においても、原木を中心に外貿貨物と内貿貨物が共用されることになろう。

また、水産品を取り扱うための水際線および泊地、ならびに石油製品のための施設が必要である。この他PPA等関係機関の監督・乗務給、パイロットボート等のための給溜り、港湾道路、航路標識等の計画・整備が必要である。

水産品取扱施設の計画には、水産資源の賦存量、種類等の詳細なデータまた漁船の操業条件、すなわちトロール漁法、まき網漁法、操業日数などについてのデータが必要である。現段階ではこれらのデータは皆無に等しい。したがってマスタープランでは10GT未満、10~20GT未満、20~50GT未満の漁船が合計120隻在港し、トロール漁、まき網漁などに従事するものとして所要の施設規模を求める。所要岸壁延長は、陸揚げ用岸壁120m、準備用岸壁90m、休けい用岸壁250mが必要となるので合計500mを確保する。陸上の冷蔵冷蔵施設等は将来の拡張余地も含め、約5,000m²を確保しておけば良い。

この他に卸売市場を併設することも予想されるので、その用地として5,000m²を確保しておくこととする。また給溜りは、将来の小型給の増加を考慮し、水深-3.5m、面積18千m²を確保する。対象船型は150GTとする。

内貿コンテナバースは、コンテナ船の船型を5,000DWT(200TEU)と想定する。コンテナバースは、将来ガントリクレーンの設置を想定した構造とするが、コンテナバース整備後当分の間は、シフプギアおよびモービルクレーンで荷役を実施することとなろう。コンテナヤードの面積は、極力広く確保することとして、本格的な荷役機器を用いなくともコンテナのハンドリン

グに支障をきたさないように配慮する。

本章第1節において分析したように、マスタープランの計画地点は、地区(Ⅱ)である。マスタープランを地区(Ⅱ)に計画するに当たっての基本的考え方は以下のとおりである。大型岸壁の法線は、極力南北方向とする。静穏な海域を有効に活用する。円滑な荷役活動ができるよう岸壁の背後地を充分確保する。波浪の発生頻度から考えて防波堤は建設しない。自然環境、とくに海域環境とくに海域環境への影響を極力少なくする。

こうした観点から港湾施設のレイアウトについて、次のような選択が可能となろう。第一は、軟弱地盤の部分を如何に活用するかということである。すなわち軟弱地盤の改良を行って施設を計画するかそれともこの部分を避けて別の場所に施設を計画するかを選択がある。第二に、船溜りは最も静穏な海域であり、また土質条件から重量物の乗載を避けた方が良くと考えられる南西方向の隅角部が望ましい。第三に内貿コンテナバースは、建設時期が後期になることおよび土質条件の良い場所を選定する必要があり、船溜りの位置と対称となる南東方向の隅角部が適切であろう。第四に中央コーラル部分は、施設を沖合いに展開すればする程北西方向からの波浪を受けることになり、港内の静穏度が悪化する恐れがある。したがって施設計画の沖合い計画には限度がある。第五に水産施設は、その性格上、商港機能と分離した配置とすることが望ましい。

地区(Ⅱ)は波浪、土質、住民生活への影響などの要素を比較し、選択されたものであるが、マスタープランを描くには、次のような視点から、複数の計画案を検討する必要がある。すなわち、管理運営の容易さ、現有施設との関連、将来の発展性、施工の容易さ、投資規模、等の諸要素を中心に比較することとする。

ここで、これら岸壁等の所要施設を何時の時点で整備する必要が生じるかを考えよう。アイリーン港には既に外国貿易用の大型棧橋があるので、最初に内貿易用の岸壁を整備し、外貿岸壁と内貿岸壁を区分し、利用することが基本的な考え方であるといえよう。しかし貨物の発生状況を検討すると、アイリーン港の場合は、外貿貨物の発生が内貿貨物に先行すると想定される。このため既設大型岸壁の外貿貨物に対する能力が、比較的早い時期に満杯になることが予想される。これに対処するためには、当初から外貿用の大型岸壁と内貿用岸壁の2バースを整備するか、大型岸壁1バースを整備し、外貿と内貿を共用するかである。後者の方法は、岸壁の運営上、問題がなくもないが、初期投資を極力少なくするという観点も併せ考えれば、妥当な選択であろう。

このような考え方に立って、2000年までのアイリーン港整備の段階を考えると、およそ図7-10に示すようになる。

	Period		
	I	II	III
Large Vessel Berth	■		■
Domestic Berth		■	■
Domestic Container Berth			■
Petroleum Pier			■
Fishery Facilities			■
Basin for Small Crafts		■	

図7-10 アイリーン港におけるけい留建設の所要期

(2) 代替案の比較

代替案として3案が構想できる。これら3案の究極的な大きな差異は、軟弱地盤の部分の利用の仕方、程度にあるといえよう。

プラン(A)は、土質の悪い部分を完全に避けた計画である。大型バースの建設位置が既設位置と異なるために、初期の段階では運営上効率の低下が予想される。また、既設バースが独立して存在することは、連続バースによる効果が期待できない。プラン(B)は、プラン(A)の欠点を一部補った計画である。すなわち軟弱地盤の処理にともなう建設コストの上昇の中で、連続バースの効用を求めた計画である。プラン(C)は、全バースを連続させることが可能であり、機能的には最も優れているといえよう。しかし、建設コスト、施設の管理運営には最も大きな費用を伴う。また、全海岸線に構造物を計画することにより、港内の静穏度はプラン(A)、(B)に比べ低下するであろう。

しかし、プラン(C)の中央コーラル部の大型岸壁は、2000年時点の貨物量からみれば、余裕の水際線であり、将来の貨物量に対し、より弾力的に対応できるといえる。

プラン(B)、(C)に関する軟弱地盤の問題は、今後の維持補修に配慮が必要である。(軟弱地盤の技術的処理には、軟弱土を良質砂で入れ替える方法、薬液注入による化学的処理工法など物理的、化学的方法がある。しかし処理に要するコスト、処理に要する年月などから全域的処理は困難である。このため構造物建設後の地盤沈下は、どうしても避けられない。ことに上屋、倉庫用地などにこの状態が発生する。)

プラン(C)については、二つの大型バースを計画するために、極力背後用地がとれるよう既設バース法線と違えている。軟弱地盤上の二つの大型バースの建設は、コストを要するばかりでなく、その後の維持補修、管理運営が問題である。

またプラン(C)では石油棧橋を港内に求めることは困難であり、外海部に遠地を選定しなければならない。この場合、安全と荷役の効率を高めるため、防波堤の計画を検討する必要がある。

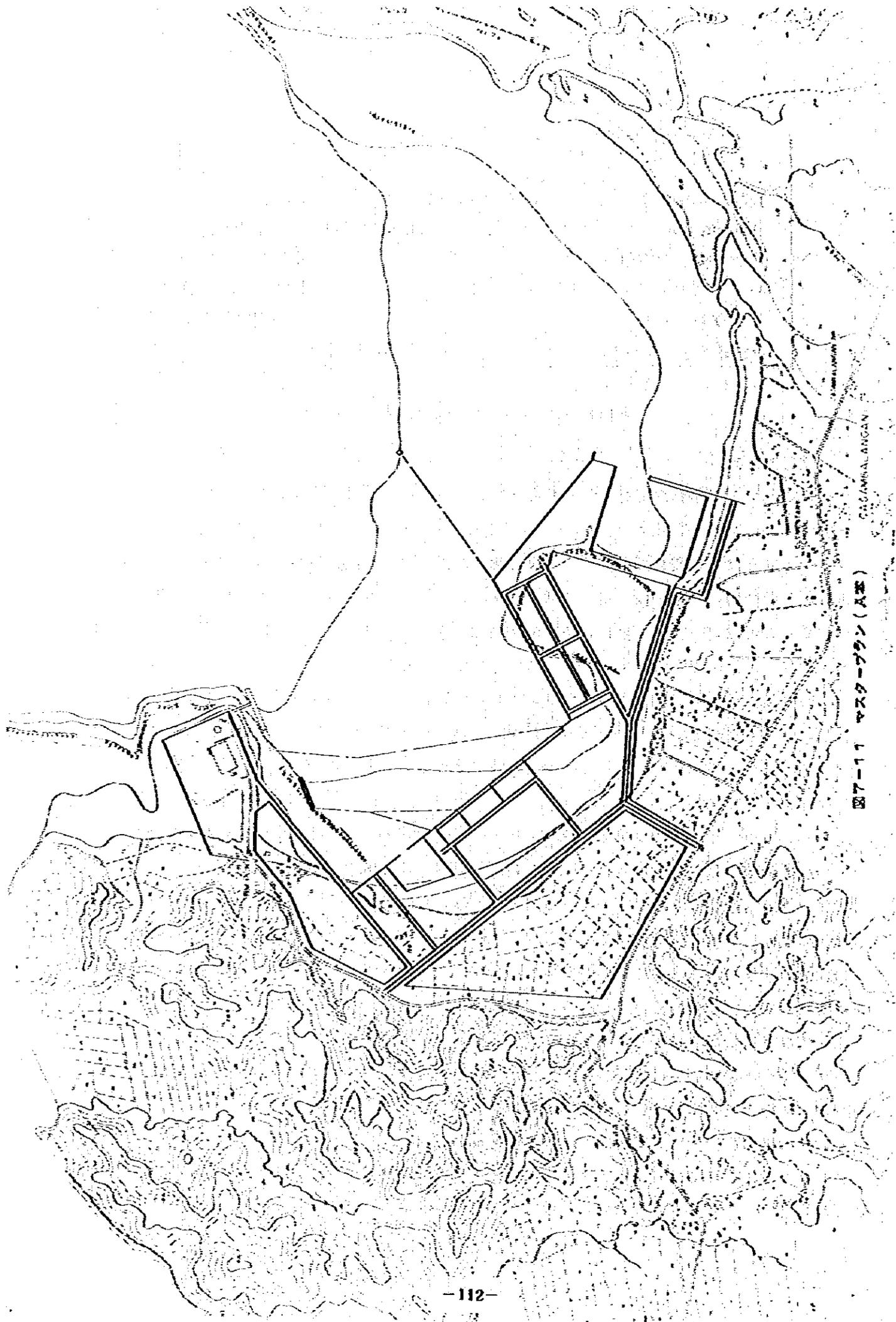


図7-11 ヤスタープラン (A本)

CHAMPAANGAN

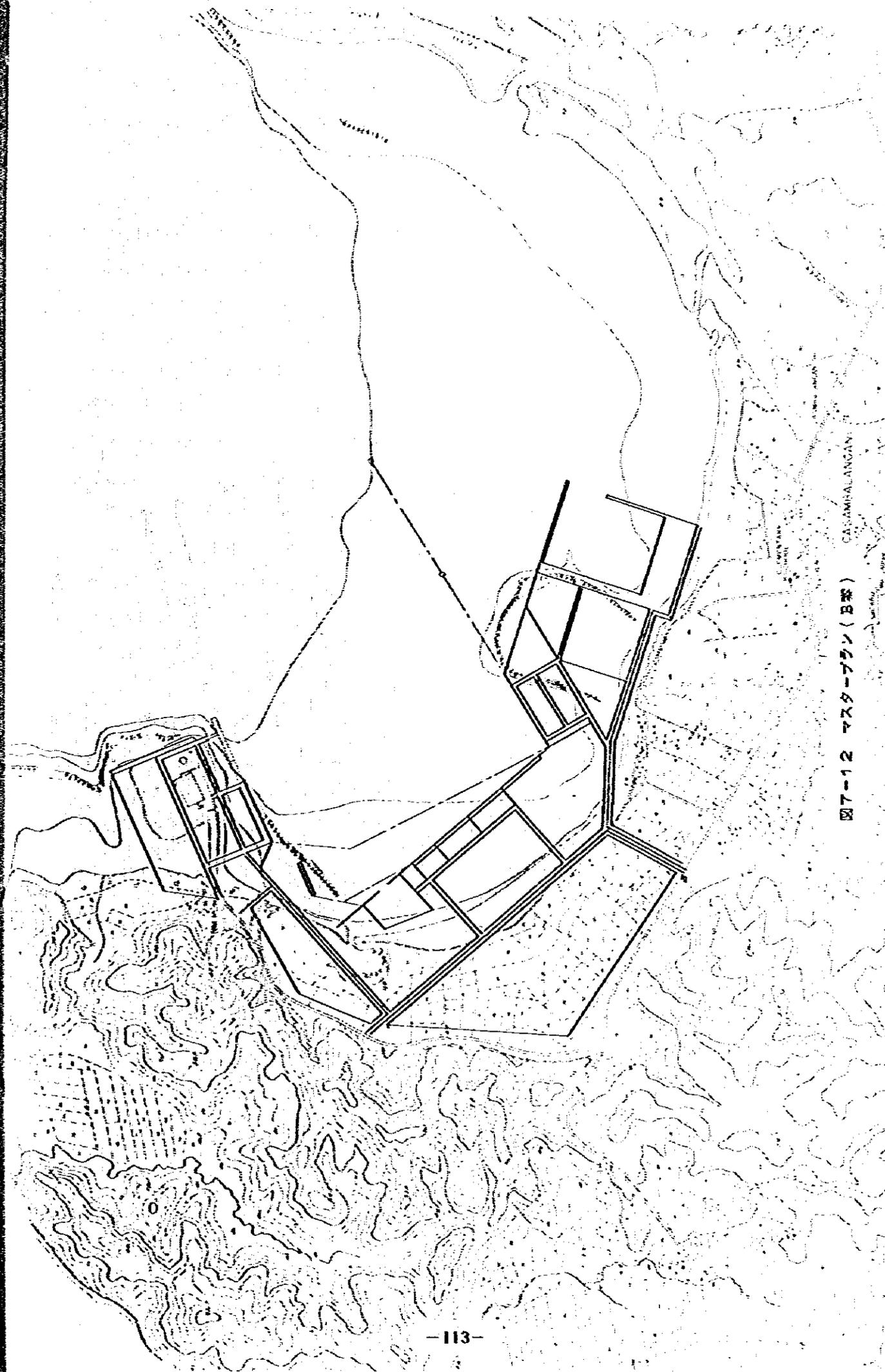


図7-12 マスタープラン(日案) CAMPAHALANGAN

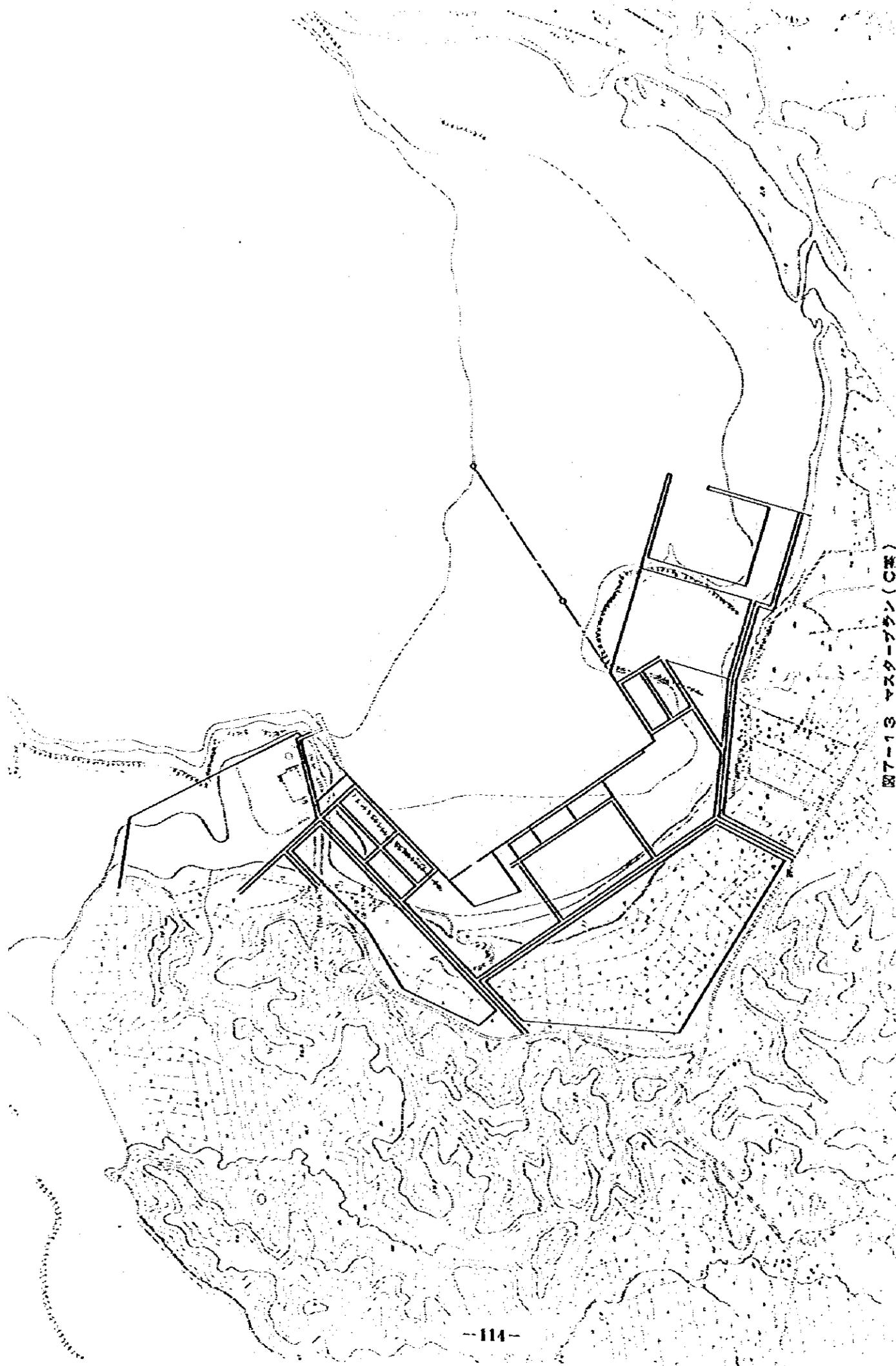


図7-13 ヲスタ-ブタン(中華)

