

專刊第七號

環島航運港址調查暨規劃設計研究

侯 和 雄

臺灣省政府交通處港灣技術研究所

中華民國七十一年十一月

台 中

梧 棲

委託機關：交通部運輸計劃委員會

計劃名稱：環島航運計劃港址調查暨初步規劃設計

金額：新台幣玖佰玖拾玖萬陸仟陸佰叁拾元正

時間：自民國七十年九月一日起

至民國七十二年六月卅日止

計劃主持人：侯和雄 台灣省交通處港灣技術研究所副所長

參加人員：顧問：湯麟武 國立成功大學水工試驗所教授

研究人員：涂盛文、王慶福、張金機、黃清和、王壽雄
許瑞潘、單誠基、翁國和、曾哲茂、江金德
曾相茂

助理人員：蔡福源、簡連貴、李忠潘、林柏青、王克尹
曾文傑、黃寶珠、林隆貞、馬維倫、梅海潮
蔡金吉、張富東、陳正義、張阿平、邱御墩
林振田

目 錄

一、前 言	1
1.1 工作緣起	1
1.2 研究範圍	2
二、水深測量	4
2.1 北部海岸港址測量工作	5
2.2 布袋港址水深測量	6
2.3 墾丁港址測量	20
2.4 蘭嶼港址測量工作	22
三、氣象調查分析	33
3.1 北部海岸風況調查分析	33
3.2 布袋港址風況調查分析	33
3.3 墾丁港址風況調查分析	34
3.4 蘭嶼港址風況調查分析	35
四、海象調查分析	63
4.1 波浪觀測	63
4.2 潮汐之統計分析	63
4.2.1 北部海岸港址潮汐統計分析	63
4.2.2 布袋港址潮汐統計分析	63
4.2.3 墾丁港址潮汐調查分析	65
4.2.4 蘭嶼港址潮汐調查分析	65
4.3 流況之調查分析	66
4.3.1 北部海岸外海流況	66
4.3.2 布袋港址外海流況	66
4.3.3 墾丁港址外海流況	67
4.3.4 蘭嶼港址外海流況	67
4.3.5 環島海岸沿流概況	67

五、風浪調查分析	74
5.1 北部海岸港址季節風風浪分析	74
5.1.1 北部海岸港址季節風波浪分析	74
5.1.2 北部海岸港址颱風波浪分析	74
5.2 布袋港址風浪分析	74
5.2.1 布袋港址季節風波浪分析	74
5.2.2 布袋港址颱風波浪分析	75
5.3 墾丁港址風浪分析	75
5.3.1 墾丁港址季節風波浪分析	75
5.3.2 墾丁港址颱風波浪分析	75
5.4 蘭嶼八代灣港址海面風浪分析	76
5.4.1 蘭嶼港址季節風浪分析	76
5.4.2 蘭嶼港址颱風波浪推算	76
5.4.3 颱風波浪推算結果	77
5.5 各港址風浪之檢討與設計波之釐定	80
六、環島航運港址鑽探調查與土壤試驗	116
6.1 北部海岸港址	116
6.2 布袋港址	123
6.3 墾丁港址	130
6.4 蘭嶼港址	130
七、波浪折射分析	141
7.1 北部海岸折射圖之繪製過程與分析	141
7.2 布袋港址波浪折射分析	142
7.3 墾丁港址波浪折射分析	142
7.4 蘭嶼港址波浪折射分析	144
八、新關港埠之設計	208
8.1 北部港之設計	208
8.2 布袋港之設計	217

8.3	墾丁港之設計.....	219
8.4	蘭嶼港之設計.....	228
8.5	運量分析與港埠能量.....	239
九、	發展環島貨運與離島客運現有港埠之改善規劃	257
9.1	成功新港之改善規劃.....	257
9.2	綠島港之改善規劃.....	260
9.3	東港之改善規劃.....	260
9.4	中芸港之改善規劃.....	263
9.5	小琉球港之改善規劃.....	263
十、	結 語.....	266

表 序

表2-1 MRD-1定位儀施測距離成果表	17
表4-1 布袋站潮位分析統計表	64
表4-2 墾丁站潮位分析統計表	65
表5-1 北部港址颱風波浪分析各項條件列表	78
表5-2 北部港址颱風波浪分析推算結果表	79
表5-3 蘭嶼颱風波浪分析推算結果表	80
表6-1~6-5 北部港址地質鑽探試驗成果表	118
表6-6~6-9 布袋港址地質鑽探試驗成果表	126
表6-10~6-12 墾丁港址地質鑽探試驗成果表	132
表6-13~6-17 蘭嶼港址地質鑽探試驗成果表	136
表8-1 北部港工程費概估表	216
表8-2 布袋港工程費概估表	227
表8-3 墾丁港工程費概估表	242
表8-4 蘭嶼港工程費概估表	256

圖 序

圖2-1	北部海岸港址使用之三角點之一	8
圖2-2	北部海岸港址使用之三角點之二	9
圖2-3	布袋港址三角點施測略圖之一	10
圖2-4	布袋港址三角點施測略圖之二	11
圖2-5	布袋港址測量用之三角點之一	12
圖2-6	布袋港址測量用之三角點之二	13
圖2-7	布袋港址測量用之三角點之三	14
圖2-8	布袋港址測量用之三角點之四	15
圖2-9	布袋港址測量用之三角點之五	16
圖2-10	使用自動定位儀MRD-1施測水深示意圖	20
圖2-11	墾丁港址測量用之三角點之一	24
圖2-12	墾丁港址測量用之三角點之二	25
圖2-13	墾丁港址三角網施測略圖	26
圖2-14	蘭嶼港址測量用之三角點之一	27
圖2-15	蘭嶼港址測量用之三角點之二	28
圖2-16	蘭嶼港址測量用之三角點之三	29
圖2-17	蘭嶼導線控制點施測略圖	30
圖3-1	北部海岸風玫瑰圖(一九八一年十二月)	37
圖3-2	北部海岸風玫瑰圖(一九八一年一月)	38
圖3-3	北部海岸風玫瑰圖(一九八一年二月)	39
圖3-4	北部海岸風玫瑰圖(一九八一年三月)	40
圖3-5	鰲鼓站歷年十月至三月風向風速玫瑰圖(一九六三~六五,一九六八~七二)	41
圖3-6	鰲鼓站一九七三~七四年十月至三月風向風速玫瑰圖	42
圖3-7	鰲鼓站歷年四月至九月風向風速玫瑰圖(一九六三~六五,一九六八~七二)	43
圖3-8	鰲鼓站一九七三~七四年四月至九月風向風速玫瑰圖	44

圖3-9	布袋港址十二月，元月風況玫瑰圖	45
圖3-10	布袋港址二月，三月風況玫瑰圖	46
圖3-11	布袋港址四月，五月風況玫瑰圖	47
圖3-12	墾丁港址一月，二月風況玫瑰圖	48
圖3-13	墾丁港址三月，四月風況玫瑰圖	49
圖3-14	墾丁港址五月，六月風況玫瑰圖	50
圖3-15	墾丁港址七月，八月風況玫瑰圖	51
圖3-16	墾丁港址九月，十月風況玫瑰圖	52
圖3-17	墾丁港址十一月風況玫瑰圖	53
圖3-18	墾丁港址十二月風況玫瑰圖	54
圖3-19	墾丁港址六十九年全年風況玫瑰圖	55
圖3-20	蘭嶼港址元月，二月風況玫瑰圖	56
圖3-21	蘭嶼港址三月，四月風況玫瑰圖	57
圖3-22	蘭嶼港址五月，六月風況玫瑰圖	58
圖3-23	蘭嶼港址七月，八月風況玫瑰圖	59
圖3-24	蘭嶼港址九月，十月風況玫瑰圖	60
圖3-25	蘭嶼港址十一月，十二月風況玫瑰圖	61
圖3-26	蘭嶼港址全年風況玫瑰圖	62
圖4-1	北部海岸港址流況實測分析圖	68
圖4-2	布袋港址流況實測分析圖(每二十分鐘之紀錄)	69
圖4-3	布袋港址流況實測分析圖(每小時紀錄)	70
圖4-4	墾丁港址流況實測分析圖	71
圖4-5	蘭嶼港址流況實測分析圖(1982/0609/1000~0610/1100)	72
圖4-6	蘭嶼港址流況實測分析圖(1982/0610/1100~0611/12.00)	73
圖5-1	北方港址一月份波高週期分佈圖	82
圖5-2	北方港址二月份波高週期分佈圖	83
圖5-3	北方港址三月份波高週期分佈圖	84
圖5-4	北方港址颱風波浪推算路徑圖	85

圖5-5	布袋港址一月份波高週期分佈圖	86
圖5-6	布袋港址二月份波高週期分佈圖	86
圖5-7	布袋港址三月份波高週期分佈圖	87
圖5-8	布袋港址四月份波高週期分佈圖	87
圖5-9	布袋港址五月份波高週期分佈圖	88
圖5-10	布袋港址六月份波高週期分佈圖	88
圖5-11	布袋港址七月份波高週期分佈圖	89
圖5-12	布袋港址八月份波高週期分佈圖	89
圖5-13	布袋港址九月份波高週期分佈圖	90
圖5-14	布袋港址十月份波高週期分佈圖	90
圖5-15	布袋港址十一月份波高週期分佈圖	91
圖5-16	布袋港址十二月份波高週期分佈圖	91
圖5-17	衛歐拉及艾爾西颱風路徑	92
圖5-18	艾爾西(ELSIE)颱風波浪推算結果(民國六十二年)	93
圖5-19	衛歐拉(VIOLA)颱風波浪推算結果(民國五十八年)	94
圖5-20~圖5-43	墾丁港址各月份之示性波高與週期發生之頻率	95
圖5-44	蘭嶼一九八〇年一月份週期及波高	107
圖5-45	蘭嶼一九八〇年二月份週期及波高	108
圖5-46	蘭嶼一九八〇年十月份週期及波高	109
圖5-47	蘭嶼一九八〇年十一月份週期及波高	110
圖5-48	蘭嶼一九八〇年十二月份週期及波高	111
圖5-49	蘭嶼一九八一年一月份週期及波高	112
圖5-50	蘭嶼一九八一年二月份週期及波高	113
圖5-51	蘭嶼一九八一年十月份週期及波高	114
圖5-52	蘭嶼一九八一年十一月份週期及波高	115
圖6-1	北部海岸港址鑽探位置平面圖	117
圖6-2	布袋港址鑽探位置平面圖	125
圖6-3	墾丁港址鑽探位置平面圖	131

圖6-4 蘭嶼港址鑽探位置平面圖	135
圖7-1~7-30 北部海岸波浪折射圖	145
圖7-31~7-51 布袋海岸波浪折射圖	175
圖7-52~7-58 墾丁海岸波浪折射圖	196
圖7-59~7-63 蘭嶼海岸波浪折射圖	203
圖8-1 北部海岸港址規劃佈置圖	209
圖8-2~8-5 北部海岸外廓堤防之斷面圖	210
圖8-6~8-7 北部海岸碼頭斷面圖	214
圖8-8 布袋港初步佈置簡要圖	220
圖8-9~8-11 布袋港外廓堤防之斷面圖	221
圖8-12~8-14 布袋港碼頭斷面圖	224
圖8-15 墾丁港規劃佈置圖	229
圖8-16~8-22 墾丁港外廓堤防之斷面圖	230
圖8-23~8-24 墾丁港碼頭斷面圖	240
圖8-25 蘭嶼港初步簡要佈置圖	243
圖8-26~8-30 蘭嶼港外廓堤防斷面圖	244
圖8-31~8-37 蘭嶼港碼頭斷面圖	249
圖9-1 新港港埠規劃佈置圖	259
圖9-2 綠島港埠規劃佈置圖	261
圖9-3 東港港埠規劃佈置圖	262
圖9-4 中芸港埠規劃佈置圖	264
圖9-5 小琉球港埠規劃佈置圖	265

附 錄

附錄一	北部海岸港址地形測量詳細說明書	267
附錄二	布袋港址地形測量詳細說明書	279
附錄三	墾丁港址地形測量詳細說明書	287
附錄四	蘭嶼港址地形測量詳細說明書	295

港址的調查與設計

一、前 言

交通部為發展環島航運系統，委託本所代為辦理北部海岸、布袋、墾丁及蘭嶼四個港址水深測量，氣象、海象調查及初步設計，預定兩年完成全部工作，并定期提出報告，目前已完成四港址水深測量工作，流況調查，風速風向之統計分析，以及港址之部份波浪調查工作，根據水深測量、氣象、海象之調查分析，以及環島航運貨物流量調查，經已初步釐定各港址之佈置與港區大小範圍，并依據海峽波浪之統計分析，對外廓堤防與港區碼頭型式、斷面大小做進一步設計，工作期中，為配合全部工作進度，提出初步報告。

本報告分成十章，第一章工作範圍，第二章水深測量調查，第三章氣象調查分析，第四章海象調查分析，第五章波浪調查分析，第六章地質調查分析，第七章波浪折射分析，第八章港埠設計，第九章發展環島貨運與離島客運現有港埠之改善規劃，第十章結語。

1.1 工作緣起

環島航運，不僅包括貨運，離島客運需求亦極為殷切，故環島航運系統，即包括環島貨運系統與離島客運系統，環島貨運系統之港址，經交通部運輸計劃委員會擬定為基隆、北部海岸、台中、布袋、安平、興達、高雄、台東、花蓮及蘇澳等十個港，其中北部海岸、布袋、台東等新商港港址為新闢，其他只作局部整建，離島客運港址運輸委員會亦選定中芸、東港、綠島、小琉球、墾丁與蘭嶼等六個港，但中芸、東港、綠島、小琉球四港，港埠設施簡陋，外廓堤防佈置不完善，擬就現有修正并以改建，墾丁與蘭嶼均為新港址，有待詳細規劃研究，加以闢建，墾丁對綠島、蘭嶼兩島，具有觀光價值，且對巴士海峽亦具有國防用途。故環島航運新闢港址，有北部海岸、布袋、墾丁、蘭嶼

等四處，乃為運委會委任本所辦理海氣象調查與規劃設計之對象，另外台東港址，為選在成功，則因原有成功漁港詳細調查資料可參考，若選用松原處之台東港址，則交通處花港局亦有台東港址之規劃研究報告，可提供環島航運系統規劃之酌參，故本報告亦不將此釐列。本報告主要內容為將北部海岸、布袋、墾丁及蘭嶼四個港址之水深測量、氣象、海象調查及規劃設計三個項目初步研究成果提出報告。

1.2 研究範圍

1.2.1 水深測量

北部海岸、布袋、墾丁、蘭嶼四個港址預定測量範圍及精度列如下表：

項目 港址	面積(km ²)	範圍(km)	測量深度(m)	測量間距(m)
北部海岸	32	8×4	-20	100
布袋	24	6×4	-10	100
蘭嶼	24	8×3	-10	100
墾丁	6	3×2	-10	50

依據測量面積之大小及測量區域地形之繁簡，測量期間各有長短，北部海岸因地形較為複雜，波浪較大，可工作天數較難把握，故前後花費二個月時間完成。布袋港址，因布袋灣區域遼闊，部份未開發之淺灘區因養蚵，蚵枝佈滿其間，測深時竹筏操作較繁，幸有自動定位儀，使工作效率與工作品質大為提高，且完成之測量範圍比原預定的二倍之多，因此所費時間亦有二個月之久。墾丁港址雖施測範圍不大，然因控制點，須從墾丁公園山上導線引下，故施測上亦頗費周章，所幸可工作天較多，因此該港址之測量乃在一個半月期間完成。蘭嶼港址因屬離島，工作人員往返頗費時日，加以蘭嶼島並無大型漁船，工作用船需從富岡漁港租用，漁船駛經太平洋至蘭嶼，因受天候限制，配合不易，探制點需從荒地之山區引導線下來，工作人員遍體鱗傷，作業頗為費力，以致水陸測量前後，分為兩組，費時約達兩個月始完成。測量水深超過負二十米等深線，八代灣之海岸附近地形亦均行施測。完成之工作需時與施測範圍均比預計者為長為大。

1.2.2 氣象調查

在北部海岸、布袋、蘭嶼及墾丁四個港址分別設三觀測站測量風速、風向并按月、季、年整理分析對異常風速提出檢討，并予特別處理。

1.2.3 海象調查

象、海象調查及規劃設計三個項目初步研究成果提出報告。

在北部海岸、布袋、蘭嶼及墾丁四個港址，分別作波浪、潮汐及流況調查。其中對北部海岸及蘭嶼兩地進行較長時間之觀測涵蓋冬季季風期及颱風發生時之波浪紀錄。布袋及墾丁則搜集颱風時之波浪紀錄，所有波浪紀錄資料均經完善之分析整理，以提供規劃設計之依據。

1.2.4 規劃設計

本項工作範圍包括下列諸項

- (1)風、波浪、波力、潮汐、異常潮位、流況土質基礎、承載力，建材及荷重等設計條件分析與漂沙方向及漂沙量之概估。
- (2)防波堤、護岸、碼頭、導流堤、繫船設施等型式之選定與設計。
- (3)臨港鐵公路之配置規劃及港埠佈置規劃。
- (4)港址鄰近城鎮交通調查俾對交通系統規劃。

二、水深測量

本所接受交通部運輸計劃委員會委託，代辦環島航運站之轉港址海岸測量調查後，即積極展開搜集有關資料，如三角點圖、三角點位置表、水準點、水準點位置表、大小比例尺、地籍圖、表作為參考資料，並隨即辦理申請進出海岸工作許可證，及儀器編組、人員編組等初步準備工作，本調查工作、測量地點、範圍，擴散在台灣全省之海岸地區每一角落，而且各地區之地理環境不同，工作性質及受季節風影響，對各地之工作環境、海岸氣候，現場的影響差別甚大，而且簽約時又在秋天之始的季節風來臨之前，因此計劃從北部桃園地區之蚵殼港開始施測，以免季節風來臨時，台灣北部無在海上實施測量工作，而影響工作之進度及成果，而在期限內不能順利完成。

本所成立開始，人員不足為趕工起見，而借調台中港務局部分人員及儀器，協助進行測量工作。

地形測量為求各區測量準確性，分別在各測量地區，從當地之實際情形為依據，從各該區地形來決定測量方法。如三角測量或導線測量及三角及導線混合測量，來設置控制點等，來進行該區之測量工作。

本測量高程利用該測區附近的已設陸地測量BM基準點標高為依據，引測至該區間設置臨時BM點作為測量該區之依據。

蚵殼港方面：利用省土資會海埔地BM係列之139號石樁，推測至該區設置臨時BM水準點作為測區間之依據。

布袋方面：利用前東港一等三角點及新塭三等三角點，均列有高程，推測附近海岸地形之高程，做為施測之依據。

墾丁方面：利用恒春水利局BM系統，恒春鎮罈廣嘴，水利局海埔地18號BM石樁水準點推測至墾丁南方測區14公里的地點，設臨時BM為依據（15公里多遠）。

蘭嶼方面：現在沒設BM系統，利用省地政處之地籍圖上所示之內補120號三角點標高為地形測量標高及水深之依據。

水深測量、水深標高用各地常用之陸地測量，BM水準點高程為依據，施測到適當地點設置臨時水標尺，測點即利用陸地上的新設之海岸線平行的控制樁，作為方向線，

為依據，控制海上漁船之進行方向，在船上設置測深儀，及海上定位儀，測定水深及測點位置，在陸上從控制點上選二點作為控制點，放置二台海上定位儀副機，測定而計算測點，是以前方交會法算出。

地形測量：用平板儀測量地形，高程用水準儀補助測出繪入平板儀上地形，繪製整體地形圖。

淺灘高程利用海灘上所打設之兩列木樁，控制標高，作為依據，測出全海灘之高程標高計算，繪製在地形圖上。

2.1 北部海岸港址測量工作

2.1.1 測量範圍

本區域測量範圍約 8 公里× 4 公里，海岸線內為防風林區域，寬度等約自 80 公尺～ 300 公尺之寬度不等，而且內陸三角點受樹林所阻擋視線，通視不良，現三角點只有新圳莊 136 號三角點在附近（圖 2—1），北面及東面三角點被樹林阻擋，視線無法通視，南面 179 號三角點被嘉莊工廠建廠時所挖掉，只得自新圳莊 136 號三角點向 8 公里外南方之牛牯嶺上之三角點（圖 2—2），作為基線方向角，向西測出導線及三角網之混合測量，移到測區南端部份設點，再通過防風林，在海岸上設立控制用點，在海灘上設測獨立小三角網，作為控制全區之測量，又從控制點在海岸平行線測設兩列方向木樁，作為實施測量該區地形，海灘高程、水深等，供該區的全部測量依據之用。

2.1.2 地形測量

利用測設之海灘三角控制點作為平面測量，完成地形測量。

2.1.3 高程測量

利用蚵間國民小學墻傍所設之海埔地水準網 BM 143 號水準點之標高，於民國六十八年複檢測為 20.714m 為依據。推測至該區北區部份海灘上所設樁上放標高點，作為該區之臨時 BM 標高，作為高程標高之依據點，利用水準測量，測量全區海灘高程，水中部份利用永安漁港之北堤內，基隆港務局所設臨時標尺點，推算同一標準高程，作為水深測量計算標高。

2.1.4 水深測量

水深測量僱用漁船測量，本區海灘所設之二列木樁作為控制全區測量之方向，漁船從間隔 100 公尺之木樁控制樁之方向進行水深測量，船上設置測深儀及海上電子定位儀，陸上在二處控制點上裝設二台電子副機，配合測出船位及記錄水深，計算出測深儀記錄紙及電子定位儀測出記錄計算表，在地形圖上繪出測點與水深，完成水深圖，等高線工作圖。

2.1.5 北部海岸港址特色

1. 海岸防風林甚為高大茂盛，海岸傍之木麻黃被風沙埋死量甚少。
2. 海灘為沙石海灘退潮面有壹佰伍拾公尺至叁佰公尺寬度之沙灘，斜坡度之海灘面。
3. 防風林區內稻田良好。

2.1.6 測量期間

本區測量自70年8月10日開始，因北部海岸進入季節風期間，水深測量受風浪影響之限制無法工作，在未進入季節風期間，必需要完成本港址之測量，因此全島之各測站必需先行趕工測量完畢。本區測量在10月25日現場測量完成。

2.2 布袋港址水深測量

2.2.1 水深控制點測量

在進行水深測量前，曾先在水深測量附近地區佈設控制點，布袋地區三角點較為分散，部份點被移動，通視困難且點與點的距離較遠，可供使用的三角點為前東港一等三角點及新塭三等三角點（有高程），布袋嘴三等三角點及掌潭三等三角點有被移動的跡象，施測後僅供參考，茲將施測之步驟分述如下：

已知三角點檢測（圖2—3~2—9）各三角點間之距離，經使用MRD—1自動定位儀施測，其成果詳見附表2-1，每段距離均施測40次以上，再取其算學平均值，以做為該段距離之最或是值，如因電波訊號不佳，則此施測之距離僅供參考，再使用MRD—1定位儀在施測水深附近地區測出三角補點然後再以施測之座標與已知三角點座標，算出距離再與實測距離相比較，所得之精度均在兩萬分之一以上，其成果甚佳。

2.2.2 三角補點之測設

三角補點共施測五點，其中中油鐵塔頂及燈塔頂二點供水深測量控制點之用，南海灘、壽島及民房四樓頂等控制點係供淺灘測量之用，點位請詳見施測略圖 2—10，為使三角補點之座標更確切起見，經再使用 Wild T2 一秒讀經緯儀，再施測各內角，然後施以平差計算，各補點角度觀測值，座標計算及平差計算成果如后。

2.2.3 水準高程點引測

布袋地區水深測量及淺灘高程測量，係引用土資會所測設之 BM 117，該點位於布袋東安村大眾爺廟內，高程原測為 1.441，係由水準網幹線 BM 9809 高程 16.6574m 及 BM 陸檢 0063 高程 28.5435m 推算，但 68 年經校測 BM 9809 之高程 16.8159m 相差 0.1585m，因為該水準點 (BM 117) 之高程改正為 1.5995m，係以基隆港中等潮位為零點起算，點位位置圖請詳見附圖，由 BM 117 引測至布袋港附近之第一漁港碼頭邊，以供檢潮及淺灘高程測量引用。

2.2.4 水深測量

布袋港淺灘面積甚廣，漁民均插蚵枝施測較為困難，深水部分至外傘洲附近之水深測量，使用 MR D-1 自動定位儀施測點位，PS—10E 精密影響測深儀施測水深，水深測量—30 公尺，其施測成果，詳見附錄。

2.2.5 座標系統

本水深測量之座標系統係採用內政部六十九年二月出版之台灣省三角點成果表二度分帶座標。

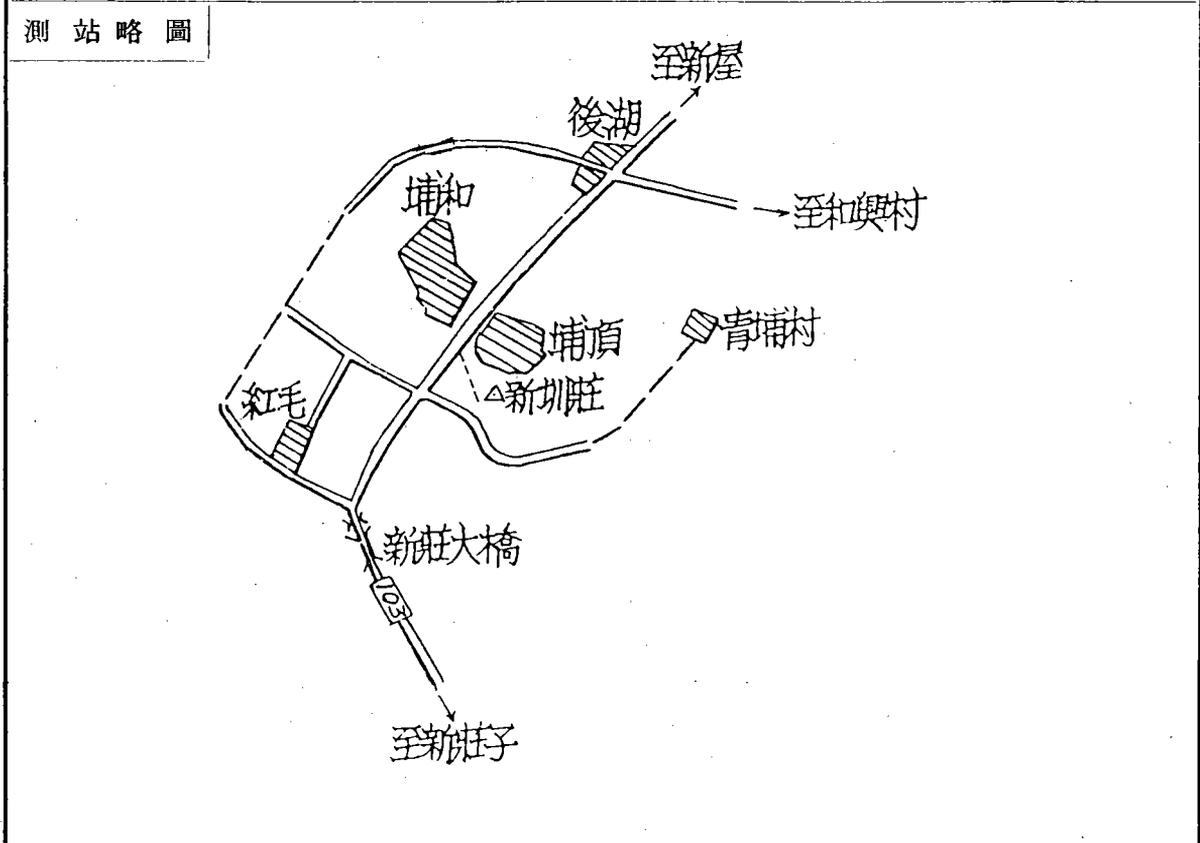
2.2.6 結 論

布袋港水深測量施測雖較困難，但在現代化的測量儀器施測下均能一一克服，並施測精度得到最佳成果。

圖2-1 北部港址使用之三角點 之一

圖名	新竹	點名	新圳莊	等級	Ⅲ
圖號	9522-I	標石號碼	136	標石種類	花崗石
經度	120° 58' 50.5281"	緯度	24° 55' 12.6311"	高程	m 20.795
平面座標	六分度帶	橫座標		縱座標	世界橫麥卡脫第 帶
	二分度帶	橫座標	248050.823	縱座標	2756945.755
	度帶	橫座標		縱座標	中央經線東經 °
	度帶	橫座標		縱座標	尺度比：0.9999

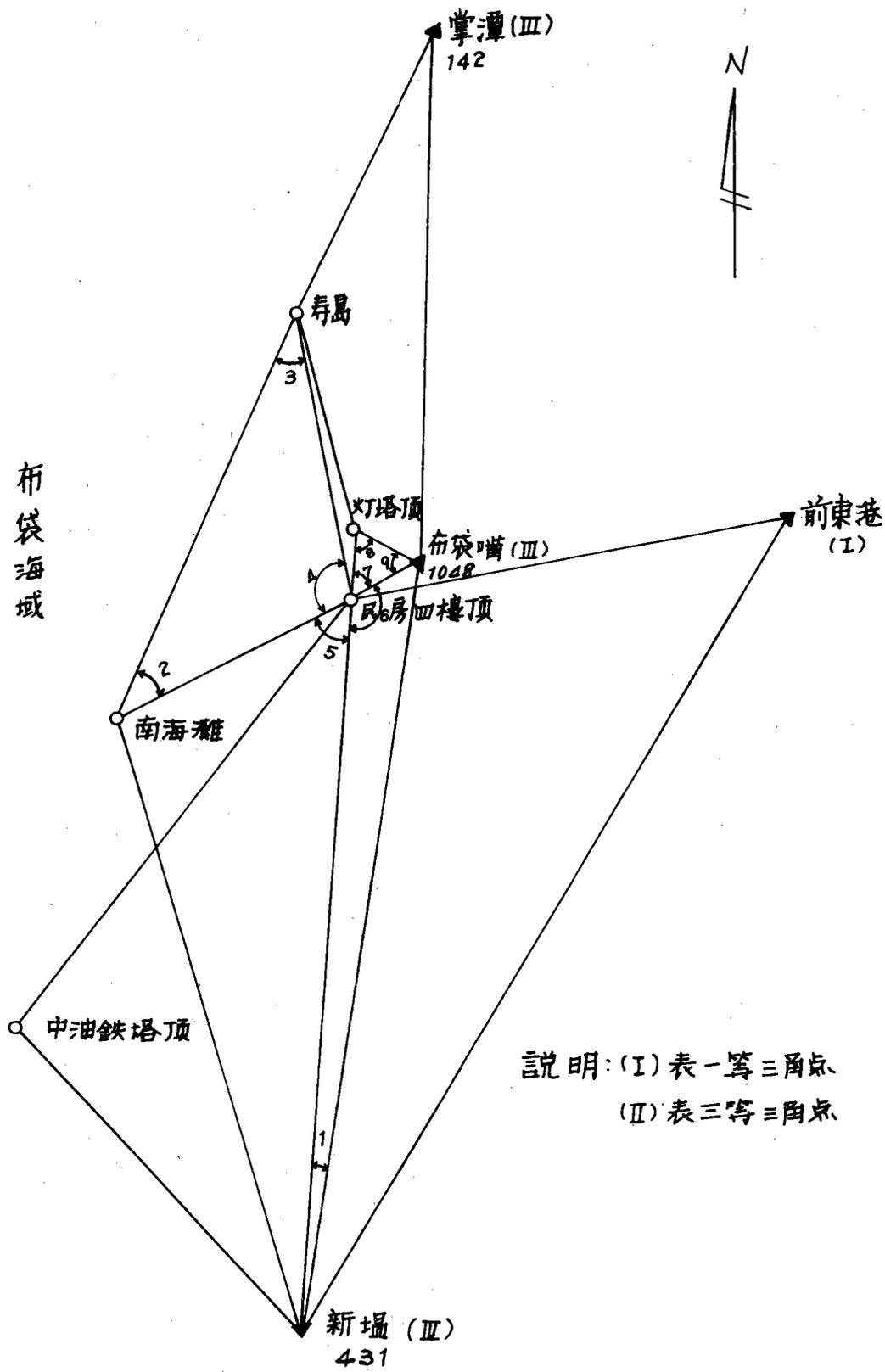
所在地： 台灣省 新竹縣 新豐鄉 埔和村 路(街) 號
 市 市 鎮 地段 地號



測站詳情
 由新莊子沿 103 號公路西北行，過新莊大橋後東北行，地勢緩緩漸高，行約 700 公尺，有一水泥路通過養雞場，約 10 分鐘可達一住宅，其右空地即點位所在（車子可直駛至點位）。

圖2-2 北部海岸港址使用之三角點 之二

圖名	新竹		點名	牛牯嶺		等級	Ⅲ	
圖號	9522-I		標石號碼	內補 178		標石種類	觀音石	
經度	120° 57' 33.8005"		緯度	24° 52' 56.6167"		高程	m 116.033	
平面 座標	六分	橫座標		縱座標		世界橫麥卡脫第		帶
	度帶	橫座標		縱座標		世界橫麥卡脫第		帶
	二分	橫座標 245896.820		縱座標 2752761.492		中央經線東經		°
	度帶	橫座標		縱座標		尺度比：0.9999		
所在地：	台灣省	新竹縣	新豐鄉	上坑村	路(街)	號		
	市	市	鎮		地段	地號		
測站略圖								
測站詳情	<p>自新莊子南行經坑子口約 500 公尺，沿泥土路（戰車行進路）爬升至坑子口山頂之某單位輕兵器射擊場（或戰車射擊場）射擊線之右側與一碉堡間，補設新點。</p>							



說明：(I)表一等三角點、
(II)表三等三角點

圖2-3 布袋港址三角點施測略圖之一

布袋地區三角點施測成果計算

一、已知三角點座標

點名	N	E	備考
前東港	2587077.802	166243.140	在山神廟附近小
布袋嘴	2586686.837	163535.732	丘地勢低通視困
掌潭	2590922.312	163745.146	難、地勢低，點
新塭	2580600.322	162781.533	位移動有木製測量架

二、使用MRD—1定位儀施測之三角補點座標

點名	N	E	備考
民屋四樓頂	2586660.919	163017.890	座標之施測30次
燈塔頂	2587212.970	163208.074	以上，再取平均值

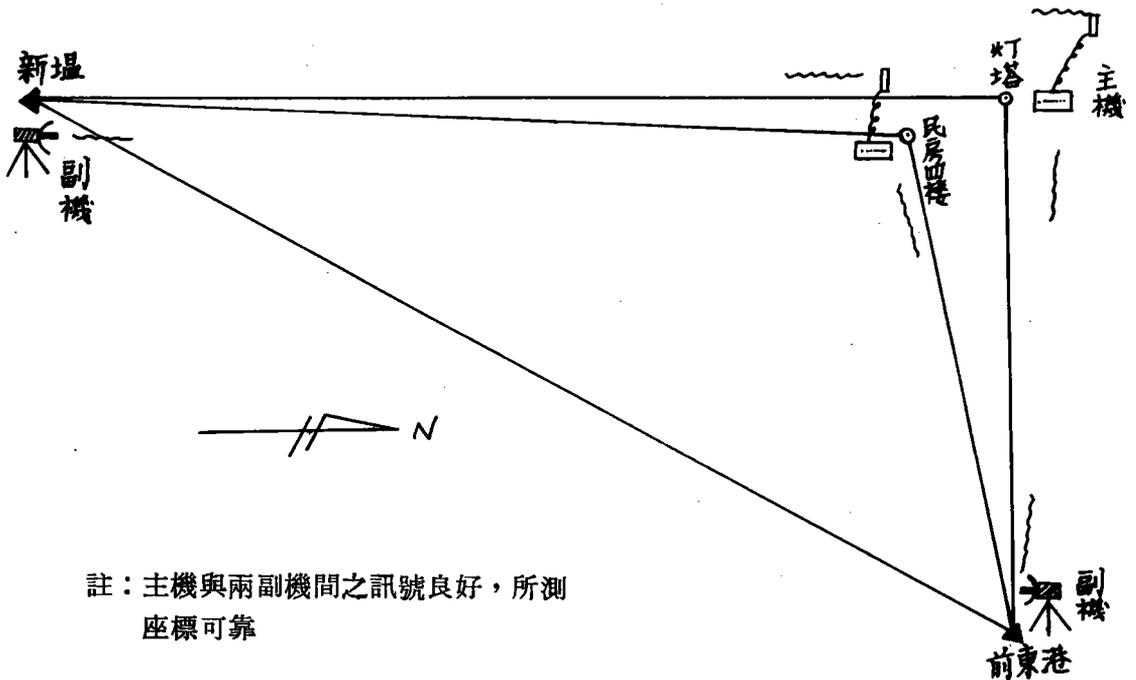
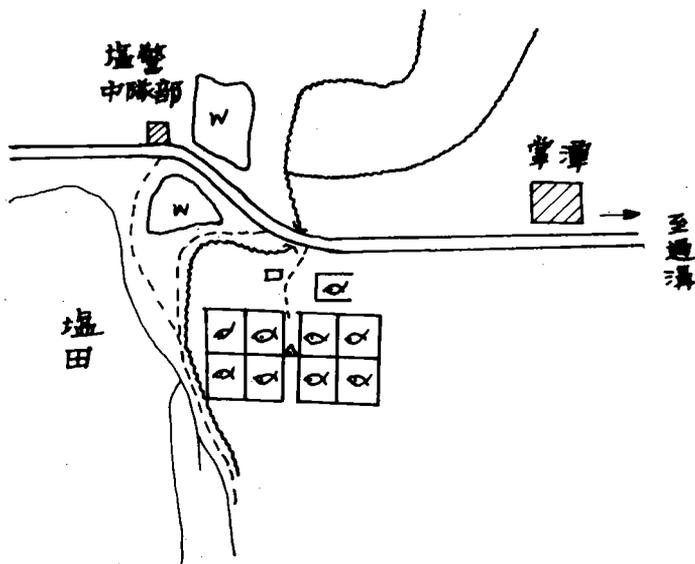


圖2-4 布袋港址三角點施測略圖之二

圖2-5 布袋港址測量用之三角點之一

圖名	朴子	點名	掌潭	等級	III
圖號	9419-IV	標石號碼	內補 142	標石種類	觀音石
經度	120 9 21.5557	緯度	23 25 7.7299	高程	m 3.190
平面 座標	六分度帶	橫座標	縱座標	世界橫麥卡脫第 帶	
	度帶	橫座標	縱座標	世界橫麥卡脫第 帶	
	二分度帶	橫座標 163745.146	縱座標 2590922.312	中央經線東經 °	
	度帶	橫座標	縱座標	尺度比：0.9999	
所在地：	台灣省 市	嘉義縣 市	東石鄉 鎮	掌潭村 掌潭 地段	路(街) 號 地號

測站略圖

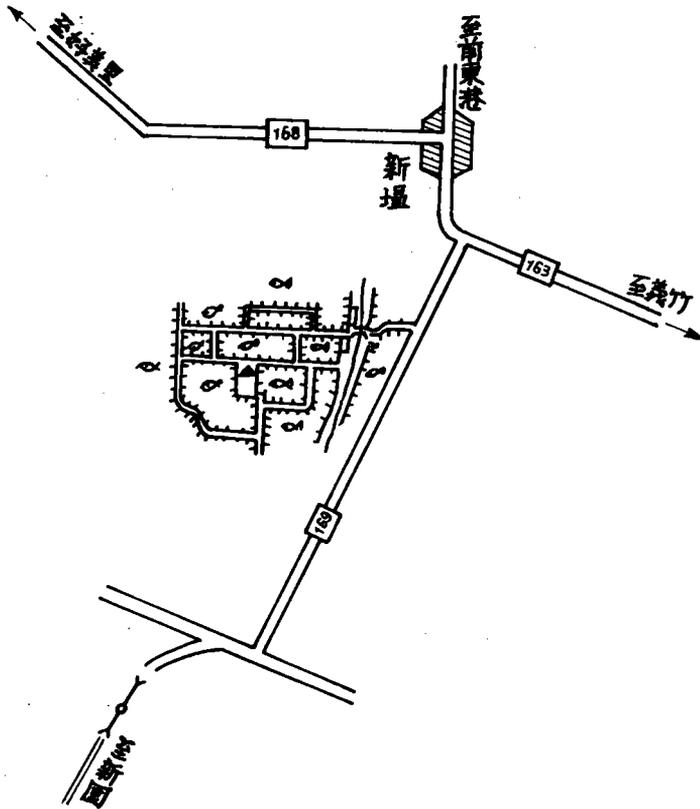


測站詳情
自朴子經港墘沿 157 號公路往布袋方向，至過溝庄轉向西至掌潭里前行約 1 公里至塩警中隊防，沿池旁小向西行約 250 公尺，點即位於池旁堤上，附近為魚池或塩田。

圖2-6 布袋港址使用三角點之二

圖名	朴子		點名	新塢		等級	III	
圖號	9419-IV		標石號碼	431		標石種類	花崗石	
經度	120 8 49.7611		緯度	23 19 32.0253		高程	m 4.711	
平面 座標	六分	橫座標		縱座標		世界橫麥卡脫第 號		
	度帶	橫座標		縱座標		世界橫麥卡脫第 號		
	二分	橫座標 162781.533		縱座標 2580600.322		中央經線東經 °		
	度帶	橫座標		縱座標		尺度比：0.9999		
所在地：	台灣省 嘉義縣 布袋鄉 新塢村		路(街)		地段		號地號	

測站略圖

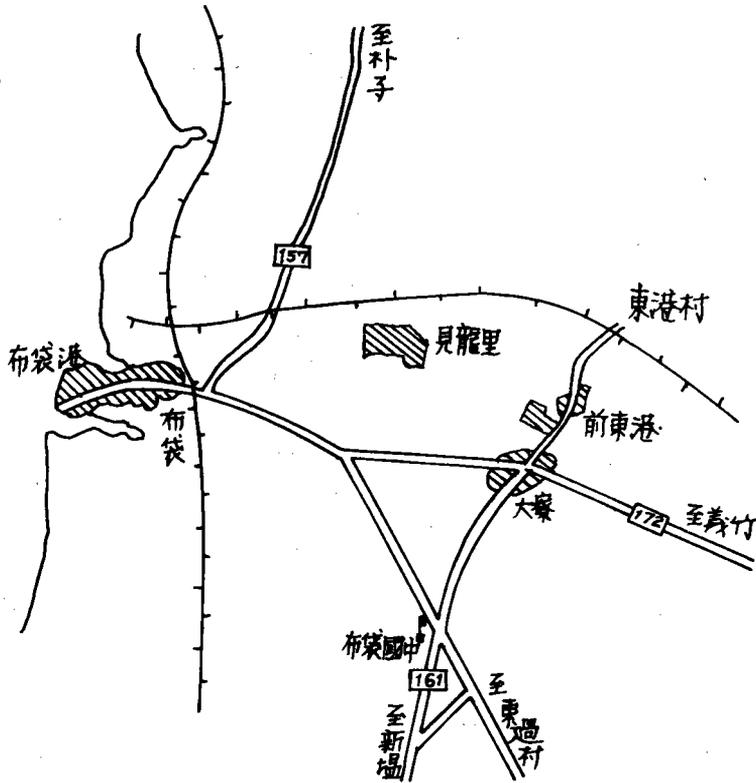


測站詳情
 點位於魚塘之土堤上，四週為魚塢與雜樹，通視良好。自義竹沿 163 號路至新塢，左入 169 號路行 4 公尺，見右方水溝邊之土地廟，即順土堤經廟邊過小橋順魚塢間之土堤西行，即見西南方有一寬土堤即達。

圖2-7 布袋港址使用三角點之三

圖名	朴子	點名	布袋嘴	等級	Ⅲ
圖號	9419-IV	標石號碼	1048	標石種類	花崗石
經度	120° 9' 15.0541"	緯度	23° 22' 50.0145"	高程	m 1.783
平面座標	六分度帶	橫座標	縱座標	世界橫麥卡脫第 帶	
	度帶	橫座標	縱座標	世界橫麥卡脫第 帶	
	二分度帶	橫座標 163535.732	縱座標 2586686.837	中央經線東經 °	
	度帶	離座標	縱座標	尺度比：0.9999	
所在地：	台灣省 嘉義縣 布袋鄉	衛生所西北方 8 公尺處			號
	市 市 鎮	地段			地號

測、站 略 圖



測站詳情
 點位於布袋鎮衛生所平坦巷道邊，北方為魚塢，通視良好，餘為布袋鎮房屋所阻。由布袋鎮往布袋鎮衛生所，其西北圍牆角之西北方向 8 公尺處。

圖2-8 布袋港址使用三角點之四

圖名	朴子			點名	前東港			等級	I		
圖號	9419-IV			標石號碼				標石種類	花崗石		
經度	120	10	50.3130	緯度	23	23	3.2306	高程	m 10.664		
平面 座標	六分度帶	橫座標			縱座標			世界橫麥卡脫第 帶			
	二分度帶	橫座標 166243.140			縱座標 2587077.802			世界橫麥卡脫第 帶			
	度帶	橫座標			縱座標			中央經線東經 °			
	度帶	橫座標			縱座標			尺度比：0.9999			
所在地：	台灣省 嘉義縣		鄉 村		路(街)		號		地號		
	市 市		布袋鎮 東港里		地段						
測站略圖											
測站詳情	<p>由新營沿 172 號公路經鹽水、義竹至大寮右轉至前東港，循右側小徑玉山有神廟，點即位於廟後之山丘上。</p>										

圖2—9 布袋港址使用三角點之五

點名	土資		備	攷
號數	BM117	座標	本點高程係由水準網幹線BM9809 高程16.6574M B M陸檢0063 高程 285435M等推算	
高程	(1.5995m)			
所在地	在布袋東安村大眾爺廟內			
標石種類	石樁			
選埋日期	63年8月	觀測者		
觀測日期	64年3月			

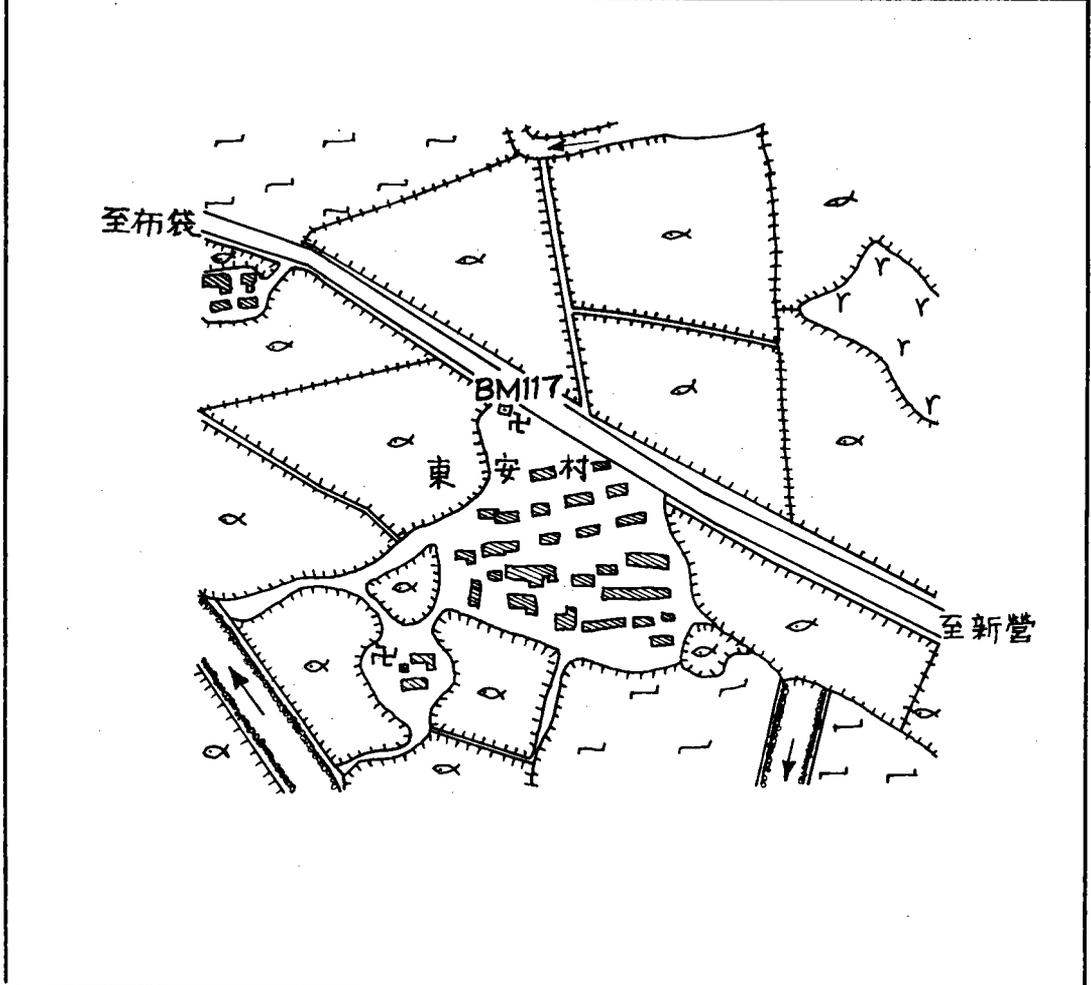


表2-1 使用MRD—1定位儀施測距離成果表

點	名	距 (m)	離	備	考
布袋嘴	~ 掌潭	4240.28		訊號不佳	
布袋嘴	~ 燈塔頂	621.01			
布袋嘴	~ 南海灘	2552.30			
布袋嘴	~ 民屋四樓	516.77		訊號不佳	
布袋嘴	~ 新塢	6133.08			
新塢	~ 民屋四樓	6065.44			
中油鐵架	~ 民屋四樓	4319.44			
南海灘	~ 民屋四樓	1833.93			
壽島	~ 民屋四樓	2293.18			
壽島	~ 南海灘	3037.81			
壽島	~ 掌潭	2394.61			
壽島	~ 布袋嘴	2446.08			
壽島	~ 中油鐵塔	5699.37			
燈塔頂	~ 新塢	6626.204			
燈塔頂	~ 前東港	3037.991			
布袋嘴	~ 前東港	2736.75		訊號不佳	
民屋四樓	~ 前東港	3251.94			
前東港	~ 新塢	7345.66		訊號不佳	

施測說明：

(1)每段距離均使用MRD—1定位儀施測40次以上，再取其算學平均值，求該段距離之最或是值。

(2)因電波訊號不佳，所施測之距離僅供參考。

已知座標實測點座標與實測距離比較

點 名	N	E
前 東 港	2587077.802	166243.140
民 屋 四 樓 頂	2586660.916	163017.890
	+ 416.886	+ 3225.250
計 算 之 距 離		3252.089
實 測 之 距 離		3251.940
誤 差		0.149
精 度		1/21,825
新 塭	2580600.322	162781.533
民 屋 四 樓 頂	586660.916	163017.890
	- 6060.594	- 2362357
計 算 之 距 離		6765.201
實 測 之 距 離		6065.440
誤 差		- 0.239
精 度		1/25337
新 塭	25806.0.322	16278.533
布 袋 嘴	2586686.837	163505.732
	- 6086.515	- 754.199
計 算 之 距 離		6333.065
實 測 之 距 離		6133.080
誤 差		- 0.015
精 度		1/408870

點 名	N	E
前 東 港	2587077.802	166243.140
布 袋 嘴	2586686.837	163535.732
	+ 390.965	+ 2707.408

計 算 之 距 離	2735.491
實 測 之 距 離	2736.751(訊號不佳)
誤 差	- 1.260 (參考用)

前 東 港	2587077.802	166243.140
灯 塔 頂	2587212.970	163208.074
	- 135.168	+ 3035.066

計 算 之 距 離	3038.074
實 測 之 距 離	3037.991
誤 差	0.083
精 度	1/36602

新 塭	2580600.322	162781.833
灯 塔 頂	2587212.970	163208.074
	- 6612.648	- 426.541

計 算 之 距 離	6626.390
實 測 之 距 離	6626.204
誤 差	+ 0.186
精 度	1/35625

台灣海峽

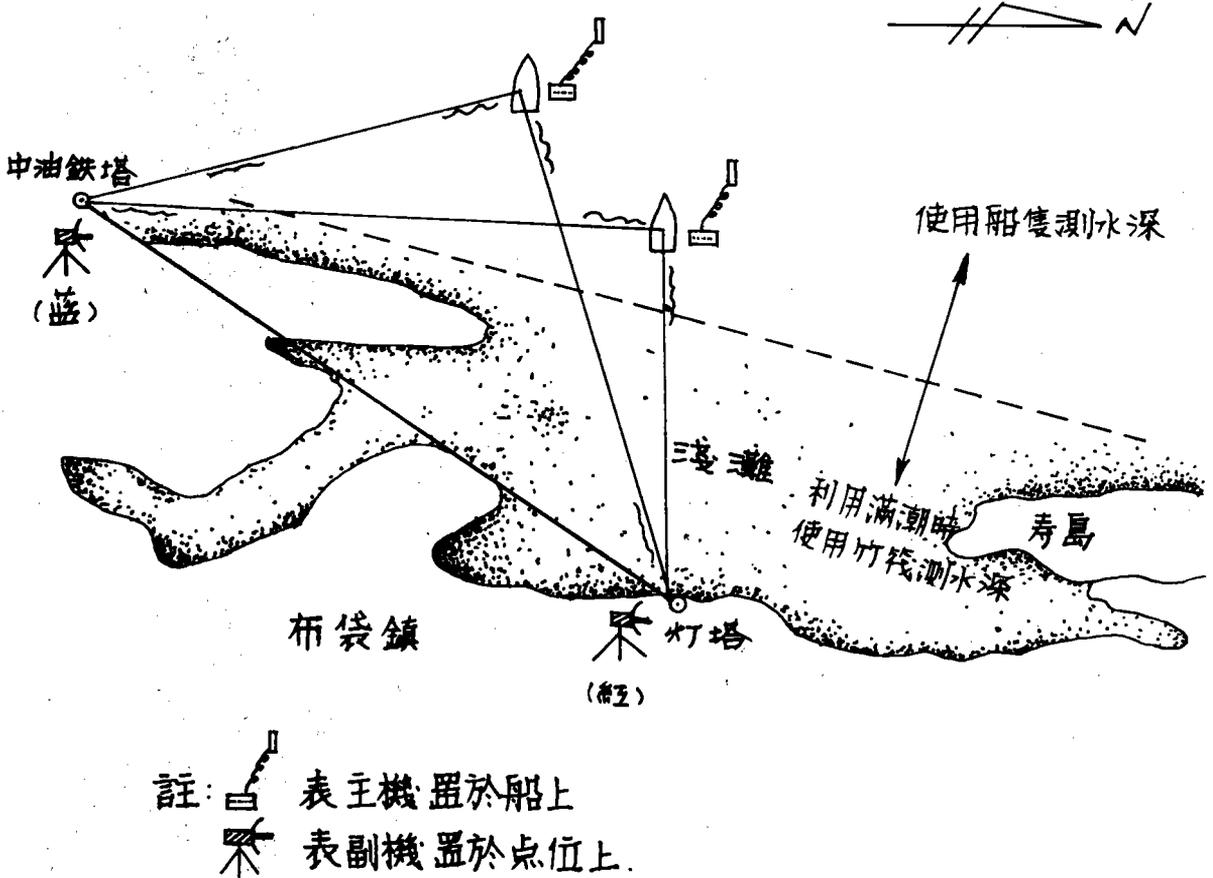


圖2-10 使用自動定位儀MRD-1施測水深示意圖

2.3 墾丁港址測量

2.3.1 測點設置

本測區測量準備時，測區旁大員山上有一個三角點可作為起點之依據，但至現場山上始發現，大員山上三角點已紛失甚久，然後到墾丁公園西北方之龜呵吠山上903號三角點時，又發現該點西南方之測區方面視線全部被樹木阻擋，無通視，只好從大山母山的三角點（圖2-11）與水泉莊853號三角點（圖2-12）等二個三角點到8公里外，

作為本測區之依據，測設三處新設三角點在本測區北端方面，然本測區地形為山下之峽長地形且彎曲甚大，只好沿公路及海岸旁可放點儀器之場所決定，測量一個小三角網來作為控制本區地形、海深及全部測量之依據，開始測量地形、海灘高程及水深工作。

2.3.2 高程及水準點

因本測區附近沿設水準點可利用，只得遠從水利局南部水準測量網之恒春鎮西門、鵝廣嘴之BM18號水準點高程5.735m起測沿公路推測致14公里外之本測區，然當時屏鵝公路正在拓寬建設施工中，施測標高水準點，往往為施工而紛失，中途無法比較，只得一公里至二公里遠分段設點，施行往復檢驗測法，施測時受風沙所襲，工作甚為困難，最後施測到南端方面的船航右旁海灘上，設立一點BM點作為海深測量之依據點，最後，在船航右下設立水深標尺，陸上及海灘標高高程即利用測量水準點標高時，在測量區域內，沿公路旁放設標高水準點作為地形測量及海灘高程的水準點。

2.3.3 水深測量

本測區內沒有漁港可令測量船停泊，每天只得遠從南灣漁港開至測區，測量人員及測量儀器（測深儀、電子定位儀）也必須由墾丁乘汽車搬運到六公里外之南灣漁港再開到測區外海施測水深工作，在陸上則利用小三角網之測設控制點，選擇二點控制點安置電子定位儀副機，然後由船上主機定出測點座標配合測深儀記錄紙之水深點繪製地形圖。

2.3.4 地形測量

利用本次已設小三角網為依據，用平板測量測繪地形圖，本地形測量由海灘主公路之間，雖然寬度不大，但全面因檳麻樹所阻，高度全部比平板儀高，又檳麻樹葉之堅硬之圓葉尾尖刺，通行甚為困難，往往測量人員通視受阻與丈量人員在其間受葉尾刺傷出血，在此區域間施測平板測量，常常有流血之災難，實在有不得已之工作苦情。

2.3.5 本區特色

1. 自墾丁起本區海岸有二處內灣地段約有50公尺兩處沙灘外，青蛙石起到船航石以南全部為珊瑚石礁海岸，在珊瑚石上步行甚為難行，一不小心就被尖石刺破運動鞋。

2. 海岸至退潮線之處的珊瑚石有如鋸齒形，海灘坎下其深度有 2 公尺～5 公尺之深，一不小心就有落海之危險且珊瑚石高低不平石又尖，步行甚為困難。
3. 灘石面標高無法一致，且有縱橫不向之龜殼形裂縫，測點如相差 10 公分，測出就有高低差 1～2 公尺之誤差今所測之標高測點為附近範圍 50 公分之近「標準高地」之標高。
4. 陸地上地形，自海岸旁至公路中間為檳榔樹煙，因檳榔樹當時高度自 1.5 公尺～2.5 公尺，在其間行走甚為困難，一不小心就被堅硬的圓錐形尖刺，刺傷出血，在此區域工作不知流了多少血，成為測量此區域之代價。

2.3.6 本區測量

自 70 年 2 月 15 日起至 71 年 3 月 20 日工作天 18 天止現地測量完畢，71 年 4 月開始計算繪圖表。

2.4 蘭嶼港址測量工作

本測區為台灣東部太平洋中的一個小島，因尚未完全開發交通甚為不便，只有鄉公所一日三班次的環島公車，車資約為本島的四倍，及旅館的遊覽車，環島一週車資為 250 元（約 48 公里），因公車班次太少遊覽車費用過高，只得步行往回測區及住所之間。

2.4.1 導線測量

測區附近三角點對測區只能作為導線測量之起點而已，有些三角點在地形圖上的準確性不太清楚，只有二點可利用即佐野村派出所前之 1118 號三角點（圖 2—14）及紅頭村農場前的內補 120 號三角點（圖 2—15），為求正確在二點間之蘭嶼別館四樓上設測一新點作為檢測 1118 號與 120 號的距離正確性，然後內從內補 120 號向南山甲角層（2—16）視作為方向角，開始導線測量與小三角網來比較測區內控制點之準確性，導線測量即利用海岸旁兩列平行的海深方向線測量，用木樁作為導線與海深及三角的控制點，如圖 2—17。

2.4.2 地形測量

地形測量利用打設之二列木樁作為進行地形測量之控制依據。

2.4.3 高程測量

因蘭嶼島上未設正確的水準網，無法得到正確之水準標高點，只能利用紅頭村農場前內補120號圖上所註明座標14.343m作為本測區測量水深之依據。

2.4.4 海深測量

1. 船隻量測海深之航行方式

由內補120引出每100公尺之導線控制點，每控制點於約垂直海岸方向釘二列木樁，海深測量時於每二列木樁上相互移位插旗，以作為船隻測量水深之航行準線。

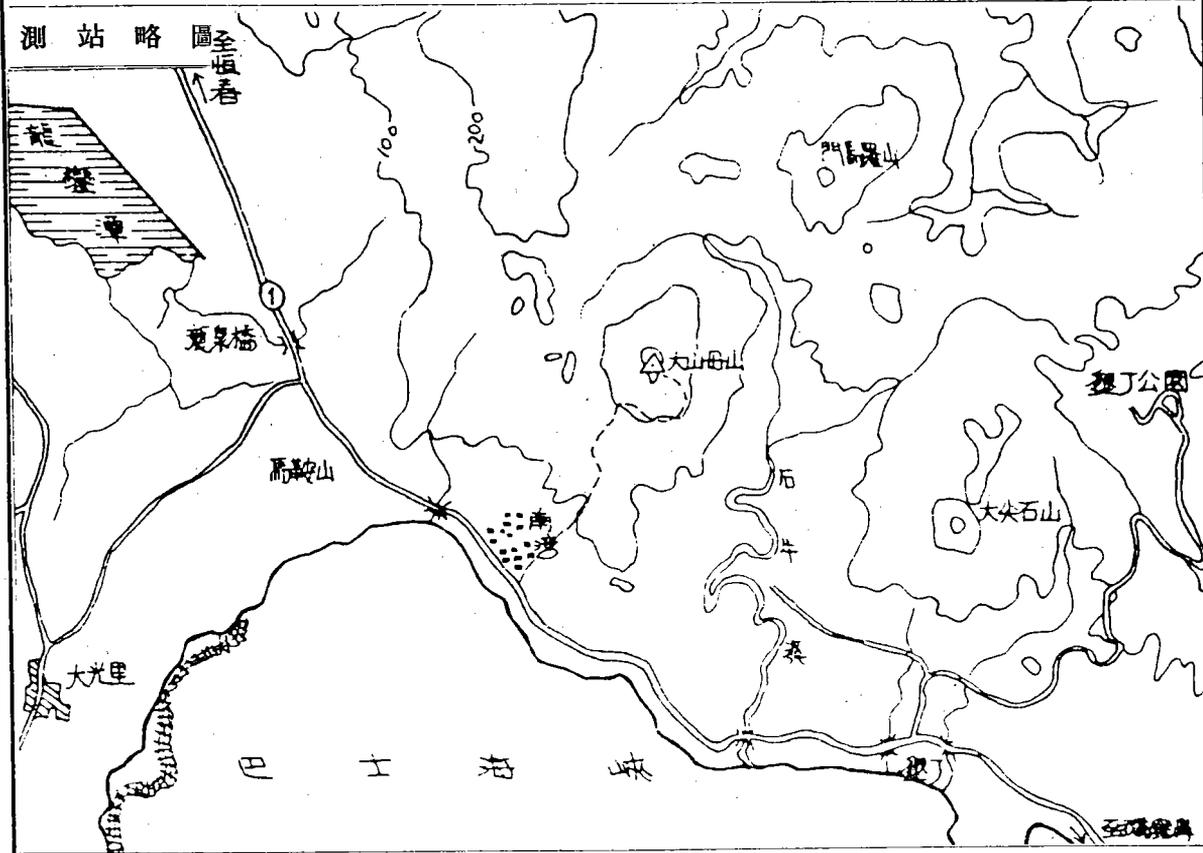
2. 陸上控制測量

於沿岸選擇適於控制地點，每測區採用二台經緯儀以前方交會方式量測船位，船上測深儀亦同時量測海深，如圖2—18所示，各測區控制點座標如示。

圖2-11 墾丁港址測量之三角點之一

圖名	鵝鑾鼻	點名	大山母山	等級	I
圖號	9516-I	標石號碼		標石種類	花崗石
經度	120° 46' 15.2086"	緯度	21° 58' 12.5953"	高程	m 325.030
平面座標	六分度帶	橫座標	縱座標	世界橫麥卡脫第 帶	
	度帶	橫座標	縱座標	世界橫麥卡脫第 帶	
	二分度帶	橫座標 226339.030	縱座標 2430279.931	中央經線東經 °	
	度帶	橫座標	縱座標	尺度比：0.9999	

所在地： 台灣省 屏東縣 鄉 村 路(街) 號
 市 市 恒春鎮 南灣里 地段 地號

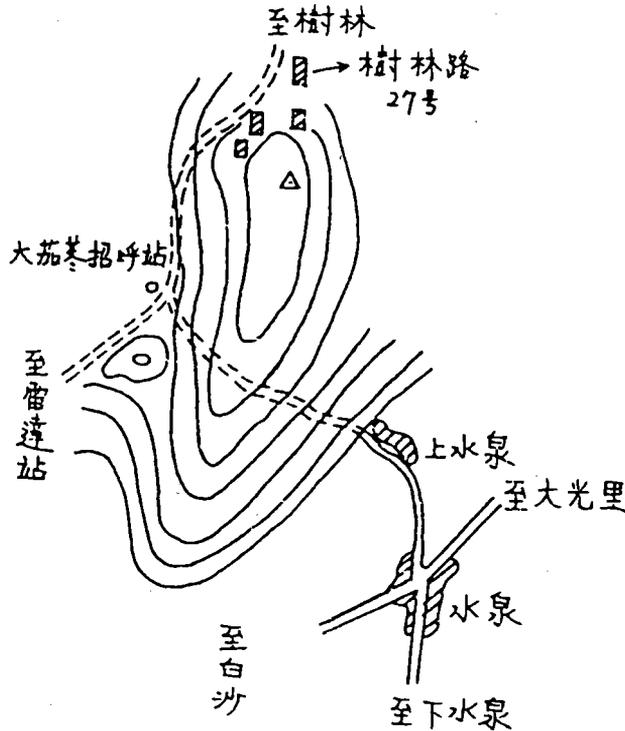


測站詳情 由恒春往鵝鑾鼻方向至南灣後，沿南灣警備分隊旁小徑上山約5公里可達點位。

圖2-12 墾丁港址測量用之三角點之二

圖名	貓鼻頭			點名	水泉莊			等級	Ⅲ		
圖號	9516—IV			標石號碼	853			標石種類	花崗石		
經度	120° 42' 48.7916"			緯度	21° 56' 51.7298"			高程	m 122.433		
平面座標	六分度帶	橫座標			縱座標			世界橫麥卡脫第 帶			
	二分度帶	橫座標			縱座標			世界橫麥卡脫第 帶			
	度帶	橫座標 2204128.19			縱座標 2427802.832			中央經線東經 °			
	度帶	橫座標			縱座標			尺度比：0.9999			
所在地：	台灣省 屏東縣		鄉 水泉村		路(街)		號				
	市 恒春鎮		地段		地號						

測站略圖



測站詳情

由水泉沿至上水泉4公尺寬之路至上水泉，再前行沿4公尺寬之山路上山，行約2公里至三叉路大茄苳招呼站，右轉行約500公尺至樹林路27號，標石即位於該宅南方約80公尺處。

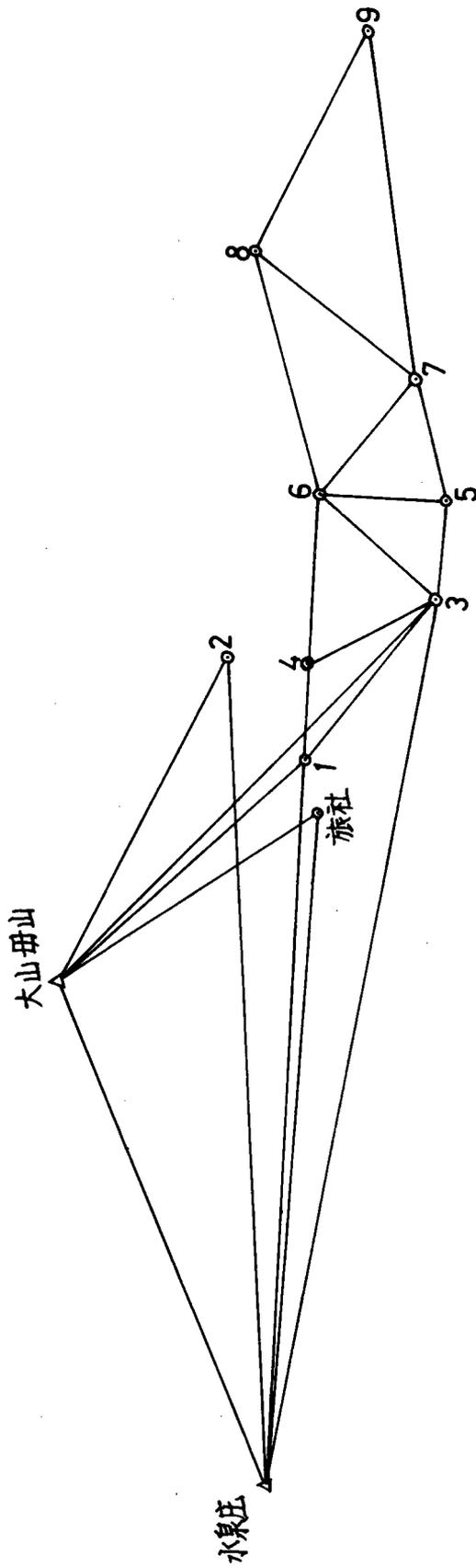
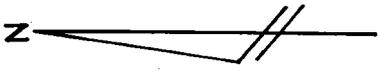


圖2-13 墾丁地區三角網施測略圖

圖2-14 蘭嶼港址測量用之三角點之一

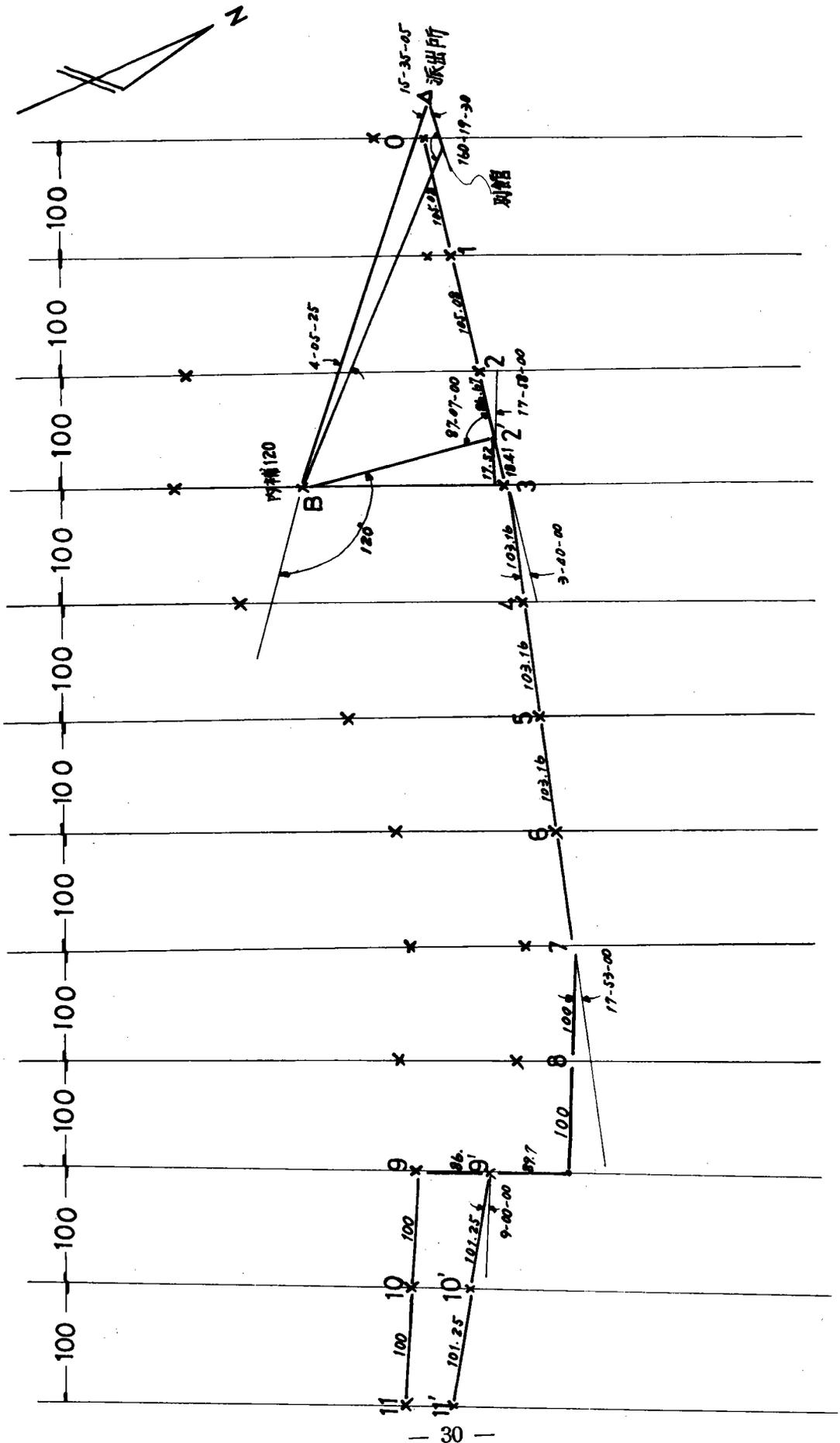
圖名	蘭嶼		點名	紅頭村		等級	Ⅲ	
圖號			標石 號碼	內補 120		標石 種類	觀音石	
經度	121 32 51.0259		緯度	22 1 32.3096		高程	m 14.343	
平面 座標	六分 度帶	橫座標		縱座標		世界橫麥卡脫第 帶		
	度帶	橫座標		縱座標		世界橫麥卡脫第 帶		
	二分 度帶	橫座標 306521.775		縱座標 2436505.810		中央經線東經		
	度帶	橫座標		縱座標		尺度比：0.9999		
所在地：	台灣省	台東縣	蘭嶼鄉	紅頭村	路(街)		號	
	市	市	鎮		地段		地號	
測站略圖								
測 站 詳 情	本點位於紅頭村蘭嶼農場對面水池邊草地上。							

圖2-15 蘭嶼港址測量用之三角點之二

圖名	蘭嶼		點名	佐野村		等級	Ⅲ	
圖號			標石號	1118		標石種類	花崗石	
經度	121° 32' 39.8429"		緯度	22° 1' 38.4586"		高程	m 15.143	
平面座標	六分度帶	橫座標		縱座標		世界橫麥卡脫第 帶		
	度帶	橫座標		縱座標		世界橫麥卡脫第 帶		
	二分度帶	橫座標 306200.407		縱座標 2436693.786		中央經線東經 °		
	度帶	橫座標		縱座標		尺度比：0.9999		
所在地：	台灣省	台東縣	蘭嶼鄉	紅頭村	路(街)	號		
	市	市	鎮		地段	地號		
測站略圖								
測站詳情	沿環島公路，在紅頭村建蘭派出所下車，循階梯前行，點位於階梯左側。點之正前方為住宅區，左側為碉堡。							

圖2—16 蘭嶼港址測量用之三角點之三

圖名	蘭嶼		點名	南岬角		等級	III	
圖號			標石 號碼	1108		標石 種類	花崗石	
經度	121° 33' 45.9469"		緯度	22° 24.1079'		高程	m 56.369	
平面 座標	六分 度帶	橫座標		縱座標		世界橫麥卡脫第 帶		
	度帶	橫座標		縱座標		世界橫麥卡脫第 帶		
	二分 度帶	橫座標 308104.467		縱座標 2434413.884		中央經線東經 °		
	度帶	橫座標		縱座標		尺度比：0.9999		
所在地：	台灣省 市	台東縣 市	蘭嶼鄉 鎮	紅頭村	路(街) 地段	號 地號		
測站略圖								
測站詳情	<p>由紅頭村沿至野銀村之環島公路東南行約三公里處，道路之右方有二小丘，本點位於距岬角較近之小丘上（非最高點）。</p>							



蘭嶼導線控制點施測略圖
圖2-17
x: 木塔

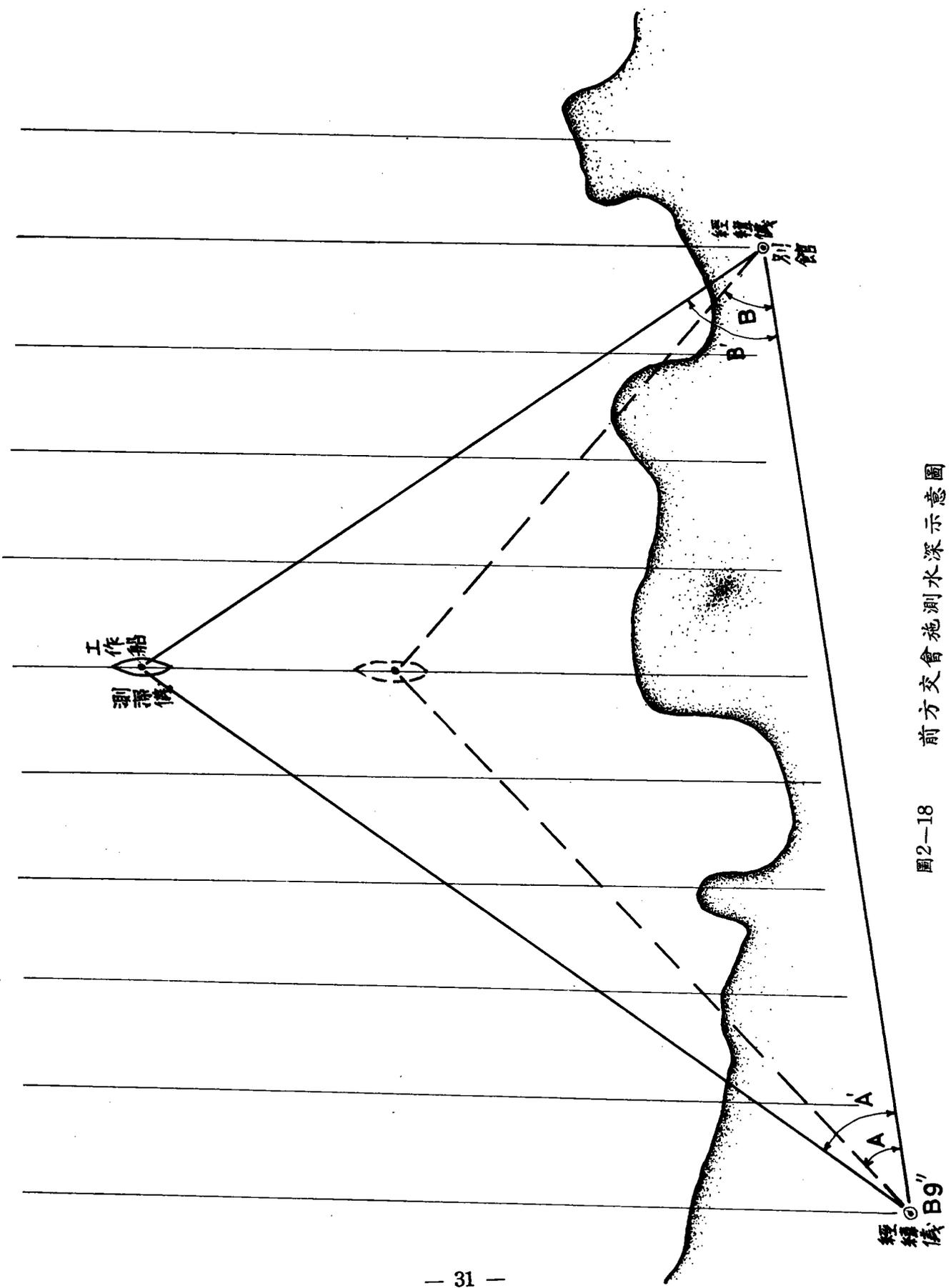


圖2-18 前方交会施测水深示意图

水深測量控制點座標

測區	控制點	座標
A	別館	N ₁ : 2436673.717 E ₁ : 306276.687
	B ₉ ''	N ₂ : 2436263.525 E ₂ : 307092.9768
B	B ₉ ''	N ₁ : 2436263.525 E ₁ : 307092.9768
	B ₁₄	N ₂ : 2435685.605 E ₂ : 307353.1975
C	B ₁₄	N ₁ : 2435685.605 E ₁ : 307353.1975
	A 山上	N ₂ : 2435214.561 E ₂ : 307820.482
D	A 山上	N ₁ : 2435214.561 E ₁ : 307820.482
	1108	N ₂ : 2434413.884 E ₂ : 308104.467

三、氣象調查分析

風對港灣規劃，佔一極重要地位，故實際氣象調查甚有必要，而針對選定海岸之港址港埠規劃，尤須此等資料，以爲港池配置，外廓堤防釐定之參考，故本所乃在北部海岸、布袋、墾丁與蘭嶼等四個港址之海岸裝置風速儀實地觀測海岸之風速、風向，茲將觀測成果分述如下：

3.1 北部海岸風况調查分析

設置在桃園永安漁港至蚵殼港間之海岸設一風速觀測設施，安裝一三杯式風速計，設置時間係民國七十年十一月間，因此截至目前已將冬季季節風，實測列入紀錄，因此僅將七十年十二月、七十一年一、二、三月之風速、風向統計分析并繪成風之玫瑰圖，如圖3—1,3—2,3—3,3—4所示。圖3—1表示十二月份風之玫瑰圖，風向幾皆由北向南，主要風向爲東北(NE)佔全部出現百分率65%，其中四至六級風約佔30%，可見東北季風極爲盛行。由圖3—2，一月份之風速風向分佈得知，東北(NE)仍爲主要風向，約佔出現百分率60%其他風向爲北北東(NNE)佔16%，東(E)佔13%，東北東(ENE)佔10%，西(W)及東南(SE)各佔3%，風向分佈比較分歧。圖3—3爲二月份之風速風向圖，主要風向爲東北(NE)，風力亦較強，次多風向爲北北東(NNE)約佔20%，西向西北及東北東之風向亦曾發生，所佔百分比不大，沒有南向吹來的風。圖3—4爲三月份風玫瑰圖，顯示東北(NE)仍爲主要風向，發生之百分率佔50%，其次爲西向佔10%，西南西與西南兩向佔10%，其他方向所佔比率甚小，風速仍然強烈。唯風速則比二月期間稍弱，顯示風向略有轉移情況。

3.2 布袋港址風况調查分析

布袋港址原先并無風之實測紀錄，但鄰近海岸之鰲鼓氣象測站則有風之實測紀錄達十餘年，而鰲鼓與布袋同在外傘頂洲之籠罩下，氣象大致相同，爲使本港址有長期氣象資料乃將鰲鼓測站，風的資料加以統計分析，自本所代辦運委會之航運氣象調查以來，

乃在布袋港址安裝風速儀自動觀測，港址海岸之風速、風向，自民國七十年下旬以來均有連續觀測紀錄，可資與鰲鼓風速紀錄情況相比較，根據鰲鼓長年風速、風向觀測之統計分析，得知冬季季節風自每年九月下旬至翌年三月，風向以NNE, NE, ENE 居多，平均風速自1.6m/s至5.5m/s不等，影響不大，參閱圖3—5所示，但根據近年民國六十二至六十三兩年之風速統計分析，為圖3—6所示，則顯示風向略有轉向，變為NNE, N, NNW 居多，可知冬季其風向吹襲本港址，因受地形地物影響，其風向轉移範圍較廣，夏季季風自四月至九月止，風向以NNE與SSW居多，平均風速從1.4m/s至4.8m/s不等。圖3—7為鰲鼓測站五十二年至六十一年期間，歷年四月至九月風向風速玫瑰圖，但由最近六十二年至六十三年間顯示風向頗為分散，且以NNE, NNW, SSW, SSE 四個方向居多，此兩期期間之紀錄統計分析，則如圖3—8所示。

根據本所安放在布袋港址海岸之氣象紀錄分析。十二月已進入冬季季風，因此仍以NNE, N, NNW三個方位的風向佔多數，風速亦較強，亦有由南來的風向，以SW, SSW兩風向之風速較強。一月份之風況，均集中在NNE, N, NNW三個方向，約佔90%，但以N向風速較強，NNE向次之，如圖3—9所示。二月份之風況，亦集中在NNE, N, NNW三個方向約佔80%，以N向之風況居多，風速亦以N, NNW兩者較大，三月份之風況，則以WNW, NW, NNW三方向佔大多數，約佔60%，以NW向為主要風向，風速已減弱甚多，風速超過5m/s者約佔17%。如圖3—10所示，四月份偏北來之風況仍較多，但五月份則以偏南之風況較多，詳如圖3—11所示。

3.3. 墾丁港址風況調查分析

墾丁港址位於南灣內之墾丁附近的凹形海岸內，茲將六十九年至七十年之風速紀錄，統計分析，繪成風之玫瑰圖，計分月與全年之情況，分述如下

圖3—12為墾丁一月與二月份風之玫瑰圖，元月份的風況，絕大部分均為偏北來的風，以NE為主要風向佔73%，次多為E與ENE兩風向各佔8%，亦有NNE風向佔4%，其餘風向所佔比例甚微。二月份之玫瑰圖顯示NE向佔5%，為主要風向，ENE向與E向次之，6佔12%，11%其餘為NNE, NW, WNW約佔3~4%不等。

圖3—13為墾丁三月與四月份風之玫瑰圖，三月份的風速、風向分佈比一、二月份

散亂，但主要風向仍為NE佔40%次多，依次為E向12%，ENE向10%，NW向6%，SSE向6%其餘均小於5%。

由四月份風之玫瑰圖可瞭解，其風速、風向分佈較散亂，主風向NE所佔比率31%亦不高，次高為ENE向佔20%，其餘依次為E向12%，NW向6%，SSE向6%，WNW與S向各佔5%仍以偏東北之方向居多。

圖3—14為墾丁五月與六月份風之玫瑰圖，五月份的風NE向仍佔31%，其次依次序為ENE向12%，E向11%，NNE向、WNW向及W向各佔6%，SSE與WSW約佔5%，其他各方向皆有之。六月份主要風向轉為E向佔32%，其次為NE，ENE各佔12%，SSE與WSW各約佔7%，S向與WNW則各向5%，其他各向均小於5%，可見以東稍為偏北之方向較多。

圖3—15為墾丁七月與八月份風之玫瑰圖，由圖顯見風速、風向分佈較為均勻東北、西南之方向皆有之，主要風向不甚明顯，七月份ENE為主要風向佔24%，八月份則以WNW為主風向，佔23%。

圖3—16則為墾丁九月與十月份風之玫瑰圖，九月份已受西伯利亞高氣壓的影響，東北(NE)季風已開始盛行，大部份風向為NE,ENE及NNE計約佔70%，其他為E向%，S向%十月份之風況則以NE向為主佔62%，風速亦漸增強，次多方向為ENE向22%，NNE佔7%，其餘各方向所佔比例甚少。

圖3—17為墾丁十一月份風之玫瑰圖，以SEN向佔極大多數約82%，其他為NNE8%N，ENE6%及E4%，其餘各風向并無分佈。

圖3—18為墾丁十二月份風之玫瑰圖，僅有NE向之風況，所佔比例為100%。

圖3—19為墾丁六十九年元月至十二月份全年之風況圖，顯示大部分風向亦來自東北向其餘風向較微，由分佈圖知NE佔45%ENE佔13%，E佔11%，NNE佔5%，WNW佔6%。

3.4 蘭嶼港址風況調查分析

蘭嶼氣象資料，根據中央氣象局蘭嶼斥候站，民國六十九年至七十年全年實測之風速風向資料，加以統計分析，得每月份風之玫瑰圖十二張及全年風況圖，茲分述如下。

圖3—20 上圖為蘭嶼元月份風之玫瑰圖，本月為冬季東北季風極為盛行之情況，由圖上顯示NE向佔全月份之74%，為主要風向，次要風向為ENE, E各佔9%及8%，另有部份由南向北之風向如SSW, SW, WSW與W等向共計約佔9%為更次要風向，NE向之風速有少數大過25m/s者。

圖3—20 下圖為蘭嶼2月份風之玫瑰圖，NE向亦為主要風向佔全月份的70%，次要風向為ENE, SWS各佔6%, 7%，其他為NNE, E, W, WSW, SW, S等向各所佔比率均小於5%，NE向之風速最大則達20m/s。

圖3—21 為蘭嶼三、四月份之玫瑰圖，尚以NE向為主，然西南方向之風速亦顯著，兩月份之風速分佈大致相同，惟四月份西南風向較三月份為多。

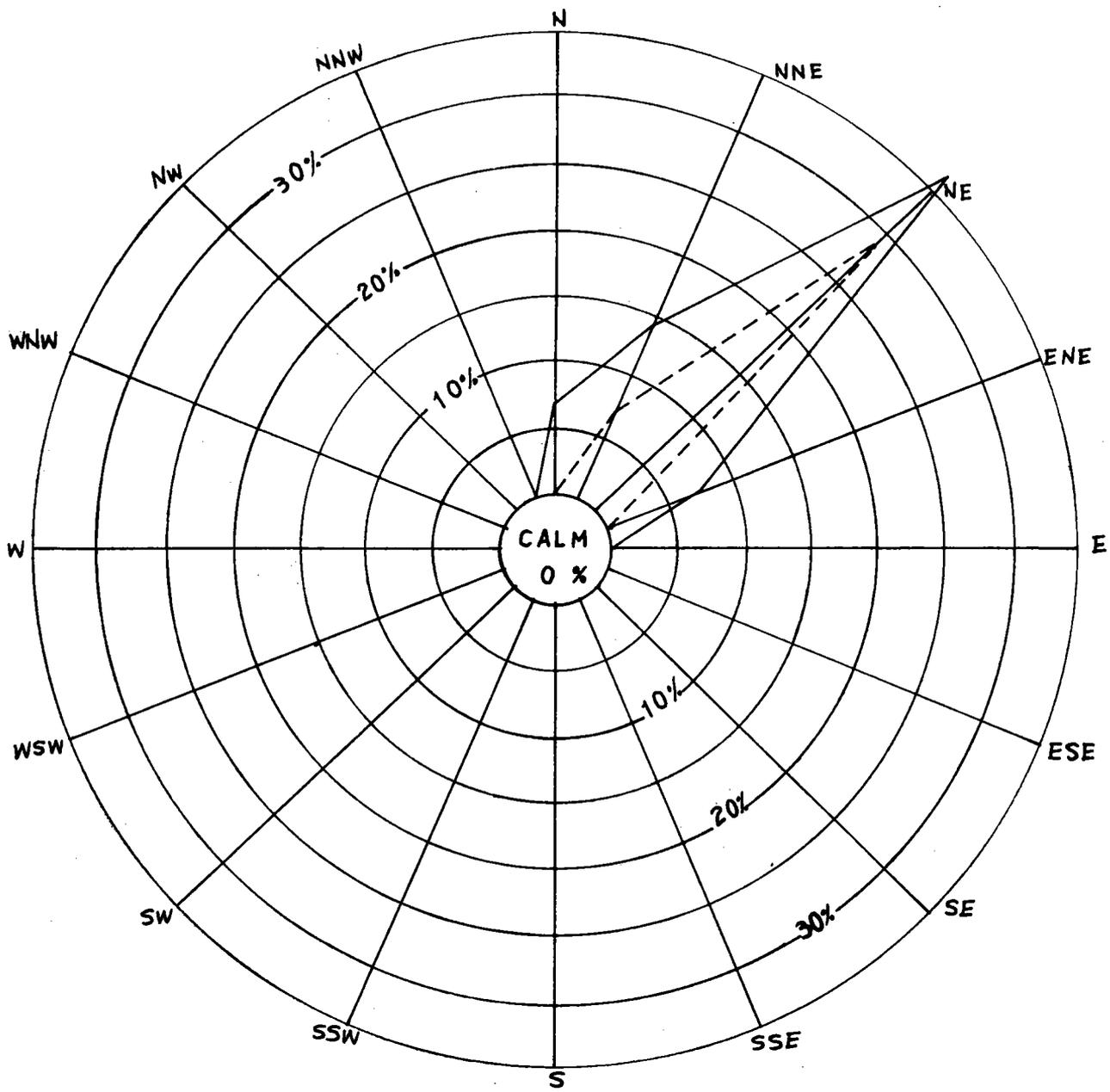
圖3—22 為蘭嶼五月與六月份風之玫瑰圖，五月份風之分佈顯示，NE向佔33%為最多風向，WSW, 及S為次多風向計佔35%，因此南向來的風亦佔多數。六月份風之分佈顯示，NE向佔36%，為最多風向，WSW, SW, W及S為次多風向，計佔約40%，南向來的風較五月份為多，其風速有漸成長加大的趨勢。

圖3—23 為蘭嶼七月與八月份風之玫瑰圖，七月份風之分佈可看出WSW向佔32%為最多風向，風速亦強，W及SW向各佔8%，風速亦大，本月份風之分佈WSW向佔36%，W向亦佔19%，風速比七月份有增強之趨勢。七、八月偏東北風約佔35%，惟風速不強，顯見本港址在七、八兩個月中，夏季西南季風盛行。

圖3—24為蘭嶼九月與十月份風之玫瑰圖，九月份NNE與NE均佔34%風速亦轉強，SSW向亦佔12%，風速亦不弱，可見本月份風向已漸由西南季風轉為東北季風。十月份則東北NE季風佔83.87%。

圖3—25 為蘭嶼十一月與十二月份風之玫瑰圖，十一月份之風況，以NE向與NNE向為主要各佔55%及40%，十二月份，則以NE向為主佔93.55%，其餘屬於NNE向，可顯見十一、十二月份為冬季東北季風所籠罩着。

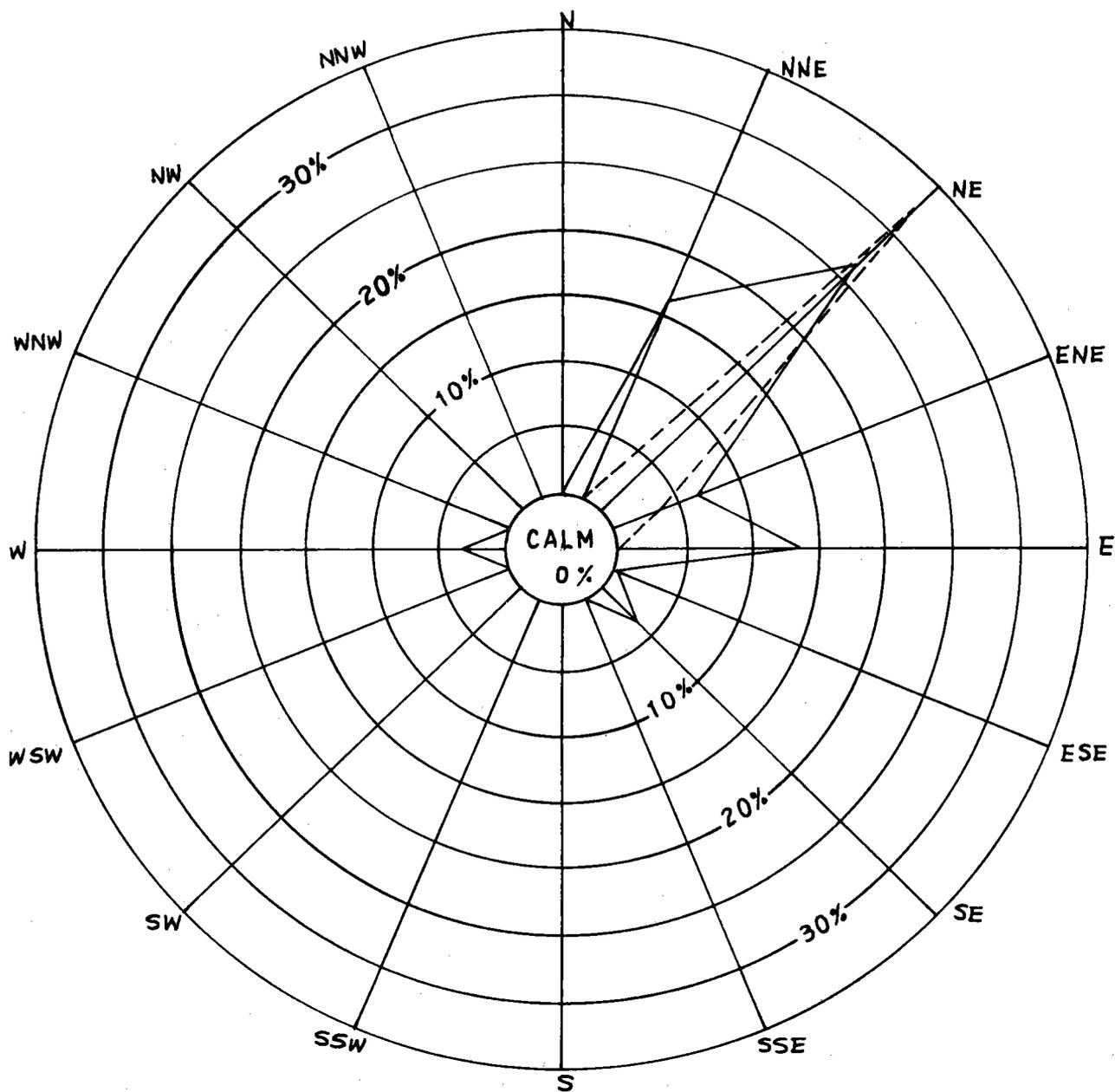
圖3—26 為蘭嶼全年風玫瑰圖，圖上顯示NE向風佔47%為最多之風向，而WSW佔12%為次多風向，但風速最強，其次為NNE, ENE, W, SW各為9%, 8%, 7%, 7%風速亦不弱，蘭嶼港址位於八代灣面向西南，因此對偏西南向來的風，均對本港址構成威脅。



————— 0.3-5.4 m/sec (一~三級)

----- 5.5-13.8 m/sec (四~六級)

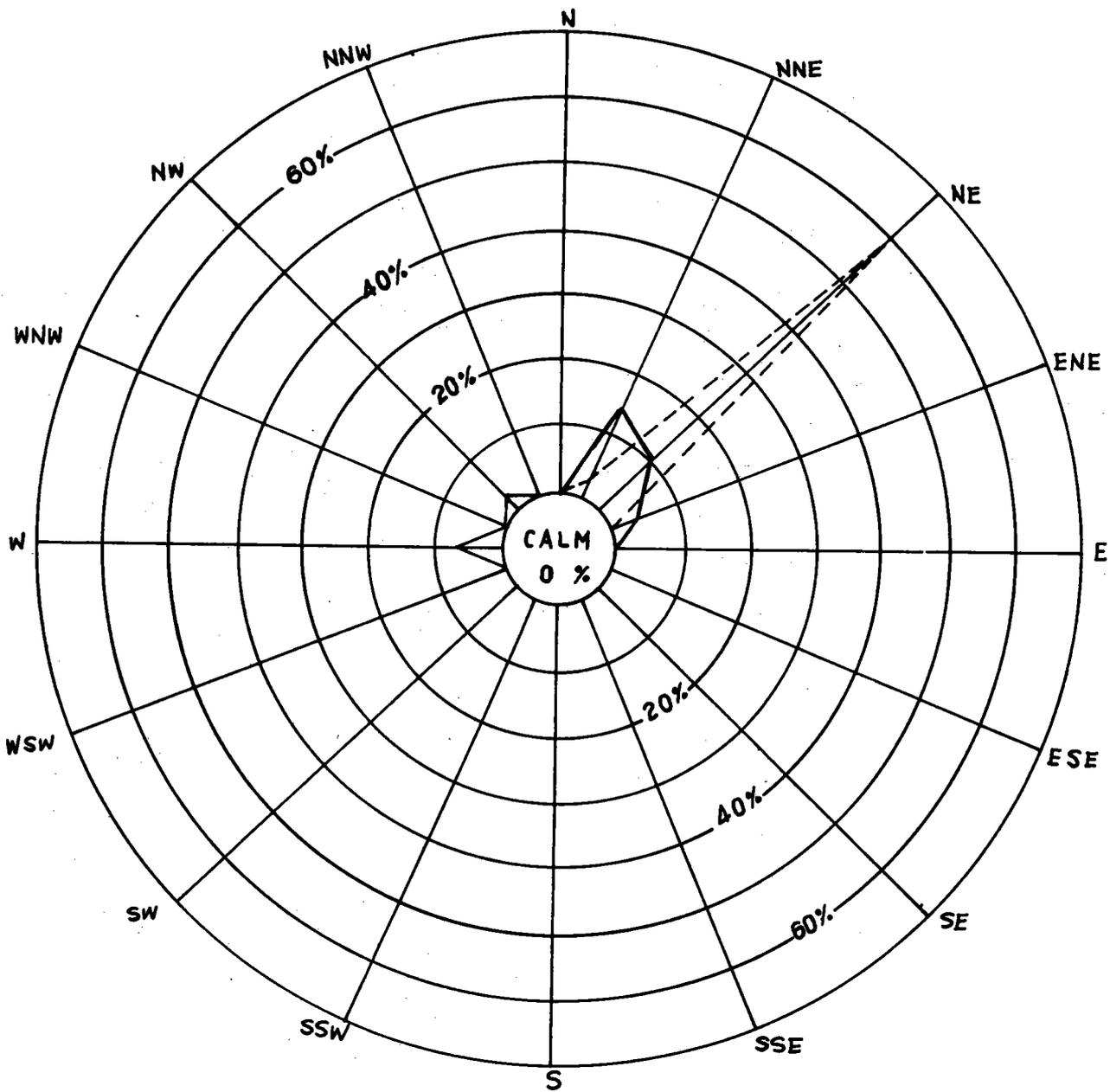
圖3-1 北部海岸風况玫瑰圖(1981年12月)



————— 0.3 - 5.4 m/sec (一 ~ 三級)

----- 5.5 - 13.8 m/sec (四 ~ 六級)

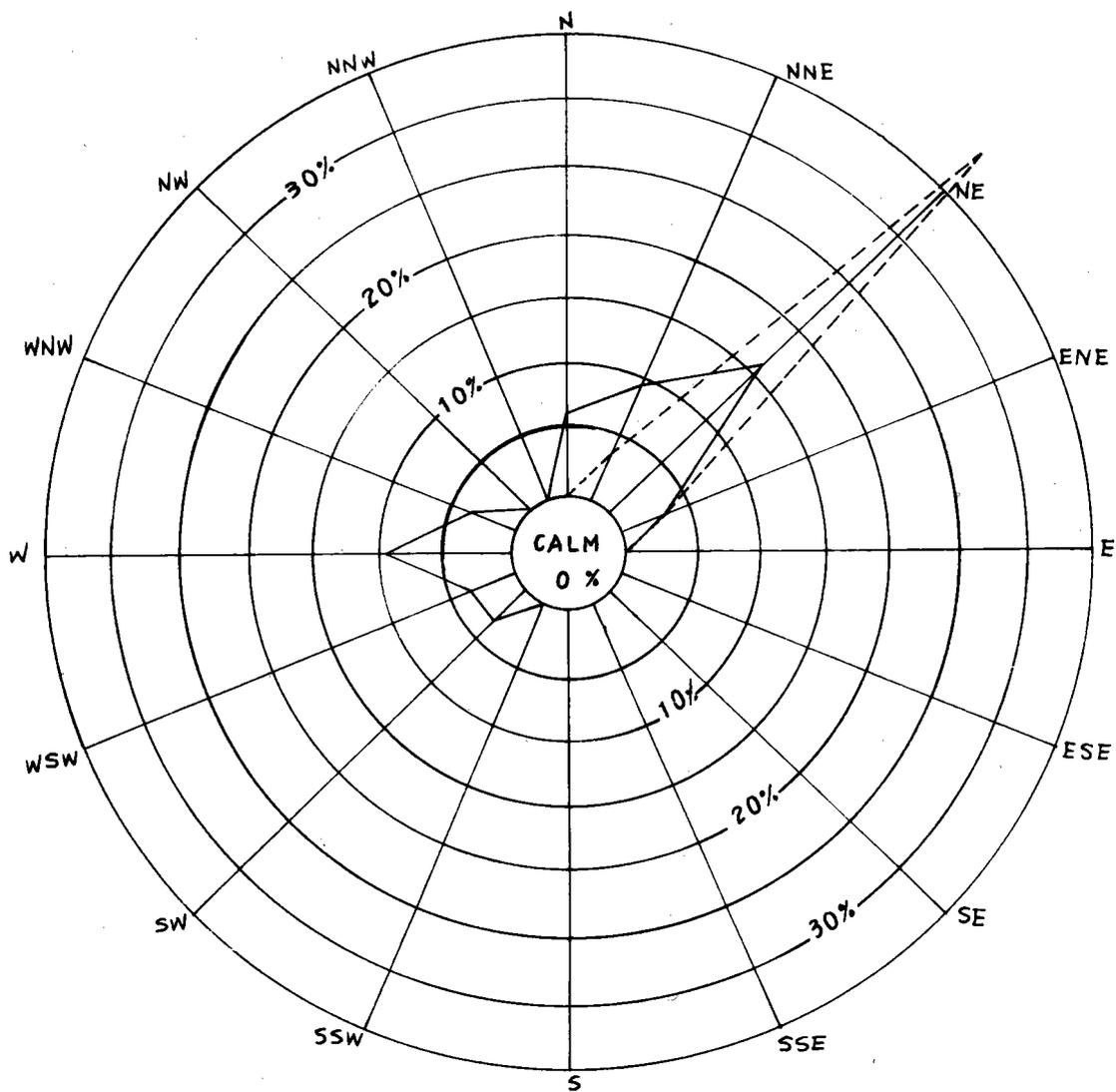
圖3-2 北部海岸風況玫瑰圖 (1982年1月)



————— 0.3- 5.4 m/sec (一~三級)

----- 5.5-13.8 m/sec (四~六級)

圖3-3 北部海岸風况玫瑰圖 (1982年2月)



————— 0.3 - 5.4 m/sec (一~三級)

----- 5.5 - 13.8 m/sec (四~六級)

圖3-4 北部海岸風玫瑰圖 (1982年3月)

圖 例 — 風向 ... 風速

最大風速 ENE 22.5

最多風向 NNE

觀測次數 34,937次

發生日期 58年10月2日

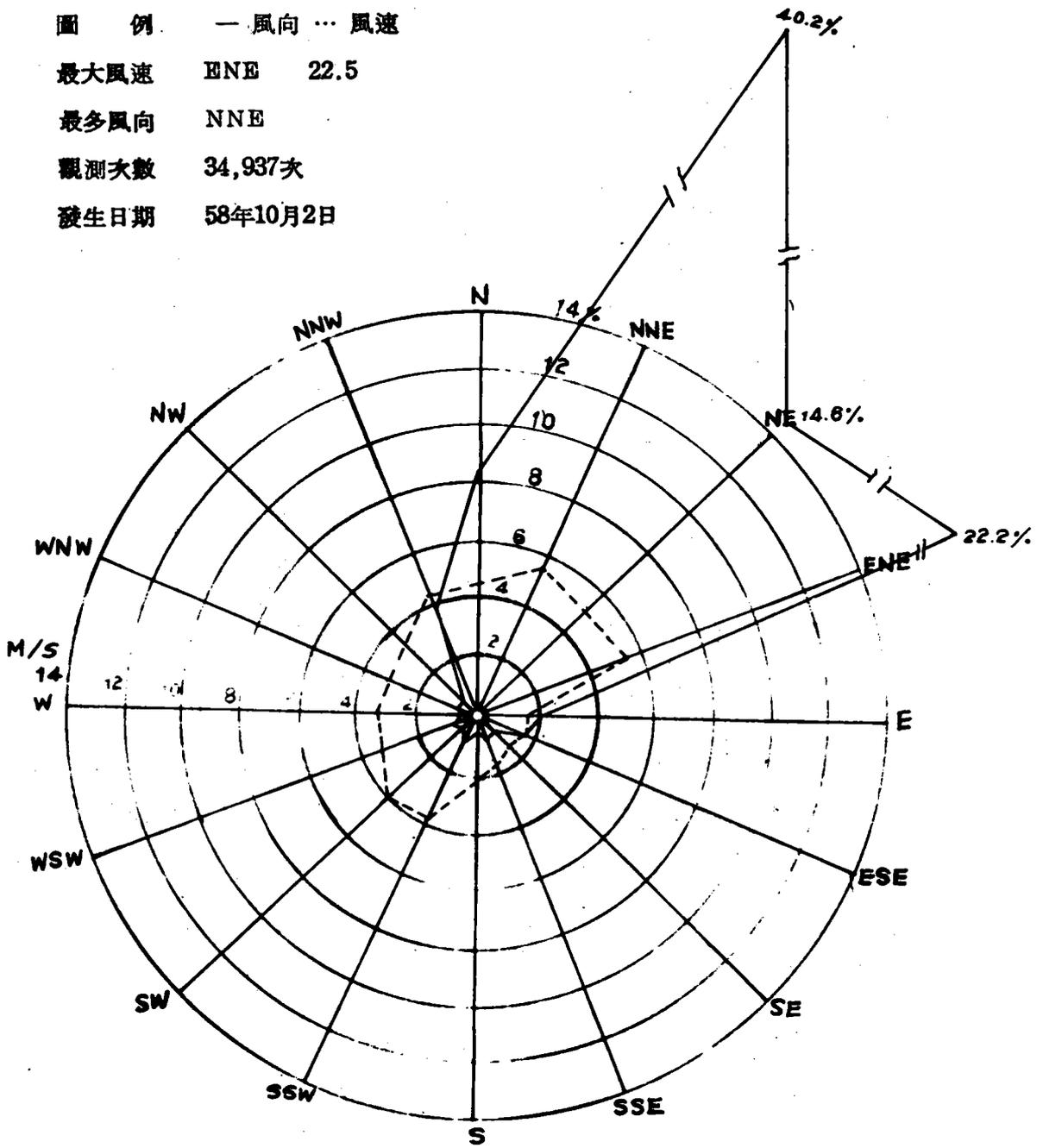


圖3-5 鯨鼓站十月至三月風向風速玫瑰圖
(1963~1965, 1968~1972) (冬季)

(1963~1965, 1968~1972) (冬季)

圖 例 — 風向 ... 風速

最大風速 15.5 M/S

最多風向 NNE

觀測次數 8,721次

發生日期 62年12月22日

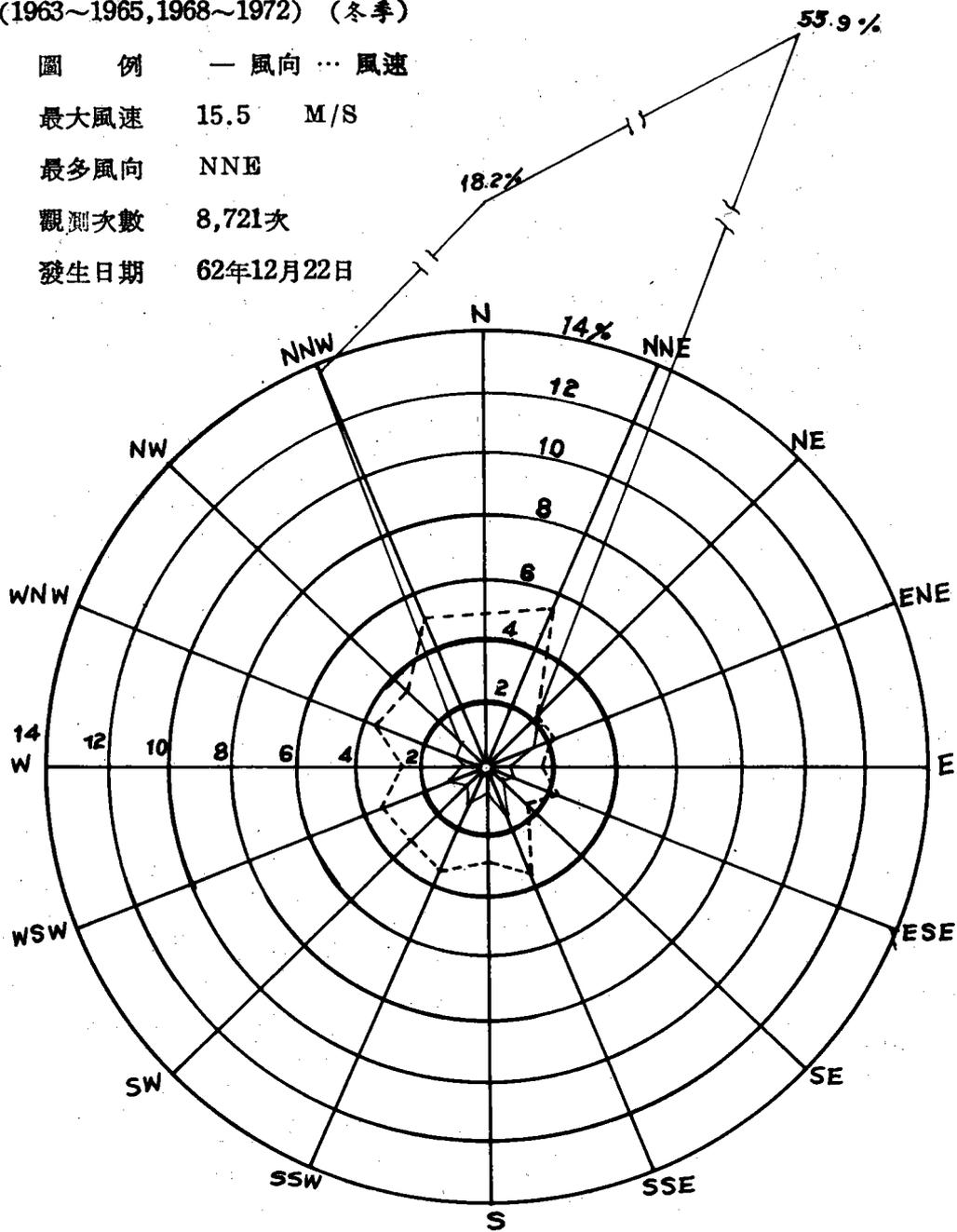


圖3-6 鰲鼓站十月至三月風向風速玫瑰圖
(1973~1974) (冬季)

圖 例	— 風向	... 風速
最大風速	W	27.3
最多風向	NNE	
觀測次數	34,973次	
發生日期	51年9月5日	

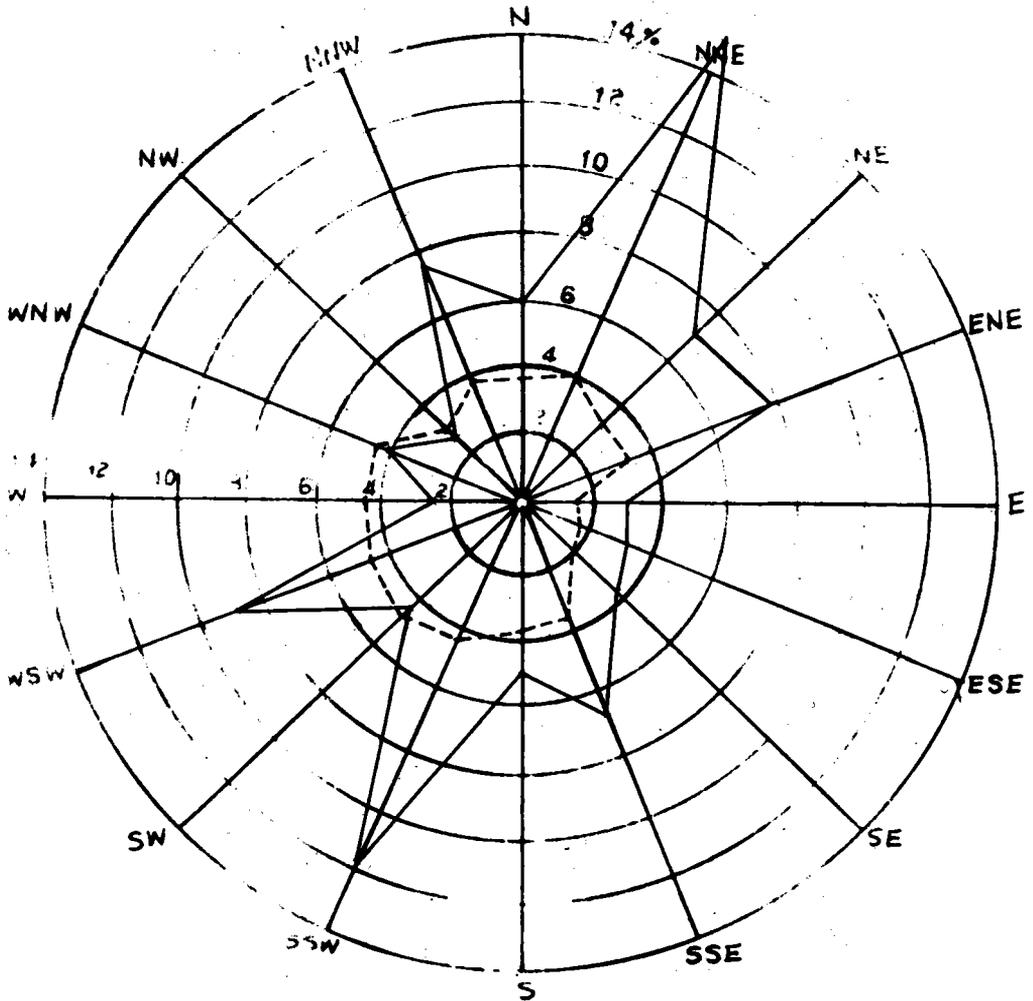


圖3—7 鰲鼓站四月至九月風向風速玫瑰圖
(1963~1965, 1968~1972) (夏季)

圖 例 — 風向 ... 風速

最大風速 15.0 M/S

最多風向 NNE

觀測次數 8,784次

發生日期 62年7月18日

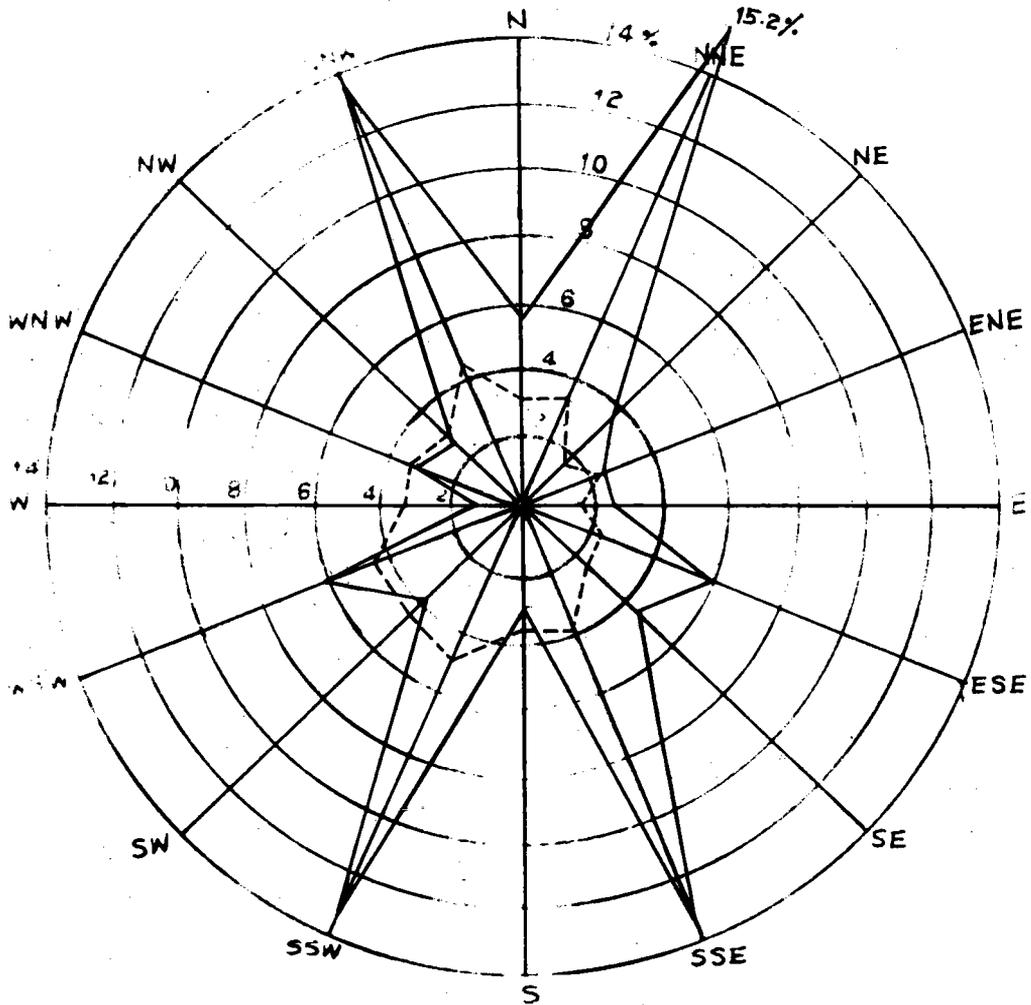
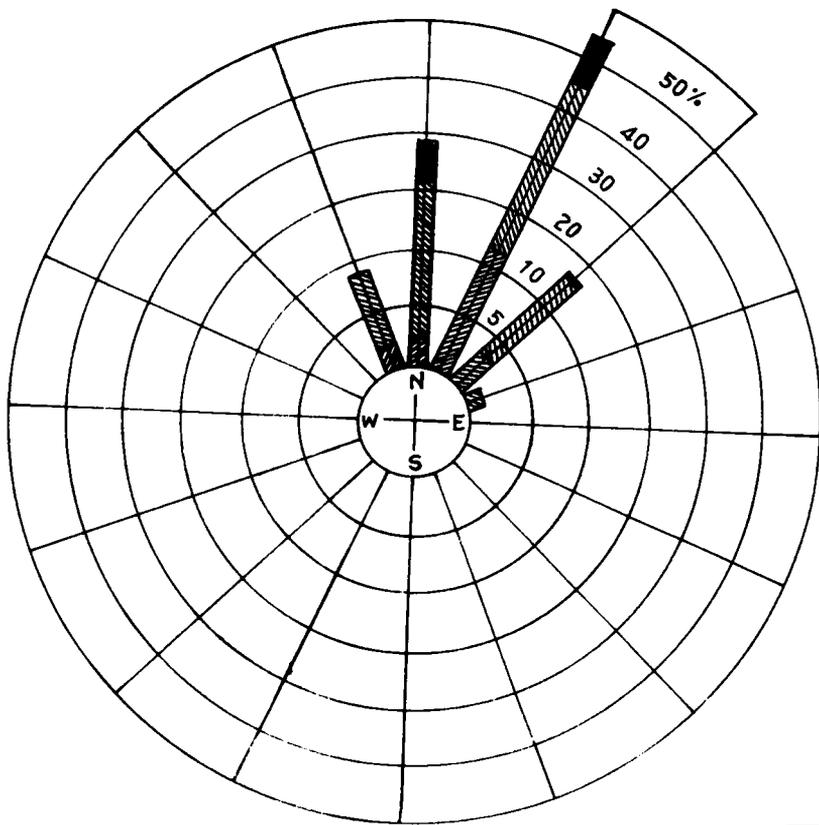


圖3-8 鰲鼓站歷年四月至九月風向風速玫瑰圖
(1973~1974) (夏季)

布袋十二月風況圖
(1981)年



布袋一月風況圖
(1982)年

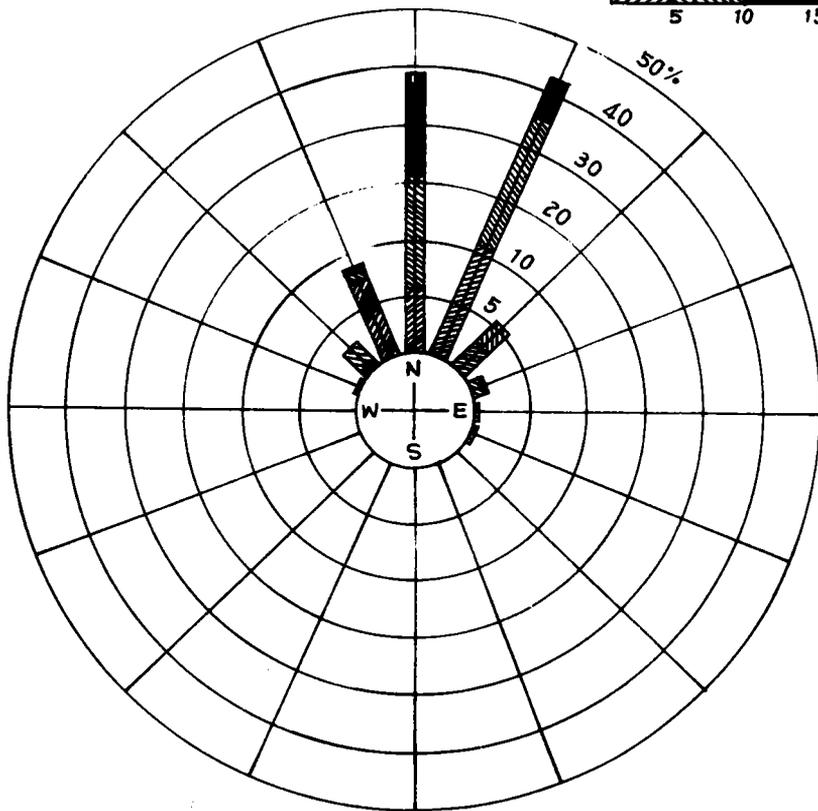
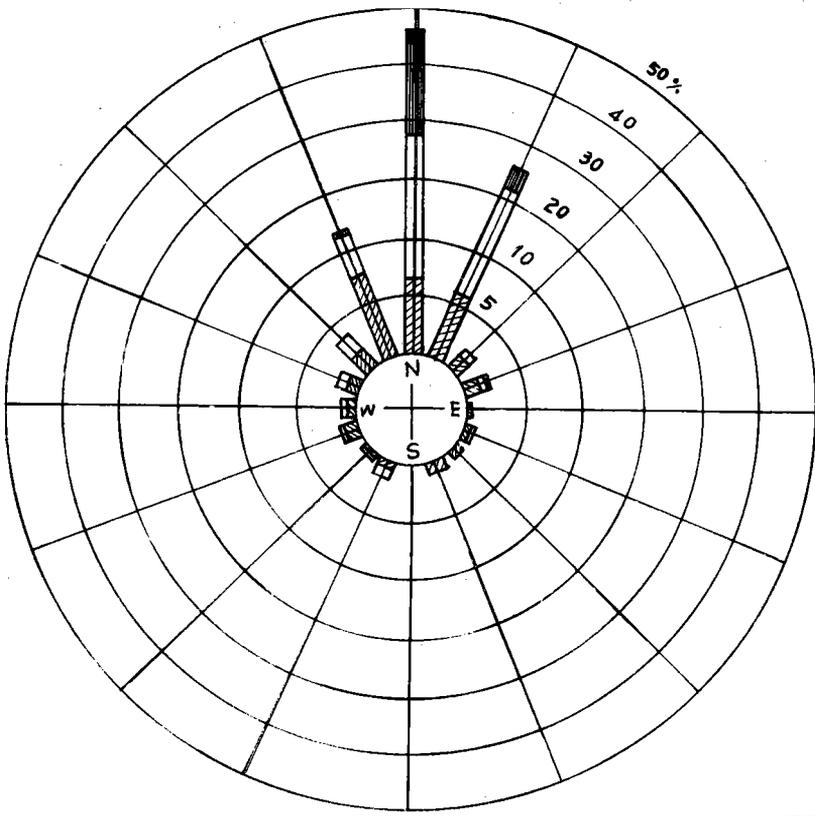


圖3—9 布袋港址十二月、元月風況玫瑰圖

布袋二月風况圖
(1982)年



布袋三月風况圖
(1982)年

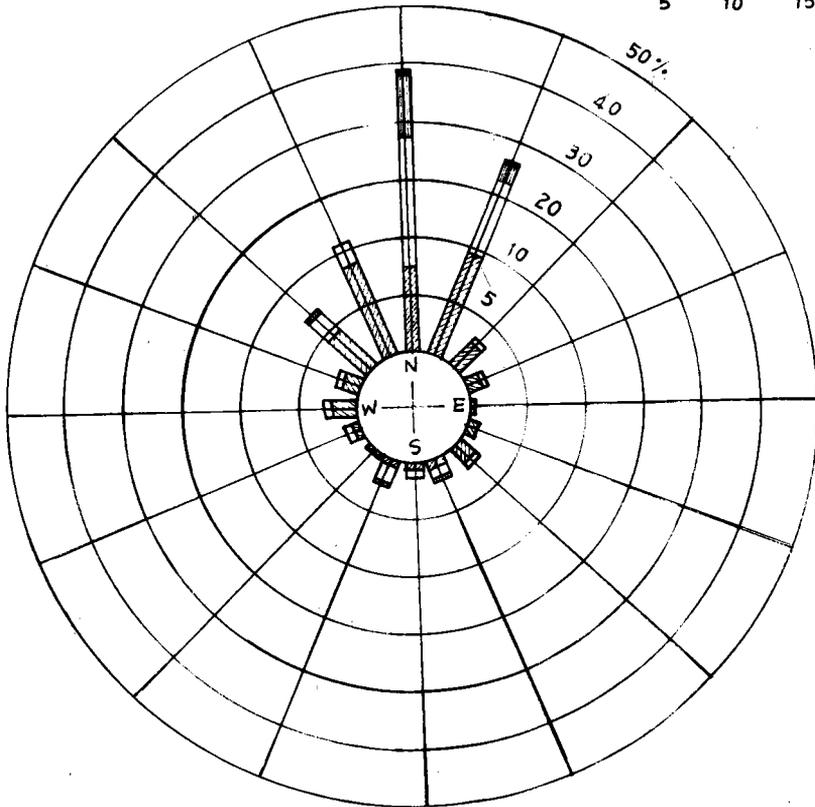
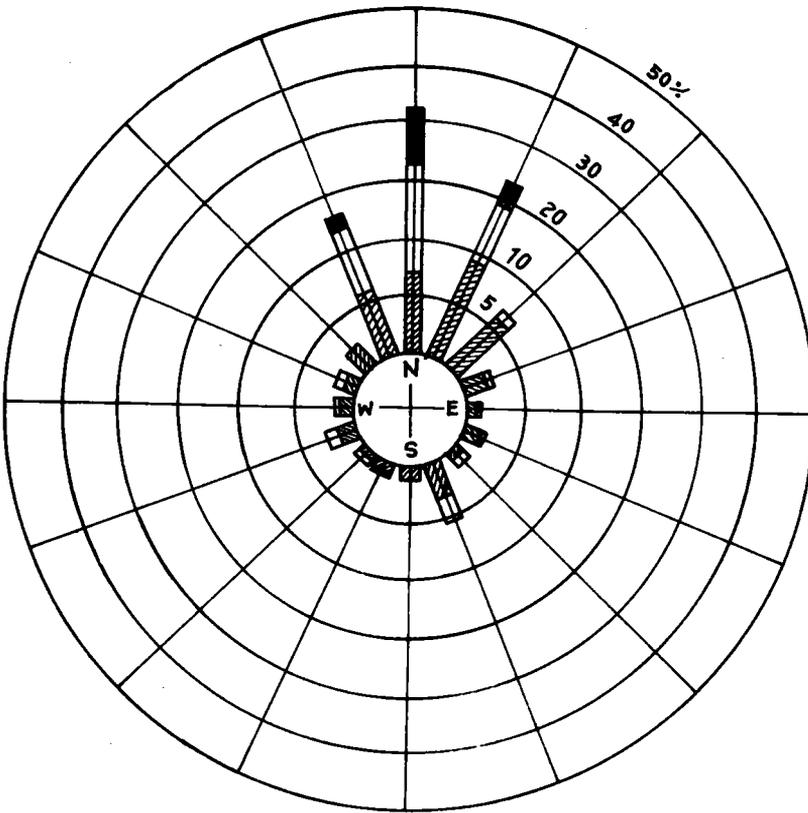


圖3-10 布袋港址二月、三月風况玫瑰圖

布袋 四月風况圖
(1982) 年



布袋 五月風况圖
(1982) 年

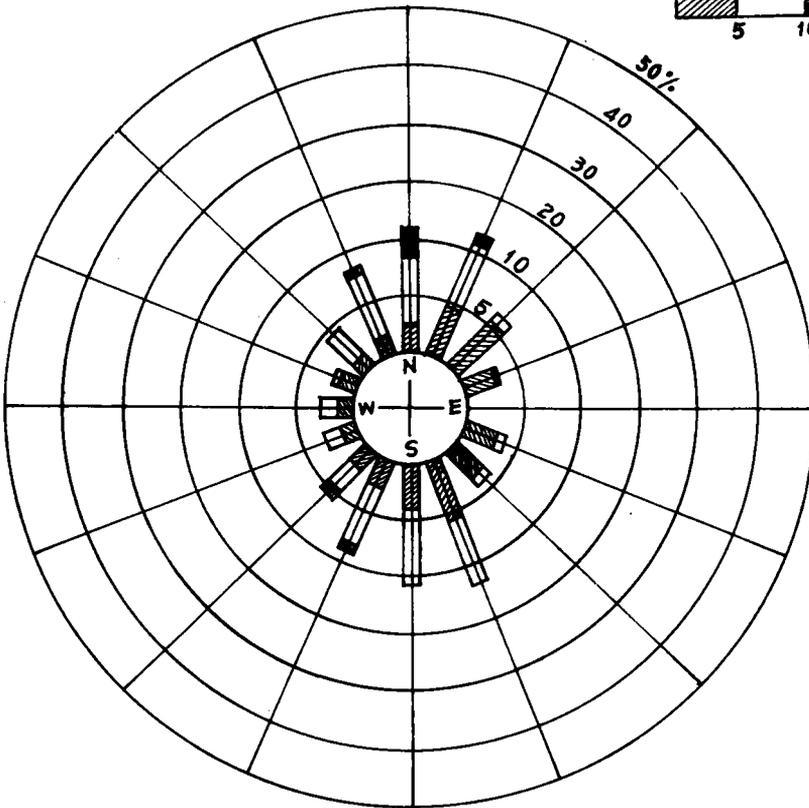
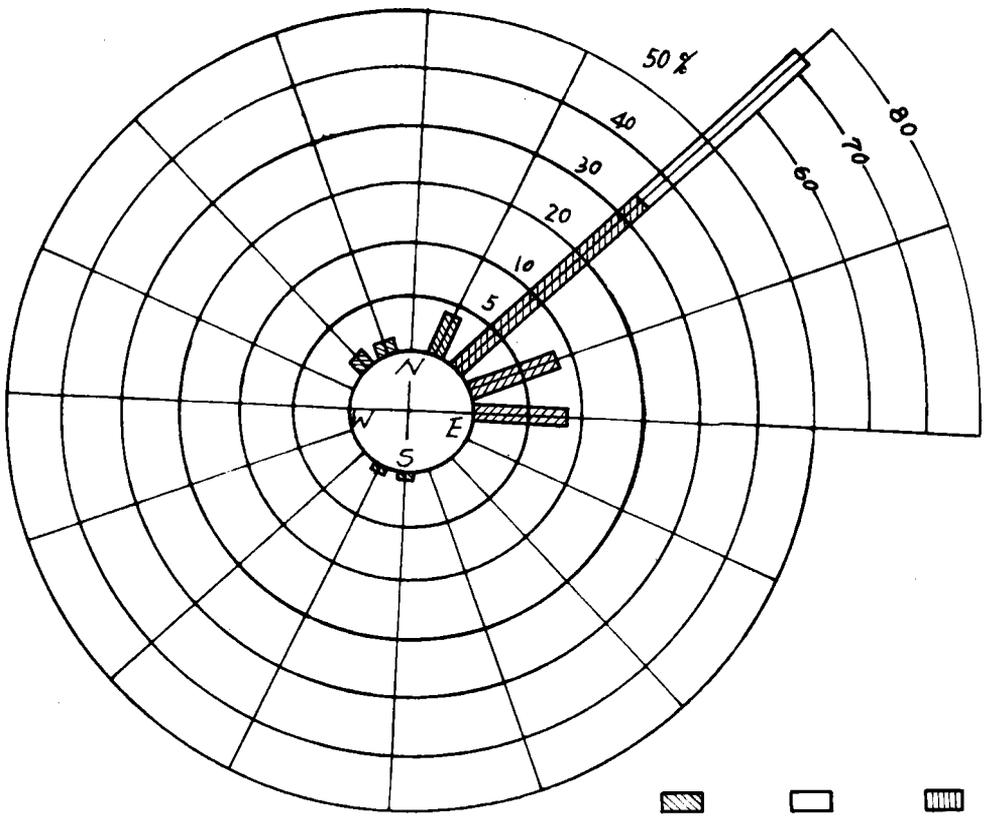


圖3-11 布袋港址四月、五月風况玫瑰圖

墾丁一月風況圖
(1980 ~ 1981)



0.1-4.9 m/s
 5.0-9.9 m/s
 10.0-14.9 m/s

墾丁二月風況圖
(1980 ~ 1981)

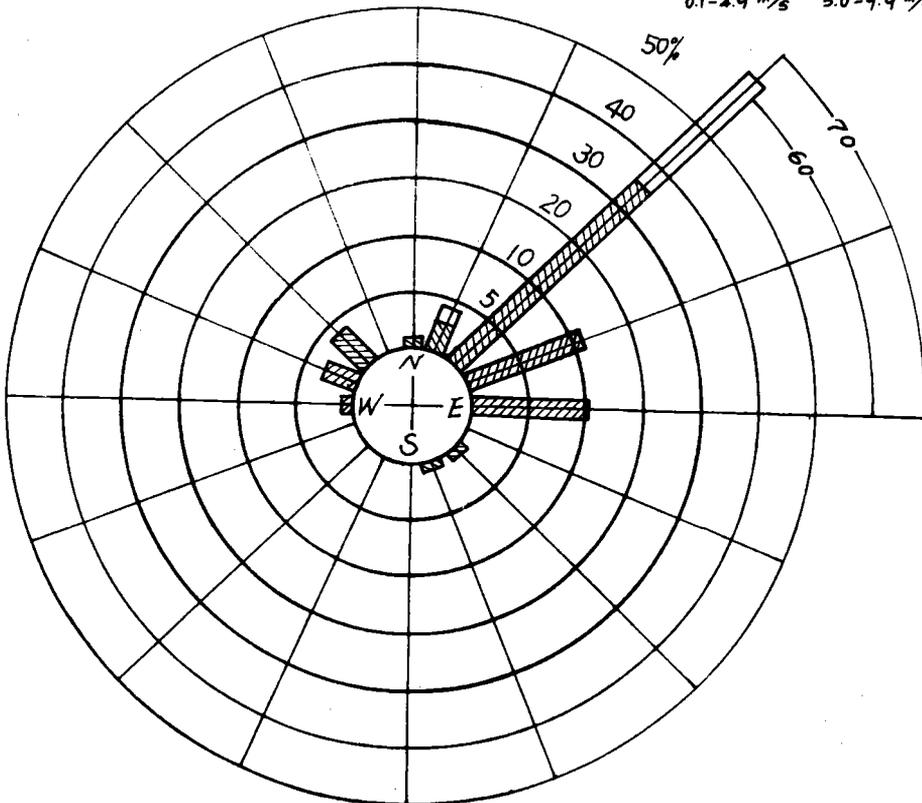
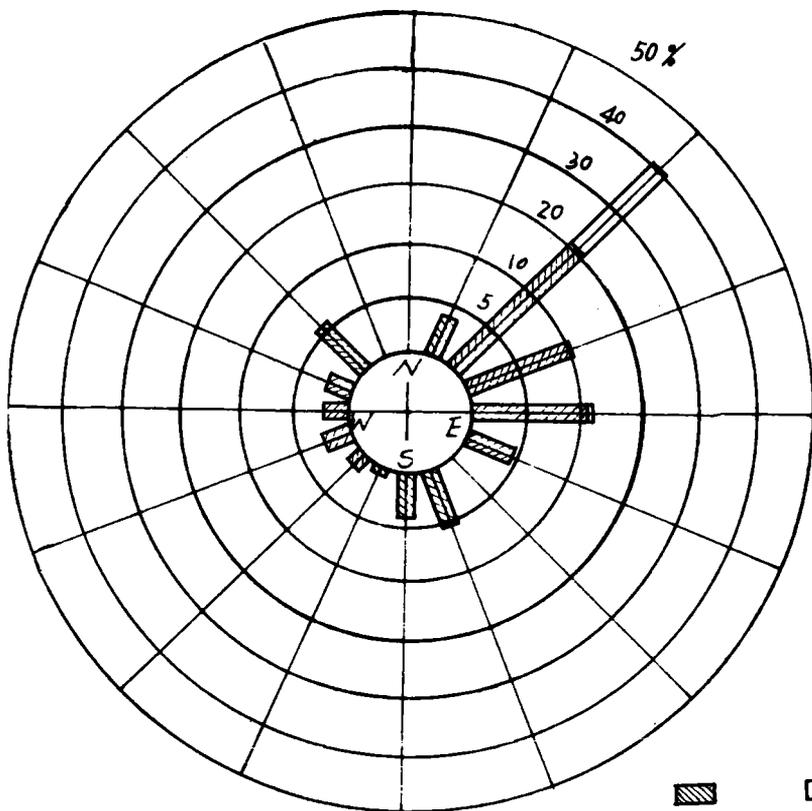


圖3-12 墾丁港址元月、二月風況玫瑰圖

墾丁三月風況圖(1980~1981)



 0.1-4.9 m/s
  5.0-9.9 m/s
  10.0-14.9 m/s

墾丁四月風況圖(1980~1981)

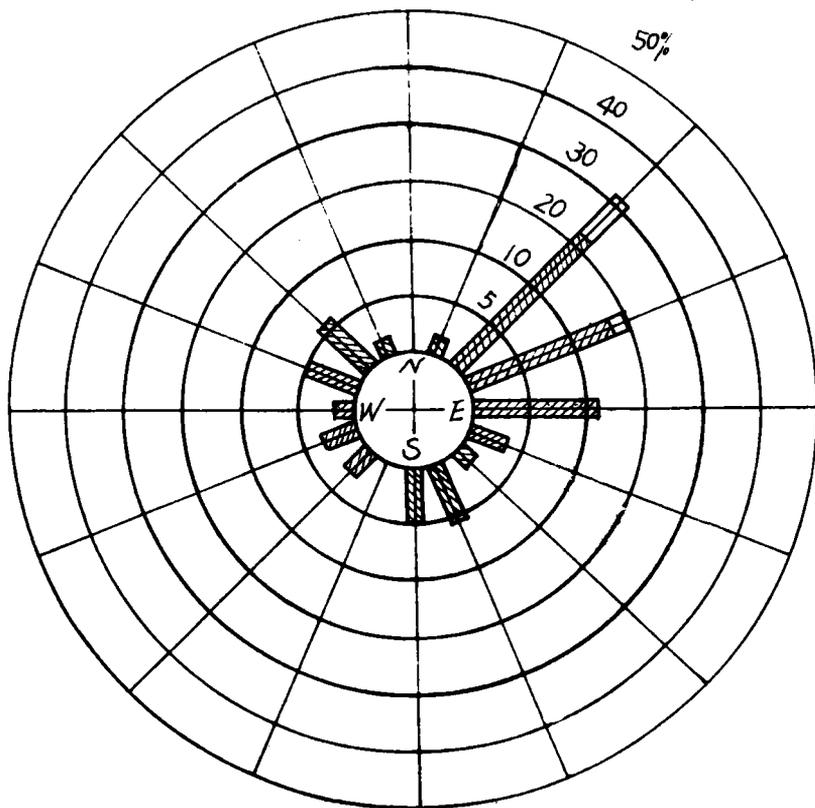
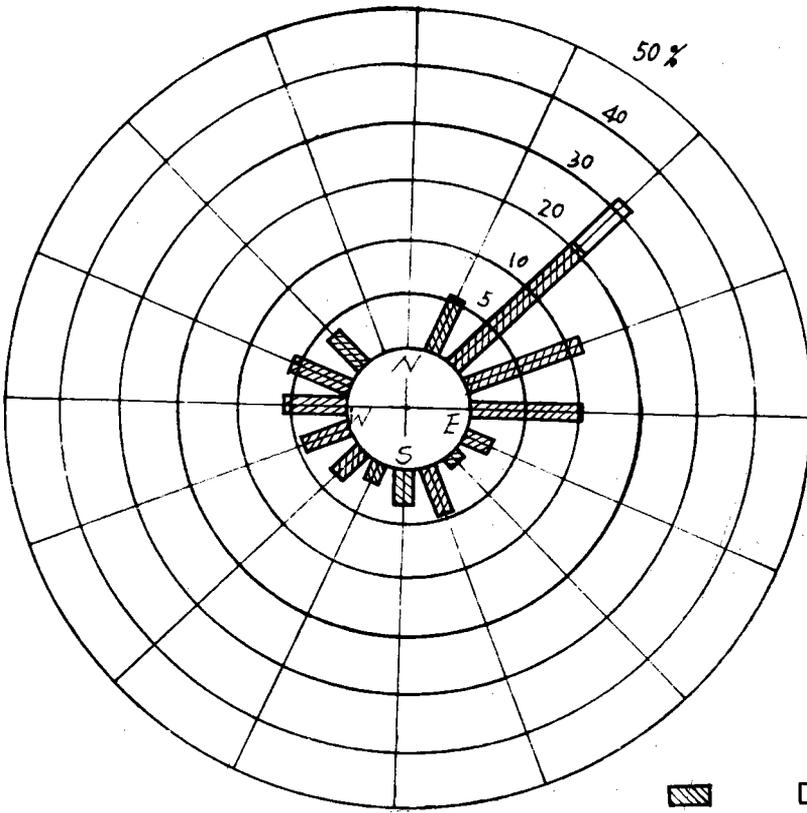


圖3-13 墾丁港址三月、四月風況玫瑰圖

墾丁五月風況圖
(1980 ~ 1981)



 0.1-4.9 m/s
  5.0-9.9 m/s
  10.0-14.9 m/s

墾丁六月風況圖
(1980 ~ 1981)

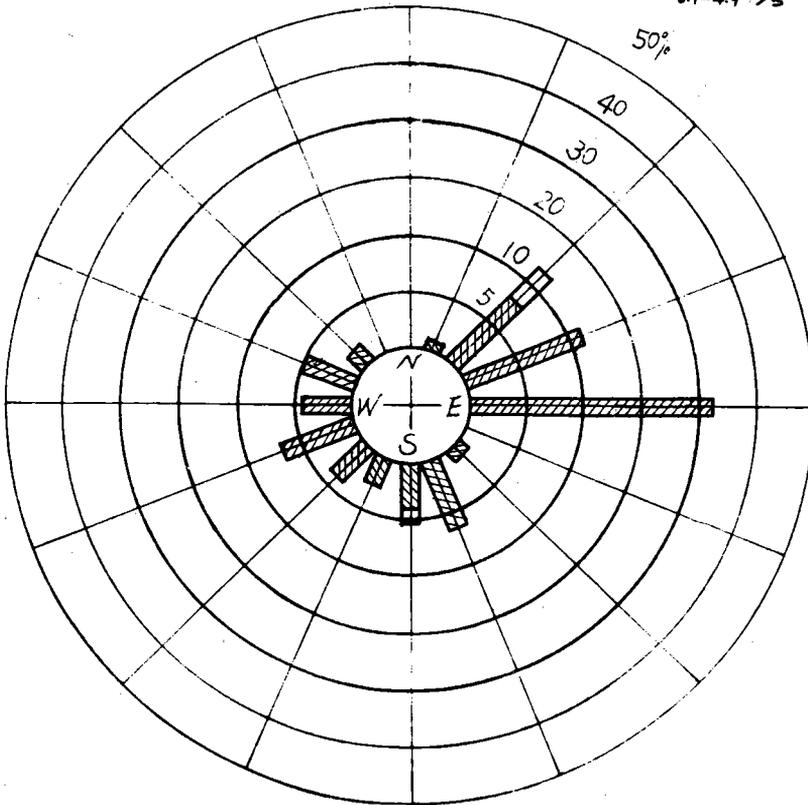
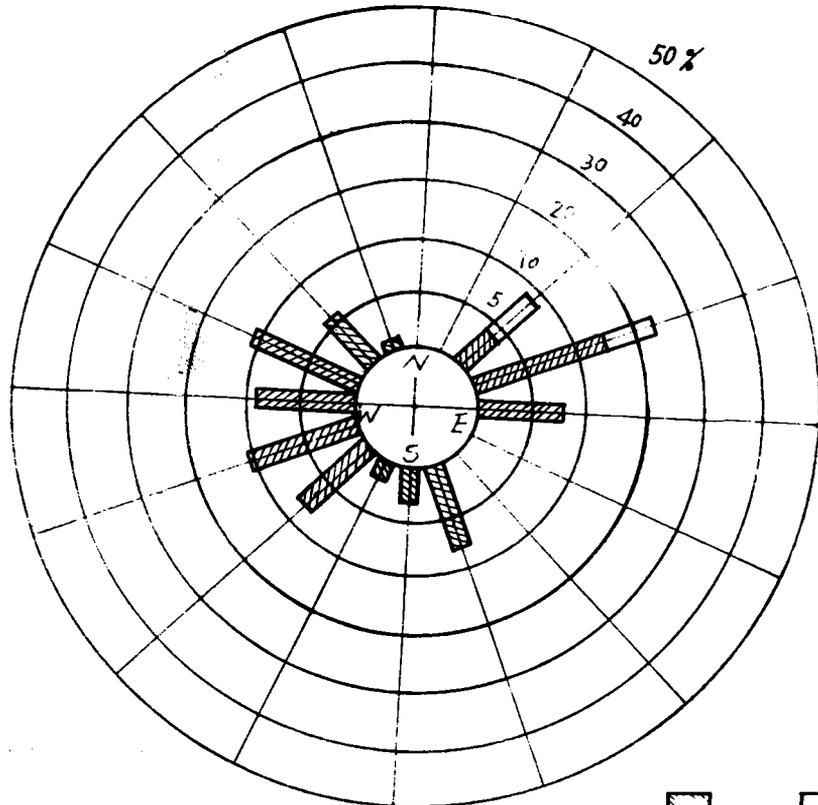


圖3-14 墾丁港址五月、六月風況玫瑰圖

墾丁七月風況圖
(1980~1981)



 0.1-4.9 m/s
  5.0-9.9 m/s
  10.0-14.9 m/s

墾丁八月風況圖
(1980~1981)

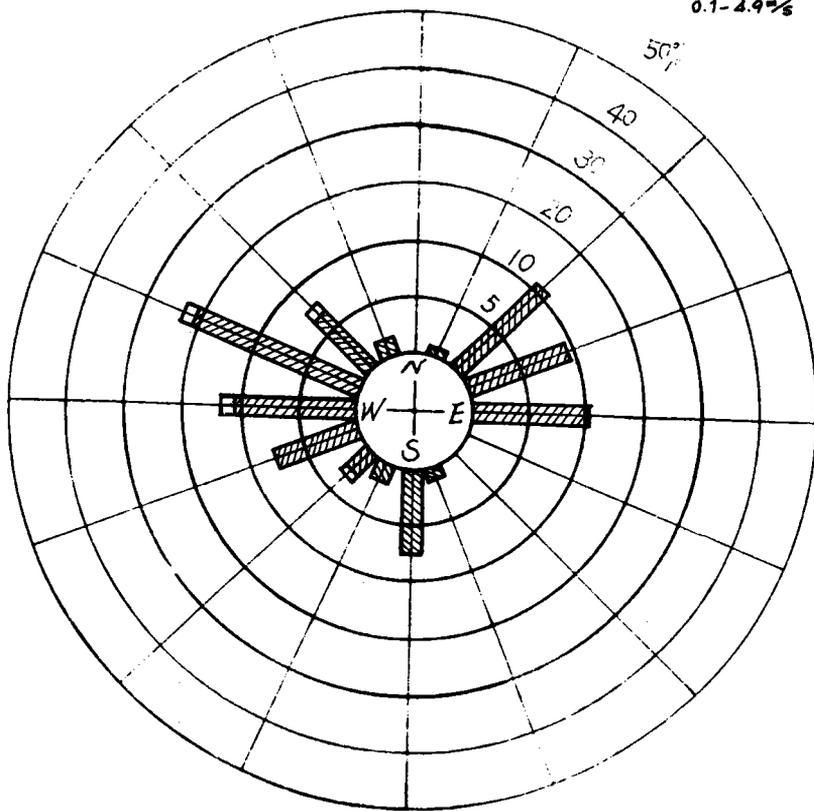
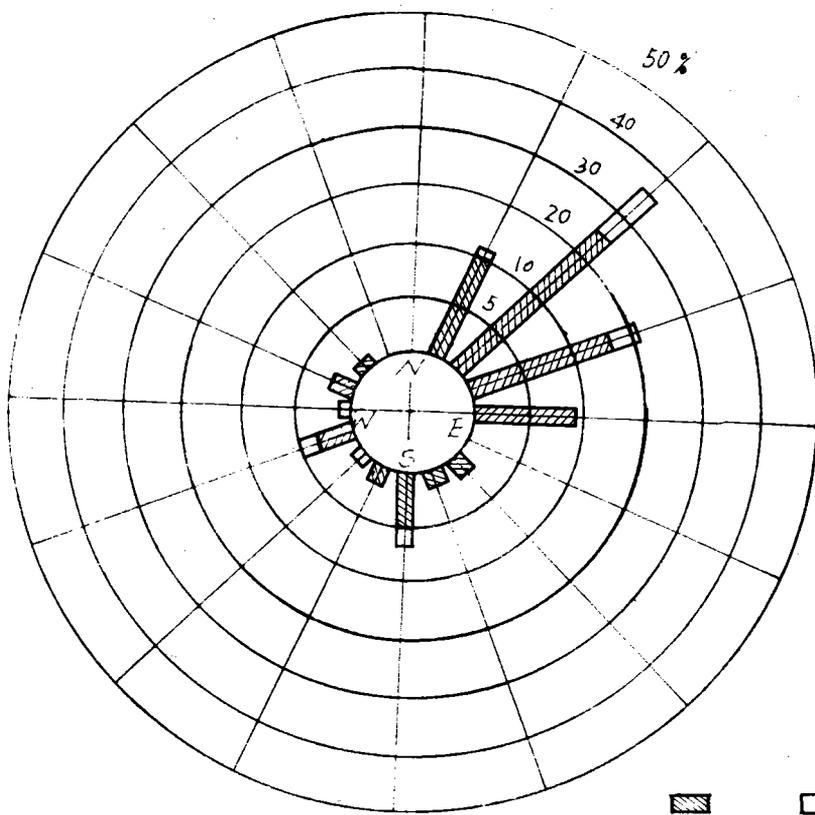


圖3-15 墾丁港址七月、八月風況玫瑰圖

墾丁九月風況圖(1980~1981)



0.1-4.9 m/s
 5.0-9.9 m/s
 10.0-14.9 m/s

墾丁十月風況圖(1980~1981)

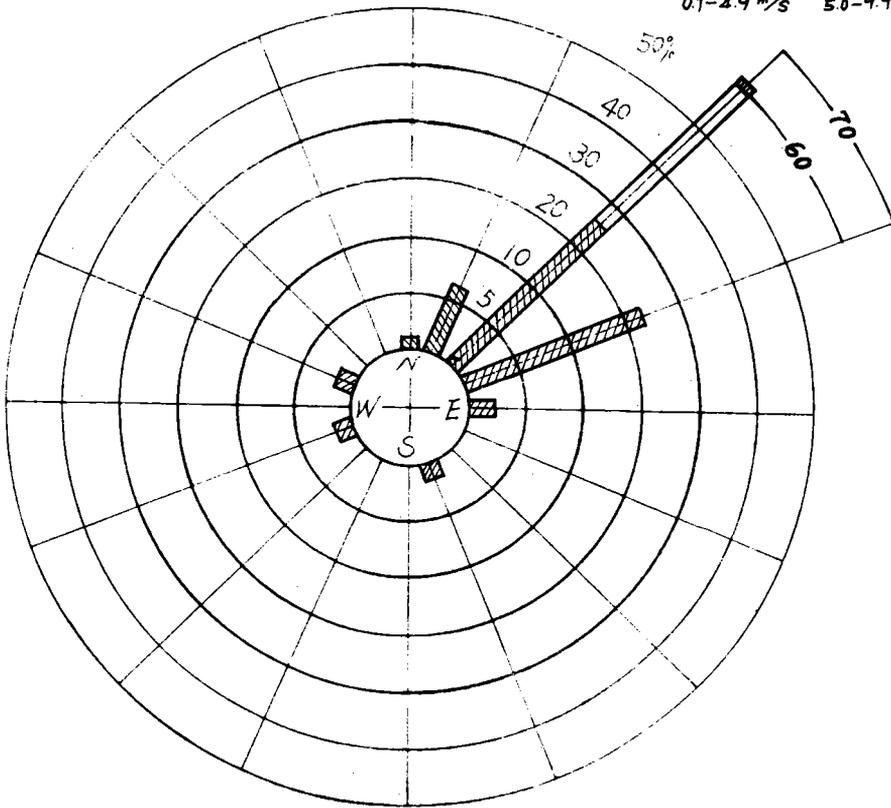


圖3-16 墾丁港址九月、十月風況玫瑰圖

墾丁十一月風况圖
(1980 ~ 1981)

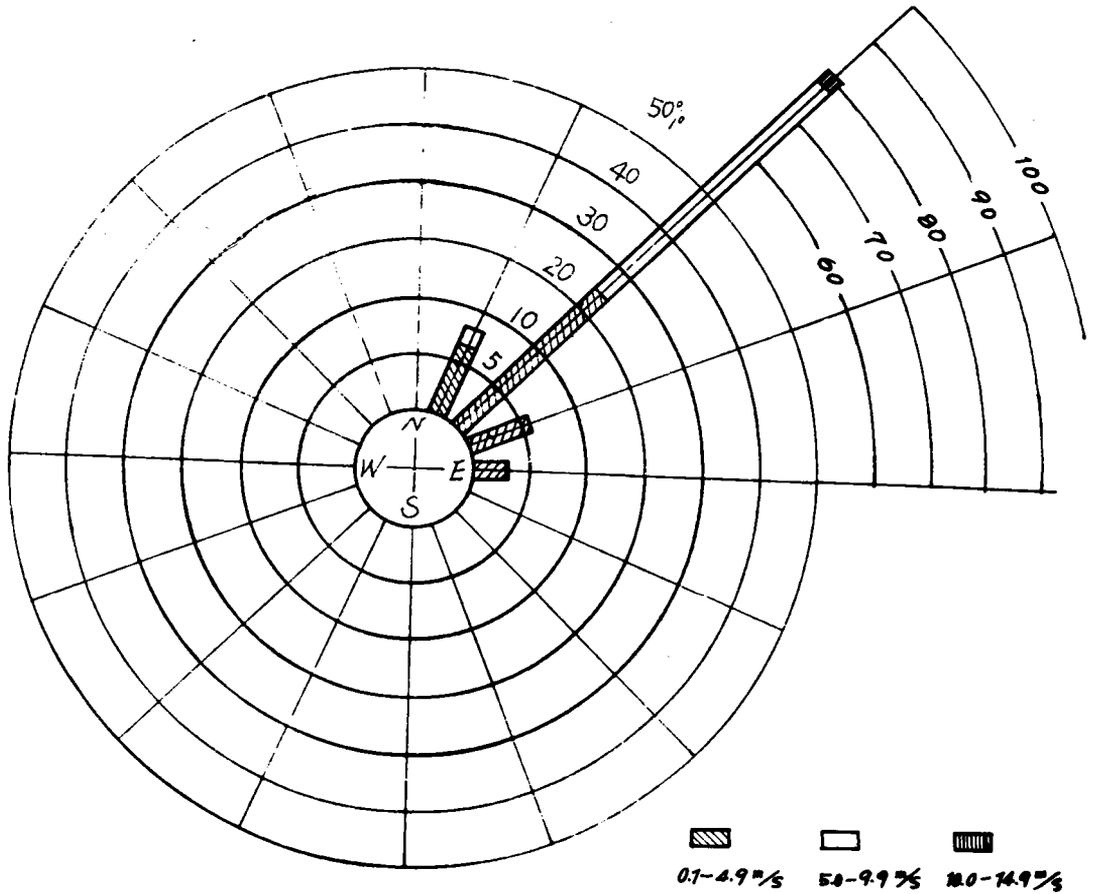


圖3-17 墾丁港址十一月風况玫瑰圖

墾丁十二月風况圖
(1980 ~ 1981)

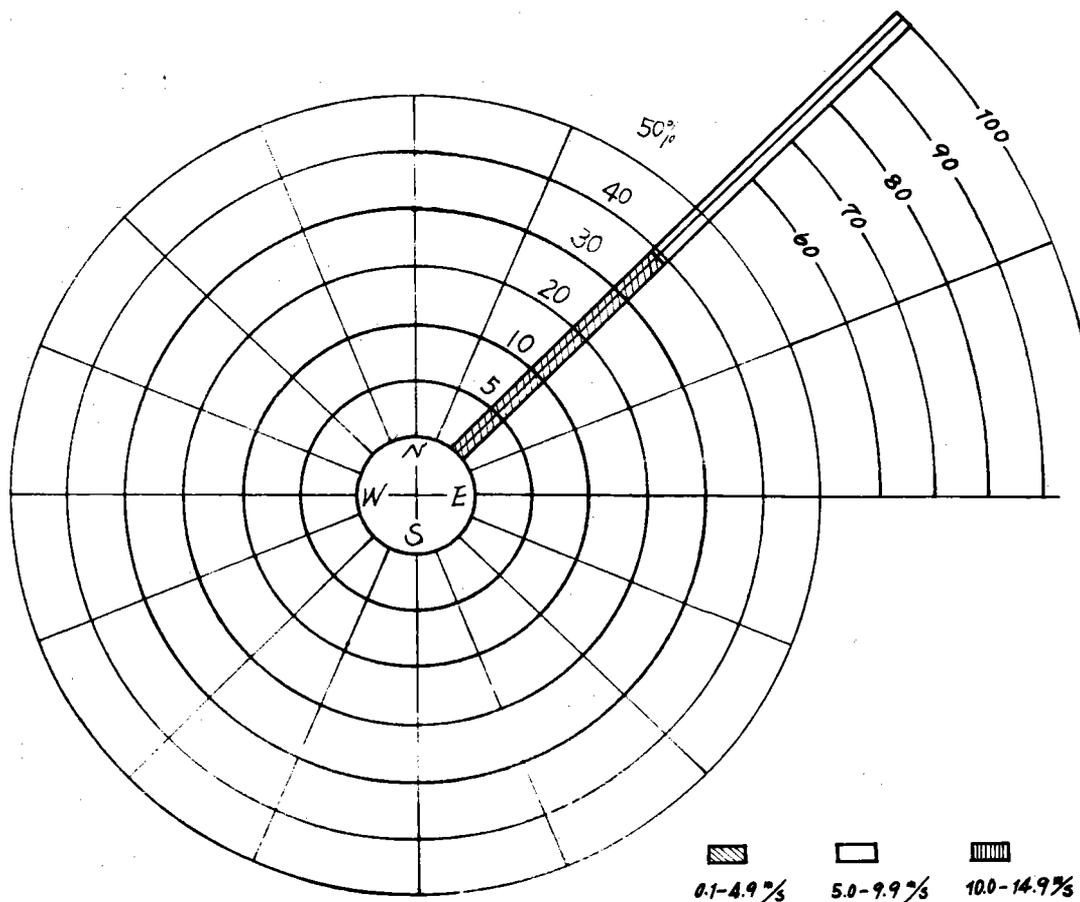


圖3-18 墾丁港址十二月風况玫瑰圖

墾丁全年風況圖
(1980 ~ 1981)

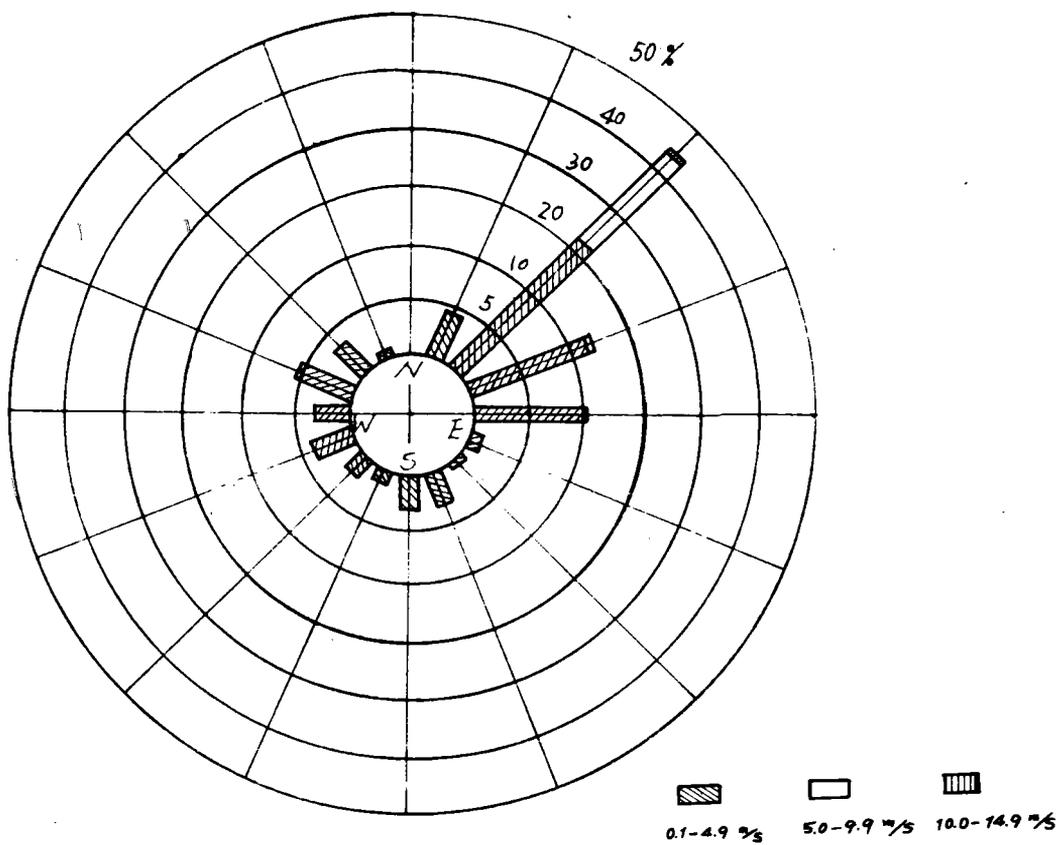
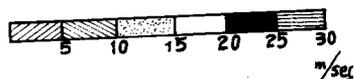
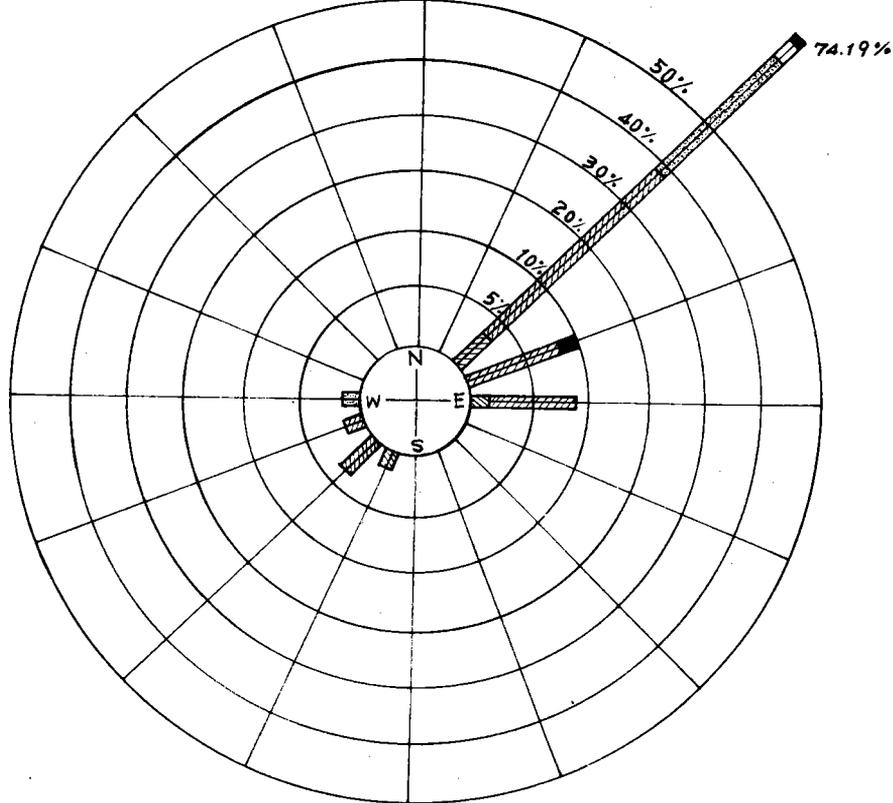


圖3-19 墾丁港址全年風況玫瑰圖

蘭嶼一月風況玫瑰圖 (69~70)



蘭嶼二月風況玫瑰圖 (69~70)

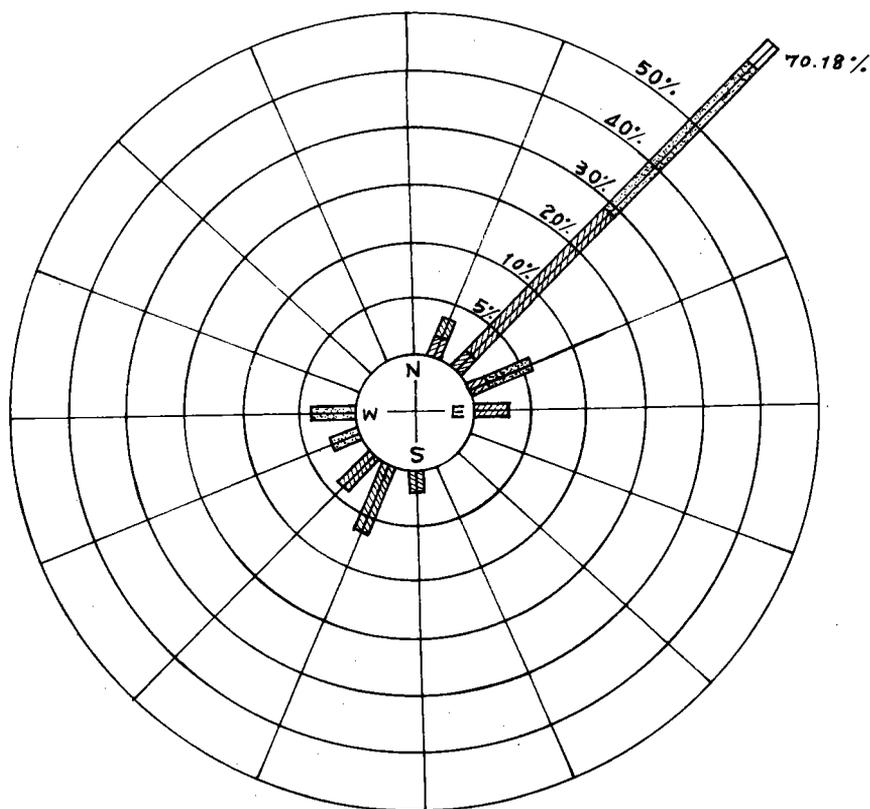
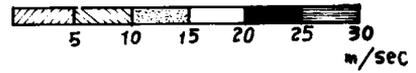
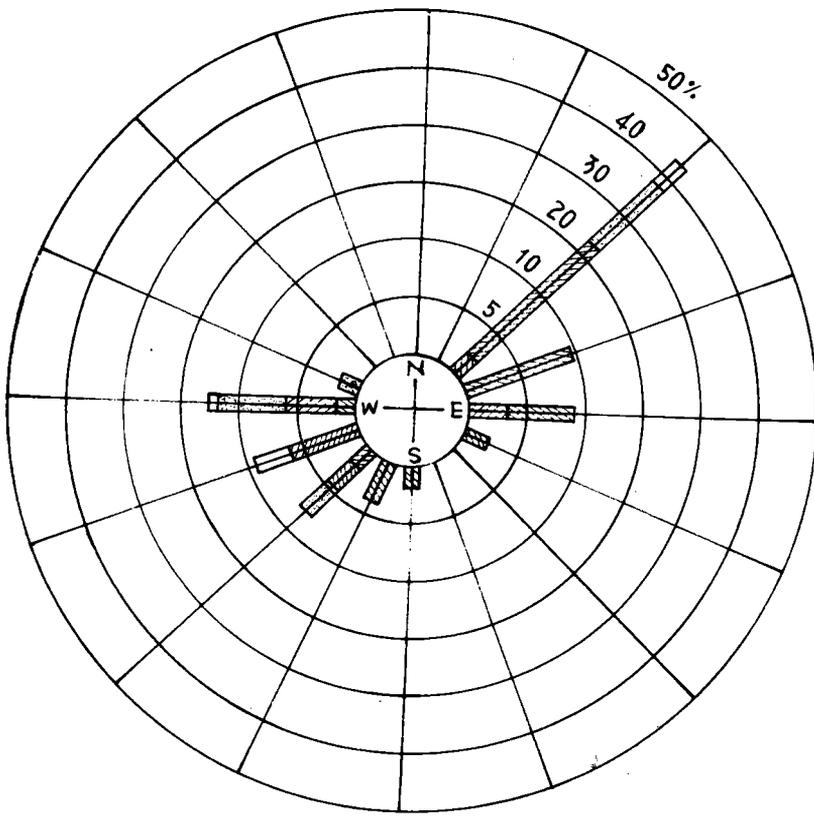


圖3-20 蘭嶼港址元月、二月風況玫瑰圖

蘭嶼三月風況玫瑰圖 (69~70)



蘭嶼四月風況玫瑰圖 (69~70)

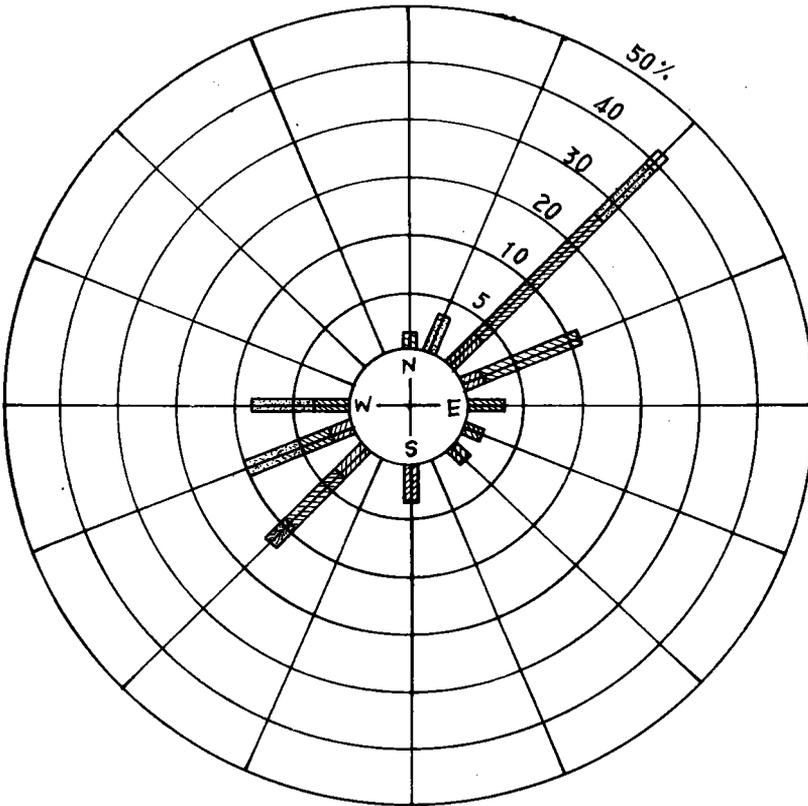
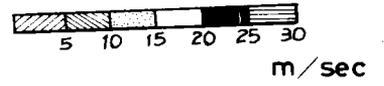
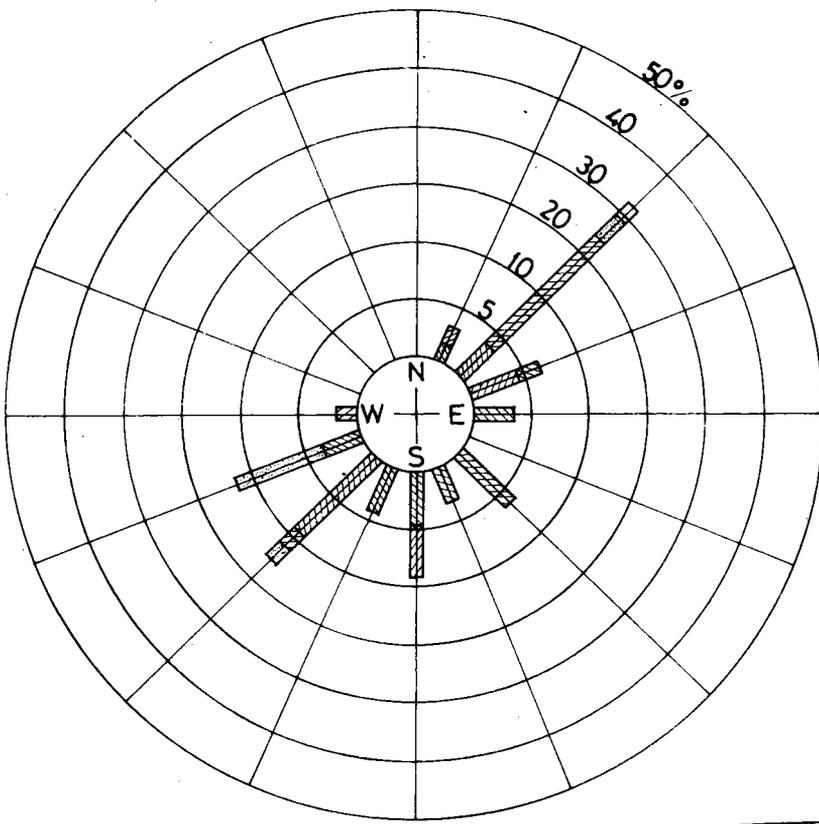


圖3-21 蘭嶼港址三月、四月風況玫瑰圖

蘭嶼五月風況玫瑰圖 (69~70)



蘭嶼六月風況玫瑰圖 (69~70)

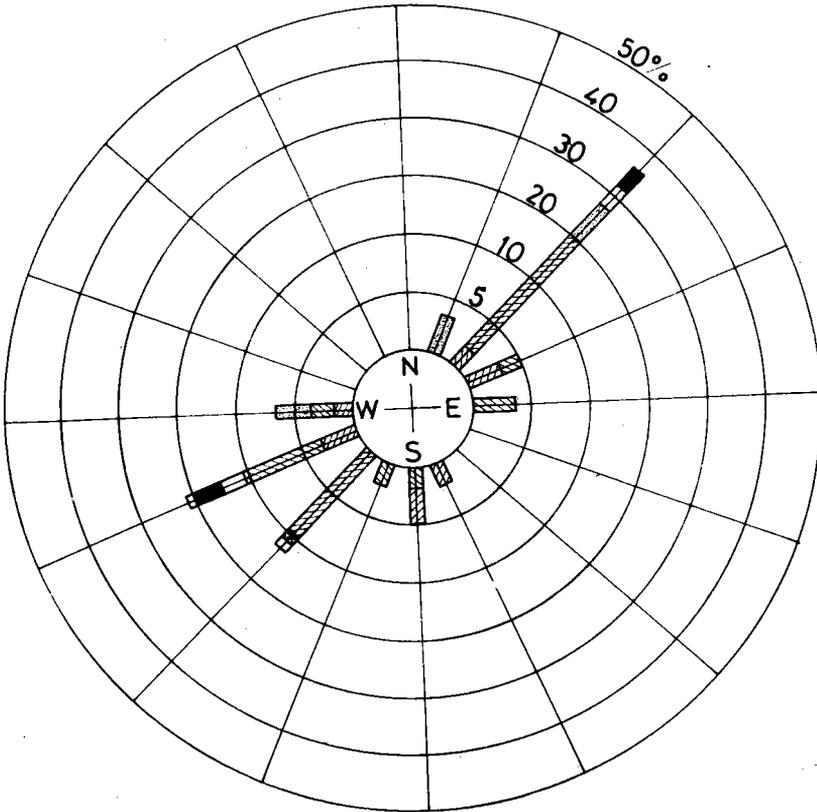
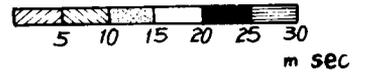
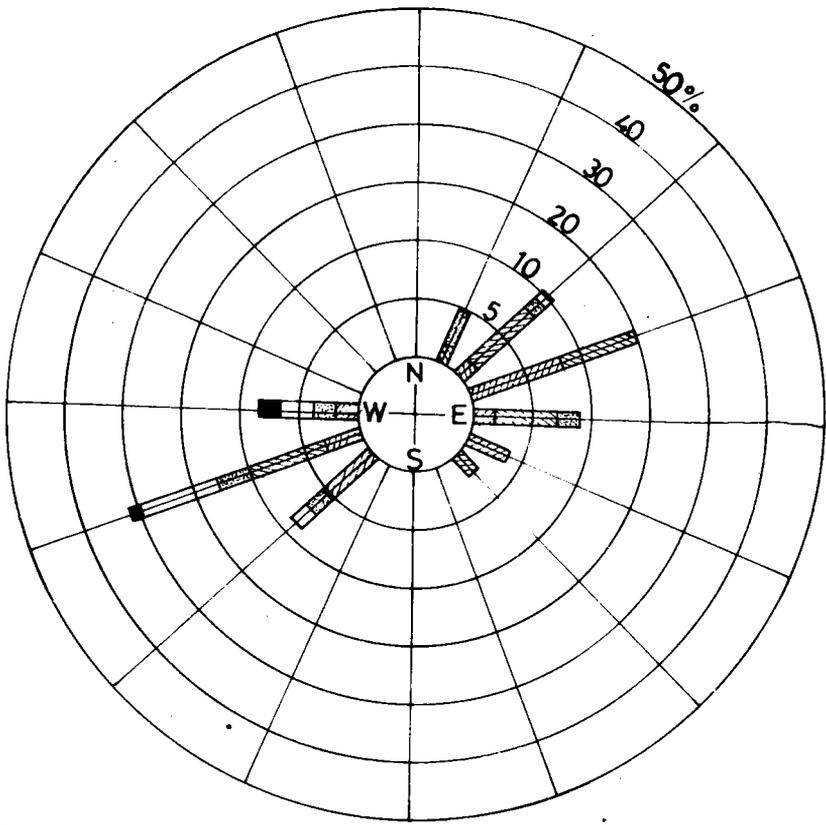


圖3-22 蘭嶼港址五月、六月風況玫瑰圖

蘭嶼七月風況玫瑰圖 (69~70)



蘭嶼八月風況玫瑰圖 (69~70)

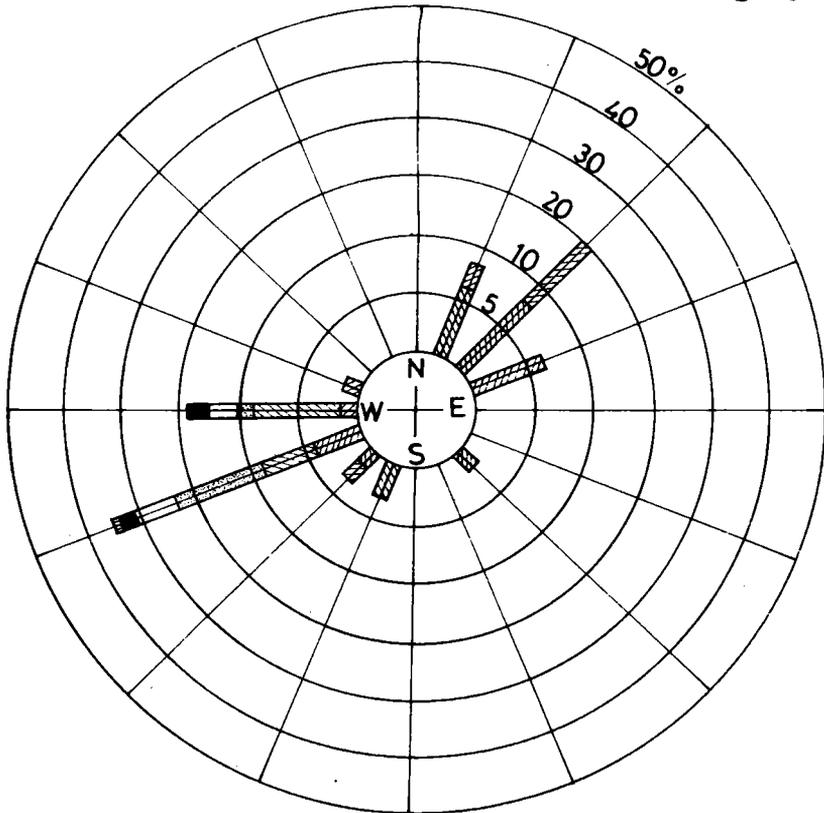
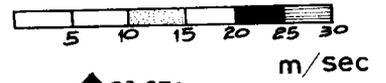
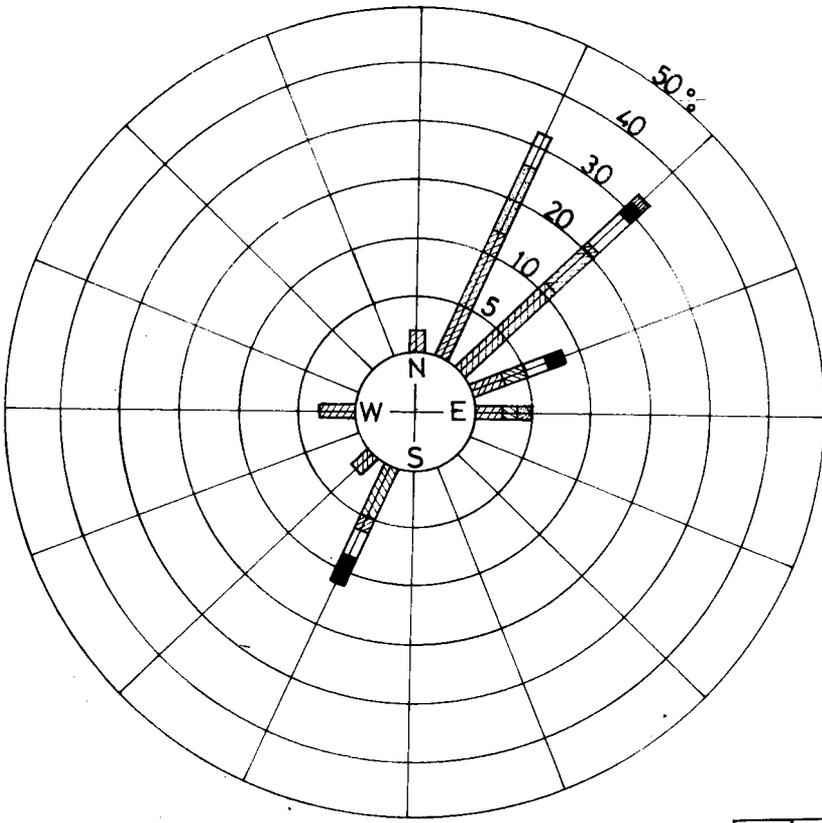