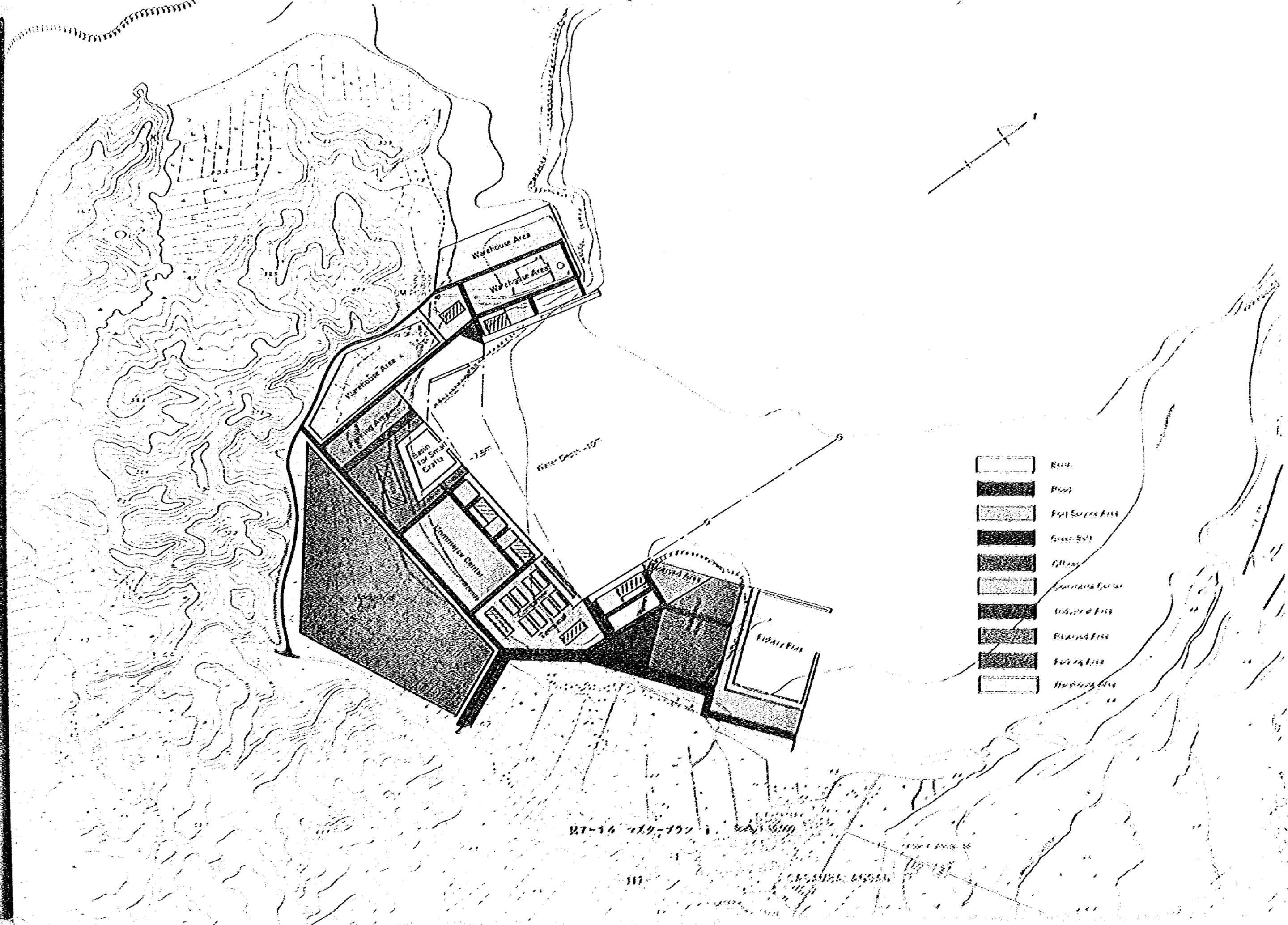
これらのことは、この計画案の致命的欠点である。したがって、このプラン(C)は不適当である。

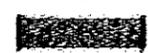
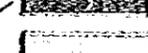
プラン(B)についても、軟弱地盤については、プラン(C)と全く同じことである。しかしこの計画案は既存バースとの有機的連けいを重視するという考え方に立って、1バースだけを計画しようとするものである。岸壁法線を既設バースのそれと合わせ、操船上に便なるよう計画している。この案のマイナス点は、倉庫等の貯留用地の確保が十分できないことである。

背後の土地利用については、基本的には3案とも同じである。船溜りの周辺部は、管理棟、緑地、駐車場等を整備し、アイリーン港の中核的管理空間とする。内貿岸壁の背後地は、保管機能を有する流通センターとして整備する。水産施設背後の用地は、水産関連の工場用地とする。その他の港湾の周辺用地は、主として工場用地とし、必要に応じ輸出加工区(Export Processing Zone)としての活用も可能である。

プラン(A)および(B)はそれぞれ何らかの課題をかかえている。マスタープランとしていずれを選ぶかは、最終的な完成時の状況を考えることも重要であるが、アイリーン港の場合は、むしろ初期の状態をより重視すべきだと考える。初期の段階では港湾貨物量からみて、大型バースの建設が要求されている。大型バースを新規地点に求めるプラン(A)は、既設バースとの関連性、新規港湾道路の建設等の面からみれば、明らかにプラン(B)に劣っている。

プラン(B)は先述のように地盤沈下等の問題があるが、過去の投資(岸壁、道路)の有効活用の点からみれば、優れているといえる。当面は既設の施設を有効に活用しながらアイリーン港の機能を向上させ、ある時点で新規地点を開発するという手順は、アイリーン港の場合、現実的かつ有益な方法である。したがってプラン(B)をマスタープランとする。表7-6は3案を比較したものである。マスタープランは図7-14に示すとおりである。



-  Bare
-  Foot
-  Full Surface Area
-  Green Salt
-  Glass
-  Concrete Surface
-  Asphalt Pavement
-  Reinforced Concrete
-  Steel Deck
-  No Structure

27-14 27-17

表7-6 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。 本港の計画ではとくに地盤沈下に伴う施設管理が課題となる。	○	△	×
港務の運営・利用	港務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時点で比較する必要がある。	△	○	○
現有橋樑との関係	初期の段階において現有橋樑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陸港道路、上屋等の有効活用が図れるか。	×	○	○
発展性	2,000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、港務構造物の建設に適しているか。	○	△	×
操船性	船舶の入出港およ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務計画であるか。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	港務活動および港務建設工事が周辺の社会環境、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および、計画完成に至るまでの段階施工は容易であるか。	△	○	△
投資額	基本的港務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

7-4 短期整備計画（1987年）

(i) 所要バース数

1987年までの計画は貨物量248千トンに対応するものでなければならない。248千トンの内訳は、外貨153千トン、内貨95千トンである。貨物は原木等を除き大部分が雑貨タイプの貨物である。現有バース（以下「第1バース」という）の荷役能力はT-Head Typeであること、エプロン巾が狭いことから年間120千トン程度と推計される。仮にこの第1バースで外貨貨物を扱うとすれば、新規バースとしては外貨バース1、内貨バース1の整備が必要となる。外貨用バースと内貨用バースの区分は、保税業務の遂行、港務施設の構造・型式の違い、トラブルの発生防止などから本来当然要求されることである。しかし岸壁の能力という面からみれば、大型バースを1バース整備することにより、130千トンの貨物は十分処理できる量である。理想的な状態ではないが、当面は外・内貨の共同使用という考え方により、新設するバースは大型バース1バースとする。

1987年の所要バース数は、以下の方法により推計できる。1バース当り年間稼働日数200日、日稼働時間16時間、日稼働ギャング数3ギャングとすれば、年間9,600GGHの能力があることになる。一方アイリーン港のGGH当りの能力を実績値の1/2として15 ton とすれば、1987年の貨物量248千トンを扱うためには、16,500GGHが必要である。1バース当りの能力が9,600GGHであるから所要バース数は1.72すなわち2バースということになる。

新設バース（以下「第2バース」という）の建設時期および次のバース（第3バース）の建設時期を検討する。図7-15はアイリーン港の貨物量の増加傾向を示したものである。曲線(A)は、1979年の貨物量（実績）が1987年の貨物量（推計）まで等年率で増加すると想定したものである。曲線(B)は、RegionⅡの地域総生産の成長率と同率で貨物量が増加するとしたものである。すなわち1979年の貨物量は仮空の値を想定し、その貨物量が毎年10%成長を続け1987年に248千トンに達するとしたものである。（1979年の貨物量はRegionⅡの経済規模に見合う仮想貨物量である。）実際の貨物量の動向は、第2バースの供用開始の時期、商的流通機構の熱度などにより異った動きを示す。第2バースの供用開始は今後の実施設計の期間などから判断して、1986年末以降の時点と想定される。その間の貨物は曲線(A)を下回る姿で徐々に増加し、第2バースの供用開始とともに急増し曲線(B)へ漸近する形となろう。1987年以降はRegionⅡの地域総生産の成長率に近い伸び率で増加するものと想定する。第2バース完成後のアイリーン港の能力は、第1バースと第2バース合わせて約300千トンであるから、想定通りの貨物量の伸びであれば、1989年末までの貨物量を大型岸壁2バースで処理できることになる。第3バースは、1990年初め以降の供用開始が要請されることになろう。

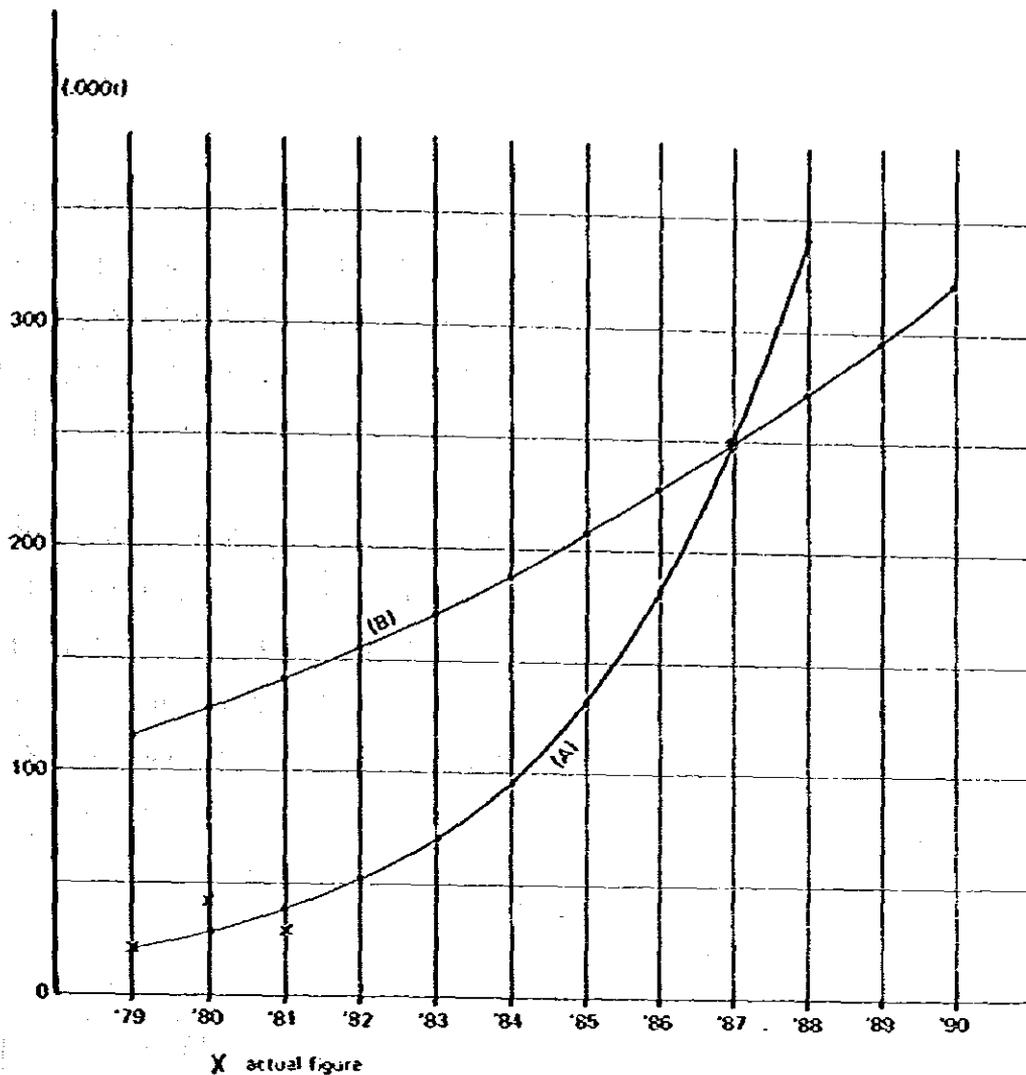


図7-15 アイリオン港における取扱貨物量増加の想定

(2) 新設岸壁の建設位置

マスタープランの中で短期整備計画をどこに求めるかは大きな問題である。このことはマスタープランの検討過程においても重要な要素として着目して来たところであるが更に検討を加えてみたい。上述のとおり、短期整備計画においては、大型岸壁1バースを整備する必要がある。マスタープランの中には、大型岸壁の計画が2か所にある。すなわち既設棧橋（No.1バース）に接続する場所と、中央コーラル部である。前者については、土質条件が悪く地盤改良、施設整備後の施設の維持などに配慮が必要であるが、No.1バースに接続するところから一体的施設の管理運用が可能であり、集積のメリットを享受できる。また臨港道路など過去の投資成果を十分に活用できる位置にある。これに対し後者、中央コーラル部は、自然条件的には大きな問題はないものの、No.1バースと物理的に離れているために、施設の運営、利用が煩雑である。また臨港道路の整備が新たに必要であり、さらに次期工事までの仮設構築物が相当必要となることから、投

負荷が大きくなる。

以上のことから、№1バースに接続する大型バース計画を№2バースとして選定する。

(3) 岸壁形式

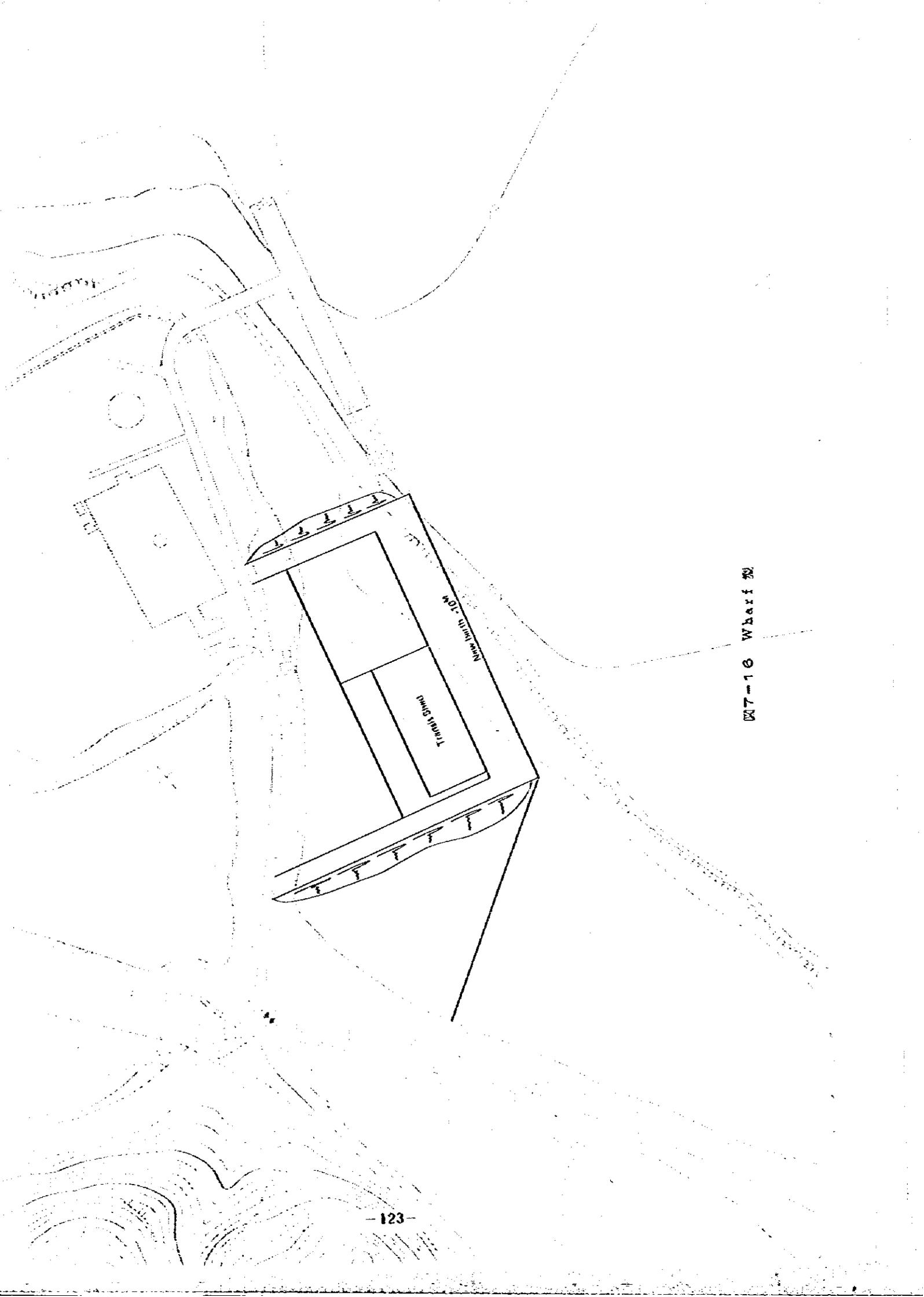
岸壁形式の選定は技術的な問題であるが、運営上からの考察も重要なことである。軟弱地盤への対応として全断面を良質砂で置き換えた上で、構造物を建設する方法（以下 Wharf Type という）と、地盤改良を行わずディタッチドピア型（T-Head Type）の形式とする方法がある。前者の方法は、エプロンと上屋の敷地を連続して確保できるので効率的な荷役活動が期待できる。これに対しT-Head Type はエプロン部分と上屋敷とを橋梁タイプの通路でつなぐことになるので、どうしても荷役効率が低下する。

Wharf Type は建設コストが高い。しかし建設コストの比較だけでは判断を誤る恐れがある。それぞれの岸壁の貨物取扱能力に差異があるために、貨物量1t当りのコストを比較すると、Wharf Type の方が幾分安い値を示す。建設コストに大きな隔たりがあることは、Wharf Type の選択を躊躇せざるを得ないが、岸壁使用の容易さ等を含めた総合的評価は、明らかに Wharf Type の方が優位である。したがって、第2バースの形式はWharf Type とする。

両様式の優劣を比較したものが表7-7であり、レイアウトを示したものが図7-16および17である。

表7-7 岸壁形式の比較

	Wharf Type	T-Head Type
Cargo Handling Activity	Efficient cargo handling is possible as the operation of forklifts and other cargo handling equipment is not hampered	The passage restricts activities
Construction Cost	Approx. 103 Million Pesos	Approx. 89 Million Pesos
Cost per Ton of Cargo	Approx. 515 Pesos/Ton/Year	Approx. 524 Pesos/Ton/Year
Maintenance	Maintenance is necessary because ground subsidence is anticipated for transit shed, etc.	Same
Others	Certain turbidity occurs when removal of soft foundation is executed	It is difficult to secure open storage and warehouse areas.