圖3-23 蘭嶼港址七月、八月風況玫瑰圖

蘭嶼九月風況玫瑰圖 (69 ~ 70)



蘭嶼十月風況玫瑰圖 (69 ~ 70)

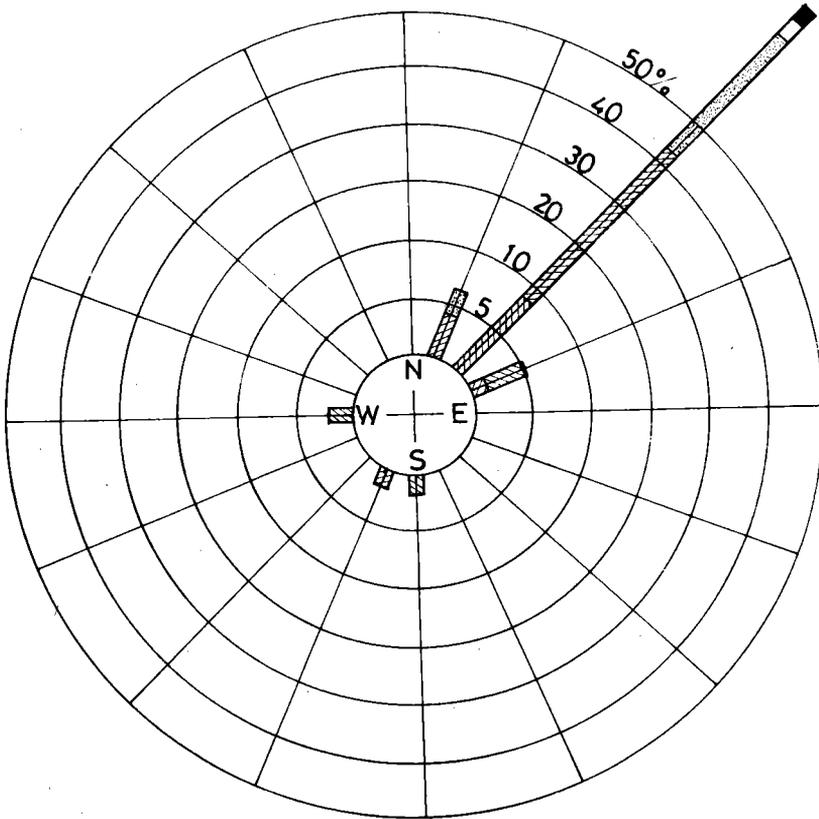
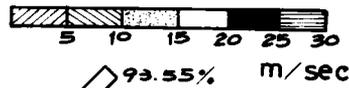
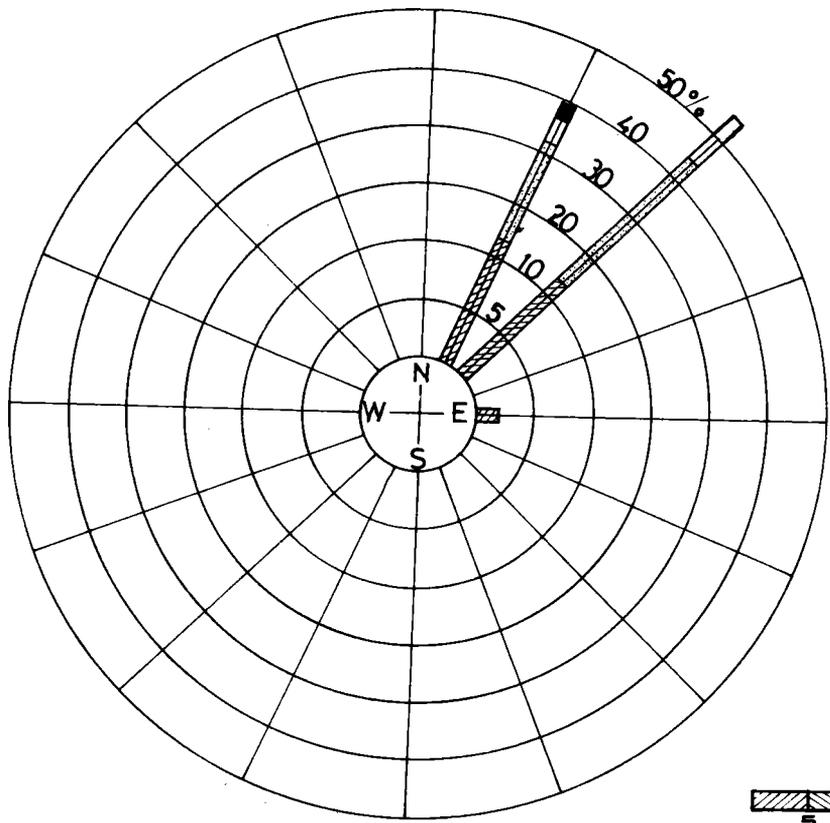


圖3-24 蘭嶼港址九月、十月風況玫瑰圖

蘭嶼十一月風況玫瑰圖(69~70)



蘭嶼十二月風況玫瑰圖(69~70)

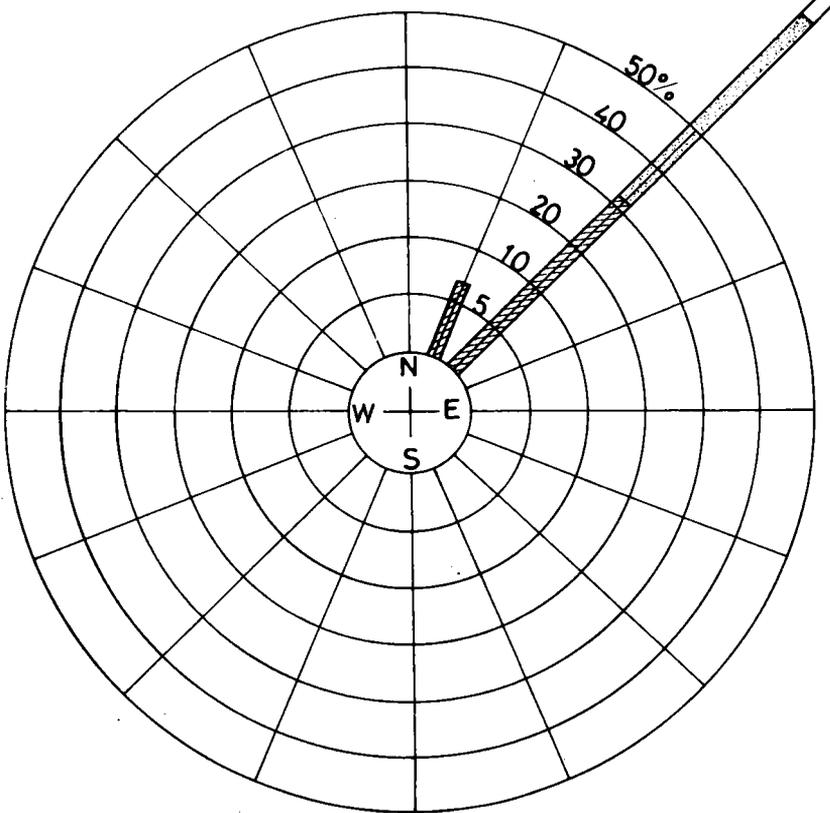


圖3-25 蘭嶼港址十一月、十二月風況玫瑰圖

蘭嶼全年風況玫瑰圖 (69 ~ 70)

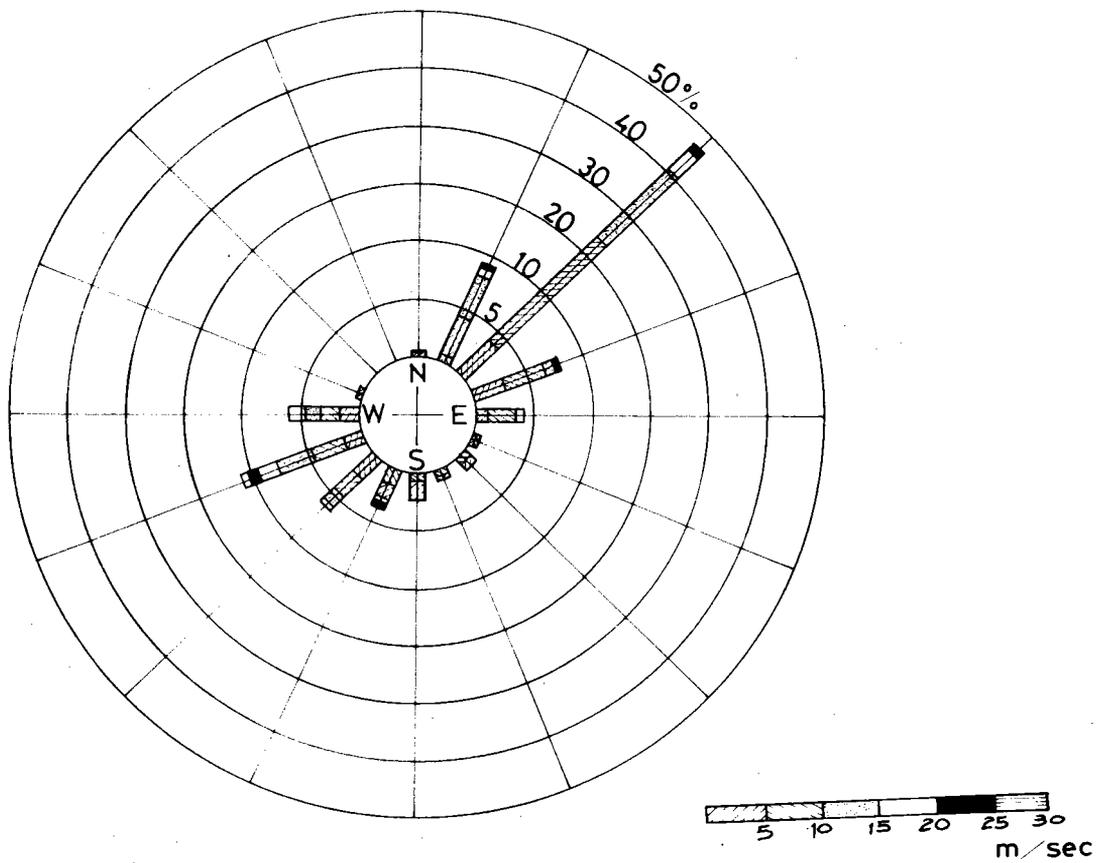


圖3-26 蘭嶼港址全年風況玫瑰圖

四、海象調查分析

4.1 波浪觀測

海象觀測分爲波浪、潮汐及流況三項主要工作。波高係採用水壓式卡式磁帶紀錄型測波儀四具及Waverider一具，前者由本計劃購置三具，一具係本所代辦基隆港局北部海岸調查計劃中支援安裝於北部海岸，墾丁港址與蘭嶼港址，因布袋港址——布袋灣區域遼闊，爲瞭解波浪於深海進入淺海之變化，乃於深海處安裝Waverider一具，不受漁船之往返干擾，在淺海處，另外安裝水壓磁帶式波高計，作爲灣內波浪分佈及變形減衰之參考依據。各港址均選擇適當時期前往安裝波高計，俟紀錄期滿後收回，每港址視需要安放三至六次，共計可取回三至六個月之完整資料。經分析獲得之資料，除供規劃設計用外，并可藉此實例波浪與推算結果比較，求其較正值，求出今後該港址波浪預報之模式。

4.2 潮汐之統計分析

4.2.1. 北部海岸港址潮汐統計分析

設計所用之潮位經分析如下：

大潮平均高潮位：+3.10m

平均潮位：+1.41m

大潮平均低潮位：-0.28m

其他各項潮位之分析，則俟在北部海岸設置潮位計之高程精確量定，再行將最近實測紀錄細分各種潮位并列出統計表。

4.2.2 布袋港址潮汐統計分析

布袋潮位經十年紀錄之統計結果，列爲表4-1所示

表4-1 布袋站潮位分析統計表

單位：公尺

觀測站名稱	月別	高潮位				低潮位				平均潮位	潮差		暴潮位	備註
		最高潮位	大潮平均高潮位	小潮平均高潮位	平均高潮位	最低潮位	大潮平均低潮位	小潮平均低潮位	平均低潮位		最大潮差	平均潮差		
布袋站	1	1.13	0.81	0.27	0.54	-1.40	-1.16	-0.38	-0.77	-0.12	2.53	1.31		(1) 表列潮位標高係以聯勤水準系統 (2) 記錄時間：民國五十年~六十年
	2	1.04	0.86	0.31	0.59	-1.38	-1.07	-0.35	-0.71	-0.06	2.42	1.30		
	3	1.13	0.74	0.33	0.54	-1.35	-1.05	-0.26	-0.66	-0.06	2.58	1.20		
	4	1.03	0.85	0.43	0.64	-1.45	-1.11	-0.25	-0.68	-0.02	2.53	1.32		
	5	1.16	0.96	0.57	0.77	-1.33	-1.09	-0.15	-0.62	0.08	2.49	1.39		
	6	1.53	1.10	0.64	0.87	-1.36	-1.10	-0.11	-0.61	0.13	2.89	1.48		
	7	1.68	1.19	0.62	0.91	-1.60	-1.07	0.02	-0.53	0.19	3.28	1.44	2.10	
	8	1.63	1.19	0.62	0.91	-1.22	-0.97	0.00	-0.49	0.21	2.85	1.40		
	9	1.50	1.19	0.61	0.90	-1.19	-0.93	-0.02	-0.50	0.20	2.69	1.40		
	10	1.33	1.08	0.56	0.82	-1.37	-1.02	-0.12	-0.57	0.13	2.70	1.39		
	11	1.13	0.97	0.55	0.76	-1.34	-0.83	-0.19	-0.51	0.13	2.47	1.27		
	12	1.05	0.83	0.37	0.60	-1.38	-0.92	-0.28	-0.60	0.00	2.43	1.20		
歷年平均		1.68	0.98	0.49	0.74	-1.60	-1.03	-0.18	-0.61	0.07	3.28	1.35	2.10	

其設計所用之潮位經分析如下

- 天文潮最高潮位：+1.68m
- 天文潮最低潮位：-1.60m
- 大潮平均高潮位：+0.98m
- 小潮平均高潮位：+0.37m
- 大潮平均低潮位：-1.03m
- 小潮平均低潮位：-0.18m
- 平均潮位：-0.01m
- 暴潮位：+2.10m

4.2.3 墾丁港址潮汐之統計分析

表4-2 墾丁站潮位分析統計表

觀測站名稱	月別	高潮位		低潮位		平均潮位	潮差			附註
		最高潮位	平均高潮位	最低潮位	平均低潮位		最大潮差	最小潮差	平均潮差	
墾丁站	5	0.83	0.31	-0.68	-0.31	0.00	1.48	0.05	0.62	(1) 記錄時間自民國69年5月至民國70年4月止。
	6	0.74	0.25	-0.72	-0.36	-0.05	1.38	0.11	0.62	
	7	0.85	0.25	-0.78	-0.36	-0.05	1.39	0.12	0.61	
	8	0.84	0.20	-0.65	-0.33	-0.01	1.34	0.03	0.62	
	9	0.68	0.35	-0.65	-0.30	-0.03	1.18	0.05	0.65	
	10	0.64	0.30	-0.69	-0.38	-0.04	1.21	0.03	0.68	
	11	0.70	0.25	-0.85	-0.4	-0.07	1.53	0.05	0.65	
	12	0.68	0.20	-0.97	-0.43	-0.11	1.62	0.15	0.63	
	1	0.60	0.09	-1.01	-0.56	-0.22	1.53	0.11	0.65	
	2	0.54	0.13	-1.00	-0.53	-0.19	1.52	0.04	0.66	
	3	0.48	0.70	-0.80	-0.48	-0.05	1.28	0.03	0.65	
	4	0.57	0.30	-0.63	-0.36	-0.03	1.09	0.02	0.66	
歷年平均		0.68	0.29	-0.79	-0.4	-0.07	1.38	0.07	0.64	

4.2.4 蘭嶼港址潮汐之統計分析

設計所用之潮位經分析如下：

大潮平均高潮位 +1.5m

平均潮位 +0.9m

大潮平均低潮位 +0.3m

本港址海岸所設置之潮位計實測紀錄，仍須俟設置點之潮位計高程與水位間關係，仔細釐定後，再將潮位紀錄細分各種潮位并作統計分析表，將於最終報告時研提。

4.3 流況之調查分析

流況之調查，內含海流、潮流，而其主要調查項目以流速、流向為主，在港口航道附近之流速，流向均能影響船隻進出港口之難易，只要吾人能推定港口航道之流速、流向，則可供設計港口方向之參考。

在預定港口附近，租用船隻碇泊在海中，俾能以流速儀同時測流速，流向，固定於水中，連續觀測25小時，為一週期，由所測資料，繪製之流橢圓圖，由橢圓圖，可瞭解，某時刻之海流、潮流之流向，與流速。

本計劃流況之調查，先後於桃園外海、布袋附近海岸、墾丁海岸及蘭嶼附近海岸實施，現將各別測站，測試儀器、方法及結果分述如下。

4.3.1 北部海岸外海流況

1981年10月13日漁船碇泊於永安漁港附近，以RCM-4 NO4970型長期流速計，計測本海岸之流速、流向，在中午12點10分開始計測記錄儀器置於水深16m處，儀器離水面8米，儀器施放以六分儀定位，至10月14日8時，儀器記錄結束，收回船上。

一般潮流橢圓圖，皆約成橢圓形狀，只要測定點及橢圓圓心決定，則測定點至橢圓必之向量，即為海流方向，橢圓心至圓周之向量為時刻之潮流。由本海岸附近所測得之流速、流向，繪成圖形，則顯散亂，有異於橢圓，且中間偶有記錄停止，只能看出某時刻之流速、流向，而無法分辨出海流與潮流，由計測結果顯示，其流速最大值達60cm/sec，但很少發生，一般皆在30cm/sec以下，流向以西南和東北兩方向為主，與實際情形相當吻合。詳如圖4—1所示。

4.3.2 布袋港址外海流況

本海岸流況分兩次計測，第一次是1982年12月23日早上10時至24日早上11時，第二次為26日至27日以海流計 RCM-4 NO5961,5963型二具計測，本次測量于布袋燈塔以南0.5Km，及外海4—5Km左右，水深在最低潮時—8m，儀器安放於海平面下2~2.5m左右。計測結果顯示每20分鐘之平均流速（含海流、潮流）在15cm/sec~30cm/sec之間居多，而其流向分佈於南北兩方向為多，其結果散亂，有異於橢圓形狀，若取每小時之平均流過繪圖，則散亂情形消失，略呈橢圓形狀。詳如圖4—2，4—3所示。

4.3.3 墾丁港址外海流況

本海岸所測位置，位於墾丁外海（青蛙石與船帆石間）距岸1KM以流速儀RCM—4—5961—2測定流速、流向，在1982年2月25日10點38分儀器下水，11點開始記錄，至次日11時，結束計測工作，儀器取回，為一週期之流況測定，將計測結果繪成流況橢圓圖，由圖顯示，在此區域所測之流速，最大值約在48cm/sec左右，但一般皆在30cm/sec以下，而其流向分佈以東南、西北兩向為主，據筆者觀測本海岸附近之水流情形及附近居民所描述者，在此段海岸、沿岸流與離岸流現象很明顯。詳如圖4—4所示。

4.3.4 蘭嶼港址外海流況

本海岸調查範圍位於蘭嶼與八代灣附近，以流速儀 RCM—4—5961—5 計測置於水深16M附近，儀器深3.5M，而其測點選用兩點觀測。本處之海象，氣象條件不穩定，以所測量工作時有延誤，最後於1982年6月10日11時，儀器下水，開始計測至6月11日12時，始將儀器收回，此段時間方成一測回，將實測資料經計算機處理，結果繪成橢圓圖，由圖顯示，其流速最大值在30cm/sec之間，一般集中在20cm/sec左右，而其流向則集中於東南與西北兩向為主，在此海岸冬天有黑潮經過，由南向北，故黑潮流速大小，須併加考慮。詳如圖4—5所示。

4.3.5 環島沿岸海流概況

海流之流速及方向大致保持不變，黑潮之主流自菲律賓東部經過台灣東部海面北上。夏季黑潮流經台灣東岸一百公里之外海斷面內，其總流量均為每秒一千九百萬立方公尺，深達二百五十公尺，經西岸及海峽北行之總流量均為每秒三百一十萬立方公尺，環島及海峽各點因地形、水深等變化，各地流速頗為複雜，以模式分析配合實測印證部份結果再決定之。宜蘭外海流速幾達三節，東、西兩岸近海之平均流速約為一節半。

冬春季，台灣海峽的海流，則為用北向南的大陸沿岸流，此乃為韓國西岸南流的寒流，沿我國大陸沿岸南下，經台灣海峽向廣東越南方向流去，其流速約為20cm/sec。

在台灣西海岸進行港埠規劃時，潮流流速被考慮為較主要影響，海流則因流速較小，而稍被忽視，而東海岸，因洋流——黑潮流速常有三、四節情況，影響船隻進港、港埠規劃時，需列考慮之因素。

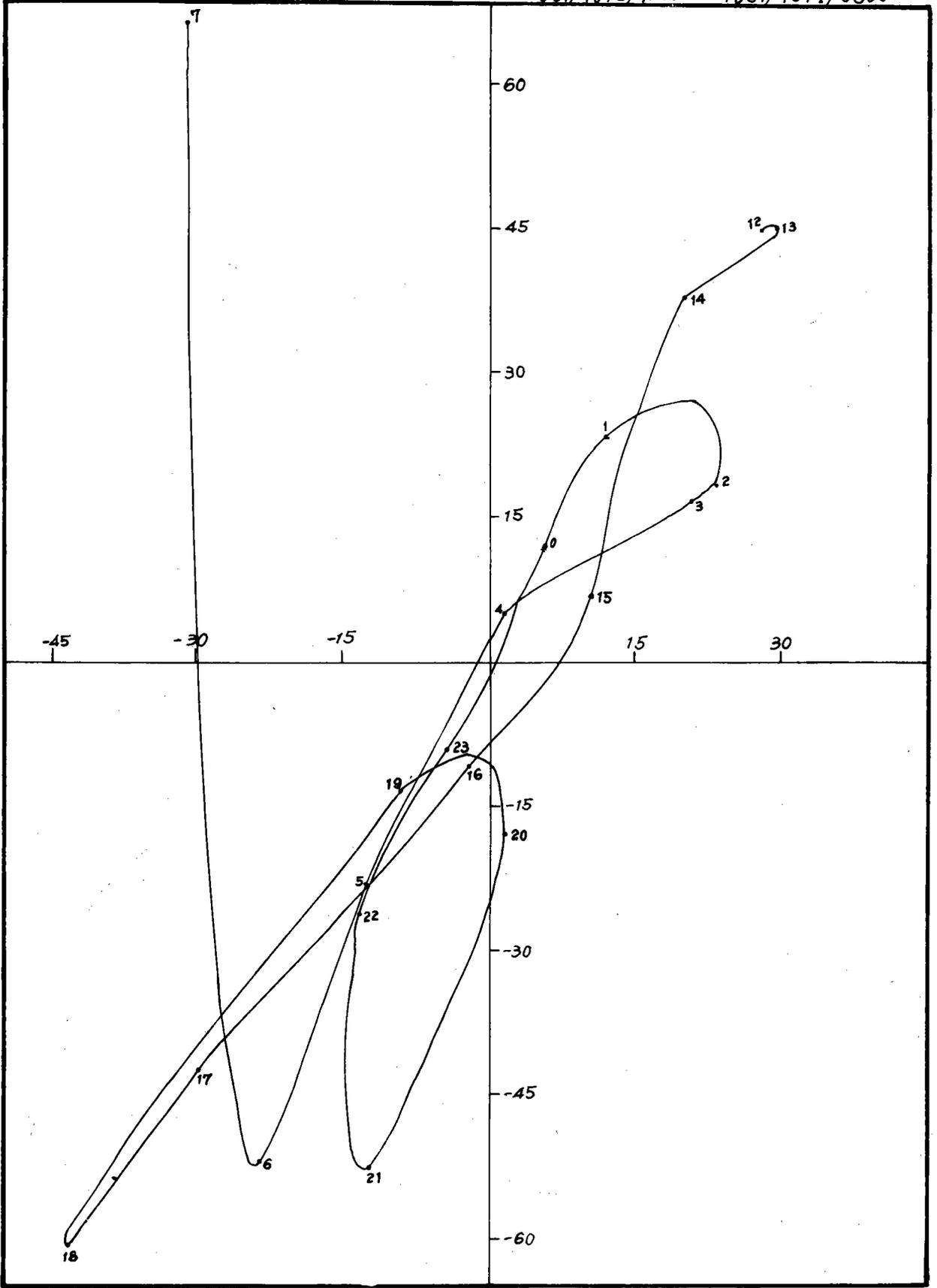


圖4—1 北部海岸港址流况分析圖

1981/1223/1000 ~ 1981/1224/1100

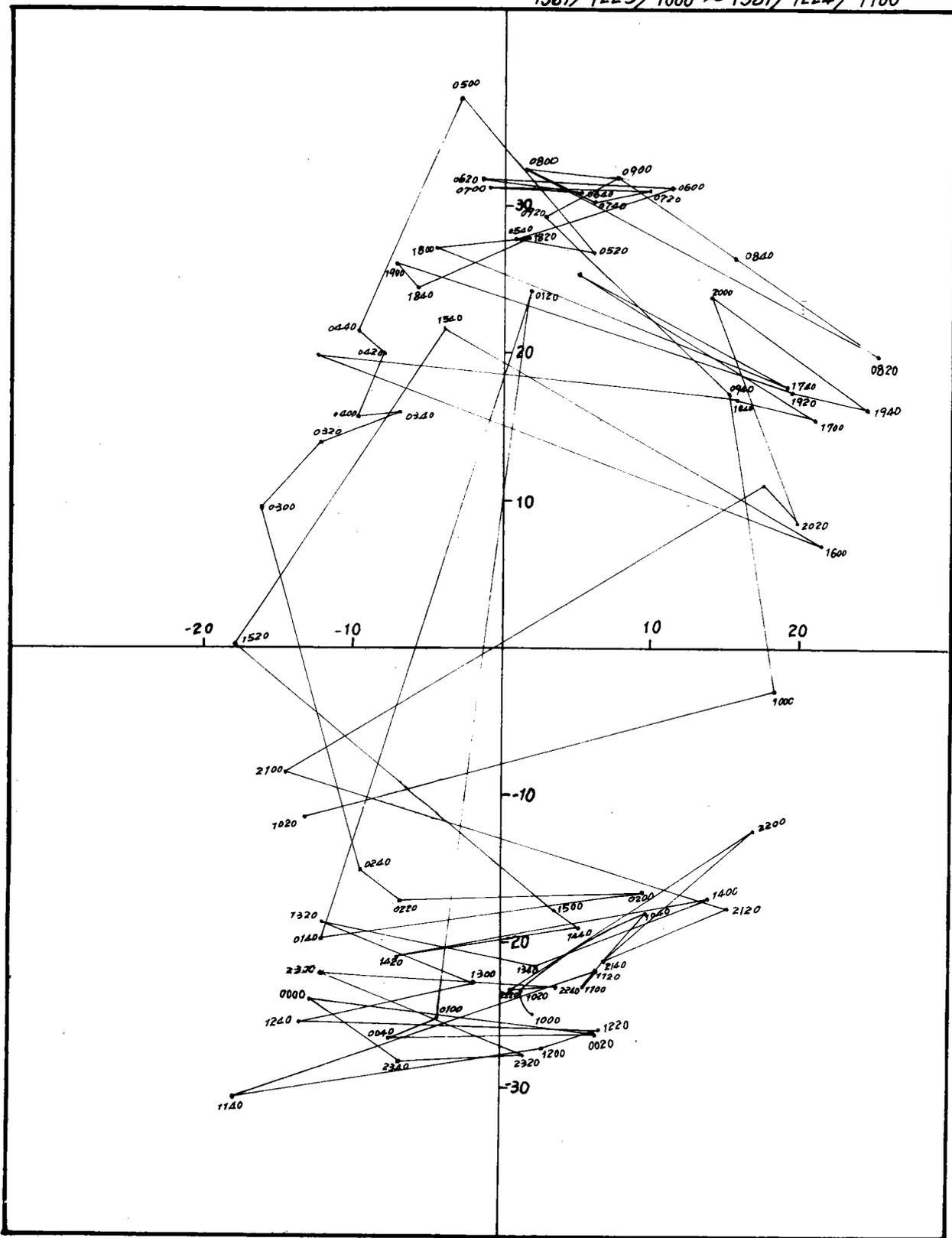


圖4-2 布袋港址流况分析圖(每二十分鐘之記錄)

1981/1223/1000 ~ 1981/1224/1000

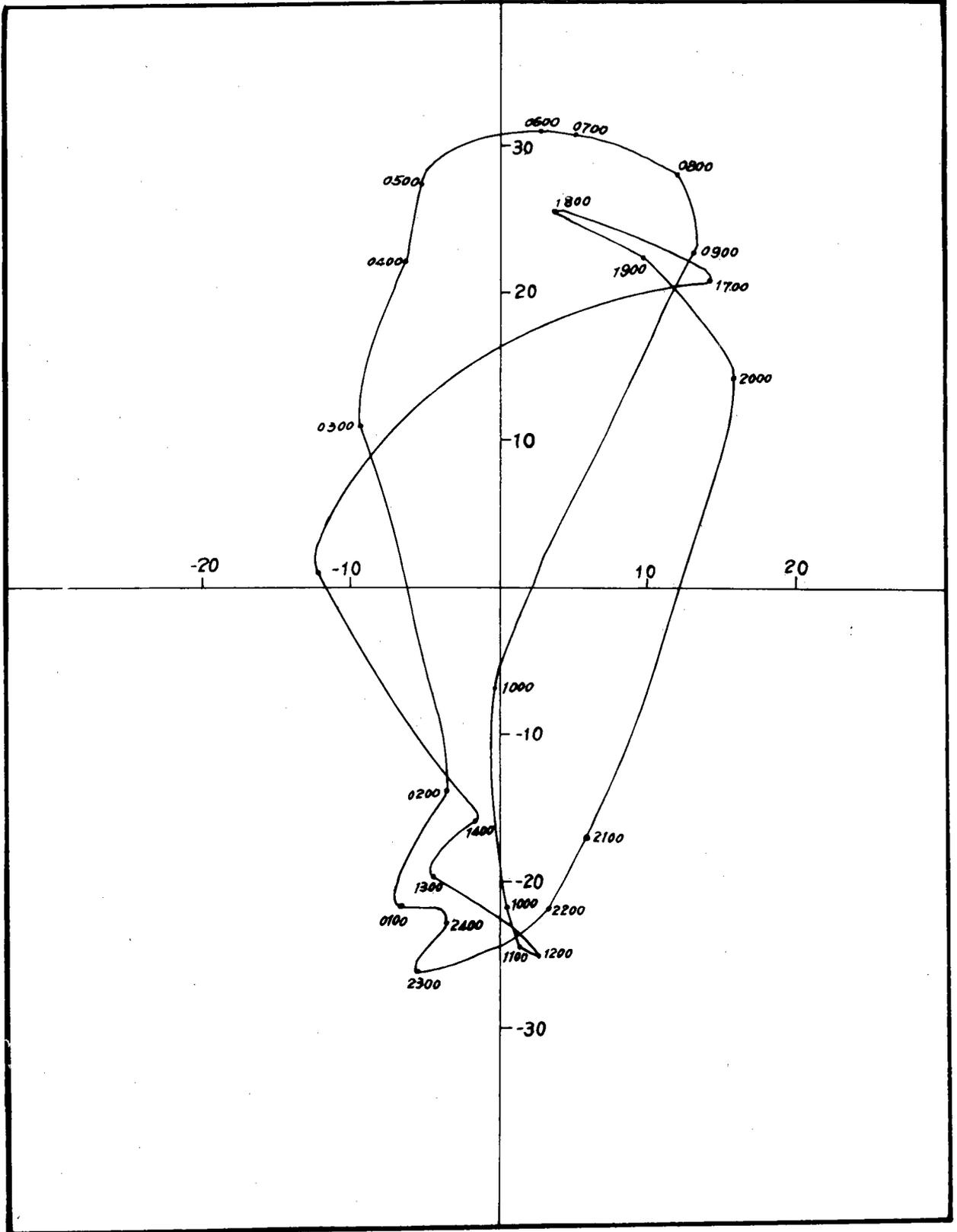
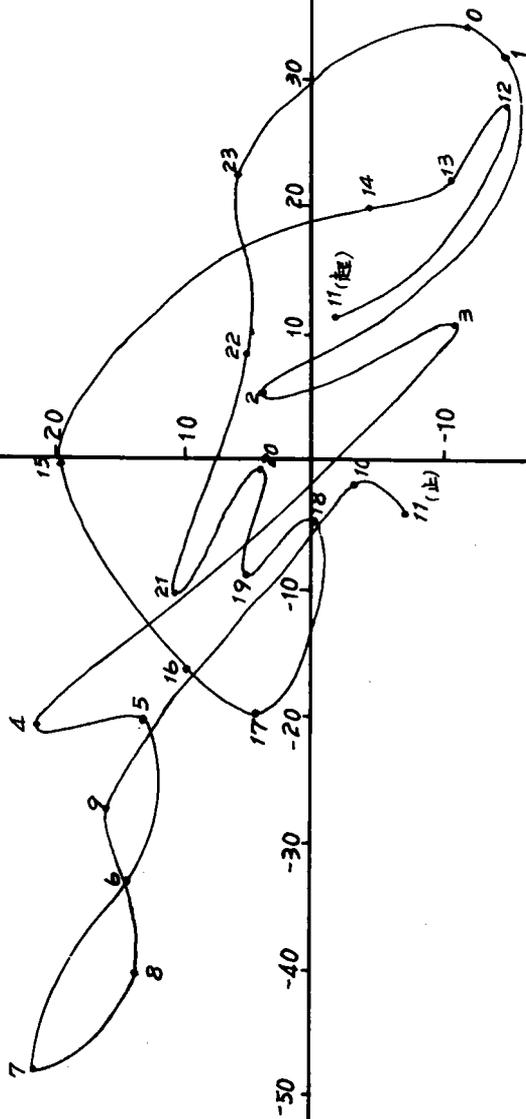


圖4-3 布袋港址流況實測分析圖(每小時記錄)

25/2/1982 ~ 26/2/1982



單位: cm sec

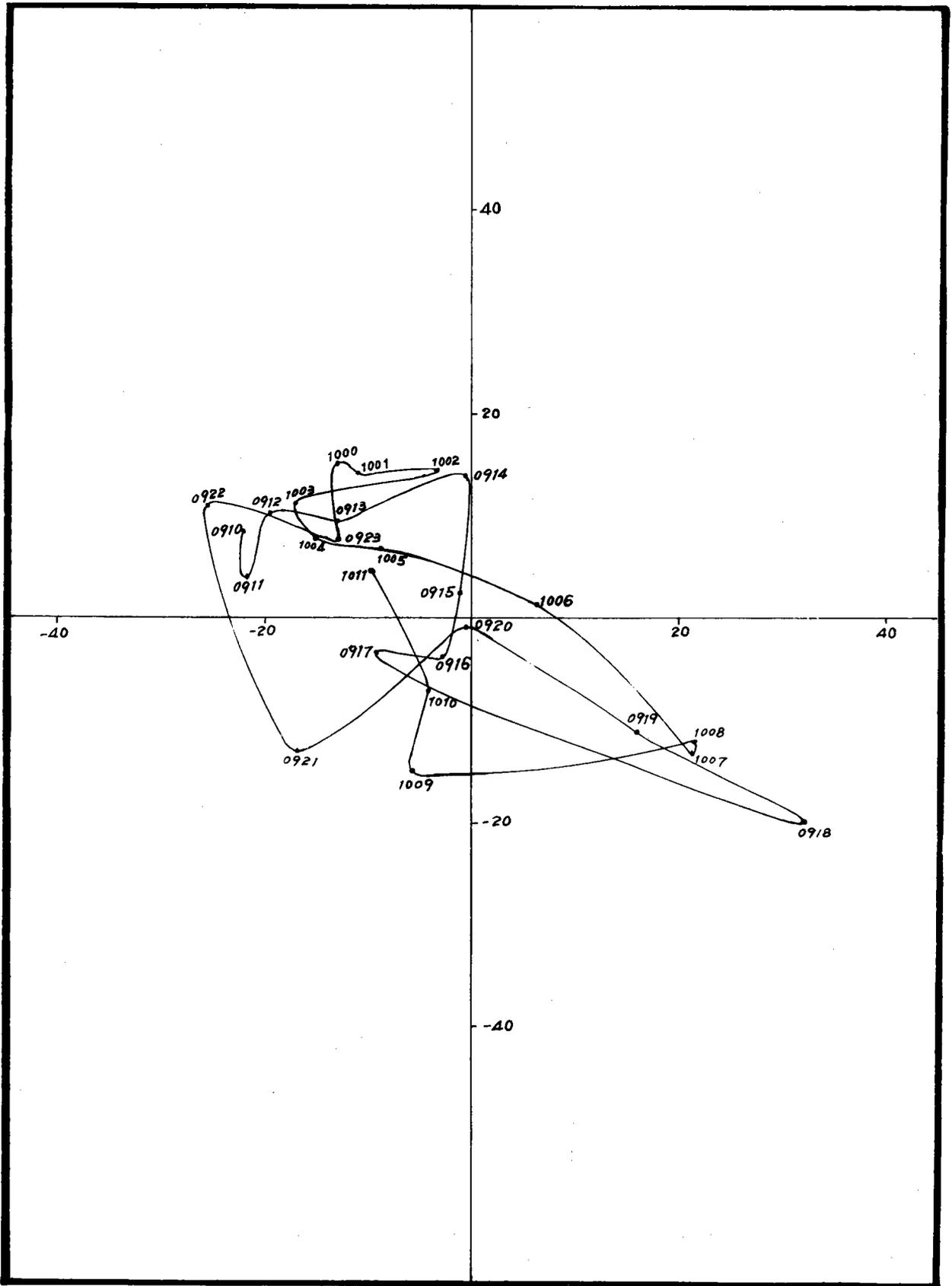


圖4—5 蘭嶼港址流况分析圖

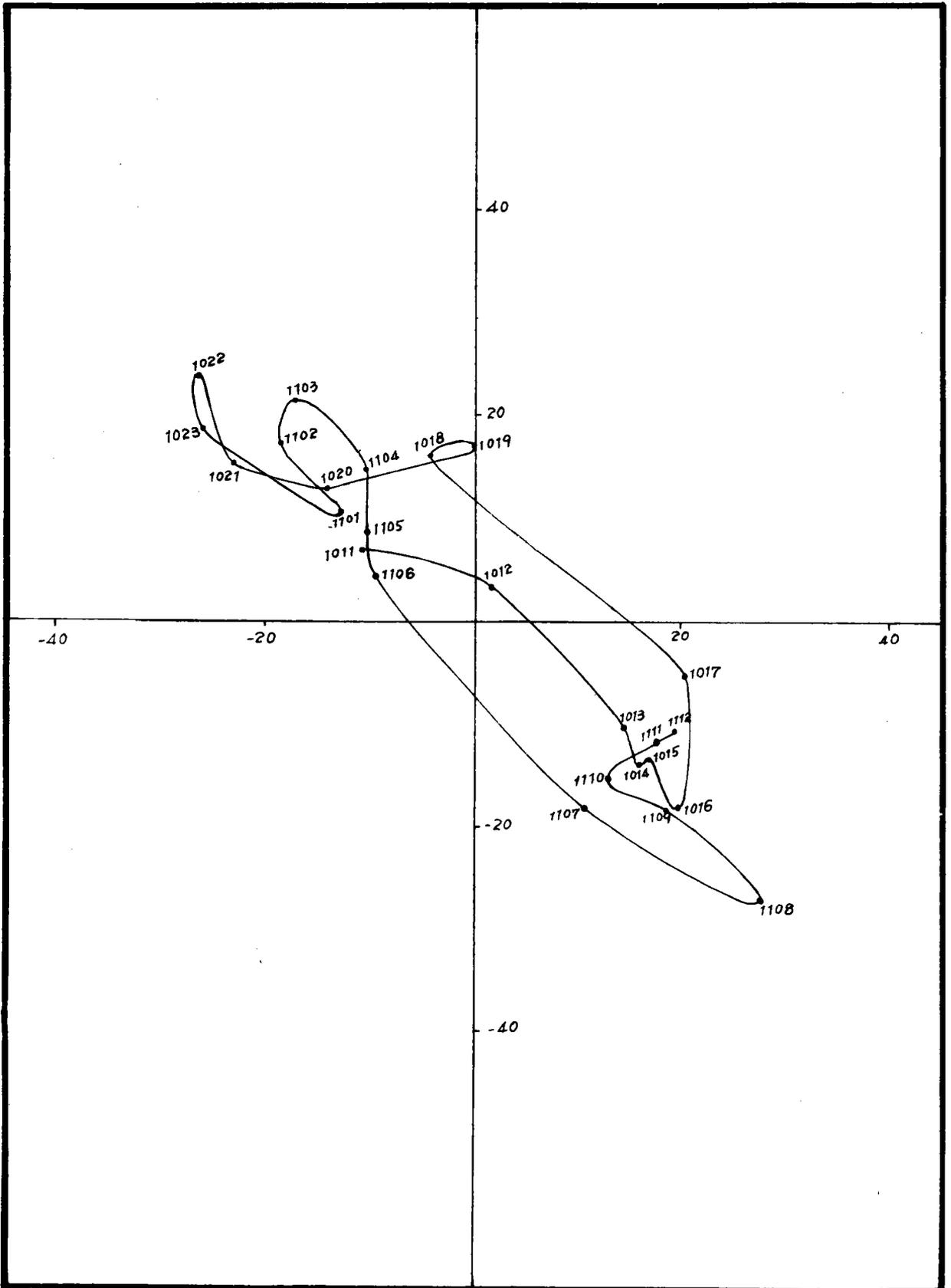


圖4—6 蘭嶼港址流況分析圖

五、風浪之調查分析

5.1 北部海岸港址季節風浪分析

5.1.1 北部海岸港址季節風浪分析

北部海岸之季節風浪係用波壓式波高計安放於港址海岸附近觀測而得，經分析元月、二月及三月份波浪資料顯示，元月份之波高大部份介於50公分至150公分之間，但元月9、10、11日三天之波浪有長週期波出現，曾有14.5秒之浪，惟波高僅為20至30公分其餘波浪週期則介於七至九秒間。二月份僅下半月有紀錄，最大示性波浪 (Significant Wave) 波高為2米，週期為9秒。三月份波浪浪時有變化。波高由二、三十公分至3米不等，週期則由6.5秒至13.5秒，出現長週期浪之週期為13.5秒，波高亦僅20公分左右，最大示性波浪，波高為3米，週期約為9.5秒，此三個月之波向大都為NNE方向，其各月份之波高、週期分佈圖則如圖5—1至圖5—3所示。

5.1.2 北部海岸港址颱風波浪分析

北部海岸港址經歷年來颱風通過之走向，選定Wendy2 (1968)、Bess (1971)，颱風為設計颱風，按實際情況加以修改。並考慮最不利颱風入侵路徑之模型颱風：如圖5—4，MODEL1，MODEL2，WENDY 1加以比較。推算點水深—20m。各項條件列如表5-1。經由湯麟武博士之推算模式，將颱風波浪推算結果如表5-2。

5.2 布袋港址風浪分析

5.2.1 布袋港址季節風浪分析

根據布袋港址相鄰海岸鰲鼓氣象站統計資料，夏季季風以NNE、SSW、WSW偏多，平均風速4.1~4.7m/s，冬季季風風向集中在NNE、NE、ENE平均風速5.0~5.4 m/s，根據全年風速統計（民國62年）採用S—M—B法推算示性波高 (Significant Waveheight) 和週期，推算結果如圖5—5~5—16，可知冬季季風時期（十月至翌年三月）風浪較大，波高大都在一米左右，週期4至5秒，夏季季風時期（四月至九月）波高在1m以下居多，由於計劃中布袋港，港口朝WSW向，因此NNE至ENE向產生波風

浪，影響本港不大，六、七月份以SSW向風居多，但平均風速小(3.6m/s)產生波浪不大，對本港船舶之運行不致成威脅。

5.2.2 布袋港址颱風波浪分析

颱風波浪紀錄，一向甚感缺乏，尤其颱風侵襲期間波高計常易被破壞，一般設計波乃根據侵襲本區較大者加以推算分析，依照歷年來侵襲本省颱風紀錄顯示，對本區影響較大者為民國58年7月28日的衛歐拉(Viola)颱風，布袋最大風速發生在28日5時，高達15.0m/sec風向SSW。以及同年9月27日之艾爾西(Elsie)颱風，於27日8時，布袋風達25.8m/sec風向WSW 颱風進行路徑如圖5—17所示。颱風波浪推算，係採用民國58年之衛歐拉颱風，艾爾西颱風，民國62年的挪拉(Nora) 颱風，民國64年的艾爾西颱風(Elsie) 來推算颱風產生之波高與週期。推算模式係根據湯麟武博士(1970)的移動風域數值計算法，考慮水深變化，以電子計算機推算颱風所產生之波高與週期。計算結果以衛歐拉颱風產生之波高可達6.6m，週期15sec，民國64年艾爾西颱風產生之波高可達7.0m週期15sec，此項波高週期乃作為本港工程設計之波力推算之依據。

5.3 墾丁港址風浪分析

5.3.1 墾丁港址季節風浪分析

本港每年十月至翌年五月為東北季風，因吹風域小，直接由當地造成之波浪為短週期波，由潮波儀實測得冬季季風波高多在0.5至1.5公尺間，週期在7至11秒間，颱風通過本港址海岸曾產生深海示性波高8.0公尺，週期14秒。因本港地勢隱蔽，抵港口波高約3公尺左右。墾丁港址之示性波高與週期每月份發生之頻率如圖5—20至圖5—43所示，由圖上顯示 $H_{1/3}$ 大都小於1.5公尺，但在十一月份則顯示有部份波高大於1.5米且接近3米，其週期可達13至14秒者。

5.3.2 墾丁港海岸颱風波浪分析

推算墾丁附近之所經之颱風中波浪狀況大抵分為下列步驟：

1. 位置的定點：因為墾丁所在地恰為南灣之向陸，所以取在墾丁西南方20m水深處作為推算點。其經緯度分別為經度120.78°緯度21.93°。
2. 颱風的取捨：經地圖上作業定出6條波向進行線，分別為ENE、NE、NNE、N

、NNW、NW。

3. 颱風之模擬：所取的颱風之氣壓常數為82 (mb)其最大風速半徑為27km，暴風半徑為300km，其移動速度為25km/hr。
4. 颱風之路徑：選用危害本海岸最嚴重，且可能發生者。推算結果：經由電腦分析輸出值以SSE向走徑颱風侵襲本海岸所產生之南向來之風浪距墾丁港址 50~60 km之南面海岸約—100m水深處，產生 $H_{1/3}=8.6\text{m}$ ， $T_{1/3}=13.2\text{sec}$ ，因此到達港址外—30m附近之波浪略有減衰 $H_{1/3}=8\text{m}$ ， $T_{1/3}=13.2\text{sec}$ 設計波選用 $H_{1/3}=8\text{m}$ ， $T_{1/3}=14\text{sec}$ 。

5.4 蘭嶼八代灣港址海面風浪分析

5.4.1 風浪概述及季節風波浪分析

蘭嶼為本省之離島，地處西太平洋地區，夏秋之交，赤道海洋氣團北進，颱風盛行，每年六月至十月常受颱風肆虐，由於其帶來之風浪與暴潮相當大，對海岸結構物構成嚴重的威脅，故颱風造成之結果，在海岸結構物之設計波高與設計水位之決定，佔有極重要因素，交通部選定在蘭嶼八代灣設港，由於處於颱風途經頻繁地帶，因此對颱風造成之風浪實不容忽視，故應預先作颱風波浪推算，以利規畫設計。至於季節風波浪，大部份為東北向波浪亦很顯著，但東北季風浪對本港址不致影響，其他風向波浪甚小。季節風波浪分佈圖則為圖5—44致圖5—52所示。

5.4.2 颱風波浪推算

本推算程式是依據湯麟武博士改良 Wilson 移動風域中之波浪及加入淺海風浪理論而成之颱風計算法製成電腦程式，其輸入資料為颱風氣壓常數，最大風速半徑、暴風半徑、移動速度、颱風行進方向、推算點經緯度、推算波浪起始向角、波向線數、各波向線上之相對水深及颱風通過距離算點距離及各波向線之受限距離等等。輸出資料有時各刻各波向線上各點之波高、週期及波浪性質。由各次計算結果可推定各波向線上之最大波高及其相對週期。本次颱風波浪推算，選定一模型颱風作為模擬對象，依據30年來統計颱風可能行進的路徑作為颱風行進方向，並依各次颱風行徑推算點之距離遠近，逐次推算。模型颱風之選定，是經由35年(1940~1974) 颱風中心，壓差統計分析，取40年

復現期距推定而成的，其中心氣壓約與歐珀（OPAL 1962）颱風同910mb，又假設氣壓分佈為一圓形指數函數

$$P = P_c + a \exp \left[-\frac{r_0}{r} \right]$$

其中：P 為距離中心r處之氣壓

P_c 為中心氣壓

a, r_0 為颱風氣壓常數

今模型颱風中心氣壓選定後，即可按當時歐珀颱風在台灣各地氣壓分佈情形，利用最小二乘法迴歸分析而得氣壓常數 $a=82$ (mb)， $r_0=27$ (km)。推算之颱風行徑方向由 $22.7^\circ \sim 170^\circ$ 每隔 22.5° 換算一次，亦即颱風行徑方向為WSW、SSW、S、SSE、SE、ESE、E等幾個方向由於波向線長受灣之限制，Fetch Line較小，波高亦不大故選定W、WSW、SW、SSW、S、SSE六個方向作為波浪方向。為考慮有最大風速及風浪成熟所需之風域條件，故颱風各方向行徑分為距推算點最大風速半徑（取用最大風速優點）25km、50km、100km（考慮有足夠風域讓波浪成熟條件）之左右側經過。推算時，假設颱風暴風半徑外波浪不受颱風影響，不作推算，故推算起始點直接移向暴風半徑位置，開始推算，又蘭嶼為位於台灣東南部之島嶼，在西向(W)波向因受台灣東部陸地影響，風向線(FetchLine)受限制，故在此波向之推算起點X，超過兩地距離（約50km）時，應令 $x_0=-50$ 推算，亦即應從台灣東部海岸推算起。

5.4.3 颱風波浪推算結果

經由各次推算結果可知，以波向SSE所受風浪最大，其波高為13.28m週期16.7sec，颱風行徑為S方向經由推算點27km左側通過。其餘各波向之最大波高如表5-3所示。

表5-1 各項颱風資料表

颱風名稱	中心氣壓	最大風半徑	氣壓常數	中心移動速度
	Pc (mb)	Ro (km)	a (mb)	V (km/hr)
BESS	935	20.0	62	25
OPAL	910	27.0	82	25
WENDY 1	895	25.0	100	22
MODEL 1	910	27.0	82	25
MODEL 2	880	20.0	120	25
WENDY 2	895	25.0	100	22

表5-2 颱風波浪分析推算結果表

颱風名稱	波高 週期	方 向					
		WNW (337.5°)	NW (315°)	NNW (292.5°)	N (270°)	NNE (247.5°)	NE (225°)
BESS (1971)	H (m)	3.32	3.05	3.51	3.88	4.45	4.43
	T (sec)	8.58	6.26	6.36	9.02	10.41	10.00
WENDY 2 (1968)	H (m)			0.86	3.44	5.83	7.13
	T (sec)			4.05	6.63	7.20	6.6
WENDY 1 (model 1)	H (m)	5.55	7.03	7.81	8.51	9.57	9.02
	T (sec)	6.52	7.11	7.33	8.04	11.02	10.45
MODEL 1 (model 2)	H (m)		5.52	6.53	6.77	7.62	8.07
	T (sec)		7.00	8.01	6.88	10.29	10.40
MODEL 2 (model 3)	H (m)	5.08	6.52	7.33	8.08	8.96	8.33
	T (sec)	6.47	7.05	7.78	8.83	11.09	10.50

註：

由以上各颱風之推算結果：

發現WENDY2 (1968) 之颱風走向發生頻率最高最大波浪方向為NE向

最大波高7.13m 週期6.6sec

其次為MODEL1之發生頻率亦相當高，最大波向NE向

最大波高8.07m 週期10.04sec

由於推算點之位置水深為21m，故實際設計堤防時仍須經折射及淺化計算，求得堤防設置水深處之波高及波向方能應用。

表5-3 蘭嶼颱風波浪推算結果

W	WSW	SW	SSW	S	SSE	備 攷
颱風以 80°(S)方向經由推算點右側100km通過。推算點之最大波高5.91m週期10.7sec	颱風以170°(W)方向經由推算點右側100km通過。推算點之最大波高4.96m週期10.0sec	颱風以 102.5°(SSE)方向經由推算點左側50km通過。推算點之最大波高4.88m週期 10.7sec	颱風以 25°方向起始中心位置(20.80 N, 124.080 E)吹起。推算點最大波高10.6m週期 16.3sec	颱風以 25°方向起始中心位置(20.80 N, 124.080 E)吹起。推算點之最大波高9.78m週期15.0sec	颱風以 80°(S)方向經由推算點左側27km通過。推算點之最大波高13.28m週期16.7sec	模型颱風中心氣壓910mb氣壓常數82 mb最大風速半徑27 km移動速度25km/hr

5.5 各港址風浪之檢討與設計波之釐定

北部海岸，因受地理位置之影響，冬季強烈北北東產生之波浪波高一米至三米直接影響至本海岸，故為港埠規劃所需考慮之因素。尤其較長週期的波浪13.5秒，雖波高僅二、三十公分但對港址盪漾之產生情況需加以注意防患。又經由北部海岸颱風波浪（至負二十米水深）之推算表乃釐定設計波為波向NE，波高7.7米，週期13秒。

布袋港址，因已屬本省西南海岸，又受外傘頂洲有效遮蔽之影響，冬季東北季風吹襲之下大部在一米左右，週期亦僅四至五秒，影響不大，夏季季風產生之波浪均小，對本港址亦不致有威脅。惟需注意颱風來襲，因此設計波仍以颱風產生之波浪為主，經釐定為波向SSW，波高7米，週期15秒。

墾丁港址，因位於本省南灣內，冬季東北季風產生之波浪已較為不成熟，大都在.5至1.5米間，週期在7至11秒之間，因此影響亦不大，較大者為颱風通過本港址產生之波浪，尤以SSE向產生之波浪對本港址影響較鉅，經各種走徑颱風波浪推算結果選用設計波之條件為下：

波向：SSE，波高 $H_{1/3}=8\text{m}$ （抵-30m水深）週期 $T_{1/3}=14\text{sec}$ 。

蘭嶼港址因位於八代灣內朝西南，因此東北季風來襲時，因有島上之高山阻遮，因此八代灣之海域反而平靜，雖然波浪預測情況係較大波，但對蘭嶼北部海岸有影響，對本港影響不大，至於夏季季風浪，根據紀錄顯示產生之波浪甚為微小，但一些湧浪（Swell）的情況，在預測時并無涉及列，所以設計波亦以颱風波浪推算為準，茲選用為

波向：SSE，波高 $H_{1/3}=13.3\text{m}$ ，週期 $T_{1/3}=16.7\text{sec}$

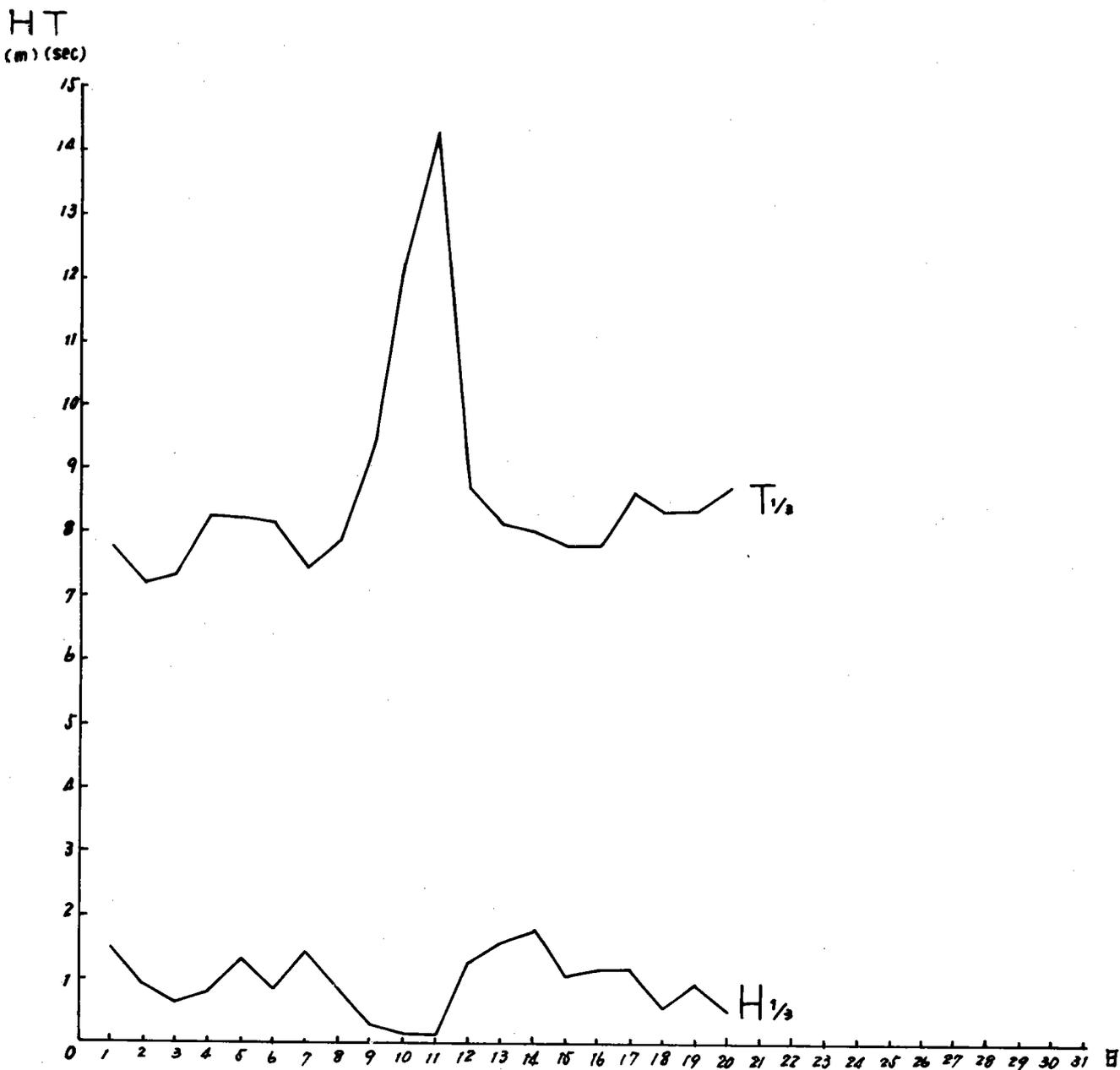


圖5-1 北方港址一月份波高週期分佈圖

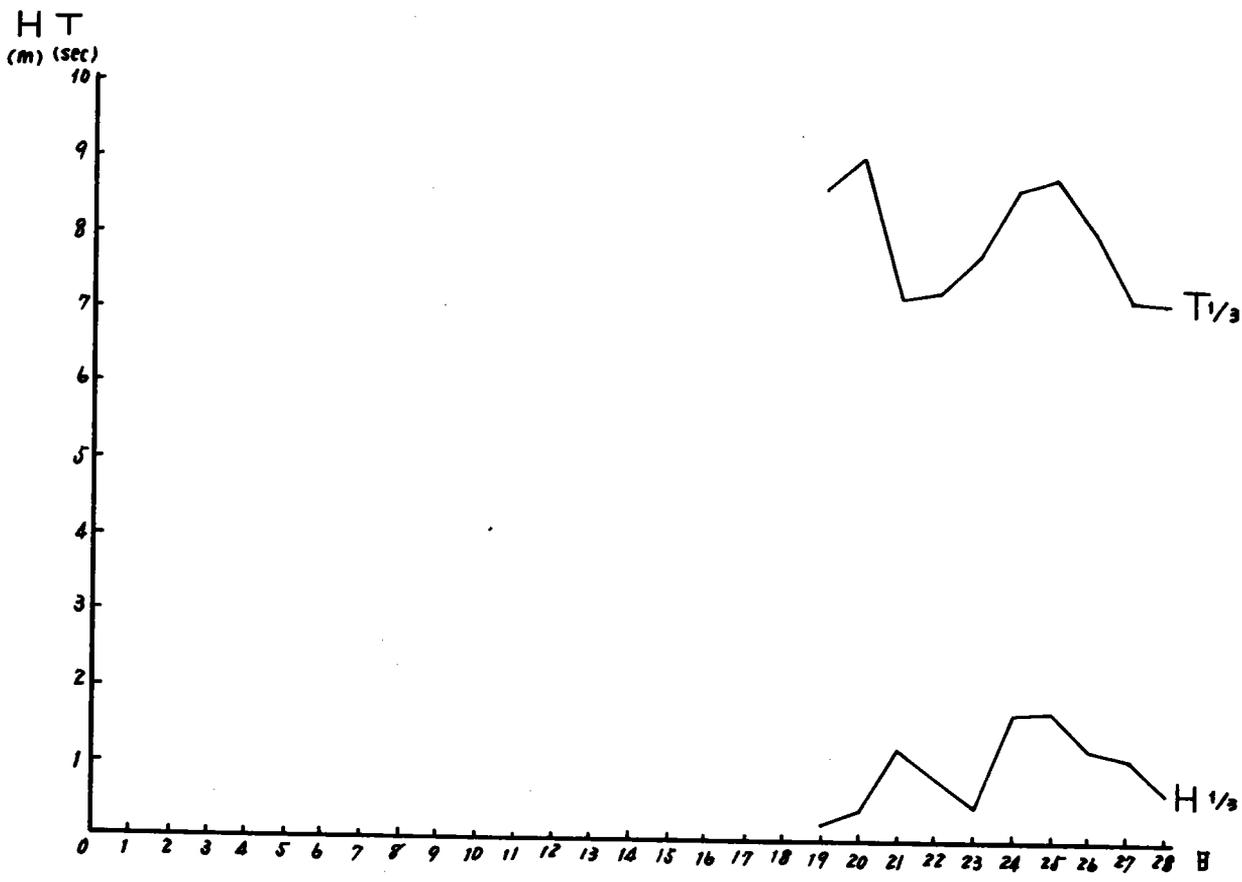


圖5—2 北方港址二月份波高週期分佈圖

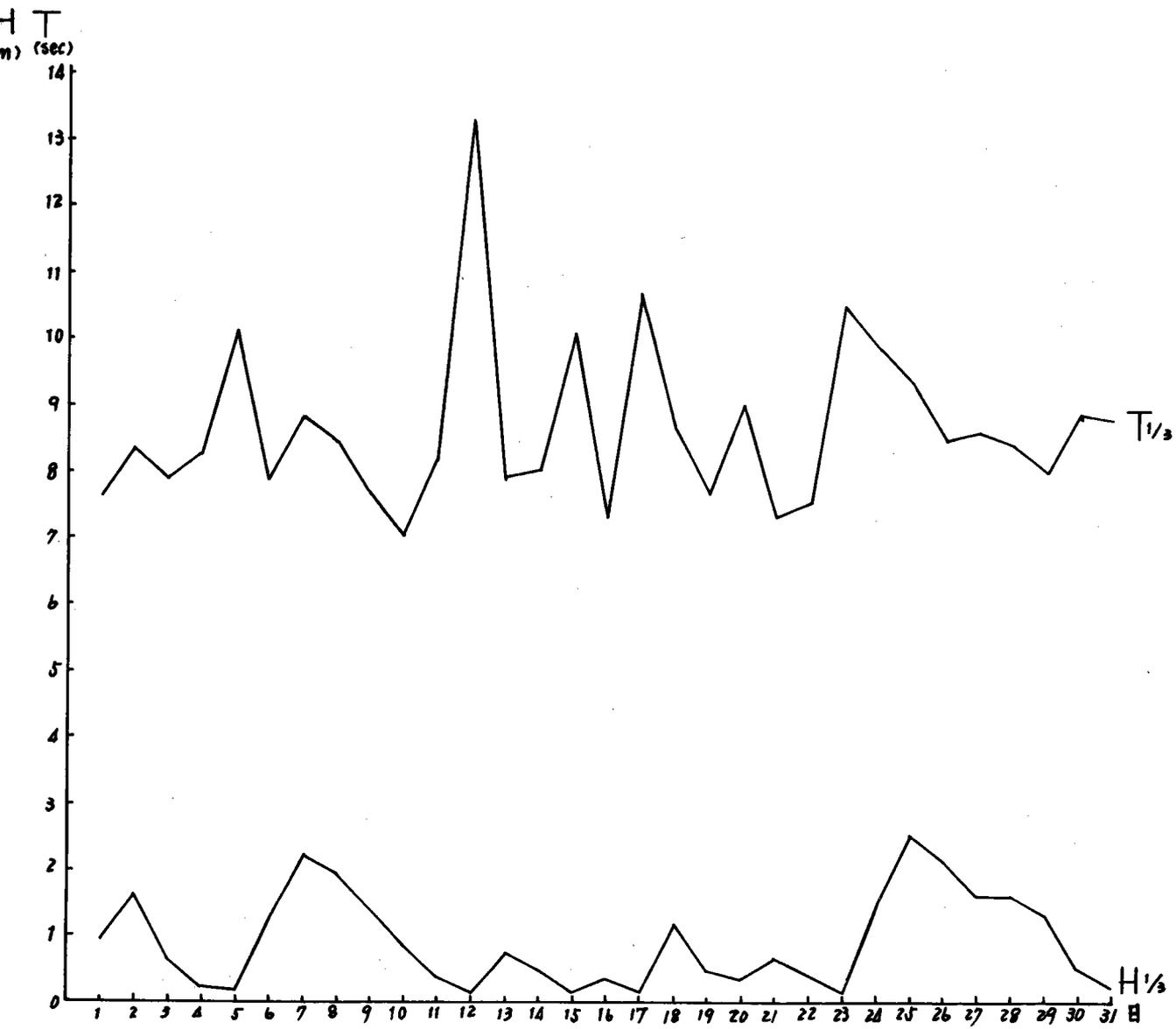


圖5-3 北方港址三月份波高週期分佈圖

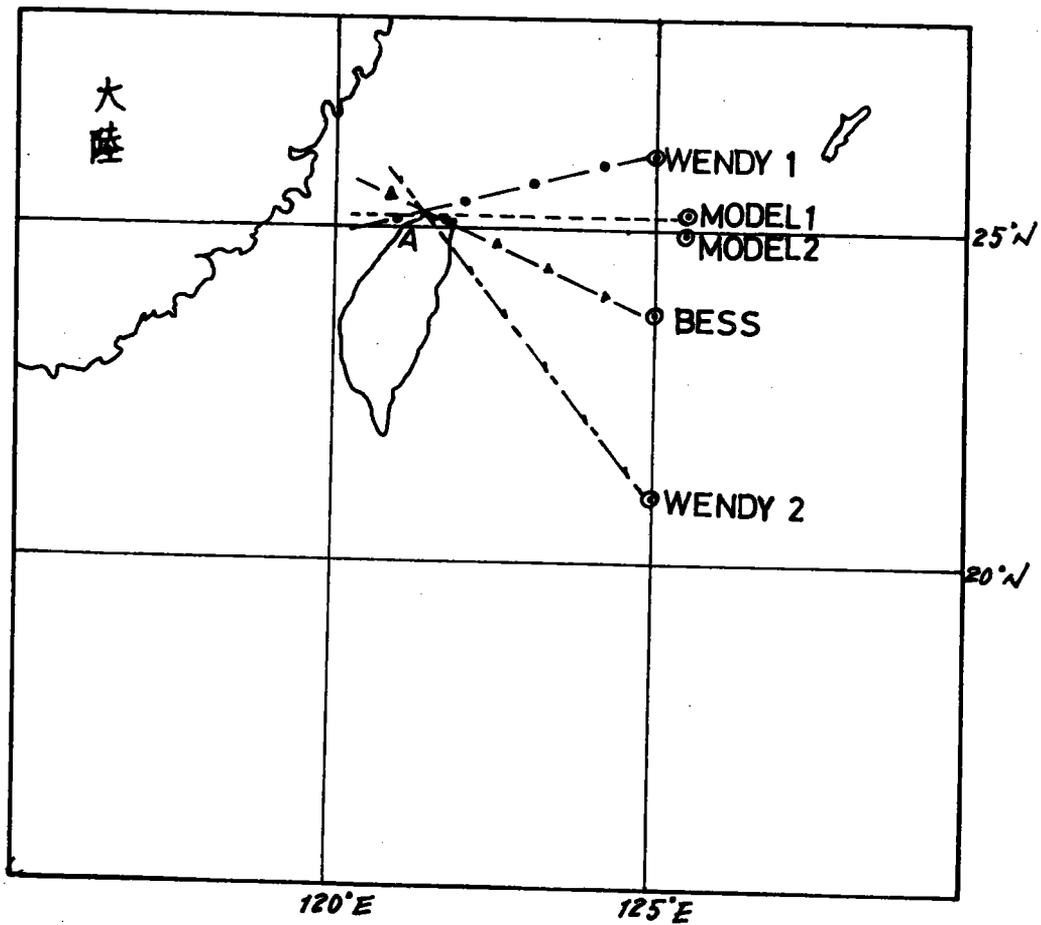


圖5-4 北部海岸港址颱風波浪推算路徑圖

①②⑤：修正實際模型颱風路徑

③ ④：假想模型颱風路徑

註：推算地點為北部（桃園）海岸—20m水深處

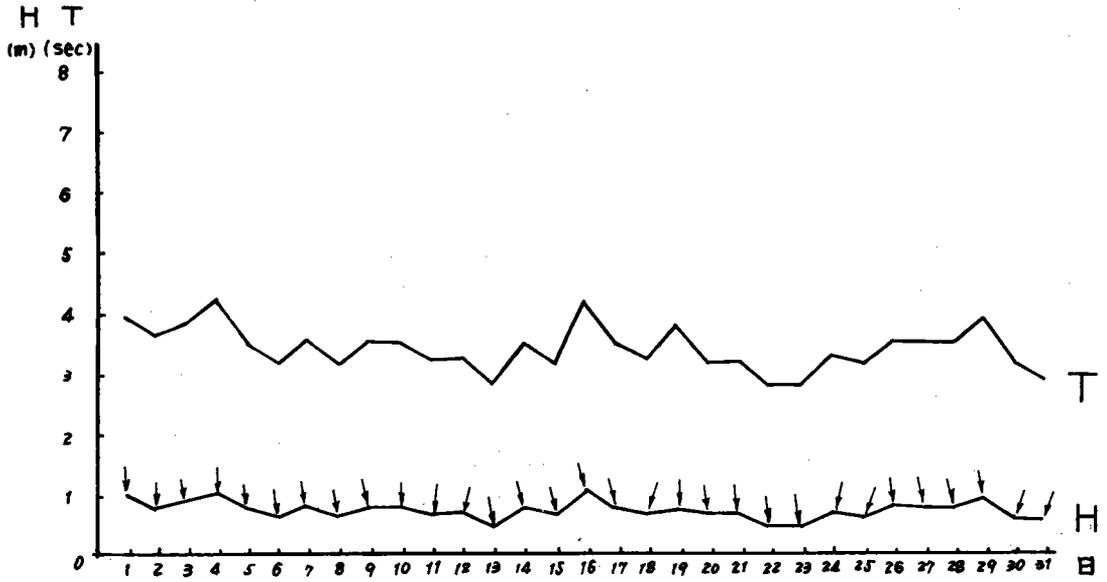


圖5—5 布袋港一月份波高週期分佈圖

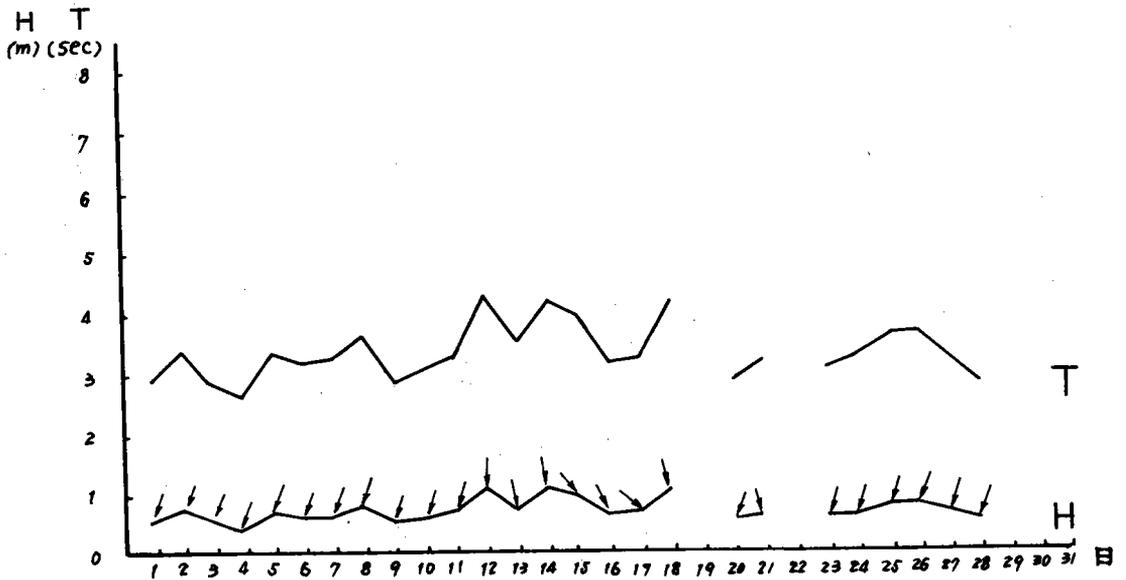


圖5—6 布袋港二月份波高週期分佈圖

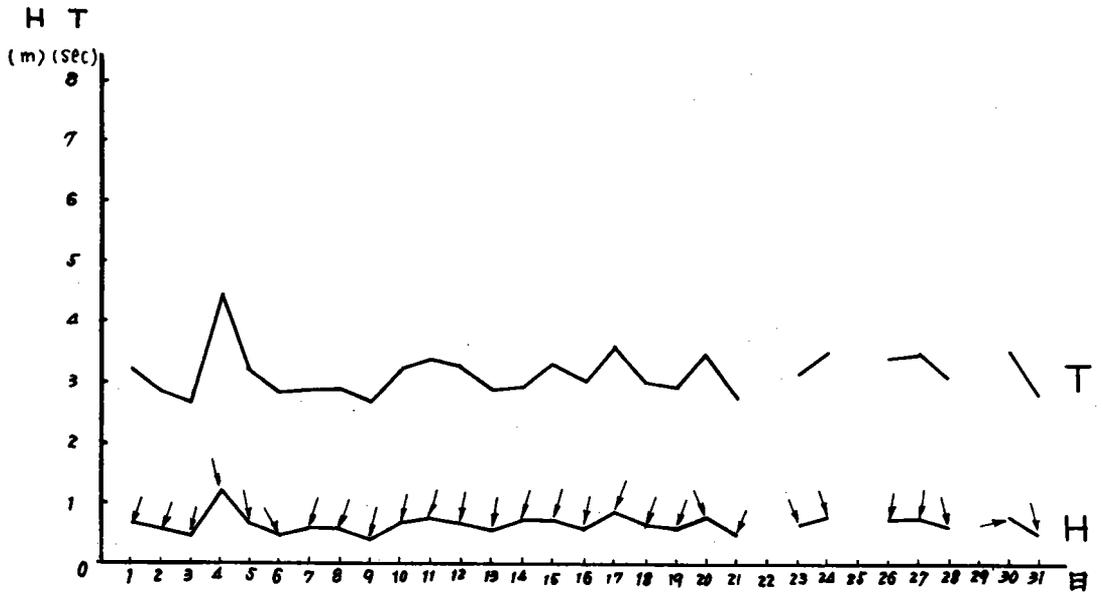


圖5-7 布袋港三月份波高週期分佈圖

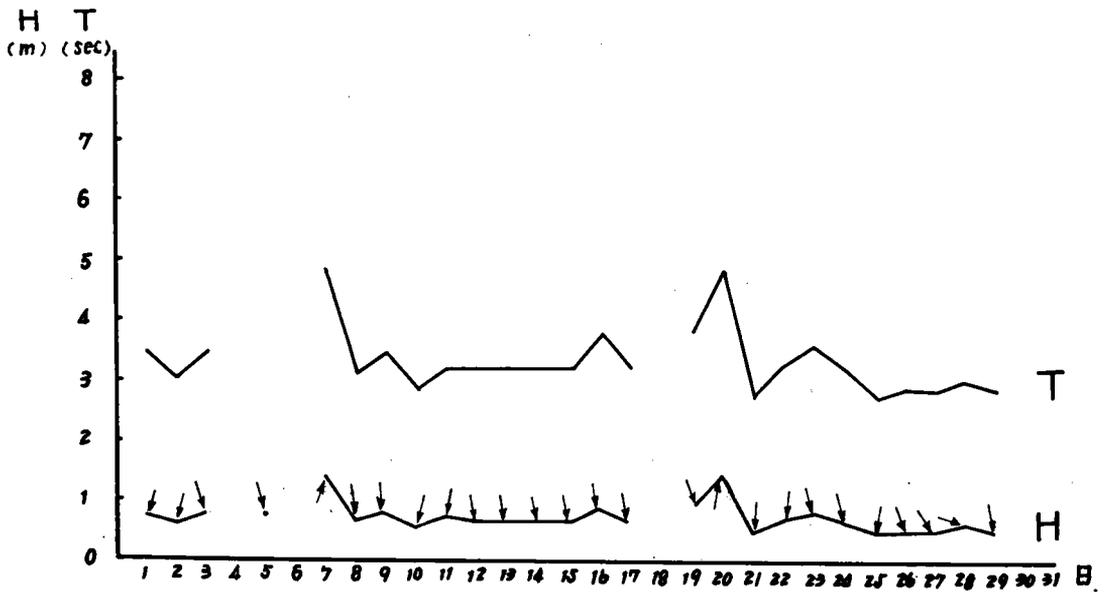


圖5-8 布袋港四月份波高週期分佈圖

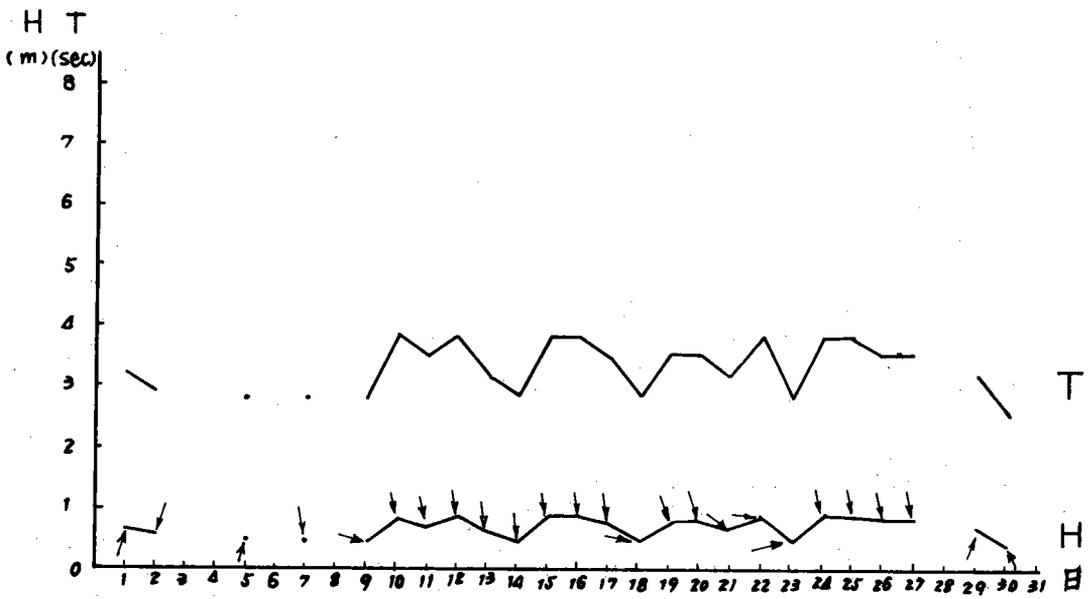


圖5—9 布袋港五月份波高週期分佈圖

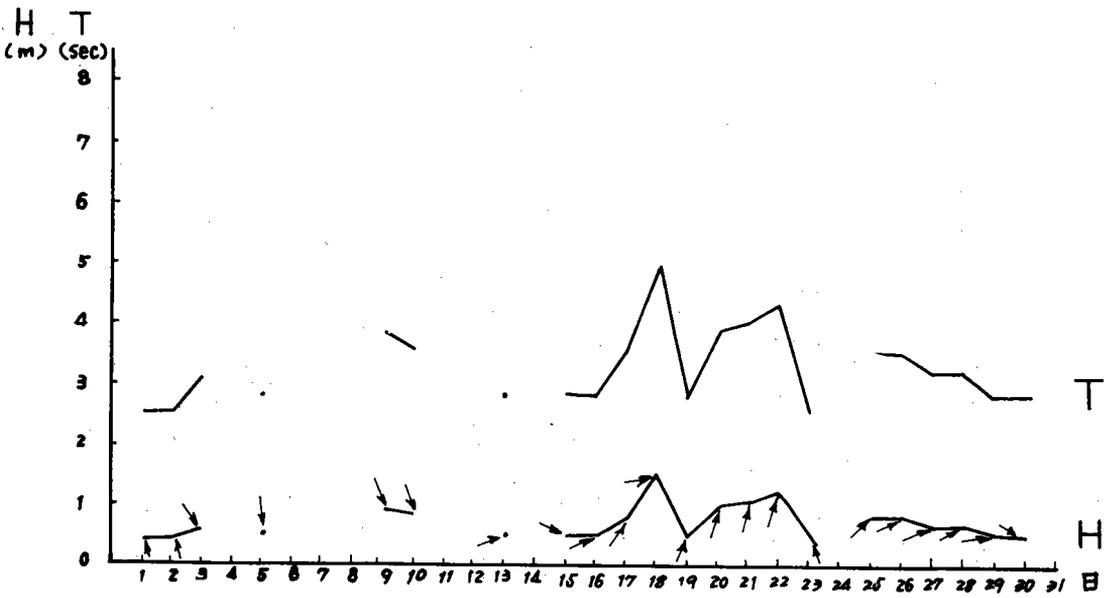


圖5—10 布袋港六月份波高週期分佈圖

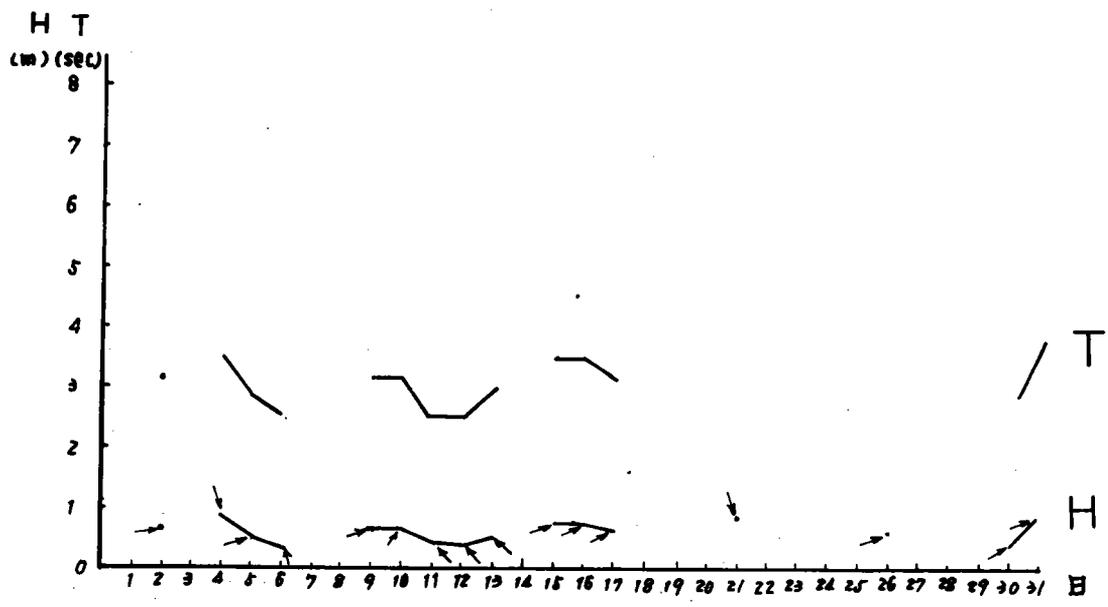


圖5-11 布袋港七月份波高週期分佈圖

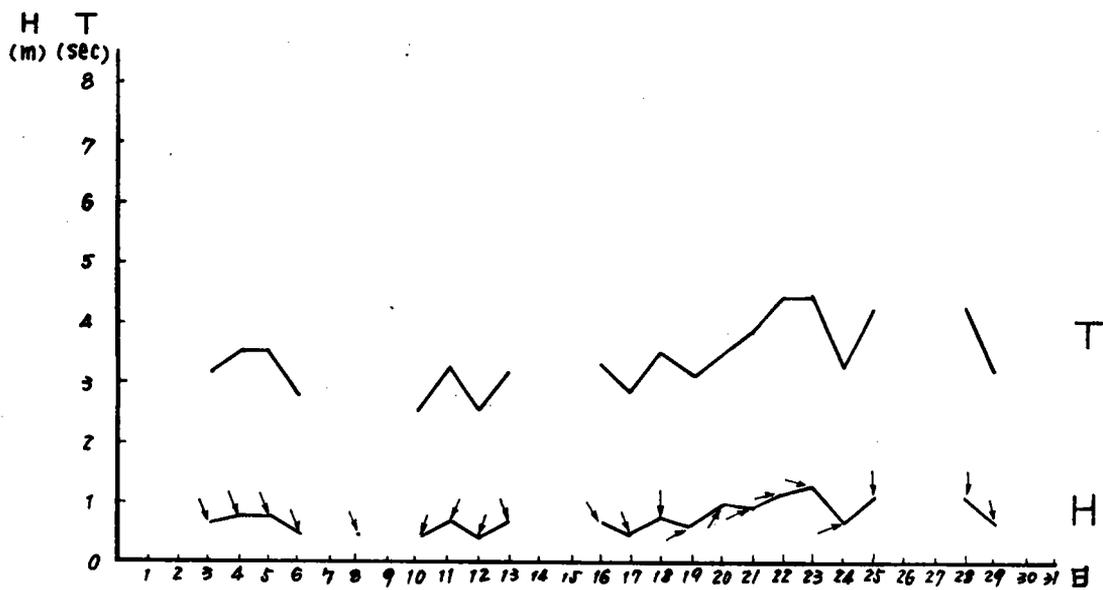


圖5-12 布袋港八月份波高週期分佈圖

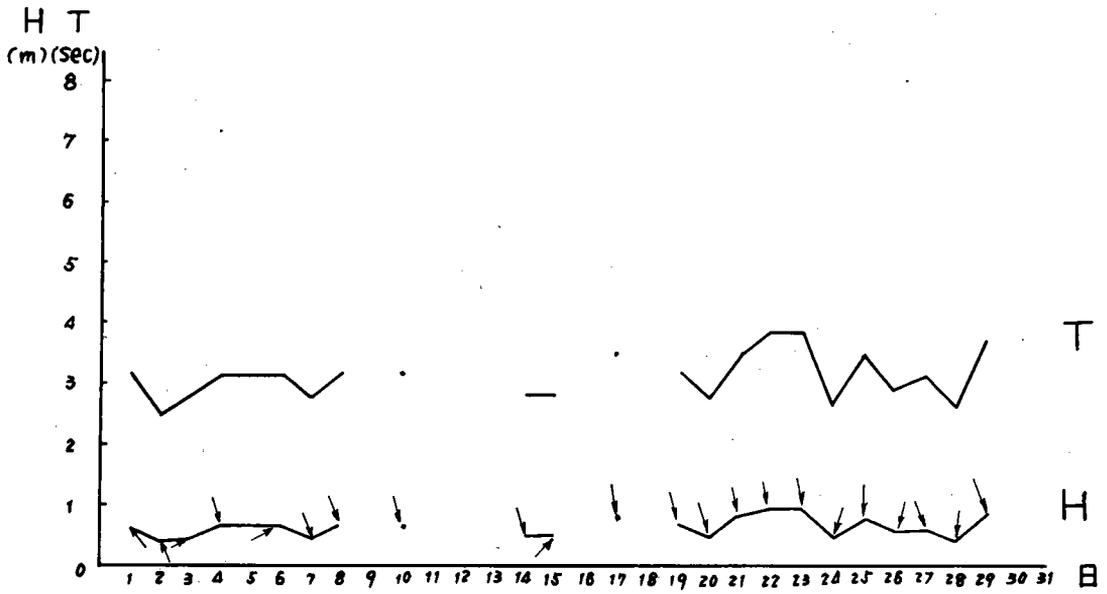


圖5-13 布袋港九月份波高週期分佈圖

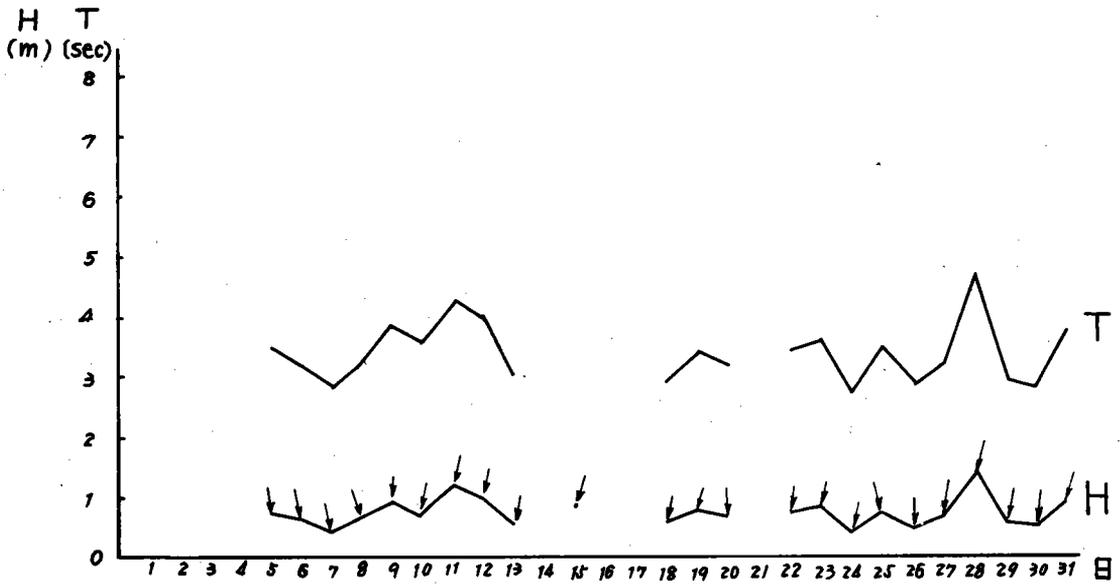


圖5-14 布袋港十月份波高週期分佈圖

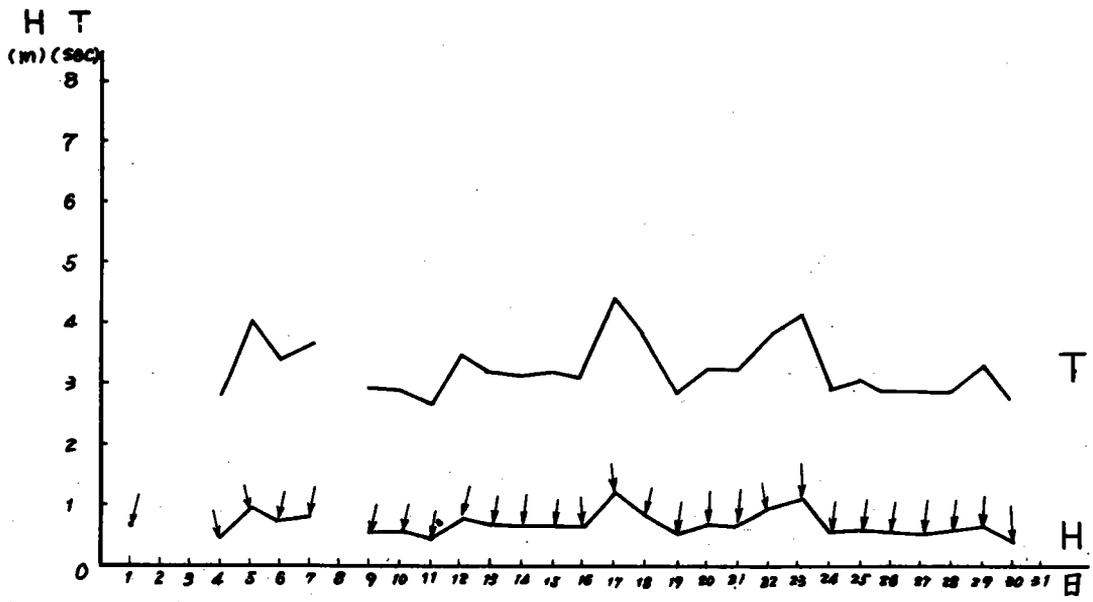


圖5-15 布袋港十一月份波高週期分佈圖

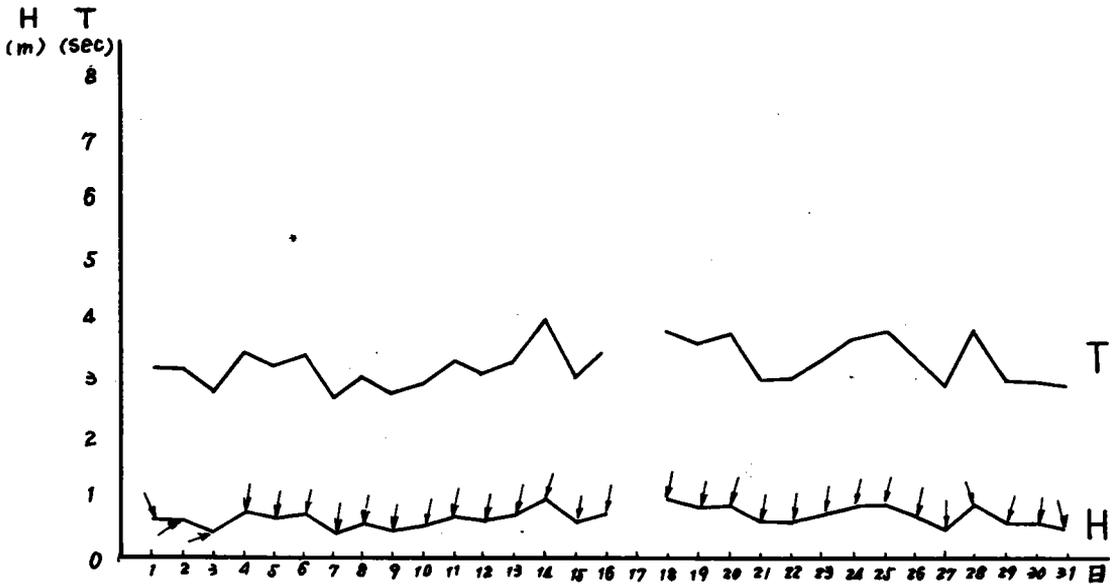


圖5-16 布袋港十二月份波高週期分佈圖

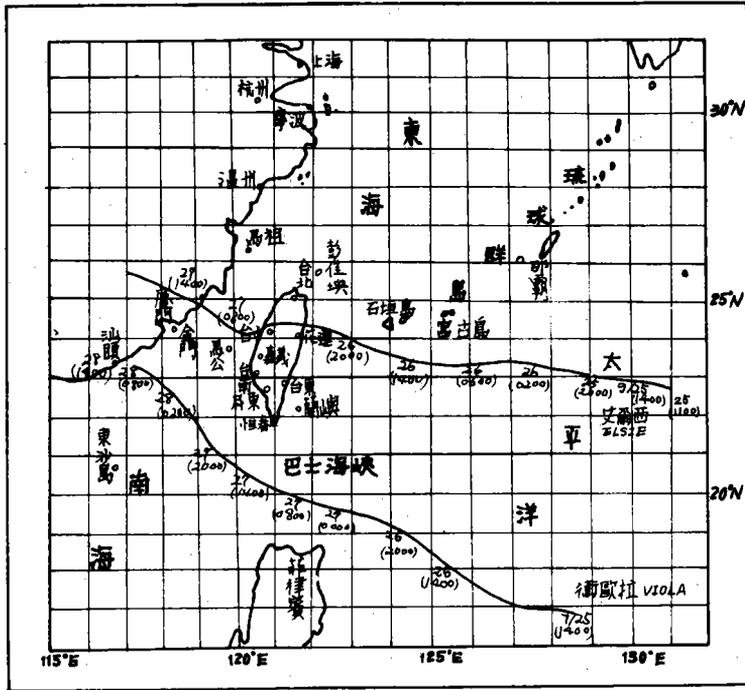


圖5-17 衛歐拉及艾爾西颱風路徑

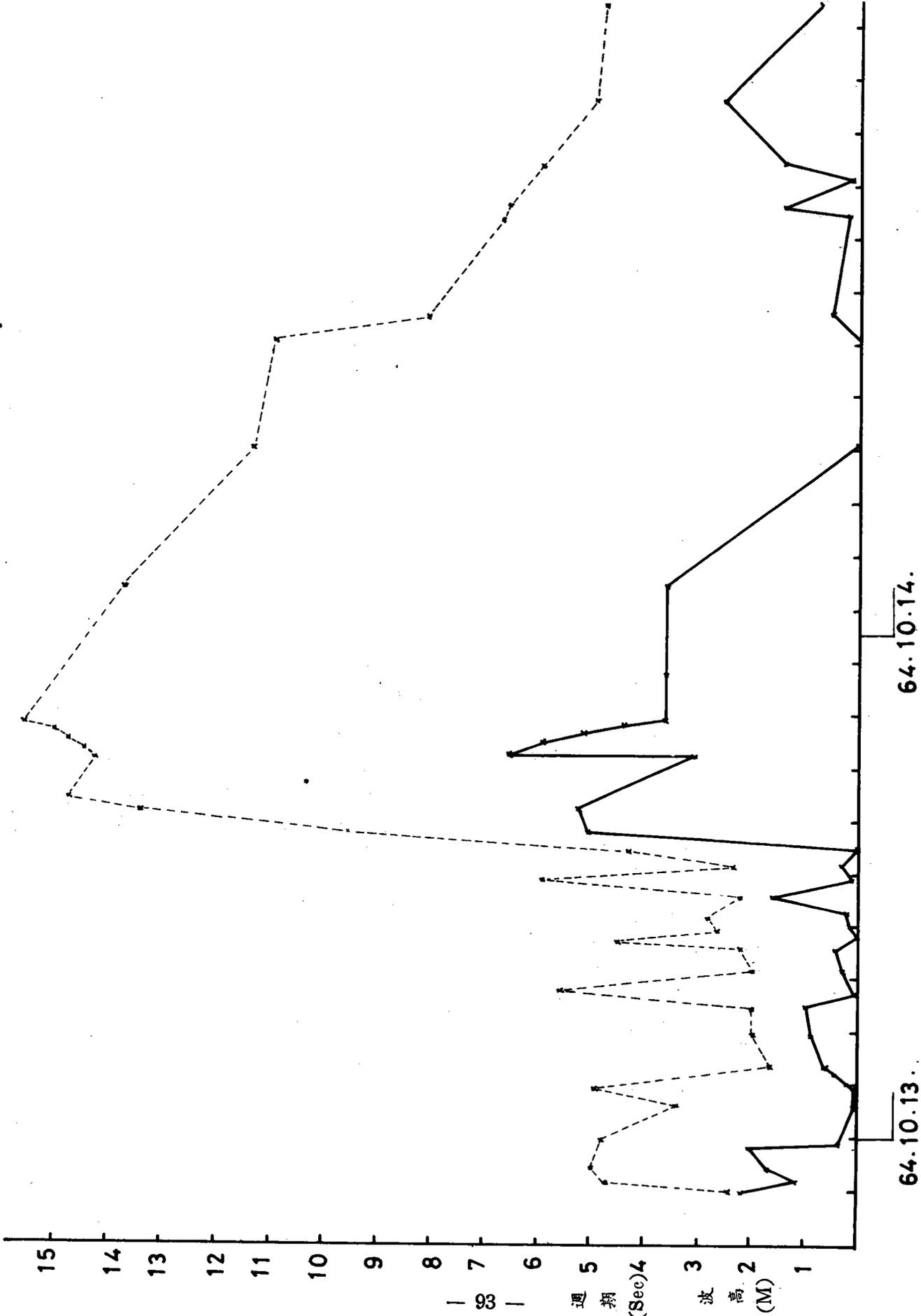
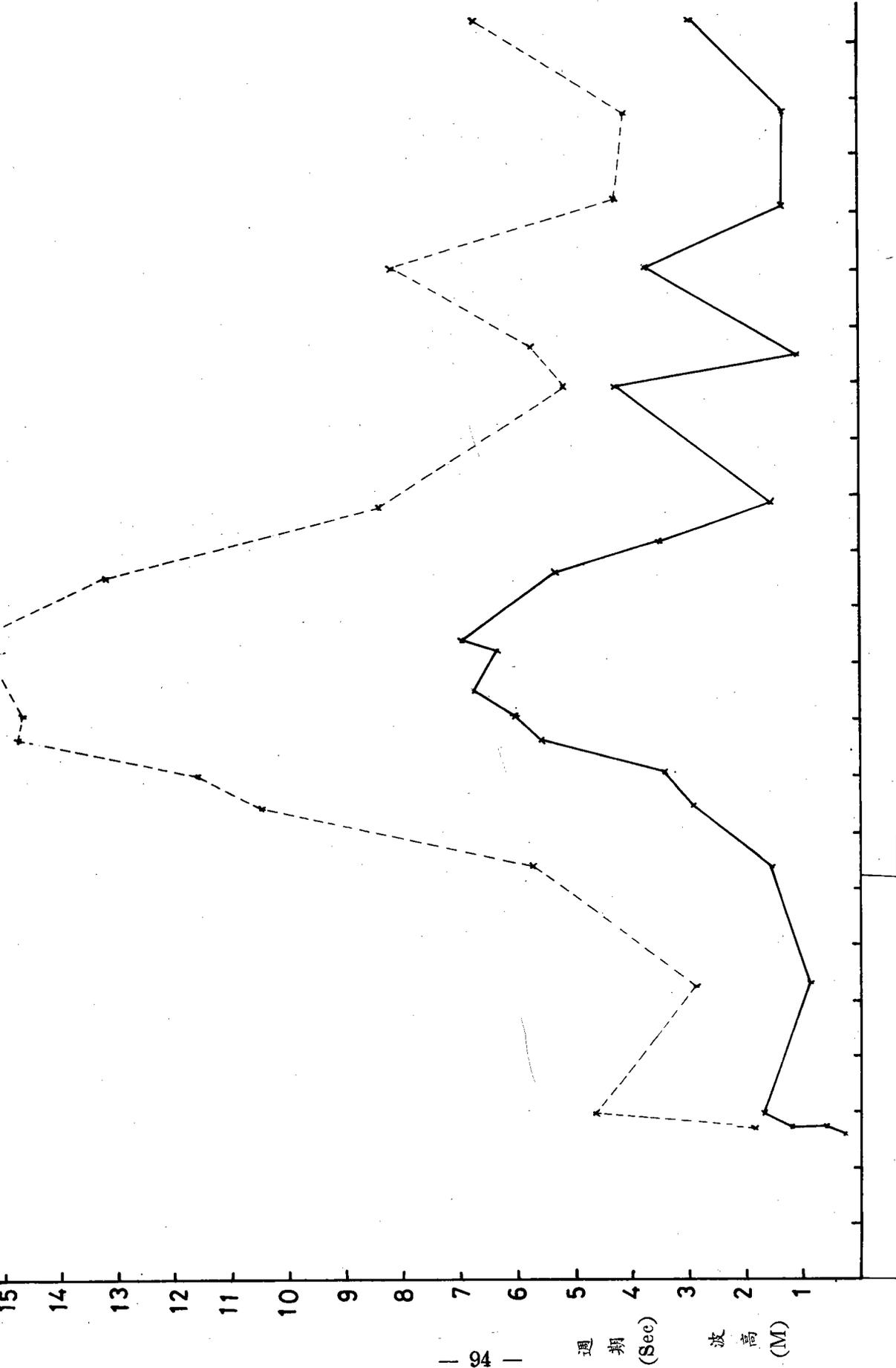


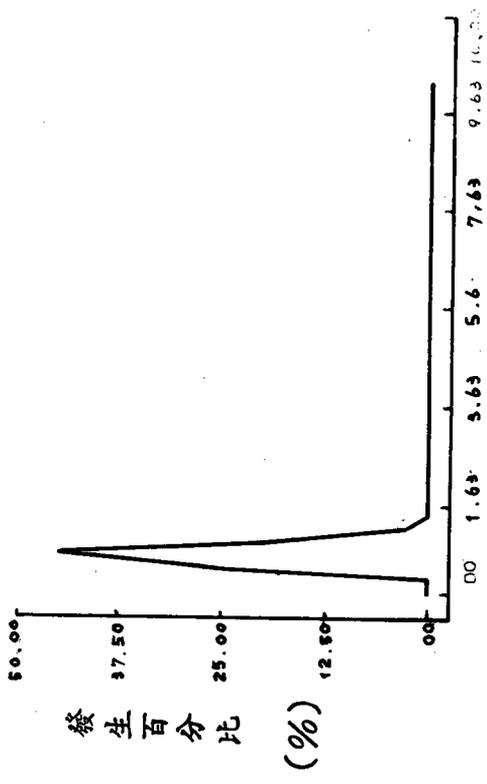
圖5-18 艾爾西(ELSIE)颱風波浪推算結果(民國62年)



58.7.27.6.

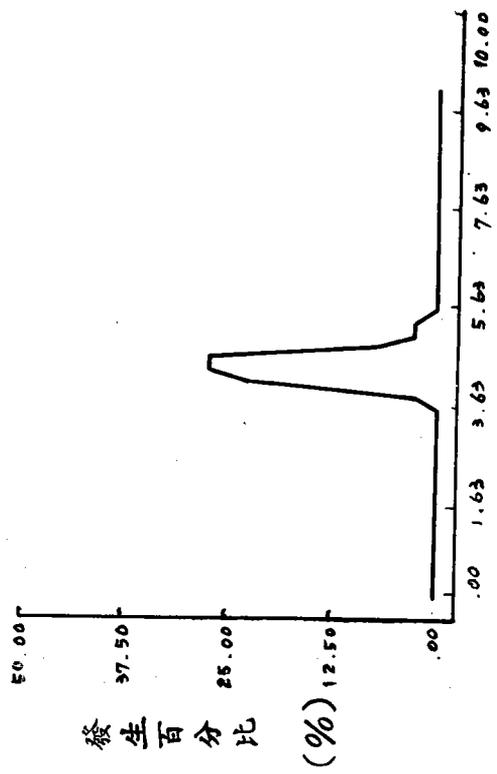
58.7.28.0.

圖5-19 衛歐拉(VIOLA)颱風波浪推算結果(民國58年)



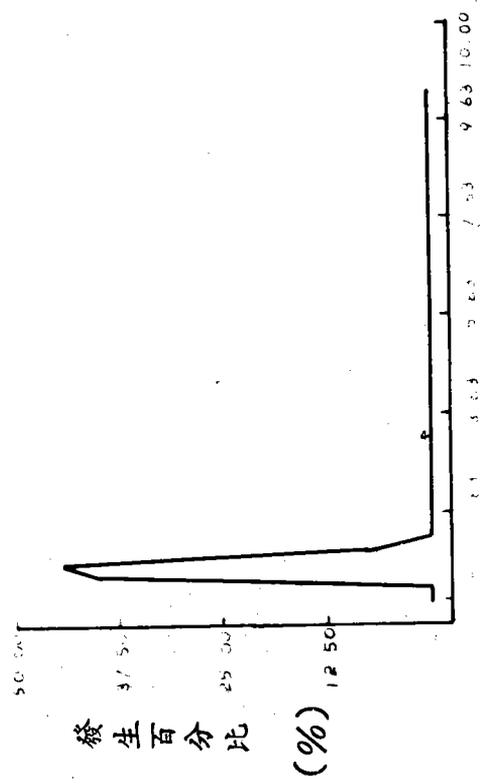
示性波高 $H_{1/8}$ (M)

圖5-20 元月份波高發生頻率圖



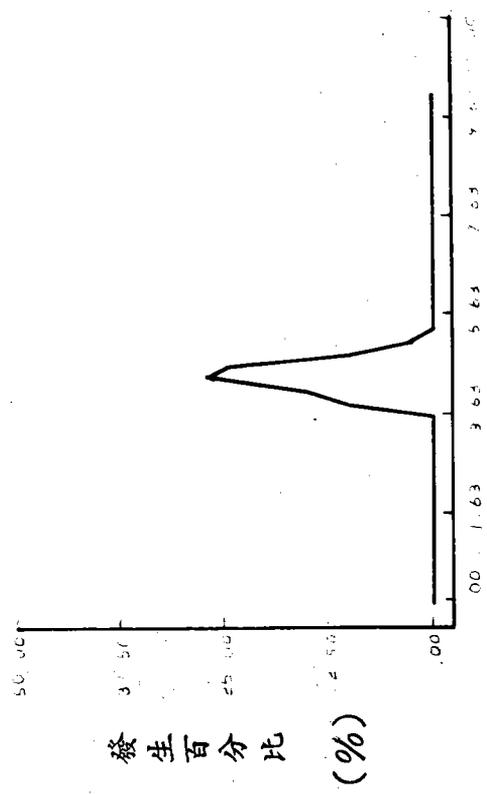
示性週期 $T_{1/8}$ (S)

圖5-21 元月份週期發生頻率圖



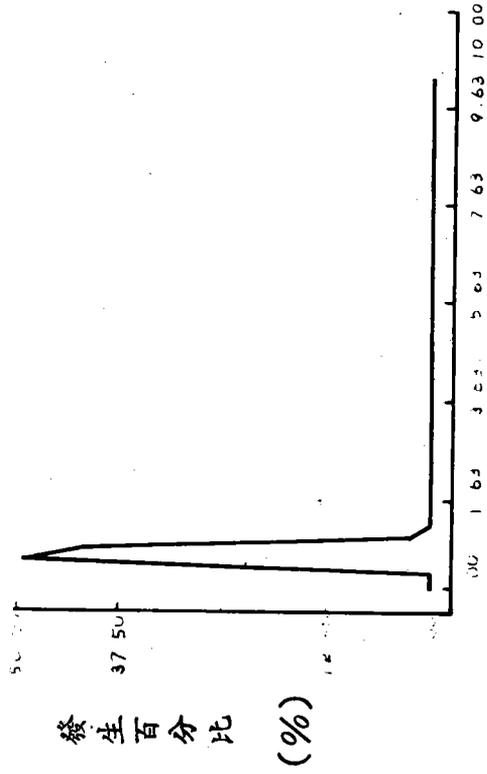
示性波高 $H_{1/8}(M)$

圖5-22 二月份波高發生頻率圖



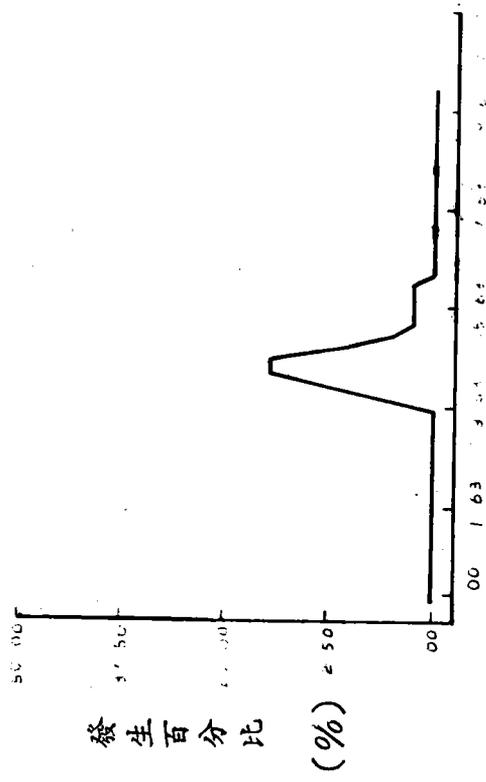
示性週期 $T_{1/8}(S)$

圖5-23 二月份週期發生頻率圖



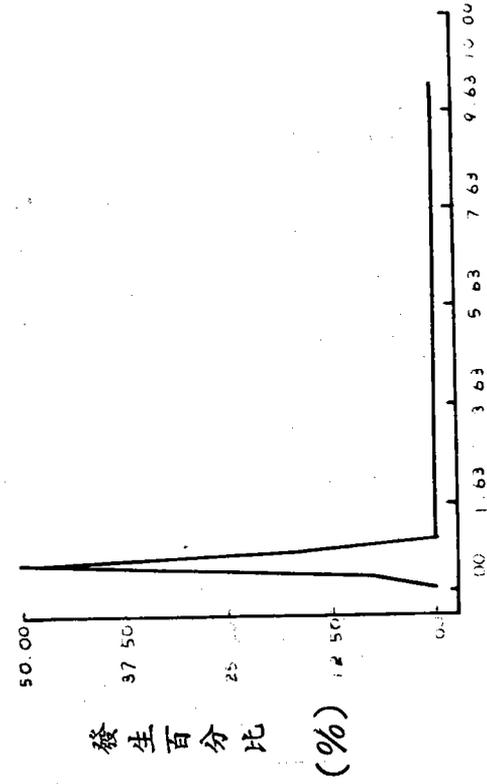
示性波高 $H_{1/8}(M)$

圖5-24 三月份波高發生頻率圖



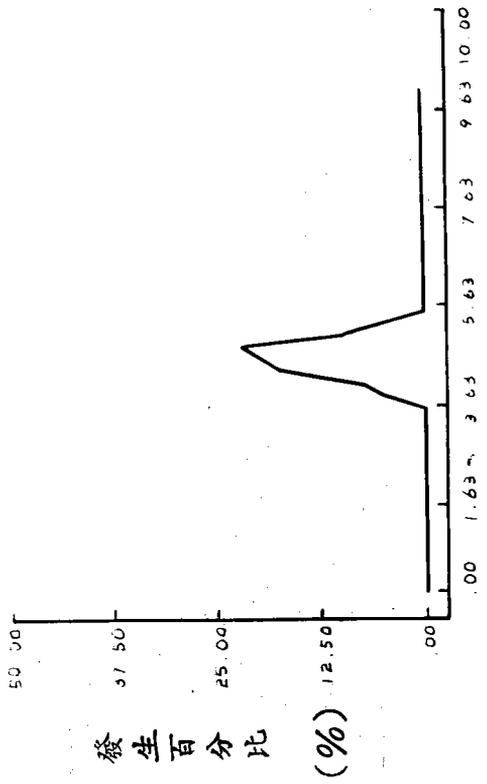
示性週期 $T_{1/8}(S)$

圖5-25 三月份週期發生頻率圖



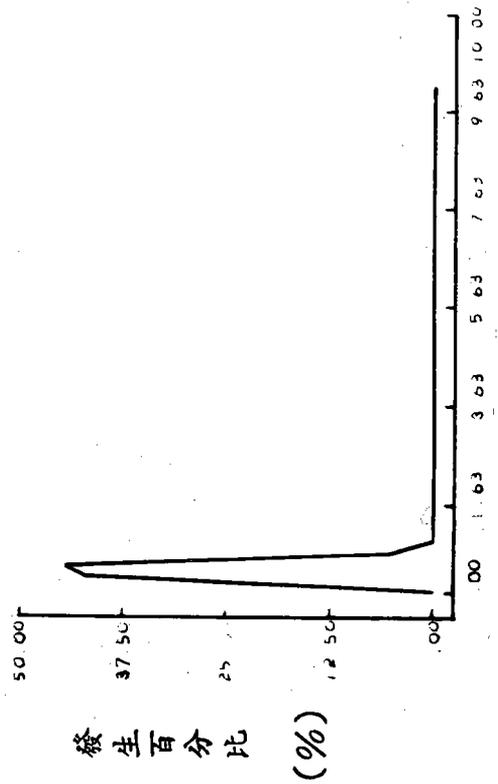
示性波高 $H_{1/8}(M)$

圖5-26 四月份波高發生頻率圖



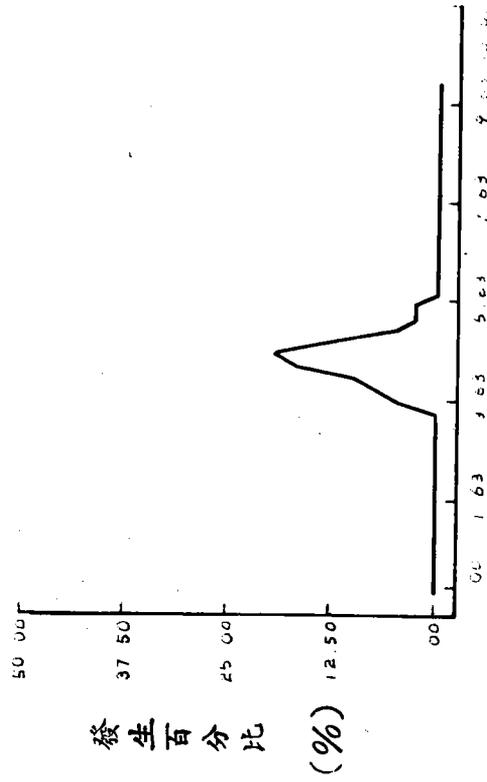
示性週期 $T_{1/8}(S)$

圖5-27 四月份週期發生頻率圖



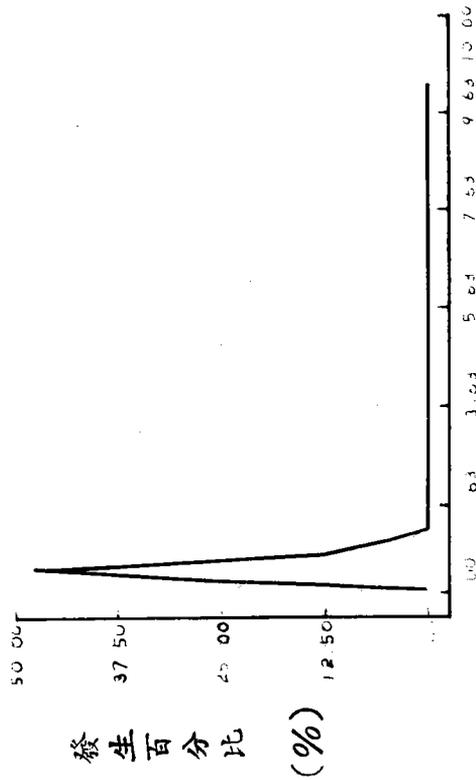
示性波高 $H_{1/8}(M)$

圖5-28 五月份波高發生頻率圖



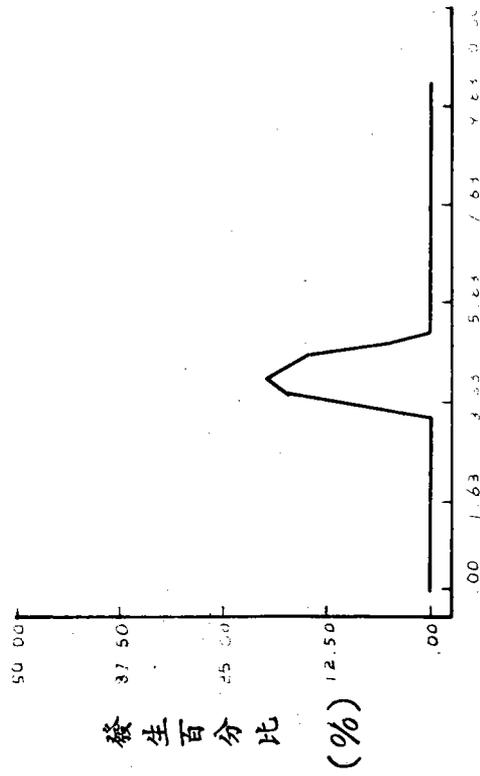
示性週期 $T_{1/8}(S)$

圖5-29 五月份週期發生頻率圖



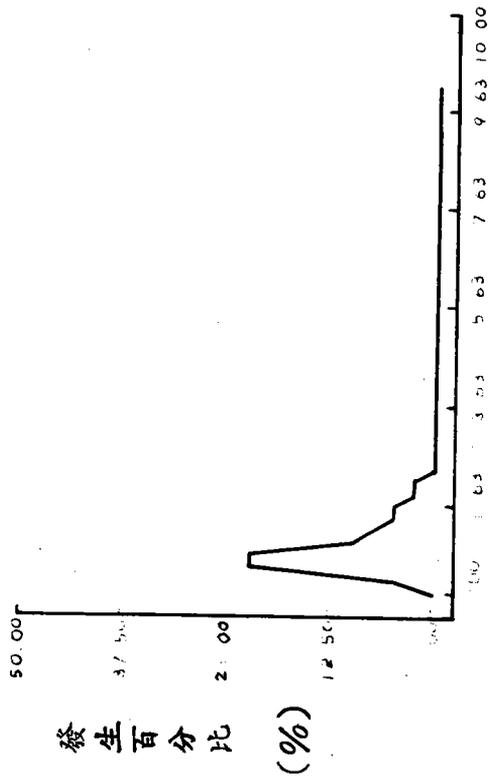
示性波高 $H \frac{1}{8}(M)$

圖5-30 六月份波高發生頻率圖



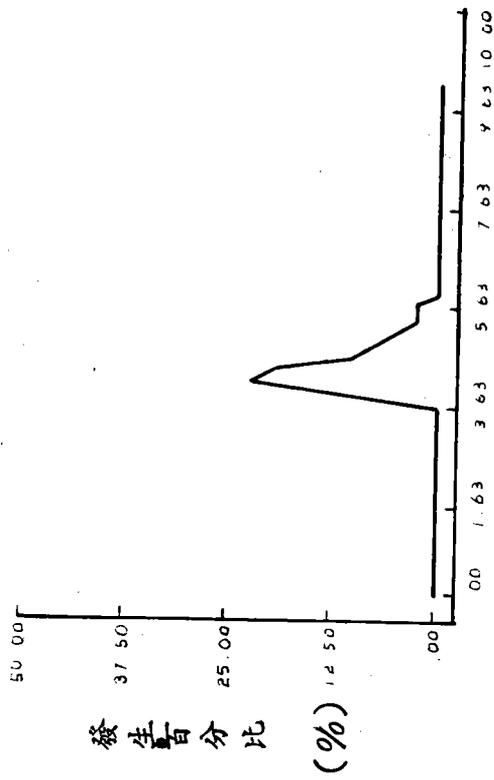
示性週期 $T \frac{1}{8}(S)$

圖5-31 六月份週期發生頻率圖



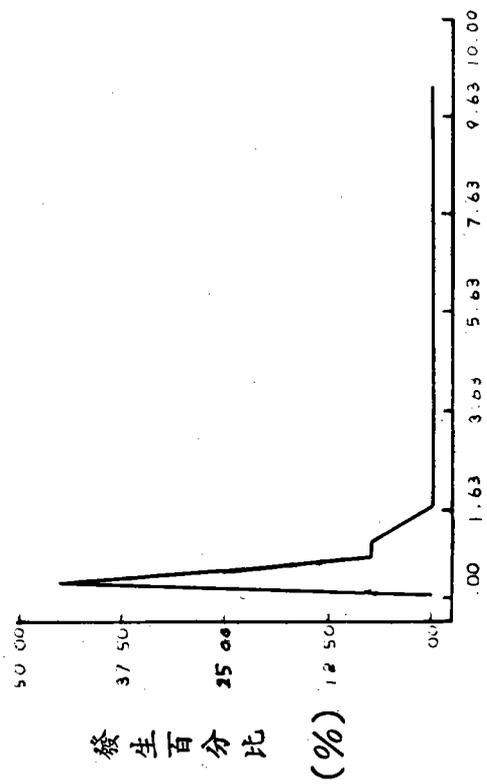
示性波高 $H_{1/8}(M)$

圖5-32 七月份波高發生頻率圖



示性週期 $T_{1/8}(S)$

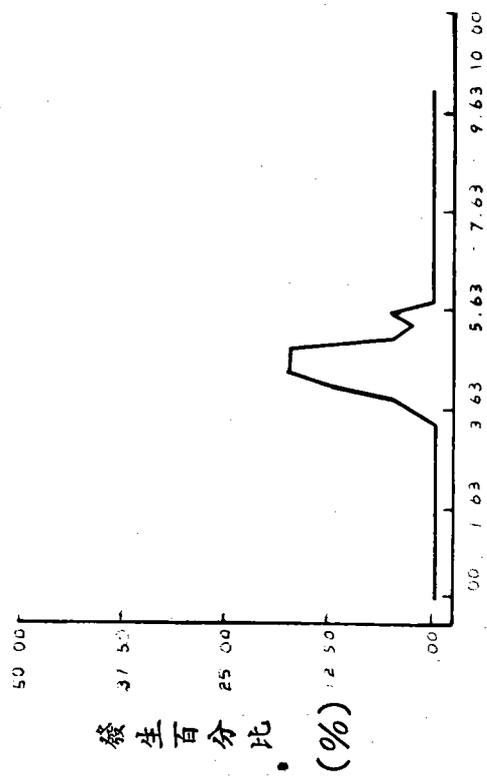
圖5-33 七月份週期發生頻率圖



示性波高H_{1/3}(M)

八月份波高發生頻率圖

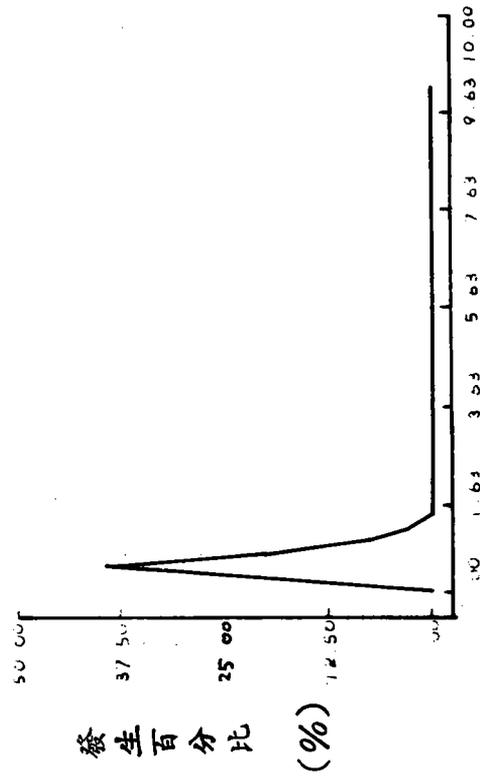
圖5-34



示性週期T_{1/8}(S)

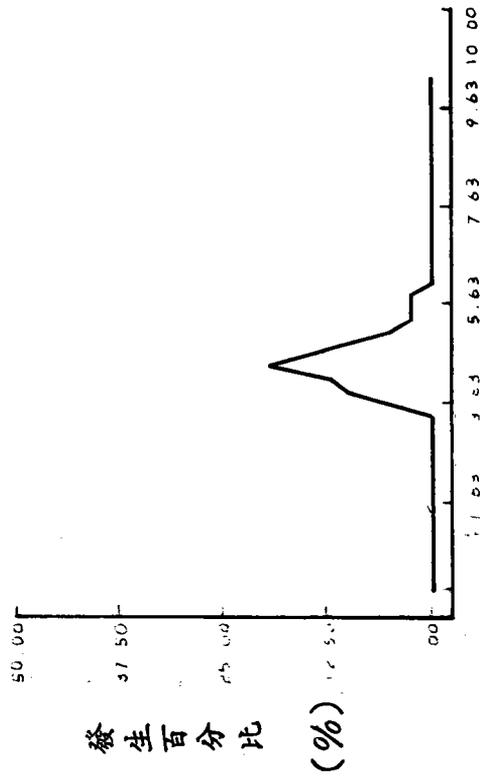
八月份週期發生頻率圖

圖5-35



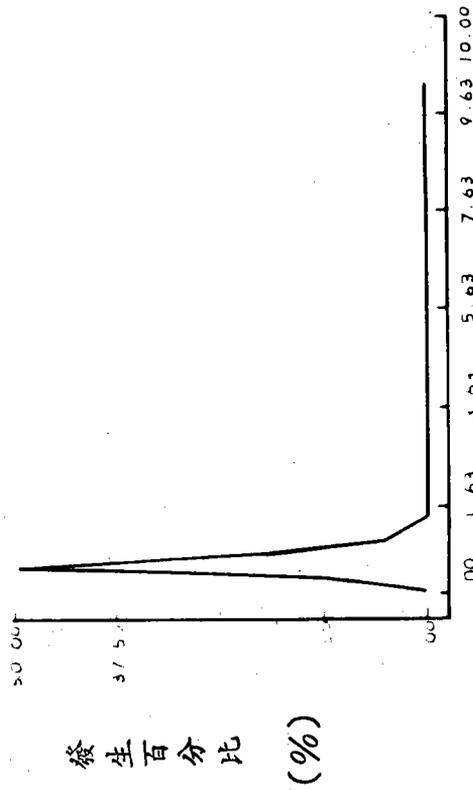
示性波高 $H_{1/3}(M)$

圖5-36 九月份波高發生頻率圖



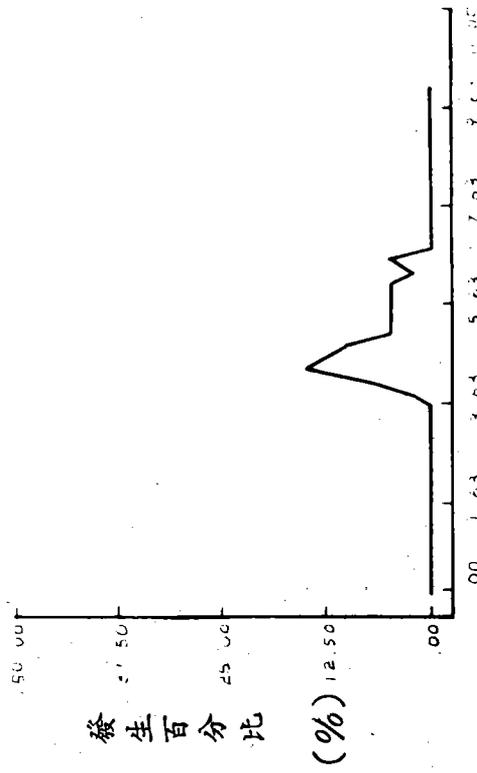
示性週期 $T_{1/3}(S)$

圖5-37 九月份週期發生頻率圖



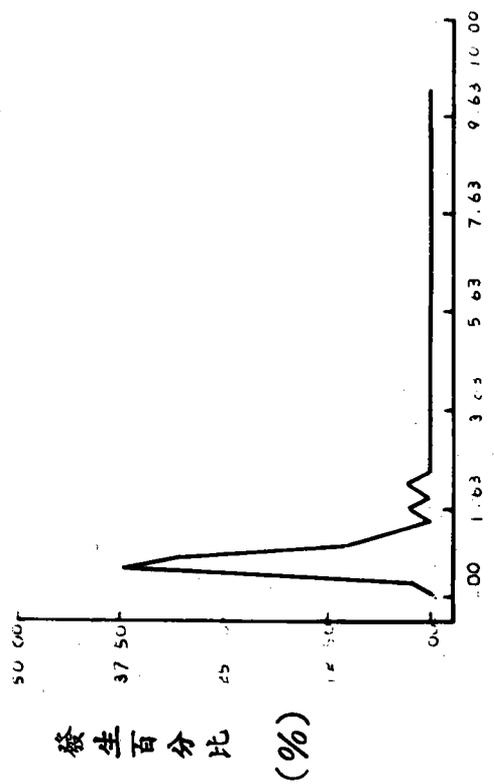
示性波高 $H_{1/3}(M)$

圖5-38 十月份波高發生頻率圖



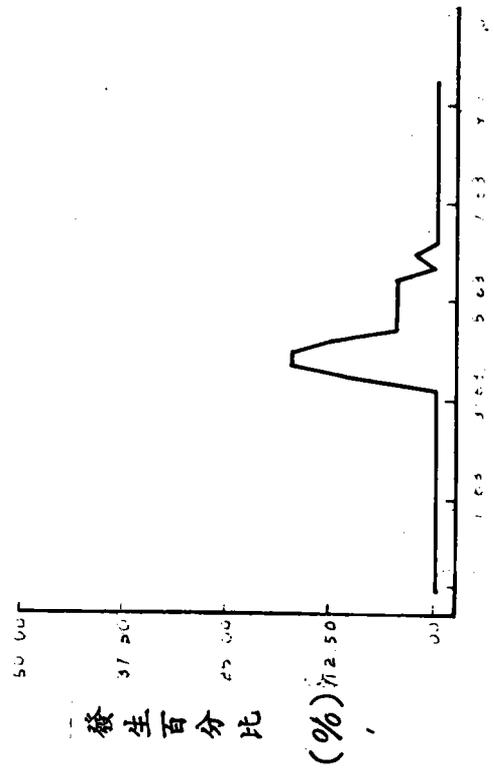
示性週期 $T_{1/8}(S)$

圖5-39 十月份週期發生頻率圖



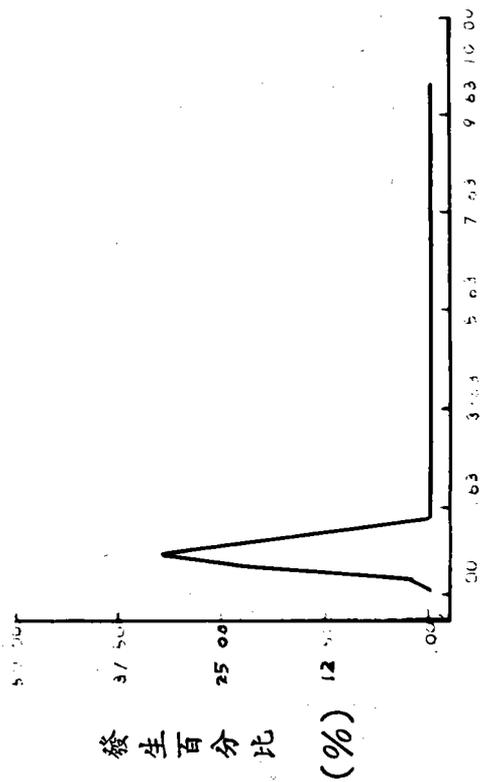
示性波高 $H_{1/8}(M)$

圖5-40 十一月份波高發生頻率圖



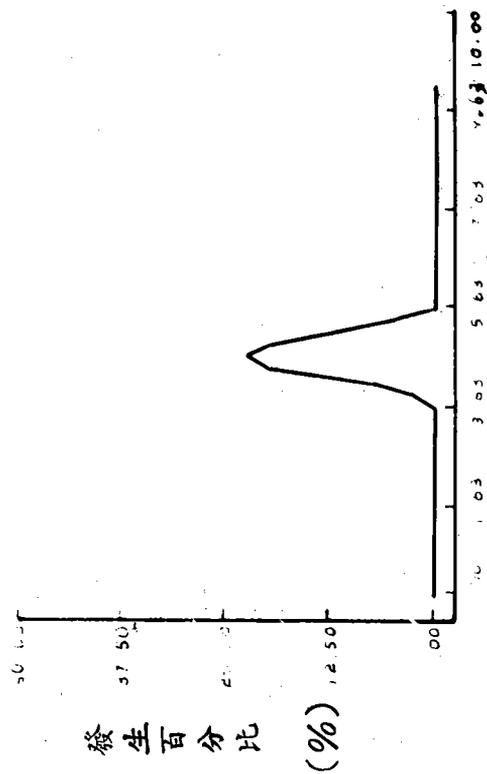
示性週期 $T_{1/8}(S)$

圖5-41 十一月份週期發生頻率圖



示性波高 $H_{1/3}(M)$

圖5-42 十二月份波高發生頻率圖



示性週期 $T_{1/3}(S)$

圖5-43 十二月份週期發生頻率圖

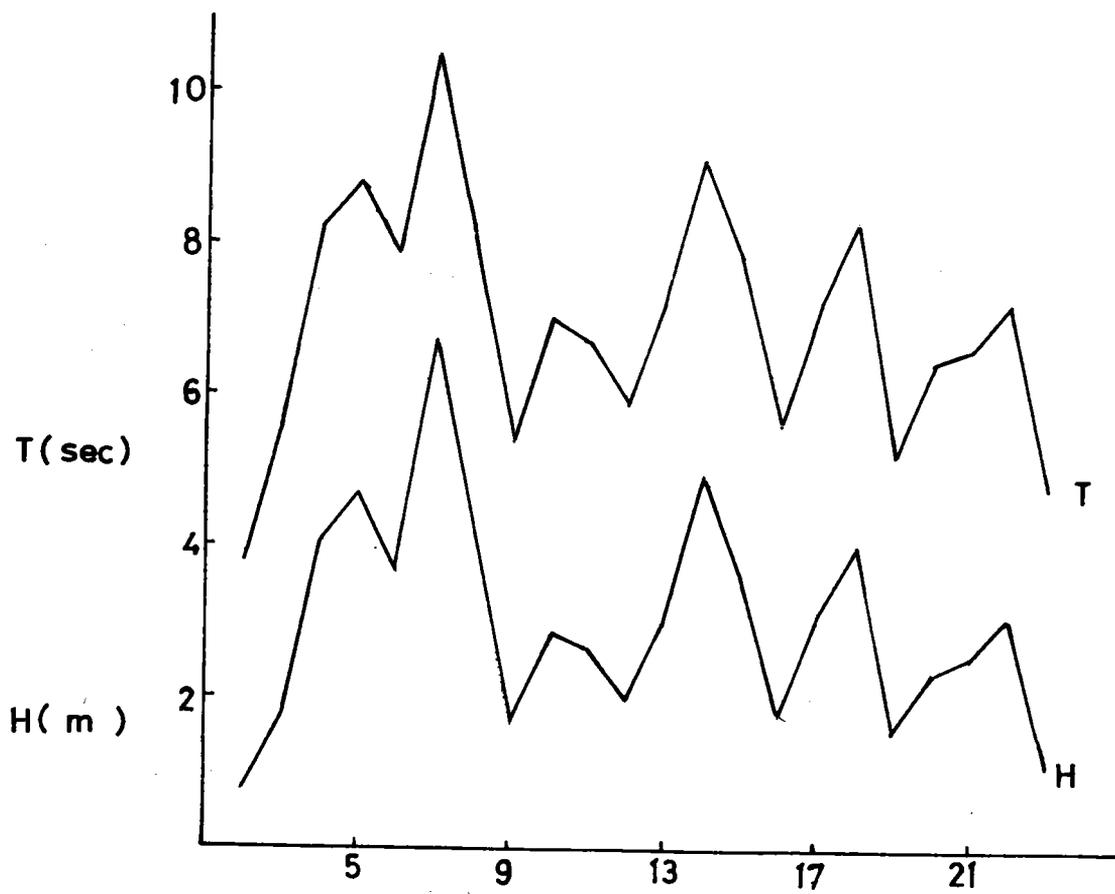


圖5-44 蘭嶼1980年一月份週期及波高

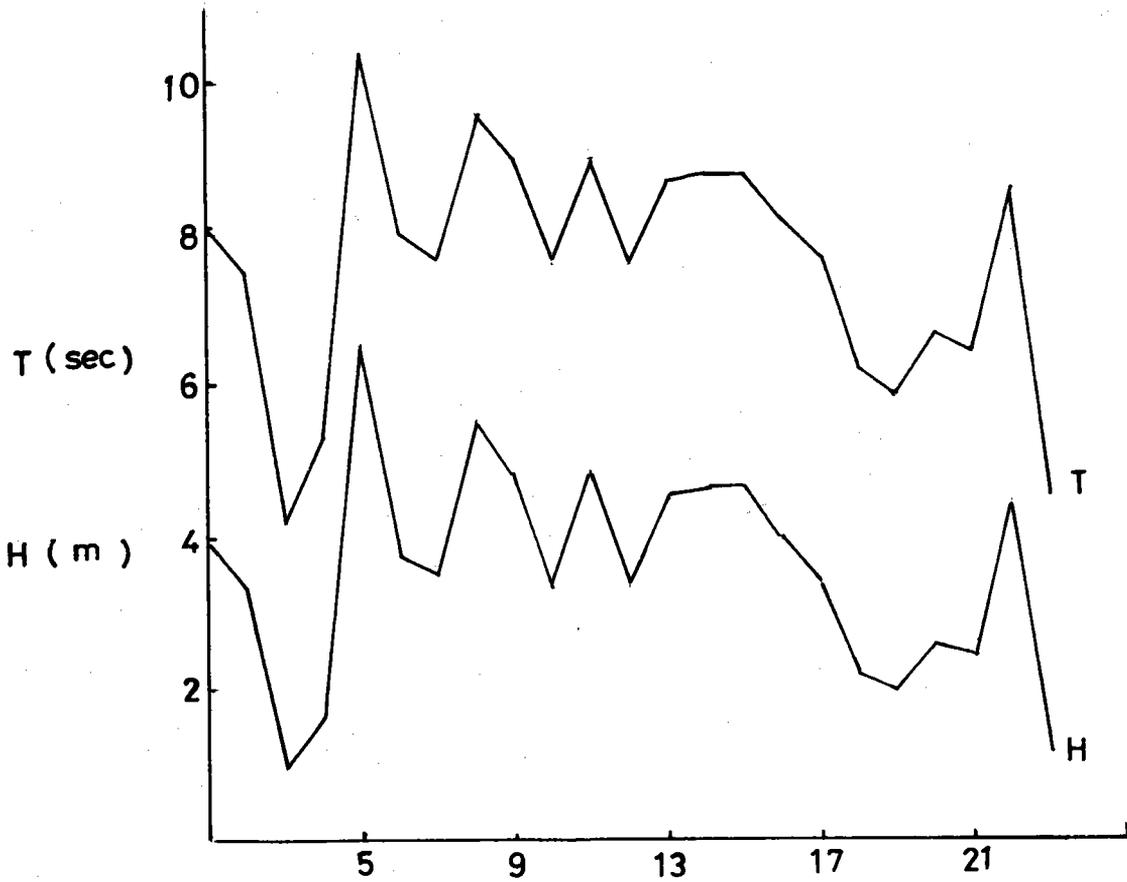


圖5—45 蘭嶼1980年二月份波高及週期

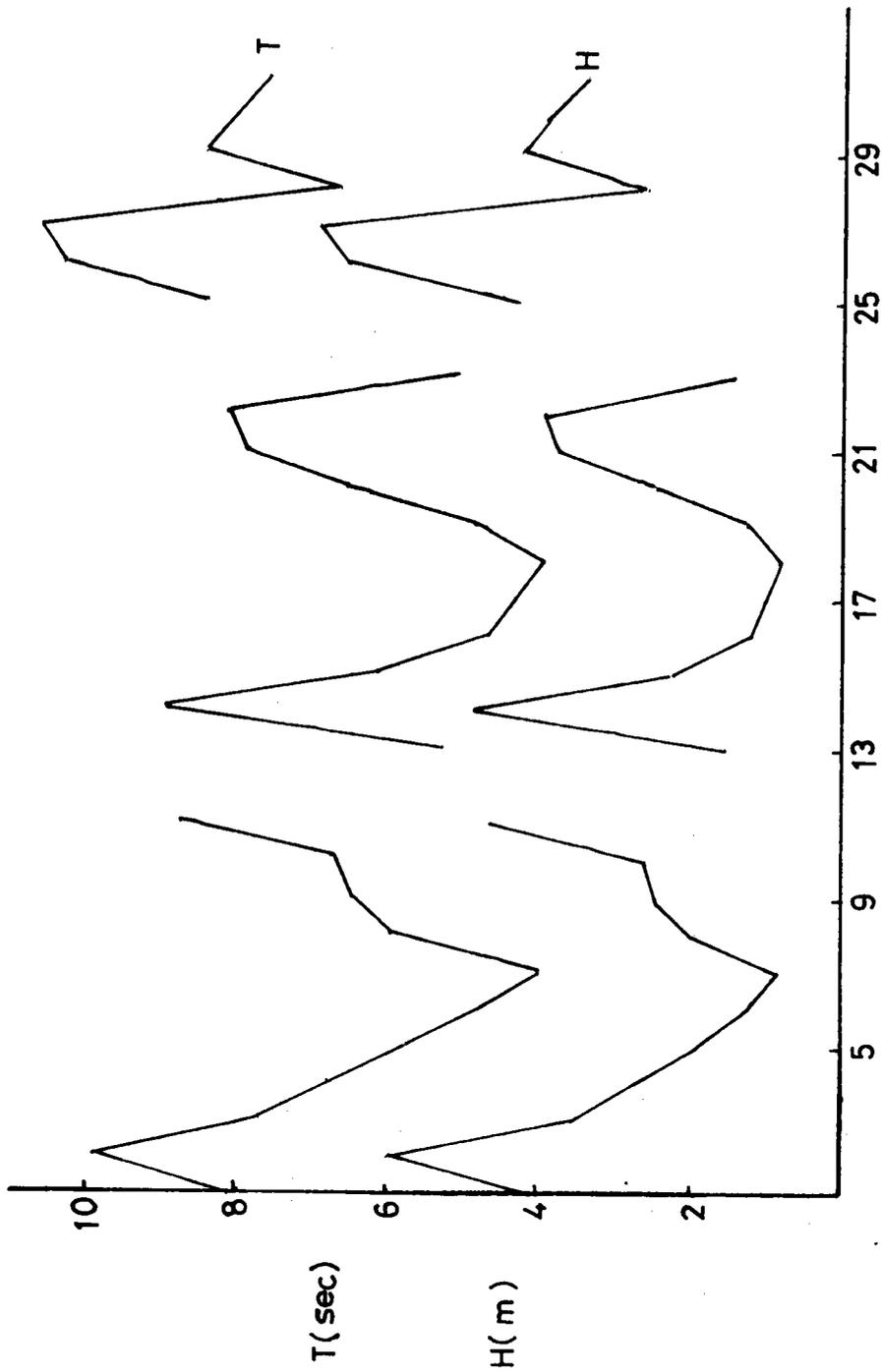


圖5-46 蘭嶼1980年十月份波高及週期

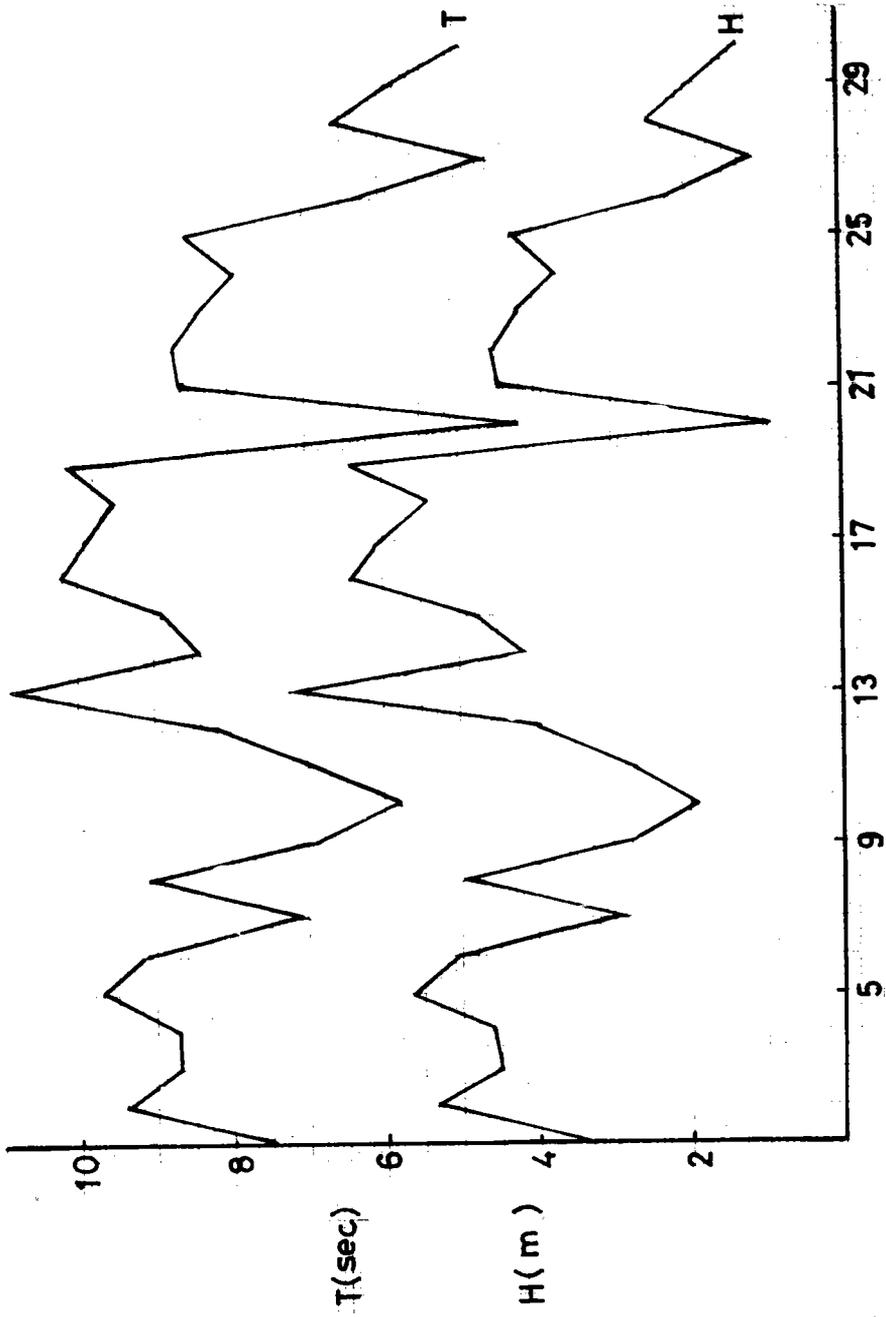


圖5-47 蘭嶼1980年十一月份波高及週期

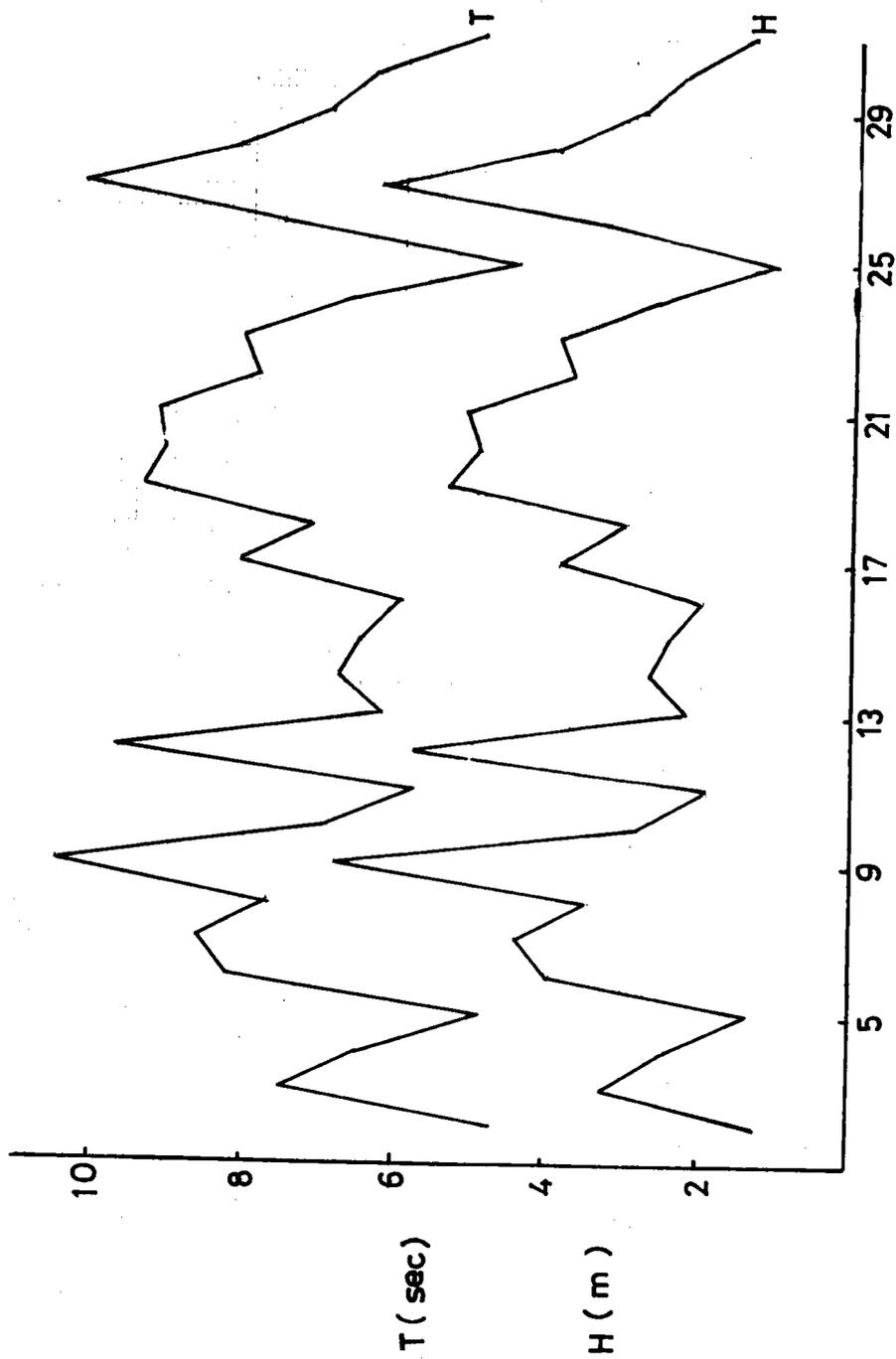


圖5-48 蘭嶼1980年十二月份波高及週期

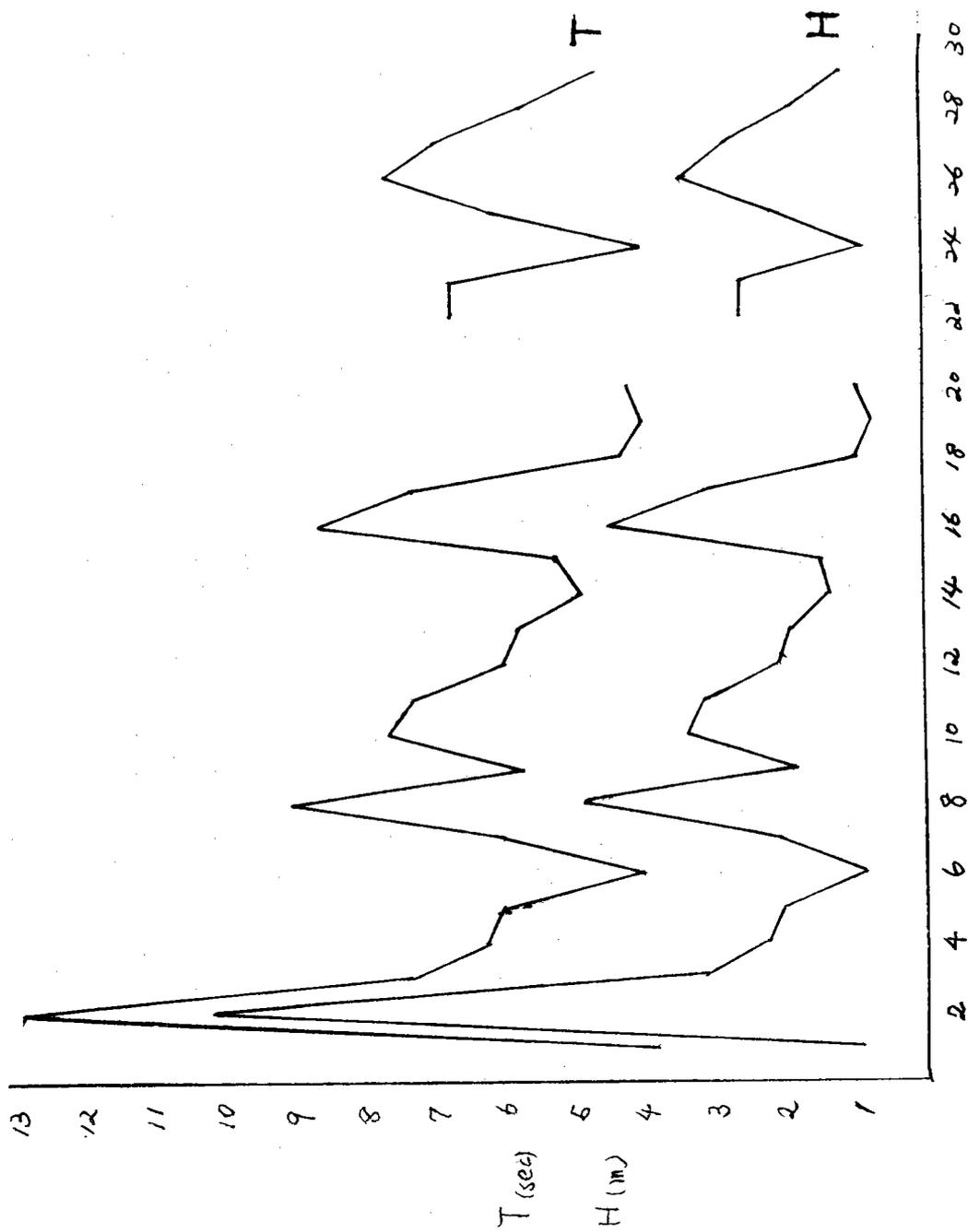


圖5-49 1981年蘭嶼港址一月份波高及週期

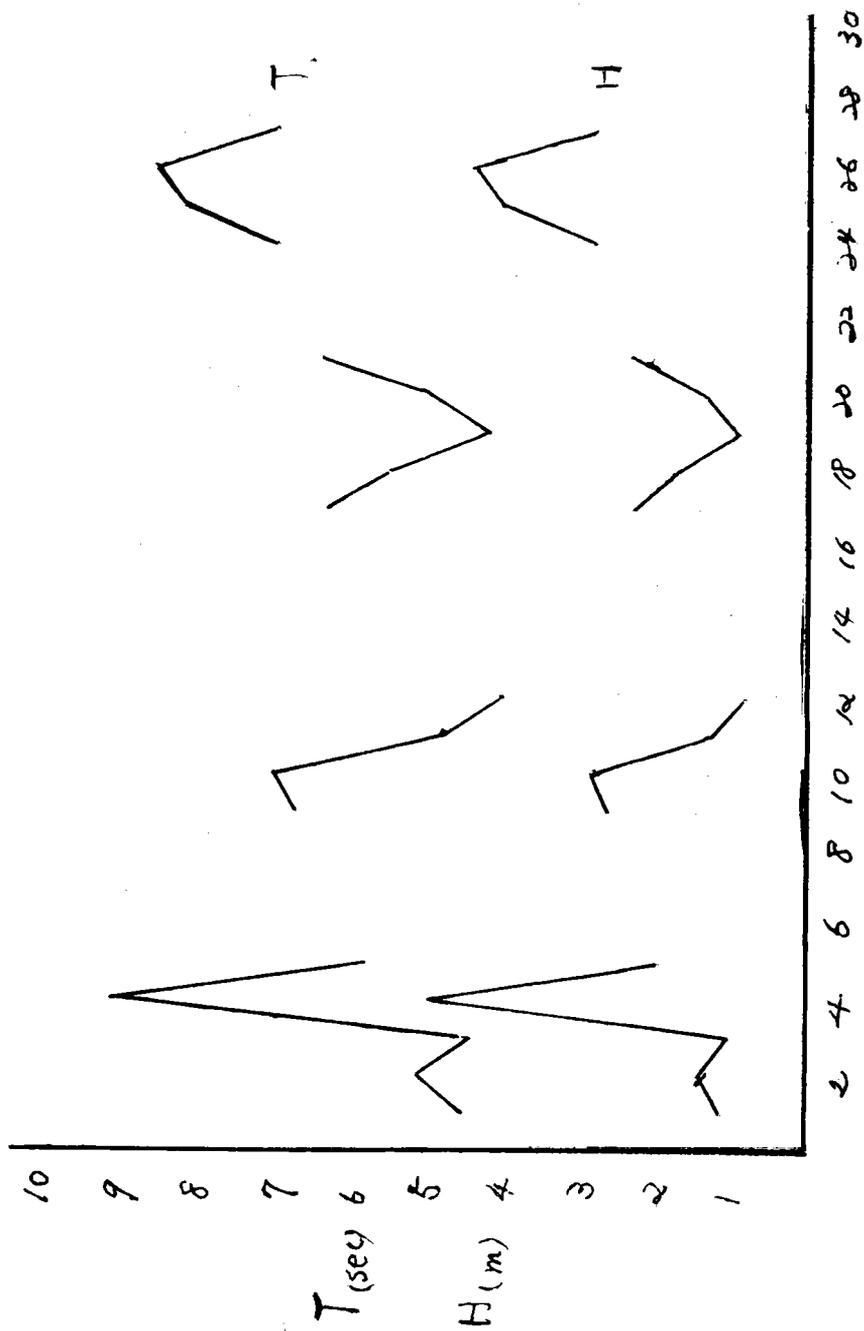


圖5-50 1981年蘭嶼港址二月份波高及週期

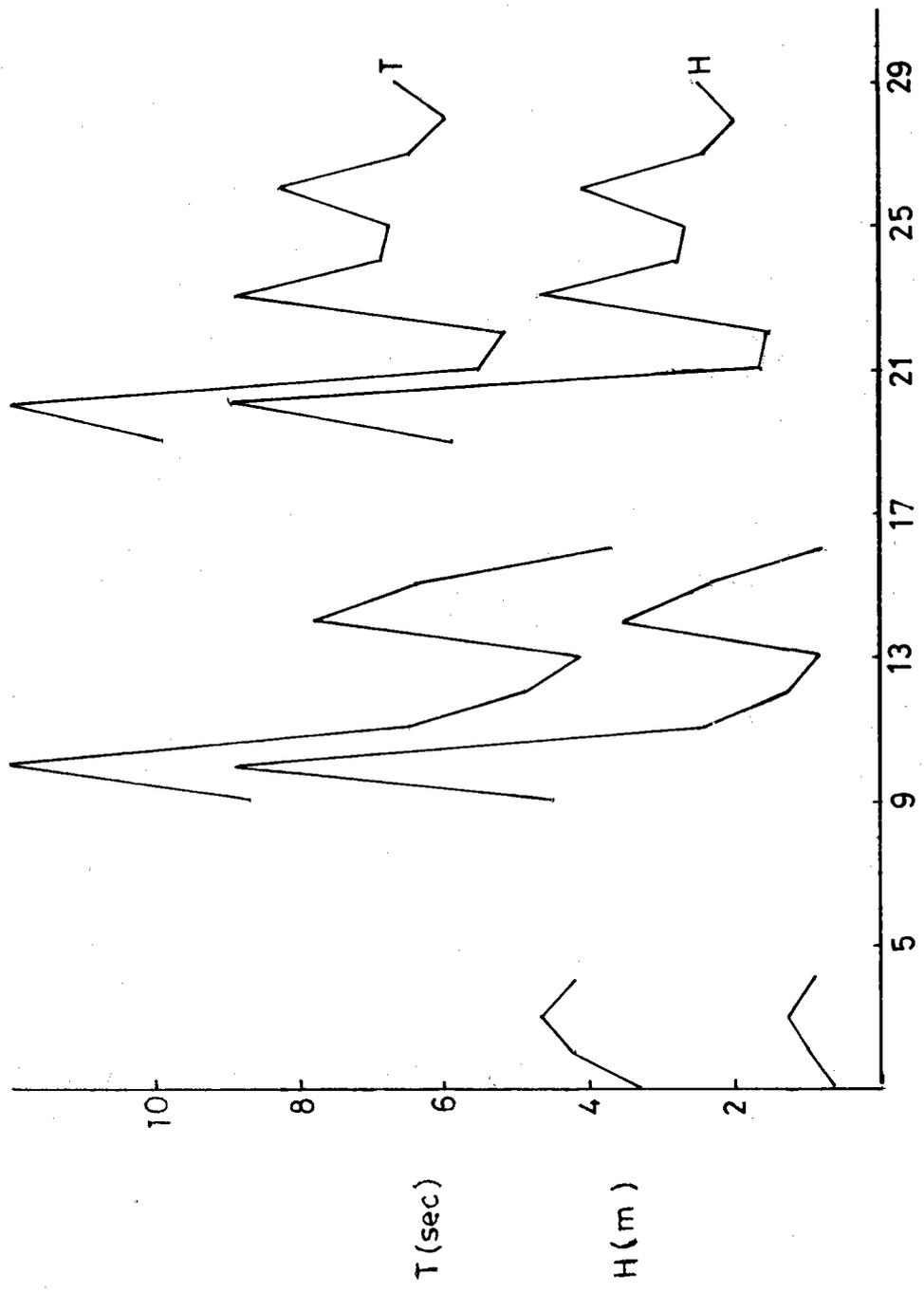


圖5-51 蘭嶼1981年十月份波高及週期

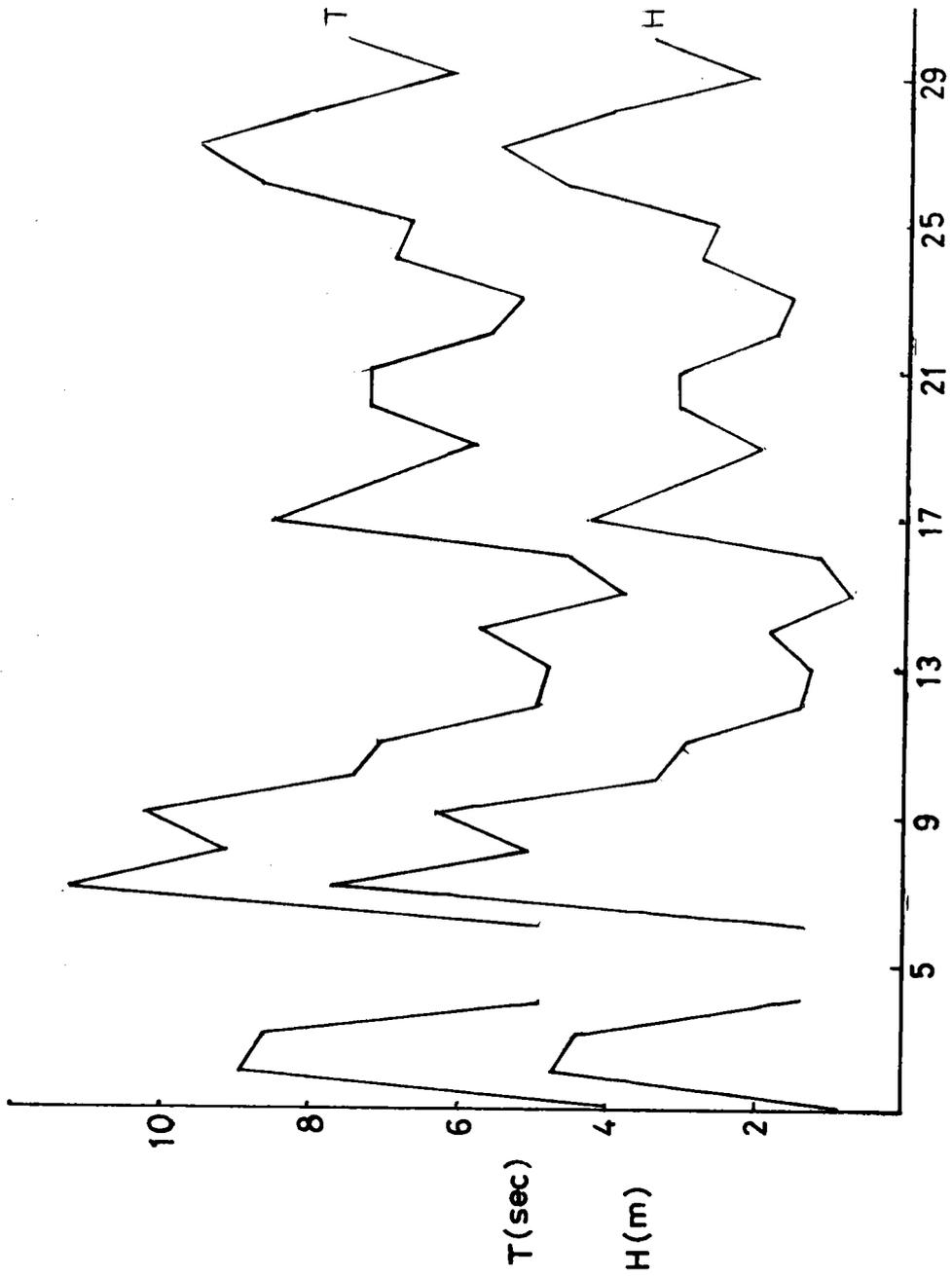


圖5-52 蘭嶼1981年十一月份波高及週期

六、環島航運港址 鑽探調查與土壤試驗

6.1 北部海岸港址

地質鑽探選擇蚵殼港附近海岸5孔，分別以A₁, A₂, A₃, A₄, 及A₅標明之其位置圖如6-1所示有二孔在海岸，一孔在河口，二孔在近岸陸上，開挖深度3公尺深4孔，2公尺深1孔。每層挖之土石料以四分法採取，試驗用料送回試驗室進行比重及顆粒大小分佈試驗。

A₁為港址河口北岸約2.5公里處表層為灰色細砂(SP)次層為優良級配礫石含細砂、貝殼(GW)，A₂為河口北岸約一公里處。表層為灰色細砂含少許礫石(SP)次層為優良級配礫石含灰色細砂(GW)，A₃位於河口處，表層為灰色細砂(SM)但砂層僅60公分，其次為50公分的優良級配礫石含灰色細砂、貝殼(GW)，再次一層為36公分的灰色粘質壤土及終砂，後層含礫石(CL)，開挖的底層為優良級配礫石含灰色細砂(GW)，由試孔A₁附近起為一深度約2公尺之不良級配砂層，此砂層往南逐漸減少，至A₂含砂層1公尺，A₃則含砂層0.6公尺，同時礫石的含量逐漸增加，礫石、卵石的粒徑則有大於20公分者。

A₄與A₅分別位於河口的南側，沙灘與離海岸二百公尺處，由鑽探結果顯示A₄表層80公分厚為優良級配礫石含灰色細砂(GW)，次層80公分，為灰色細砂(SP)，開挖之底層為優良級配礫石含灰色細砂(GW)，A₅表層為1.1公尺厚之不良級配礫石含灰褐色細砂(GP)底層由水位零線以下為優良級配礫石含灰色細砂(GW)。河口南岸，由A₄與A₅表面深0.8公尺至1.0公尺處蓋有一層優良至不良級配的礫石層，砂之含量有愈南愈陸側愈高之趨勢。

表面1公尺以下至3公尺多為礫石層摻含有粗細砂，礫卵石的粒徑也在20公分以上，偶含有貝殼。通過40號篩部份之砂不具塑性。土石料比重除A₃表面下公尺範圍內在2.6左右外，其餘多在2.7以上，為一堅硬的土質石。其詳細試驗成果如表6-1至表6-5所示。

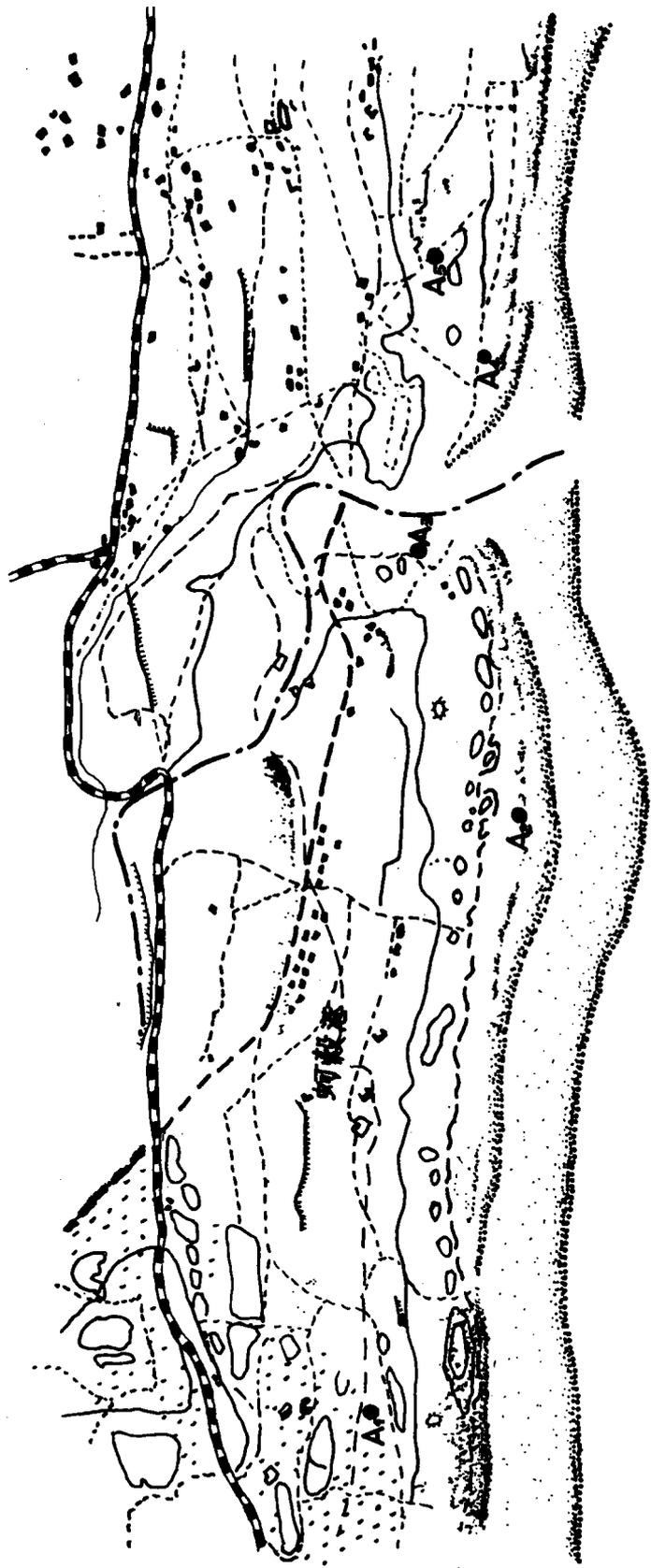


圖6-1 北部海岸港址鑽探位置平面圖

表6-1

地質鑽探試驗成果表

工程名稱..... 座標 E 地點 桃園深圳村
 孔號 A_1 地下水位 現存地面下 1.50m (AM:8:00)
 標高..... 開工日期 70.9.28..... 完工日期.....
 孔深..... 鑽探者..... 土壤試驗者.....

鑽探部份					試驗部份													
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g./c.c.	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P.I.	無側限壓縮強度 T/SF.	*載重量 T/SF.
				30.5cm 打擊數	N 值													
S ₁																		
S ₂		1						灰色細砂		2.73				—	NP	—		
S ₃		1.9						(SP)		2.71				—	NP	—		
S ₄		3						優良級配礫石 含細砂、貝殼		2.71				—	NP	—		

※備註：1.容許載重量以方形基脚寬5英尺計算。
 2.本表用於土壤鑽孔。

表6—2

地質鑽探試驗成果表

N

工程名稱..... 座標 E 地點 桃園新屋礮間村
 孔號 A₂ 地下水位 現存地面下 0.90m 取土器
 標高 (PM3:00) 完工日期
 孔深 鑽探者 土壤試驗者

鑽探部份					試驗部份													
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g./c.c.	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P.I.	無側限壓縮強度 T/SF.	*載重量 T/SF.
				30.5cm 打擊數	N 值													
				0	10	20	30	40	50	60								
S ₁			[柱狀圖]															
S ₂		1													NP	—		
S ₃		2													NP	—		
S ₄		3													NP	—		

※備註：1.容許載重量以方形基脚寬5英尺計算。

2.本表用於土壤鑽孔。

表6—3

地質鑽探試驗成果表

工程名稱..... 座標 E..... 地點 桃園壕殼港
 孔號 A₃..... 地下水位 現存地面下 1.30m (AM9:00) 取土器.....
 標高..... 開工日期 70.9.27 完工日期.....
 孔深..... 鑽探者..... 土壤試驗者.....

鑽探部份					試驗部份													
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g./c.c.	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P.I.	無側限壓縮強度 T/SF	* 載重量 T/SF
				30.5cm 打擊數	N 值													
				0	10	20	30	40	50	60								
S ₁		0.6																
S ₂		1.1																
S ₃		1.4																
S ₄		2																
S ₅		3																

※備註：1.容許載重量以方形基脚寬 5 英尺計算。

2.本表用於土壤鑽孔。

表6-4

地質鑽探試驗成果表

工程名稱..... 座標 E..... 地點 新竹新豐坡頭村
 孔號 A₄..... 地下水位 現存地面下 1.50m 取土器.....
 標高..... 開工日期 70.9.28 完工日期.....
 孔深..... 鑽探者..... 土壤試驗者.....

鑽探部份					試驗部份													
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g./c.c.	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P. I.	無側限強度 T/SF.	※載重量
				30.5cm 打擊數	N 值 0 10 20 30 40 50 60													
S ₁																		
S ₂		1.08						優良級配礫石含灰色細砂		2.71				—	NP	—	—	
S ₃		2.16						灰色細砂(S.P.)		2.70				—	NP	—	—	
								優良級配礫石含灰色細砂		2.74				—	NP	—	—	

※備註：1.容許載重量以方形基脚寬5英尺計算。
 2.本表用於土壤鑽孔。

表6—5

地質鑽探試驗成果表

工程名稱..... 座標 E 地點 新竹新豐坡頭村
 孔號 A_5 地下水位 現存地面下 1.10m (AM11:00)..... 取土器.....
 標高..... 開工日期 70.9.29..... 完工日期.....
 孔深..... 鑽探者..... 土壤試驗者.....

鑽探部份					試驗部份															
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g./c.c.	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P. I.	無側限壓縮強度 T/SF.	※載重量 T/SF.		
				30.5cm 打擊數	N 值															
				0	10	20	30	40	50	60										
S ₁		1.1																		
S ₂																				
S ₃																				
S ₄																				

※備註：1.容許載重量以方形基脚寬5英尺計算。
 2.本表用於土壤鑽孔。

6.2 布袋港址

布袋港址之土壤鑽探分為 P_1, P_2, P_3 及 P_4 四孔，深度為15公尺，如圖6—2所示，各孔除作柱狀圖分析外，尚對鑽取之土壤外進行固結試驗，三軸壓縮試驗及標準貫入試驗。

P_1, P_2 兩孔為預定新建碼頭用地， P_3 為預定海堤位置 P_4 則為預定港內工作船作業碼頭位置。

P_1 與 P_2 兩孔，海底表面灰色細砂層 (SM) 厚達6至7公尺其下之灰泥質壤土層 (ML) 也厚達8公尺。標準貫入試驗之N質在10以上，海底表面15公尺以下，有一層低塑性灰色泥質壤土層 (CL)。由 P_3 及 P_4 兩孔之柱狀圖顯示海底表面覆蓋一薄層灰色細砂 (SM) 其厚度約0.6至0.9公尺，此灰色細砂 (SM) 薄層之下，則為灰色泥質壤土或灰色粉土 (ML) 與灰色砂質壤土或灰色細砂 (SM) 之間隔層，每層之厚度多在2公尺以下，除 P_3 在10公尺以下部份之標準貫入試驗之N值超過15以外，其餘多在10以下。

布袋港址因絕大部份海岸均屬沙灘，故于土壤鑽探中，採取壤土層及砂土層之7.6公分 (3吋) 薄管土樣進行固結試驗，以獲致土壤壓縮性指數，提供設計之參考。7.6公分 (3吋) 薄管土樣進行固結試驗，其試驗結果報告列於附錄D。茲將壓縮性指數分列於下：

試 樣 編 號	土 壤 分 類	前期固結壓力 (kg/cm^2)	壓縮性指數 C_c
$P_1 S_5-1$	灰色泥質壤土	1.35	0.174
$P_2 S_5-1$	灰色壤土	1.40	0.179
$P_3 S_7-1$	灰色泥質壤土	1.57	0.242
$P_4 S_7-1$	灰色粉土	2.05	0.272

同樣情形將採取之土壤亦進行土壤的直接剪力試驗與三軸壓縮試驗，以獲致土壤之強度常數，供設計之依據。7.6公分（3吋）薄管土樣進行直接剪力試驗及三軸壓縮試驗，其試驗結果報告列於附錄E。茲將強度常數內摩擦角及凝聚力分列於下：

試 樣 編 號	土 壤 分 類	內 摩 擦 角 ϕ°	凝 聚 力 C (kg/cm ²)
P ₁ S ₃ -1	灰色細砂	38.6	0.018
P ₁ S ₅ -1	灰色細砂	11.3	0.04
P ₂ S ₂ -1	灰色砂質壤土	37.9	0.045
P ₂ S ₅ -1	灰色泥質壤土	20.0	0.08
P ₃ S ₃ -1	灰色砂質壤土	45.0	0.015
P ₃ S ₇ -1	灰色泥質壤土	14.0	0.05
P ₄ S ₃ -1	灰色砂質壤土	53.1	0.03
P ₄ S ₇ -1	灰色粉土	9.5	0.06

其鑽探試驗資料則列如表6-6至表6-9所示。

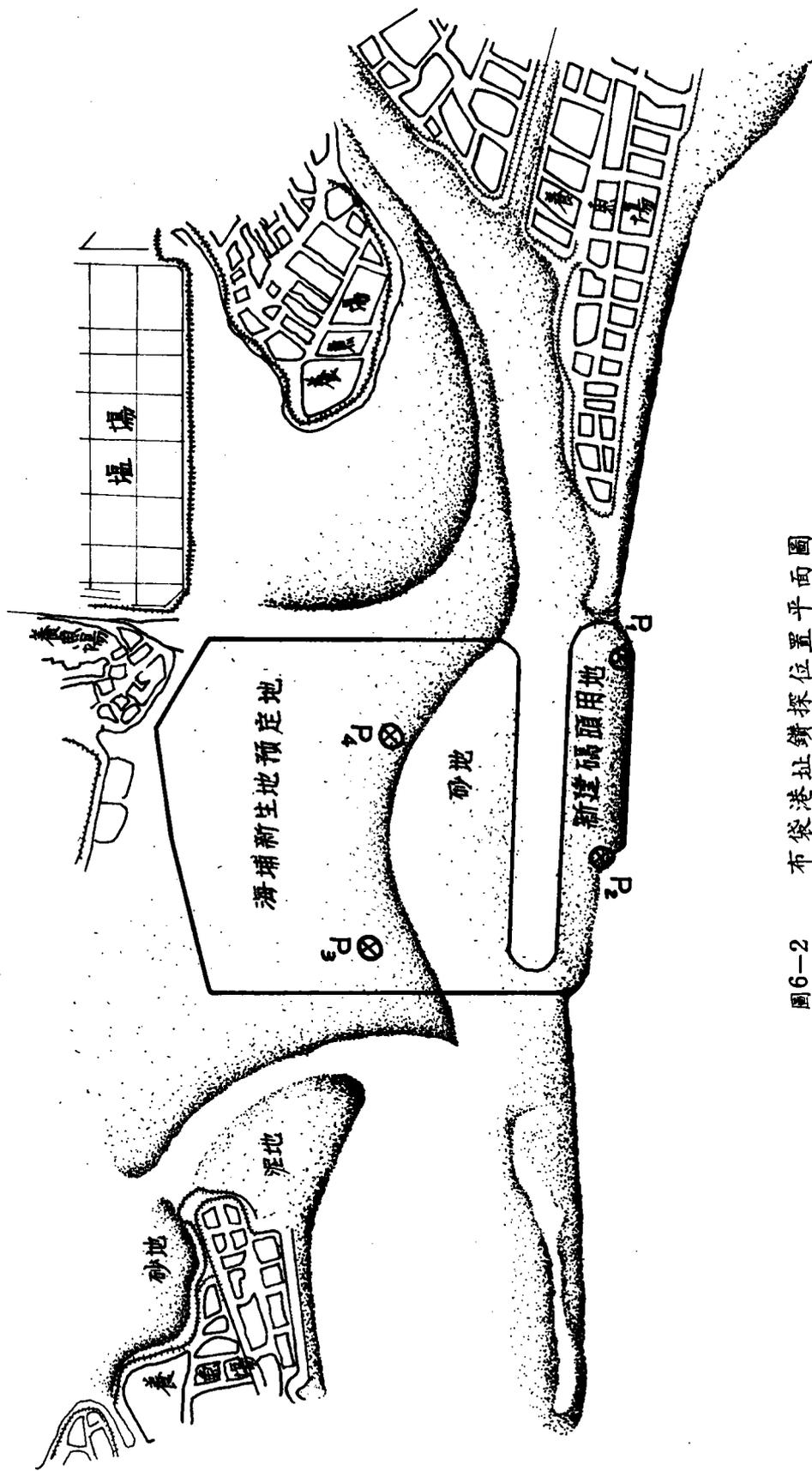


圖6-2 布袋港址鑽探位置平面圖

表6-6

地質鑽探試驗成果表

N

工程名稱 座標 E 地點 嘉義縣布袋

孔號 P₁ 地下水位 現存地面上0.38m 取土器

標高 開工日期 完工日期

孔深 鑽探者 土壤試驗者

鑽探部份					試驗部份													
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g/c.c.	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P.I.	無側限壓縮強度 T/SF.	容許載重量 T/SF.
				30.5cm 打擊數	N 值													
				0	10	20	30	40	50	60								
S ₁		0																
S ₂		2		10										NP				0.5
S ₃		4		13										NP				1.2
S _{3.1}		4		13										NP				1.8
S ₄		6		13										NP				1.4
S _{4.1}		6.9		8										NP				0.36
S ₅		8		4										NP				1.35
S ₆		8		4										NP				1.26
S ₇		10		15										NP				1.35
S ₈		10		14										NP				1.08
S ₉		12		15										NP				1.44
S ₁₀		14		12										NP				
S ₁₁		15.50		16										NP				
		16																

※備註：1.容許載重量以方形基脚寬5英尺計算。

2.本表用於土壤鑽孔。

表6-7

地質鑽探試驗成果表

工程名稱..... 座標 E 地點 嘉義縣布袋
 孔號 P_1 地下水位 現存地面上 1.20m 取土器.....
 標高..... 開工日期..... (AM:7:00) 完工日期.....
 孔深..... 鑽探者..... 土壤試驗者.....