W7-16 Wharf 型

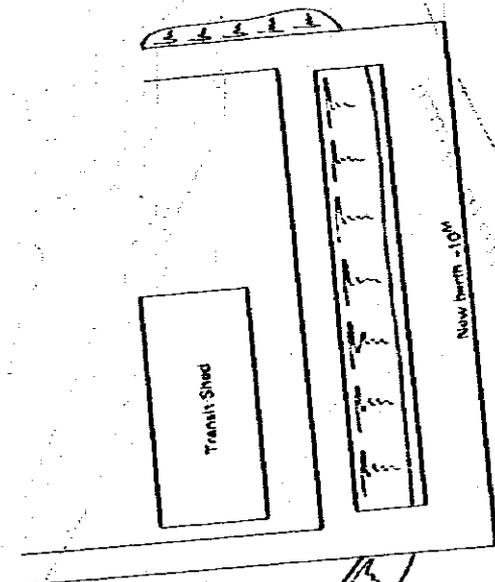


圖 7-17 T-Head 型

(4) 新設岸壁の規模

№2バースの対象船型は、PMU Irene の入港船型の実績および今後の船型の大型化を想定し、15,000 DWTとすることは、先述のとおりである。対象船型に対応する岸壁の水深および延長は、第7章で分析したように、水深10 m、延長185 mが標準的ディメンジョンである。

アイリーン港の場合、岸壁水深については、この標準水深を変更すべき要素は見出せないが、岸壁延長については、若干の延伸が望ましい。これは№1バースとの関係においてである。№1バースは、T-Head Typeであり、棧橋への通路が1本である。現状では、荷役時の混雑は避け難く、荷役能率も低下することになる。もし№1バースと№2バースとを接続することにより、№1バースの通路を2本確保できれば№1バースの棧橋上の貨物の流れを円滑にすることが出来る。このため№2バースに、№1バースの通路的機能を一部もたせることとし、№2バースの岸壁延長を200 mとする。このことは副次的効果も期待できる。すなわち、№1バースと№2バースの岸壁法線が直線上にあり、また全岸壁延長が410 mとなることから、3,000~5,000 DWTの船舶であれば、同時に3隻を安全にけい留することが可能となる。

エプロンの巾員は25 mとする。他港の例をみるとエプロン巾員は比較的狭いものが多いが、フォークリフト等の荷役機材の軌跡等を考慮し、本計画では25 mとする。エプロンの直背後に上屋及び野積場を設ける。上屋の差割には、上屋に出入する車両によりエプロン上が混乱しないように、上屋前荷揚地を設ける。上屋と背後圏を結ぶ貨物は、この上屋前荷揚地を経由して、上屋に出入する。上屋のグラウンドレベルは、エプロン面とは同一レベルで接続し、上屋前荷揚地とは、トラックの荷物をフォークリフトが自由に扱えるよう段差を設けることが望ましい。

上屋および野積場の規模は次のように考える。第1バースは背後に砂隠用の上屋、燃密用のタンク及び原木用の野積場を保有している。第1バースは今後ともこれらの施設を活用し、主として上記の貨物を取り扱うことになると想定される。第2バースは上記以外の貨物を主として取り扱うことになる。第2バース背後に整備する上屋、野積場を通過する貨物量は次のように想定する。

表7-8 上屋、野積場の利用貨物量の推計

(,000 tons)

	Total	Transit Shed	Open Storage	Direct
Lumber	50	33		17
Plywood/Veneer	61	40		21
Cement	5	5		
Fertilizer	20	20		
Sugar	22	(22)		
Palay	40	10		30
Molasses	8	(8)		
Logs	30		30	
Others	12	12		
Total	248	120 (30)	30	68

() is cargo using existing facilities

年間120千トンの貨物を取り扱うために必要な上屋面積は約3,200m²になる。したがって90m×40mの上屋を整備する。また、野積場は既設のものがあるが、岸壁の背後に移設した方が利用上有利である。その必要面積は1,100m²である。

道路巾員は、原則として10m(車道3.5m×2, 駐車帯2.5m)とする。

また泊地の広さは、タグボートが在港していない状態を前提に、最大入港船型の船長を半径とする円形の海域を確保する。この海域の現状水深は-10m以浅であり、浚渫を必要とする。浚渫された泊地を閉するため、浮標3基を設置する。なお管理棟は仮設構造とする。

(5) 港務荷役

所要の荷役機械を求めるためには、貨物量と荷姿の検討が必要である。第5章の需要予測に基づく取扱貨物のうち、MolassesはCASUGOの専用荷役装置で取扱うことになるので、アイリ-ン港で取扱われる一般の貨物量と荷姿は次の通り想定される。

木製品	111,000t	主としてバンドで巻いた製材
セメント	5,000t	袋物
肥料	20,000t	袋物
籾米	40,000t	袋物
その他貨物	12,000t	カートンその他
砂糖	22,000t	袋物
原木	30,000t	長尺
計	238,000t	

荷役という視点からみた場合、本港の特色は、取扱品目数は少ないが、Woods Products 及び Logs のように荷役能率をあげにくい貨物がある一方で品目数が少ないので、これらの荷役作業に習熟しやすいことも考えられる。また荷役方法については、アイリーン港においても、本プロジェクト実施に伴い経済的かつ効率的な荷役サービスを提供して、迅速な船積卸作業が可能となるように、PPAは荷役会社を指導援助する必要がある。

本港の場合、品目数も少なく荷姿も類似しているので、Molasses以外の貨物はフォークリフト（原木用のベイローダーを含む）及びパレットを有効に活用することで効率的荷役が可能と考えられる。そこで十分なフォークリフトとパレットを用意しなければならないが、その必要数を試算してみることにする。

i) フォークリフト

$$F = (1 + \alpha) Q \cdot N$$

Q : 荷役口数 6口 (1バース平均 3口)

N : 一口当りフォークリフト 2台

α : フォークリフト不稼働率 20%

フォークリフト 15台 $\left\{ \begin{array}{ll} 2 \sim 3 \text{トン級} & 13 \text{台} \\ 5 \sim 8 \text{トン級} & 2 \text{台} \end{array} \right.$

なお、フィリッピンの港湾におけるフォークリフトの1台当り年間荷役量はおよそ次のように推定される。

2～3トン級フォークリフト 約15,000t

5～10トン級フォークリフト 約30,000t

ii) パレット

$$P = \frac{V}{v} \cdot \frac{1}{R}$$

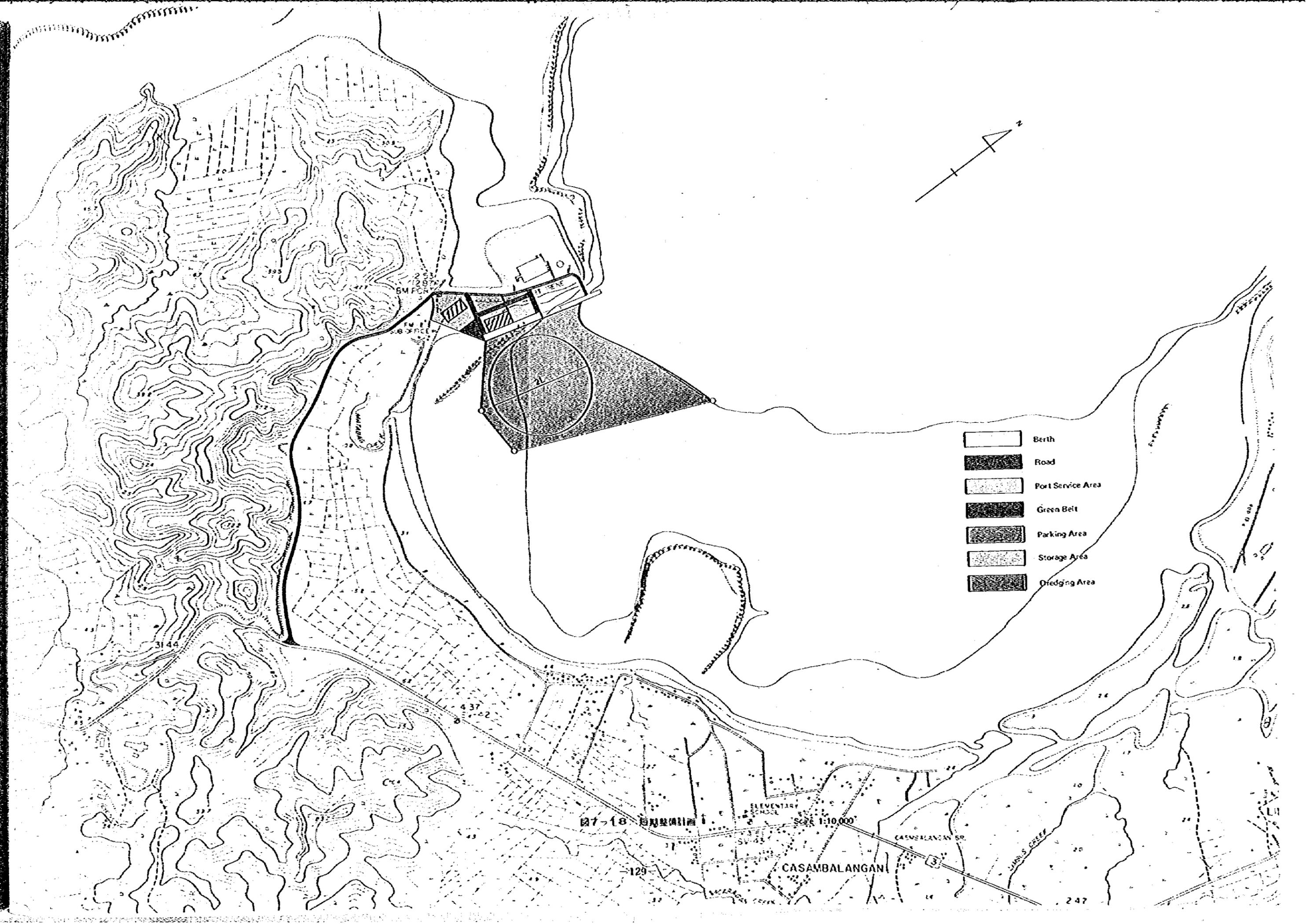
V : パレット使用貨物 118,000t/年

R : パレット回転率 120回/年

S : パレット1枚当り積量 2t

パレット 500枚

図7-18および19は短期整備計画を示したものである。



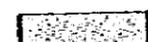
-  Berth
-  Road
-  Port Service Area
-  Green Belt
-  Parking Area
-  Storage Area
-  Dredging Area

圖 7-18 港埠發展計畫

CASAMBALANGAN

CASAMBALANGAN RD.

JUAN'S CREEK

ELEMENTARY SCHOOL

Scale 1:10,000

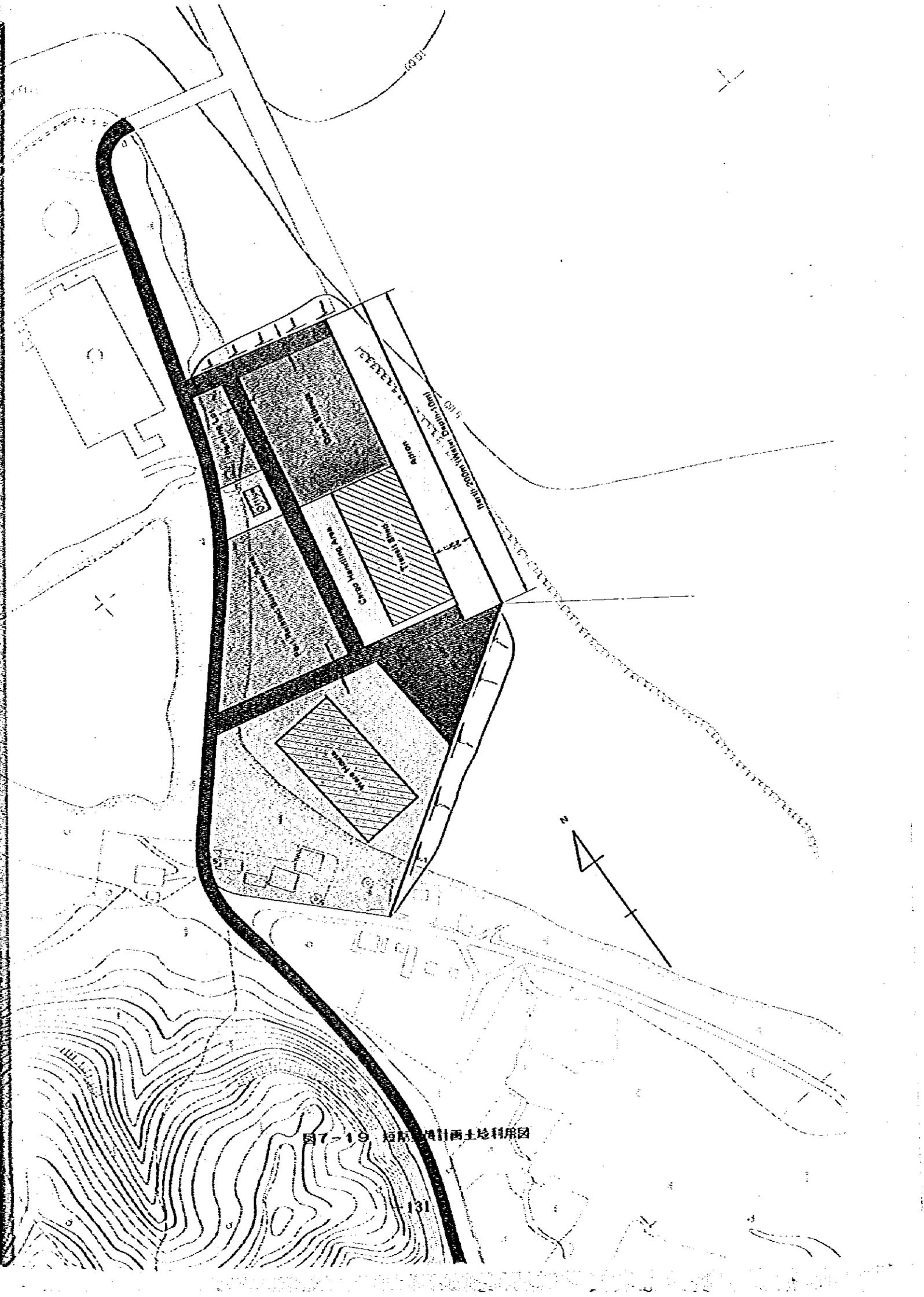


图7-19 短原...土地利用图

131

第8章 設計、施工及び工費の算定

第8章 設計・施工及び工費の算定

前章までのマスタープラン，短期整備計画の比較検討の過程において，港湾施設の設計，工費等についても，その概要が論述されているが，ここでは，短期整備計画における港湾構造物の設計等に対し詳述することとする。

8-1 設計条件

(1) 概 説

港湾施設の構造諸元および規模の検討に先立って，まず設計条件を明らかにしなければならぬ。短期整備計画の作成に用いた予備設計の設計条件をとりまとめたものが，表8-1である。

表8-1 設計条件

Tidal levels	H.W.L.	M.L.L.W. + 1.37
	M.S.L.	M.L.L.W. + 0.58
	L.W.L.	M.L.L.W. - 0.28
Seismic disturbance	0.15 W (W: Weight of structure)	
Vessels for design	General cargo vessel - 15,000 DWT	
Water depth of berth	M.L.L.W. - 10 m	
Crest height of wharf	M.L.L.W. + 3.5 m	
Surcharge load of berth	Ordinal load condition - 2.5 t/m ²	
	Particular load condition - 1.0 t/m ²	
Berthing velocity of ship	0.15 m/sec.	
Design lifetime of structure	50 years	

次に，上記設計条件の各項目についてその詳細を述べる。

② 潮 位

設計上必要となる各潮位面は，フィリピン国防省水路部発行の，1980年および1981年版「潮位・潮位表」に基づいて算定し，下表にとりまとめた。

潮位表の使用に当たっての基準港は，アイリーン港の北約20km，北緯18°31'東経122°08'にあるSan Vicente港を採用した。

表8-2 設計潮位

	(cm)
H.W.L.	+1.37
M.S.L.	+0.58
L.W.L.	-0.28
M.L.L.W.	±0

③ 土質条件

アイリーン港付近では、本調査団により今回5本のボーリングが実施されたが、公共事業省により行なわれた既存調査分のもも含め、港湾計画地点の土質状況を解析した。

今回ボーリングを行った5地点のうち、最も計画地点に近いものはBH-3であるが、この付近で上層のN値は0~5のシルト質砂、中間層はN値がほぼ0のシルト質粘土、下層はN値10~20の細砂層が、MLLW-32mから-34mにある基盤層の上に分布している。既存棧橋の法線の南側延長上、すなわち、短期整備計画の岸壁法線上における地層推定断面図は、図8-1のとおりである。