鑽探部份					試驗部份															
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g./c.c.	孔隙比 e	液性 限度 L.L.	塑性 限度 P.L.	塑性 指數 P.I.	無側限 壓強 T/SF.	容許 載重 T/SF.		
				30.5cm 打擊數	N 值															
					0	10	20	30	40	50	60									
S_1																				
S_2		2		9								30.2	—	—	—	—	—	—	—	
S_{2-1}												28.8	2.67	1.76	0.96	—	NP	—	0.5	
S_3		4		14								27.9	2.67	1.75	0.96	—	NP	—	1.4	
S_4		5.9		16								24.2	2.67	1.93	0.72	—	NP	—	2.2	
S_{4-1}		6		4								30.4	2.68	2.02	0.73	—	NP	—	0.36	
S_5		8		12								26.1	2.68	2.04	0.66	—	NP	—	1.08	
S_7		10		9								28.8	2.68	1.94	0.77	—	NP	—	0.81	
S_8		12		9								28.0	2.68	1.90	0.80	—	NP	—	0.81	
S_9		14		22								31.3	2.68	1.89	0.86	—	NP	—	1.98	
S_{10}		15		18								25.2	2.68	2.05	0.64	—	NP	—	1.62	
S_{11}		15.5		18								32.3	2.68	1.84	0.93	23.3	20.2	3.1	0.34	0.41

※備註：1.容許載重量以方形基脚寬5英尺計算。

2.本表用於土壤鑽孔。

表6-9

地質鑽探試驗成果表

N

工程名稱 座標 E 地點 嘉義布袋
 孔號 P₁ 地下水位 現存地面下+0.60m 取土器
 標高 (AM9:30)
 開工日期 70.10.11 完工日期
 鑽探者 土壤試驗者

鑽探部份					試驗部份														
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g/c.c.	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P. I.	無側限強度 T/SF.	*載重比 T/SF.	
				30.5cm 打擊 次數	N 值														
					0	10	20	30	40	50	60								
		0.6																	
		2		9															
		4		5															
		6		2															
		8		8															
		10		9															
		10.3		9															
		11.4		3															
		12		2															
		13.5		20															
		14		7															
		15.5		7															

*備註：1.容許載重量以方形基脚寬5英尺計算。
 2.本表用於土壤鑽孔。

6.3 墾丁港址

本港址地質鑽探，其位置如圖6—3所示之3個鑽孔進行，鑽探深度10公尺計3孔，鑽探進行中，在地下水位以上部份以乾挖法取樣，地質遇到珊瑚礁石、頁石及泥岩時則以鑽岩法鑽取，於鑽探每1.5公尺處進行標準貫入試驗，記錄所需錘擊次數N值，分析土樣之自然含水量、比重、顆粒大小分析，阿太堡限度試驗，且使用標準貫入試驗N值判別無塑性土壤之容許承載重。

由鑽探孔之柱狀圖所示，表面覆蓋一層灰色泥岩（SM）由兩側（K₁，K₃）向內凹部分（K₂）逐漸增厚至1.3公尺且面積也比較寬廣。砂層之下有一層厚度約1.5公尺的珊瑚礁石灰，由兩側地表面下深度2.2公尺向內凹部份加深至2.7公尺，兩側部分含有碎石塊，且有珊瑚礁石灰岩暴露出地表面。珊瑚礁石灰岩之下至所鑽探深度10公尺皆為灰色泥岩，標準貫入試驗之N值都超過60，此等泥岩遇水會發生軟化。其地質鑽探資料則列如表6-10至表6-12所示。

6.4 蘭嶼港址

本港址地質鑽探位置平面圖，如圖6—4所示之5開挖試坑進行，開挖深度2公尺1孔，3公尺3孔，5公尺1孔。在地下水位以下，開挖甚為困難，因坑周圍土石料會發生崩落，挖愈深崩落愈劇烈，甚具危險性，同時因鄰近海水面土石料，為滲透性高之材料，試坑內的水無法抽乾，因此開挖深度僅及地下水位下1公尺左右。每層挖出之土石料以四分法採取試驗用料送回試驗室進行比重及顆粒大小分佈試驗。

試坑L₁及L₂及L₃適與牧場間隙之道路相對，試坑L₄L₅則與蘭嶼別館相鄰。在試坑L₁，L₂及L₃部份表面有一層厚度約20公分至30公分厚度等天然級配礫料覆蓋，兩側L₂及L₃表面有珊瑚礁暴露，該珊瑚礁在L₃側深入地面下4.2公尺，兩側向內凹部份L₁沈積有含礫石之不良級配粗砂，此層之深度由L₂之2公尺逐潔向L₁上升至1.1公尺，又向L₃方向深入珊瑚礁下5公尺逐變成為含礫石之優良級配粗砂。在內凹部份L₁附近，由地表面下1.1公尺至開挖深度3公尺之土質開始轉變成優良級配之礫石。在試坑L₄及L₅部份，表面覆蓋有一層厚度約20公分至30公分之天然級配礫料層。此層之下至深度約1.5公尺，則為一層含有礫石料之優良至不良級配之粗砂層，該層之下至開挖深度3公尺則改變為優良至不良級配之礫石層，其鑽探詳細資料，則列如表6-13至表6-17所示。

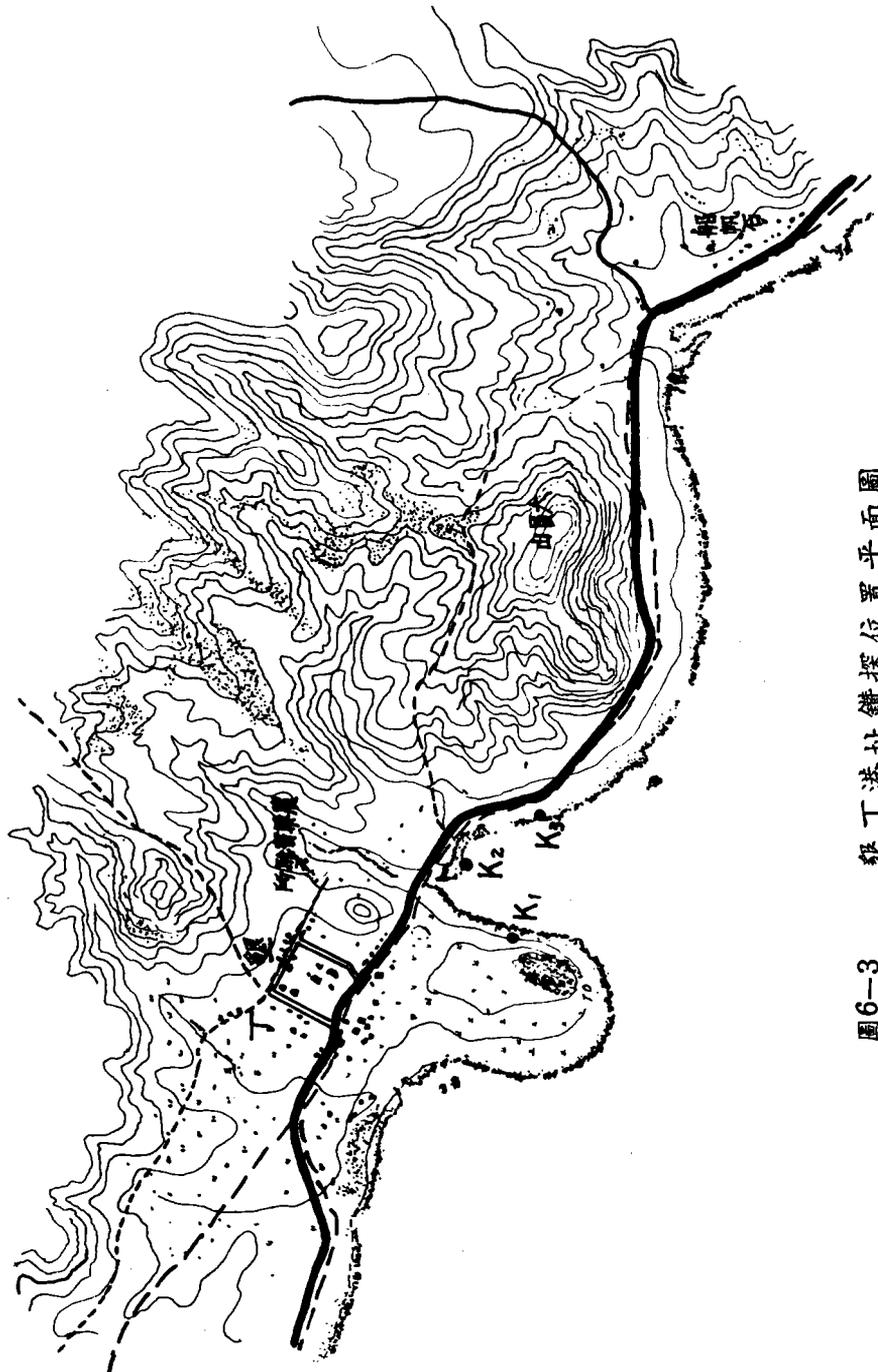


圖6-3 壑丁港址鑽探位置平面圖

表6—10

地質鑽探試驗成果表

工程名稱..... 座標 E 地點 屏東縣墾丁
 孔號 K_1 地下水位 現存地面下0.82m 取土器.....
 標高..... 開工日期 (上午8:00) 完工日期.....
 孔深..... 鑽探者..... 土壤試驗者.....

鑽探部份					試驗部份													
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g./c.c.	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P.I.	無側限 壓縮度 T/SF.	*載重量 T/SF.
				30.5cm 打擊數	N 值													
S_1		0.30							灰色砂質土	2.85	—	—	—	—	NP	—	—	—
S_{11}		1.083							灰色砂質土壤含 層狀礫石灰岩	7.08	—	—	—	—	NP	—	—	—
S_2		2.20		7					灰色砂質土壤 含碎泥岩 (SW)	16.41	2.67	1.79	0.50	—	NP	—	—	0.4
S_3		3		60(10")					灰色泥岩	13.23	2.68	1.95	0.38	—	NP	—	—	710
S_4		4		60(11")						9.73	2.68	2.18	0.34	2.98	19.7	10.1	1.65	710
S_5		5		60(8")						9.36	2.68	2.00	0.34	—	NP	—	—	710
S_6		6		60(5")						11.73	2.68	1.95	0.38	25.2	18.6	6.6	0.55	710
S_7		7		60(7½")						10.07	2.68	1.86	0.44	—	NP	—	—	710
S_8		8		60(9½")						14.32	2.70	1.98	0.35	33.5	23.0	10.5	—	710

※備註：1.容許載重量以方形基脚寬5英尺計算。

2.本表用於土壤鑽孔。

表6-11

地質鑽探試驗成果表

工程名稱 座標 E 地點 屏東縣墾丁
 孔號 K₂ 地下水位 現存地面下1.20m 取土器
 標高 開工日期 (上午6:30) 完工日期
 孔深 鑽探者 土壤試驗者

鑽探部份					試驗部份															
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g/c.c.	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P.I.	無側限壓縮強度 T/SF	容許載重量 T/SF		
				30.5cm 打擊數	N 值															
				0	10	20	30	40	50	60										
S ₁		1	平								灰色細砂(SP)	3.63	—	—	—	—	NP	—	—	
S ₂		2	珊瑚礁石灰岩								珊瑚礁石灰岩		2.68							
S ₃		3	60(9")								灰色泥岩	14.11	2.70	1.68	0.60	36.6	25.8	10.8	1.51	710
S ₄		4	60(10 1/2")									10.85	2.68	2.08	0.29	—	NP	—	—	710
S ₅		5	60									10.64	2.70	2.12	0.29	34.4	24.8	9.7	1.64	710
S ₆		6	60(11")									11.81	2.68	2.11	0.27	—	NP	—	—	710
S ₇		7	60(7")									10.78	2.68	2.11	0.27	—	—	—	2.13	710

※備註：1.容許載重量以方形基脚寬5英尺計算。
 2.本表用於土壤鑽孔。

表6-12

地質鑽探試驗成果表

工程名稱..... 座標 E..... 地點 屏東縣墾丁
 孔號 K₃..... 地下水位 現存地面下0.95m 取土器.....
 標高..... 開工日期 (上午11:30)..... 完工日期.....
 孔深..... 鑽探者..... 土壤試驗者.....

鑽探部份						試驗部份												
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g./c.c.	孔隙比 e	液性 限度 L.L.	塑性 限度 P.L.	塑性 指數 P. I.	無側 壓強 度 T/SF.	容許 載重 量 T/SF.
				30.5cm 打擊 次數	N 值													
S ₁		0.70						灰色砂質壤土 (SW)	13.96	2.67	—	—	—	NP	—	—	—	
S ₂		22.0						珊瑚礁石灰岩及碎石										
S ₃		3		60(11")				灰色泥岩	11.92	2.68	2.12	0.26	29.1	20.9	8.2	1.96	710	
S ₄		5		50(10 3/4")					9.84	2.68	2.01	0.34	—	NP	—	—	710	
S ₅		7		60(10 3/4")					10.03	2.68	2.23	0.20	29.3	17.9	11.4	1.74	710	
S ₆		8		60(8")					9.54	2.68	2.22	0.21	—	NP	—	—	710	
S ₇		10		60(8")					11.01	2.68	2.16	0.24	—	NP	—	—	710	

※備註：1.容許載重量以方形基脚寬5英尺計算。
 2.本表用於土壤鑽孔。

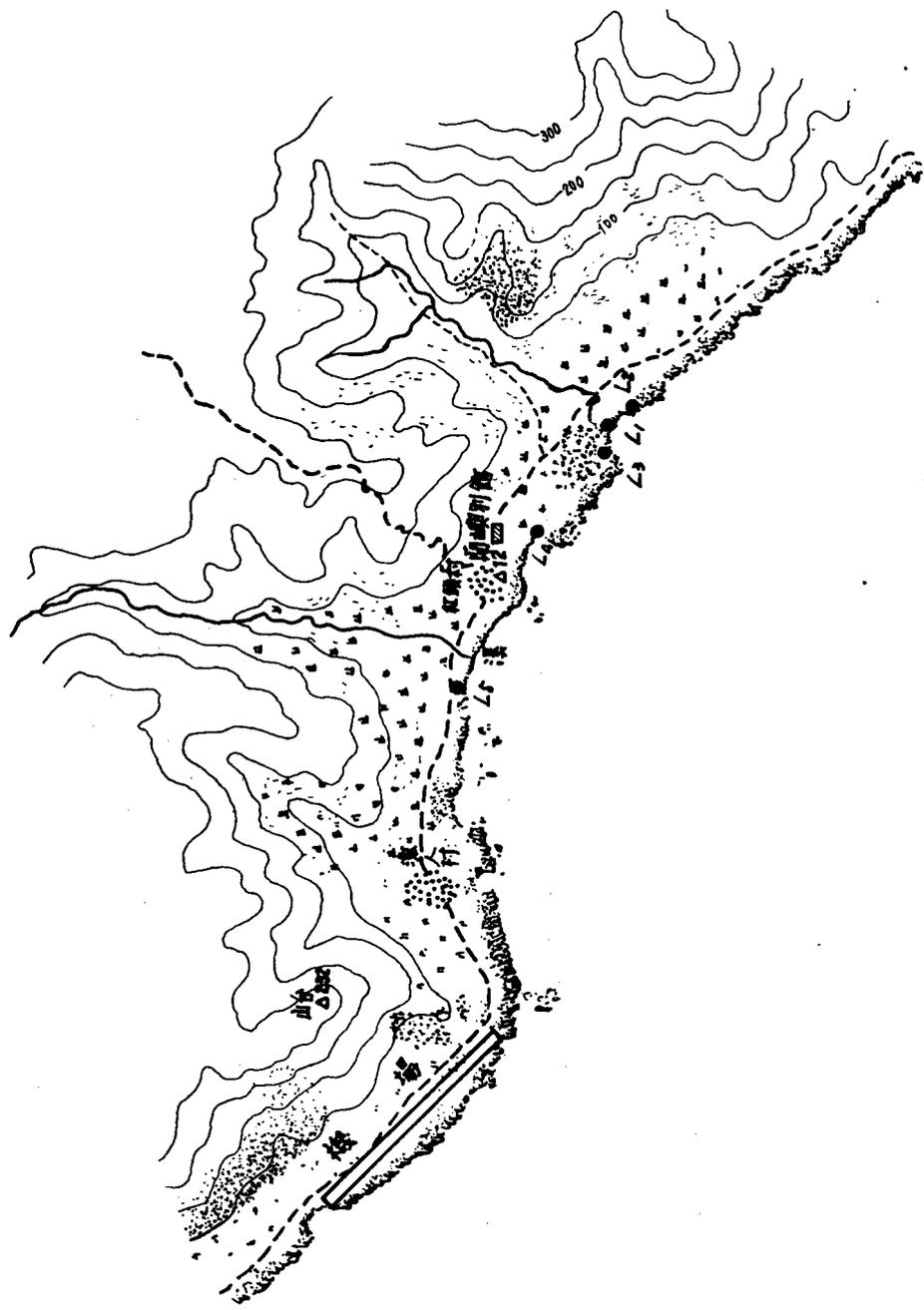


圖6-4 蘭嶼港址鐵探位置平面圖

表6—13

地質鑽探試驗成果表

工程名稱..... 座標 E 地點 台東縣蘭嶼
 孔號 L₁ 地下水位 現存地面下2.20m
 標高..... (上午9:00) 取土器.....
 開工日期..... 完工日期.....
 鑽探者..... 土壤試驗者.....

鑽探部份					試驗部份													
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g/c.c.	孔隙比 e	液性 限度 L.L.	塑性 限度 P.L.	塑性 指數 P. I.	無側限 壓強 T/SE	*載重 量 T/SE
				30.5cm 打次	N 值 0 10 20 30 40 50 60													
S ₁		1.10						灰色粗砂礫石及卵石(SP)	5.65									
S ₂		2.10						褐色粗砂礫石(GW)	8.50	2.61	1.67	0.61						
S ₃		2.10						褐色粗砂礫石(GW)	14.26									

※備註：1.容許載重量以方形基脚寬5英尺計算。
 2.本表用於土壤鑽孔。

表6-14

地質鑽探試驗成果表

N

工程名稱 座標 E 地點 台東蘭嶼
 孔號 L₂ 地下水位 現存地面下1.70m 取土器
 標高 開工日期 (上午8:20) 完工日期
 孔深 鑽探者 土壤試驗者

鑽探部份					試驗部份													
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g./c.c.	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P. I.	無側限 壓強 度 T/SF.	* 載重量 T/SF.
				30.5cm 打擊數	N 值													
				0	10	20	30	40	50	60								
S ₁		0.60									灰色粗砂礫石 (SP)	6.69	2.58					
S ₂	工	1.7									灰色粗砂含礫石 (3%以下) (SP)	9.82	2.63	1.72	0.56			

※備註：1.容許載重量以方形基脚寬5英尺計算。
 2.本表用於土壤鑽孔。

表6—15

地質鑽探試驗成果表

工程名稱..... 座標 N 地點 台東縣蘭嶼
 孔號 L_3 地下水位 現存地下1.10m 取土器.....
 標高..... (下午2:30) 完工日期.....
 孔深..... 鑽探者..... 土壤試驗者.....

鑽探部份					試驗部份													
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g/c.c.	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P.I.	無側限強度 T/SF.	* 載重量 T/SF.
				30.5cm 打擊數	N 值													
S ₁		1									2.48							
S ₂		2									2.36							
S ₃		3									25.2							
S ₄		4.2																
		5									5.03	1.81	0.48					

※備註：1.容許載重量以方形基脚寬5英尺計算。
 2.本表用於土壤鑽孔。

表6-16

地質鑽探試驗成果表

工程名稱..... 座標 E 地點 台東蘭嶼
 孔號 L₁..... 地下水位 現存地面下2.50m (上午10:30)
 標高..... 開工日期..... 完工日期.....
 孔深..... 鑽探者..... 土壤試驗者.....

鑽探部份					試驗部份													
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g./c.c.	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P. I.	無側限 壓強度 T/SF.	* 載重量 T/SF.
				30.5cm 打擊數	N 值													
				0	10	20	30	40	50	60								
S ₁		1									灰色粗砂礫石及卵石(GW)	2.39						
S ₂		2									◊ (GW)	4.08	2.69	1.71	0.57			
S ₃		3									◊ (GW)	3.18	2.65					

*備註：1.容許載重量以方形基脚寬5英尺計算。
 2.本表用於土壤鑽孔。

表6-17

地質鑽探試驗成果表

工程名稱..... 座標 E..... 地點 台東蘭嶼
 孔號 L₅..... 地下水位 現存地面下2.40m 取土器.....
 標高..... 開工日期..... 完工日期.....
 孔深..... 鑽探者..... 土壤試驗者.....

鑽探部份					試驗部份													
試樣編號	標高 (公尺)	深度 (公尺)	柱狀圖	標準貫入試驗					土壤分類	自然含水量 %	比重	工地密度 g/c.c.	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P. I.	無側限 壓縮度 T/SF	* 限 載重量 T/SF
				30.Scm 打擊數	N 值													
S ₁								灰色粗砂含卵石 (SW)	5.02	2.59								
S ₁₋₁								褐色粗砂含卵石 (SP)	8.13									
S ₂								灰色粗砂含 礫石及卵石	9.98	2.70	1.69							
S ₃								(GP)	13.51	2.68	0.59							

※備註：1. 容許載重量以方形基脚寬5英尺計算。
 2. 本表用於土壤鑽孔。

七、波浪折射分析

波浪之折射係指在波浪由深海進行至淺海中 ($d < L/2$) 其傳播方向與地形等深線之交角發生變化之過程。當水深 $d < L/2$ 時，波速受水深影響，較淺之處波速進行較慢，因此如波浪進行方向與等深線斜交時，先到達淺水之部分進行慢，在深海中進行較快，波峯線因此彎曲發生折射。為了解波浪折射之情形，常以折射圖來表示之，由折射圖可了解沿岸波浪之分佈情形，如波向線收斂部分能量較集中，波高則較大，如波向線發散部分，能量因擴散而呈分散現象則變小，由此可決定結構強度與高度之設計參考。

7.1 北部海岸折射圖之繪製過程與分析

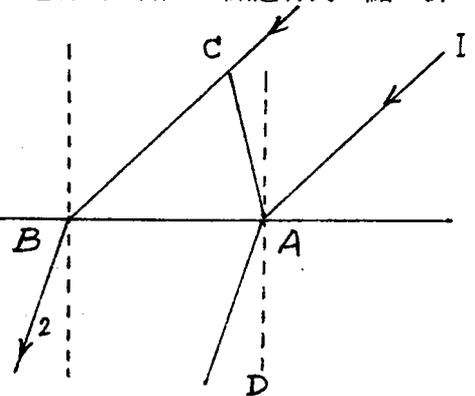
由本區岸風向，風速觀測記錄，可繪成風玫瑰圖，由風玫瑰圖，可知本區域之盛行風向，即波浪之方向。本區折射圖繪製之波向計有 NNE、NW、WNW、WSW、N 等週期有 $T = 8、9、10、11、12$ 。等五種，在每一種波向與週期條件下，繪一折射圖（圖 7-1~7-30）。

本海岸之折射圖繪製採用波向線法，每等深線相間隔水深為 2 米。由水深約 $d = L/2$ (L 為波長) 處開始繪製，至碎波處則停止，其原理如下所述：設有直線等深線相隔之水深各為 d_1 及 d_2 二波向線 I、II 與等深線斜交入射如圖，入射角為 α_1 ，波向線 I 與等深線交於 A 點時，波向線 II 與波峯線 I 交於 C 點，水深 d_1 內之波長、波速各為 L_1 及 C_1 ，進入水深 d_2 中時，波長、波速各為 L_2 、 C_2 ∇ t 時間後 A 點進行到 D 點，C 點進行到 B 點，折射角為 α_2

$$\text{則 } \overline{BC} = C_1 \Delta t = \frac{L_1}{T} \Delta t = \overline{AB} \sin \alpha_1$$

$$\overline{AD} = C_2 \Delta t = \frac{L_2}{T} \Delta t = \overline{AB} \sin \alpha_2$$

$$\text{故 } \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{L_1}{L_2}$$



水波折射與光波折射原理相同，故應用 Snell 定理由 $d_1 > d_2$ ，故 $C_1 < C_2$ ， $\alpha_1 > \alpha_2$ ，

故 $L_1 > L_2$ ，波向線與等深線方向之偏角愈淺愈小，接近海岸線波向線與海岸線近似垂直，波峯線幾乎與海岸線平行，由於微小振幅波波速與波高無關，故折射圖中之波向線與波高無關。水深極淺之地方，波高對波速發生影響，折射方向常有誤差存在。

由所繪製出之本海岸折射圖可看出，波浪到達海岸之波向，大致與入射波向無多大波浪離，此或因本區等深線幾乎皆與海岸線平行，且坡度平緩，由折射圖亦可看出，在某些波向與週期下，只有少部分海岸處有波浪集中現象，如在NW， $T=9$ sec時，可看出其集中部分在南堤附近，而大部分地區，波浪由外海入射到海岸，無波浪集中現象產生，因此該港址外堤之佈置尚稱允當。

7.2 布袋港址波浪折射分析

布袋港出口處位於翁島之西南方，西北方有一狹長之外傘頂洲，形成一天然屏障，根據鰲鼓氣象測站的風向風速的記錄，以NNE佔大部分(40.2%)其次ENE佔(22.2%)颱風波浪是根據歷年侵襲台灣之颱風統計資料來推算影響布袋港外海的颱風波浪，其中以SSW~W方向影響最大，波高可達7 m，週期約為12至15秒間，以此為設計波浪，利用電子計算機(計算結果如附圖)，由波向SSW折射圖可以看出，在接近布袋港址港口外海，波向線幅散甚大，能量消散，波高減衰至巨(波高減衰係數 ≈ 0.45)部分波向如S W(週期14.5秒)之波浪，在計劃中的北防波堤外海略有幅合現象，其他方向波浪，一般來說都呈幅散現象，波高漸衰，因此本港位置可謂適中，各種波向在週期12, 14.5及15秒情況之波浪折射圖則如圖7—31~7—51所示。

7.3 墾丁港址波浪折射分析

本海岸波浪折射圖，完全以電子計算機，加上繪圖機繪製，電腦程式原理如下：當海底坡度小於 $\frac{1}{10}$ 時， K_r (折射係數)， K_s (淺化係數)，可由下列4個基本方程式求得

$$C^2 = \frac{g}{k} \tanh kh \quad \text{-----} \quad (1)$$

$$\frac{d\theta}{ds} = \frac{1}{C} \left(\sin \theta \frac{\partial c}{\partial x} - \cos \theta \frac{\partial c}{\partial y} \right) = -\frac{1}{C} \frac{dc}{db} \quad \text{-----} \quad (2)$$

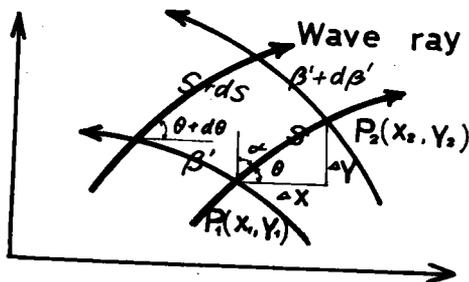
$$H_0 \text{ (cg)}_0 B_0 = H^2 \cdot \text{cg} \cdot B = \text{Const} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\frac{d^2 B}{ds^2} - P^{(1)} \frac{dB}{ds} + P^{(2)} B = 0 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$P^{(1)} = \frac{1}{C} \left(\cos \theta \frac{\partial c}{\partial x} + \sin \theta \frac{\partial c}{\partial y} \right)$$

$$P^{(2)} = \frac{1}{C} \left(\sin^2 \theta \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - 2 \sin \theta \cos \theta \frac{\partial^2 c}{\partial x \partial y} + \cos^2 \theta \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right)$$

其示意圖如下

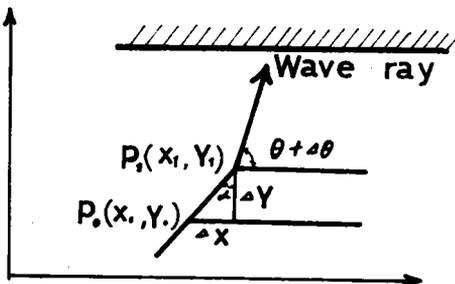


利用數值方法解得

$$D_{n+1} = D_n + \left(\frac{\partial D}{\partial X} \right)_n dx + \left(\frac{\partial D}{\partial Y} \right)_n dy + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 D}{\partial X \partial Y} \right)_n dx dy + \left(\frac{\partial^2 D}{\partial X^2} \right)_n \frac{dx^2}{2} + \left(\frac{\partial^2 D}{\partial Y^2} \right)_n \frac{dy^2}{2}$$

$$B_{n+1} = \left[\frac{(4 - 2P_n^{(2)} \Delta S^2)}{(2 - P_n^{(1)} \Delta S)} \right] B_n - \left[\frac{(2 + P_n^{(1)} \Delta S)}{(2 - P_n^{(2)} \Delta S)} \right] B_{n-1}$$

D 為水深， ΔS 為每次前進之距離， θ 為波向與 x 軸之夾角，註角 n 表示第 n 計算之值，軸取約與海岸平行之方向。



此程式只要輸入各網格點之水深資料，再輸入所須波高、波向、週期，則在座標 (x, y

)，水深 $h=D$ 之波浪特性， K_s ， K_r ， H ， C_g ， θ 等均可算出，折射線可由波向線前之座標點連線而得。

爲了省時起見，將此電腦程式與繪圖機互相配合，控制所須座標，則可繪出美觀精確之折射線。

本海岸入射波向採最可能影響本港港址之波向計有SE、SES、SWS、SW、WWS等六種，週期採用8、9、10、11、12、13、14、15等8種週期，在每種波向、週期條件下繪一折射圖，由每種波向，每種週期下之波浪折射圖可看出，在SES、S波向之折射線在東堤造成並不明顯之收斂情形，週期愈小，則漸發散，而在其他波向則顯現出發散情況，對西堤而言，深海波浪入射至此，皆成發散現象，波高變小。

由每種條件下之波浪折射情形可知，本海岸之堤防佈置，尚稱允當，因在此佈置所在，波浪僅有少數波向，週期之入射線對堤線稍有收斂作用，在設計堤防時，須稍加注意，而其他波向、週期，波浪折射均顯現，波高入射予堤線處，均因波向線發散使波浪衰減而波高變小。

7.4 蘭嶼港址波浪折射分析

本港址折射圖之繪製，其過程及原理皆與7.3節墾丁港址所描述者，相同，即使用電子計算機與繪圖機配合使用而自動繪出本港址之海岸陡峭，離岸不遠，水深便極深，故本區折射線到達外堤前少有碎波產生，所繪出之折射線沒有交叉現象存在。

本海岸入射波向採用W、WSW、SW、SSW、S、SSE、SE等七種有可能發生之波向，週期採用8、9、10、10.7、11、12、13、14、15、16.3、16.7等季節風颶風期間產生之週期，在每種週期與波向之條件下，繪製波浪折射圖。由各折射圖繪製之結果得知，波浪由深海入射至堤防附近時，波向線極少有收斂情形，幾乎均呈現發散現象。波高隨著波向線之前進而衰減，故本港址之防波堤佈置，尚稱允當。

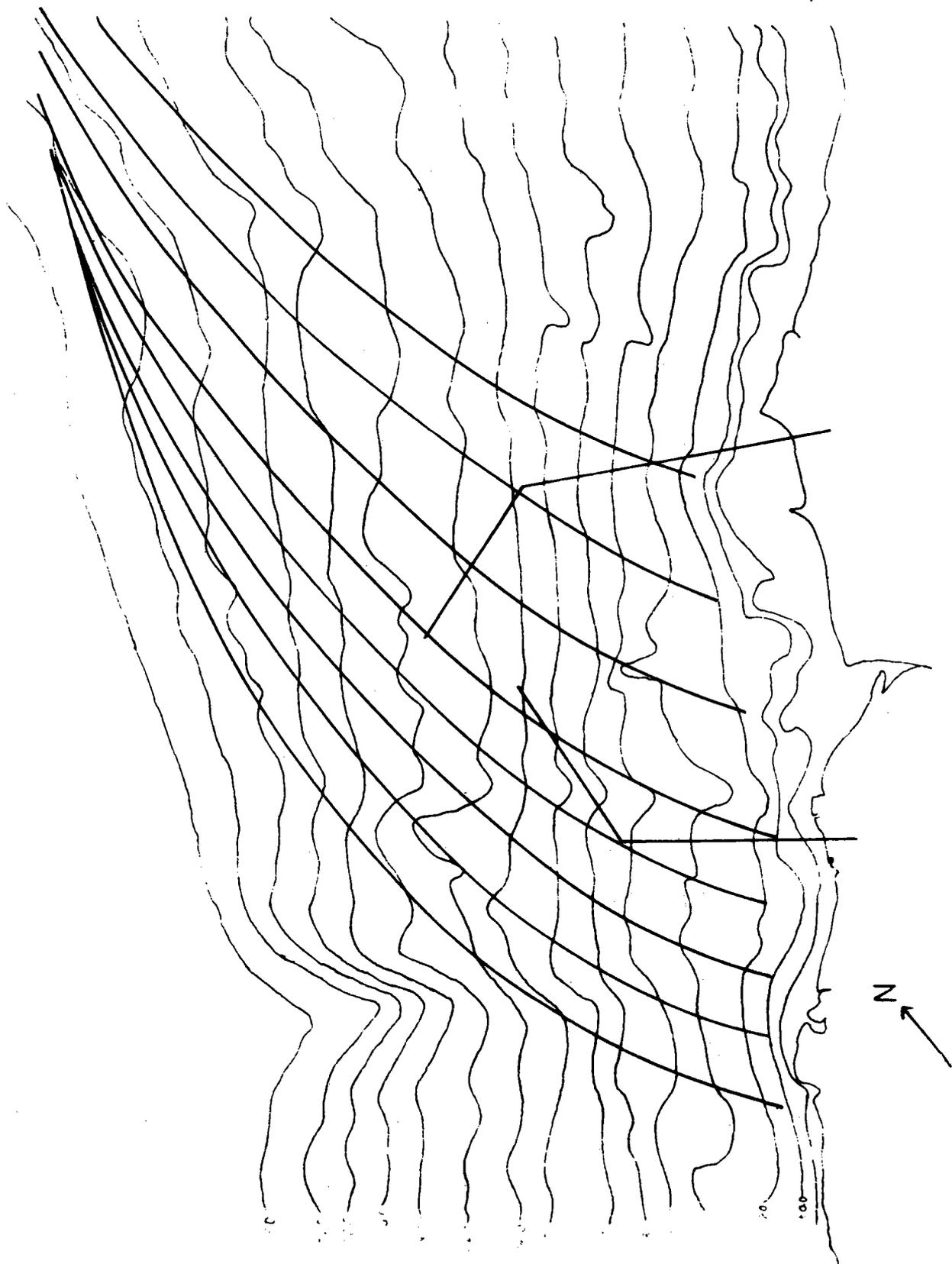


圖7-1 北部海岸波浪折射圖 波向：NNE 週期：8 Sec

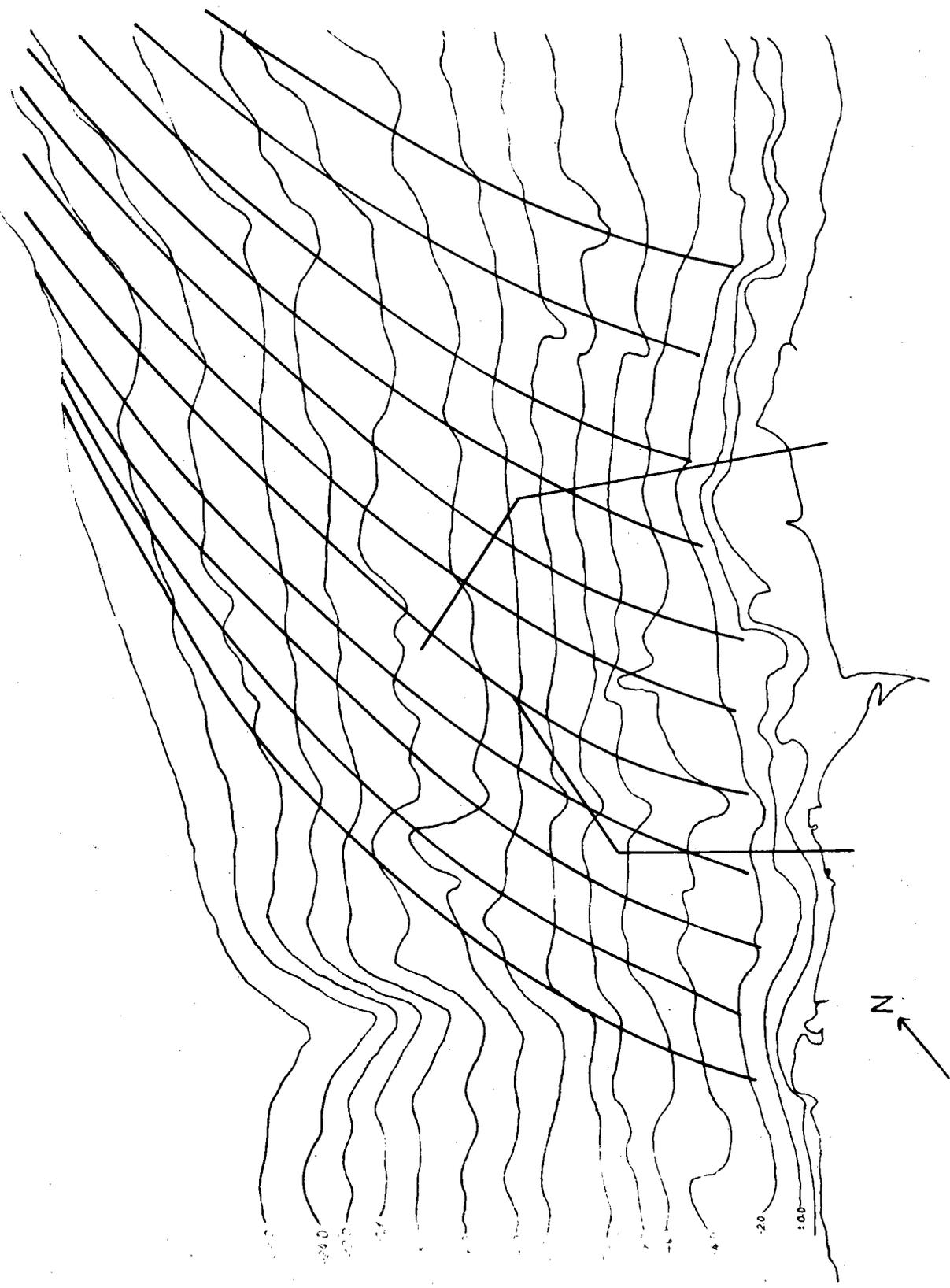


圖7-2 北部海岸波浪折射圖 波向：NNE 週期：9 Sec

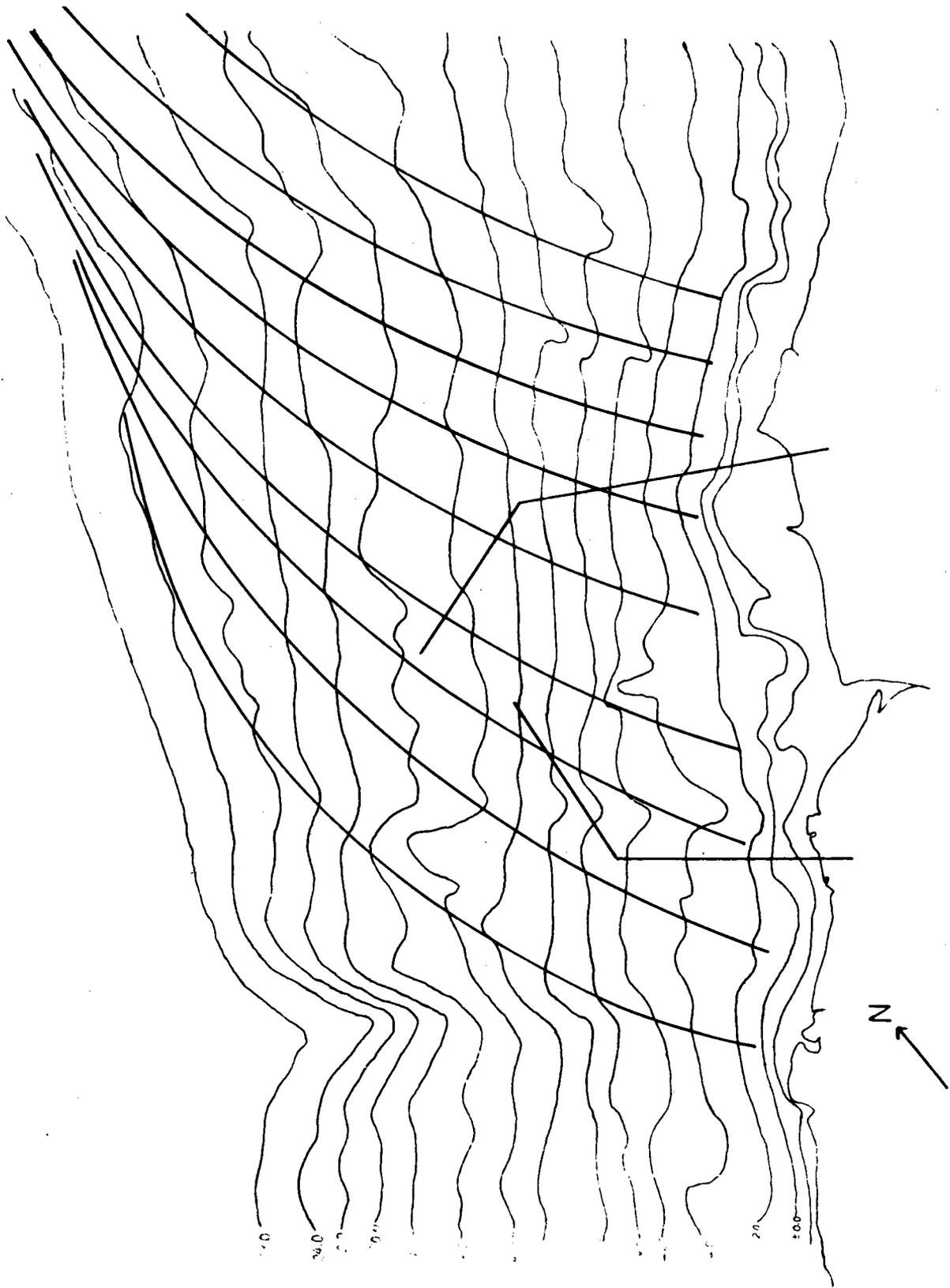


圖7-3 北部海岸波浪折射圖 波向：NNE 週期：10 Sec

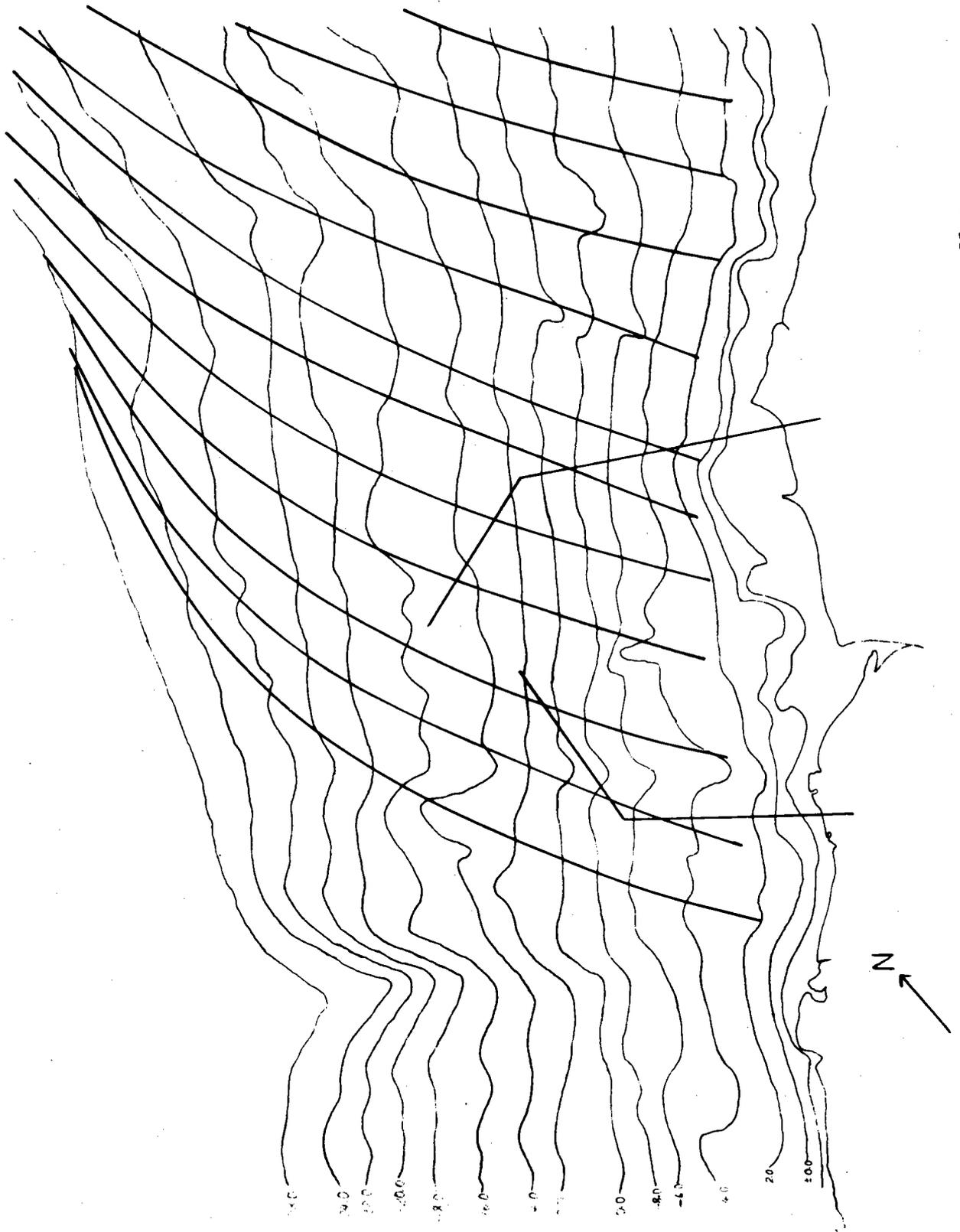


圖7-4 北部海岸波浪折射圖 波向：NNE 週期：11 Sec

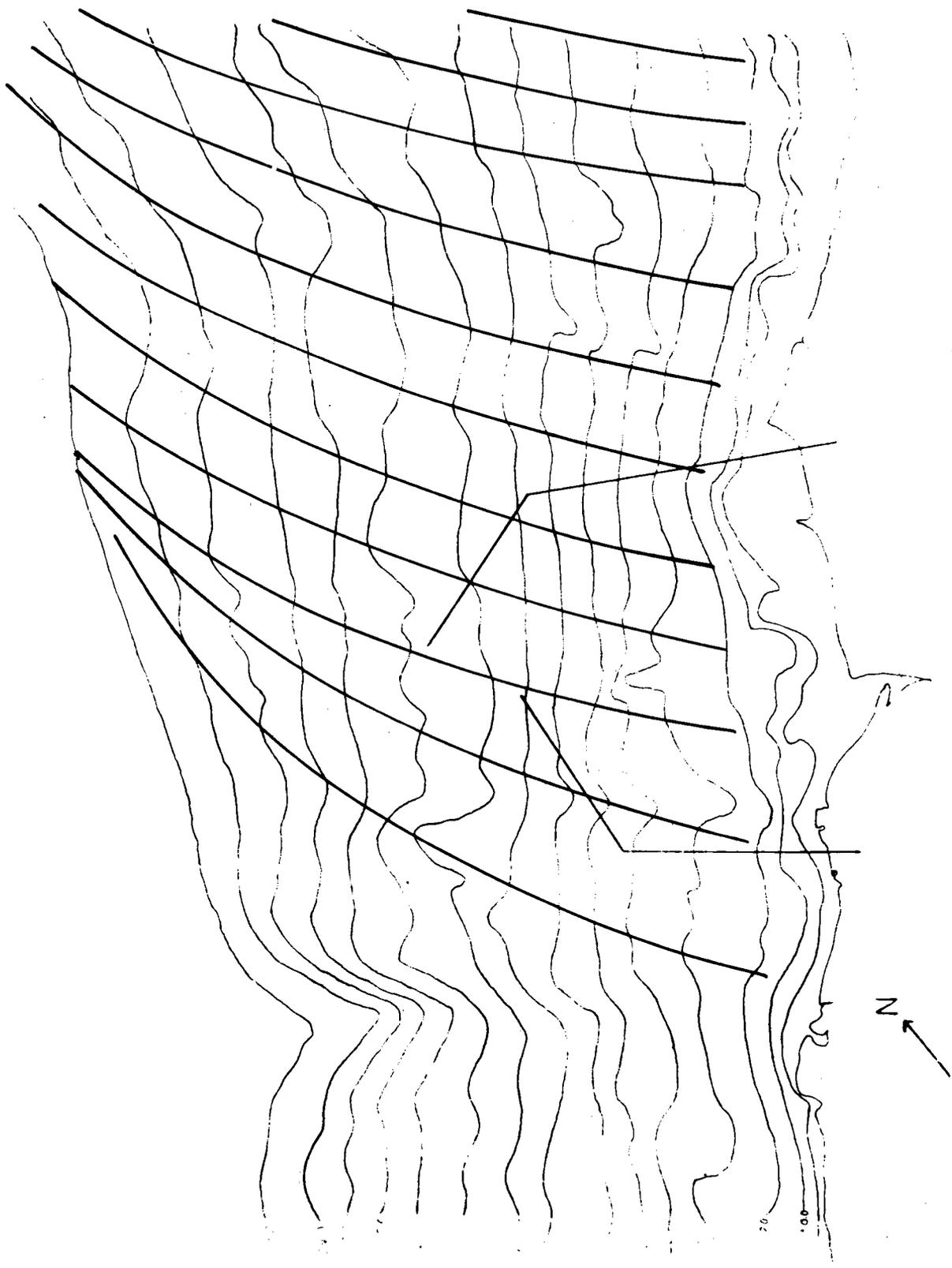


圖7-5 北部海岸波浪折射圖 波向：NNE 週期：12 Sec

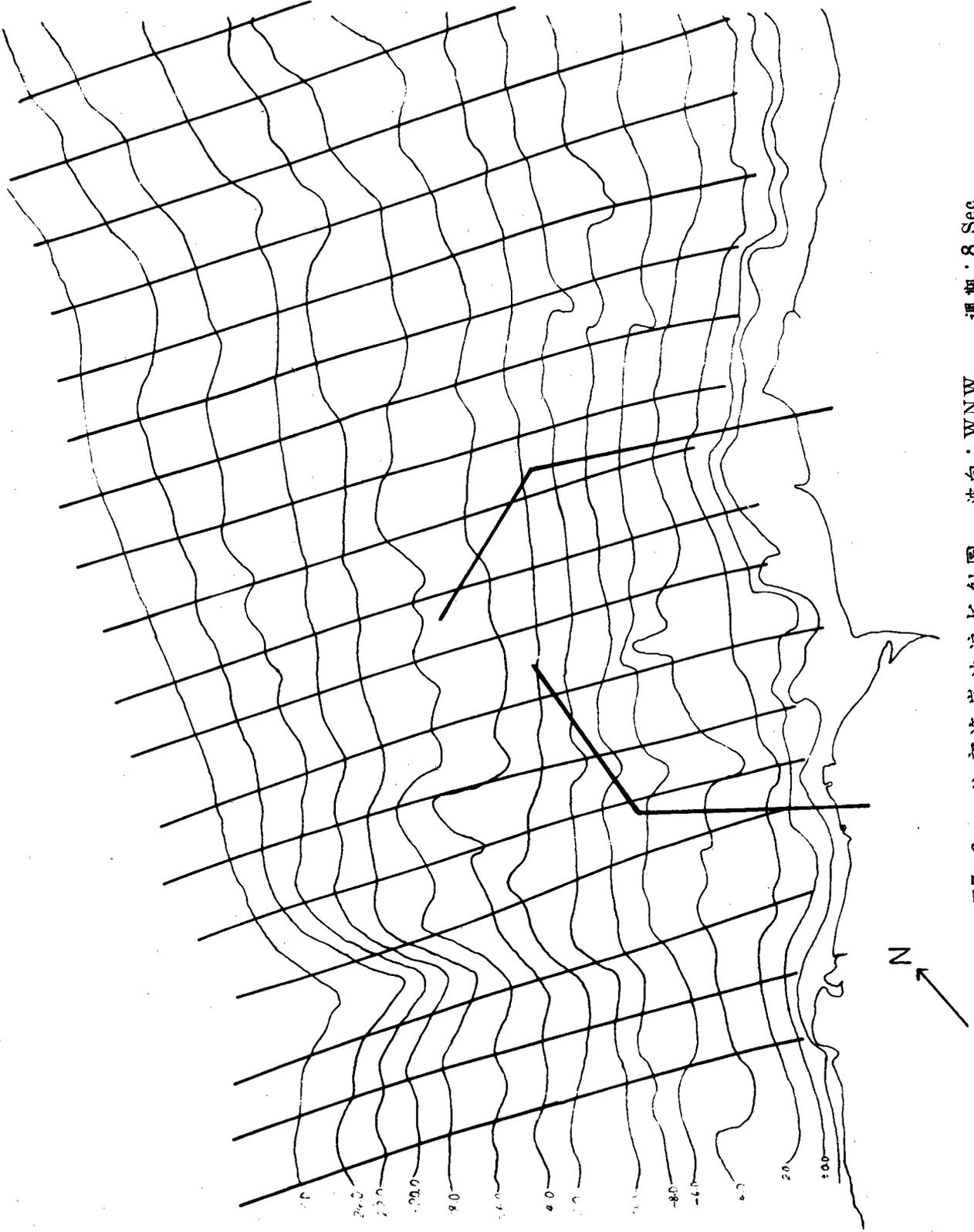


圖7-6 北部海岸波浪折射圖 波向：WNW 週期：8 Sec

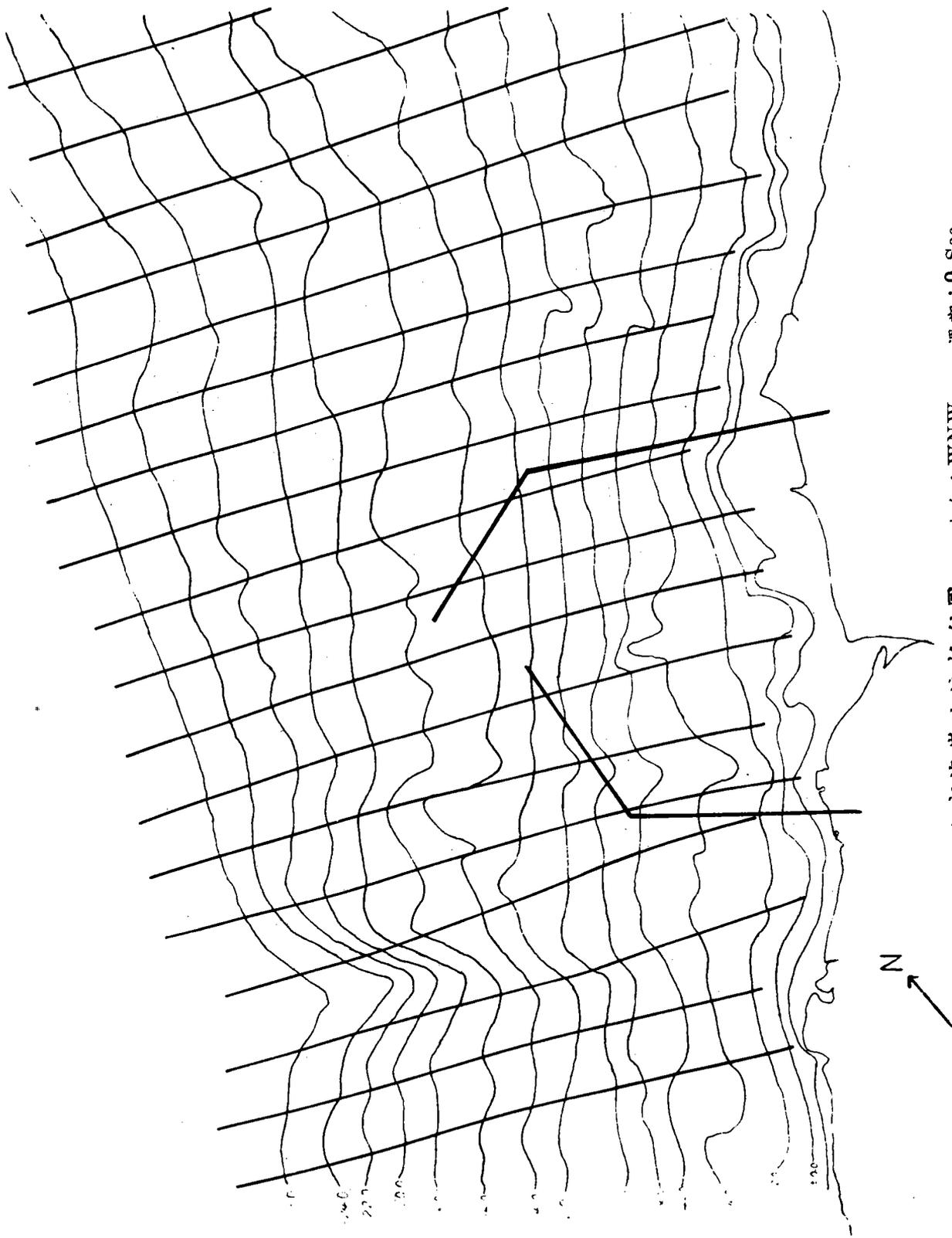


圖7-7 北部海岸波折射圖 波向：WNW 週期：9 Sec

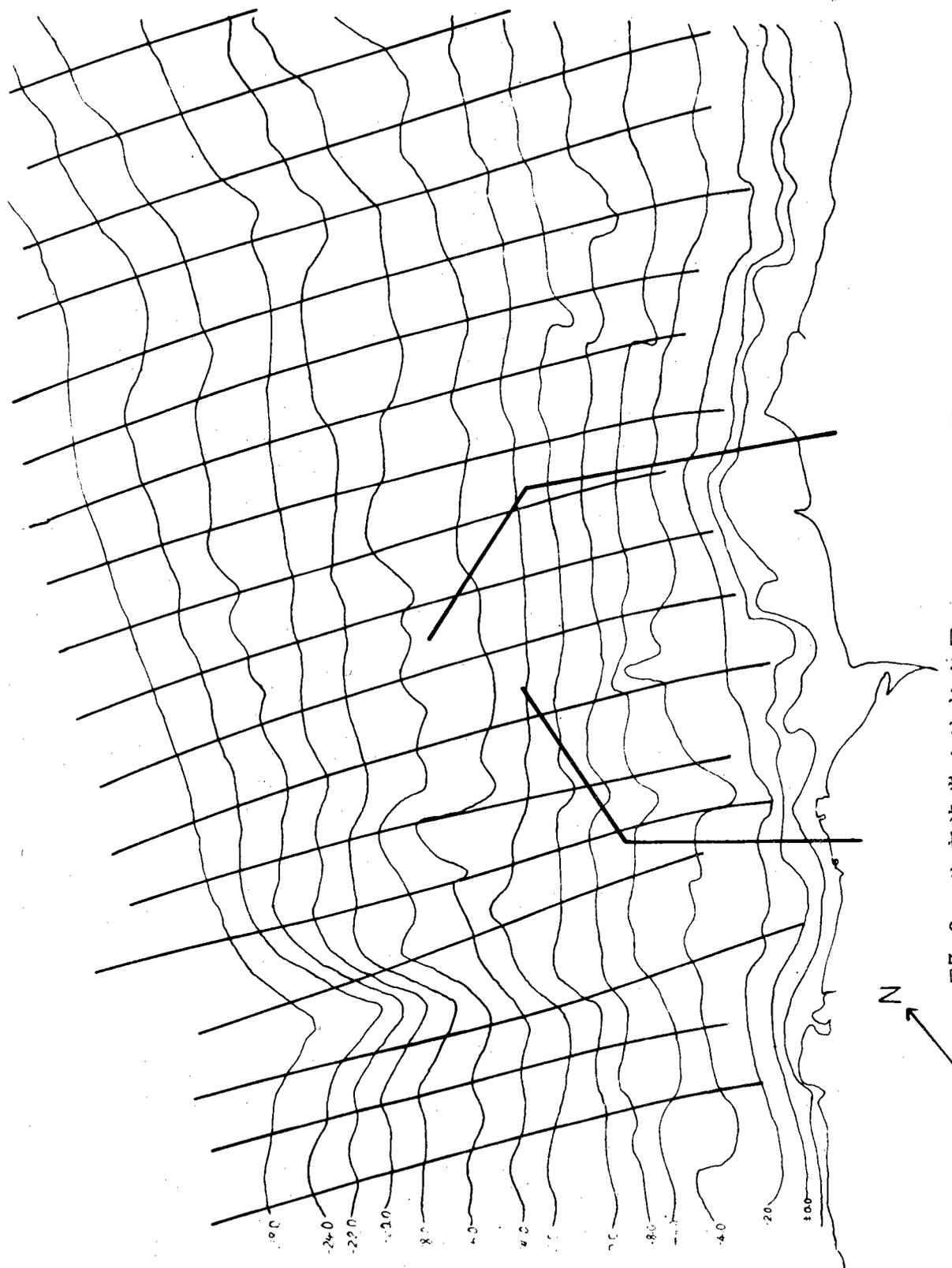
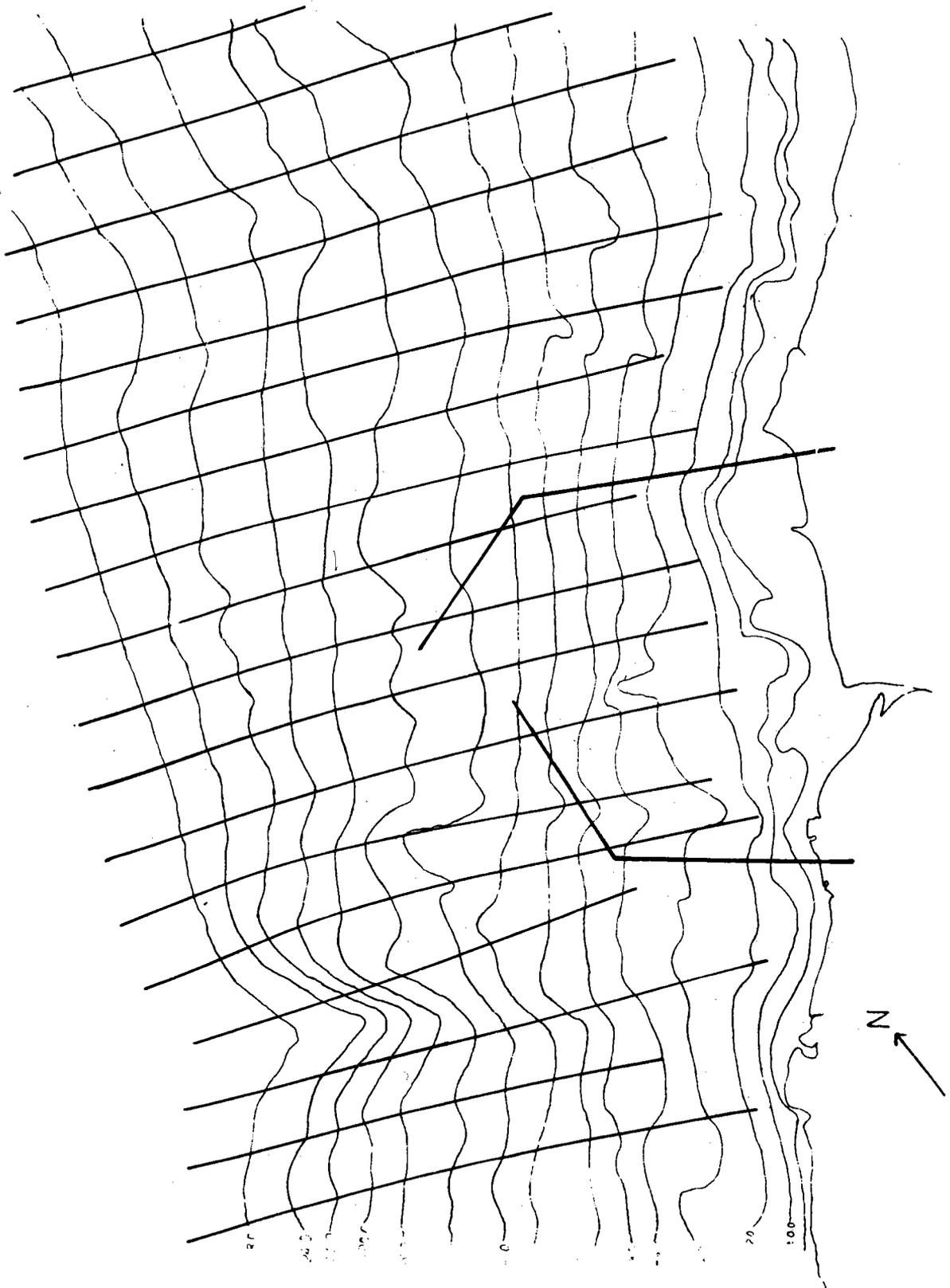
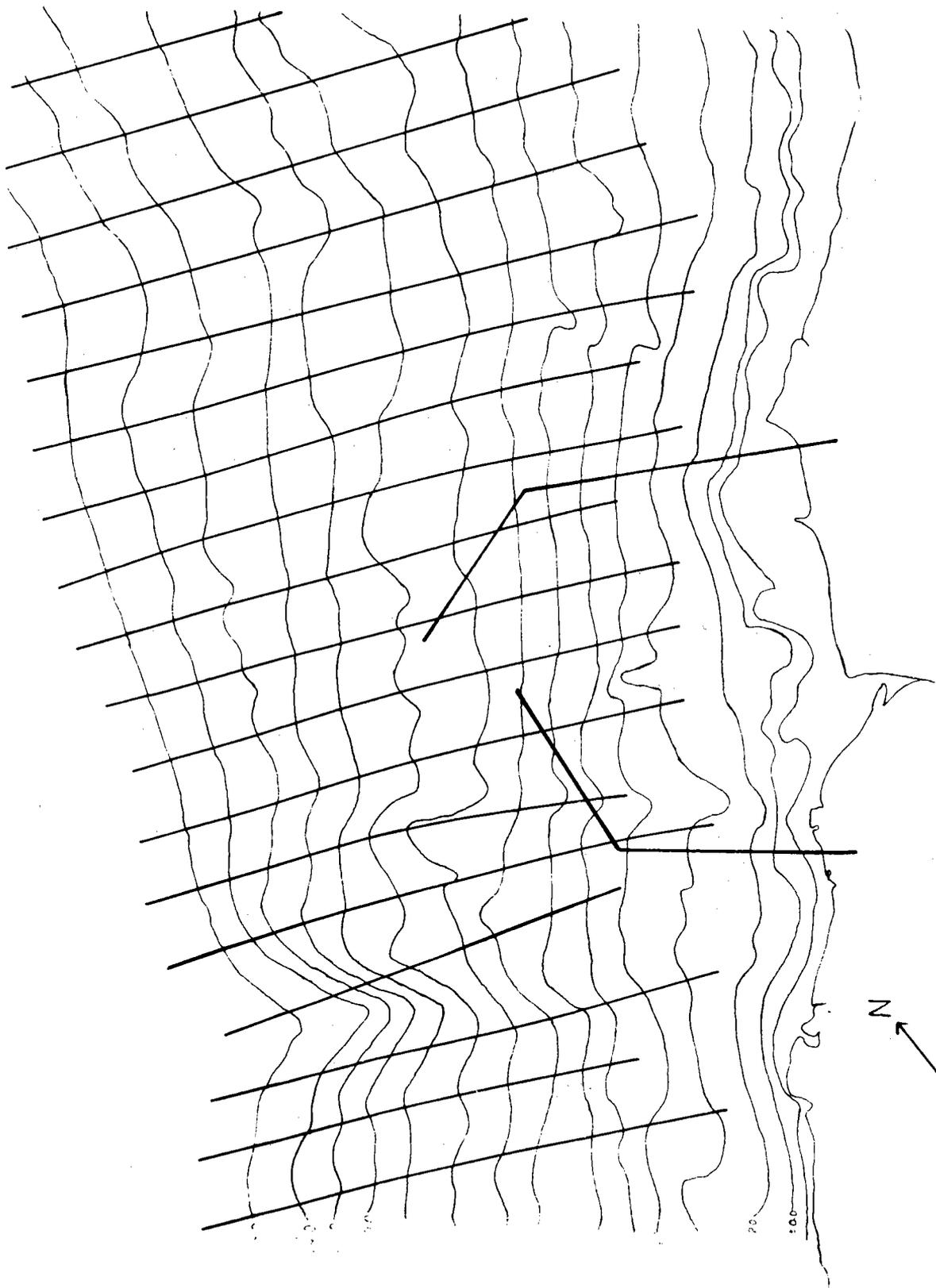


圖7-8 北部海岸波浪折射圖 波向：WNW 週期：10 Sec



波向：WNW 週期：11 Sec

圖7-9 北部海岸波浪折射圖



波向：WNW 週期：12 Sec

圖7-10 北部海岸波浪折射圖

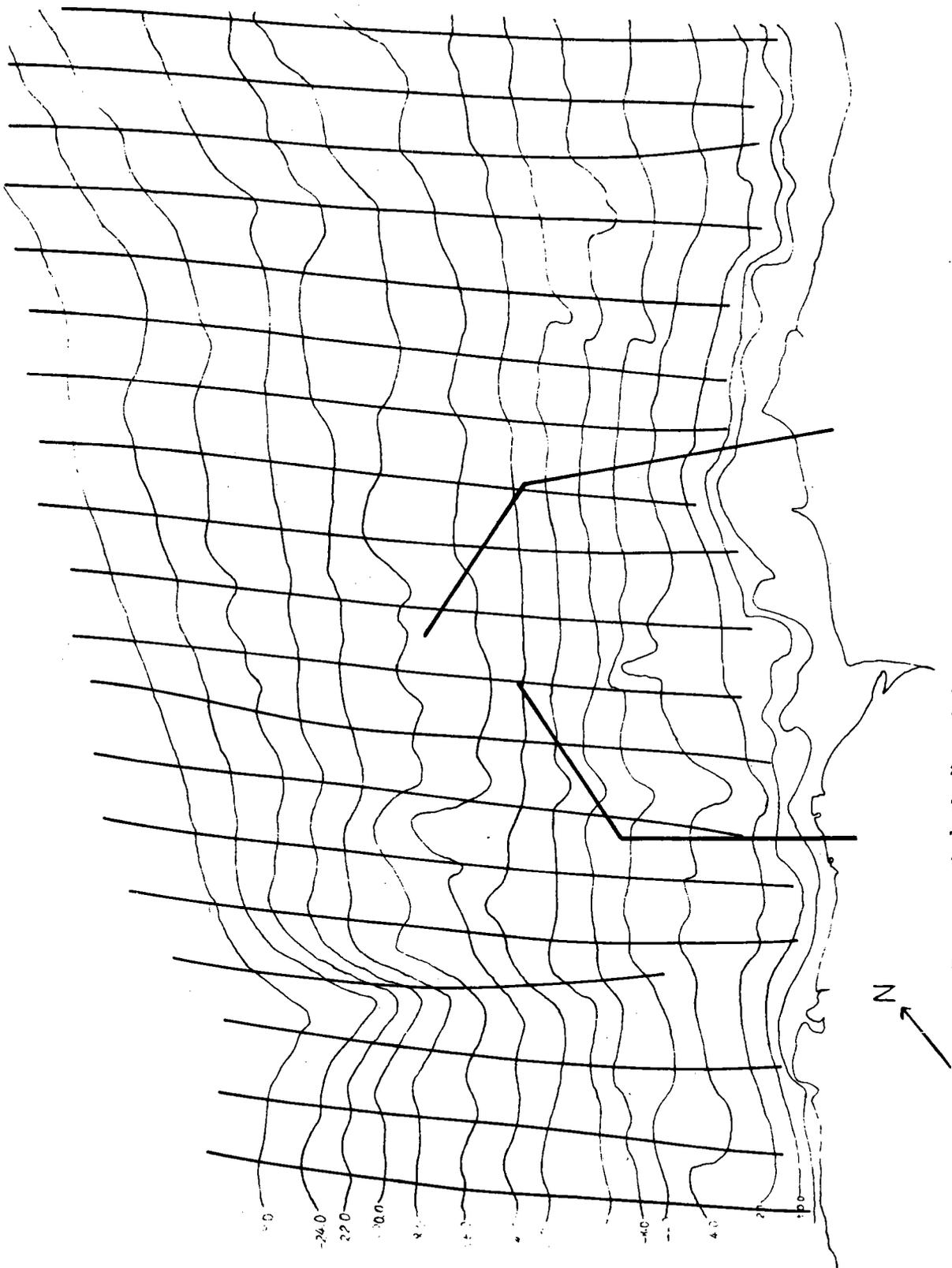
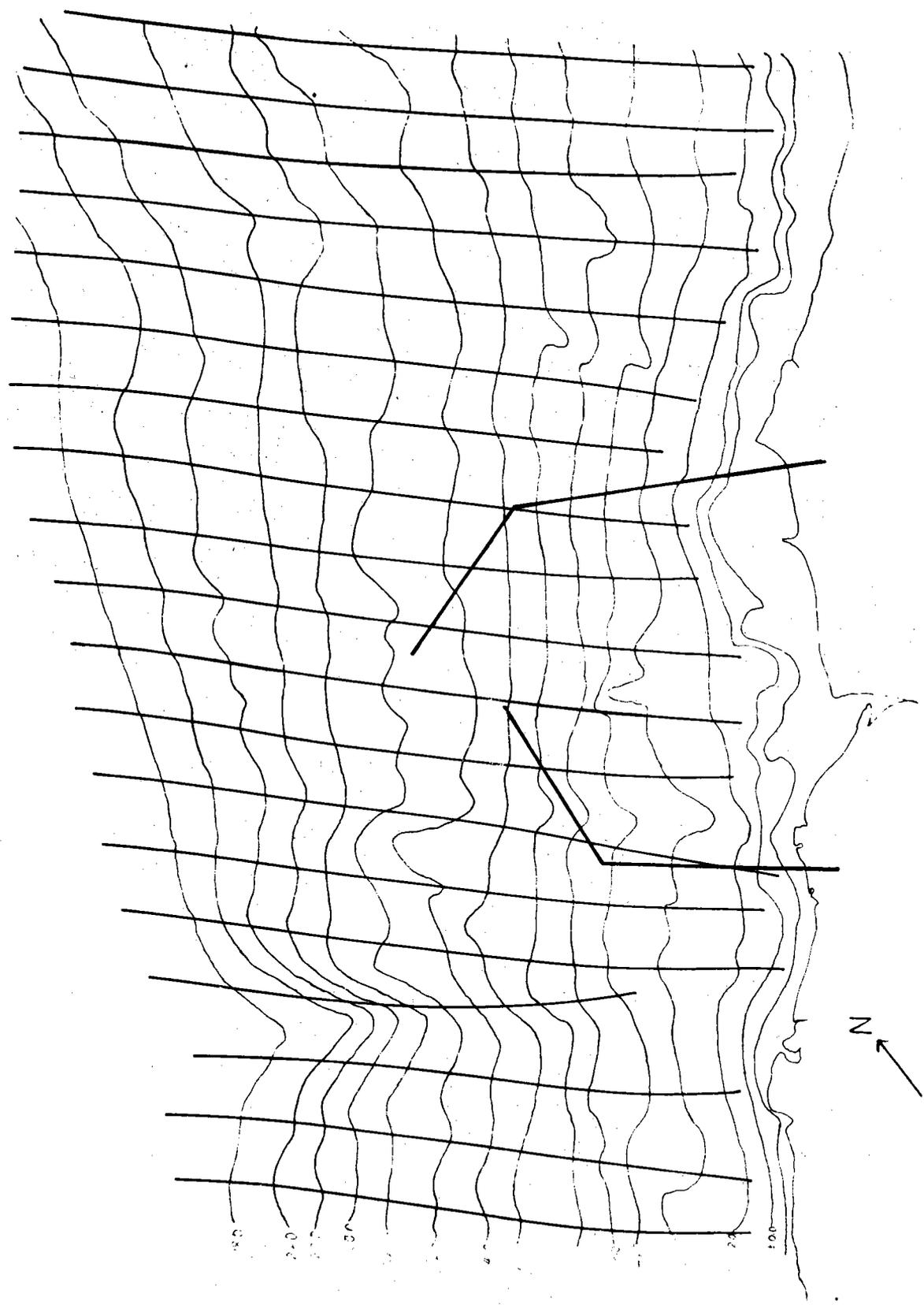


圖7-11 北部海岸波浪折射圖 波向：NW 週期：8 Sec



週期：9 Sec

波向：NW

圖7-12 北部海岸波浪折射圖



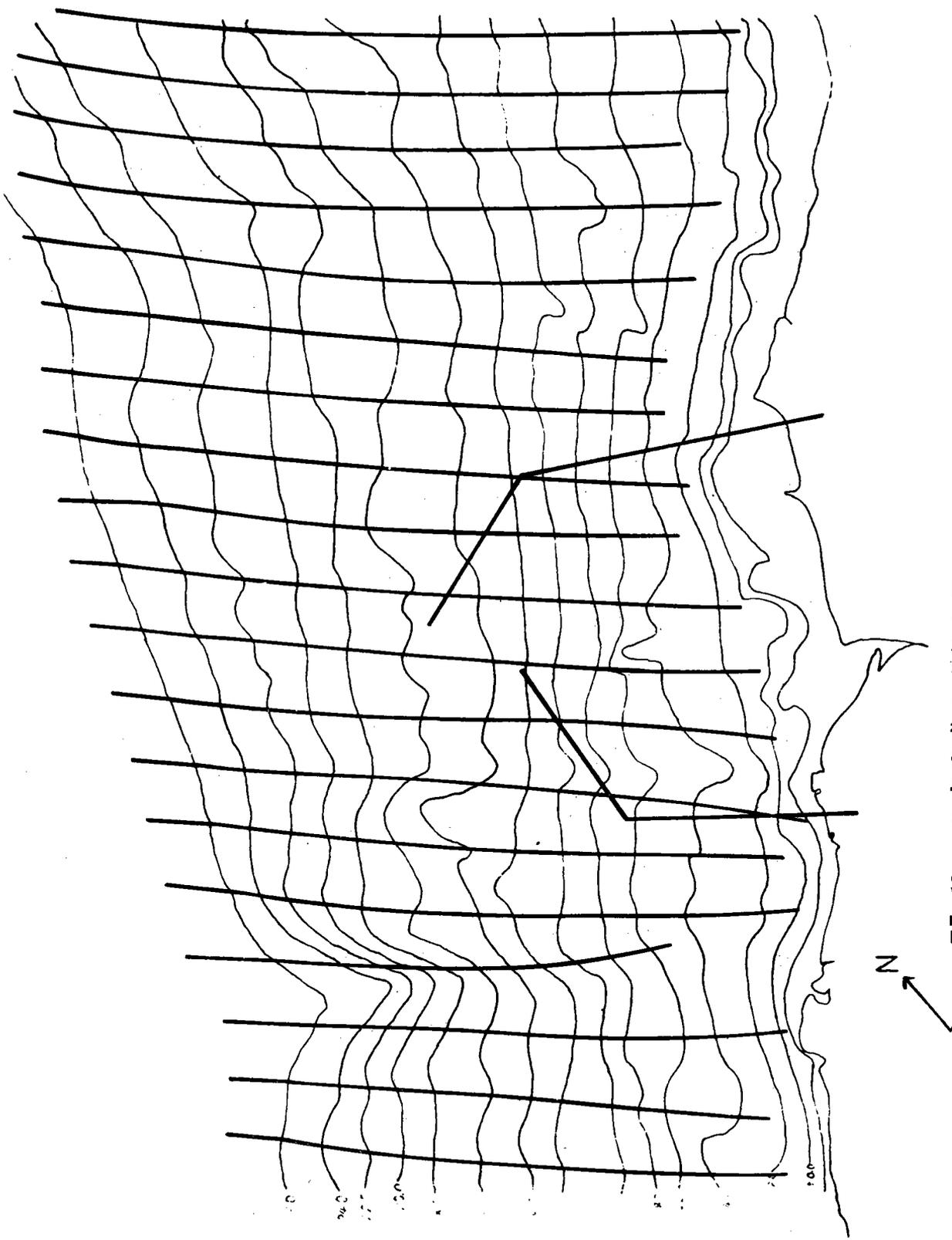


圖7-13 北部海岸波浪折射圖 波向：NW 週期：10 Sec

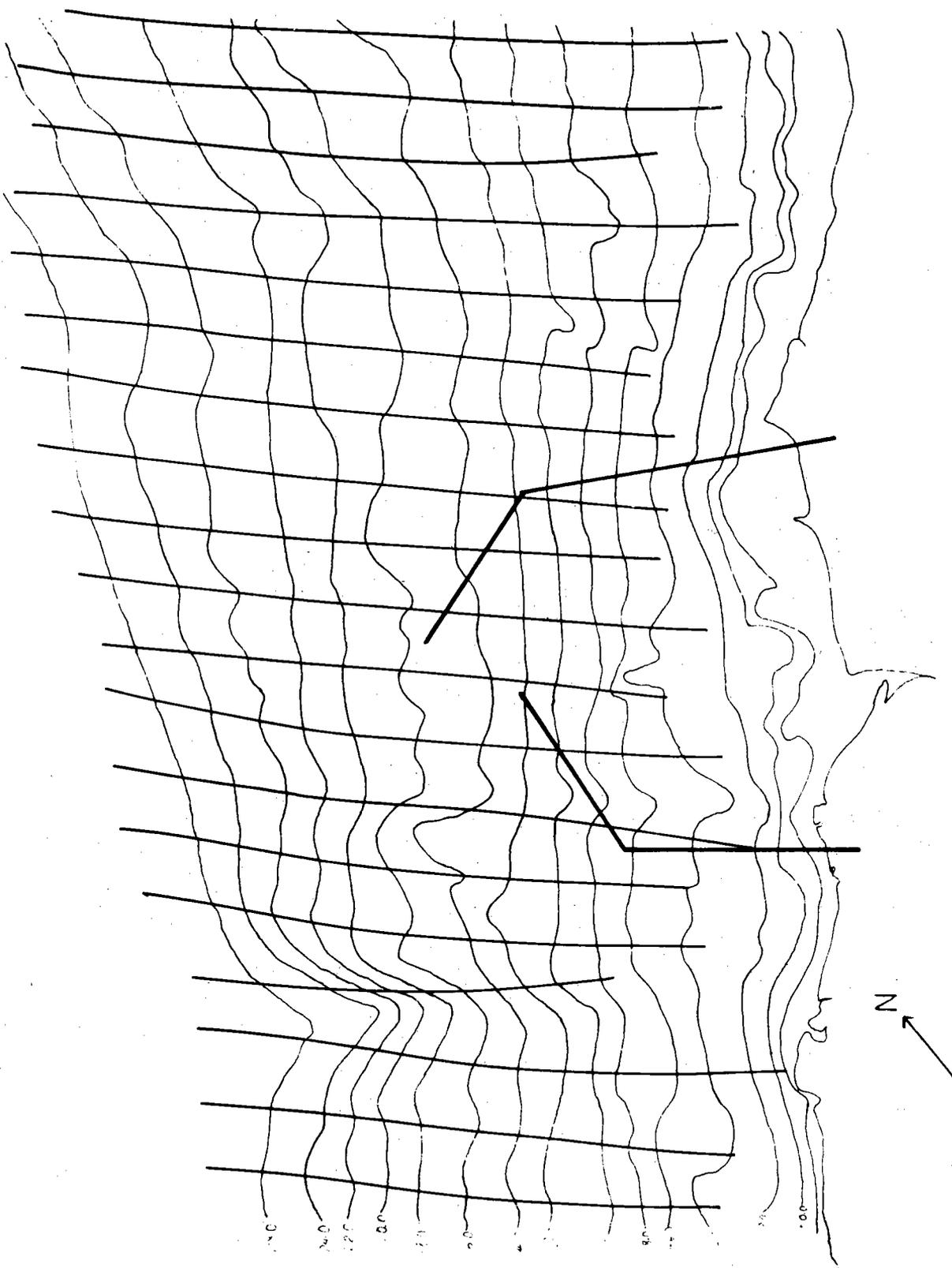


圖7-14 北部海岸波浪折射圖 波向：NW 週期：11 Sec

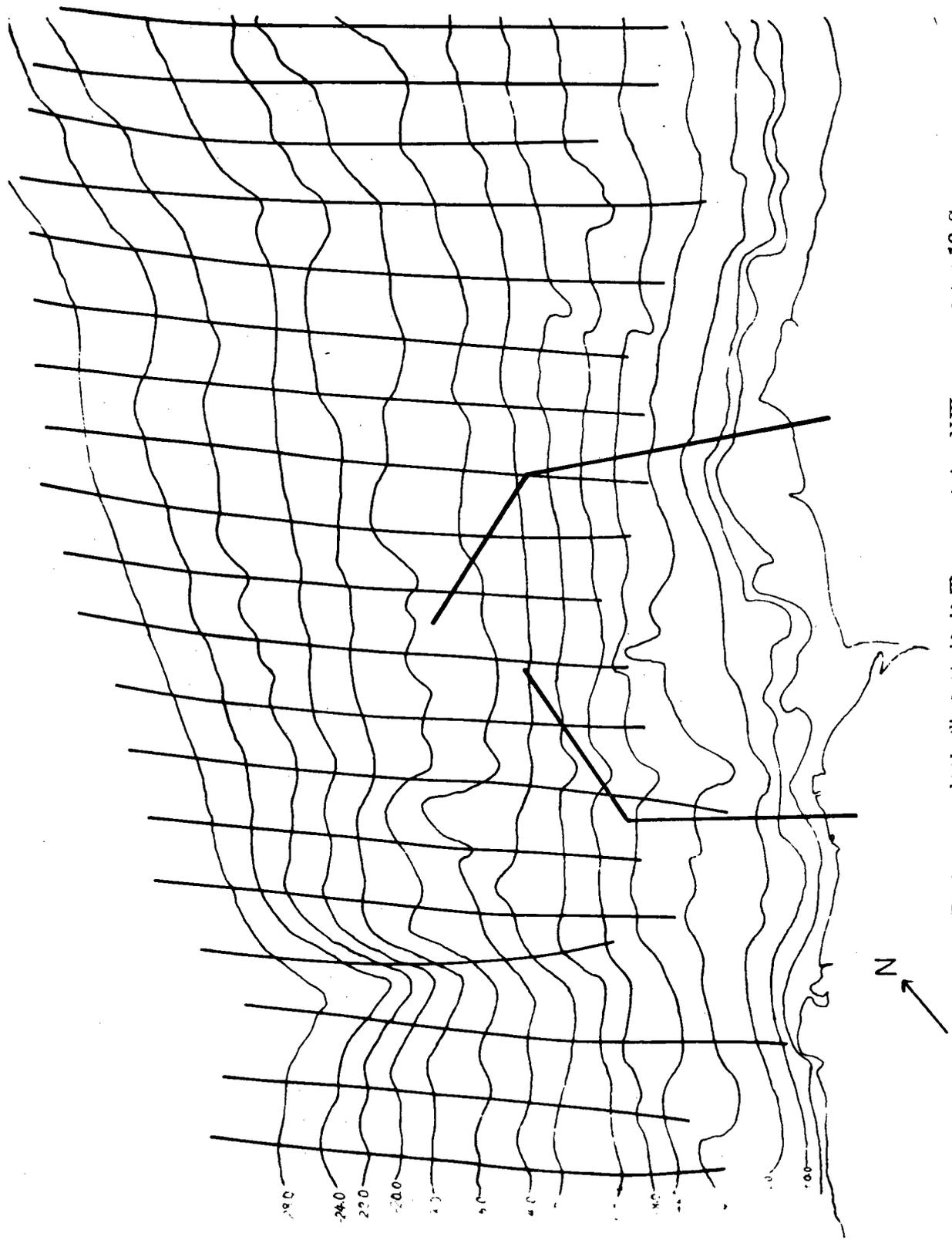
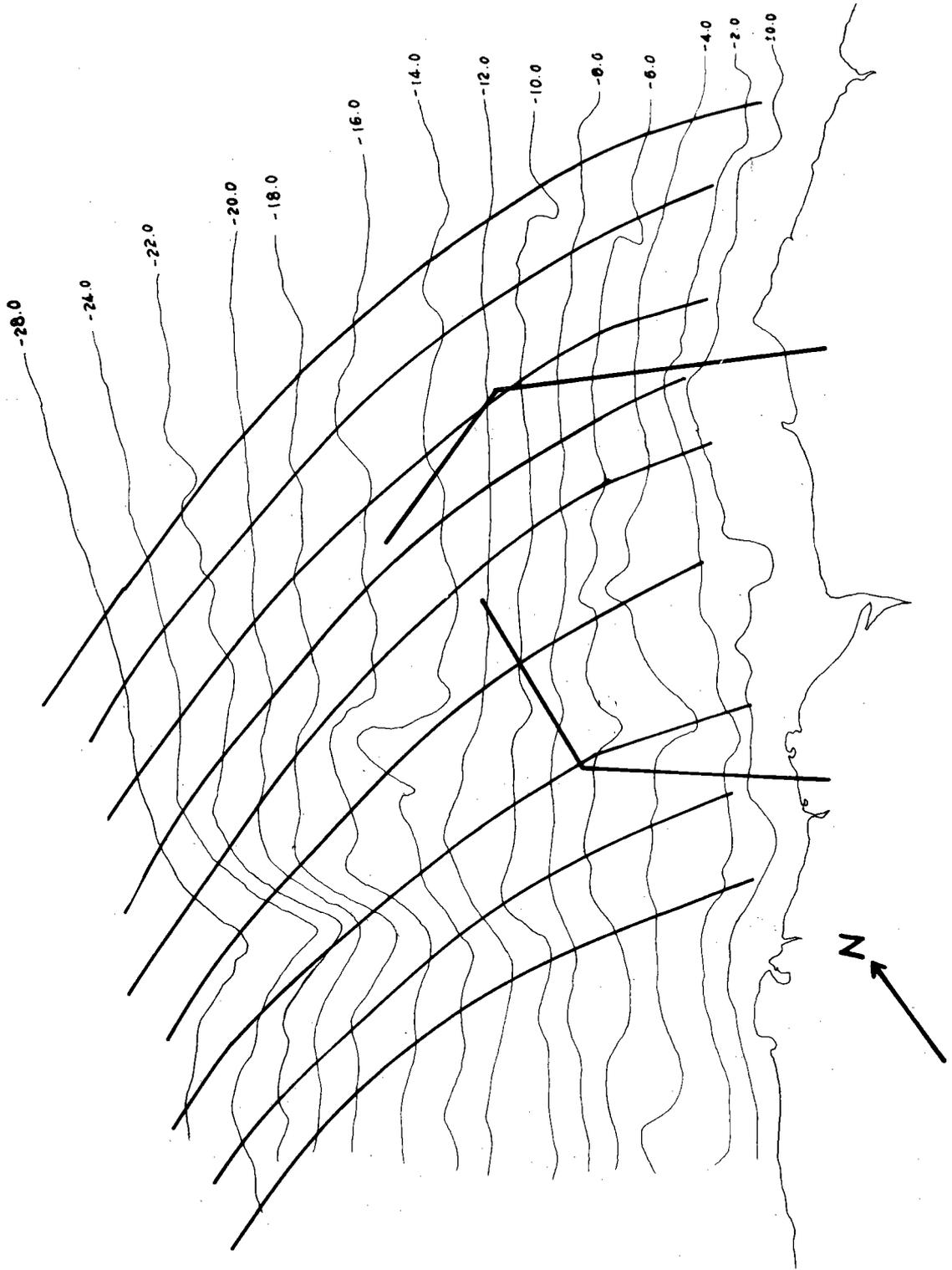