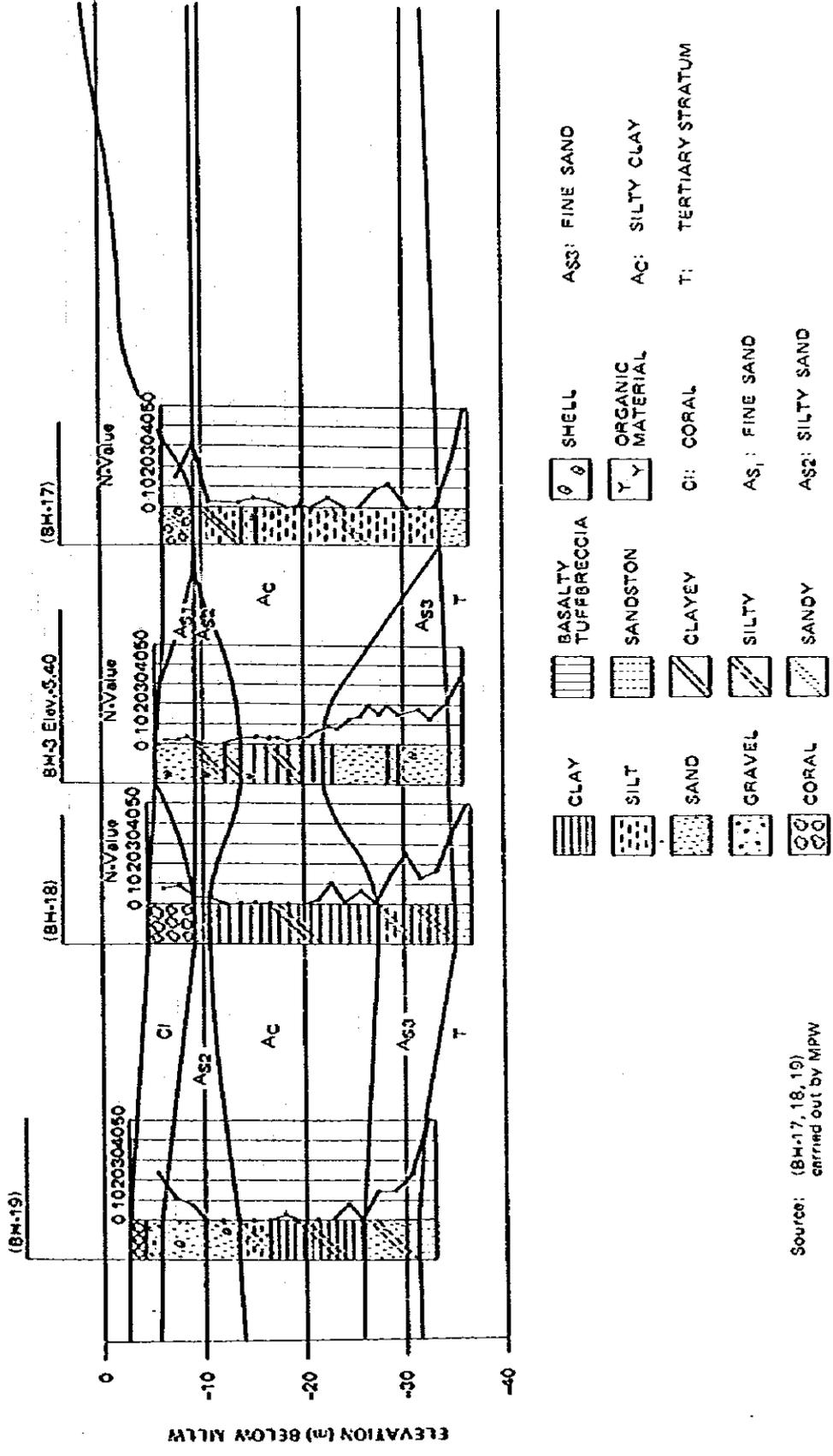
今回のボーリングにより採取された試料は、マニラおよび現地において土質試験が実施されたが、湿潤単位、体積重量および一軸圧縮強度については、それぞれ図8-2、図8-3のとおりである。

試験結果の解析により、設計に使用する土質条件は以下のとおりに仮定した。

表8-3 設計に使用する土質諸元

Legend	Soil Characteristics	Elevations	Internal Friction/Cohesion	Unit Weight
C1	Coral	MLLW - 2.0 ~ - 9.0	$\phi = 25^\circ$	1.75 t/m ³
As ₂	Silty Sand	MLLW - 6.0 ~ -14.0	$\phi = 22^\circ$	1.75
Ac	Silty Clay	MLLW -10.0 ~ -27.0	$C = 0.23Z$	1.65
As ₃	Sand	MLLW -22.0 ~ -34.0	$\phi = 28^\circ$	1.70

Z: depth under the sea bed



図B-1 計測法線上の地層種類断面図

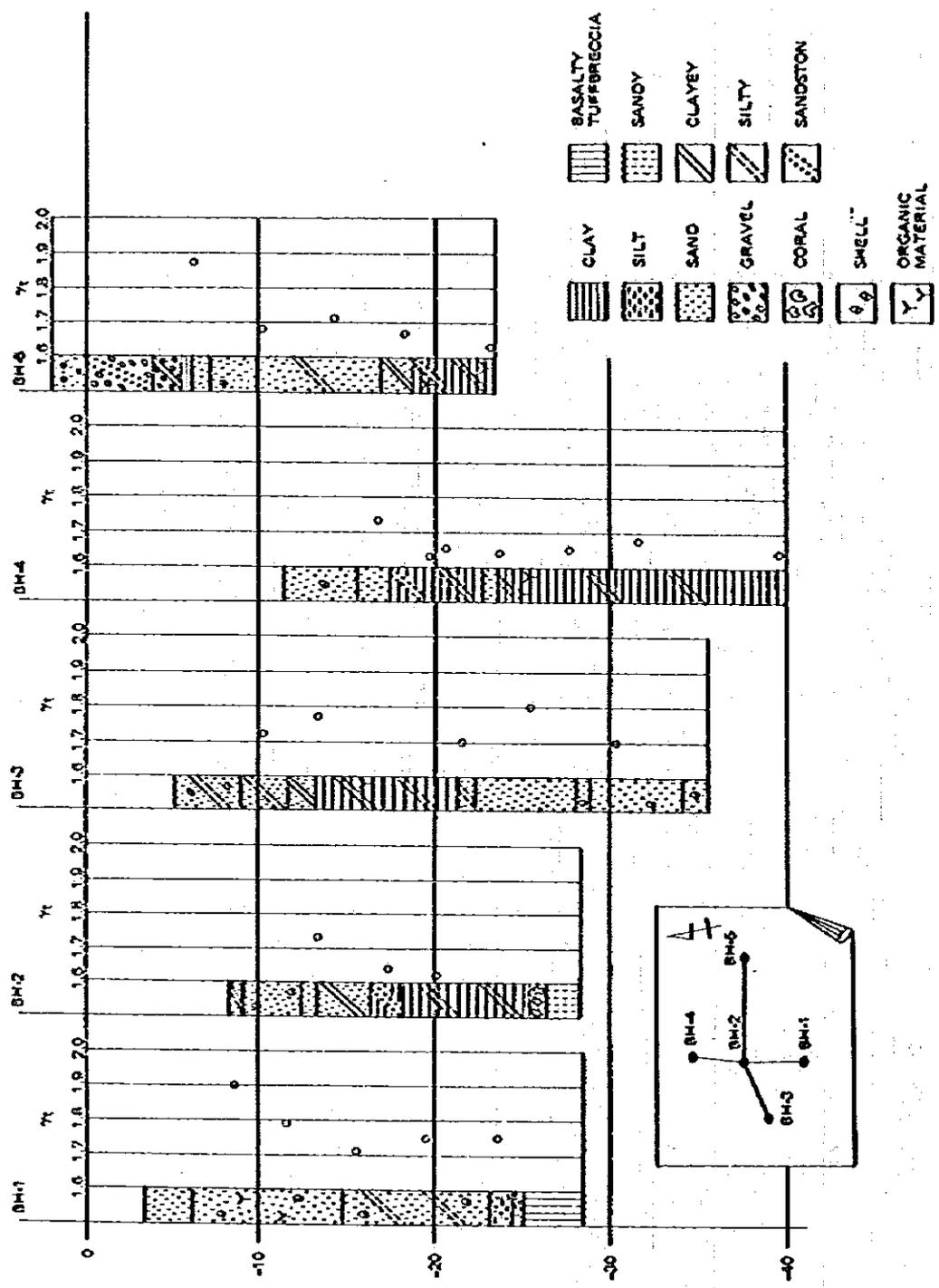
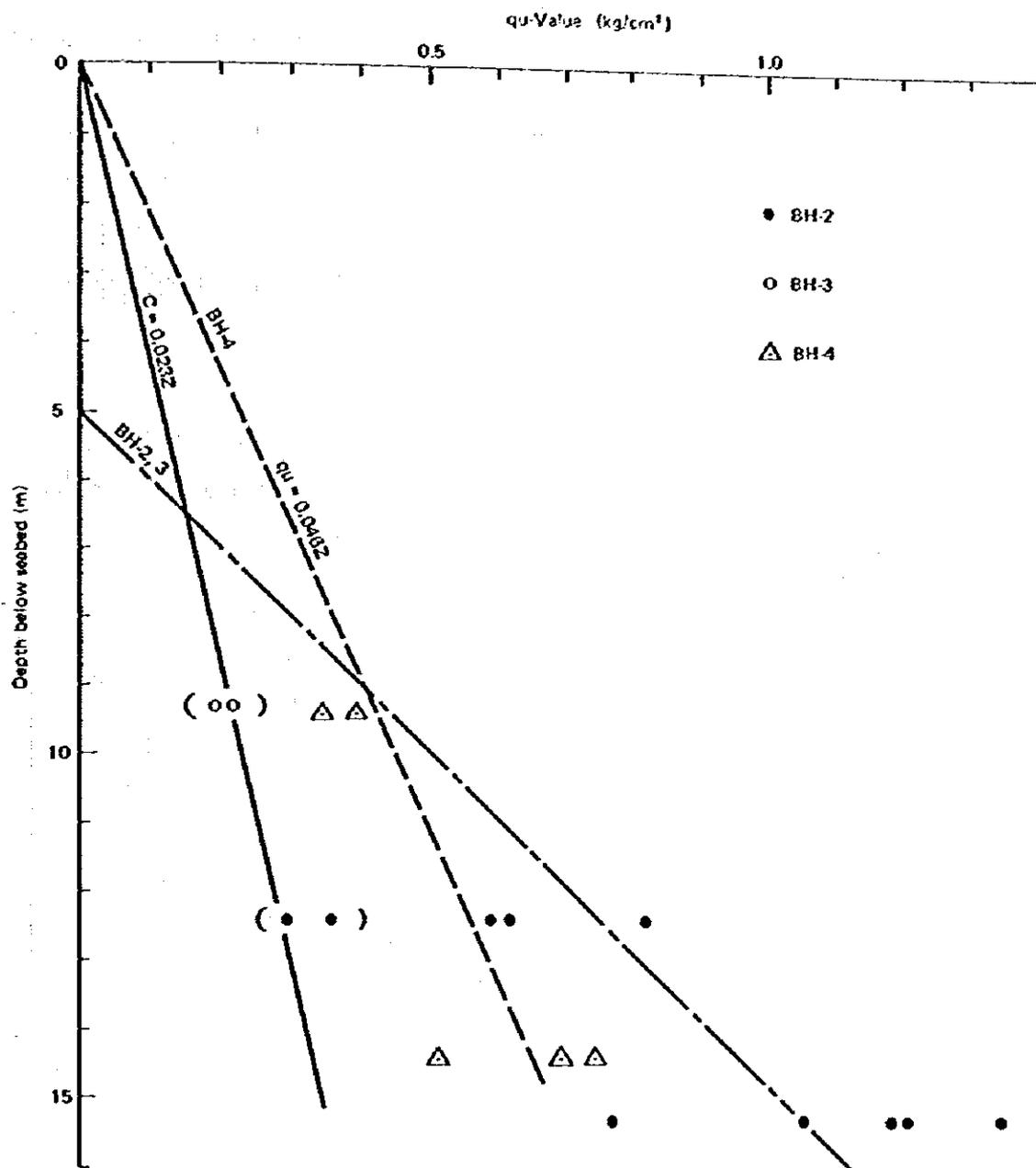


図 8-2 単位体積重量の深成分布



Note: The low qu value in parenthesis results from the high content of sandy material in test sample.

図8-3 一軸圧縮強度の深度分布

(4) 設計波高

設計に使用する波高は、台風等の強風時にもたらされるものであり、港内波浪に対する静穏度を検討する場合の常時波浪とは異ったものとなる。

現地公共事業省に於る聞き取り調査の結果では、既設棧橋位置で、最大0.5～0.8 mの波高が発生すると報ぜられている。しかし、この結果も目視観測によるもので真実性に乏しい。また、例えば30年間に1回起る可能性のある波浪とは、性格的にも異なる。

本報告書では、過去の風資料を元にSMB法により沖波波高を求め、浅海域での屈折、回折効果による波浪変形を考慮し、30年に1回発生する確率のある波高を求めて設計波とする。

PAGASAのAparri支局より入手した風資料をもとに、GUMBEL法により各確率年数別の風速を求めると、表8-4の様になる。但し、対象とする風速は、波浪推算における有効フェッチが30～60 kmと比較的短距離であることから、日最大風についてとりまとめる。

表8-4 確率年別の設計風速

Return Period	Wind Velocity (Knot)		
	N	NNW	NW
100 years	58	69	72
50 years	52	63	66
30 years	48	58	60
20 years	45	55	56
10 years	39	48	49

この設計風速をもとに、各確率年毎の設計沖波波高をSMB法により求めると、表8-5の様になる。

表8-5 確率年別の設計沖波波高

Return Period	Wave Height (m)		
	N	NNW	NW
100 years	3.4	5.8	6.0
50 years	3.2	5.2	5.5
30 years	3.0	4.9	4.9
20 years	2.8	4.4	4.6
10 years	2.5	3.9	3.9

設計に用いる設計波は、30年確率波を用いるものとし、配置計画された港内の任意点（図8-7～8-9参照）における波高を求めると、表8-6の様に推定される。

表8-6 港内の任意点における設計波高

	Point A (m)	Point B (m)
N	1.8	1.3
NNW	3.2	2.2
NW	2.7	1.7

Direction of Offshore wave	N
Period	9.0 sec.
Coefficient of Refraction	0.77
Wave Direction in Port	N17°W

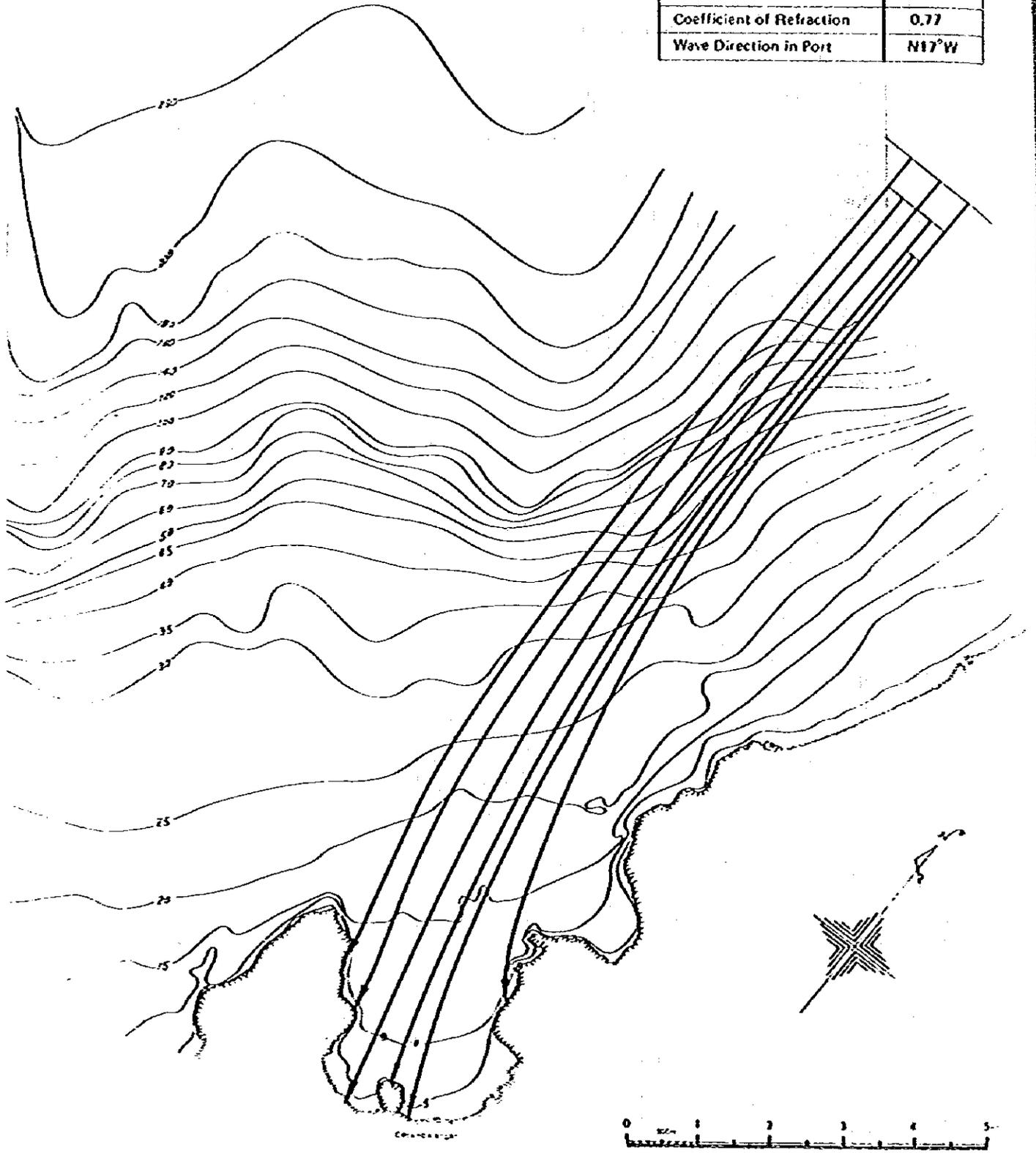


図8-4 波の屈折図(1)

Direction of Offshore wave	NNW
Period	9.0 sec.
Coefficient of Refraction	0.85
Wave Direction in Port	N29°W

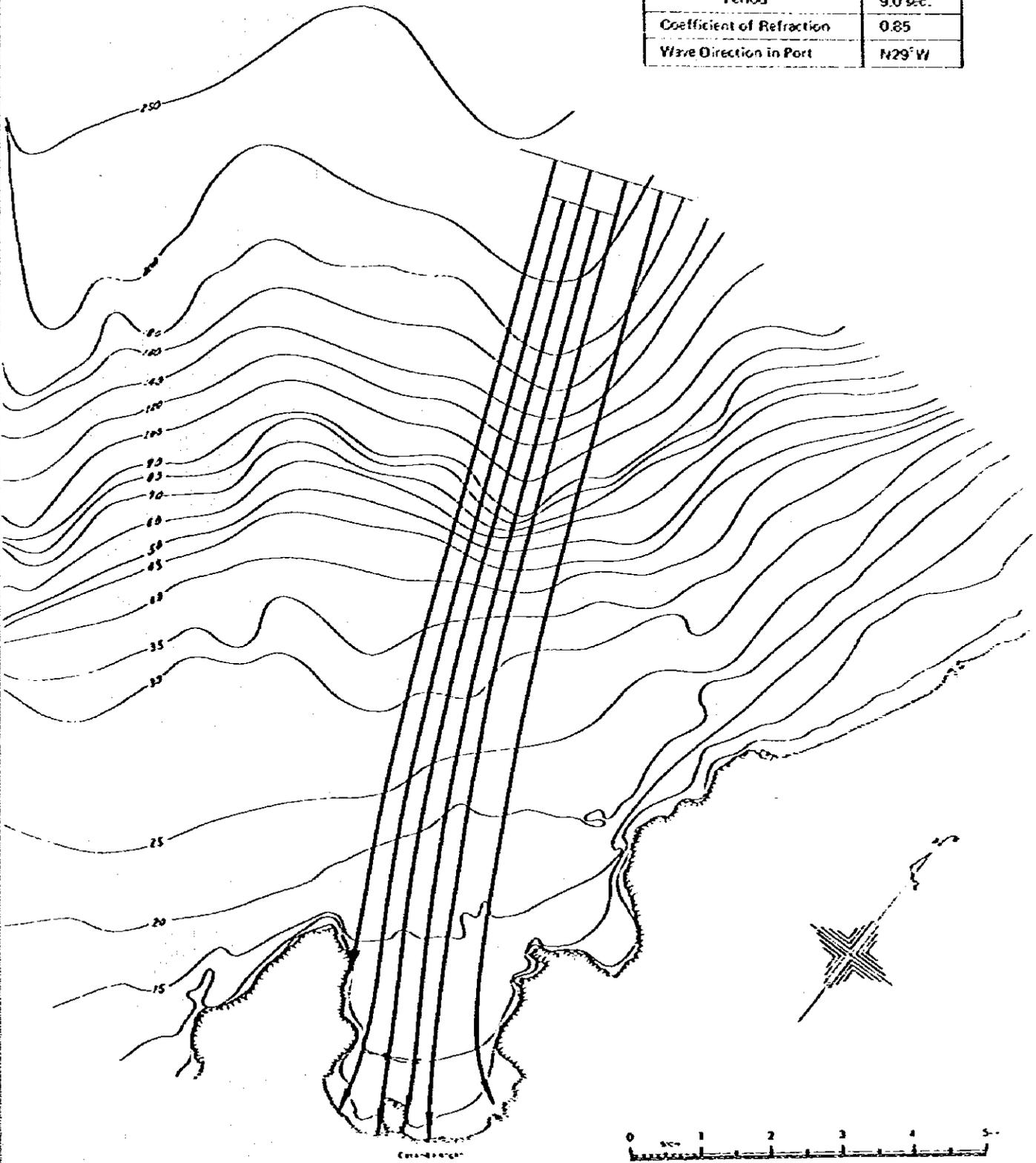


図8-6 波の屈折図(2)

Direction of Offshore wave	NW
Period	9.0 sec.
Coefficient of Refraction	0.73
Wave Direction in Port	N37°W

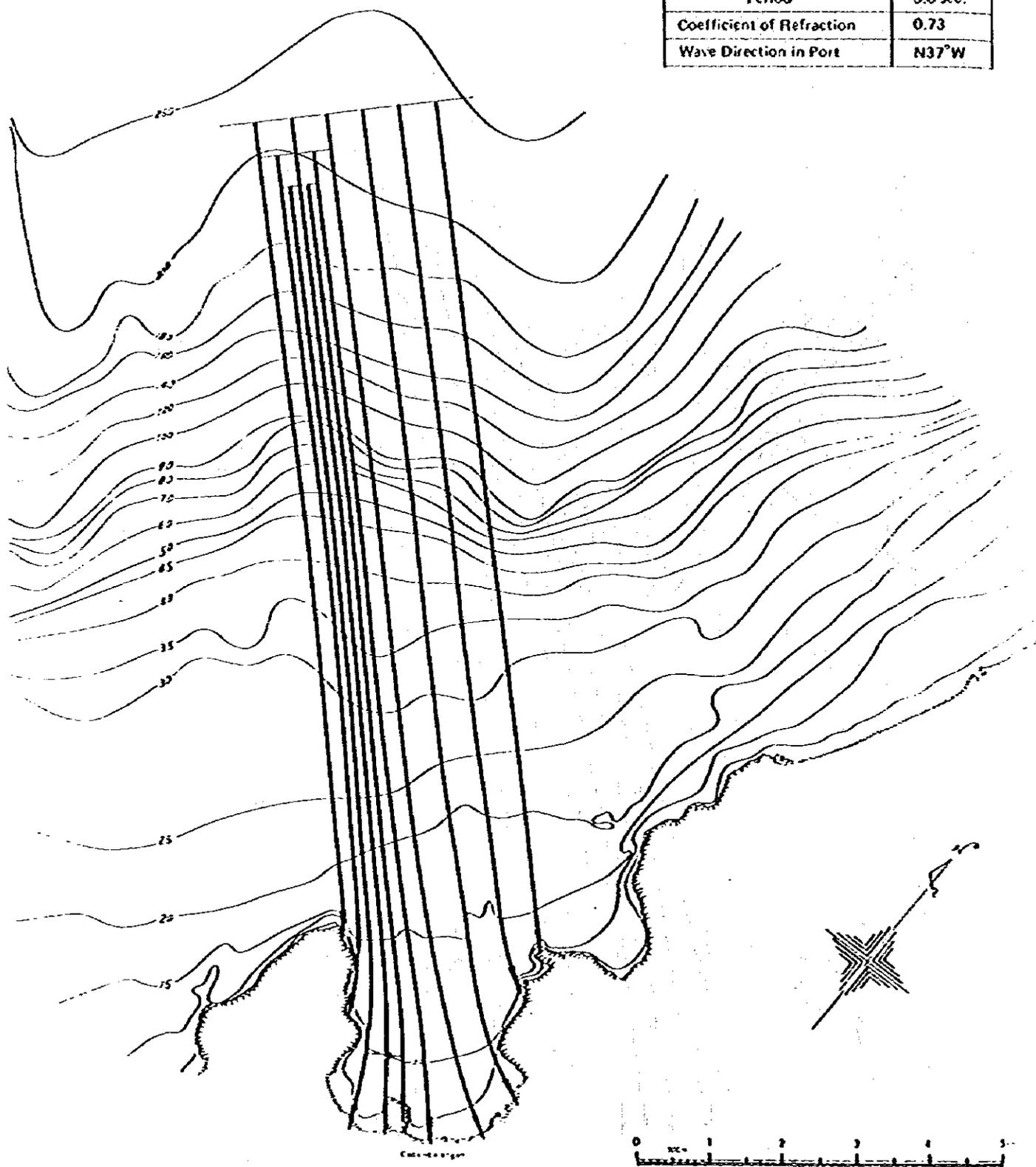
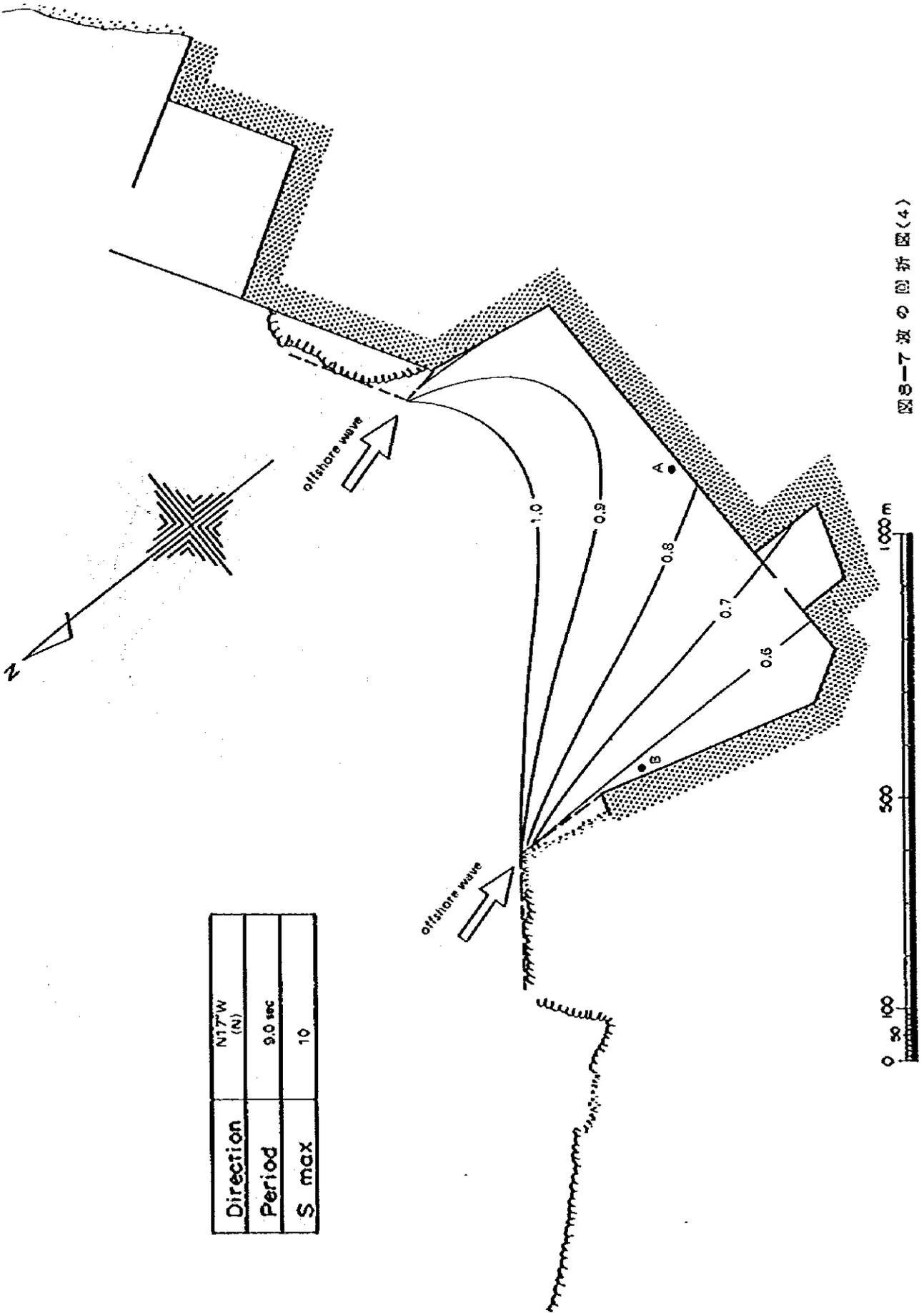
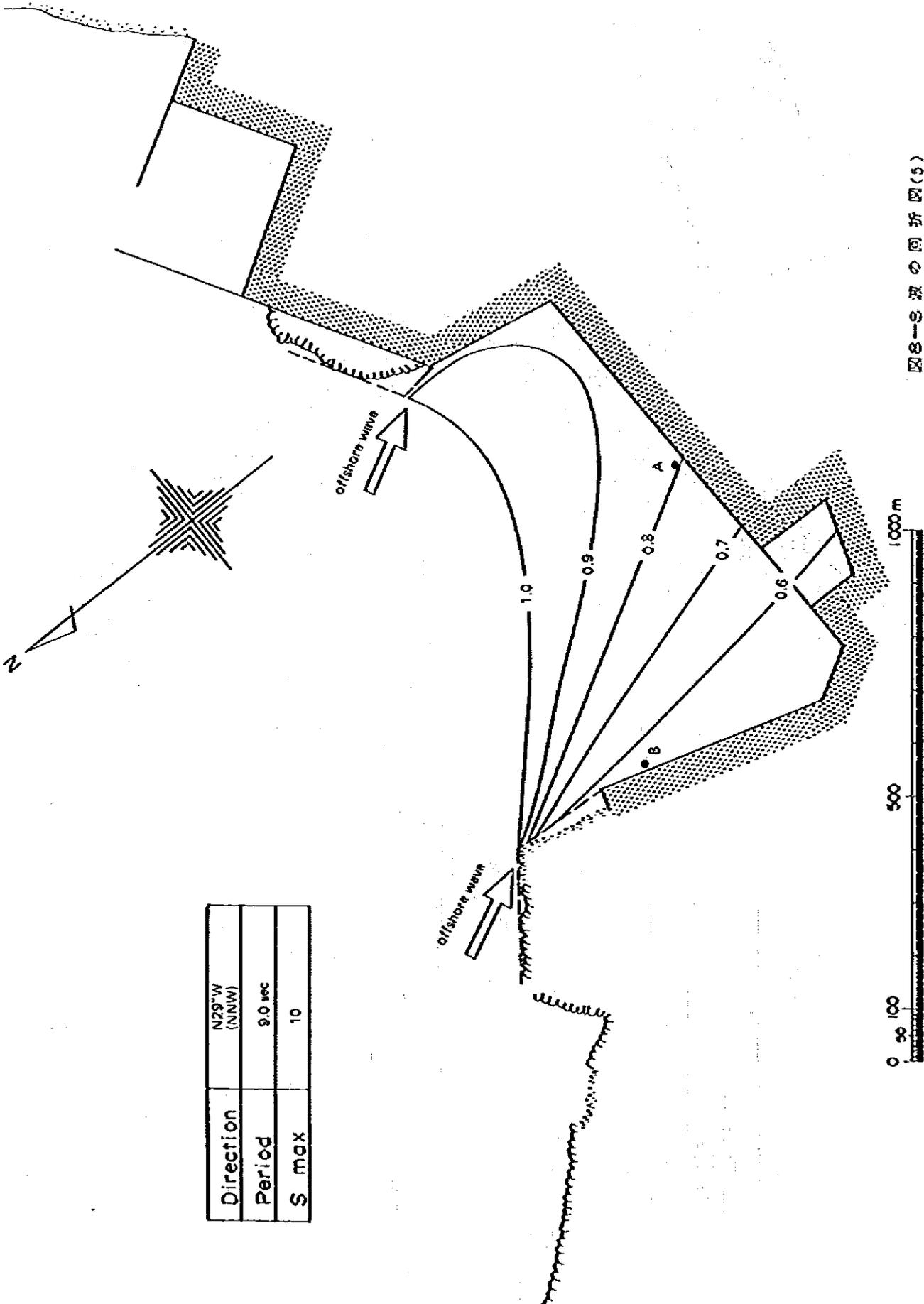


図8-6 波の屈折図(3)



Direction	N17°W (N)
Period	9.0 sec
S max	10

図3-7 波の回折図(4)



Direction	N129°W (NNW)
Period	9.0 sec
S max	10

図8-9 波の回折図(5)

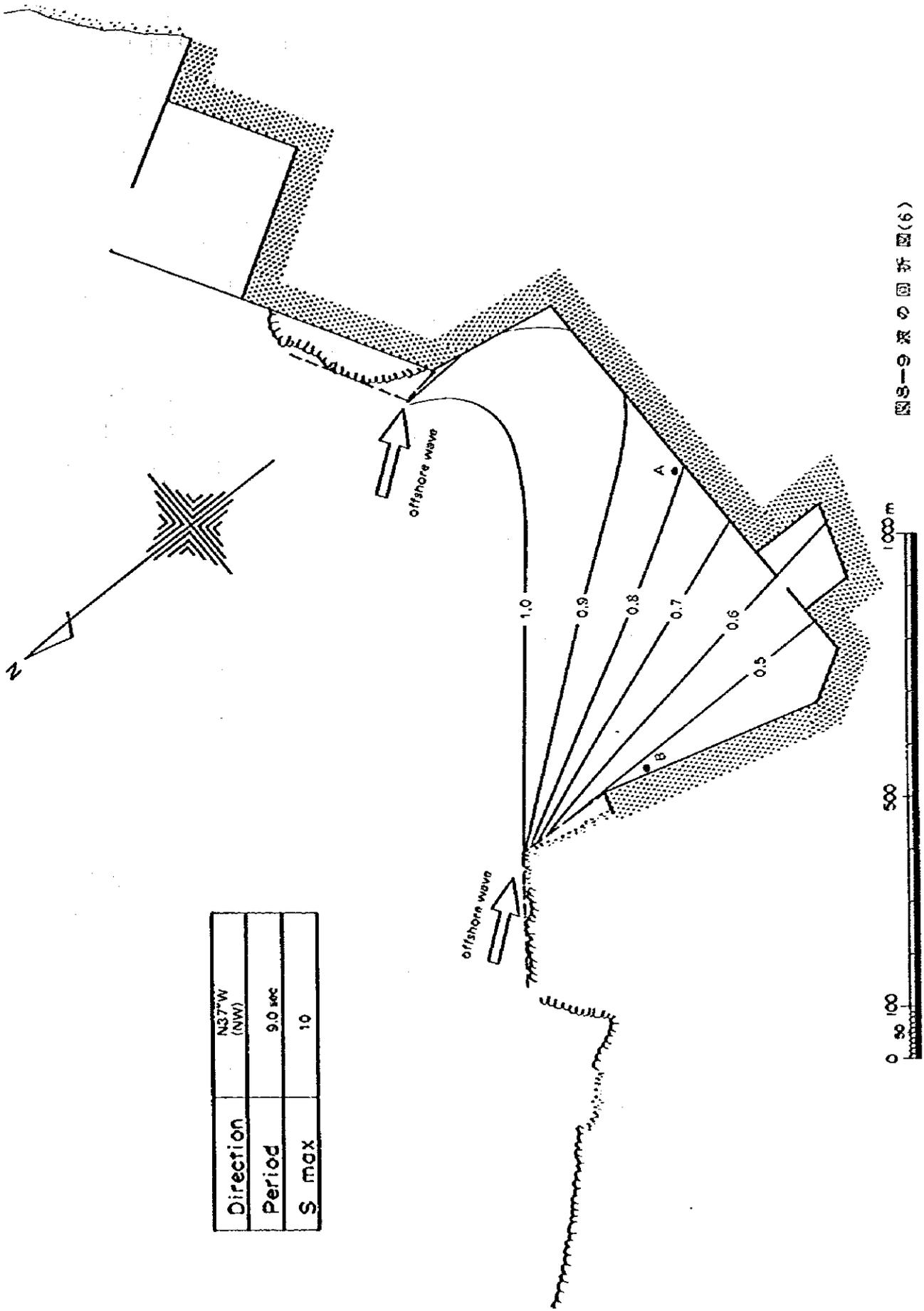


図9-9 波の回折図(6)