圖7-15 北部海岸波浪折射圖 波向：NW 週期：12 Sec



波向: WSW 週期: 8 (Sec)

圖7-16 北部海岸波浪折射圖

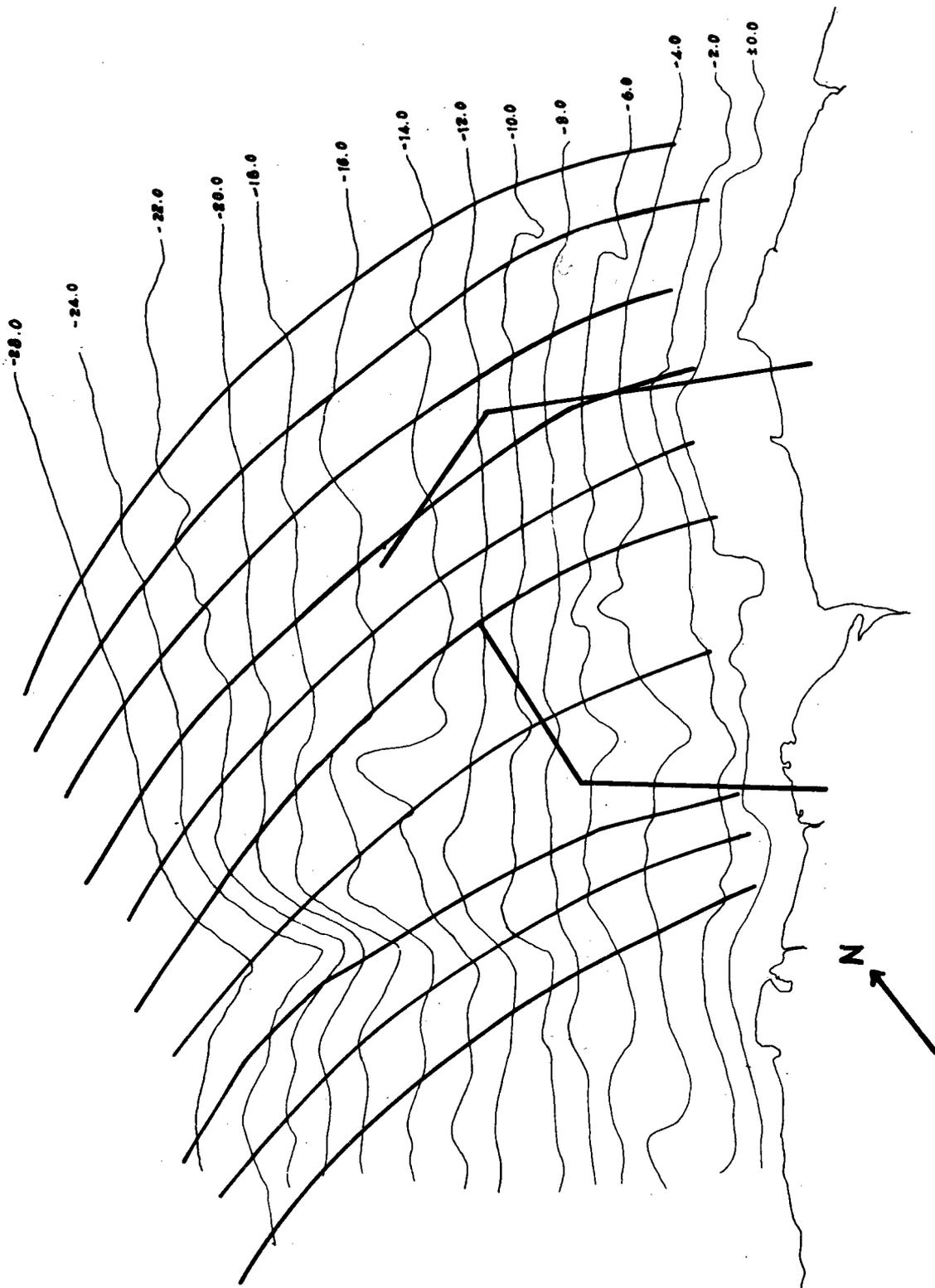


圖7-17 北部海岸波浪折射圖 波向：WSW 週期：9 Sec

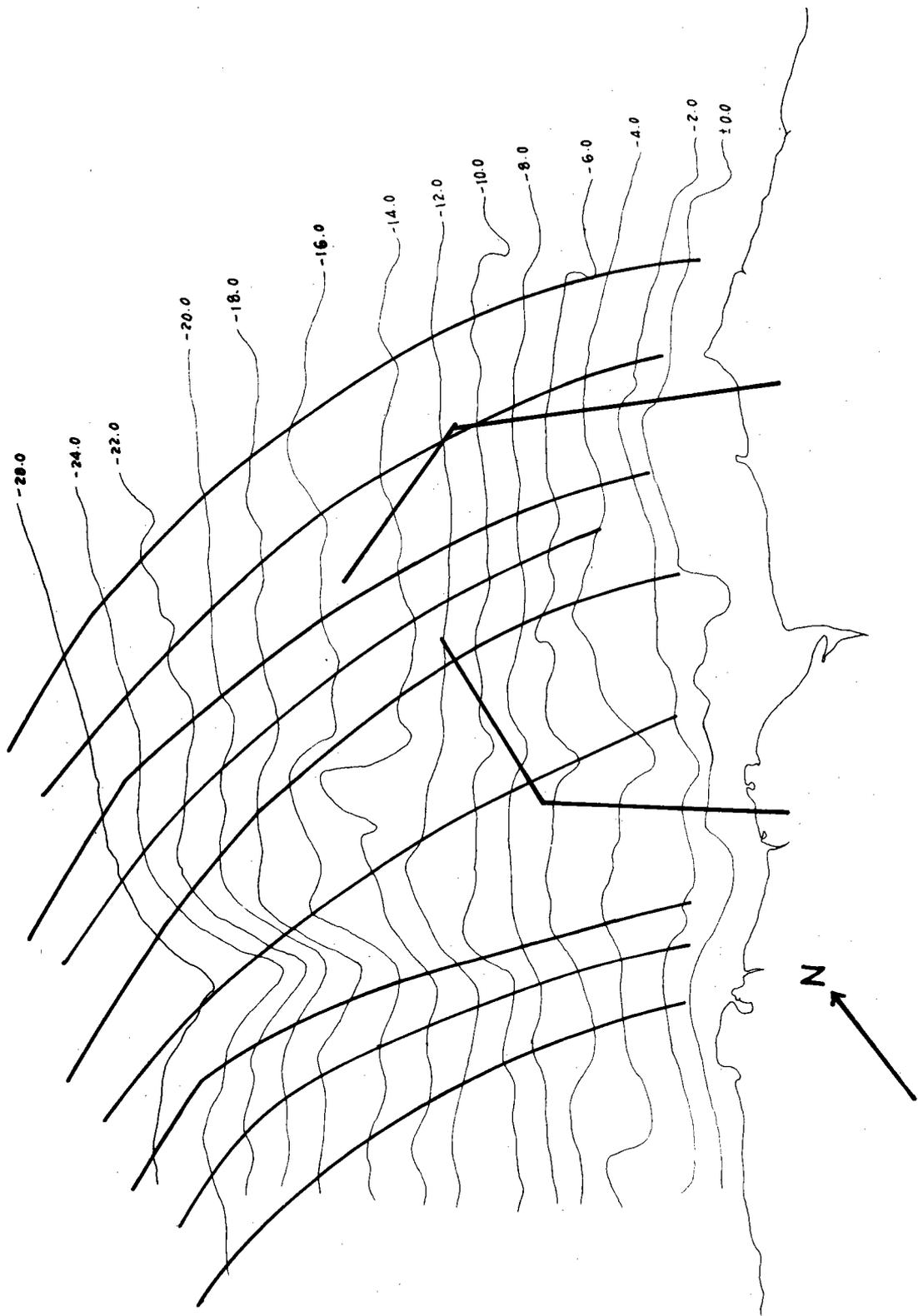


圖7-18 北部海岸波浪折射圖 波向：WSW 週期：10 Sec

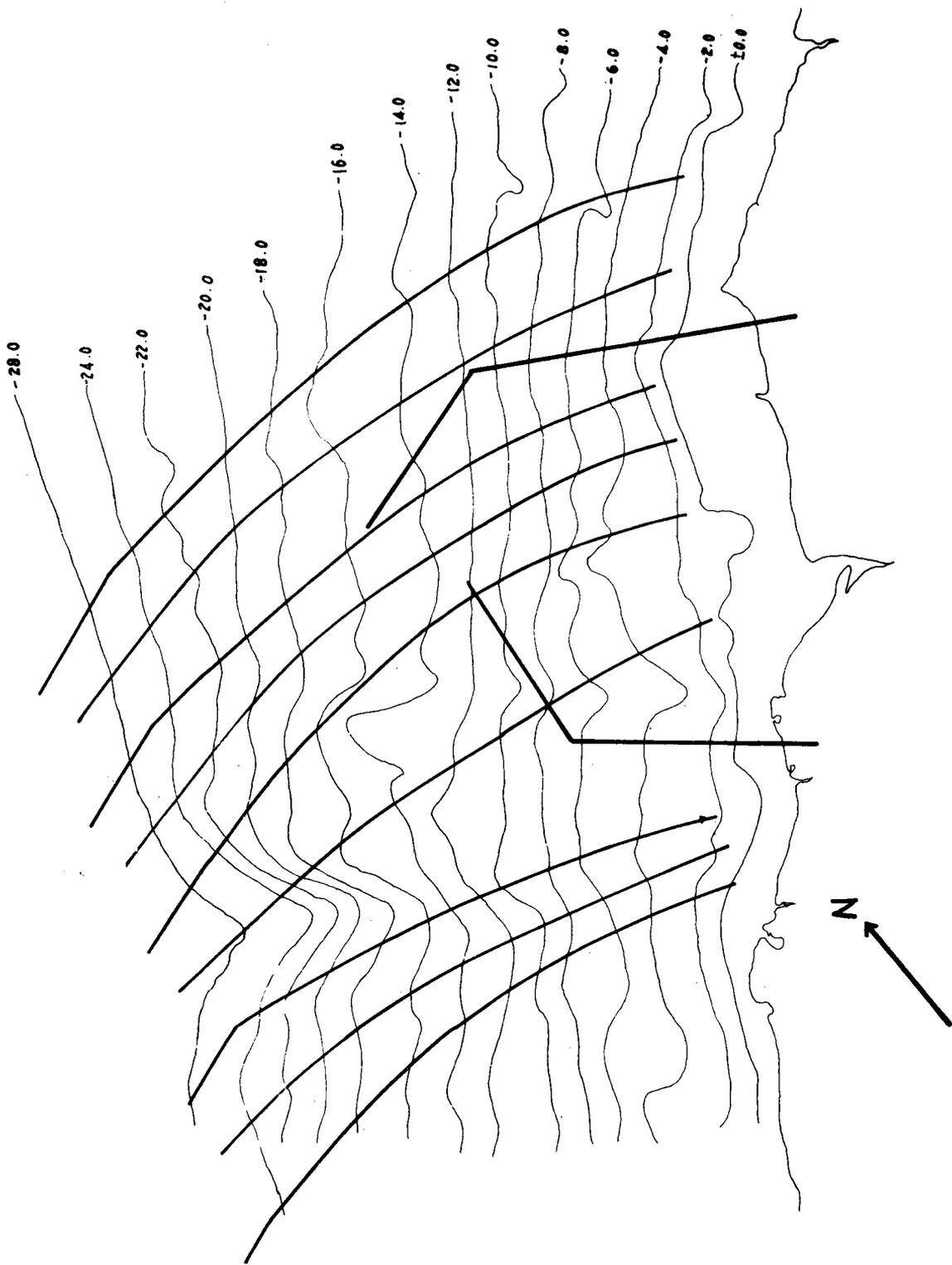
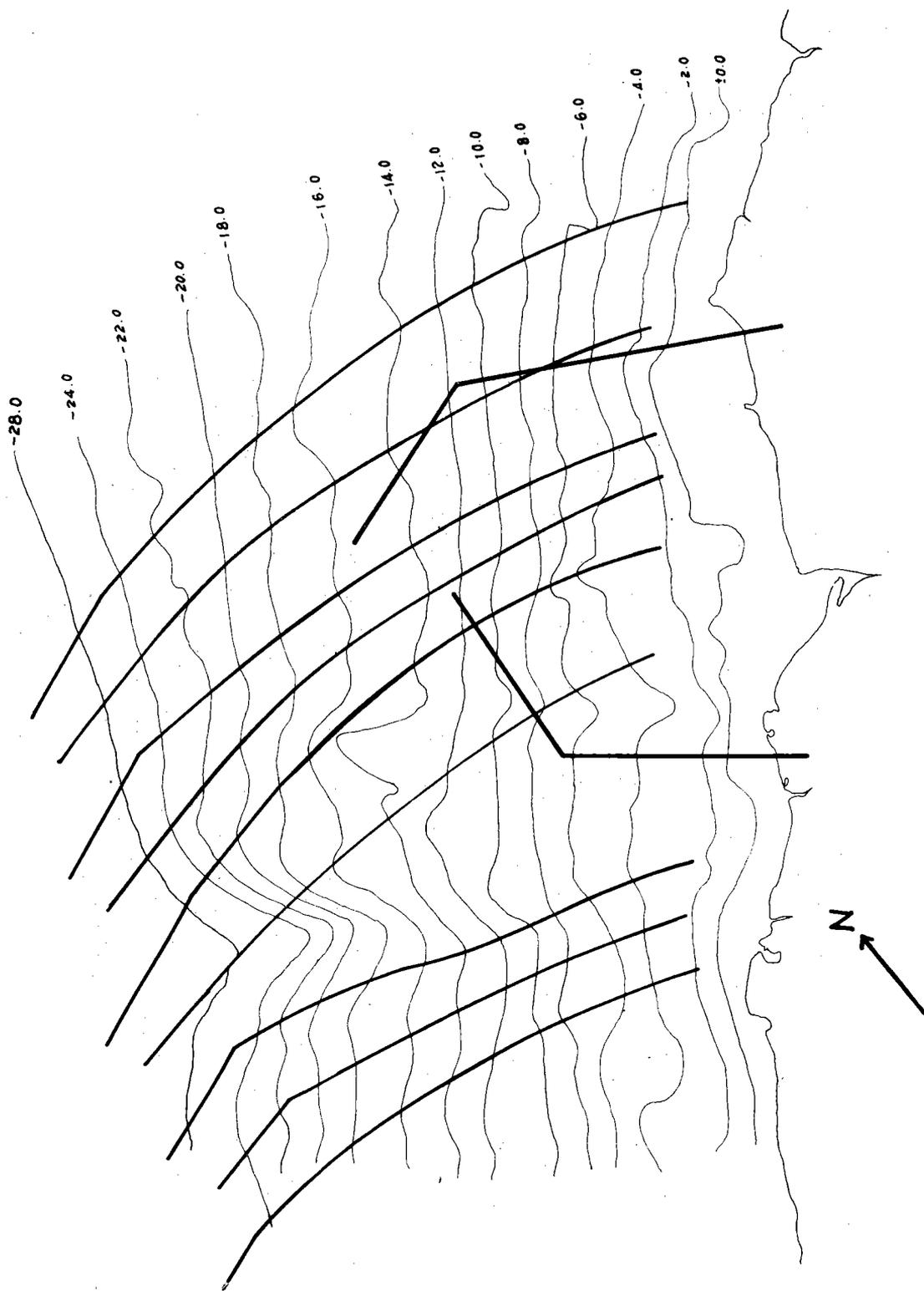


圖7-19 北部海岸波浪折射圖 波向：WSW 週期：11 Sec



週期: 12 Sec

波向: WSW

圖7-20 北部海岸波浪折射圖

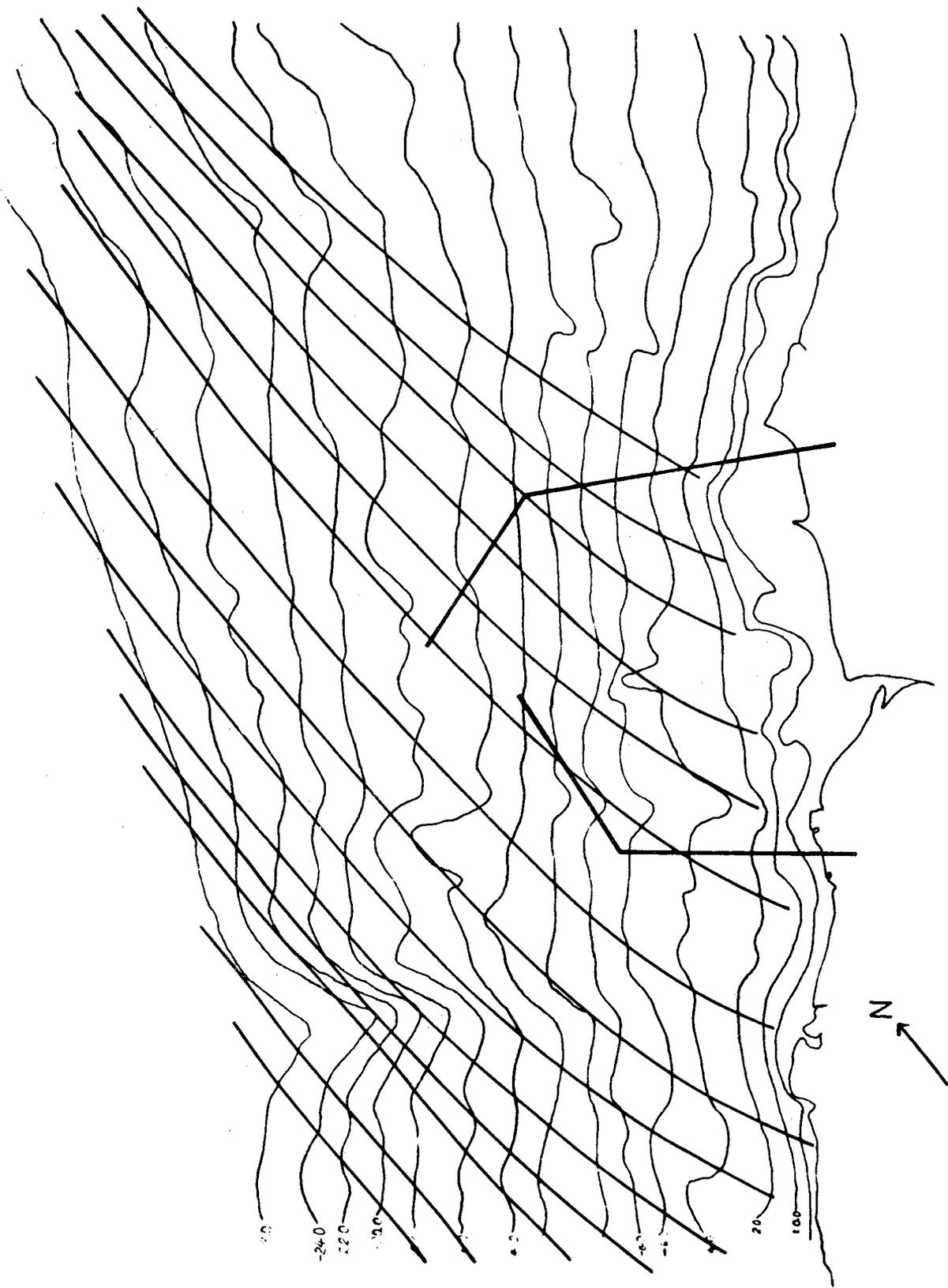


圖7-21 布袋海岸折射圖 波向：N 週期：8 Sec

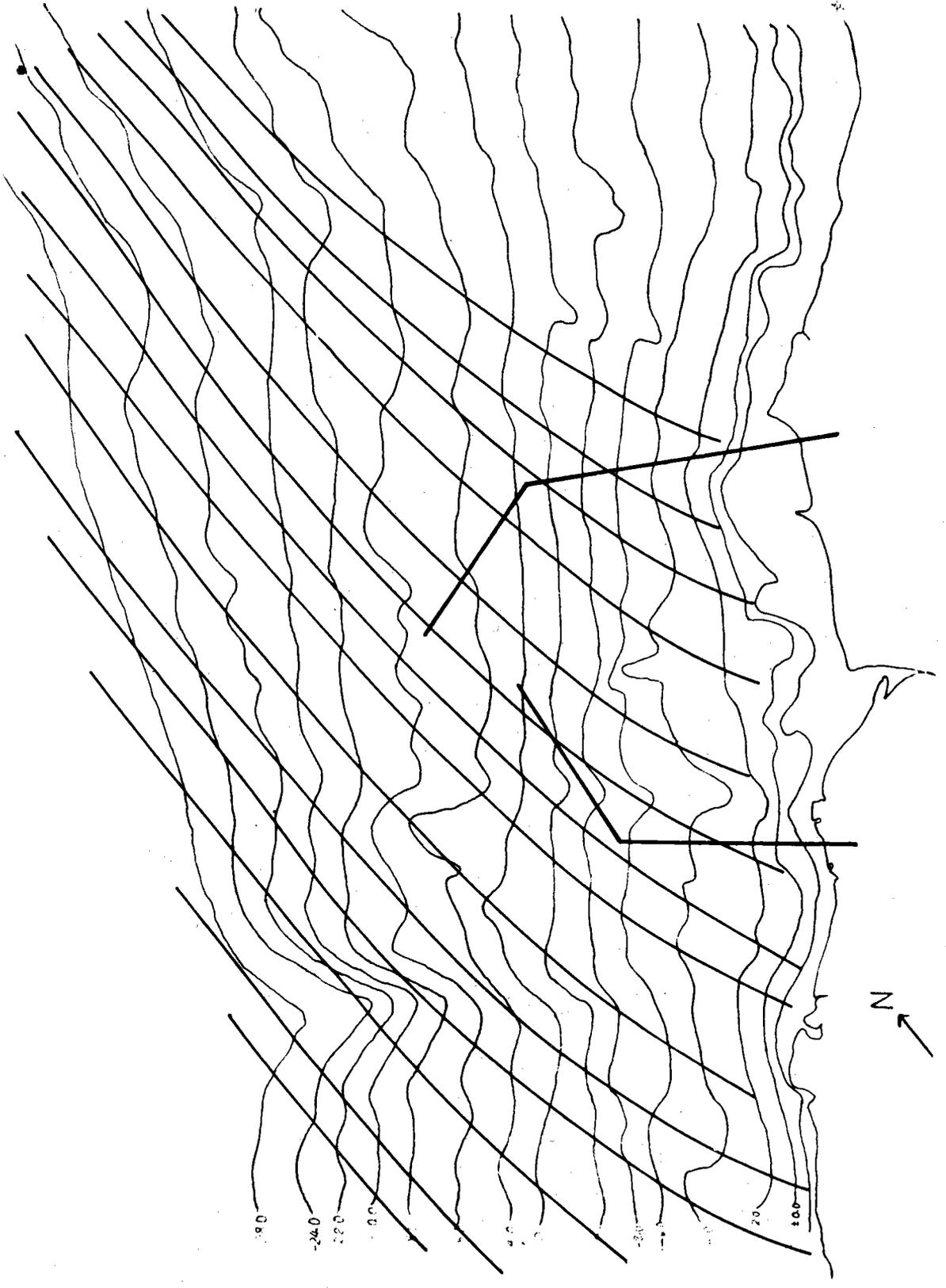
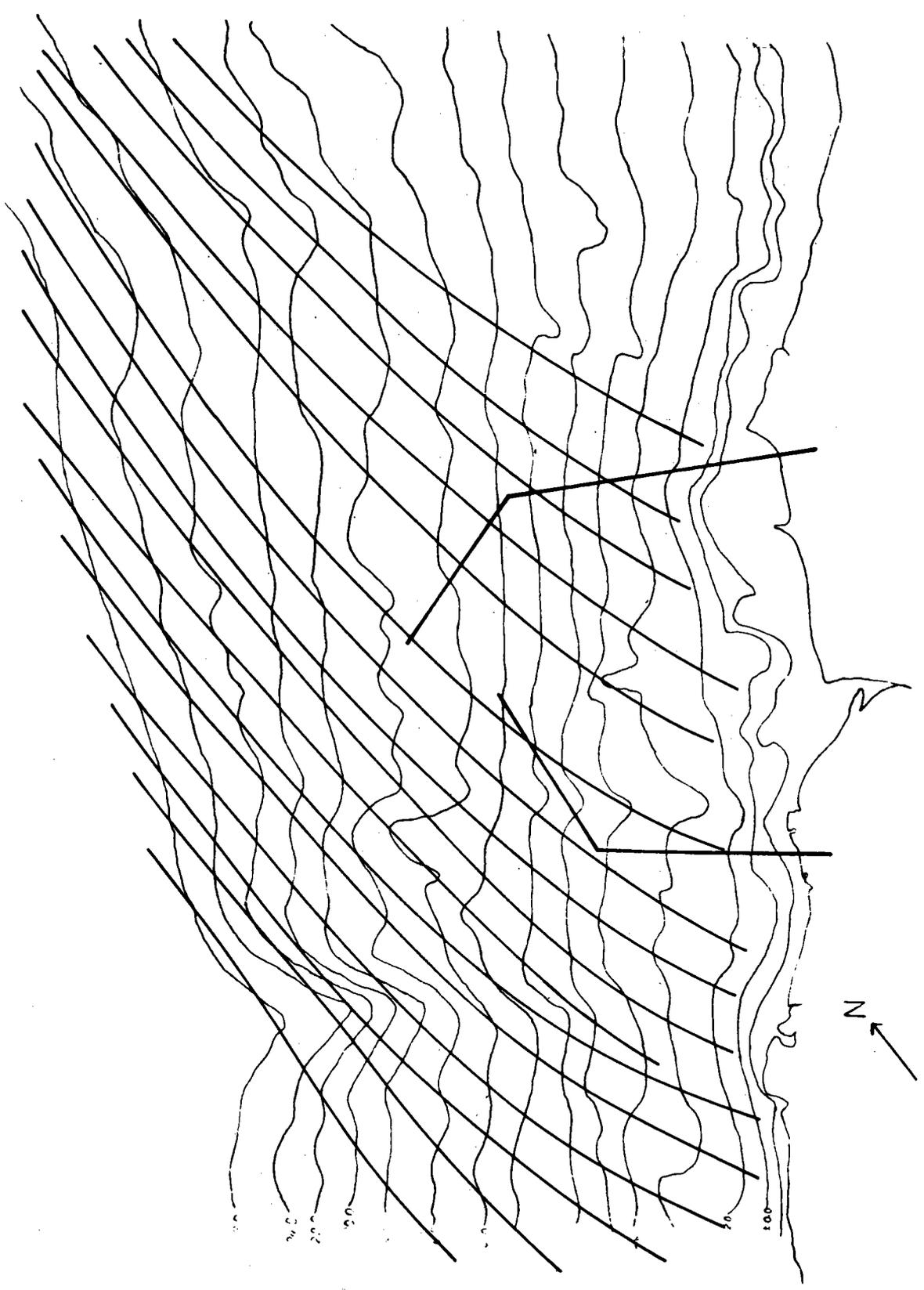


圖7-22 北部海岸波浪折射圖 波向：N 週期：9 Sec



週期: 10 Sec

波向: N

圖7-23 北部海岸波浪折射圖

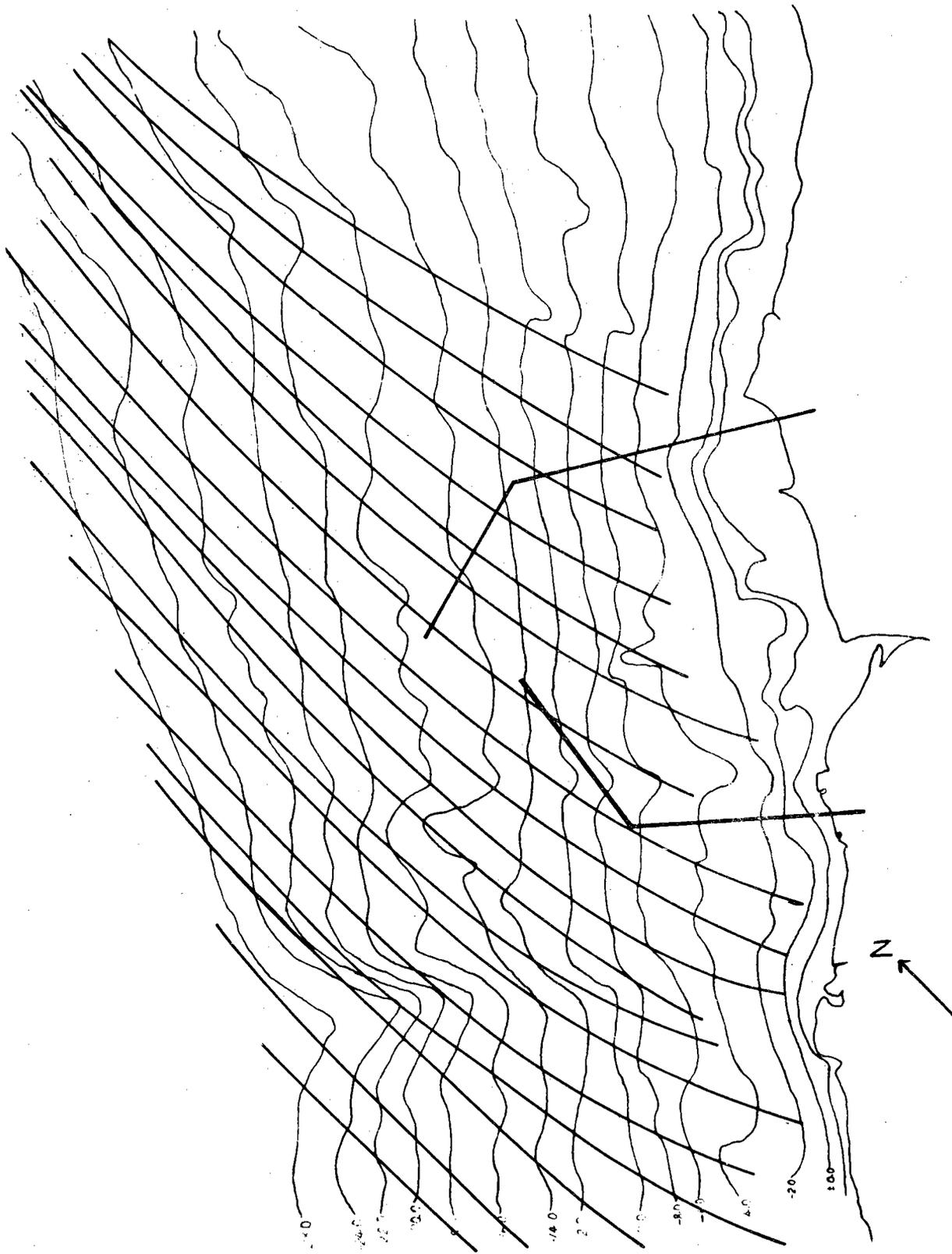


圖7-24 北部海岸波浪折射圖 波向：N 週期：11 Sec

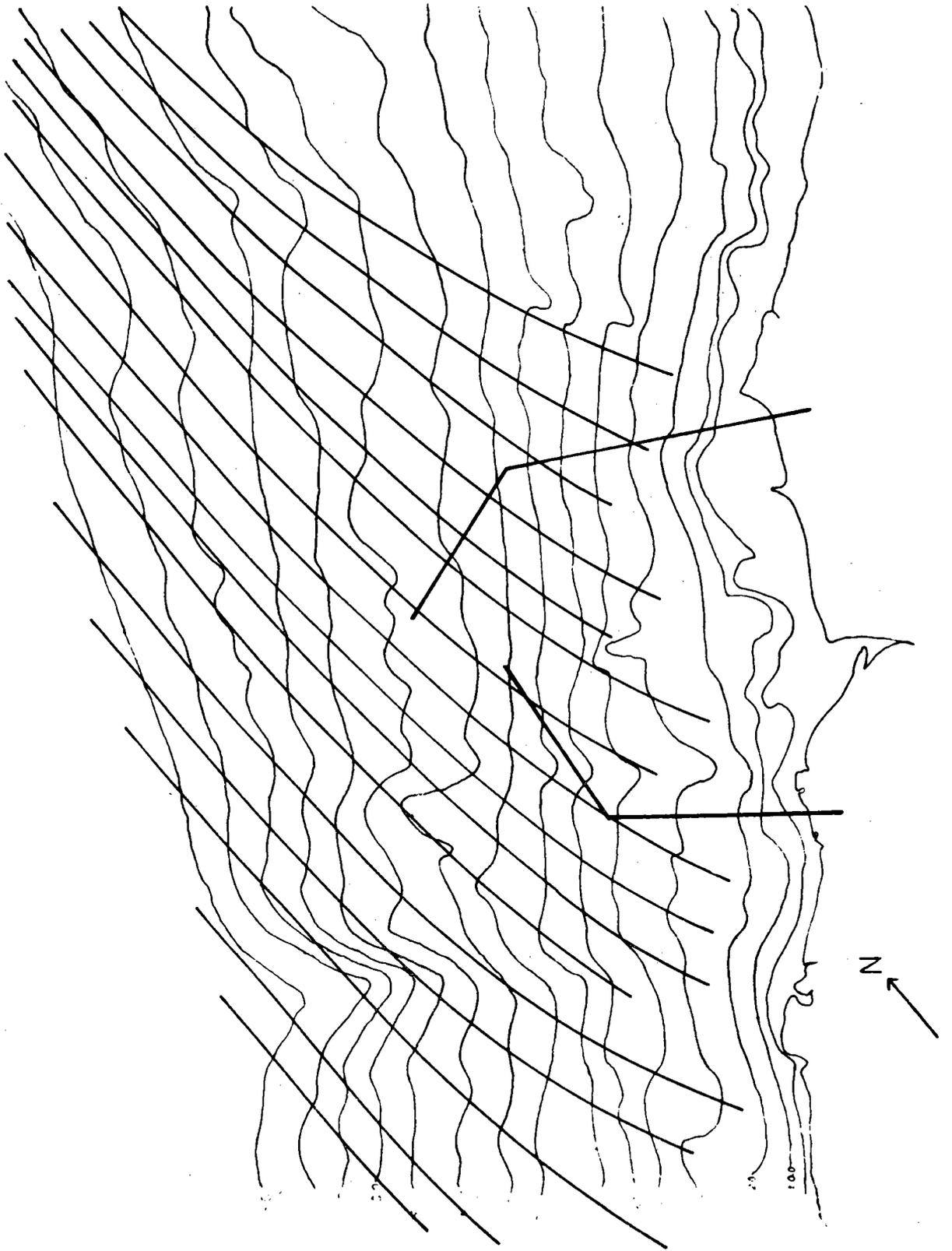
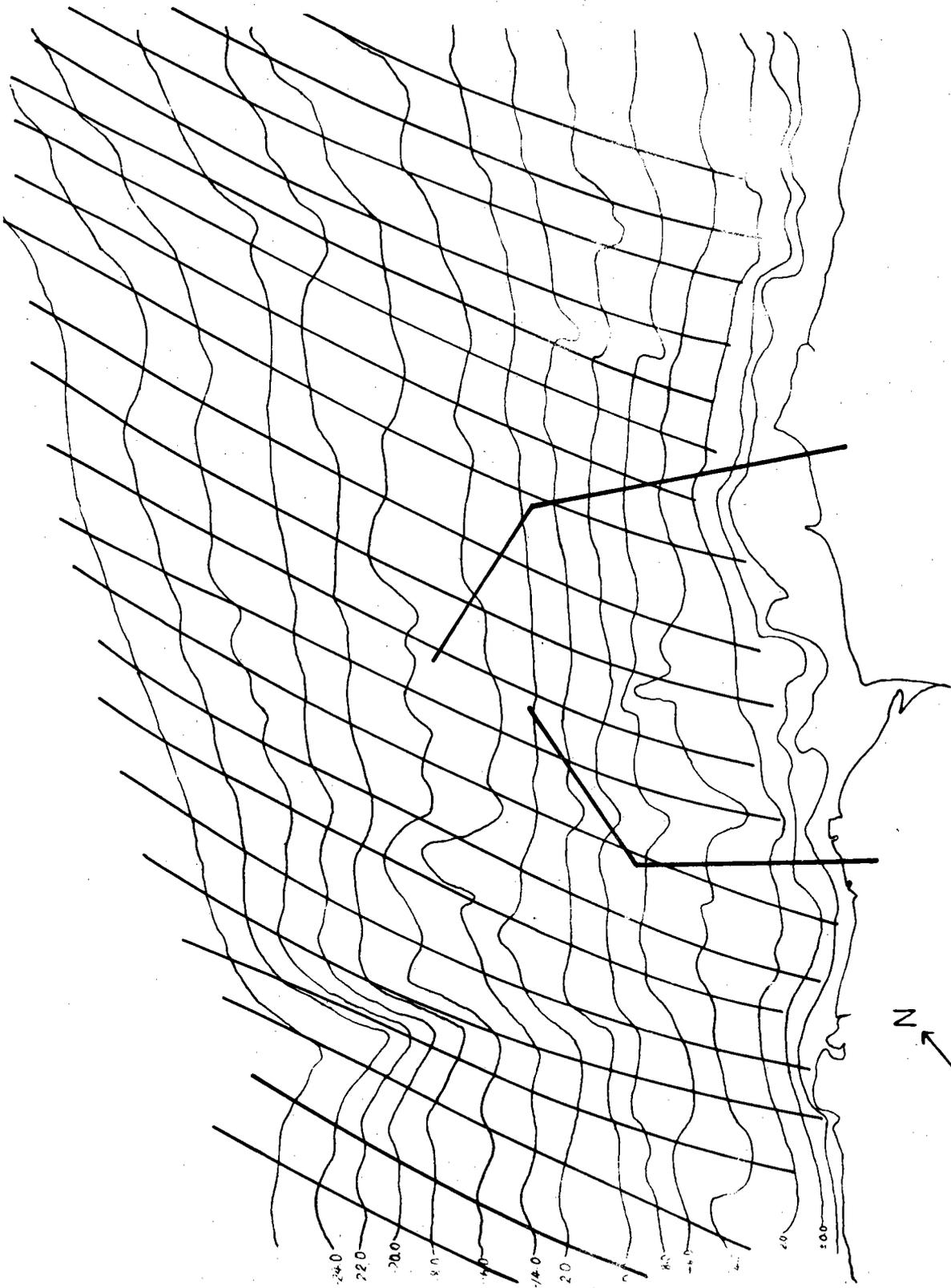


圖7-25 北部海岸波浪折射圖 波向：N 週期：12 Sec



24.0
22.0
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0

N

圖7-26 北部海岸波浪折射圖 波向：NNW 週期：8 Sec

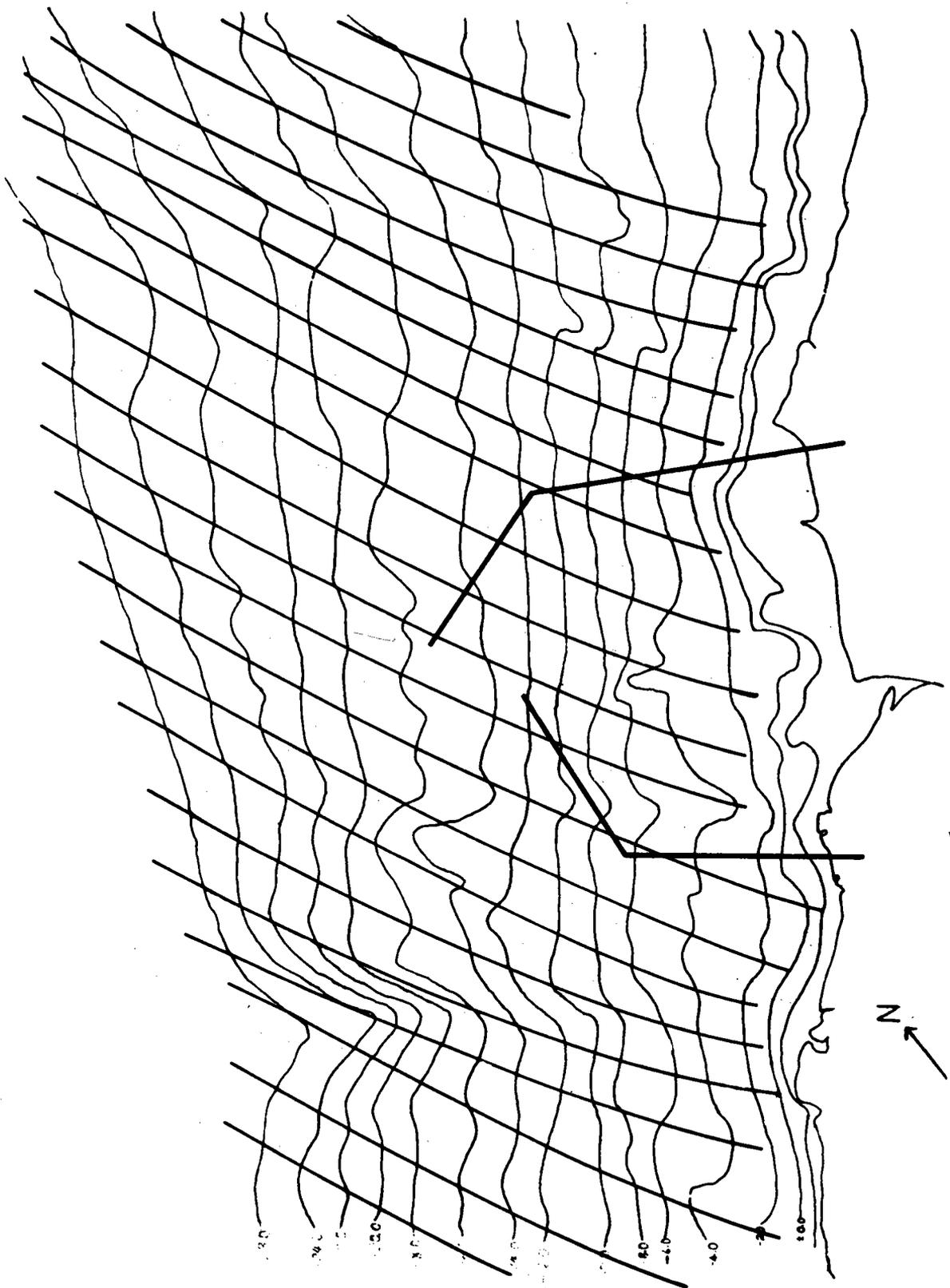


圖7-27 北部海岸波浪折射圖 波向:NNW 週期:9 Sec

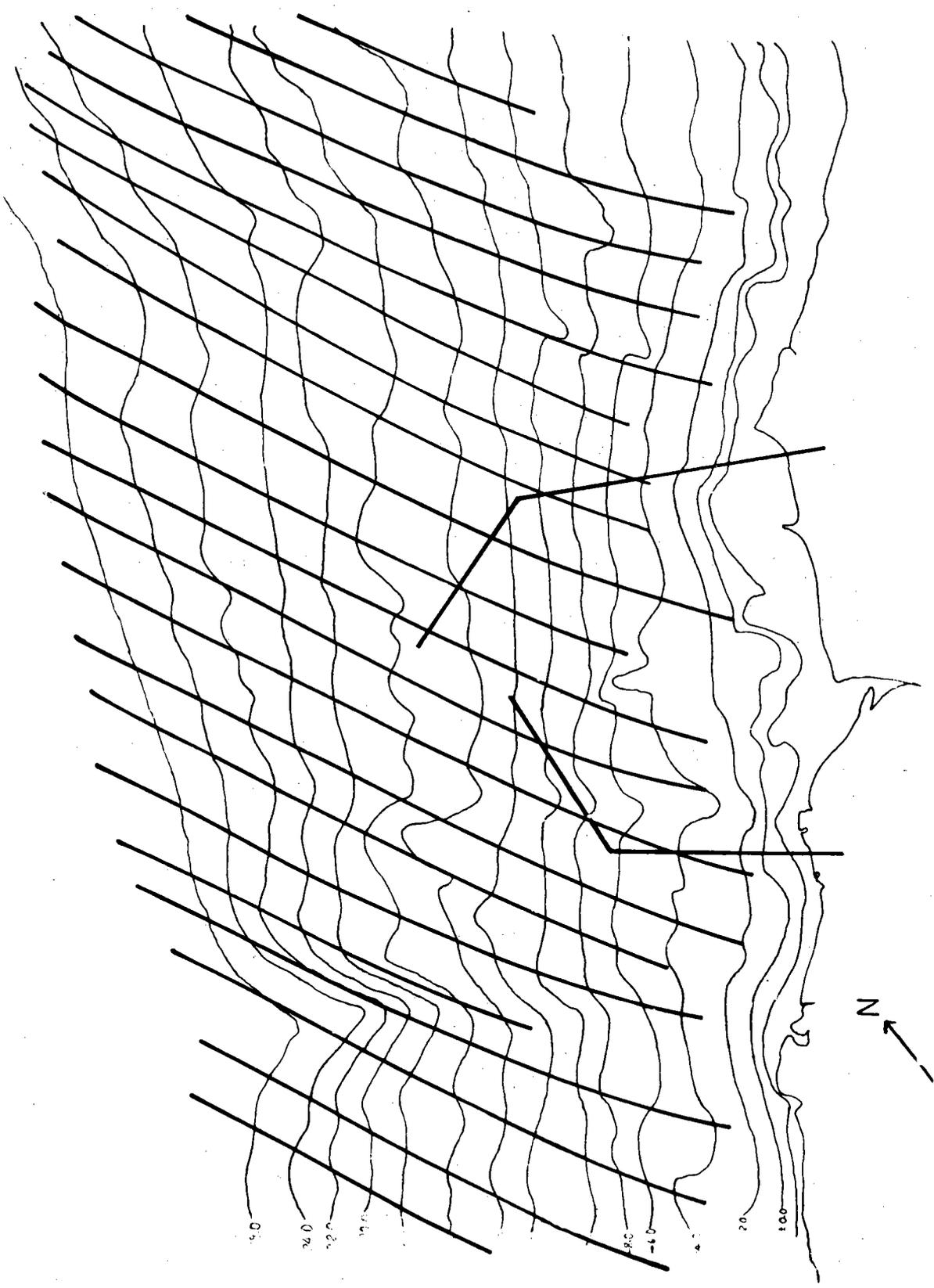


圖7-28 北部海岸波浪折射圖 波向：NNW 週期：10 Sec

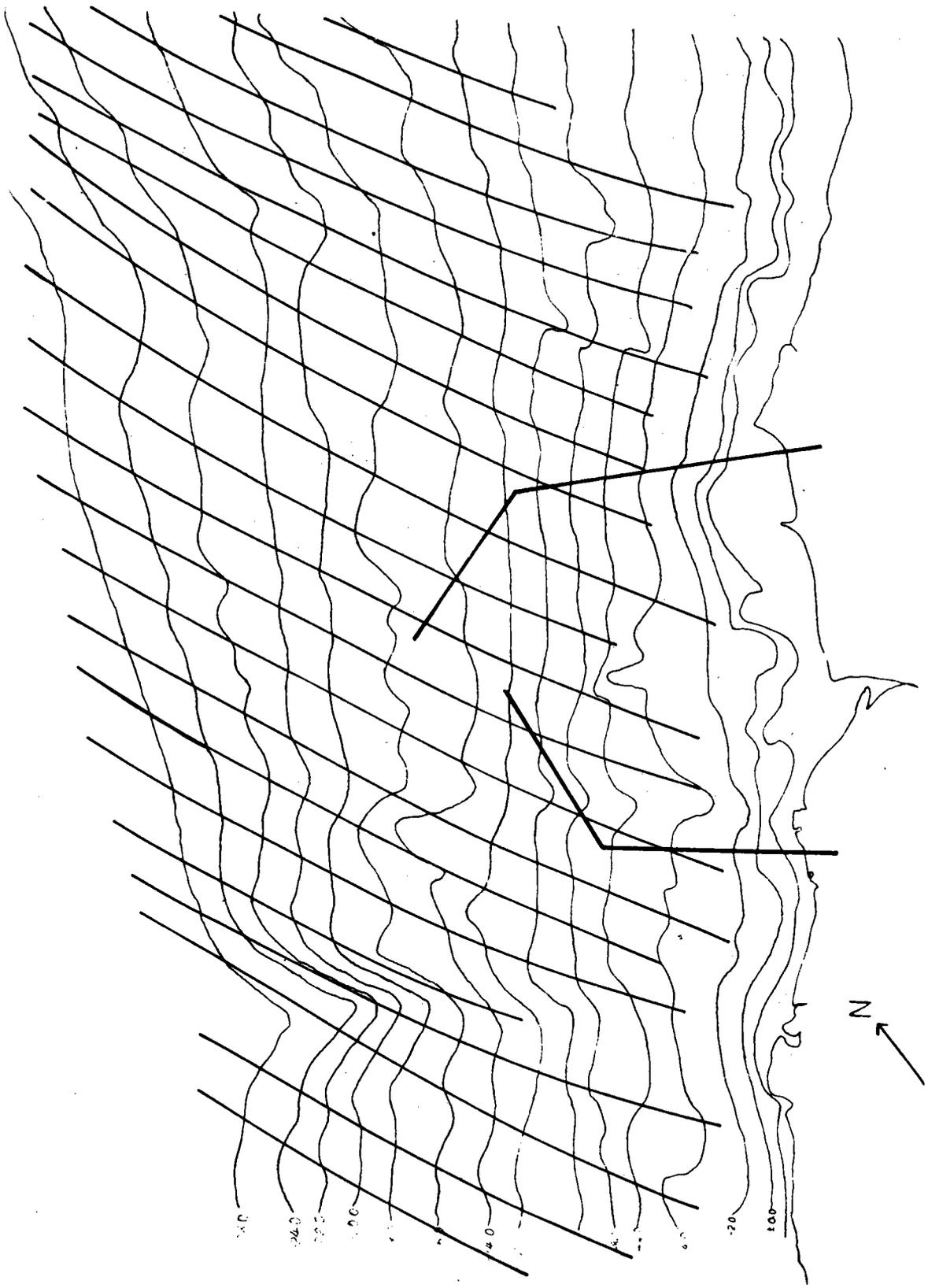


圖7-29 北部海岸波浪折射圖 波向：NNW 週期：11 Sec

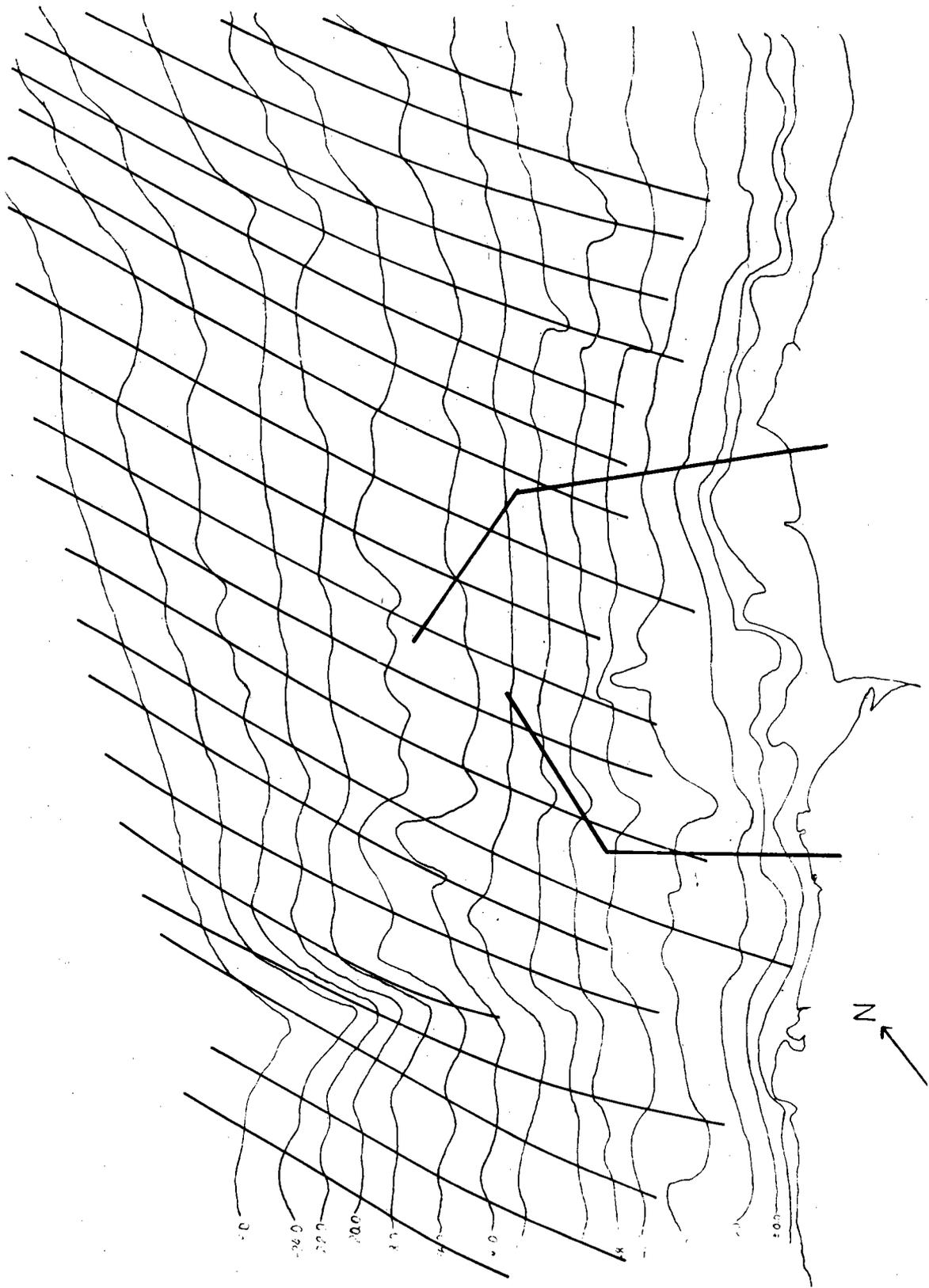


圖7-30 北部海岸波浪折射圖 波向：NNW 週期：12 Sec

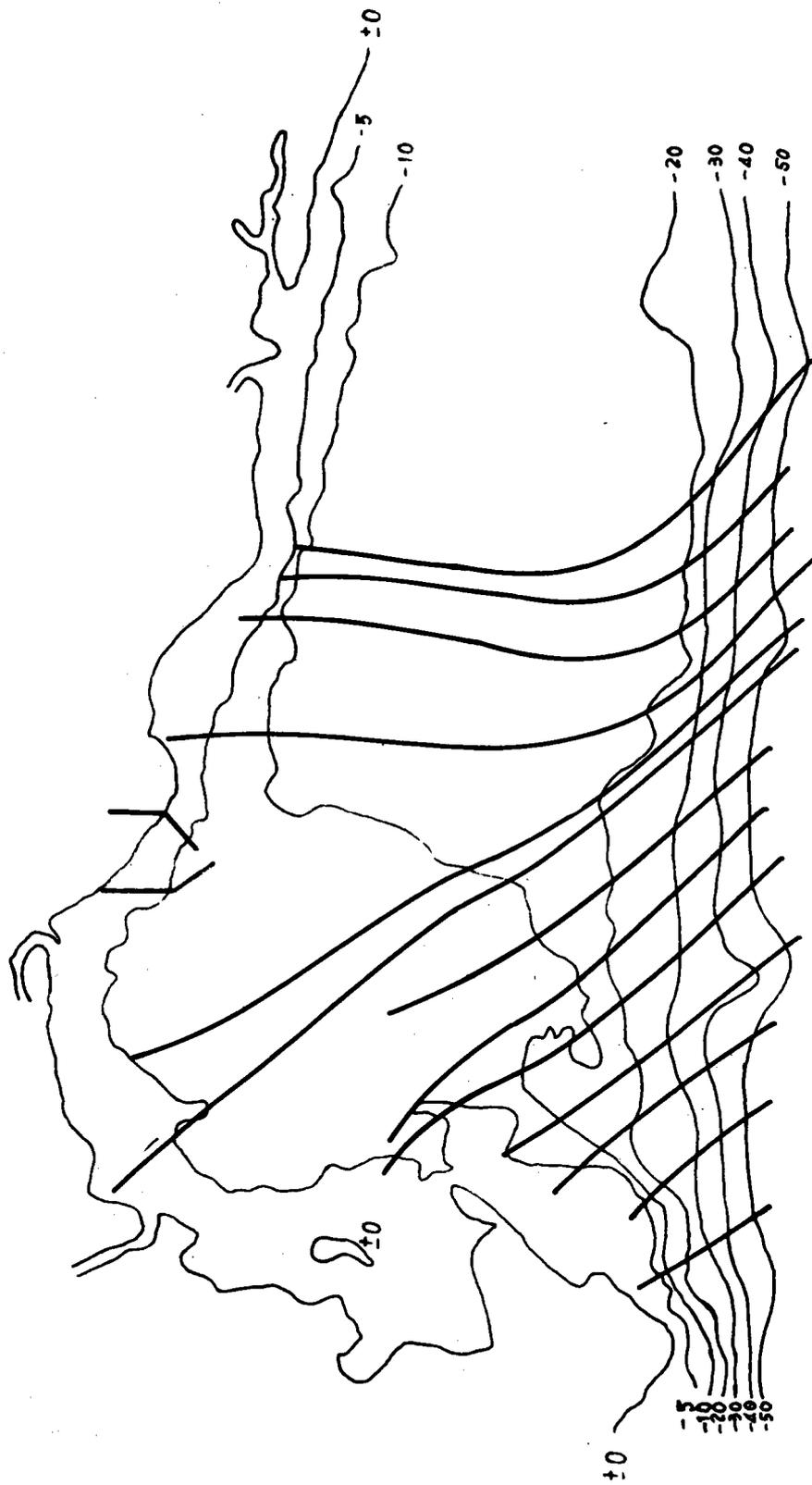


圖7-31 布袋海岸波浪折射圖 波向：SW 週期：15 Sec

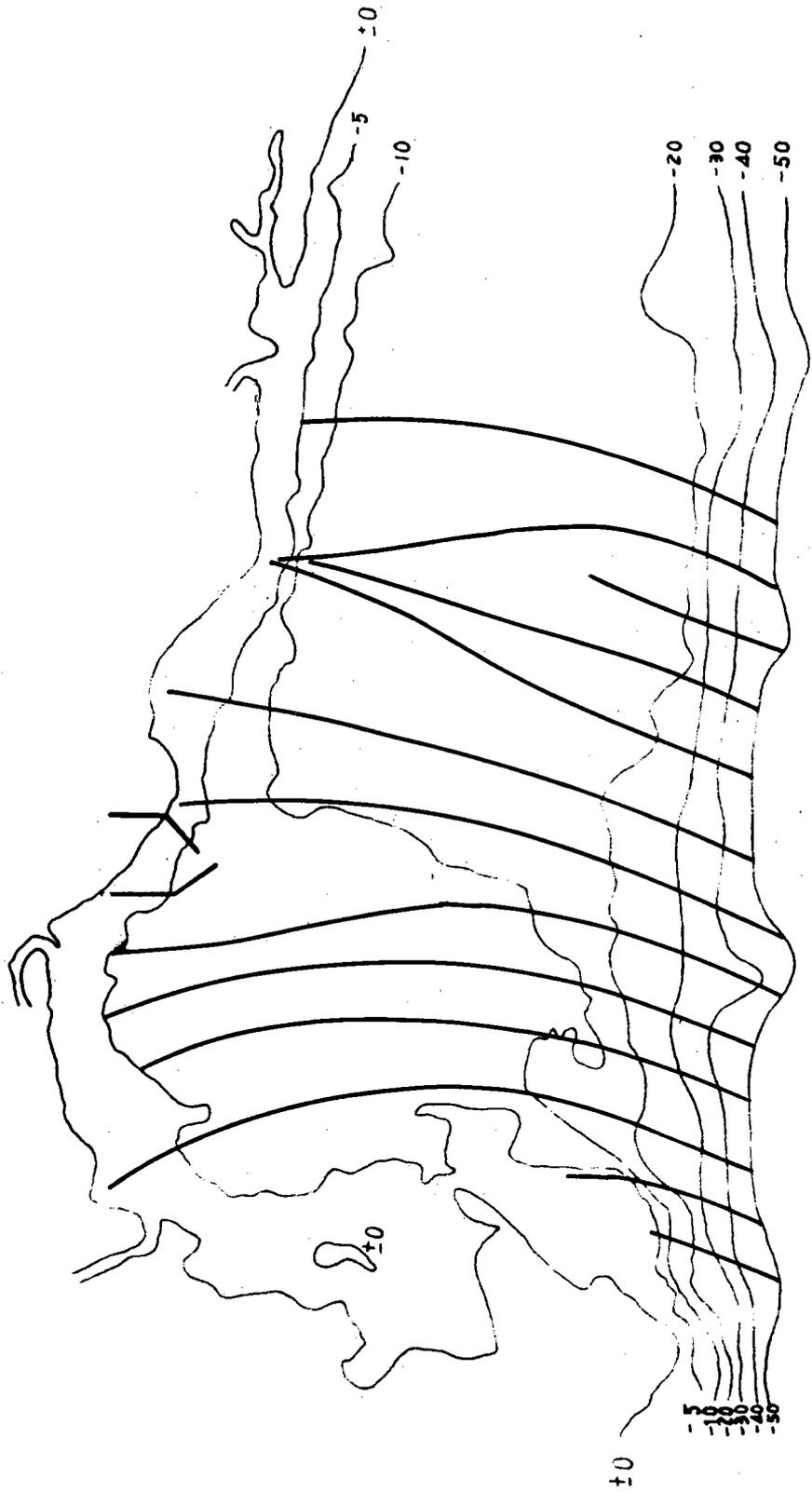


圖7-32 布袋海岸波浪折射圖 波向：WNW 週期：14.5 Sec

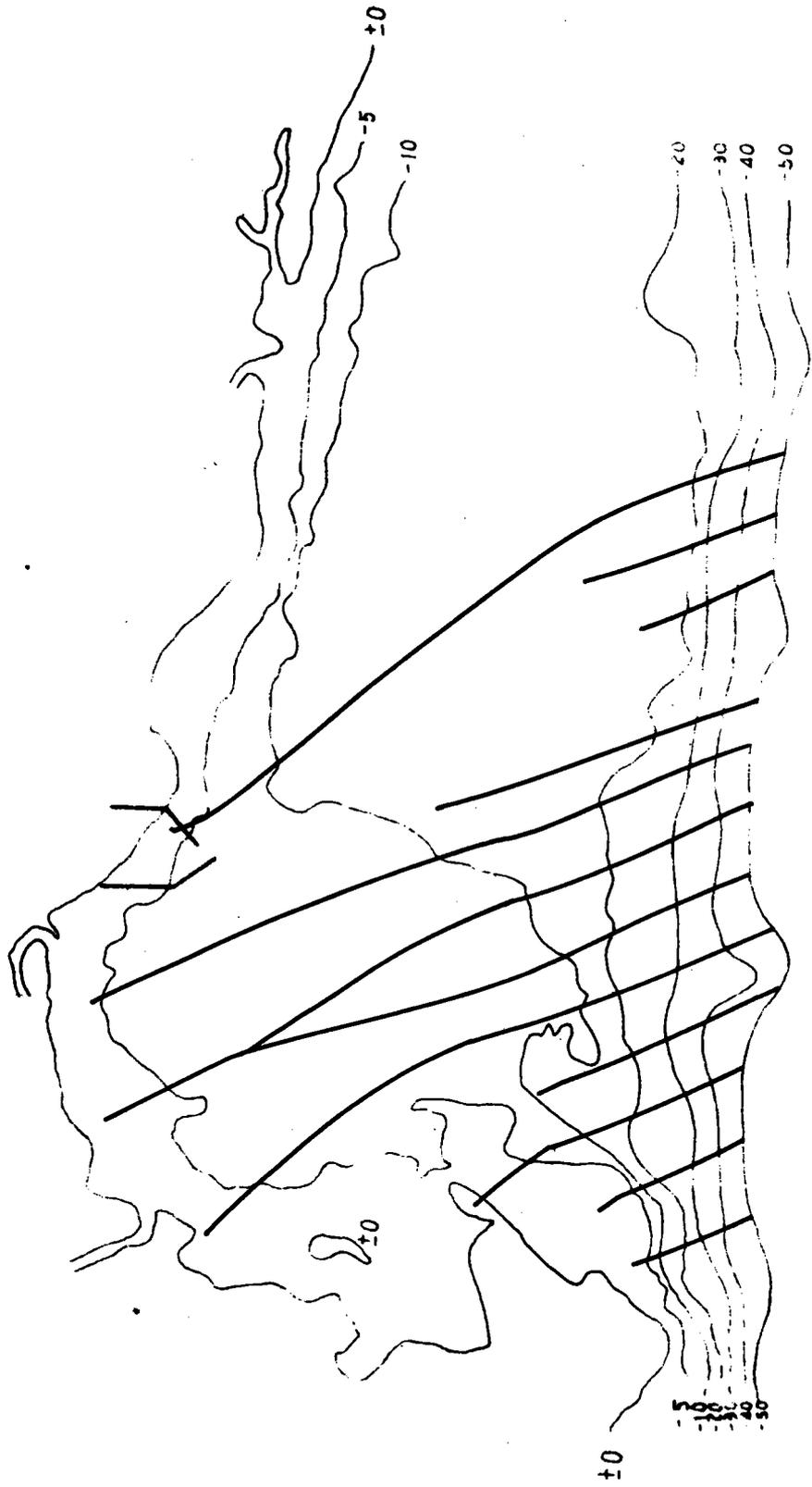


圖7-33 布袋海岸波浪折射圖 波向：WSW 週期：12 Sec

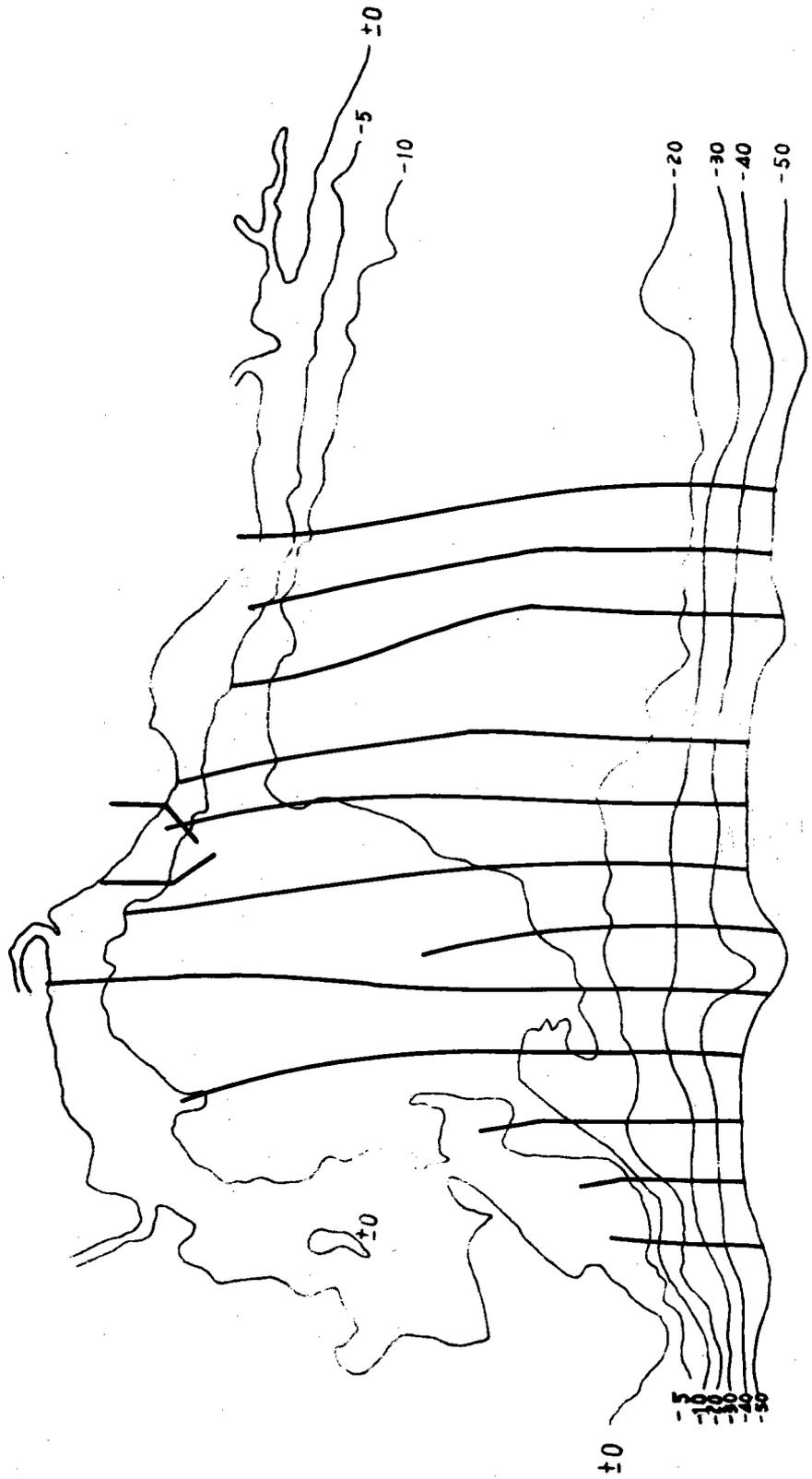


圖7-34 布袋海岸波浪折射圖 波向: W 週期: 15 Sec

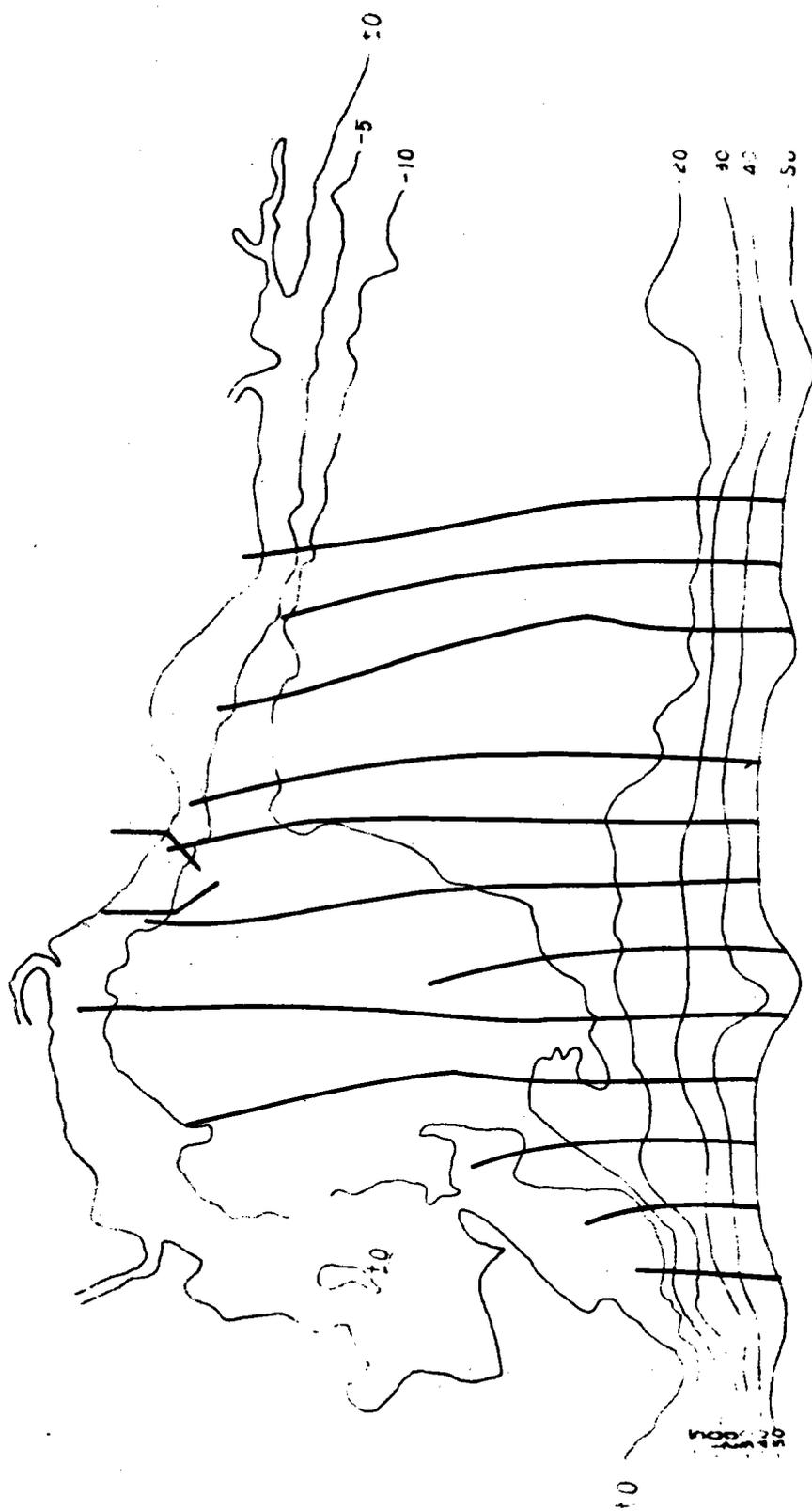


圖7-35 布袋海岸波浪折射圖 波向：W 週期：14.5 Sec

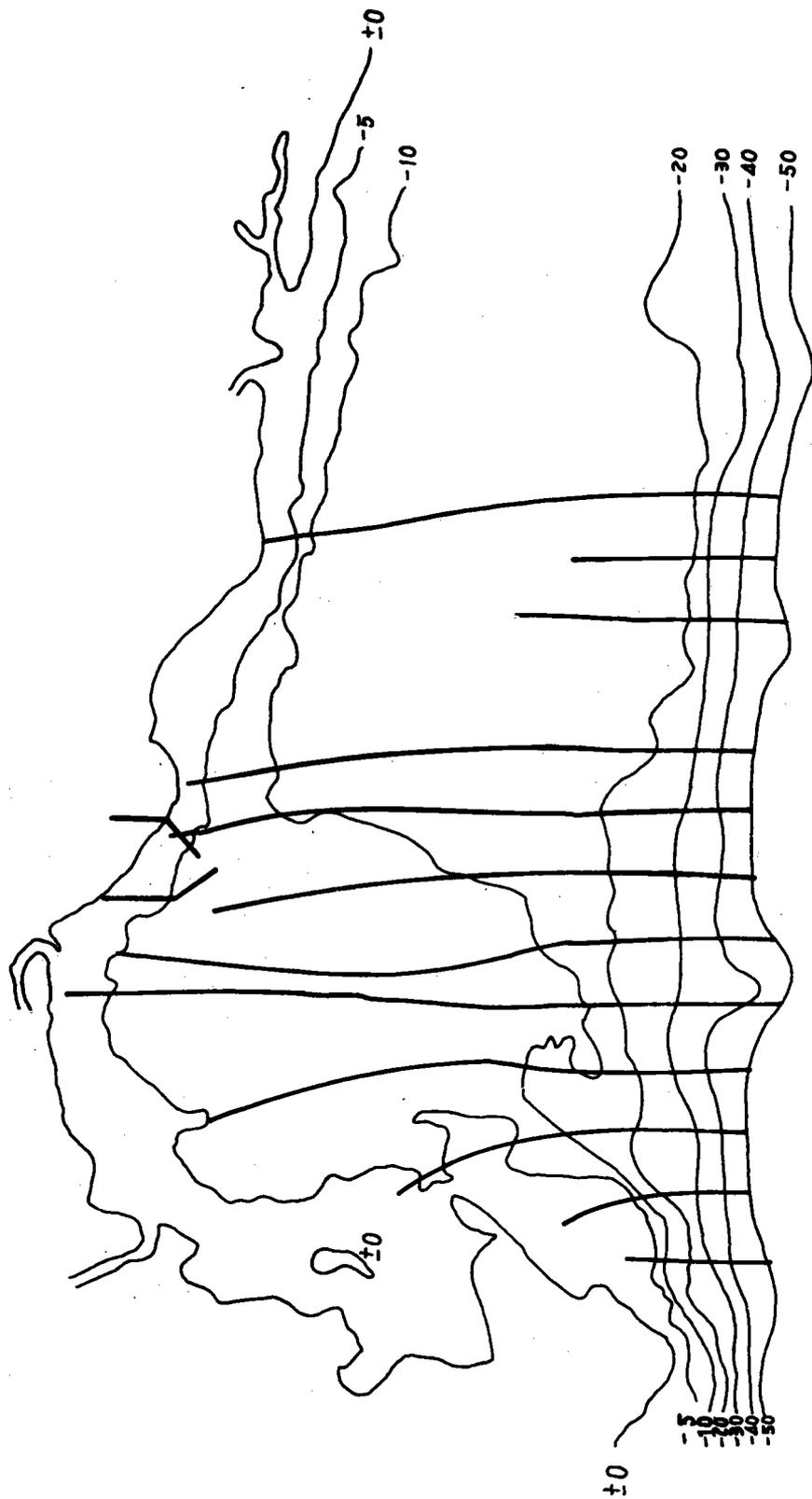


圖7-36 布袋海岸波浪折射圖 波向：W 週期：12 Sec

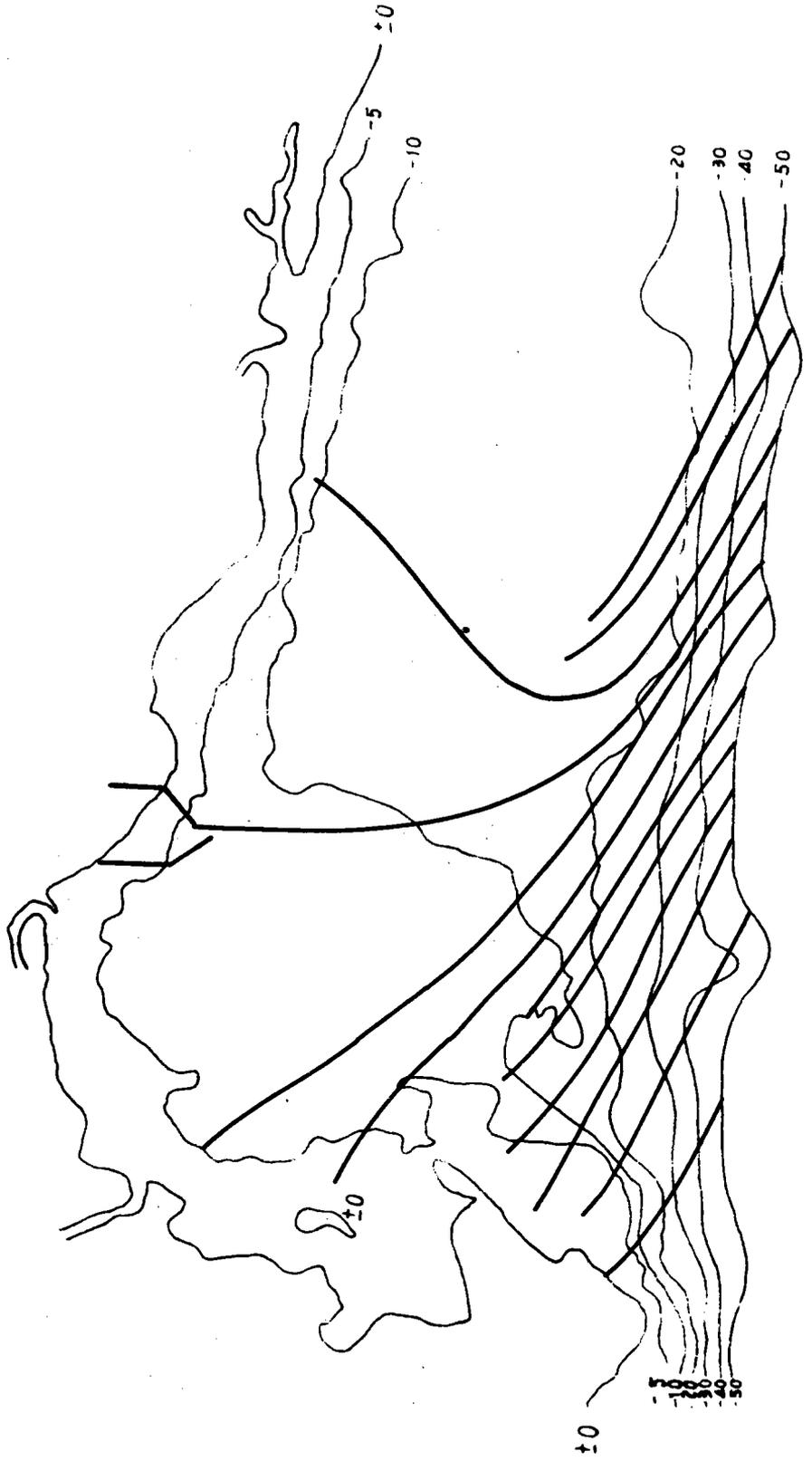


圖7-37 布袋海岸波浪折射圖 波向：SSW 週期：14.5 Sec

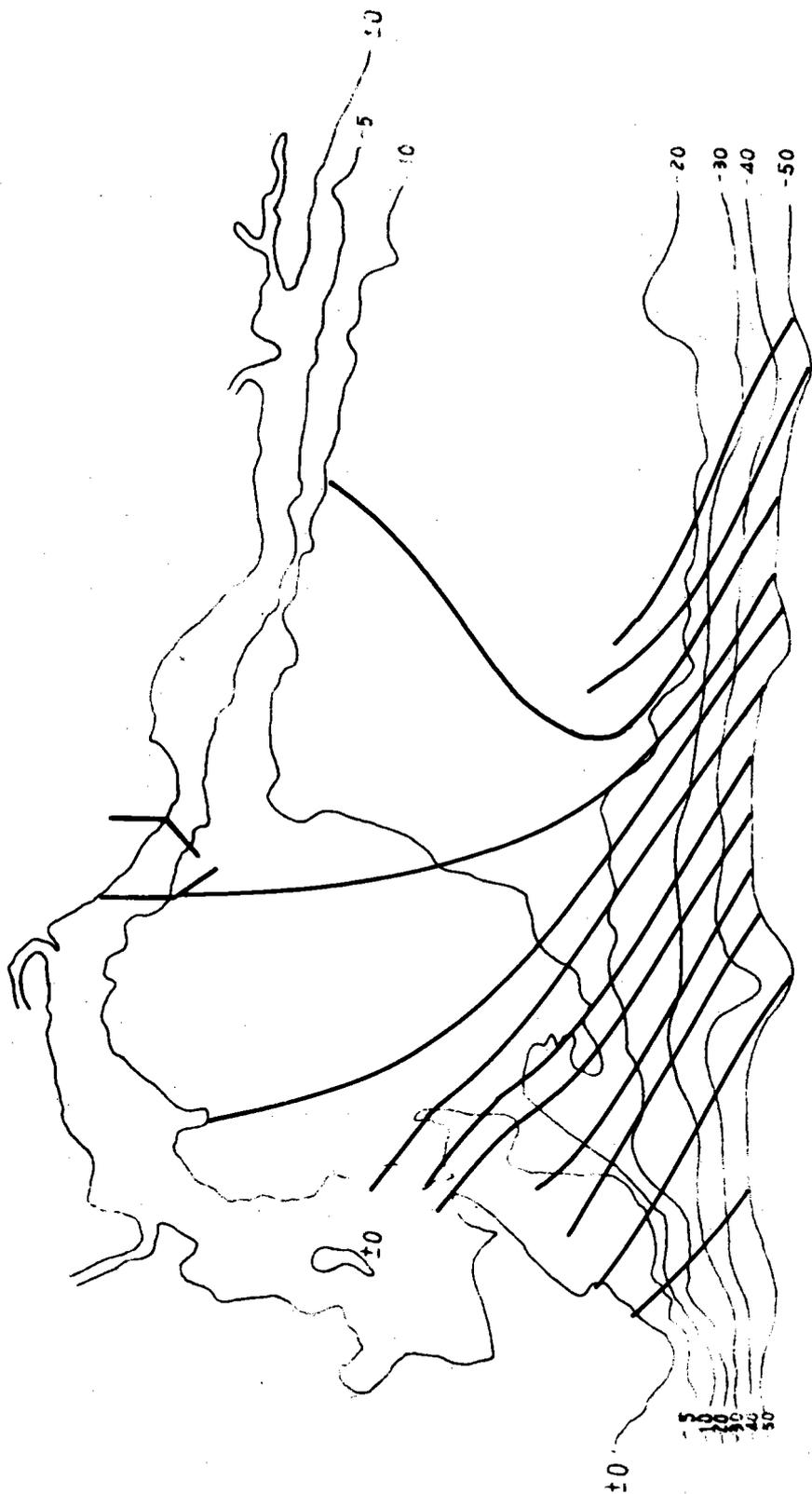


圖7-38 布袋海岸波浪折射圖 波向: SSW 週期: 15 Sec

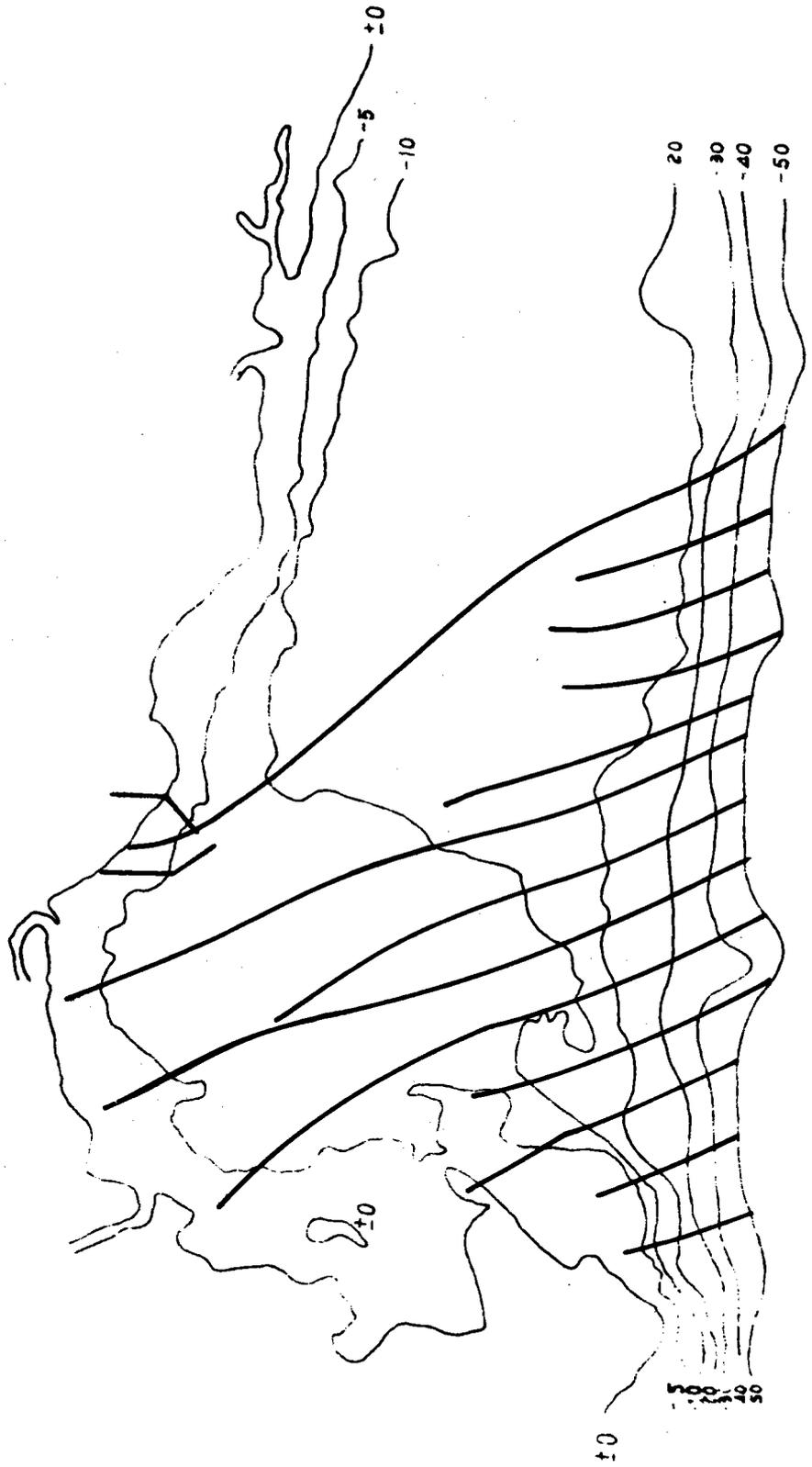


圖7-39 布袋海岸波浪折射圖 波向：WSW 週期：14.5 Sec

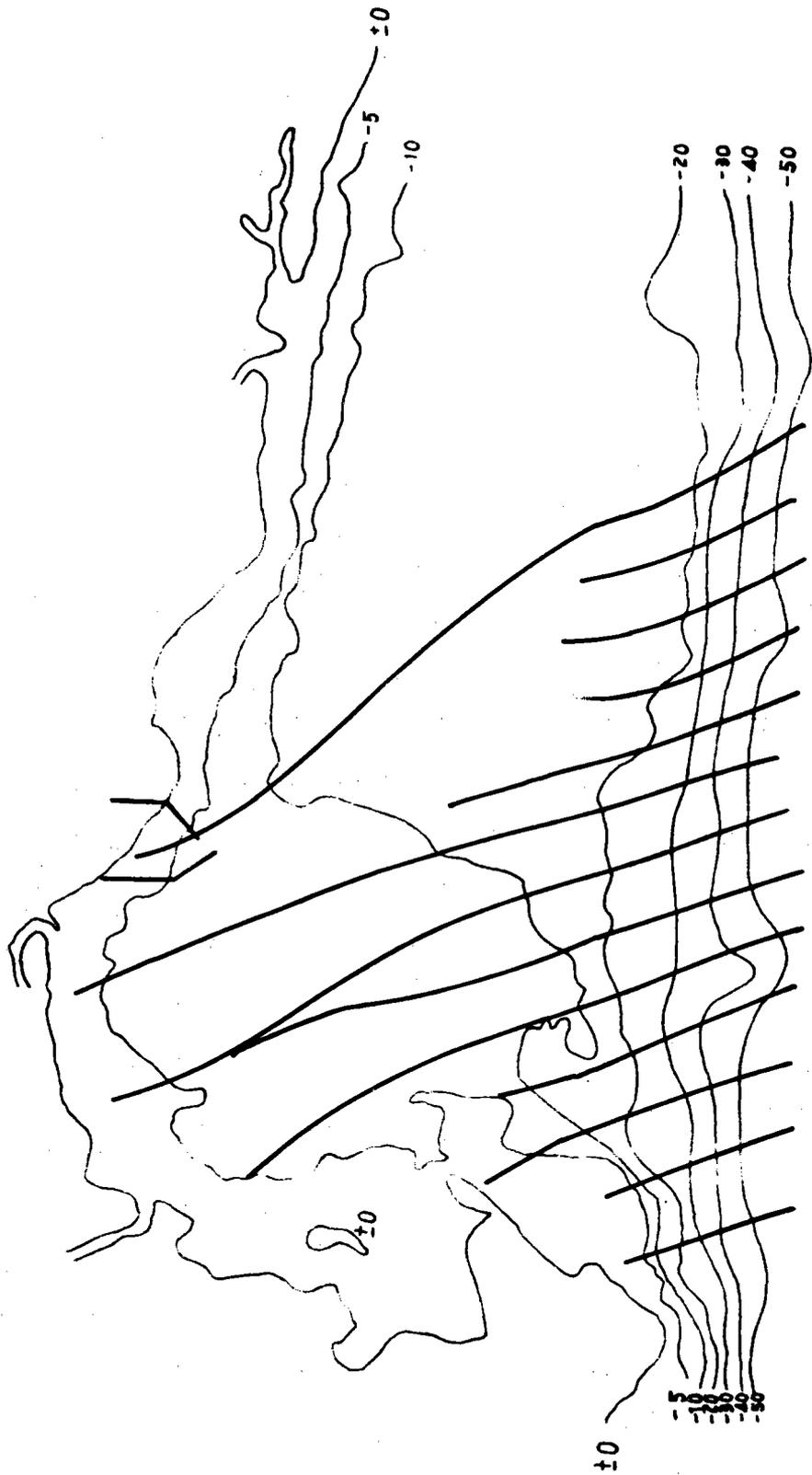


圖7-40 布袋海岸波浪折射圖 波向：WSW 週期：15 Sec

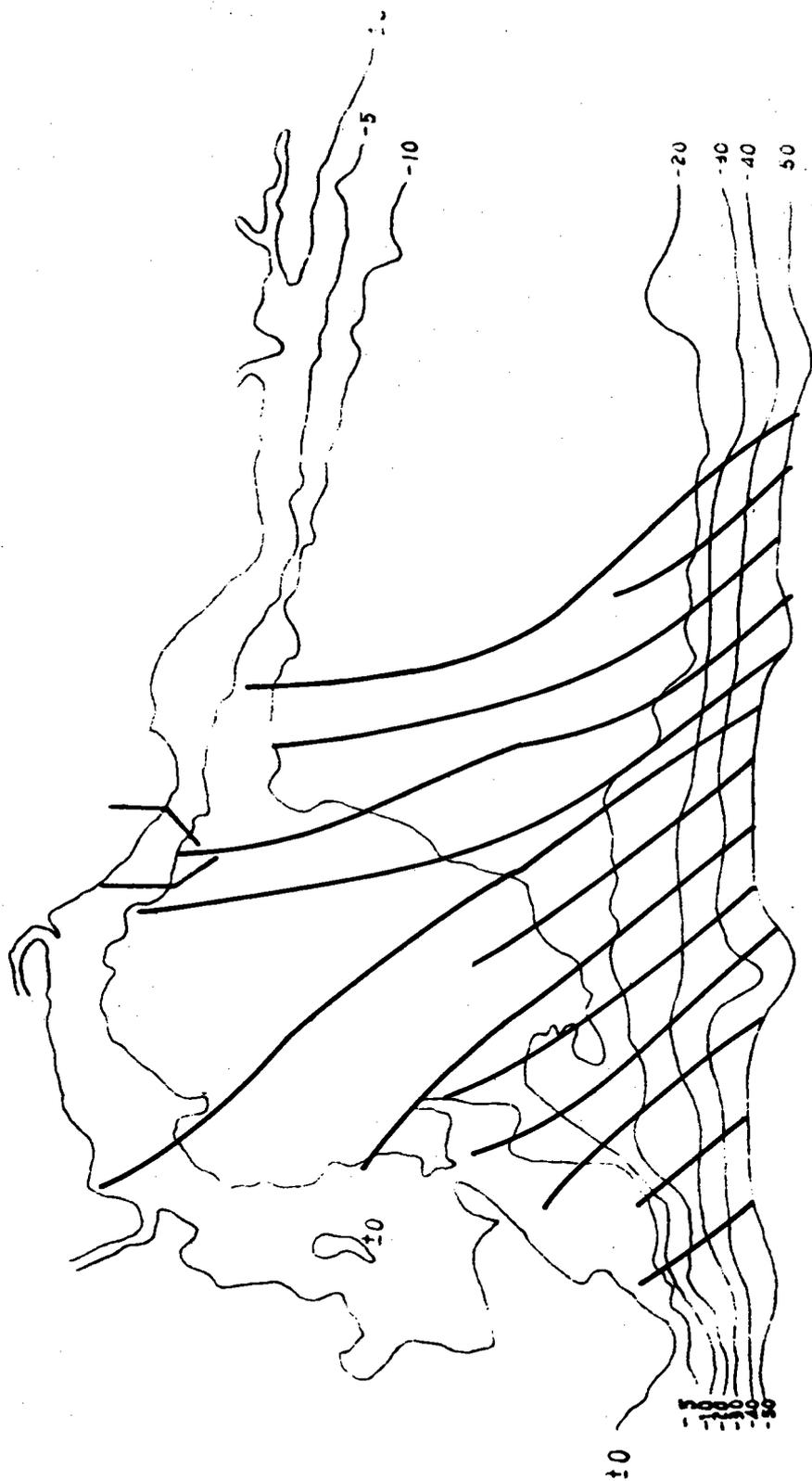


圖7-41 布袋海岸波浪折射圖 波向：SW 週期：14.5 Sec

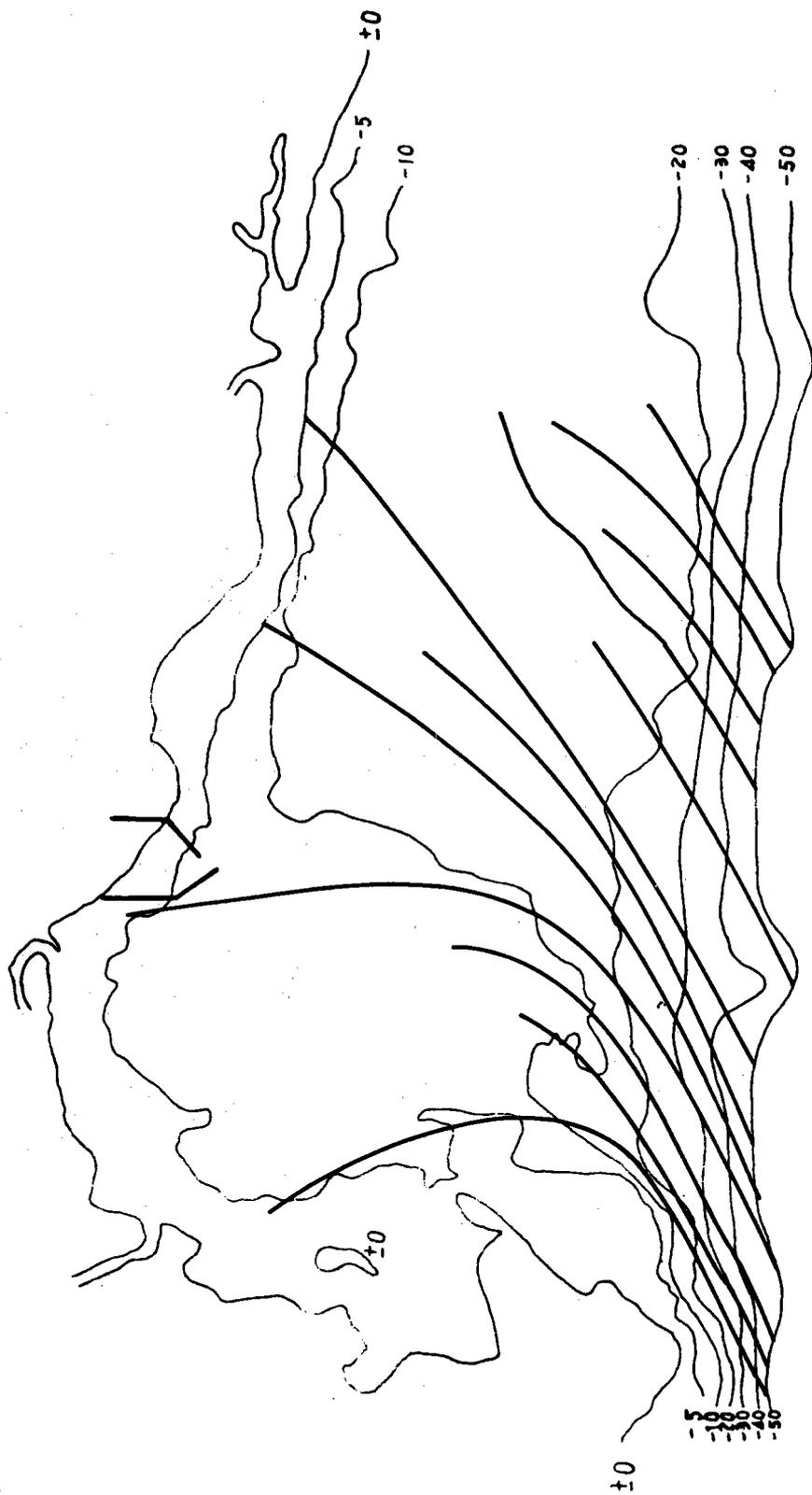


圖7-42 布袋海岸波浪折射圖 波向：NNW 週期：15 Sec

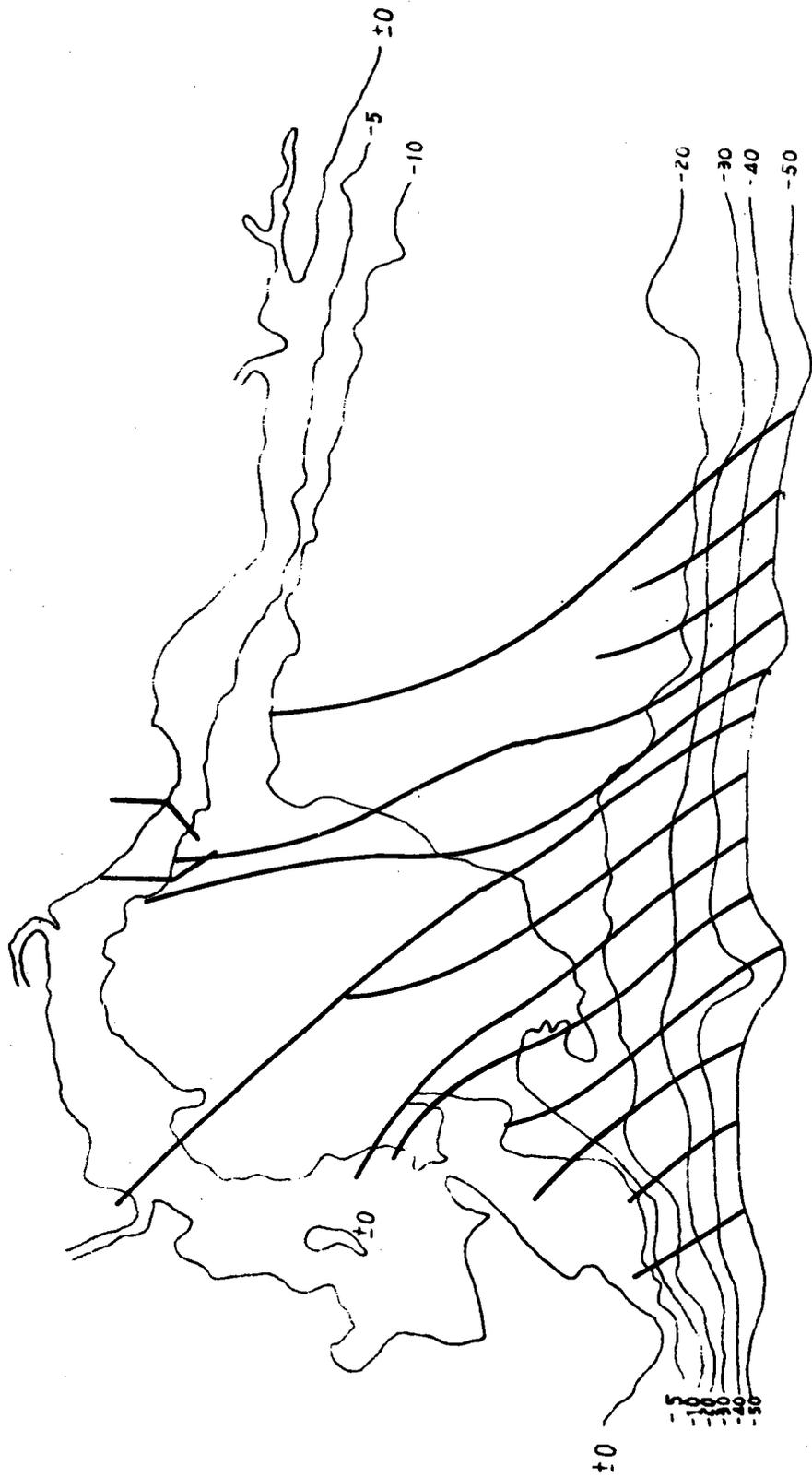


圖7-43 布袋海岸波浪折射圖 波向：SW 週期：12 Sec

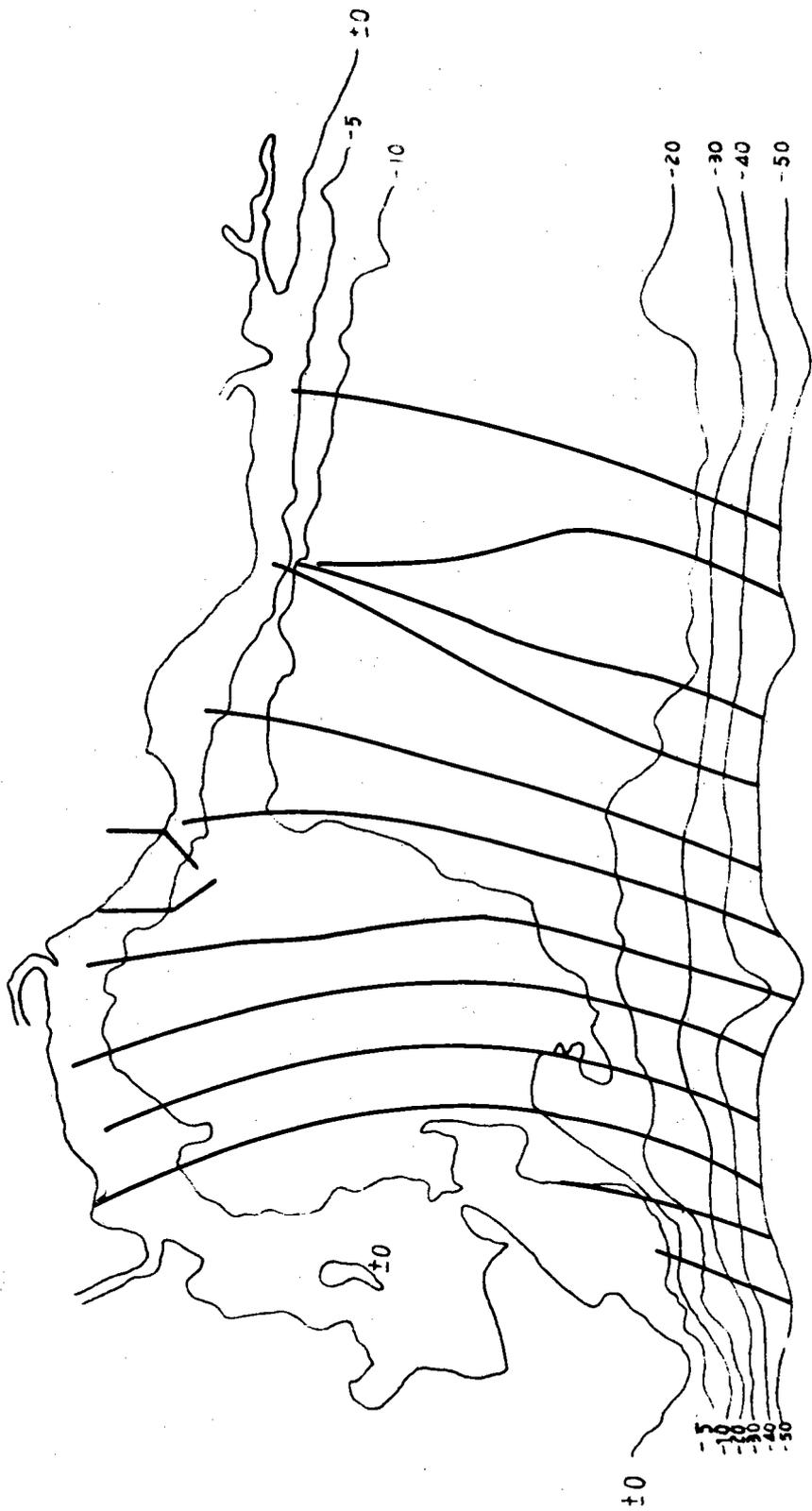


圖7-44 布袋海岸波浪折射圖 波向：WNW 週期：15 Sec

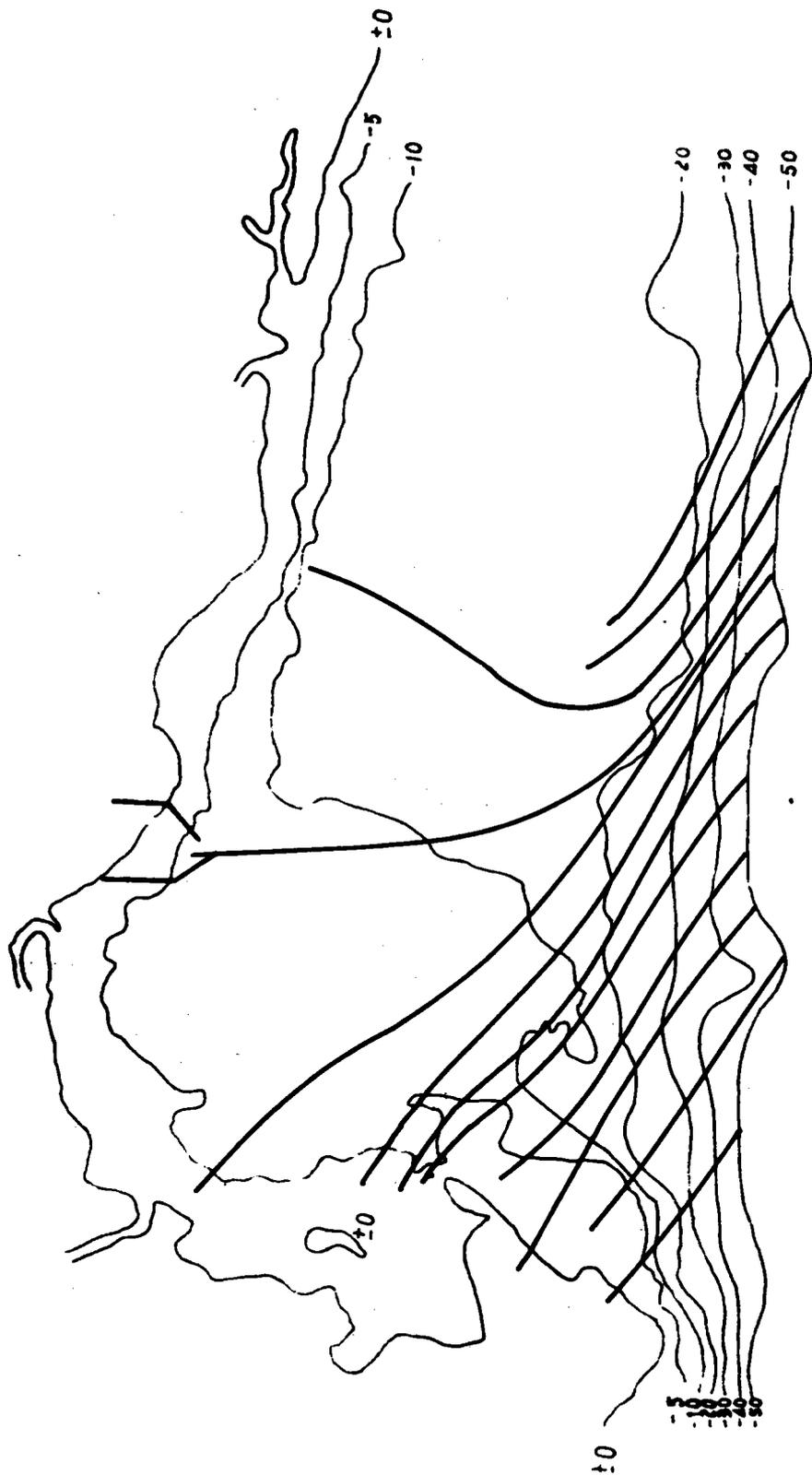


圖7-45 布袋海岸波浪折射圖 波向：SSW 週期：12 Sec



圖7-46 布袋海岸波浪折射圖 波向：NNW 週期：12 Sec

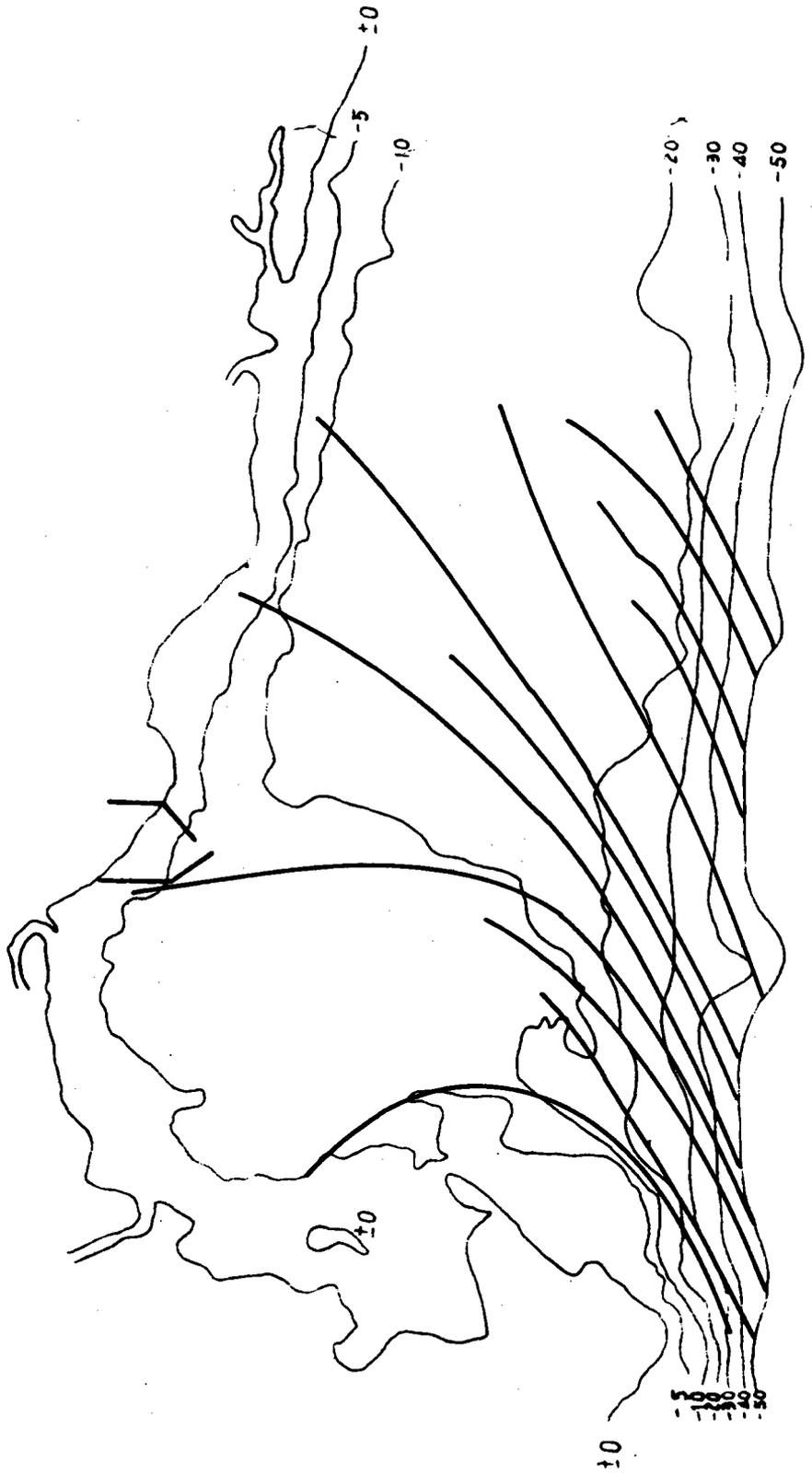


圖7-47 布袋海岸波浪折射圖 波向：NNW 週期：14.5 Sec

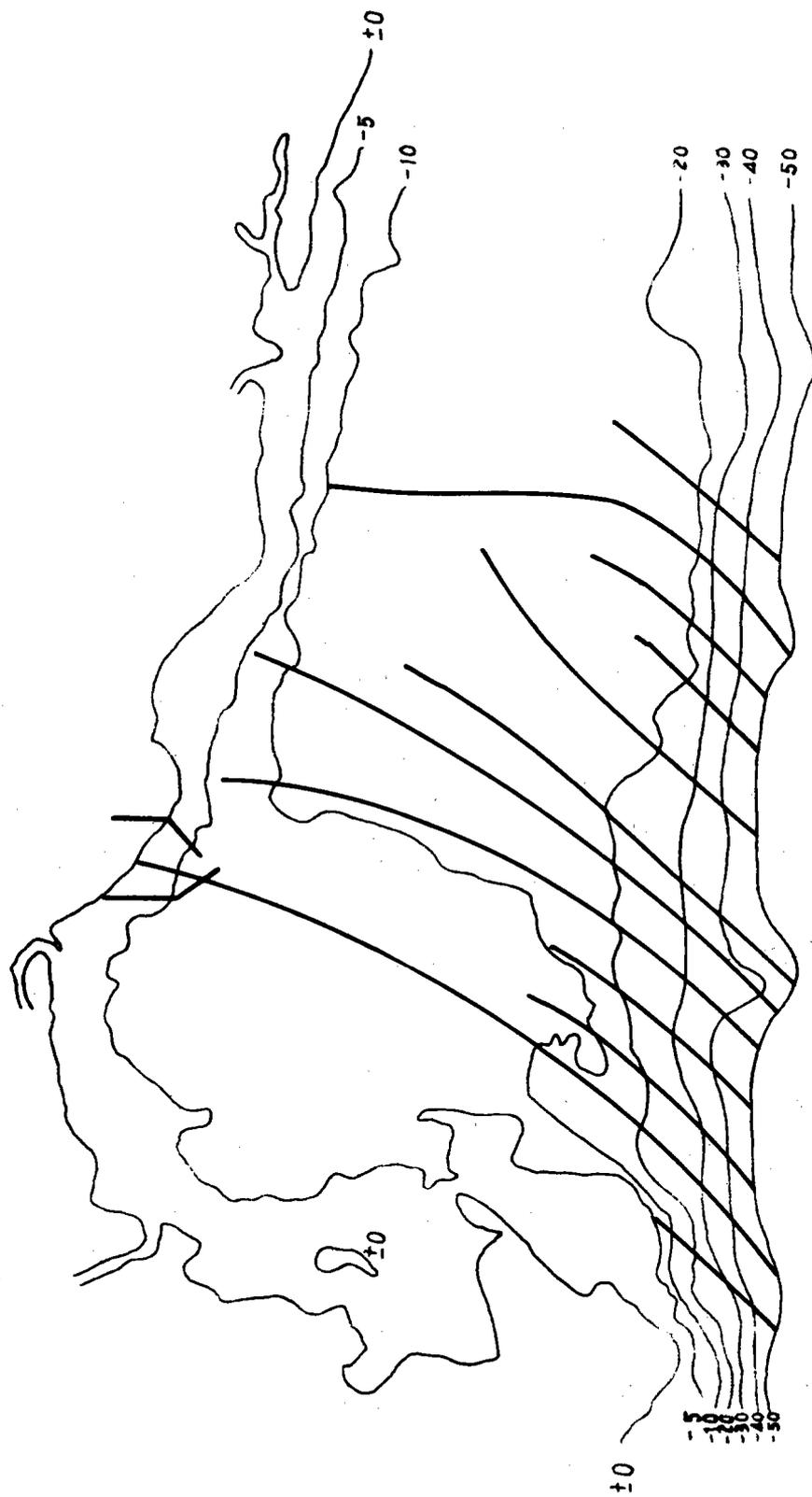


圖7-48 布袋海岸波浪折射圖 波向：NW 週期：15 Sec

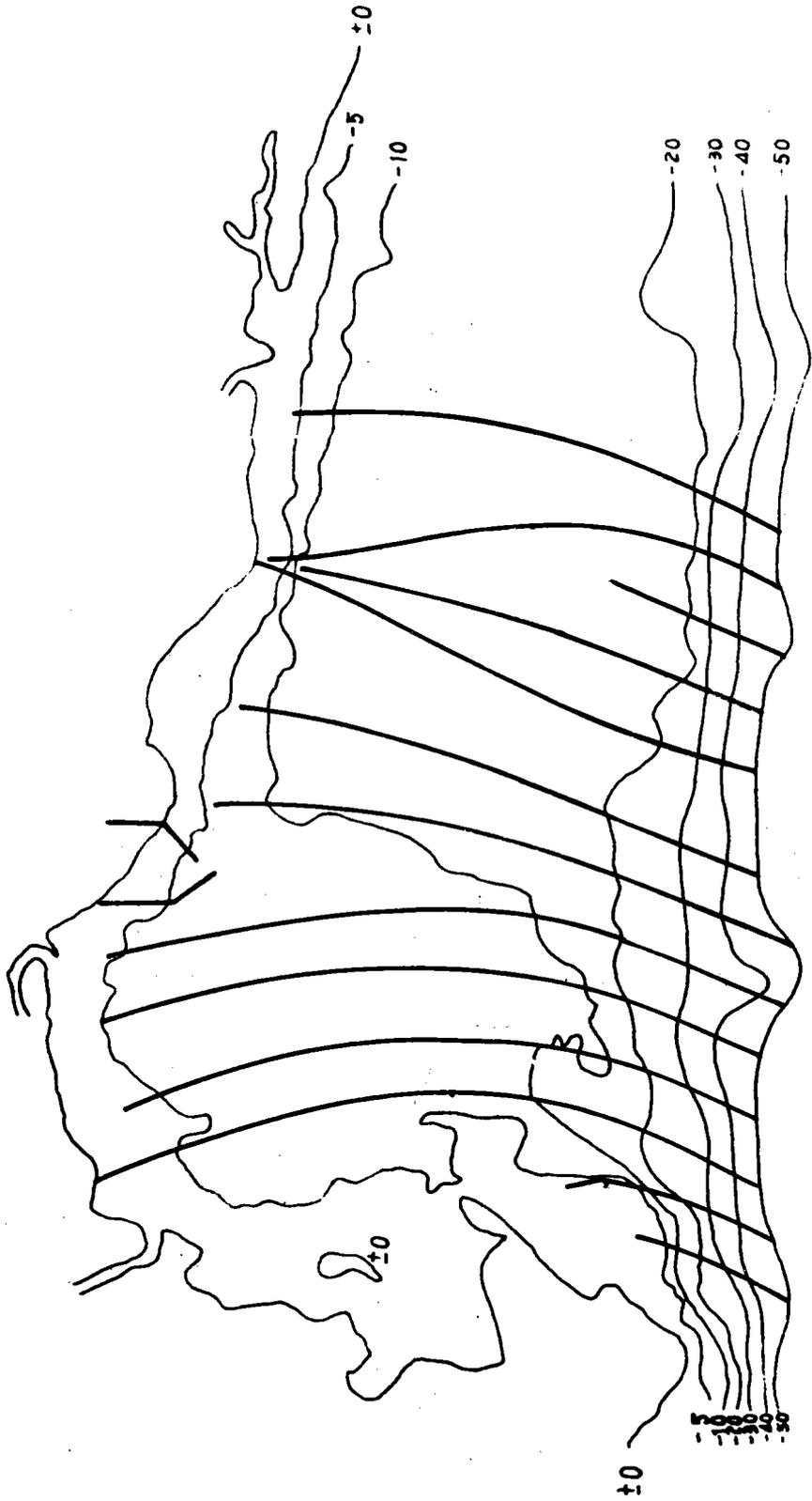


圖7-49 布袋海岸波浪折射圖 波向：WNW 週期：12.5 Sec

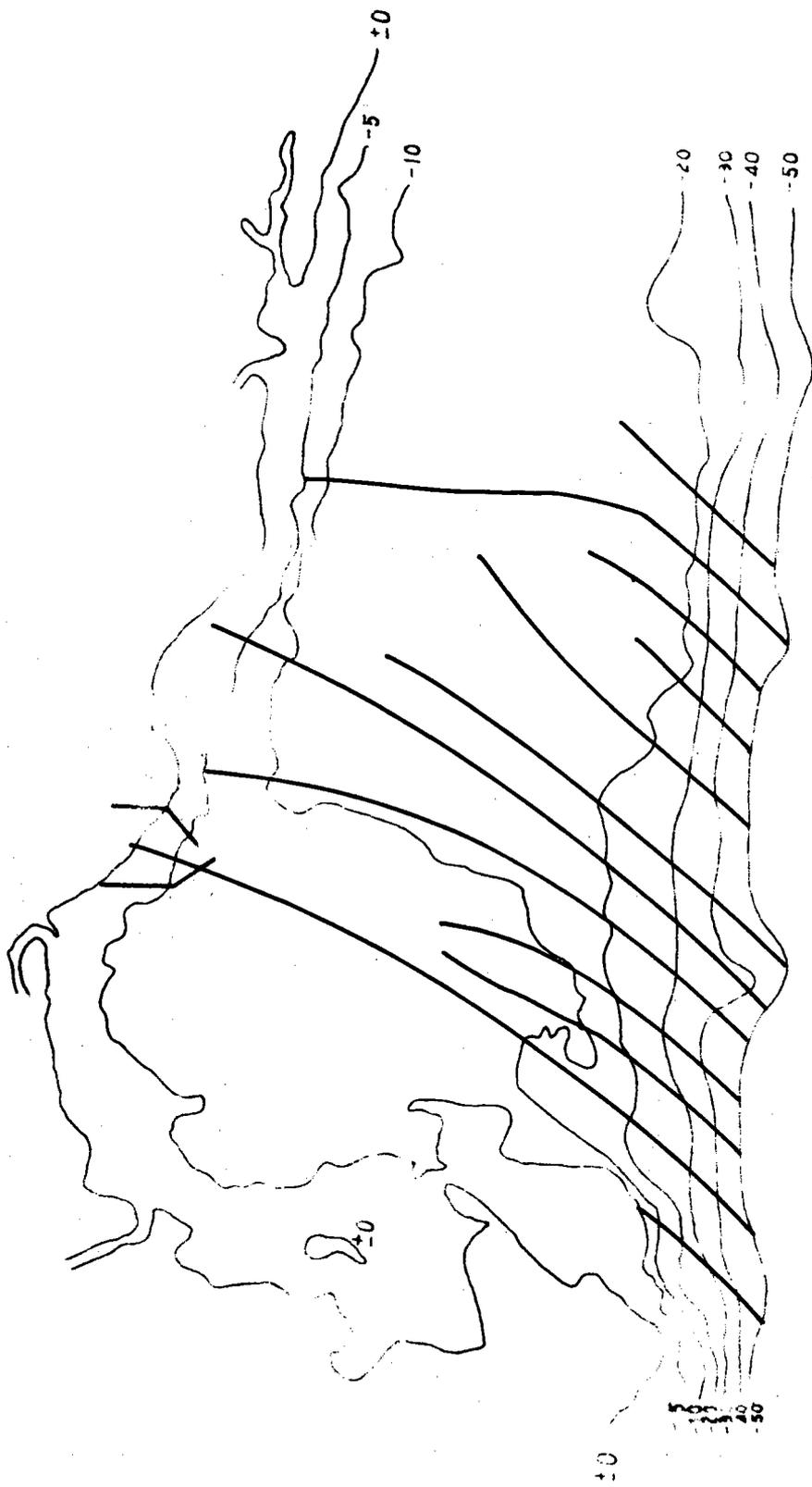


圖7-50 布袋海岸波浪折射圖 波向：NW 週期：14.5 Sec

NW 波向

T=12 SEC

N ←

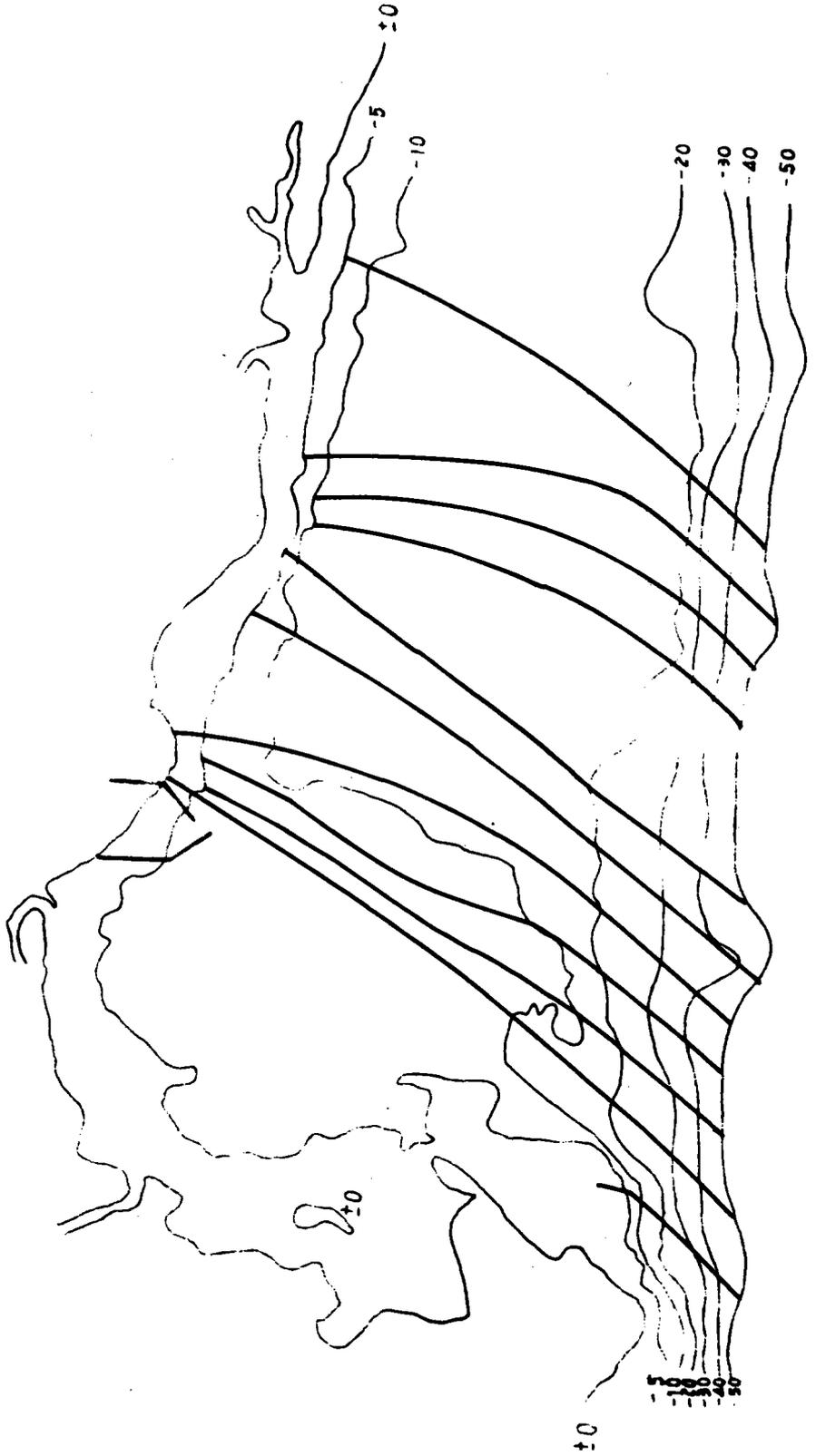


圖7-51 布袋海岸波浪折射圖 波向：NW 週期：12 Sec

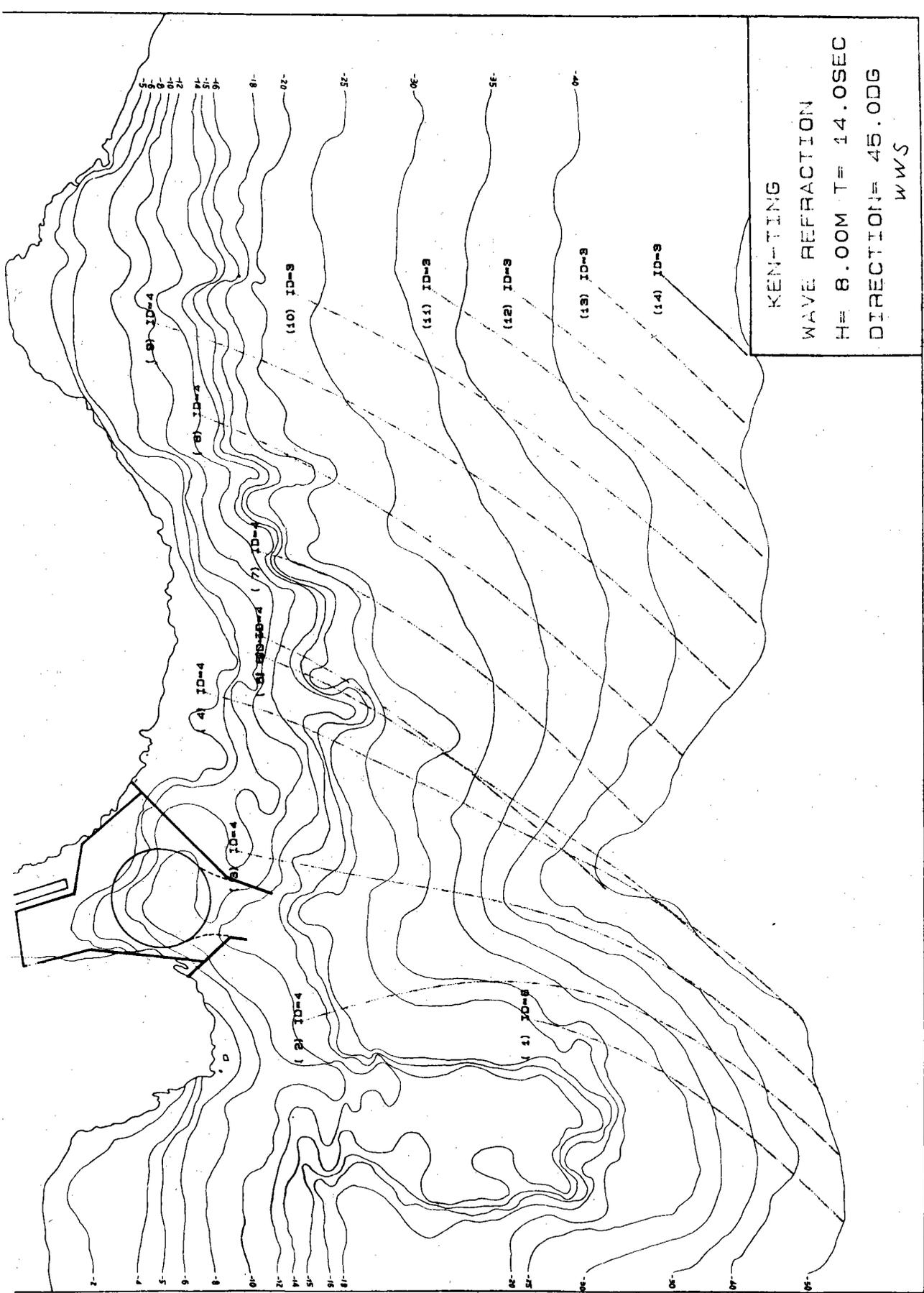
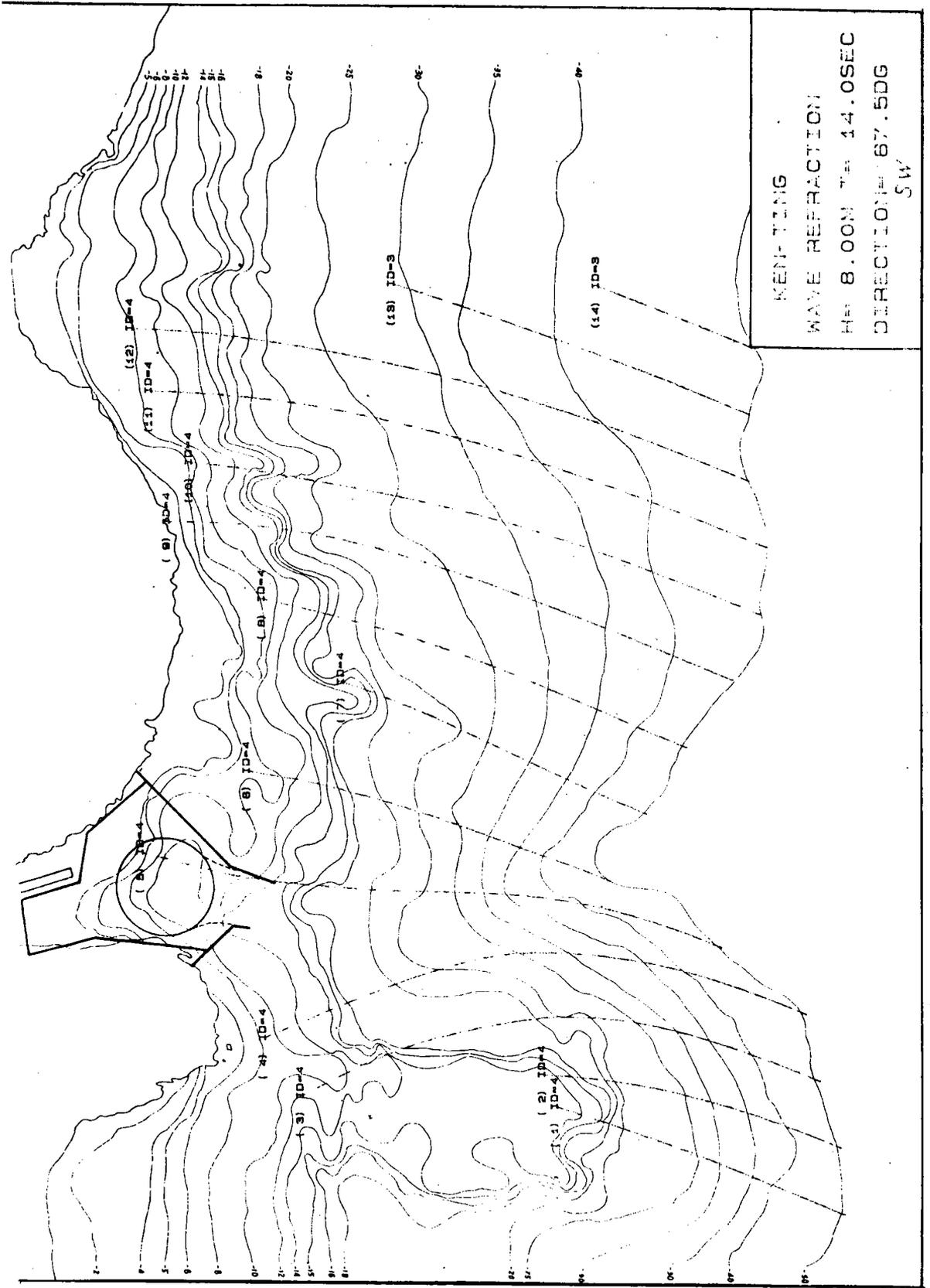
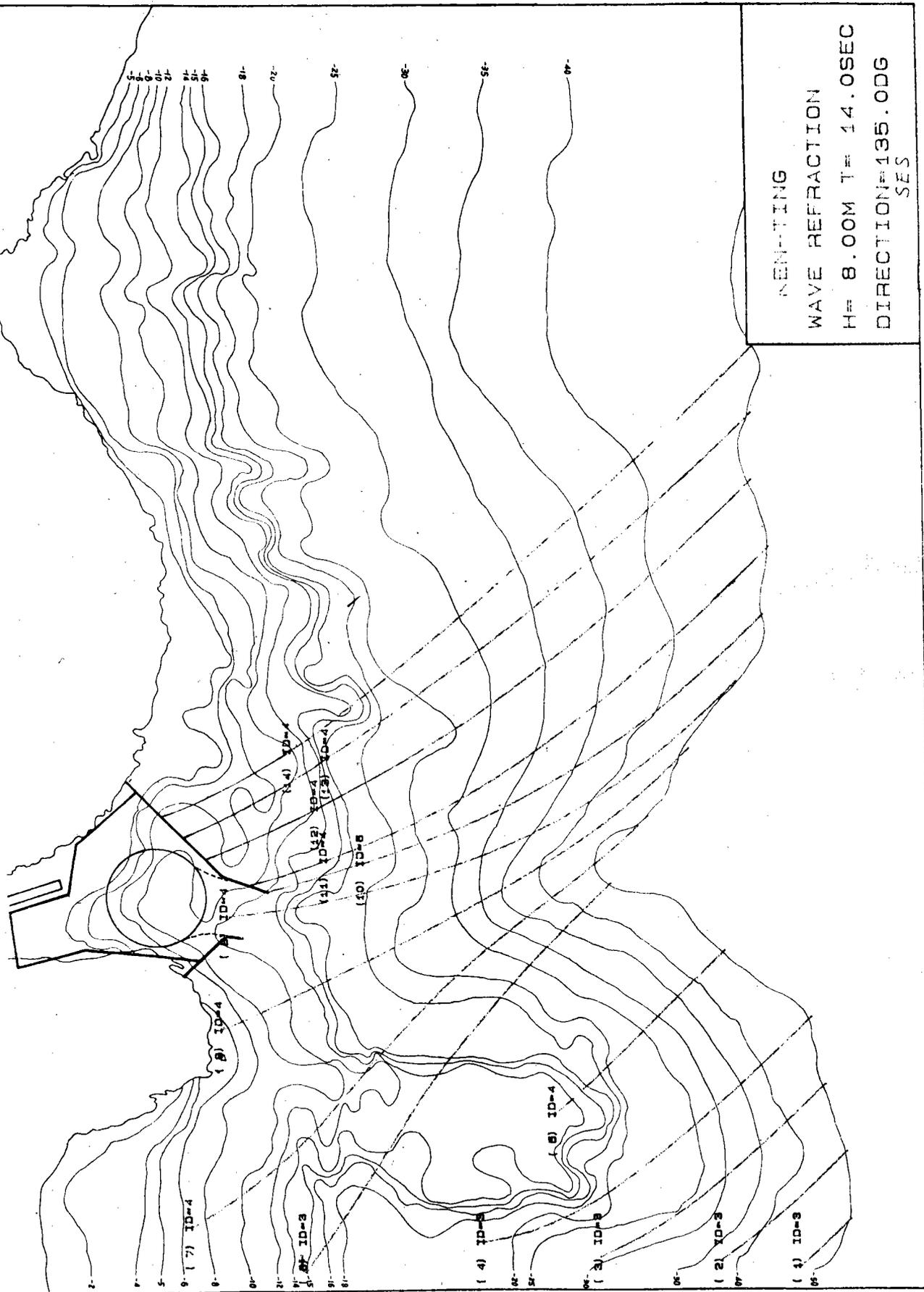


圖7-52 墾丁海岸波浪折射圖



KEN-TING
 WAVE REFRACTION
 H= 8.00M T= 14.0SEC
 DIRECTION= 67.5DG
 SW

圖7-53 墾丁海岸波浪折射圖



NEN-TING
 WAVE REFRACTION
 H= 8.00M T= 14.0SEC
 DIRECTION=135.0DG
 SES

圖7-54 墾丁海岸波浪折射圖

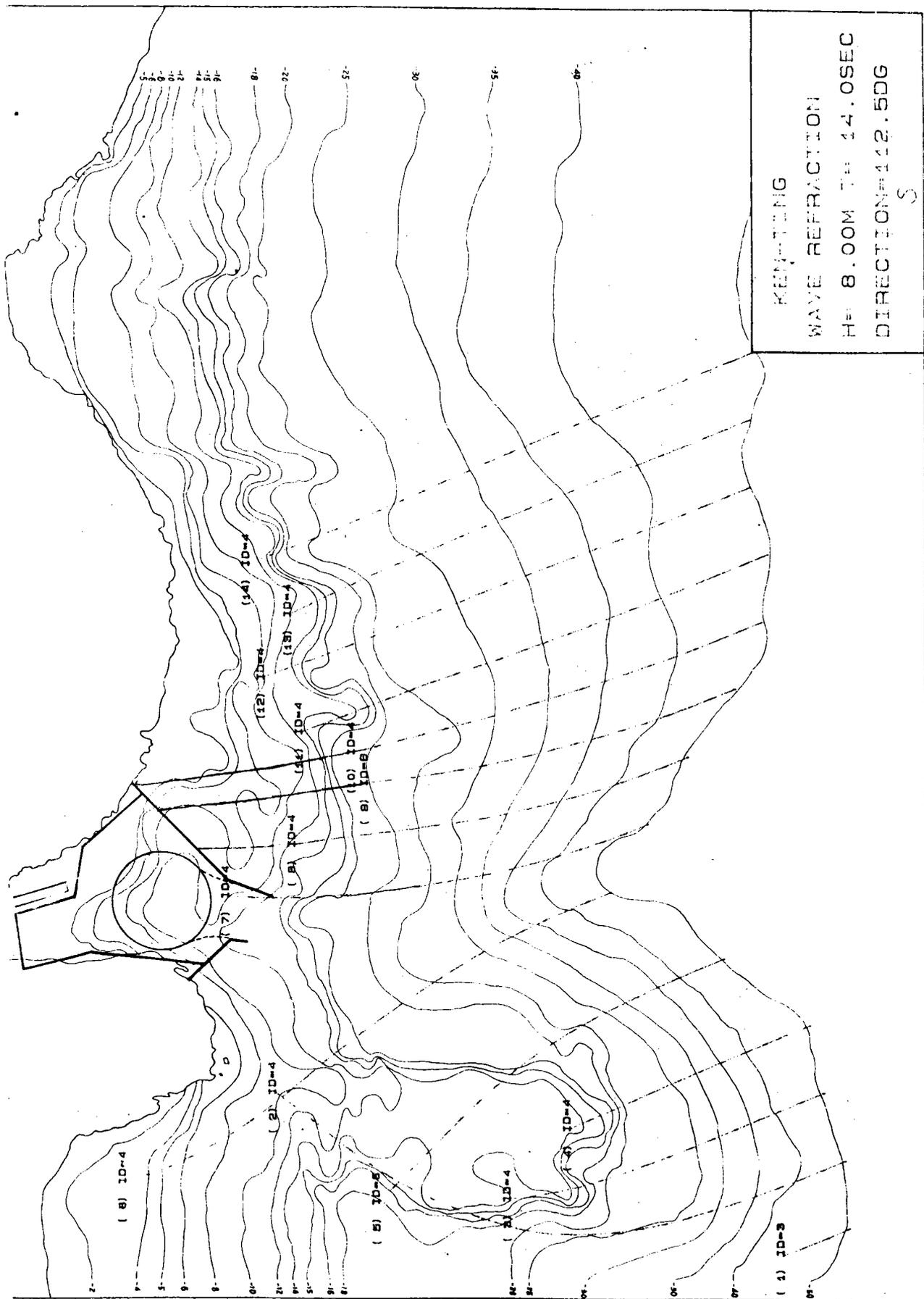
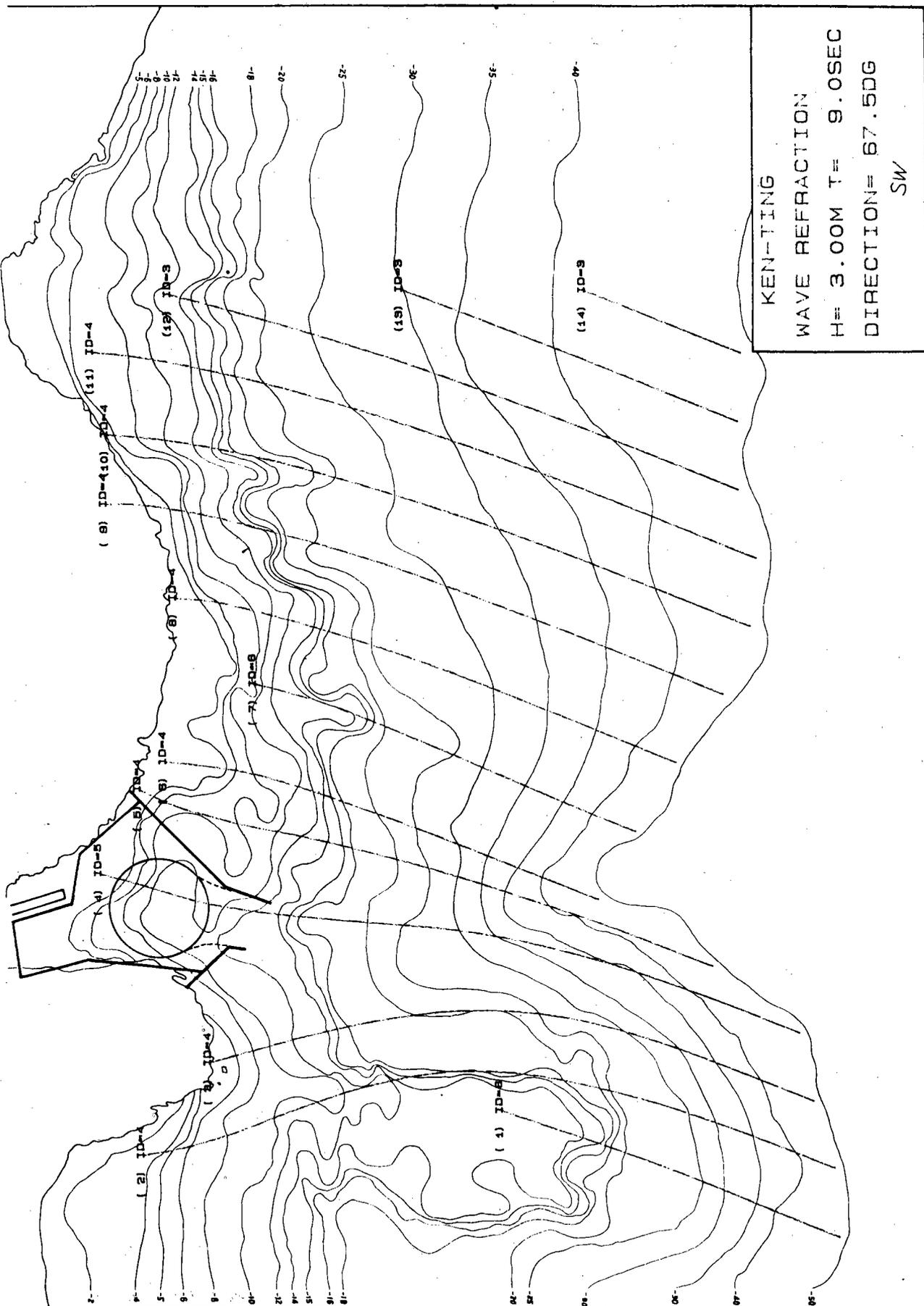


圖7-55 墾丁海岸波浪折射圖



KEN-TING
 WAVE REFRACTION
 H= 3.00M T= 9.0SEC
 DIRECTION= 67.5DG
 SW

圖7-56 墾丁海岸波浪折射圖

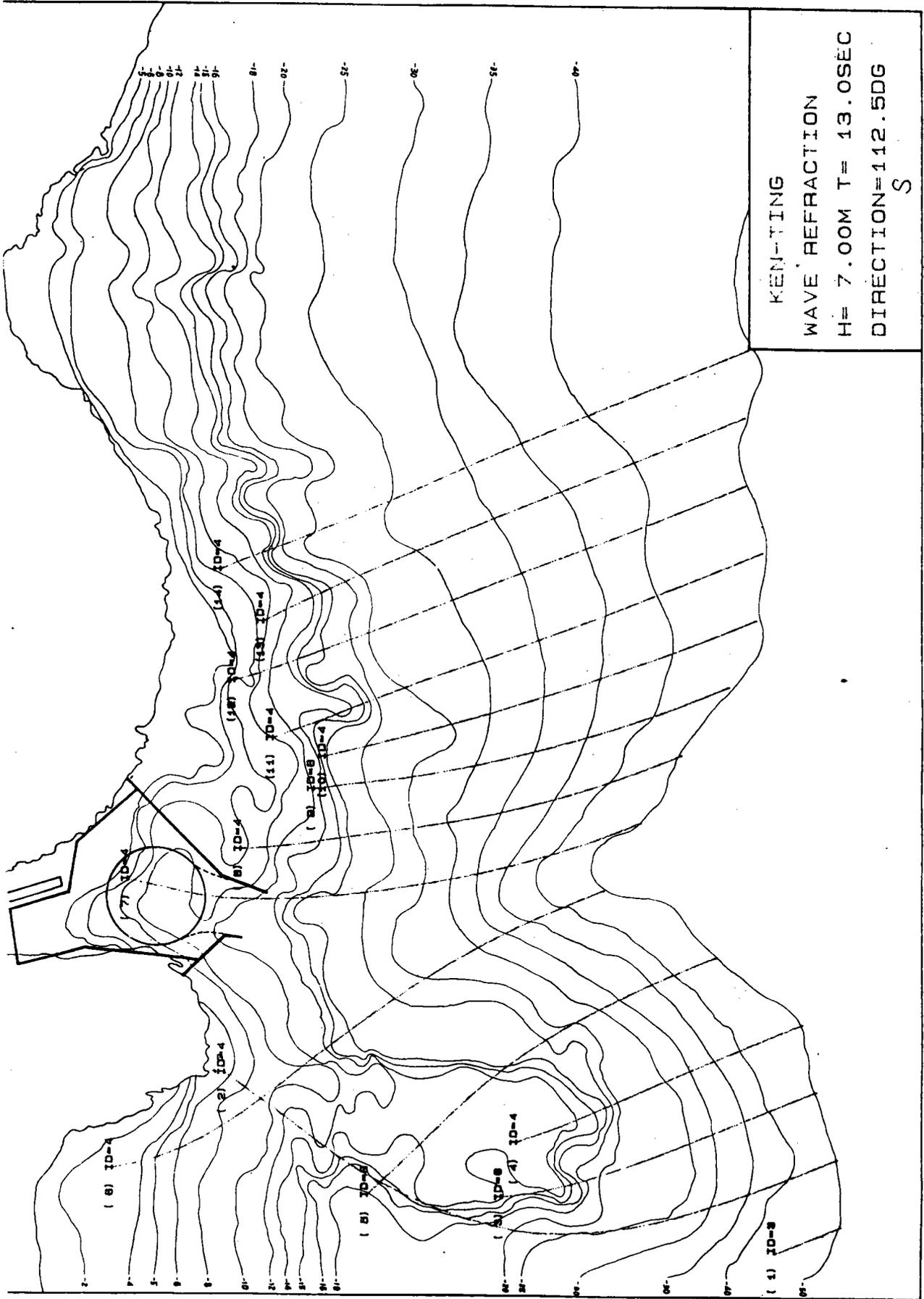
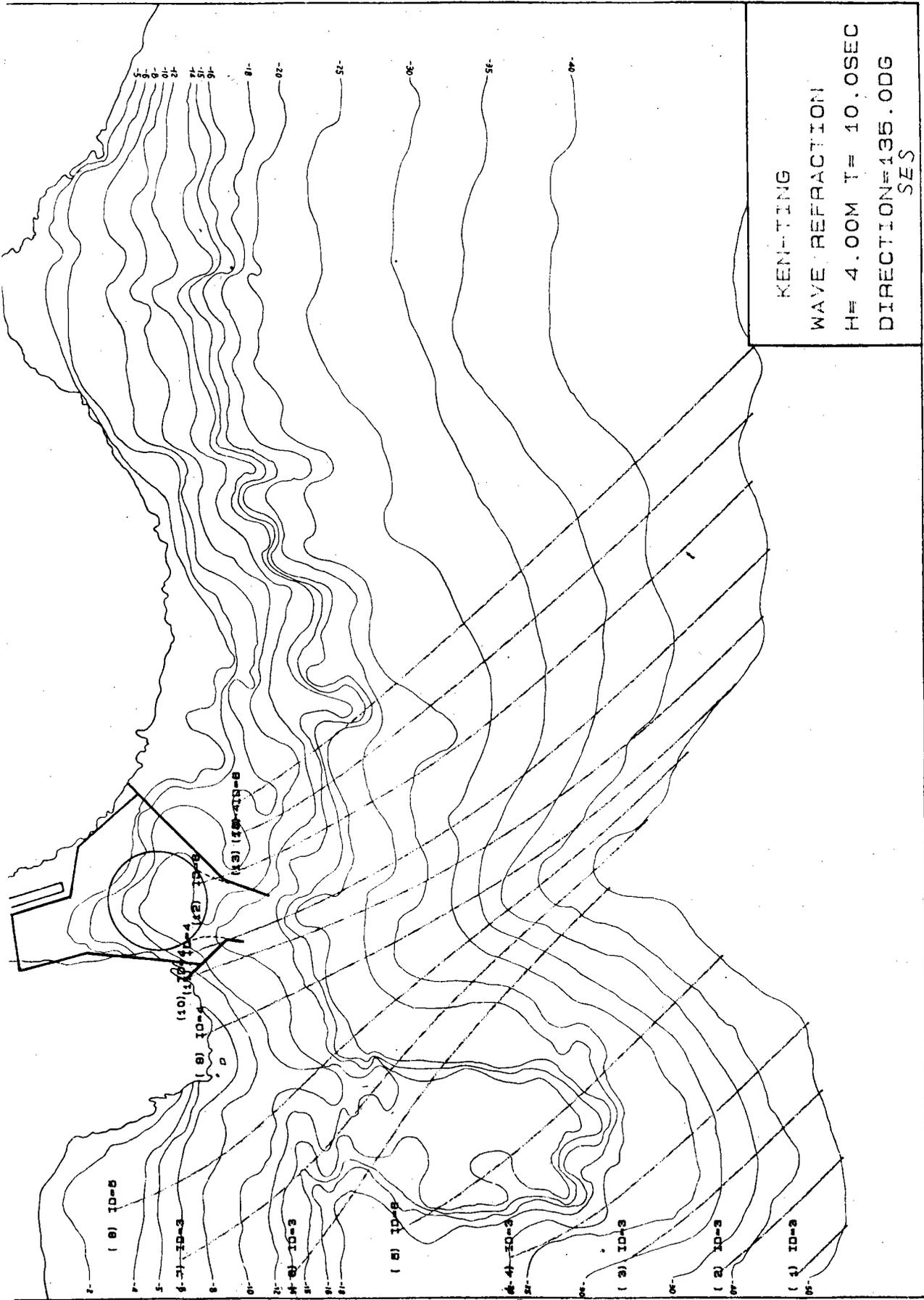


圖7-57 墾丁海岸波浪折射圖



KEN-TING
 WAVE REFRACTION
 H= 4.00M T= 10.0SEC
 DIRECTION=135.0DG
 SES

圖7-58 墾丁海岸波浪折射圖

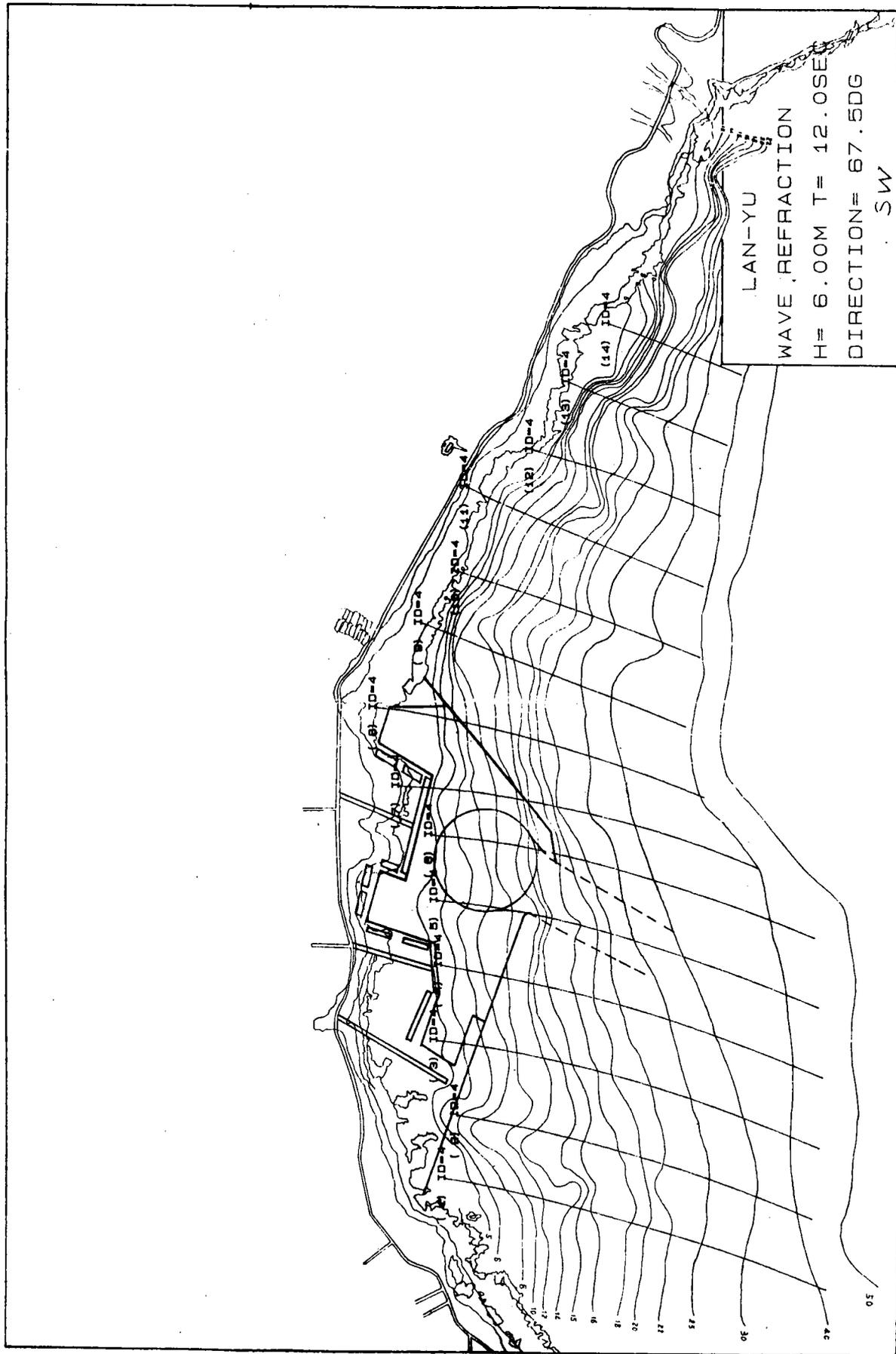
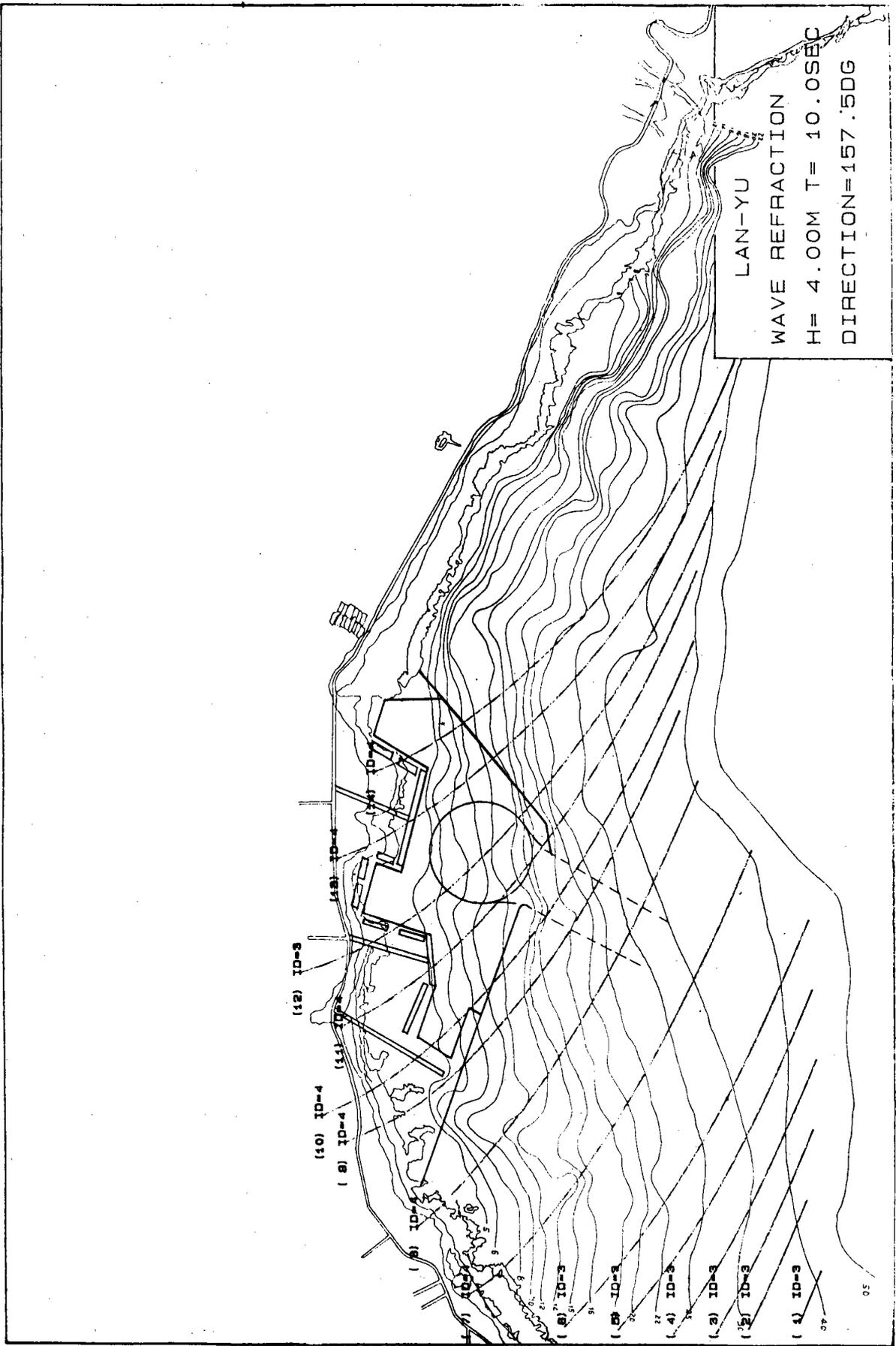


圖7-59 蘭嶼海岸波浪折射圖



LAN-YU
 WAVE REFRACTION
 H= 4.00M T= 10.0SEC
 DIRECTION=157.5DG

圖7-60 蘭嶼海岸波浪折射圖

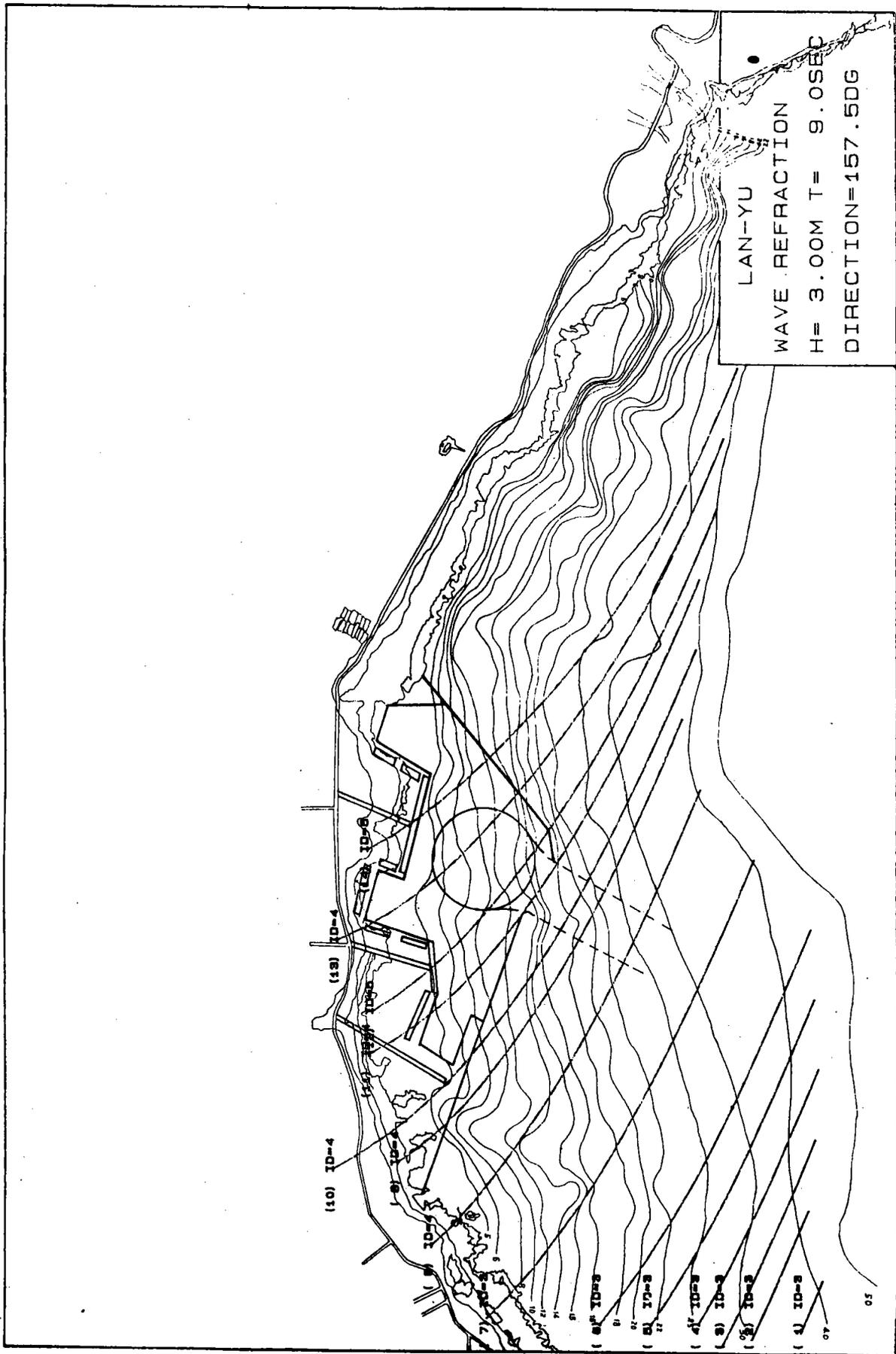


圖7-61 蘭嶼海岸波浪折射圖

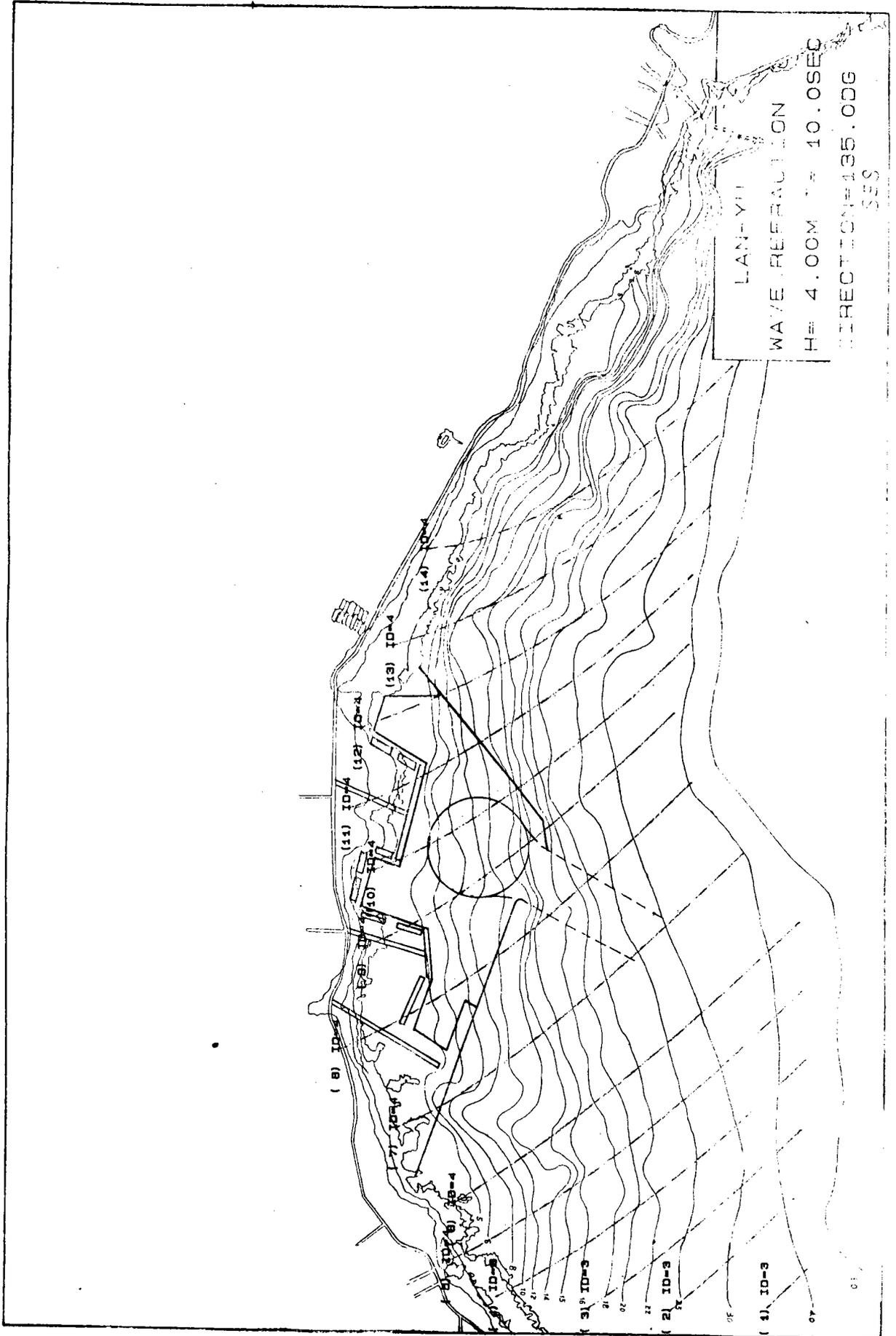


圖7-63 蘭嶼海岸波浪折射圖

八、新闢港埠之設計

8.1 北部港之設計

8.1.1 建港目的

本港址乃針對北部地區貨物流量的需求，而考慮興建的。台灣地區輕工業係集中在台北、桃園、新竹三縣三角地帶。大部份出口及一部份進口集中在基隆港，但基隆港已達飽和，兼受地形限制，故北方港除作環島航運港外，并作國際港考慮及設計。

8.1.2 港口方向、寬度及水深

爲求本港對外海波浪之遮蔽，港口方向朝西稍偏南，港口淨寬定爲300公尺，港口及進口航道水深，則至低潮下-11m。

8.1.3 外廓堤防配置

北防波堤以N70°W方向，約與等深線垂向外海伸展1,200公尺，約達-12m水深處，俾能有效攔截由北向南之漂沙折向西48°後，再向外海延伸750m至約-15m水深處。長度計爲1,950公尺。

南防波堤以N60°W方向與等深線垂直向外海伸至外海約-8.5m水深處，長度爲840公尺，再向北折56°，延伸820公尺至-14m水深處。長度計爲1,660公尺。

8.1.4 迴旋池、船泊渠及碼頭岸線

迴旋池直徑爲950公尺，水深爲-11m，深水碼頭（-11m深）之碼頭長度爲1,400公尺，淺水碼頭（-7m深）之碼頭長度爲2,350公尺。本港之規劃佈置圖如圖8-1所示。外廓堤防之斷面設計則如圖8-2至圖8-8所示。

8.1.5 北部港碼頭設計條件

- (1)計劃水深：
 - 11公尺
 - 7公尺
- (2)碼頭高度：
 - +4.5公尺

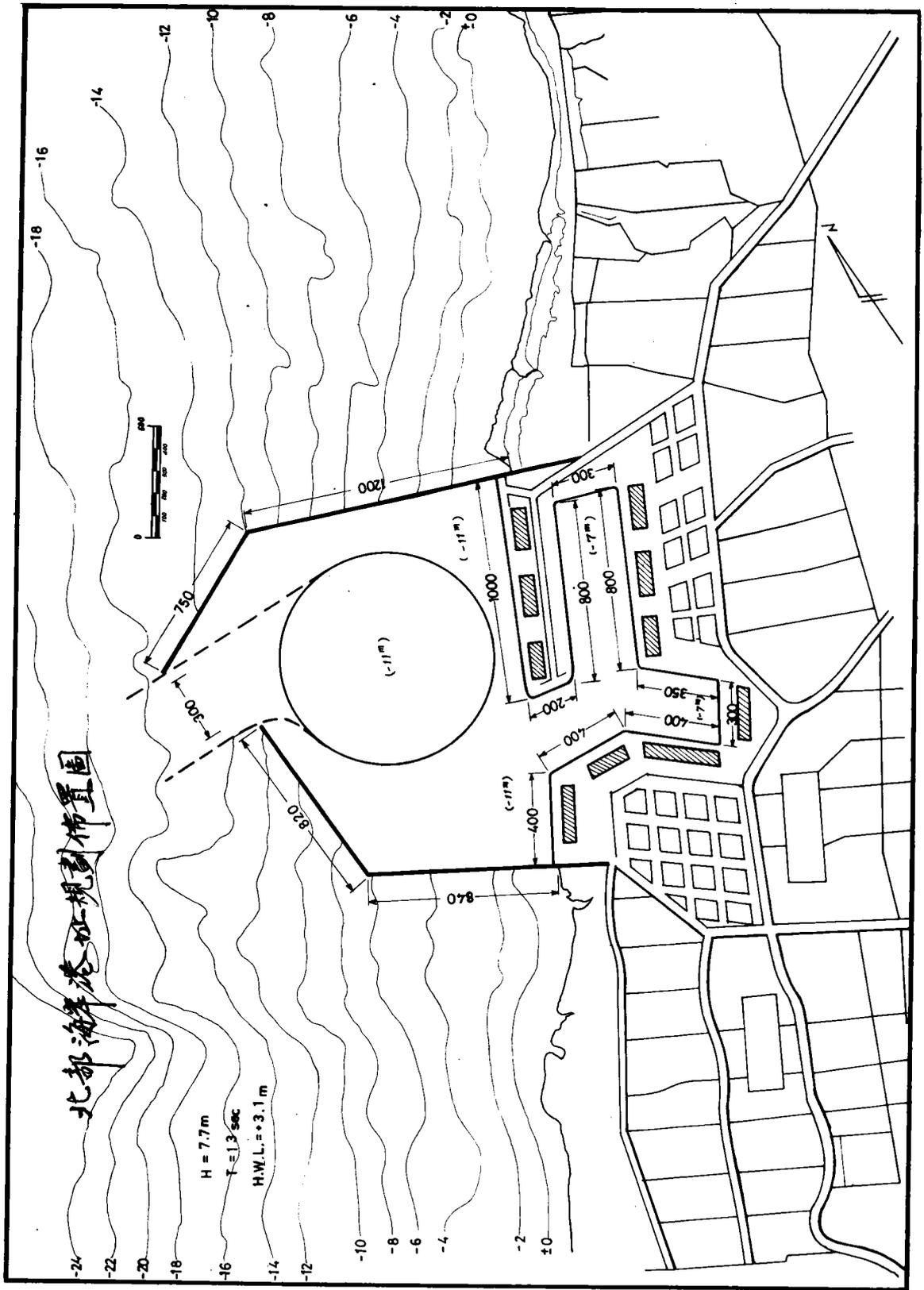


圖8-1 北部海岸港址規劃佈置圖

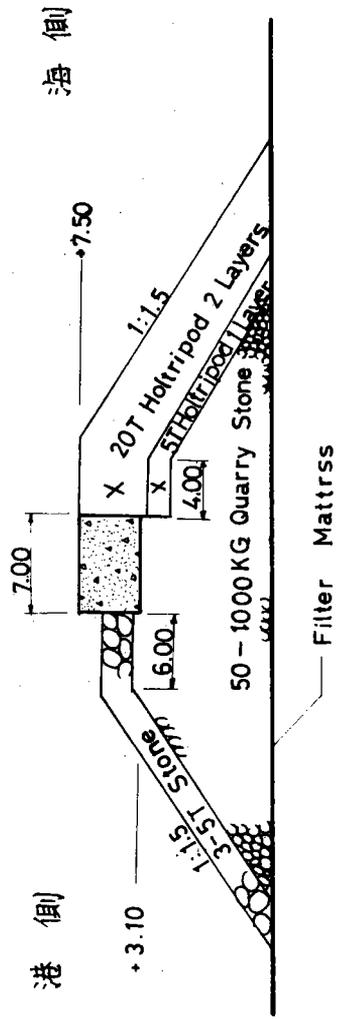


圖8-2 北部海岸水深6M以下南，北防波堤斷面標準圖

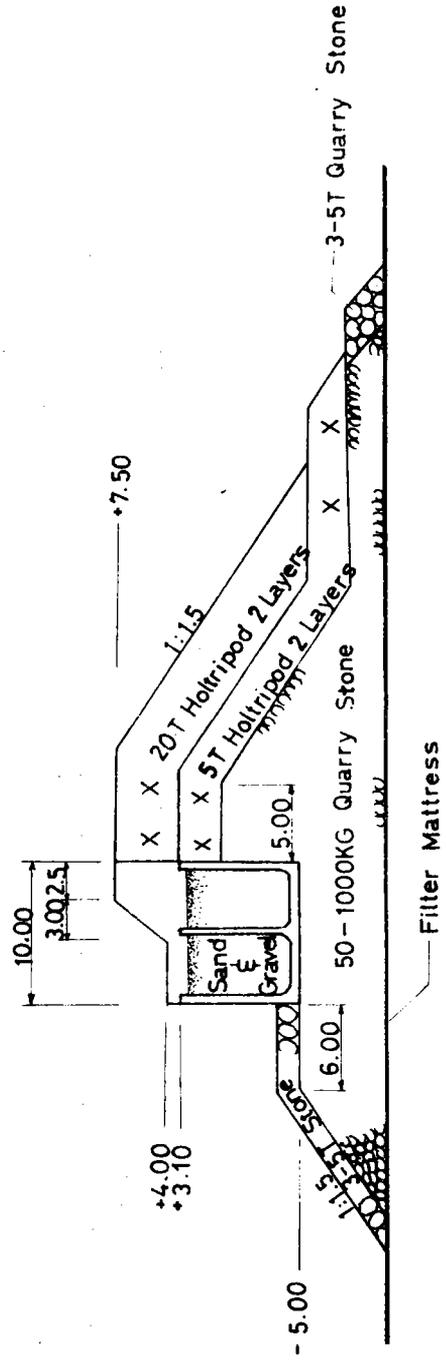


圖8-3 北部海岸水深6~11M北防波堤斷面標準圖

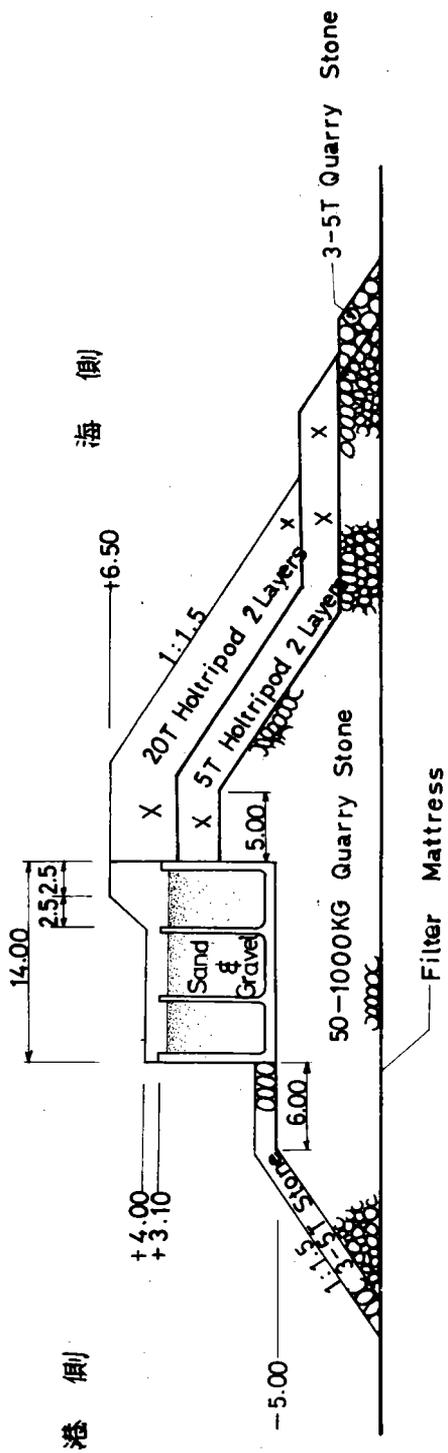


圖8-4 北部海岸水深6~13M南防波堤斷面標準圖

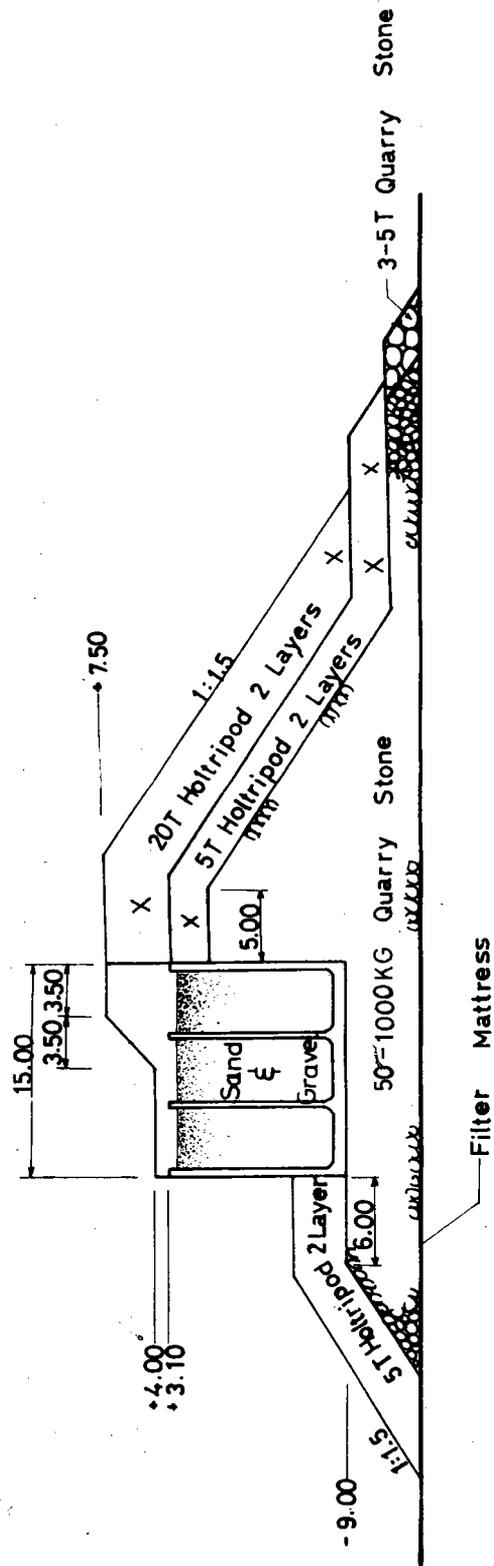


圖8-5 北部海岸水深11~14M北防波堤斷面標準圖

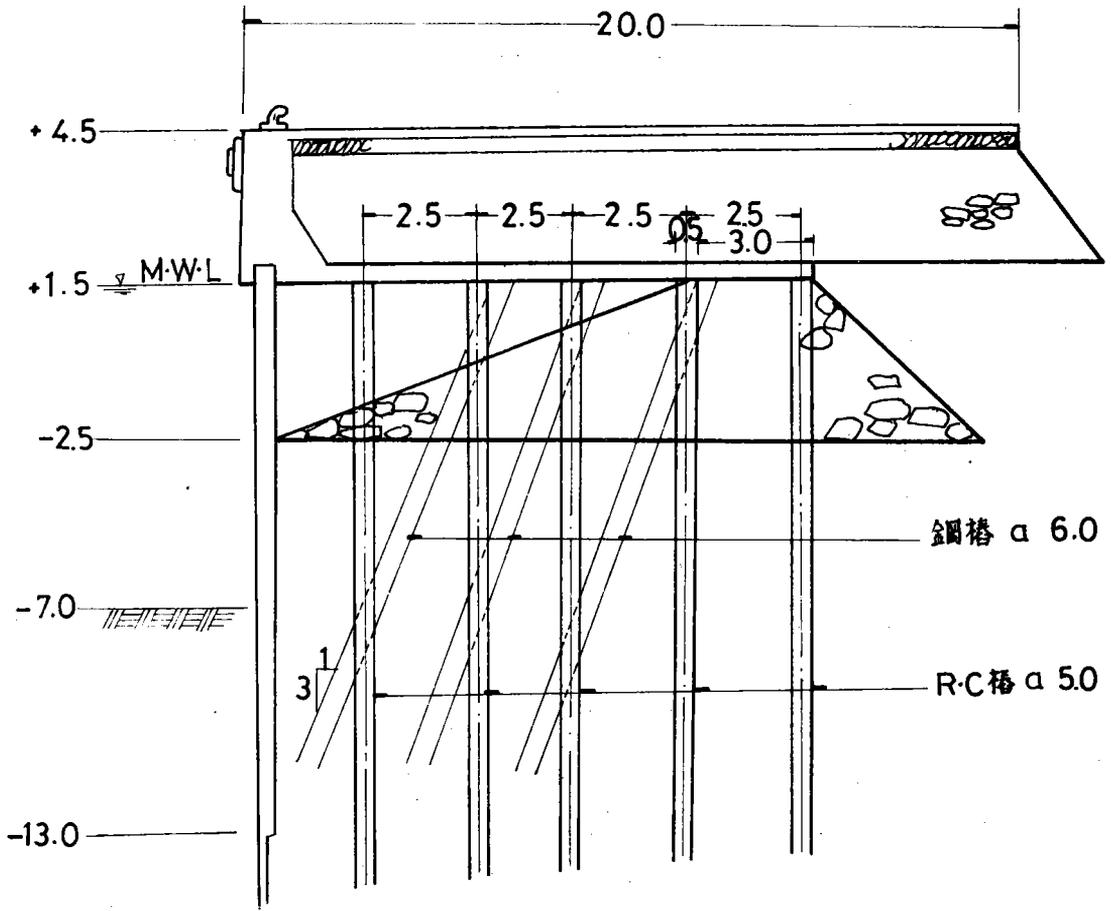


圖8-6 北部海岸碼頭斷面圖 S : 1/200單位 : M

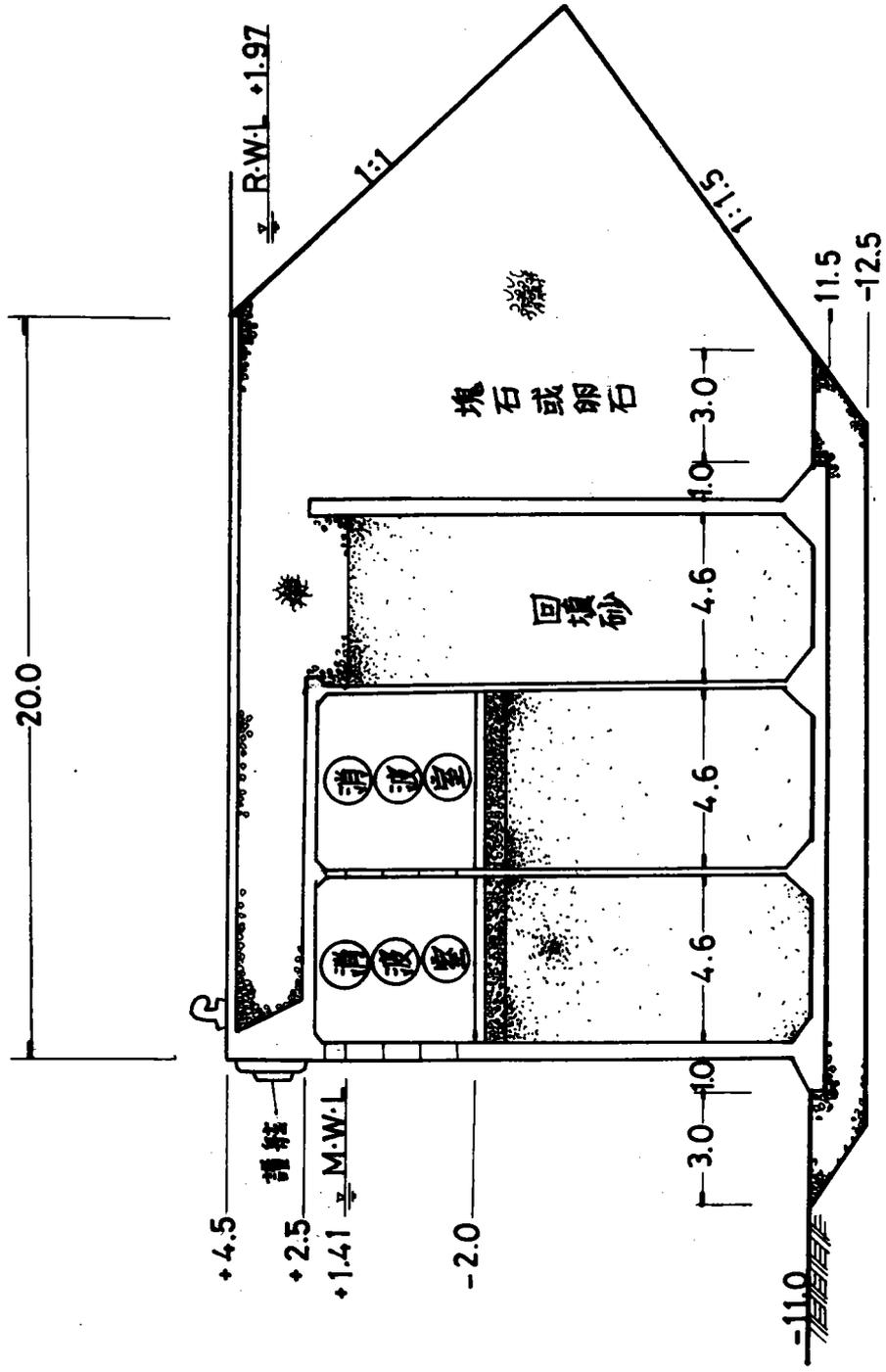


圖8-7 北部海岸碼頭斷面圖 (15×20×13.5) S : 1/200單位 : M

表8-1 北部海岸港工程費概估表

I 外廓南北防波堤	單位	單價	數量	總價
	M		3610.00	2,196,850,000.00
1. 北防波堤	"		1950.00	1,240,750,000.00
(1) 0 ^K ~0 ^K +80 ^M	"	425,000.00 (含消波堤)	800.00	340,000,000.00
(2) 0 ^K +800 ^M ~1 ^K +150 ^M	"	645,000.00	350.00	225,750,000.00
(3) 11 ^K +50 ^M ~1 ^K +650 ^M	"	780,000.00	500.00	390,000,000.00
(4) 1 ^K +650 ^M ~1 ^K +950 ^M	"	950,000.00	300.00	285,000,000.00
2. 南防波堤	"		1,660.00	956,100,000.00
(1) 0 ^K ~0 ^K +840 ^M	"	425,000.00	840.00	357,000,000.00
(2) 0 ^K +840 ^M ~1 ^K +140 ^M	"	645,000.00	300.00	190,500,000.00
(3) 1 ^K +140 ^M ~1 ^K +660 ^M	"	780,000.00	520.00	405,600,000.00
II 碼頭工程			3,750.00	1,956,800,000.00
1. -11m 碼頭	"	550,000.00	1,400.00	770,000,000.00
2. -7m 碼頭	"	33,000.00	3,450.00	1,138,500,000.00
3. 其他設施 (曲柱、給水設施、護岸碰墊等)				48,300,000.00
III 航道, 廻船池及港池浚渫	M ³	900.00	1,720,000.00	1,548,000,000.00
VI 碼頭後線回填	M ³	90.00	6,200,000.00	558,000,000.00
				6,259,650,000.00

(3)岸肩寬度： 20公尺

(4) 潮 位：

$$H.W.L. = +3.10m$$

$$M.W.L. = +1.41m$$

$$L.W.L. = -0.28m$$

(5)地 質：

根據民國70年9月27至70年9月26日交通部運委會委託成功大學辦理，桃園北部港址基地地質開挖及試驗結果。

①表面 (0~0.8m) 覆蓋一層灰色細砂 (SP)

②表面1公尺至3公尺為優良級配的礫石層 (GW)

(6)殘留水位：

$$(3.10+0.28) \times \frac{2}{3} - 0.28 = +1.97m$$

本港碼頭設計斷面-11m水深者，如圖8—6所示，-7m水深者，如圖8—7所示，均為消波式碼頭。

8.2 布袋港之設計

8.2.1 建港目的

嘉義縣位於嘉、雲、南中心地帶，布袋港址位於中心地帶尖端，但工業發展落後，商業因亦不甚發達，塩產甚豐，但無經濟之運輸系統為之配合，雖有寬廣之腹地及大量農產，但刺激力不足，致成為台灣較落後地區。

布袋港址，位處北緯 23°25'，東經120°07'30"西南方有一狹長之外傘頂洲與雲林之海岸相連接，形成天然屏障，以該處現有基礎及地理條件與腹地經濟，乃考慮作為環島航運系統之中間站，并可望發展為一中型商港，使成為嘉南平原散裝穀類外銷東南亞東北亞，肥料進口之主要吞吐商港。

8.2.2 布袋港綱要計劃配置

1.堤防規劃設計

綱要計劃配置如圖8—8所示，北防波堤2,485公尺，北海堤580公尺，北防波堤向西

延伸1,600公尺，南防波堤向 W15° N 延伸1,400公尺後，折向 N20° W 方向延伸1,050公尺。

淺水部份(-6.0m以下)海堤及防波堤均採用施工法單純之拋石堤 (Rubble Mound Type)，北防波堤堤頭-7 m部份採用沉箱式合成堤 (Caisson Composite Type)，堤防外海側拋放三角空心鼎型消波塊，堤防斷面如圖8—9至圖8—11所示。

2. 港口、航道

港口寬度 300公尺，開口朝向 N20° W，擬定航道水深-9 m以容納 10,000 DWT至 20,000 DWT 之貨輪進出為原則，港內有一直徑800公尺之迴旋池，浚深至低潮下9公尺。

8.2.3 碼頭規劃設計

碼頭需有足夠水深，使船舶操縱停靠作業之吃水足敷有餘。計劃中之布袋新港碼頭工程部份，包括興建水深-9m之深水碼頭1,250公尺，水深-7m之碼頭1,940公尺。

設計條件

(1)計劃水深：-9公尺

-7公尺

(2)岸肩高度：+3.68公尺

(3)岸肩寬度：15至20公尺

(4)現有地形：-2.5至-5.0公尺

(5)船舶：噸位：水深-9公尺 10,000至20,000DWT.