(5) 設計震度

地震による水平力の算定は、フィリピン国公共事業省編の「National Structural Code for Buildings」に従い、次式により行うこととする。

$$V = Z \cdot K \cdot C \cdot W$$

ここで V : 地震による水平力
 Z : 地域係数
 K : 構造タイプによる係数
 C : 基礎条件による係数
 W : 構造物の鉛直重量

本地域の地域係数 (Z) は、上記規準によれば第一地帯が適用され、地盤の状態を加味すると 1.2 ~ 1.4 となる。係数 K および C は、主に構造物の振動応答により決まり、 K C の値は最低 0.12, 最高 0.25 と規定されている。上記規準は主に建築物に対して用いられるもので、構造物の振動特性や重要性を考慮すれば、最低値の 0.12 を使用しても差しつかえないと思われる。

以上より地震震度は

$$\begin{aligned} V &= (1.2 \sim 1.4) \times 0.12 \times W \\ &= 0.144 \sim 0.168 W \\ &\approx 0.15 W \end{aligned}$$

となる。

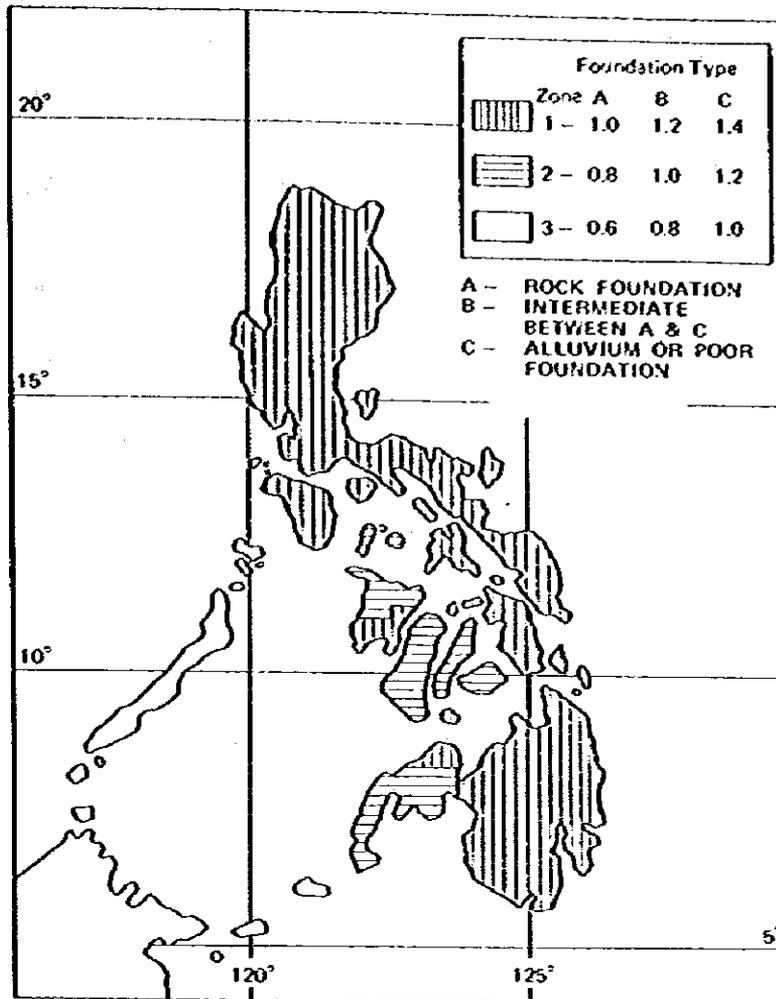
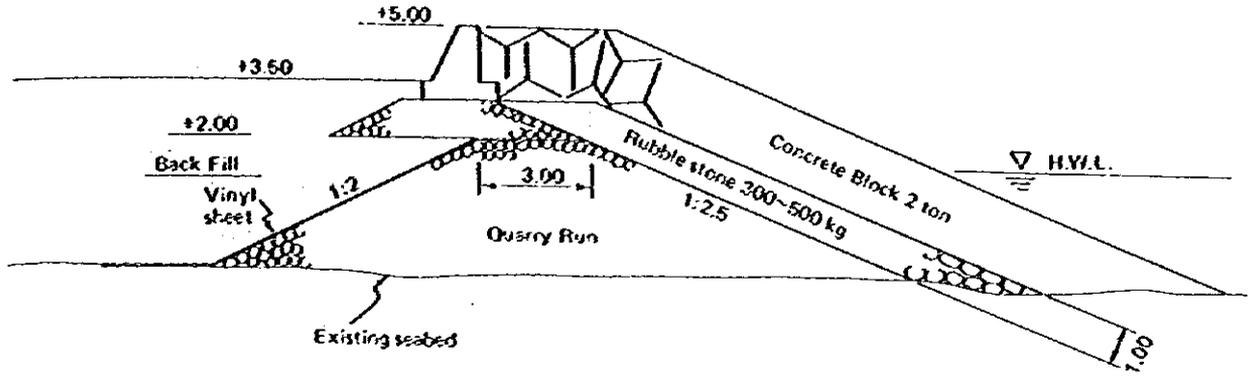


圖8-10 按区域震度係數“2”

Revetment - North Side



Revetment - South Side

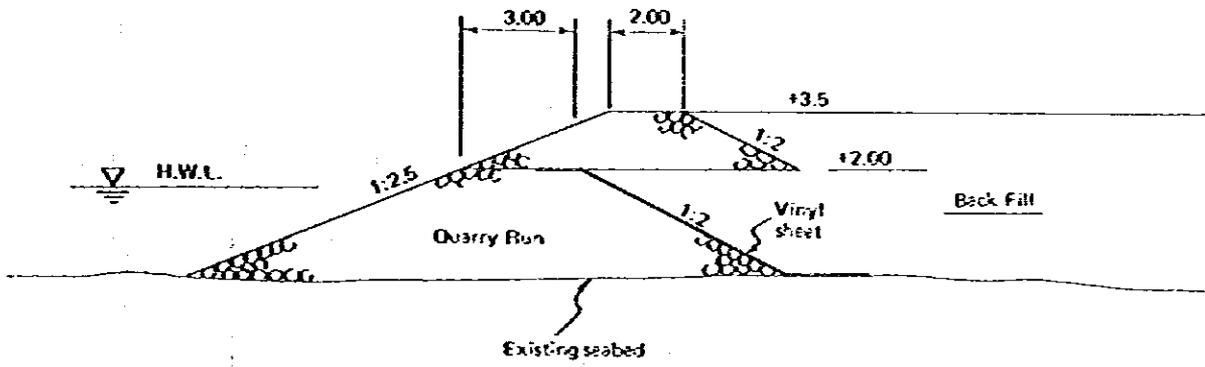


图8-12 護岸標準断面圖
(斜矢橋式)

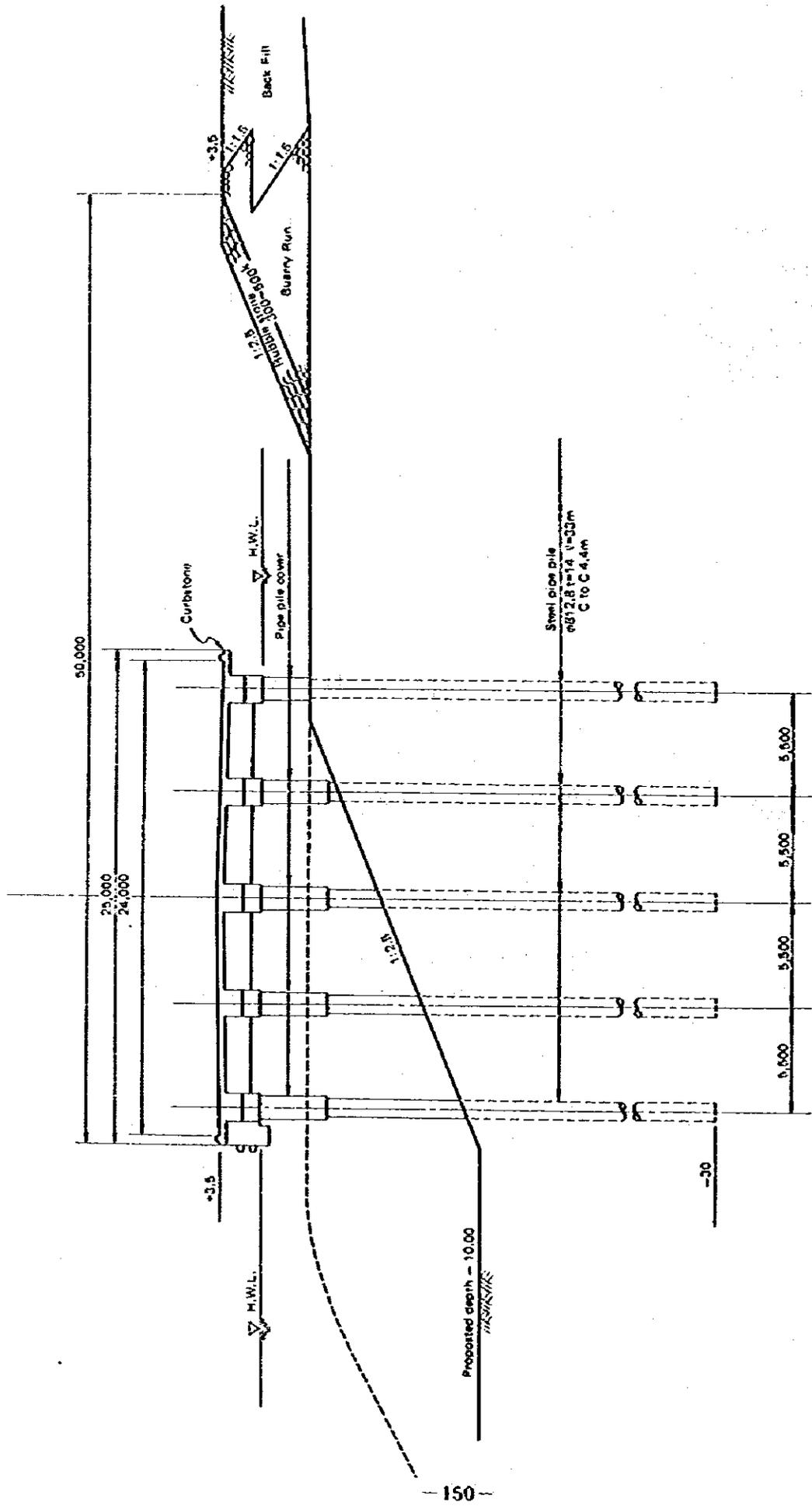


图8-13 桥式桥墩横断面图

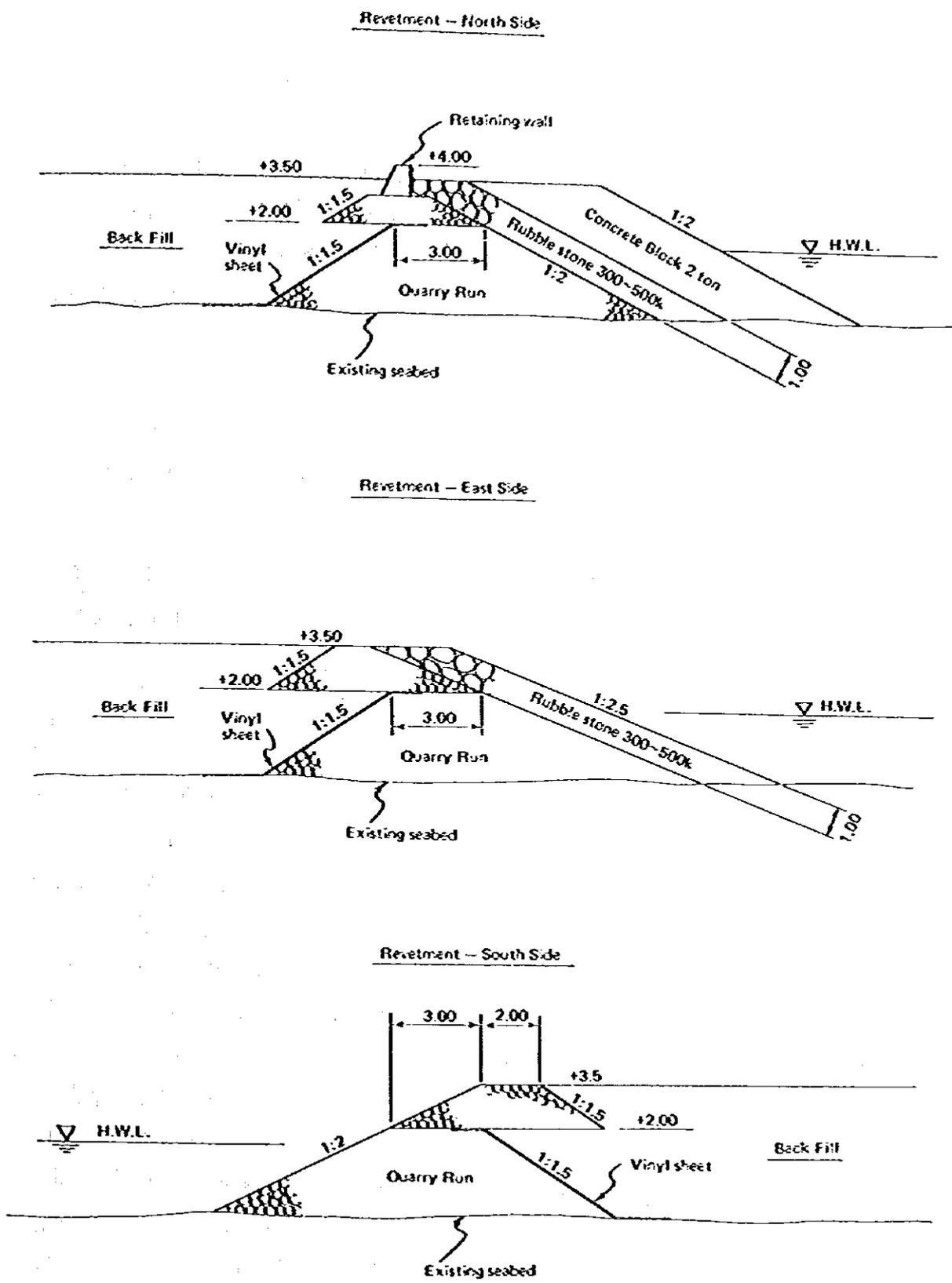


圖8-14 護岸標準形式圖
(模倣式)

8-2 比較設計

(1) 比較検討構造形式の選定

短期整備計画におけるバース構造の設計を進めるに当たって、望ましい構造タイプの選定を予め行う。

バース計画位置の海底土質は、前述の様に粘着力、内部摩擦角ともにせん断抵抗が弱く、地盤支持力も低い。表層には部分的にサンド層があるが、その層厚は余り厚くなく、杭によっても打ち抜くことが出来る。波浪、潮位等の海象条件については工事中も問題となることはない。

これらの状況から最も注目すべき点は、軟弱な地盤性状であり、急な斜面を設けた場合地盤がすべり破壊を起こすことである。

通常の岸壁構造としては、表8-2の様に杭の上に床版を載せた杭棧橋式、軟弱層を置換えた鋼管矢板式、地盤改良をした後、ケーソン等の重力式構造を置いたもの、以上三つの形式が考えられる。これら三形式を計画地点に設置した場合の、長所・短所および工期を比較したものが表8-2である。

重力式とした場合は、施工面での不利も含めて問題が多く、明らかに工費も高く、他の二形式よりも劣ることがわかる。従って残った杭棧橋式および鋼管矢板式について比較検討を進めるものとする。

(2) 比較案の基本設計

i) 鋼管矢板式

既存バースの南側延長線上に、鋼管矢板式の岸壁を設ける案で、法線の背後は全て埋立てられる。法線位置の海底土層は非常に軟弱であり、現状の土質のままでは-10m岸壁を設けた場合、海側の抵抗土圧が期待出来ず、既存の鋼管矢板では許容応力を越えてしまう。従って受働土圧力が主動土圧力程度まで期待できる-20mまでの地層を、良質の砂で予め置き換えてから、径914.4mmの鋼管杭に爪をつけ、連続的に打設して壁を設ける。鋼管矢板の根入れは、-30mまで必要となる。前面鋼管矢板の控え構造は、裏込土砂の投入前に施工する必要があるため、杭形式としなければならないので鋼矢板を用いるものとした。前面鋼管矢板と控え鋼矢板は、径70mmの高張力鋼タイロッドで結ぶ。置換えのための良質土砂は、Casambalangan 湾内東側の海底で採取することができる。

岸壁法線より海岸線を結ぶ護岸は、現地で入手可能な石材を使用した捨石堤とする。捨石堤の裏側には、埋立時の海水汚濁を防ぐためビニール系のシートを使用し、海水面より高くなる+200mまでを第一段階として埋立てる。+200m以上の第二段階の埋立は、陸上の土工機械で施工可能となる。

北側の護岸位置では約25mの設計波浪が見込まれるため、2トン型の消波ブロックで捨石面を覆うものとし、中間に300~500kgの栗石層を設ける。

表8-7 岸壁構造形式比較表

Type of berth	Piled pier type	Sheet pile pile type	Gravity type
General feature			
Advantage	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Being structurally simple and flexible, this type is, indeed, suitable for poor soil characteristics. ◦ No technical problems concerning structure are involved. ◦ No problems of construction are involved. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Efficient cargo handling is possible because the reclaimed entire area behind the quay is completely free for traffic. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Made of concrete, this type is never corroded. ◦ Efficient cargo handling is possible because entire area behind the quay is reclaimed.
Disadvantage	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Because of the problem of stability of the slope under the pier, it is impossible to provide retaining wall for the pier apron so that cargo handling can not be continuous. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ The existing soil must be replaced because of its soft soil characteristics. ◦ Construction and supervision are difficult because the layer requiring sand replacement is thick. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ A yard & slip or a floating dock to fabricate concrete caissons is necessary. ◦ To avoid subsidence of clayey soil, this layer must be replaced.
Construction speed	◦ Fast	◦ Normal	◦ Slow

一方南側の護岸位置では波の影響はなく、また永久的施設ではないことを考慮し、雑石による捨石で築堤して被覆はないものとした。

ii) 杭棧橋式

既存バースの南側延長線上に、幅25mの棧橋を設ける案で、土留護岸法線は-10mまでの浚深により海岸線に向って生ずる斜面の安定性を確保するため、棧橋法線から背面50mの位置に設ける。護岸は主に雑石により形成され、波の影響を受ける北側護岸は、消波用のコンクリートブロックで表面を覆い、中間に300~500kgの栗石を挿入する。南側護岸は、波による影響がほとんどないため、雑石のみで築堤する。中間にある棧橋背後の東側護岸も波による影響は少ないが、沿い波が通過するため雑石の上を300~500kgの栗石で被覆する。埋立地はこれら三方にある護岸で囲われ、棧橋との通行は幅15mの連絡橋2ヶ所を通じて行われる。棧橋本体は、径8128mmの鋼管杭を支持層である-30mまで打設する。棧橋下の浚深により生ずる斜面の勾配は、すべり破壊を起さないよう1:2.5とする。

以上で述べてきた様に、両型式ともに個々の欠点をもっている。つまり、鋼管矢板型式では大規模な地盤置換が必要であり、棧橋型式では埋立地と棧橋を結ぶ連絡橋が余分な工事として必要になる。

しかしこれらは重大な欠点とはいえず、構造上の観点からバース構造の選定をすることは難しい。従って選定に当たっては、荷役効率や現地での資機材調達难易度等が問題となろう。荷役効率の面から考えると鋼管矢板型式が棧橋型式より優れている。

8-3 建設計画と積算

建設予定地点は、珊瑚礁と岬に囲まれた比較的静穏な海域であり、台風時以外は浚渫船、杭打船等の海上作業に支障があるような波浪は、ほとんど無いと予想される。

台風時においても、既設棧橋よりの湾奥は比較的波高が低く、作業船舶の避難水域となりうる。

1 概 要

(1) 稼働日数

建設工事に強く影響を与える時期としては、PAGASA Aparri のデータを分析してみると、一般に6月から9月にかけての台風シーズンが、海象条件が悪く、降雨日数も多い。海上工事が影響を受ける波の方向は、NおよびNW方向であり、10年間の気象データを分析して、海上作業の平均月間稼働日数を22日と算出した。

(2) 施工能力

現地およ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者が見当らず、外部から導入する必要がある。

工事の最盛期には、一時的に多くの熟練労働者が必要となるが、現地およびその周辺地域だけでは不足するので、やはり外部から導入する必要がある。

(3) 施工機械

当工事には、グラブ浚渫船、杭打船等の大型作業船を使用するが、現地および周辺地域には無いので、大型グラブ浚渫船及び杭打船は、日本またはシンガポールから廻航し、小型グラブ浚渫船、土運船、台船等はマニラから廻航する。

ブルドーザー、ショベル、クレーン等の建設用重機械類は、一部分は現地および周辺地域で調達可能であるが、大部分はマニラ等から搬入する必要がある。

(4) 建設資材

現地およびその周辺地域で入手可能な建設資材は、木材、砂、石材であり、セメント、鉄筋等は他の地区から搬入する必要がある。

コンクリート筋骨材用の砂は、現場から片道4km地点のCasambalangan川の川砂を採取するものとし、筋骨材用の砂利は、現場から片道7km地点のBaua川から採取する。300K γ 以上の石材は、現場から10km離れたPalaui Islandから海路搬入する。

鋼管矢板，鋼矢板，型钢，タイロッド，ゴム防舷材，繫船柱，防砂シートは海外から輸入し，現場の既設棧橋から搬入する。

2 施工計画

(1) 泊地浚渫

クラブ容量 8 ㎡ の浚渫船を使用し，図 7-18 に示すように棧橋前面を -10m まで浚渫する。土質は砂質土とし，浚渫土は土運船により片道 4 km 以内で，十分水深が有り，かつ漁場ではない区域に海中投棄する。

浚渫能力は，稼働日当り 9 時間運転と考え，1 日当り浚渫土量は次式によって求められる。

$$V = 288 \text{ ㎡/h} \times 0.95 \times 0.85 \times 9 = 2,093 \text{ ㎡/日}$$

0.95 : 海象係数， 0.85 : 土質係数

また浚渫船の船団構成は次の通りである。

非航クラブ浚渫船	8 ㎡	1,000PS	1 隻
非航土運船	200 ㎡		3 隻
自航揚錨船	5 トン	90PS	1 隻
引 船		D-180PS	1 隻
交 通 船			1 隻

(2) -10m 岸壁

クラブ容量 8 ㎡ の浚渫船を使用し，軟弱地盤を -20m まで床掘する。床掘した跡へ，クラブ容量 2 ㎡ の浚渫船により，Casambalangan 川の河口附近海域から採取した砂を土運船で投入する。その後ラム重量 4 トンの Diesel Pile Hammer を装備した杭打船で，外径 914.4 mm，厚さ 19 mm，長さ 32 m の鋼管矢板を海上打設する。

控え鋼矢板 (Z-5 型，長さ 12m) を 35 トンのクローラークレーンに装備したラム重量 2 トンの Diesel Hammer で陸上打設し，タイロッドを取付け，その後背面裏込めを行う。稼働日当り杭打設能率は，杭打船では鋼管矢板 6 本/日，クローラークレーン杭打機では Z 型矢板 15 枚/日とする。

砂置換工および杭打工の船団構成は次の通りである。

非航クラブ浚渫船	8 ㎡	1,000PS	1 隻
非航クラブ浚渫船	2 ㎡	210PS	1 隻
非航土運船	200 ㎡		2 隻
自航揚錨船	5 トン	90PS	1 隻
非航杭打船	D-40		1 隻
引 船		D-180PS	1 隻
非航台船	300 トン		2 隻

自航潜水土船	D-30PS	1隻
交通船		1隻

(3) 上屋

幅40m×長さ90m,面積3,600㎡の上屋を1棟を建設する。建築仕様は、鉄骨構造で床面コンクリート仕上げとし、屋根材はコルゲートアスベストセメント材を用いる。

(4) 陸上埋立

-10m岸壁の背面を含む、約40,000㎡を+3.5mまで陸上埋立する。埋立土は、現場から2km以内の良質土を持つ周辺の丘から採取し、ダンプトラックにて現場へ運搬し、ブルドーザーにて敷均しを行う。

(5) 臨港道路

舗装はコンクリート舗装とし、30cm厚のベースコース上に、20cm厚のコンクリート舗装を施工する。道路幅員は10mとする。

(6) 取付道路

既存のDugo-San Vicente を結ぶ国道から、短期整備計画の港務区域へ至る既存の道路約1.6kmを補強整備する。道路幅員は7mとし、コンクリート舗装とする。

(7) 排水、給電

臨港道路に沿って、排水側溝700mおよびマンホール5ヶ所を施工する。取付道路沿いに、1.6kmの送電線を整備し、変電所1ヶ所を港務区域内に建設する。変電所から-10m岸壁、上屋、管理棟への電力供給のため支線を整備する。

(8) 航路標識

入出港船に水深-10mの浅瀬区域の境界を示すため、各々のコーナーに1基ずつ、合計3基の浮標ブイを設置する。ブイはバッテリー使用の昼夜兼用型とする。

3 建設工程

短期整備計画に対応する、建設工程を表8-8に示す。当建設計画は、第1年次と第2年次に詳細な自然条件調査を詳細設計および入札書類の作成、審査、施工業者決定までを行う。第3年次から現場工事に着手し、第4年次末までに工事を終了させる。建設工期は4年である。

4 環境対策

工事現場周辺は、Gasambalangan区を中心とした漁民の漁場に近いため、漁業の支障にならないように海水汚染対策が必要である。浅瀬工事による海水汚濁を最小とするため、グラブ浅瀬船を使用し、浅瀬土は土運船により、漁場から離れた十分水深のある海域に海中投棄する。陸上埋立工事による海水汚濁を防ぐため、鋼矢板工法を採用し、鋼矢板工法を採用し、鋼矢板による誘切後に陸上埋立を行い、埋立土砂の海中への流出を防止する。護岸工事において

も、石積護岸内側に防砂シートを布設して、陸上埋立土砂の流出および汚水の海中への浸透を防止することとする。

空気汚染については、排煙を出す建設機器が無いため特別の対策は考えない。

騒音公害としては、工事期間中の建設機械騒音が考へられるが、工事現場付近は民家から離れていること、および夜間工事は行なわないので、特別な対策は行なわない。

5 積 算

短期整備計画のワークタイプの詳細建設コストを表8-9に示す。

工費積算条件は次の通りである。

- 1) 価格は、1981年の価格に基づいてフィリピンペソ(P)で表示する。
- 2) 為替レートは、US\$1.0=P7.95=¥239.00とする。
- 3) 輸入建設資材および輸入建設機械に対する関税は、見込まない。
- 4) 税金は、内貨に対する取引税のみを算入する。
- 5) 物的予備費としては、15%を見込む。
- 6) 価格変動に対する予備費は、見込まない。
- 7) 外貨としては、外国から輸入する建設資材、フィリピンでの調達が困難な大型建設機械の損料および運航費、特殊技能を有する外国人熟練労働者の労賃、フィリピン製品に含まれる輸入原料費を見込む。
- 8) Engineering Feeには、詳細な自然条件調査費と詳細設計費および皆工管理費を含む。

表 3-1-8 规划概算项目施工进度表

Item		1st Year												2nd Year												3rd Year												4th Year											
No.	Description	Unit	Quantity	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12																
1	Dredging	m ³	750,000																																														
2	Sand Replacement	m ³	70,000																																														
3	Steel Sheet Pipe Piling	pcs	242																																														
4	Steel Sheet Piling	pcs	667																																														
5	Tie Rod	set	121																																														
6	Concrete Work	m ³	1,030																																														
7	Land Reclamation	m ³	210,000																																														
8	North Revetment	m	90																																														
9	South Revetment	m	180																																														
10	Transit Shed	m ²	3,600																																														
11	Administration Building	m ²	300																																														
12	Port Road	m ²	12,400																																														
13	Access Road	m ²	11,200																																														
14	Drainage, Light & Fence	sum	1																																														
15	Fender & Bollard	sum	1																																														
16	Navigation Aids	sum	1																																														
17	Mobilization/Demobilization	sum	1																																														
18	Engineering Survey	sum	1																																														
19	Engineering Study	sum	1																																														
20	Engineering Supervision	sum	1																																														

表8-9 短期整備計画概算費

Item No.	Description	Unit	Quantity	Unit Price (₹)			Amount (1,000 ₹)		
				L.C	F.C	Total	L.C	F.C	Total
1	Dredging	m ³	750,000	2.7	24.3	27	2,025	18,225	20,250
2	-10 m Wharf	m	200	39,910	113,590	153,500	7,982	22,718	30,700
3	Revetment	m	270	5,077	5,077	10,154	1,371	1,371	2,742
4	Navigation Aids	sum	1	-	-	-	250	250	500
5	Land Reclamation	m ³	147,000	10	15	25	1,470	2,205	3,675
6	Transit Shed	m ²	3,600	1,280	320	1,600	4,608	1,152	5,760
7	Administration Building	m ²	300	1,280	320	1,600	384	96	480
8	Road & Pavement	m ²	18,600	195	22	217	3,627	409	4,036
9	Open Shed	m ²	4,800	88	22	110	422	106	528
10	Vehicles	sum	1	-	-	-	0	208	208
11	Miscellaneous Works	sum	1	-	-	-	1,973	1,090	3,063
12	Mobilization/Demobilization	sum	1	-	-	-	1,086	9,776	10,862
13	Sub Total						25,198	57,606	82,804
14	Sales Tax	sum	1				1,809	0	1,809
15	Engineering (5%)	sum	1				2,034	3,052	5,086
16	Physical Contingency (15%)	sum	1				4,085	9,099	13,184
17	Grand Total						33,126	69,757	102,883

表 8-1-10 短期整備計画年次別建設費

Unit: 21,000

No.	Description	Unit	Quantity	1st Year			2nd Year			3rd Year			4th Year			Grand Total					
				L.C	F.C	Total	L.C	F.C	Total	L.C	F.C	Total	L.C	F.C	Total	L.C	F.C	Total			
1.	Dredging	m ³	750,000				1,013	9,112	10,125	1,012	9,113	10,125	1,012	9,113	10,125	2,025	18,225	20,250			
2.	-10 m Wharf	m	200				2,912	1,122	4,034	5,070	21,596	26,666	5,070	21,596	26,666	7,982	22,718	30,700			
3.	Revetment	m	270				373	373	746	998	998	1,996	998	998	1,996	1,371	1,371	2,742			
4.	Navigation Aids	Sum	1							250	250	500	250	250	500	250	250	500			
5.	Land Reclamation	m ³	147,000				735	1,102	1,837	735	1,103	1,838	735	1,103	1,838	1,470	2,205	3,675			
6.	Transit Shed	m ²	3,600							4,608	1,152	5,760	4,608	1,152	5,760	4,608	1,152	5,760			
7.	Administration Building	m ²	300							384	96	480	384	96	480	384	96	480			
8.	Road & Pavement	m ²	18,600							3,627	409	4,036	3,627	409	4,036	3,627	409	4,036			
9.	Open Shed	m ²	4,800							422	106	528	422	106	528	422	106	528			
10.	Vehicle	Sum	1							0	208	208	0	208	208	0	208	208			
11.	Miscellaneous Works	Sum	1				1,082	811	1,893	891	279	1,170	891	279	1,170	1,973	1,090	3,063			
12.	Mobilization/Demobilization						760	6,843	7,603	326	2,933	3,259	326	2,933	3,259	1,086	9,776	10,862			
13.	Sub Total						6,875	19,363	26,238	18,323	38,243	56,566	18,323	38,243	56,566	25,198	57,606	82,804			
14.	Sales Tax	Sum	1				459	0	459	1,350	0	1,350	1,350	0	1,350	1,809	0	1,809			
15.	Engineering (5%)	Sum	1				523	1,120	1,643	523	1,120	1,643	523	1,120	1,643	2,034	3,052	5,086			
16.	Physical Contingency (1.5%)	Sum	1				1,110	3,072	4,182	2,827	5,905	8,732	2,827	5,905	8,732	4,085	9,099	13,184			
17.	Grand Total						483	121	604	653	813	1,466	8967	23,555	32,522	23,023	45,268	68,291	53,126	69,757	102,883

表B-11 マスタープラン建設工程表

No.	Item		1980												1990					
	Description	Unit	Quantity	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
1	-10 m General Cargo Berth	m	425																	
2	-7.5 m General Cargo Berth	m	260																	
3	-7.5 m Container Cargo Berth	m	170																	
4	-5.5 m General Cargo Berth	m	90																	
5	-3.5 m Fishers Berth & Jetty	m	1,030																	
6	-3.5 m Small Craft Berth	m	410																	
7	Petroleum Jetty	m	130																	
8	Revetment	m	810																	
9	Dredging	m ³	2,040,000																	
10	Reclamation	m ³	2,500,000																	
11	Transit Shed	m ²	11,100																	
12	Administration Building	m ²	750																	
13	Port Road	m ²	53,700																	
14	Engineering Survey	sum	1																	
15	Engineering Study	sum	1																	
16	Engineering Supervision	sum	1																	

Note: Starting year of above construction schedule will be assumed in 1983.

表8-12 マスタープラン建設費

Item No.	Description	Unit	Quantity	Unit Price (P)	Amount (1,000P)
1	-10 m Berth	m	425	153,500	65,238
2	-7.5 m Berth	m	430	100,900	43,387
3	-5.5 m Berth	m	90	67,300	6,057
4	-3.5 m Berth	m	985	56,900	56,047
5	-7.5 m Petroleum Jetty	m	130	100,900	13,117
6	Fishery Jetty	m	455	38,700	17,609
7	Breakwater	m	170	41,800	7,106
8	Revetment	m	1,110	47,300	52,503
9	Dredging	m ³	2,040,000	27	55,080
10	Reclamation	m ³	2,640,000	25	66,000
11	Transit Shed	m ²	11,100	1,600	17,760
12	Open Shed	m ²	40,000	110	4,400
13	Building	m ²	750	4,200	3,150
14	Road & Pavement	m ²	56,000	217	12,152
15	Green Area	m ²	42,000	40	1,680
16	Mobilization/Demobilization	sum	1		32,600
17	Miscellaneous Works	sum	1		18,500
	Total				472,386
	Sales Tax	sum	1		13,230
	Physical Contingency (15%)	sum	1		70,860
	Engineering Fee (5%)	sum	1		29,324
	Grand Total				585,800

第9章 經濟分析

第9章 経済分析

9-1 一般

1 概要

既に述べてきたようにRegion II 地域は豊かな可能性を有しながら最も開発のおくれている地域となっている。その原因の一つとして同地域に十分な機能を有する港が存在しないことが挙げられる。地域の生産者及び消費者は近隣の港を利用できないために、トラック輸送に頼るか、あるいは500 km も離れたマニラ港を利用せざるを得ない状況に置かれている。その結果、生産者及び消費者は必要以上の経費を負担することになるので、市場競争力が弱く生産及び消費の拡大ができず、地域の発展が阻害される要因となっている。

そこでアイリーン港を本格的に整備拡充することによって、物流基地となし、第一に地域に内在する物資の処理を図り、より低廉かつ効果的な輸送の実現をめざし、第二には地域開発を推進し地域発展の基盤となる拠点づくりをめざそうとするものである。

この結果、本プロジェクトはRegion II の開発に計り知れない程の大きなインパクトを与えると考えられるが、本章において経済分析として定量的に把握できる範囲は以下のごとく極く限られたものでしかない。なお本プロジェクト全体は2000年を開発目標年度として策定されたが、本章の分析は1987年の需要予測に基づいて計画された短期整備計画だけを対象に行うことにする。

2 比較代替案

本経済分析を行うに当たり、比較代替案の設定について種々検討した。Luzon 島内における貨物の輸送動向、Aparri 港との関係、道路網の状況についても考慮した。

結局多くの例に見られるように本プロジェクトに投資しない場合、既にアイリーン港を現状のままに置く場合を以て比較代替案とすることにした。(但し、この場合でも現ピアーの未完成部分66mとDugo-San Vicente 間の道路は1987年までに整備されていることを前提にする。)

ここで留意すべきことは、本プロジェクトは単なる施設の増設ではないということである。現状においてもアイリーン港はこの地域随一の港施設を有するにもかかわらず、年間20,000t程度の貨物を取扱っているにすぎない。この原因の一つとして、まずDugo-Casambalangan 間の道路状況を挙げることができる。しかしアイリーン港の公共施設としては、けい留施設しか存在しないことに主たる原因があると考えられる。即ちアイリーン港が荷揚げ及び保管機能を始め港としての総合的な機能を有しないために、特定の貨物を除き一般の貨物の荷主は利用したくても利用できないのが現状である。そこで本プロジェクトが実施されて、同港が本格的に整備されることにより始めて「需要予測」によって割定された地域の潜在貨物量の全量が同港を利用することができるようになると考えられる。要するに本プロジェクトは単なる施設の増設ではな

くて、実質的には新規港湾開発に近いプロジェクトと考えるべきであろう。

3 取扱貨物量

上記の考え方に基く本プロジェクトのWith case 及びWithout case の貨物量は表9-1の通りとなる。同表の貨物量推計に当っては、Aparri港、Claveria港等の既存港の取扱貨物量は繰りこみ済である。また貨物量の伸びは年率8.8%を見込んでおり、1989年に取扱量の限界に達することになる。

本プロジェクトがWithoutの場合でも、アイリーン港への道路は整備されており、CASUCOの砂糖上屋と糖みつの保管・積出し施設は存在するので、砂糖、糖みつおよび従来からの主要取扱貨物である原木は推計貨物量の全量を取扱うことができる。従って砂糖、糖みつ及び原木の3品目はWith及びWithoutの両ケースで何等変化が生じないので以下の検討の対象から除外する。

表9-1 進出口貨物量

(1,000 tons)

Item	1987		1988		1989			
	Foreign	Domestic	Foreign	Domestic	Foreign	Domestic		
Cargo Volume in with case	Lumber	17	33	18	36	19	39	
	Plywood/Veneer	29	32	32	35	35	38	
	Cement	0	5	0	5	0	5	
	Fertilizer	20	0	22	0	24	0	
	Palay	40	0	42	0	45	0	
	Others	7	5	8	7	9	9	
		(113)	(75)	(122)	(83)	(132)	(91)	
	Sub-total	188	205	223				
	Cargo Volume in Without Case	Sugar	22	0	24	0	26	0
		Molasses	8	0	9	0	10	0
Logs		10	20	11	21	12	22	
		(40)	(20)	(44)	(21)	(48)	(22)	
Sub-total		60	65	70				
Total	153	95	167	104	184	113		
	248	270	293					

9-2 便益の推定

1 便益の種類

アイリーン港の整備拡充の目的は、Region Ⅱの物流基地を整備することにより、輸送条件の改善を図って交易を促進し、ひいては地域開発の核たらしめようとするものである。これをより具体的に把握すると次の項目が主たる経済便益として推定される。

(1) 貨物の輸送コストの節減

Region Ⅱには本格的な港湾施設が存在しないために、大半の貨物輸送を割高なトラック輸送に頼っている。本プロジェクト実施によって安価な海上輸送を十分に活用できるので、輸送コストの節減を図ることができる。

(2) 地域開発効果

本プロジェクトの実施によって、まず第一に港湾に隣接する地域に荷役業、倉庫業、運送業等の港湾関連企業、サービス業が進出してくる。次いで現在計画中の“Export Processing Zone”を始めとする輸出入関連産業が立地するようになり、さらに農林漁業の生産が促進され、豊富な地下資源の開発も可能となる。

(3) 雇用機会及び所得増大効果

アイリーン港整備に伴う産業立地及び資源開発によって、地域住民の雇用機会が増大する。さらに第一次産業の生産の促進及び第二次、第三次産業の進出による付加価値生産性の上昇等により、地域住民の所得が増大する。

(4) 東アジア及び東南アジア方面との交易の促進

本プロジェクトの実施によって中国、台湾、韓国、日本及び東南アジア各国とRegion Ⅱの結びつきが強化されることになり、Luzon 島内におけるアイリーンの地理的優位性により地域の輸出入貿易が促進される。

また輸出コスト節減により価格競争力が増加するので、この面からも貿易が促進される。

(5) 輸送力の増強及び輸送体系の合理化

アイリーン港の整備拡充によって、大量輸送が可能となる海運の整備を促し、増大する地域の生産及び消費に十分に対処できるようになる。また多島国家フィリピンにとって重要な海上輸送体系の形成に寄与し、低廉かつ効果的な輸送の実現に寄与する。

以上の諸項目のうち、計測が可能な「(1)輸送コストの節減」についてのみ以下に定量化を行うことにする。

2 貨物輸送コストの節減便益

(1) 貨物流動の変化

既に述べた通り、Region Ⅱの経済活動はPan Philippine Highwayを通じてManilaに大きく依存しており、地域の輸送は同道路上のトラック輸送が中心となっている。わずかに原木及び石油精製品等がAparri港、Claveria港及びアイリーン港等

を通じて出入しているだけである。即ちこの地域の貨物の大部分は Manila 港を通じて輸出入されるか、又は Manila へ移出されているのが現状である。

しかし本プロジェクト実施により、原木以外の各種貨物もアイリーン港を利用することができるようになり、以下に述べるように輸送コストの節減も図れるので、アイリーン港の背後圏の貨物の輸送経路は With の場合と Without の場合では変化することになる。

表 9-1 の貨物のうち、砂糖、糖みつ、原木は With, Without のどちらの場合でもアイリーン港を利用するので輸送経路に変化は生じない。

一方木材製品 (Lumber, Plywood/Veneer), セメント, 肥料, 米及びその他貨物 (Others) は "Without" ではマニラに向うが, "with" の場合のみアイリーン港を利用することができる。従って with case ではこれらの貨物の輸送経路が変化することが考えられる。そこで次の前提条件によって輸送経路の変化を想定する。

- 1) without の場合、輸出入貨物の経由港は Manila 港とする。
- 2) 移出入貨物の起点、終点は Manila とする。
- 3) 輸送経路は経済原則にのっとり、輸送コストがより安い経路を選択することを原則にする。
- 4) 対象貨物のアイリーン港背後圏における品目毎の仕出地及び仕向地を第 5 章「需要予測」に基いて次の通り設定する。

i) 木材製品 (Lumber, Plywood/Veneer)

木材製品の取扱量は Cagayan 州内で生産される量だけを対象としている。そこで州内における仕出地及び夫々の出荷量を次の条件により設定する。

主な製材工場は Pan Philippine Highway に面する Tuguegarao と Camalaniugan 周辺に所在しており、両地区の生産能力は次の通りである。

表 9-2 木材工場における生産規模

Point	Daily Rate Capacity (1979)	Ratio of Production Capacity	Ratio of Shipment Volume
Tuguegarao	40,000 BD. FT	26.5%	30%
Camalaniugan	11,000	73.5	70

(Source: CIADPO)

そこで Tuguegarao 及び Camalaniugan の 2 地点を木材製品の仕出地として選定し、出荷量としては表 9-1 の木材製品に対して前者が 30%, 後者が 70% の比率を有するものとする。

ii) セメント

需要予測ではアイリーン港のセメント取扱量はアイリーン港周辺の極く限られた地域の消費だけを想定しているのので、ここではアイリーン港に最も近く流通の拠点として機能できるGONZAKAを仕向地として選定する。

iii) 米 (Palay)

表9-3は入手データから米 (Palay) の生産に関する指標を整理したものである。これらの数値から、Region IにおけるPalayの生産は主としてIsabela州とCagayan州の両州で行なわれていることがわかる。ここでは米 (Palay) の仕出地 (集荷地点) として、次の理由により2地点を設定する。

- ① Cagayan州の生産量は十分にあること。
- ② アイリーンに距離的に近いほど、港荷の吸引力が強いと考えられること。
- ③ TuguegaraoはCagayan州の州都であるばかりでなく、Region I全体の中心地であること。
- ④ 以上の3点からTuguegaraoを輸出米の発生地点としてとらえることにするが、上記の数値から米 (Palay) の生産の主力はむしろIsabelaにあるとみることもでき、無視できないので、補充的地点としてIsabelaの州都Ilaganも加えることにする。

従って両地点における米の出荷量は次の通りとなる。

Tuguegarao	90%
Ilagan	10%

表9-3 Region Iにおける米の生産に係る指標

Province	Farmers engage in agriculture	Farmers engage in rice production	Area devoted to rice production	Palay production
Cagayan	91,455 (29%)	44,386	94,734 ^{has.} (22%)	311,287 ^{l.} (38%)
Isabela	102,181 (32%)	60,114	135,350 (31%)	—
Nueva Vizcaya	36,785	—	—	—
Kal. Apayao	18,508	—	—	—
Quirino	14,103	—	—	—
Ifugao	37,326	—	—	—
Batanes	18,127	—	—	—
Total	318,485 (100%)	—	432,600 (100%)	812,880 (100%)

Source: CIADPO (1977, 1980)

iv) 肥料

Cagayan 州内で使用する肥料に見合う量をアイリーン港から輸入することにして
いるので、Cagayan 州内で次の2地点を仕向地として設定する。

Tuguegarao及びAparriは州の動脈Pan Philippine Highway上にあり、州
内の流通の拠点として機能している。

両地区への仕向量の比率設定に関する適当なデータがないので、流通の状況及び産
業構造から判断して50%ずつとすることも考えられるが、ここでは両地区の人口比
によって仕向量の比率を設定することにする。

表9-4 両都市の人口比較

Tuguegarao	73,529 persons	62%
Aparri	45,047 persons	38%

表9-5 両都市の周辺地区を含めた人口比較

Tuguegarao Area	Tuguegarao	73,529 persons	
	Solana	46,064 persons	
	Penablanca	24,885 persons	
	Total	144,478 persons	64.4%
Aparri Area	Aparri	45,047 persons	
	Camalaniugan	15,078 persons	
	Lal-Lo	26,843 persons	
	Total	86,968 persons	37.6%

以上の数値によって下記の通り設定する。

Tuguegarao 60%

Aparri 40%

v) その他貨物 (Others)

肥料と同様な理由で次の2地点を仕向地とし、仕向量の比率も同様とする。

Tuguegarao 60%

Aparri 40%

以上の諸条件に基づいて、with 及び without の場合の夫々の貨物の輸送経路を図9-1の通り想定する。また経路毎の貨物量は表9-1に基づいて表9-6の通りとなる。

図9-1によれば外貨貨物がアイリーン港を利用する場合は、利用しない場合に比較して陸上輸送距離が大巾に短縮されることになる。

また、内貨貨物は輸送形態が変化して陸上輸送から陸上輸送と海上輸送の組み合わせに変化することになる。

Cargo	without the port	with the port
Wood Products (Export)	<p>Tuguegarao —————> Manila —————> Importing Countries</p> <p>Camalaniugan —————> Manila —————> Importing Countries</p>	<p>Tuguegarao —————> Irene —————> Importing Countries</p> <p>Camalaniugan —————> Irene —————> Importing Countries</p>
(Outward)	<p>Tuguegarao —————> Manila</p> <p>Camalaniugan —————> Manila</p>	<p>Tuguegarao —————> Irene —————> Manila</p> <p>Camalaniugan —————> Irene —————> Manila</p>
Cement (Inward)	<p>Manila —————> Gonzaka</p>	<p>Manila —————> Irene —————> Gonzaka</p>
Fertilizer (Import)	<p>Exporting Countries —————> Manila —————> Aparri —————> Tuguegarao</p>	<p>Exporting Countries —————> Irene —————> Aparri —————> Tuguegarao</p>
Palay (Export)	<p>Tuguegarao —————> Manila —————> Importing Countries</p> <p>Iigan —————> Manila —————> Importing Countries</p>	<p>Tuguegarao —————> Irene —————> Importing Countries</p> <p>Iigan —————> Irene —————> Importing Countries</p>
Others (Import)	<p>Exporting Countries —————> Manila —————> Aparri —————> Tuguegarao</p>	<p>Exporting Countries —————> Irene —————> Aparri —————> Tuguegarao</p>
(Inward)	<p>Manila —————> Aparri —————> Tuguegarao</p>	<p>Manila —————> Irene —————> Aparri —————> Tuguegarao</p>

Note: —————> Land Transport
 ~~~~~> Sea Transport  
 □ Port

図9-1 貨物輸送の総路網地図

表9-6 品目別地域別貨物量

| Cargo                                       | Foreign or Domestic | Districts          | Volume  |         |         |
|---------------------------------------------|---------------------|--------------------|---------|---------|---------|
|                                             |                     |                    | 1987    | 1988    | 1989    |
| Wood Products<br>(Lumber<br>Plywood/Veneer) | Export              | Tuguegarao (30%)   | 13,800  | 15,000  | 16,200  |
|                                             |                     | Camalaniugan (70%) | 32,200  | 35,500  | 37,800  |
|                                             | Outward             | Tuguegarao (30%)   | 19,500  | 21,300  | 23,100  |
|                                             |                     | Camalaniugan (70%) | 45,500  | 49,700  | 53,900  |
| Cement                                      | Inward              | Gonzaka (100%)     | 5,000   | 5,000   | 5,000   |
| Fertilizer                                  | Import              | Aparri (40%)       | 8,000   | 8,800   | 9,600   |
|                                             |                     | Tuguegarao (60%)   | 12,000  | 13,200  | 14,400  |
| Palay                                       | Export              | Guguegarao (90%)   | 36,000  | 37,800  | 40,500  |
|                                             |                     | Ilagan (100%)      | 4,000   | 4,200   | 4,500   |
| Others                                      | Import              | Aparri (40%)       | 2,800   | 3,200   | 3,600   |
|                                             |                     | Tuguegarao (60%)   | 4,200   | 4,800   | 5,400   |
|                                             | Inward              | Aparri (40%)       | 2,000   | 2,800   | 3,600   |
|                                             |                     | Tuguegarao (60%)   | 3,000   | 4,200   | 5,400   |
| TOTAL                                       |                     |                    | 188,000 | 205,000 | 223,000 |

(2) 輸送コストの節減額の算定

前節で想定した図9-1及び表9-6に基づいて、各貨物が本プロジェクトの存在する with の場合に要する輸送コストと、without の場合に要する輸送コストについて夫々算定し、その差額をもって輸送コスト節減便益とする。

輸送コスト(貨物1トン当り)の算定はNTPP, PPA, 船会社, 陸運会社等の提供データより行うことにする。

- 1) 陸上輸送はトラックによるものとし、所要コストはSecond-handの3 axle trucksのトン・キロメートル当りのコストの例に基づいて算定する。
- 2) 海上輸送は内航貨物船によるものとし、所要コストはSecond-handの3,000 DWT級の貨物船の海上におけるトン・キロメートル当りの船費及び両端の港務における貨物1トン当りの船費の例に基づいて算定する。それに貨物1トン当りの荷役費及び港費を加味する。
- 3) with及びwithoutの両ケースにおける外航運賃は同額とし、フィリピン国内の貨物1トン当りの港務経費も同額とする。

以上により区間別の輸送コストを表9-7の通り算定したが各経路別における輸送コストの節減額の算定は、次式により行う。

$$B = V \times (C_1 - C_2)$$

ここに B = 便益

V = 貨物量

C<sub>1</sub> = without の輸送コスト

C<sub>2</sub> = With の輸送コスト

本式により品目別に節約される輸送コストは表9-8の通りである。

表9-7 輸送コストの推計

(P/ton of carzo)

| Distance      |                          | Trucks | Cargo Ships |
|---------------|--------------------------|--------|-------------|
| Tuguegarao    | 496 Km ————— Manila      | 298    |             |
| Camalaniugan  | 585 ————— Manila         | 351    |             |
| Aparri        | 595 ————— Manila         | 357    |             |
| Gonzaka       | 615 ————— Manila         | 369    |             |
| Tuguegarao    | 144 ————— Irene          | 86     |             |
| Camalaniugan  | 52 ————— Irene           | 31     |             |
| Aparri        | 62 ————— Irene           | 37     |             |
| Gonzaka       | 22 ————— Irene           | 13     |             |
| Ilagan        | 220 ————— Irene          | 132    |             |
| Ilagan        | 420 ————— Manila         | 252    |             |
| Manila        | 10 ————— Port of Manila  | 6      |             |
| Port of Irene | 775 ————— Port of Manila |        | 203         |

表9-8 輸送コストの節減額

(P1,000)

| Item          | 1987   | 1988   | 1987   |
|---------------|--------|--------|--------|
| Wood Products | 18,325 | 19,946 | 21,556 |
| Cement        | 735    | 735    | 735    |
| Fertilizer    | 5,092  | 5,601  | 6,110  |
| Palay         | 8,076  | 8,480  | 9,086  |
| Others        | 2,013  | 2,360  | 2,707  |
| Total         | 34,241 | 37,122 | 40,204 |