水深-7公尺 5,000至10,000DWT.

靠岸速度：20cm/sec

(6)潮位：

根據以往觀測資料如下：

最高潮位： +1.68 m

平均高潮位： +0.98 m

平均低潮位： -0.18 m

平均潮位： -0.01 m

暴潮位： +2.10 m

(7)地質：

根據民國70年10月7日至70年10月11日運委會委託成大辦理之嘉義市布袋港基地土壤鑽探工作及土壤試驗。地層可分為：

①上層0至6公尺為灰色細砂層 (SM) 承载力0.5至1.4ton/ft²

②中層7至15公尺為灰色泥質壤土層 (ML) 承载力1.0至1.44ton/ft²

③下層15公尺以下為低塑性泥質土層 (CL) ，單位體積重量約1.8ton/m³ ，設計時 $\phi = 30^\circ$ ， $\gamma' = 1.0\text{ton/m}^3$ 。

(8)碼頭型式之選定

深水碼頭採用15尺寬沉箱式設計，較為穩定經濟。面對港口碼頭採用具有消波性能之棧橋式碼頭為佳。港內受波浪作用之影響不大，採施工方便之方塊式碼頭。棧橋式碼頭可浚渫至需要水深。標準斷面則如圖8—12與圖8—13所示，另面對港口之棧橋碼頭斷面則如圖8—14。

8.3 墾丁港之設計

8.3.1 建港目的

墾丁原未有港，選定建港地點，位於屏東縣貓鼻頭與鵝鑾鼻之間，墾丁公園下端海灣處。東為大員山，南面為台灣海峽與巴士海峽交匯處，港址位置為東經120°47'54"，北緯21°56'21"。根據觀光局統計，近年墾丁地區每年觀光人數達一百二十餘萬人，每日平均約三千三百人。如在墾丁公園下關一通蘭嶼、綠島離島之觀光航線，不僅使此原不相連之觀光區域，因連結而發展，並可使在巴士海峽中之國土，因而繁榮充實。

8.3.2 本港之地理條件及海氣象

本港天然形勢隱蔽，無漂沙侵襲。根據距墾丁約10公里恆春氣象紀錄，每年十月至翌年五月，季節風風向為NE，六月至九月，風向為NW至SW之間。月雨量為133mm至228mm。颱風通過時曾產生深海示性波高8.0公尺，週期14秒。因本港地勢隱蔽，抵港口波高約3公尺左右。

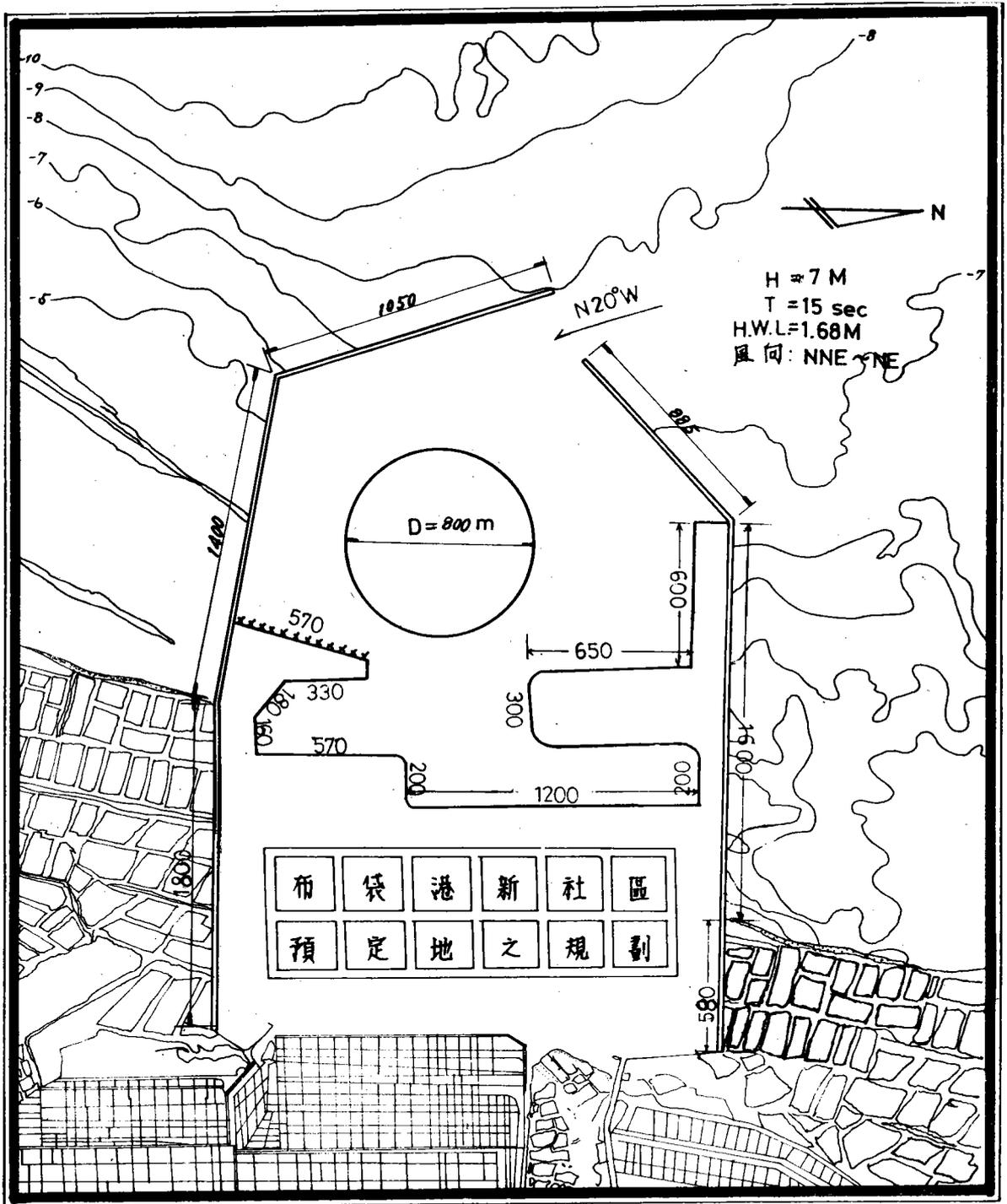


圖8-8 布袋港初步佈置簡要圖

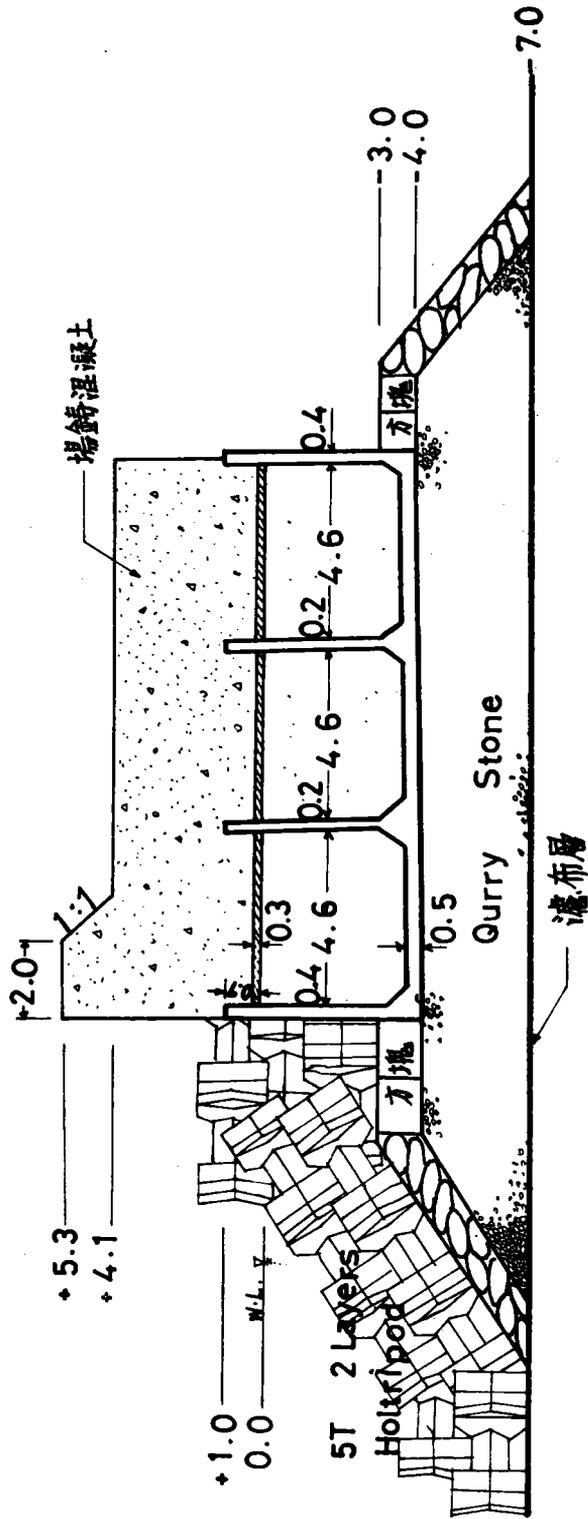


圖8-9 北防波堤堤頭斷面圖 單位：m

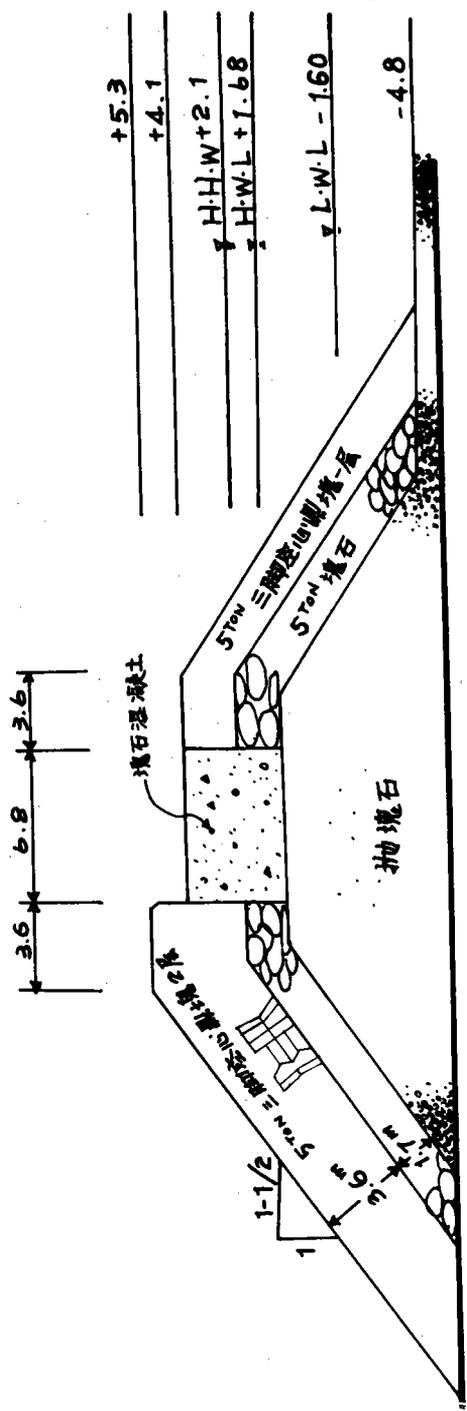


圖8-10 - 5m防波堤斷面圖 S : 1/200

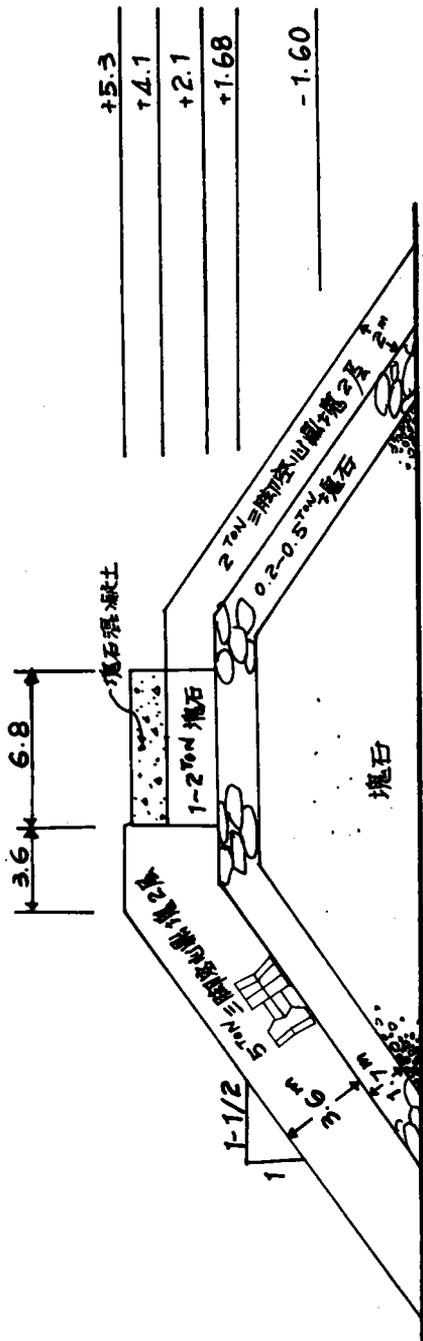


圖8-11 - 4m ~ 0m 斷面圖 S : 1/200

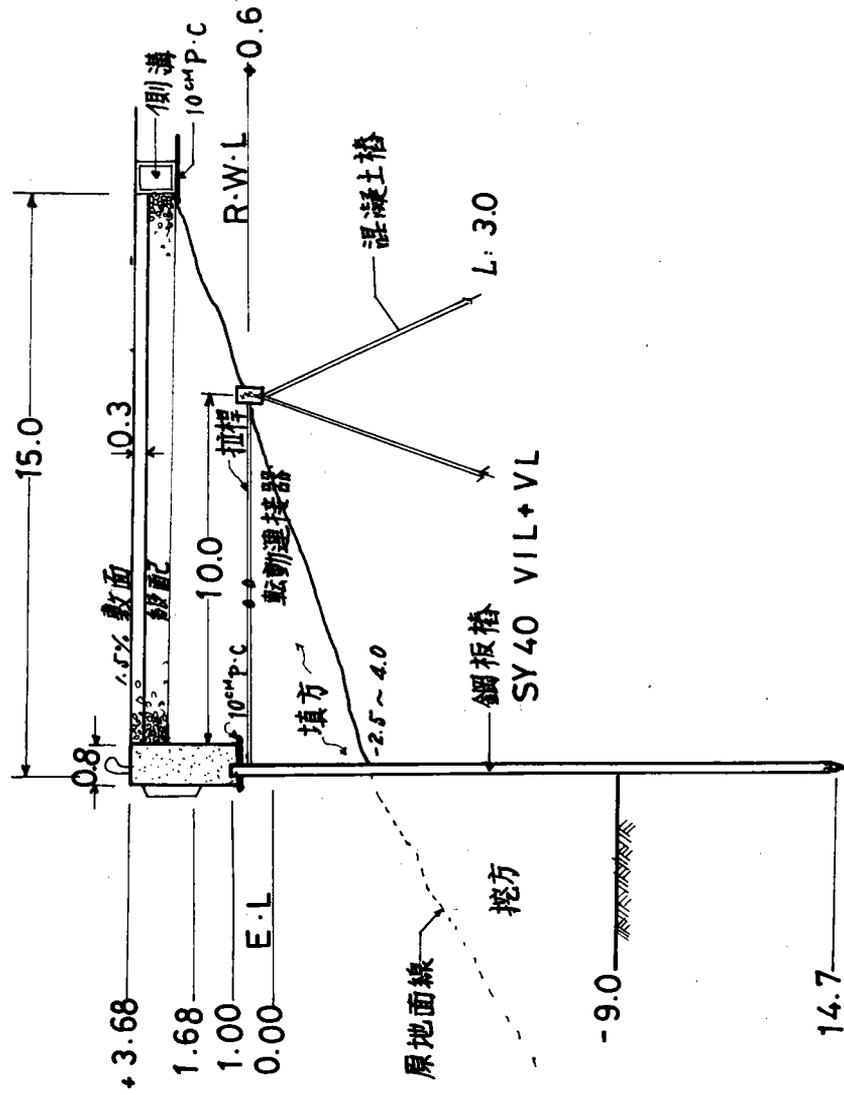


圖8-12 板樁碼頭標準斷面圖

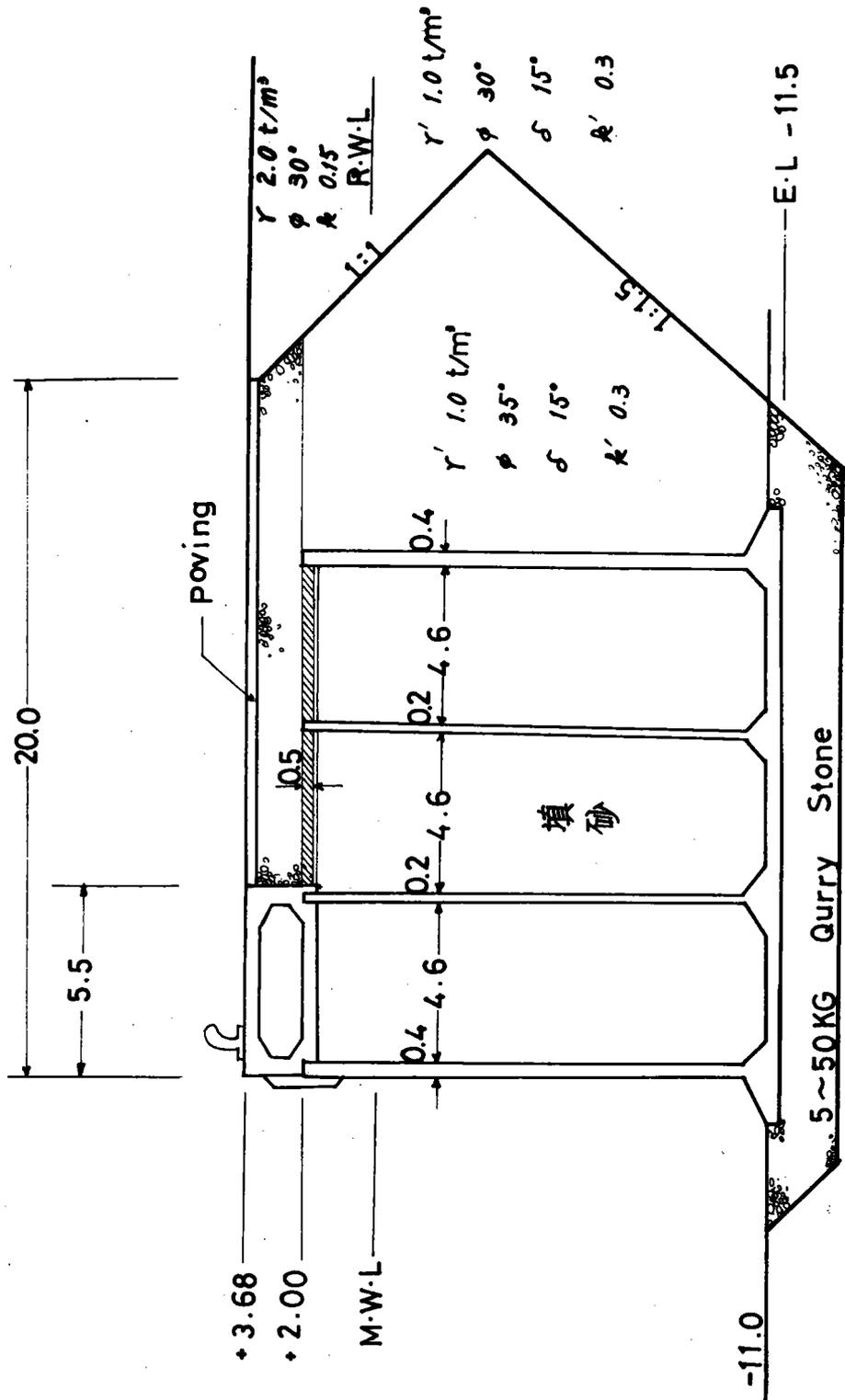


圖8-13 沉箱式碼頭斷面圖 (-11M)

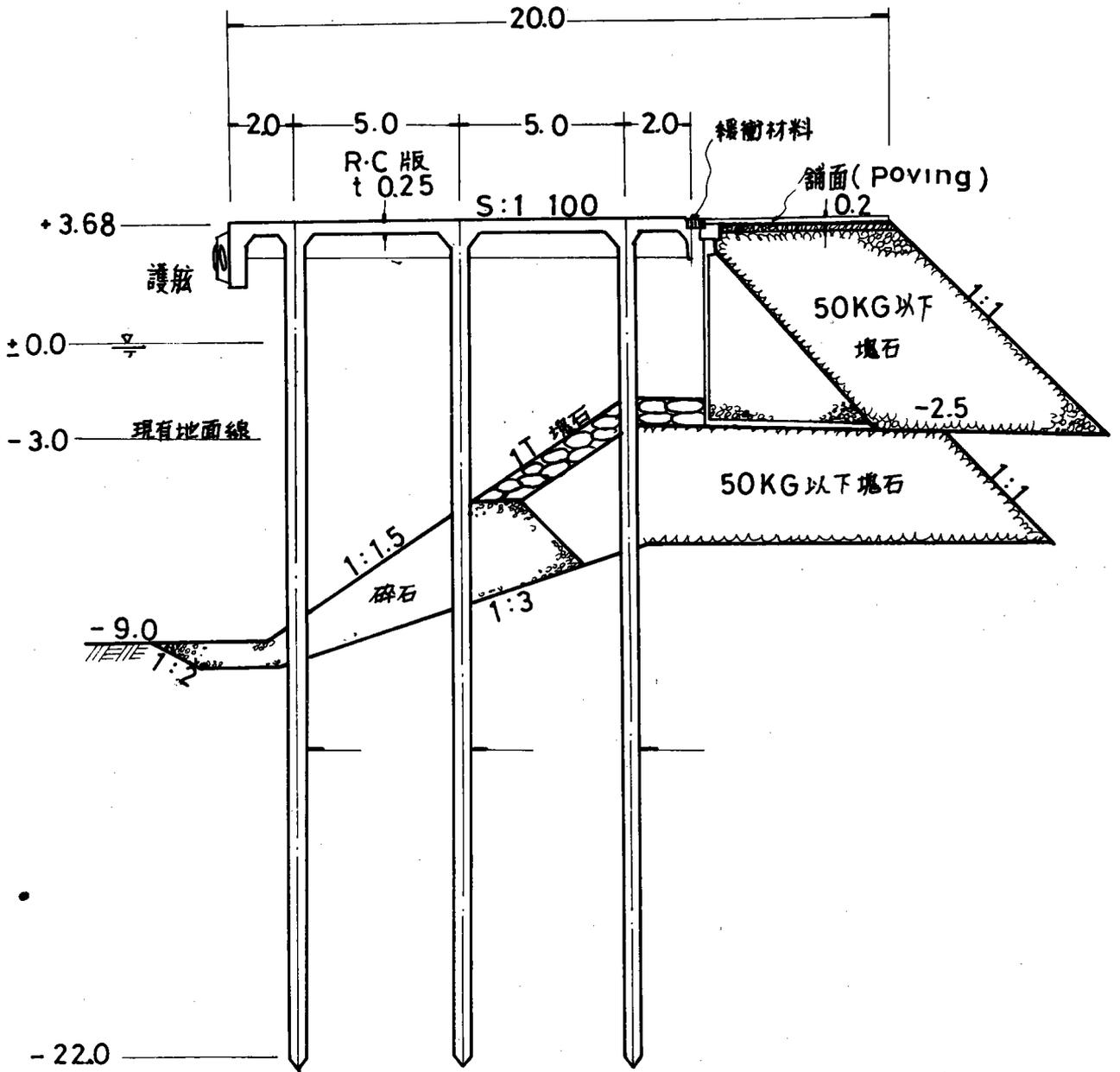


圖8-14 布袋棧橋式碼頭 (-9M) 橫剖面圖 S:1/200

表8-2 布袋港工程費概估表

I 外廓南北防波堤	單 價	數 量	總 數
1.北防波堤			
0 ^K ~2 ^K +200 ^M	390,000.00/M	1,600	624,000,000.00
2 ^K +200 ^M ~2 ^K +750 ^M	465,000.00/M	885	411,525,000.00
2.北 海 堤	210,000.00/M	580	121,800,000.00
3.南防波堤			
0 ^K ~1 ^K +400 ^M	390,000.00/M	1,400.00	546,000,000.00
1 ^K +400 ^M ~2 ^K +450 ^M	465,000.00/M	1,050.00	188,250,000.00
4.南 海 堤	210,000.00/M	1,800.00	378,000,000.00
II 碼頭工程			
1. -9m 碼頭	420,000.00/M	1,250.00	525,000,000.00
2. -7m 碼頭	350,000.00/M	1,940.00	679,000,000.00
3.其他設施			54,000,000.00
III 航道廻旋池及港池浚渫	900.00/M ³	126,000,000.00	1,134,000,000.00
VI 碼頭後線回填	90.00/M ³	1,800,000.00	162,000,000.00
			4,746,075,000.00

8.3.3 本港之規劃及佈置

爲避免夏季來自南及東南之颱風來襲，港口朝向西南。寬度爲150公尺，廻旋池直徑爲300公尺，貨運碼頭740公尺，航道廻旋池及碼頭水深均爲-9公尺，客運碼頭長540公尺，泊渠水深-6公尺。規劃佈置圖如圖8—15所示，有關東西防波堤之設計圖，則如圖8—16至圖8—22所示。

8.3.4 本港碼頭之設計條件

- (1)計劃水深：-9公尺， -6公尺兩種
- (2)碼頭高度：+3公尺
- (3)地質條件：

根據民年71年2月5日至民國71年2月8日交通部運輸計劃委員會委託國立成功大學辦理環島航運計劃墾丁港基地地質鑽探及試驗結果：

- ①表面(0~0.7m)覆蓋一層灰色砂質壤土(SW)
- ②砂層之下爲一厚度1.5公尺的珊瑚礁石灰岩，承載力約 $0.4t/ft^2$, $N=7$
- ③珊瑚石灰岩之下皆爲灰色泥岩(N均超過60)承載力 $>10t/ft^2$ 。
- (4)潮位：

$$H.W.L. = +0.68m$$

$$M.W.L. = -0.07m$$

$$L.W.L. = -0.79m$$

- (5)殘留水位

$$(0.68+0.70) \times \frac{2}{3} - 0.07 = +0.91m$$

碼頭-9m與-6m之斷面設計圖則如圖8—23與圖8—24所示。

8.4 蘭嶼港之設計

8.4.1 建港目的

蘭嶼北距鵝鑾鼻約四十海里，東北距台東縣約四十五海里，居台灣海峽與巴士海峽交匯點，近來由於經濟發展迅速，離島客運，原均停靠在漁港或在未建港之海岸上，故港區狹小，航運淺窄，設備欠缺，實有另建必要。本規劃所選港址爲蘭嶼鄉紅頭村海灣名八代灣之處，位處東經 $121^{\circ}33'07''$ ，北緯 $22^{\circ}01'15''$ 之處。本港開闢，可藉觀光促進此

壆丁港址規劃佈置圖

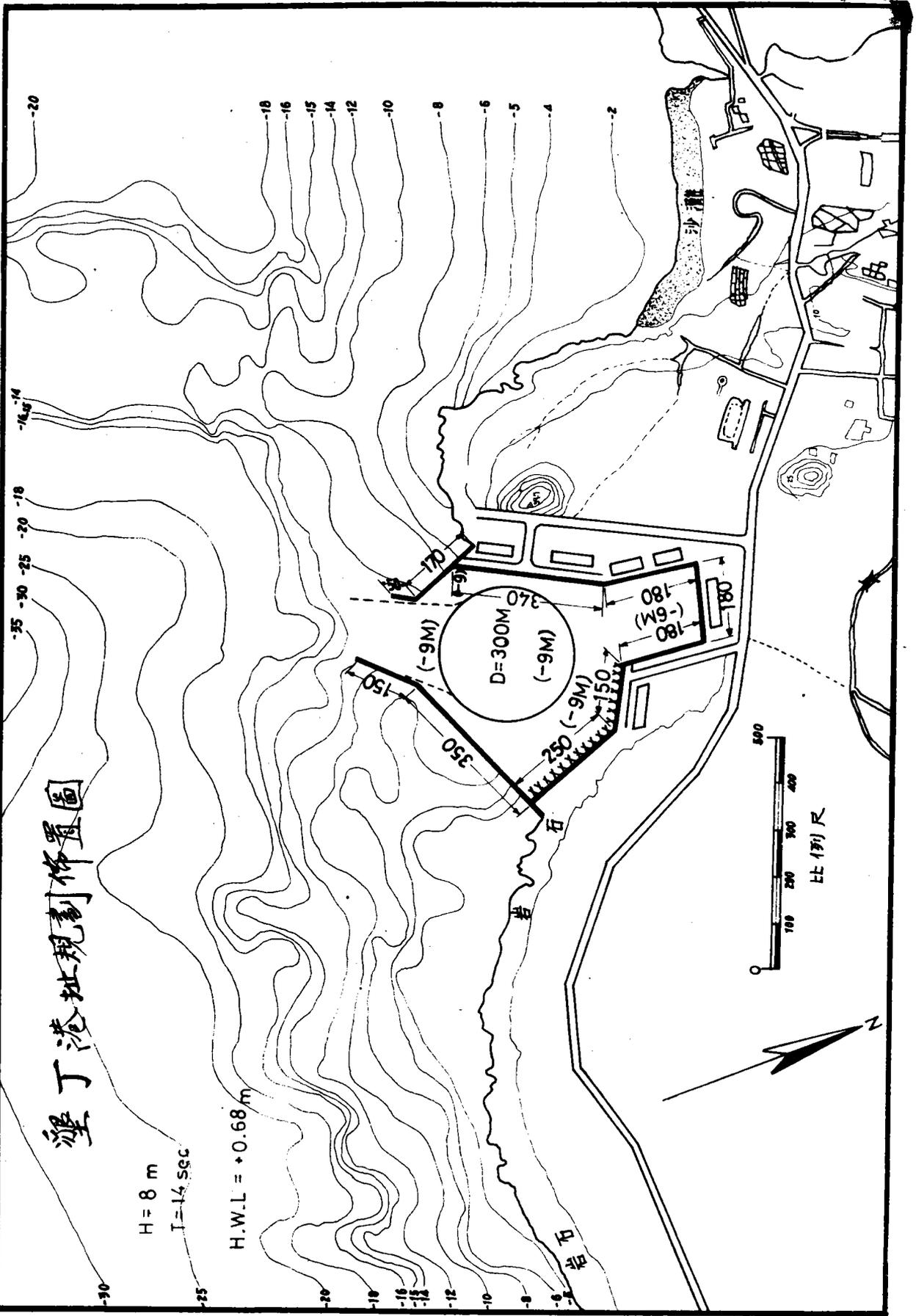
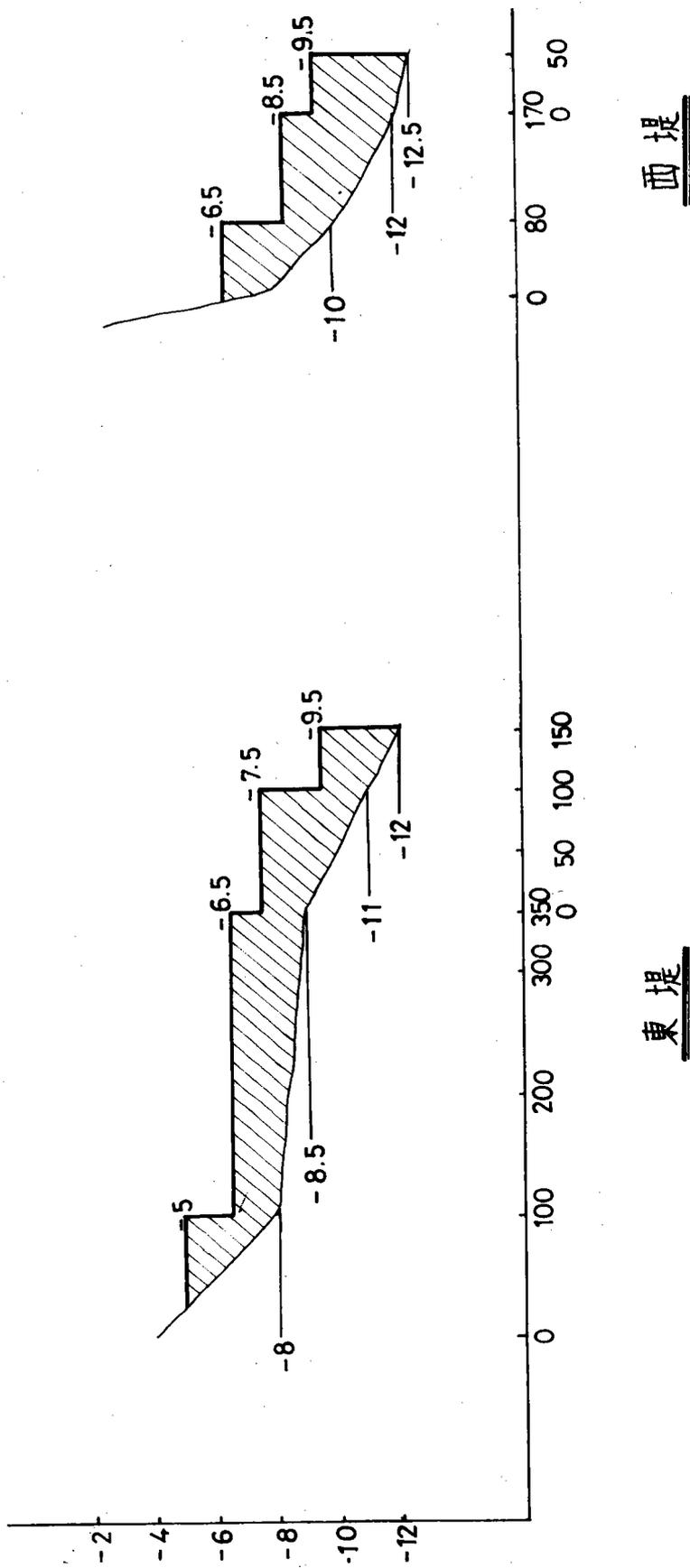


圖8-15 壆丁港址規劃佈置圖



東堤

西堤

圖8-16 壆丁港防波堤水深分佈圖

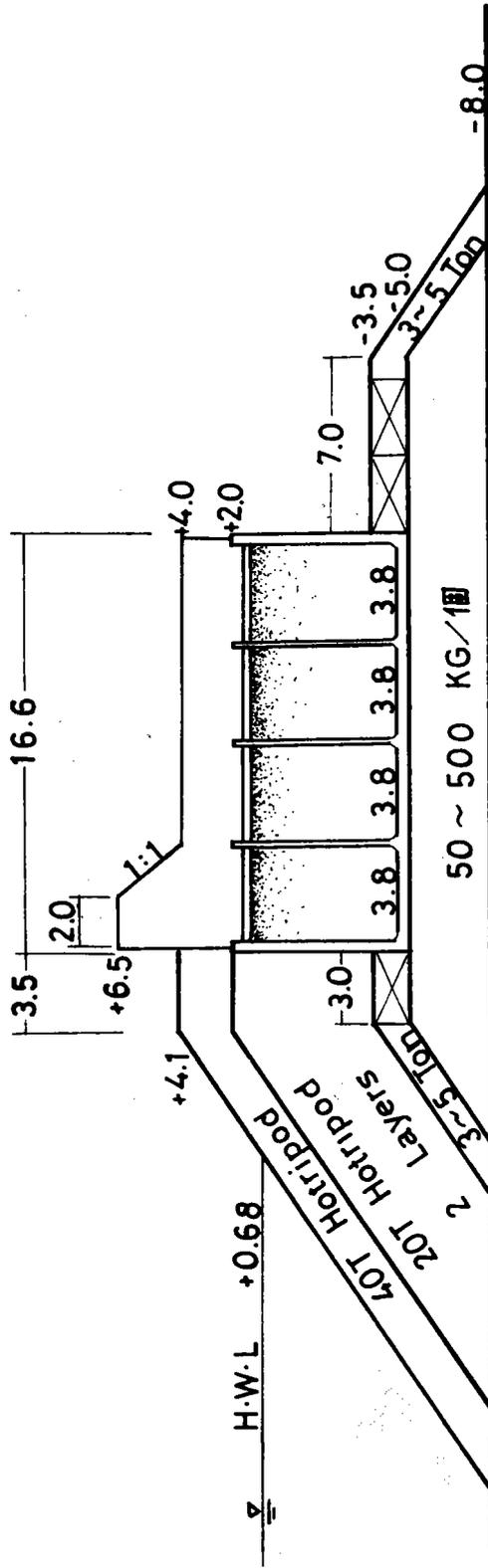
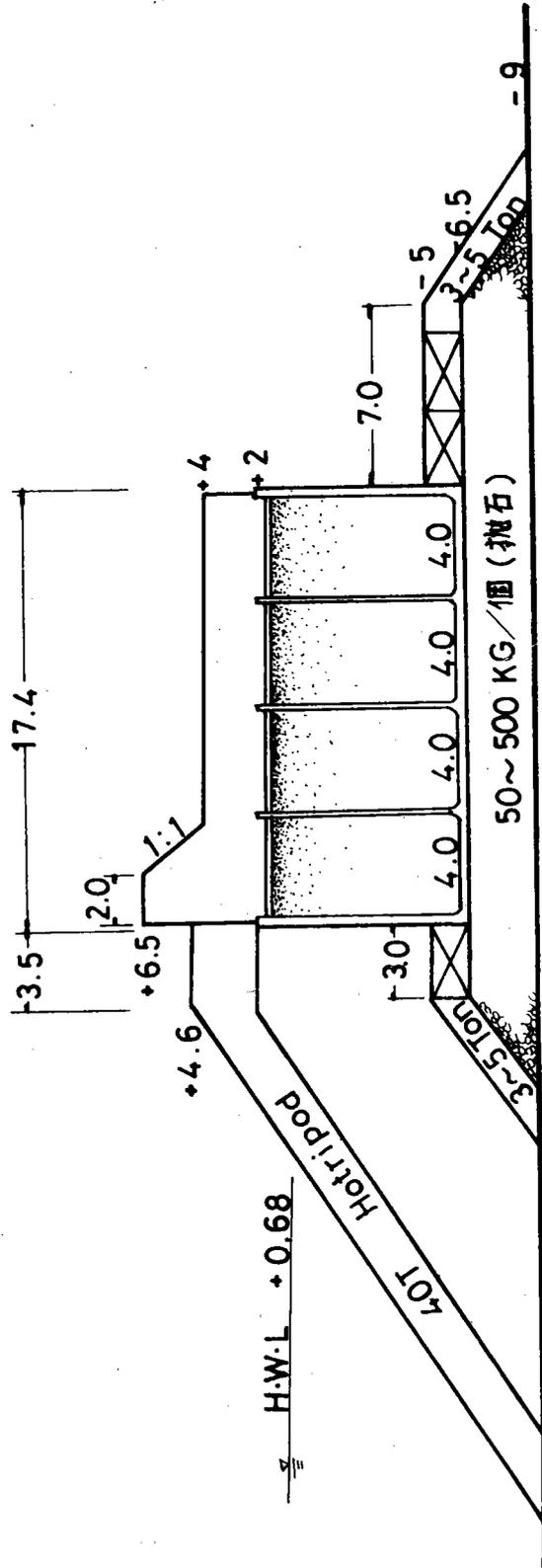


圖8-17 壩丁東堤 0k → 0k + 100m (水深小於8m) S : 1/300 單位:m



護基方塊 H B L
1.5 x 3.0 x 2.5

圖8-18 壆丁東堤 0k+100m ~ 0k+350m (8~9m) S:1/300 單位: m

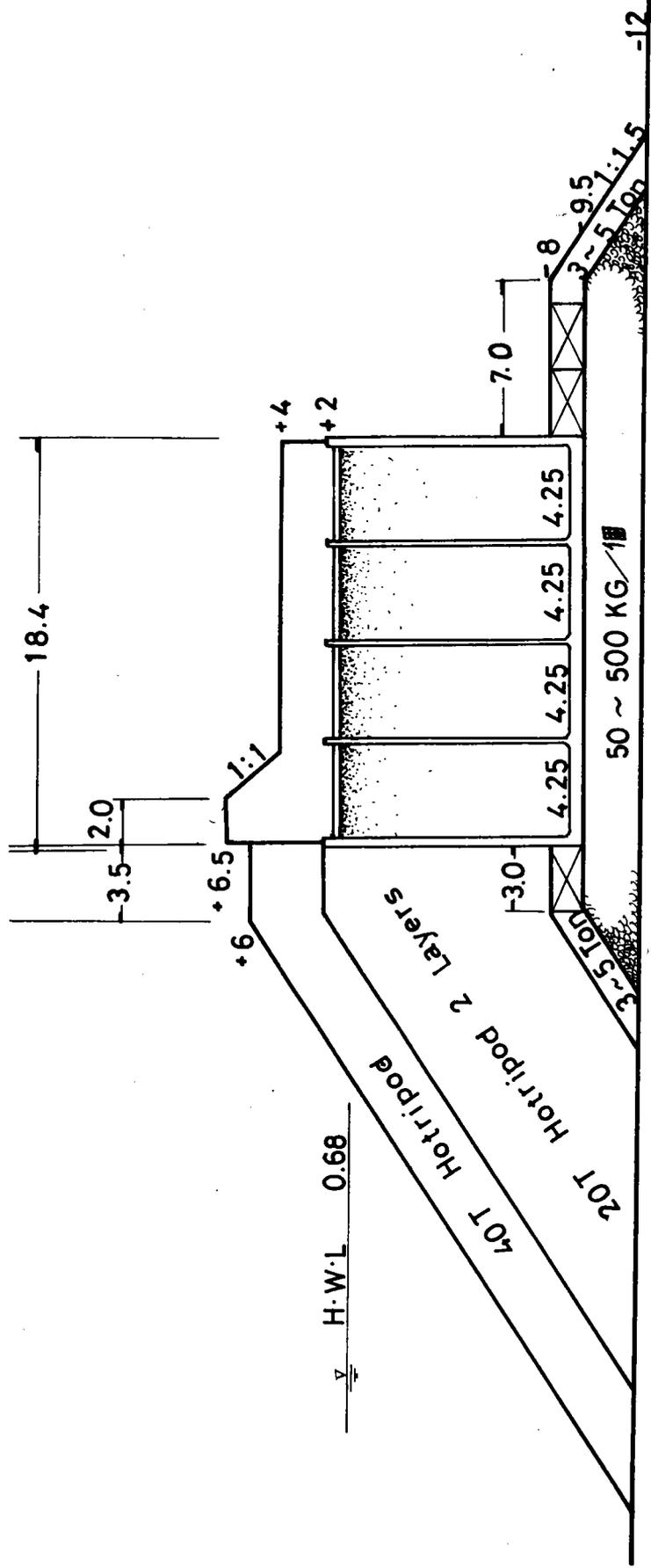


圖8-19 壩丁東堤 0k ~ 0k +150m (11~12m) S : 1/300 單位 : m

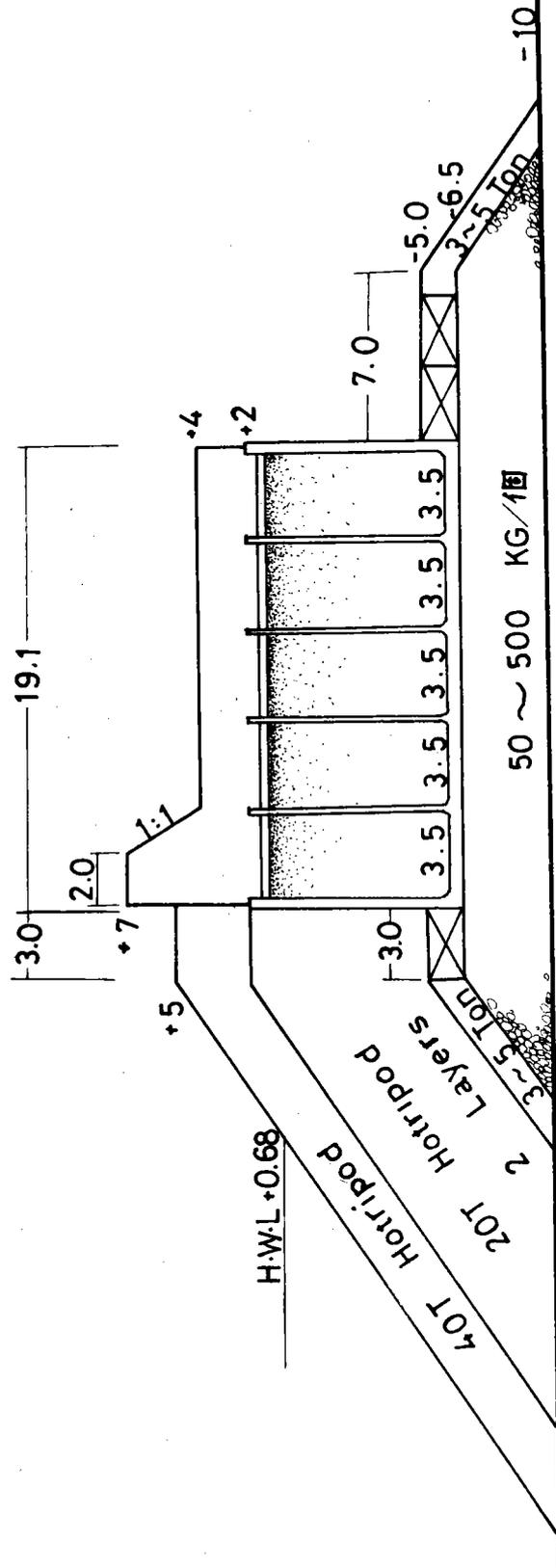


圖8-20 壑丁西堤 0k +80m (水深小於10m) S:1/300 單位:m

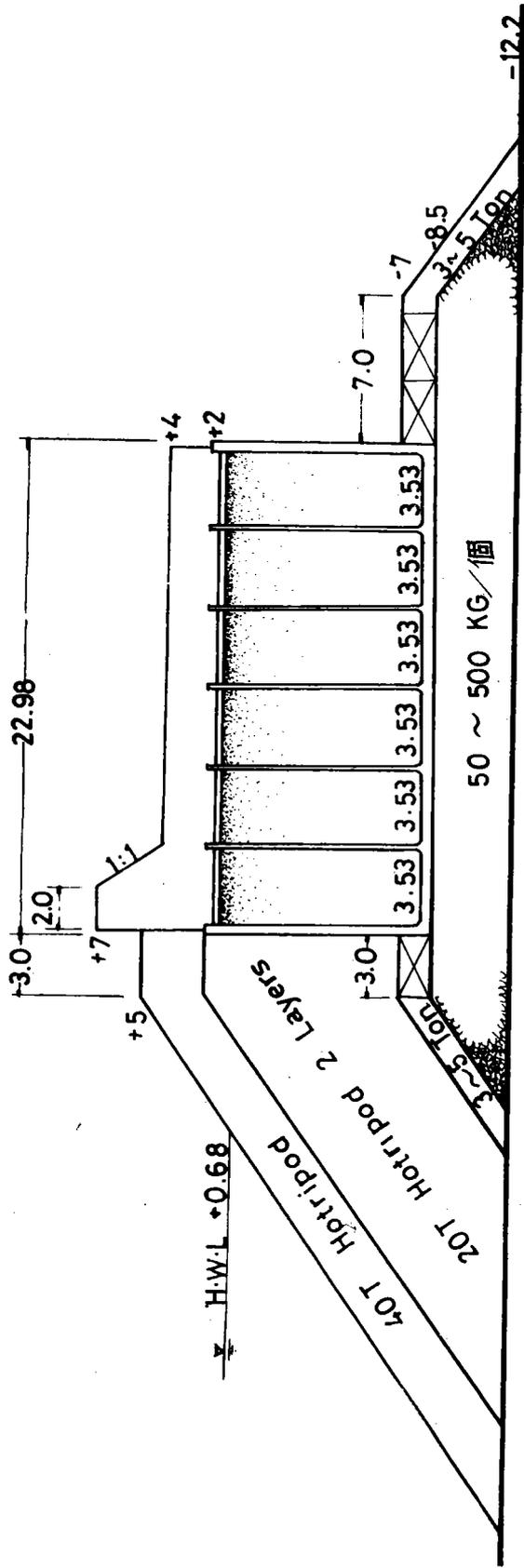


圖8-21 壑丁西堤 0k + 80m ~ 0k + 170m (10 ~ 12.2m) S : 1/300 單位 : m

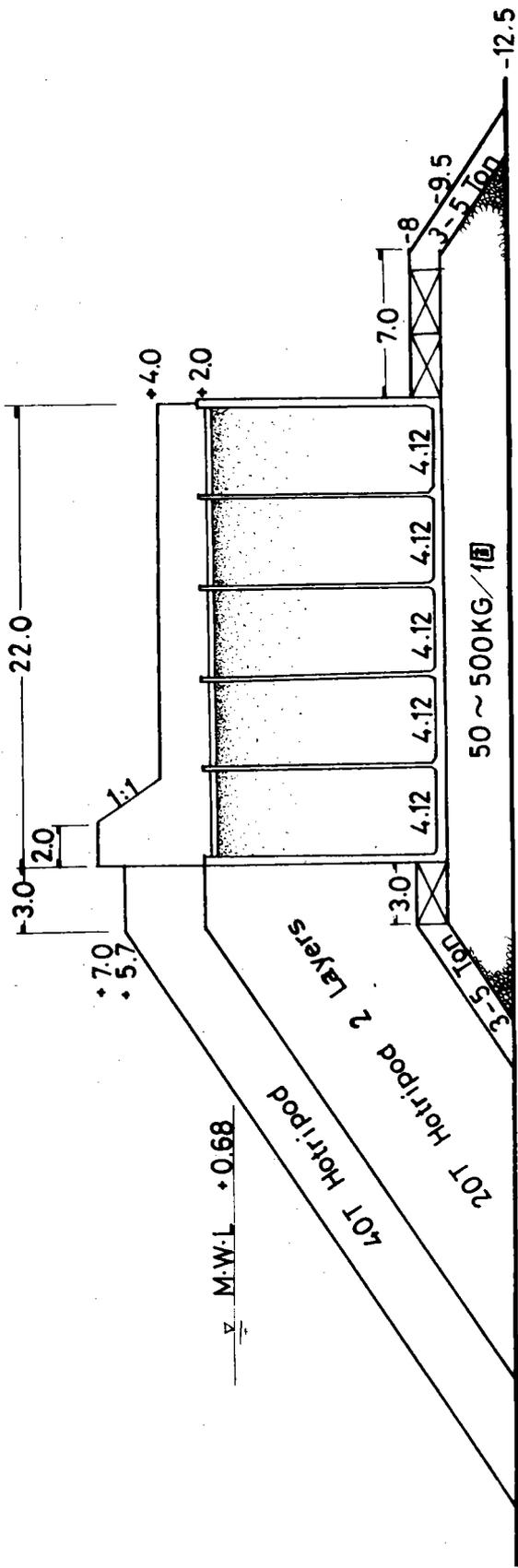


圖8-22 壑丁西堤 0k ~ 0k +50m (12.2~12.5m) s : 1/300 單位 : m

一島區經濟發展，并可開發附近太平洋黑潮漁業，且台東、屏東一帶漁民，亦可來此一海域漁區作業，如遇氣候突變，可在此港避風，不必返回台灣基地，費時費油，且冒風浪之險，本港除客、貨運及發展漁業用外，由於地當巴士海峽衝要亦具有機密價值。

8.4.2 蘭嶼港綱要計劃配置

1. 防波堤規劃佈置

(1) 東防波堤：

由中興農莊起，沿W18° S 方向延伸450公尺後，折向W17° N 100公尺，與西防波堤頭相對，形成港口。東防波堤全長 550 公尺，除堤頭水深（-18公尺）較近-20公尺，其餘皆保持在-20公尺以內。

依堤址水深地質及浪高初步擬定東防堤斷面結構。由0K+000M~0K+50M段，水深-8公尺以下，採用拋石堤式，由0K+50M~0K+250M，水深8m~-15m，採用12公尺寬沉箱合成式，由0K+250M~0K+450M段，水深-15m~-18m，採用15公尺寬沉箱合成式，並於堤外加放5T~20T三角空心鼎型消波塊。

(2) 西防波堤：

自漁人村起，在距東防波堤起點1,400公尺處，沿S E 方向延伸500公尺，水深皆在-15公尺以內。

依堤址水深地質及浪高初步擬定西防波堤斷面結構。由0K+000M~0K+130M段，水深-8公尺以下，採用拋石堤式，由0K+130M~0K+500M段，採用12公尺寬沉箱合成式，並於堤外加放5T~20T三角空心鼎塊消波。

2. 港口、航道、廻船池及水域面積

(1) 港口、航道：

東西防波堤構成之港口，朝向西南方，已能有效的阻擋來自S E 向的颱風及五、六、七、八月季風(W S W)波浪之入侵港內。港口有效寬度為150公尺，相當5,000噸船長(135公尺)的1.11倍，故5,000噸船除惡劣天候外，皆可順利進港。航道朝S W 向與恆風方向N N E 逆風向成22.5° 夾角。颱風多來自S E，與航道約成直角，惟一年中此向風向不多。自台東伽蘭港至蘭嶼，近年來有180噸客船航行，在七級風以下未曾停航，故氣象與海象條件，蘭嶼建港配合本島墾丁港發展客貨運，應無問題。

(2) 廻船池：

擬定廻船池直徑為300公尺，相當5千噸級船長2.22倍，約等於規定之2.5倍，足可適用。航道廻旋池水深為-11公尺，現有水深為-8 m~-18 m，航道水深大都在-15公尺以上，均已足夠，廻船池有 $\frac{1}{2}$ 左右水深在-5 m~-10 m間須予開炸浚深。須炸除岩石約11萬立方公尺，詳細規劃圖如圖8—25所示。堤防設計斷面則如圖8—26至圖8—30所示。

(3) 水域面積：

港池水域總面積約為27公頃。

3. 碼頭之規劃佈置

客運碼頭：旅客碼頭係以旅客為對象，設有繫靠設備及旅客專用之空間。若為小型船舶繫靠設備，利用棧橋式碼頭或浮碼頭等設備為多，本港採用水深-8 m棧橋式碼頭全長300公尺。

漁港碼頭：位於東防波堤內，水深較淺處（-4公尺），共長270公尺，另有船渠170公尺，共長440公尺，於惡劣天候下，供漁船避難之用。

貨運碼頭：西防波堤內側，水深-7公尺，長295公尺。

碼頭結構物斷面佈置：漁港碼頭採用L型重力式碼頭長400公尺，客運碼頭採用棧橋式碼頭以達消波效果，長300公尺，貨運碼頭採用重力式長600公尺，軍港碼頭採用沉箱式長295公尺，碼頭共長1,785公尺。碼頭詳細斷面則如圖8—31至圖8—38所示

8.4.4 蘭嶼碼頭斷面設計

1. 設計條件

- (1) 計劃水深：
- 9m 貨運碼頭
 - 8m 客運碼頭
 - 7m 軍港碼頭
 - 4m 漁港碼頭
- (2) 碼頭高度： +3.00m
- (3) 加載荷重： 平常 2.0t/m²
地震時：1.0t/m²

2. 自然條件：

(1) 土壤

根據交通部運輸計劃委員會委託國立成功大學辦理之環島航運計劃蘭嶼港基地地質

鑽探及試驗報告書：

- ①表層爲一厚度20公分至30公分的天然級配礫料覆蓋 (SP)。
- ②此層下至深度約1.5公尺，則爲一層含有礫石料之優良至不良級配粗砂層。
- ③該層之下至深度3公尺則變爲優良至不良級配之礫石層。

(2)潮 位：

$$H.W.L. = +1.50m$$

$$M.W.L. = +0.90m$$

$$L.W.L. = +0.30m$$

(3)殘留水位

$$R.W.L. = +0.70m$$

8.5 運量分析與港埠能量之研討

1.根據民國69年交通部運輸計劃委員會就適合環島航運貨物進行運量調查，預測至民國89年總運量達136百萬噸（且並未包括廢鐵運量）。

其中之分析是單就各港口間之對開爲著眼。由於當只就兩港口間對開時，有些航線兩個方向上的運量相差頗大。因此規劃時宜考慮多港間之開關航線，不應以所有兩港間之航運均有利可圖爲考慮條件，而以求整個航線之有利經營爲規劃設計基礎。

環島航運中，嘉南地區，考慮將來穀類及農產品的外銷，肥料之進口，均以布袋爲進出口。配合以煤作燃料的火力發電，大量煤炭進口及轉運勢在必行，煤運碼頭的興建可補現有進口港碼頭裝卸及倉儲設備之不足，影響船舶滯留時間，造成港埠擁塞。

2.港埠能量配合運量需求，提供投資興建碼頭種類及船席數，以免不經濟的投資，或碼頭船席不足，招致船舶擁擠，增加等待時間之損失。

碼頭裝卸經濟能量之估算：

每一碼頭全年裝卸經濟能量爲：每日裝卸能量×365×最適碼頭使用率

$$\text{雜貨碼頭：} 800T/\text{天} \times 365 \times 0.7 = 20.4400 \approx 20\text{萬噸}$$

$$\text{散裝碼頭：} 1000T/\text{天} \times 365 \times 0.7 = 25.5500 \approx 25\text{萬噸}$$

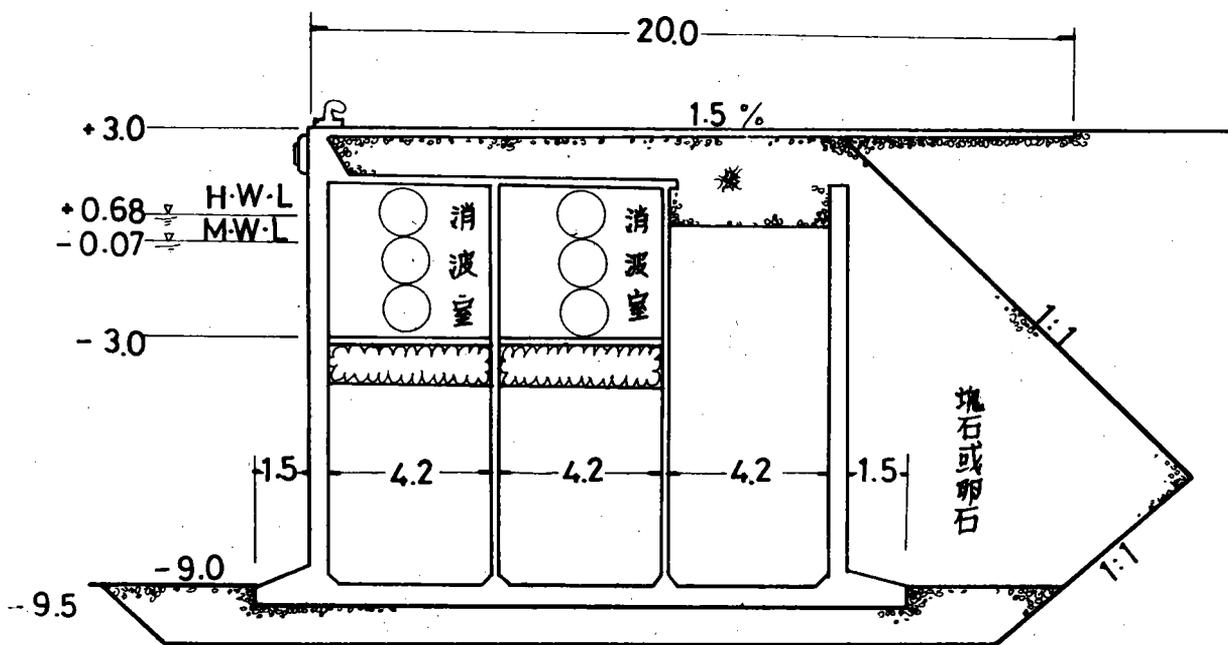


圖8-23 壟丁碼頭斷面圖 S : 1/200 單位 : m

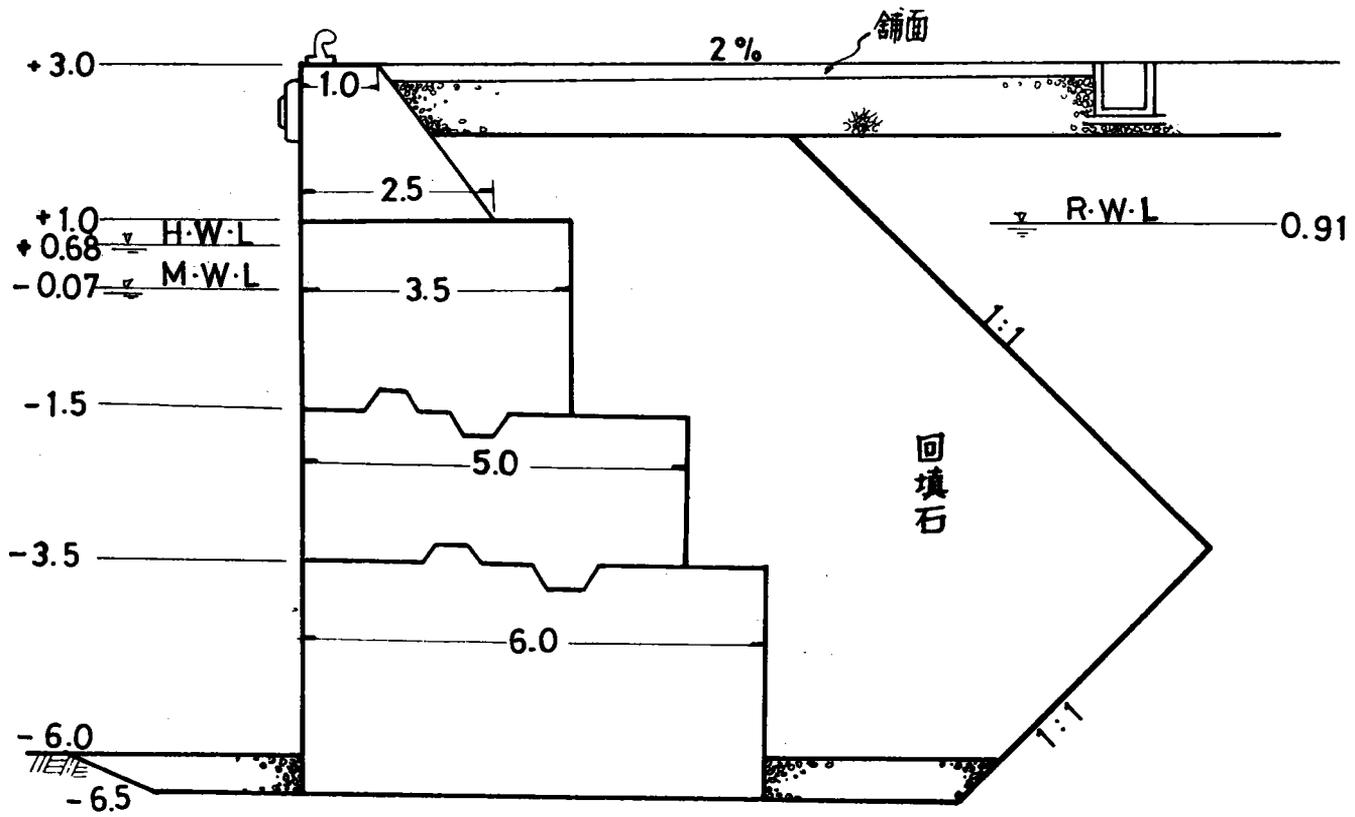


圖8-24 壟丁碼頭斷面圖 S : 1/100 單位 : m

表8-3 墾丁港工程費概估表

I 外廓東西防波堤防	單位	單價	數量	總價
	M			491,750,000
東防波堤	"		500.00	324,500,000.00
0 ^K ~0 ^K +100 ^M	"	400,000.00	100.00	40,000,000.00
0 ^K +100 ^M ~0 ^K +350 ^M	"	550,000.00	250.00	137,500,000.00
0 ^K +350 ^M ~0 ^K +500 ^M	"	980,000.00	150.00	147,000,000.00
西防波堤			220.00	167,250,000.00
0 ^K ~0 ^K +80 ^M	M	550,000.00	80.00	44,000,000.00
0 ^K +80 ^M ~0 ^K +170 ^M	"	825,000.00	90.00	74,250,000.00
0 ^K +170 ^M ~0 ^K +220 ^M	"	980,000.00	50.00	49,000,000.00
II 碼頭工程	"		1,280.00	462,000,000.00
1. -9m 碼頭	"	420,000.00	740.00	310,800,000.00
2. -6m 碼頭	"	280,000.00	540.00	155,200,000.00
3. 其他設施 (曲柱、給水設施、碰墊)				29,000,000.00
III 航道廻船池、港池浚深	M ³	900.00	460,000.00	414,000,000.00
IV 碼頭後線回填	M ³	90.00	800,000.00	72,000,000.00
				1,057,750,000.00

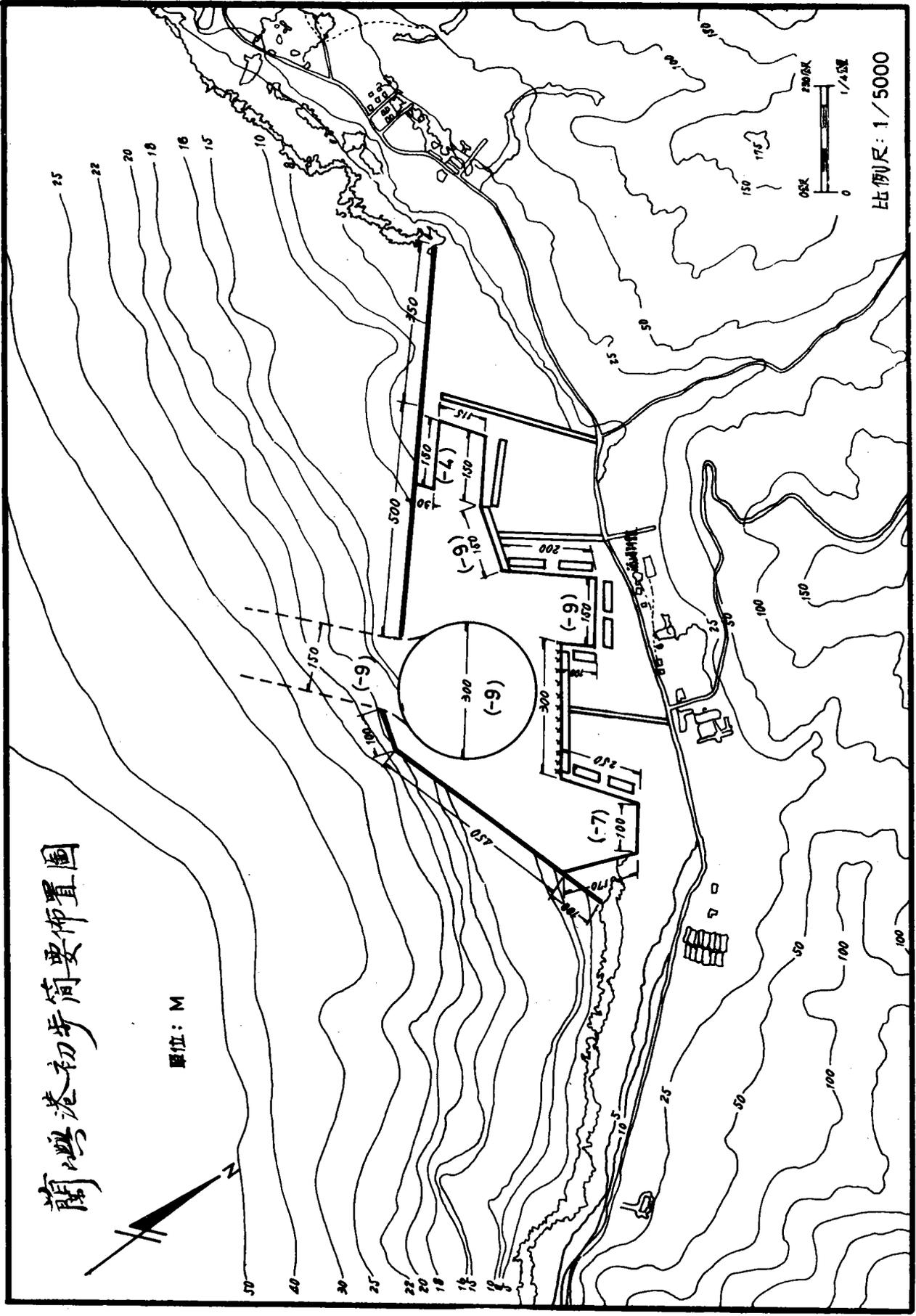


圖8-25 蘭嶼港址初步規畫佈置圖

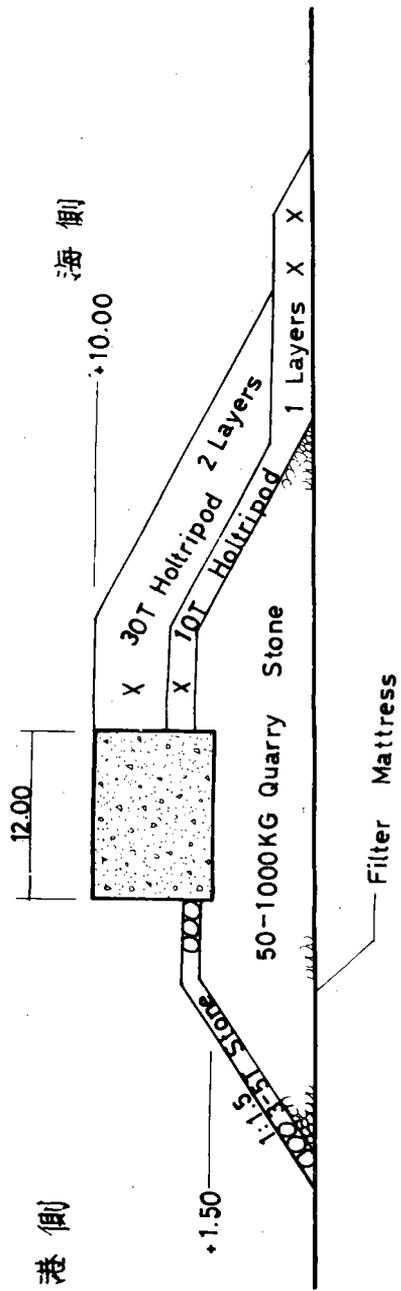


圖8-26 蘭嶼水深6m以下西防波堤斷面標準圖

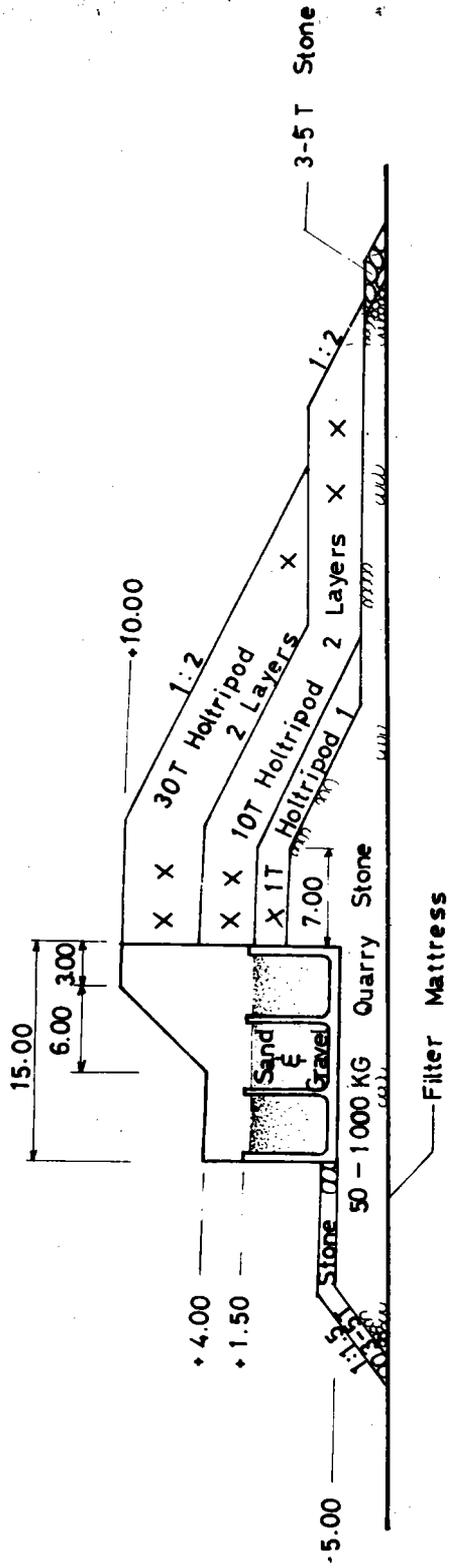


圖8-27 蘭嶼水深6~9西防波堤斷面標準圖

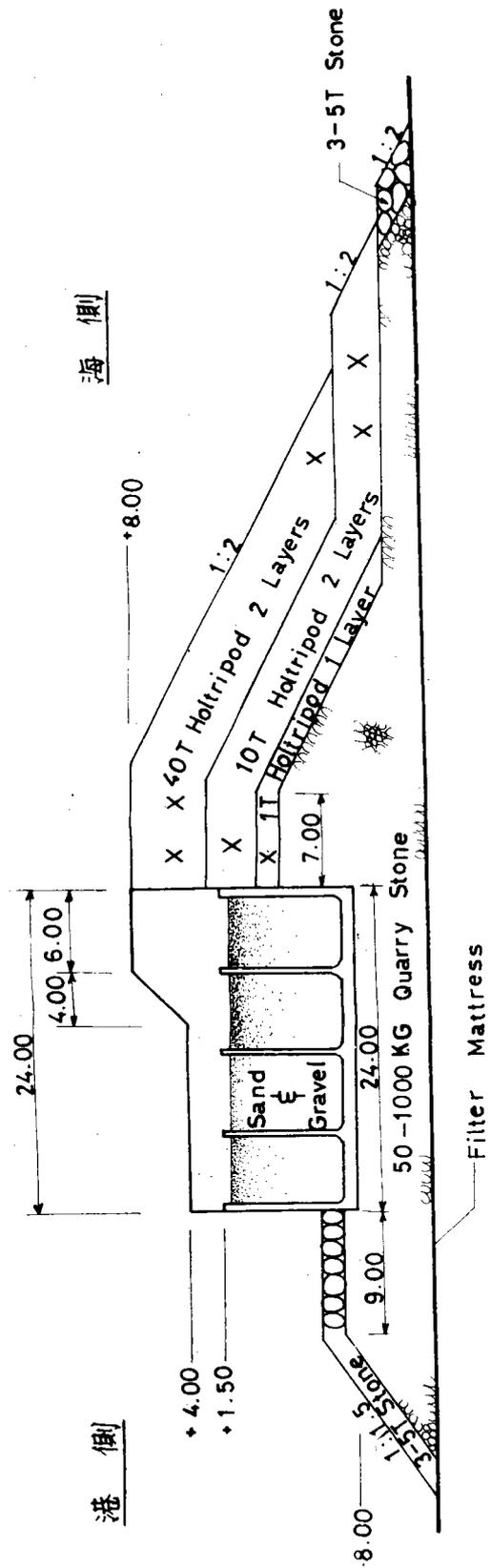


圖8-28 蘭嶼水深9~14m 西防波堤斷面標準圖

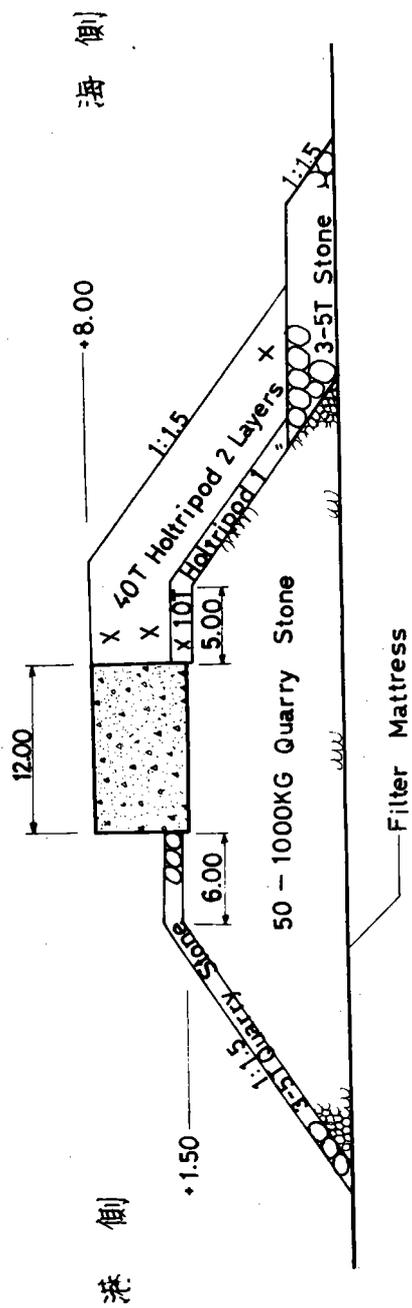


圖8-29 蘭嶼水深10m以下南防波堤斷面標準圖

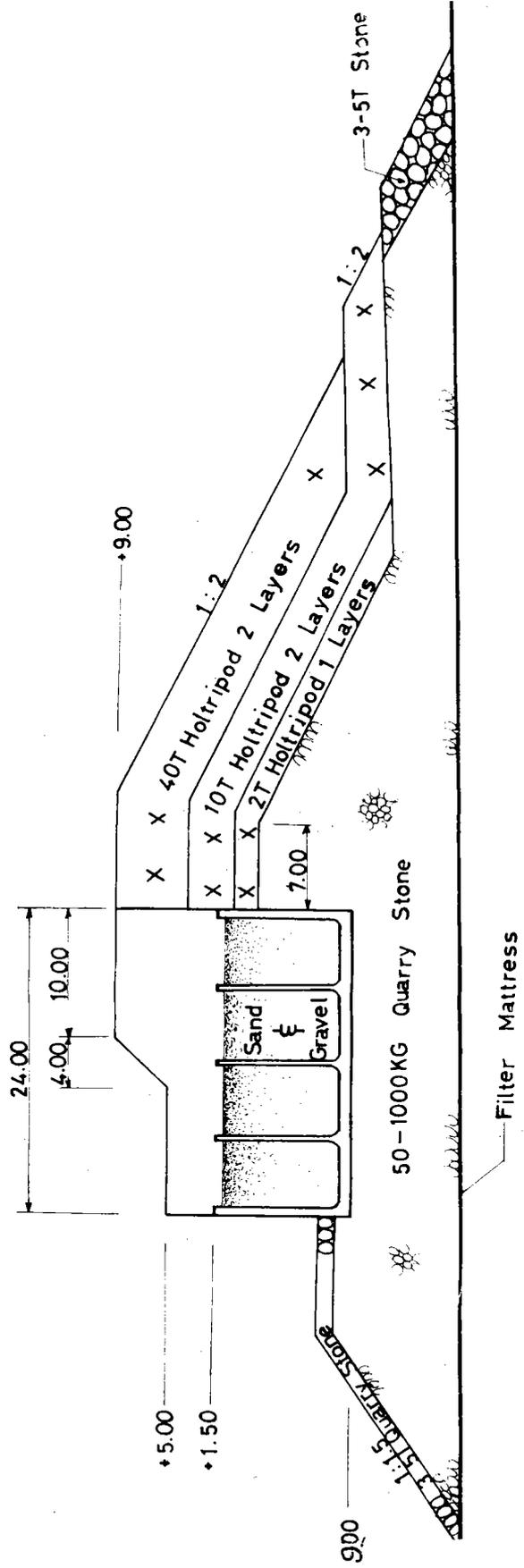


圖8-30 蘭嶼水深10~14m 南防波堤斷面標準圖

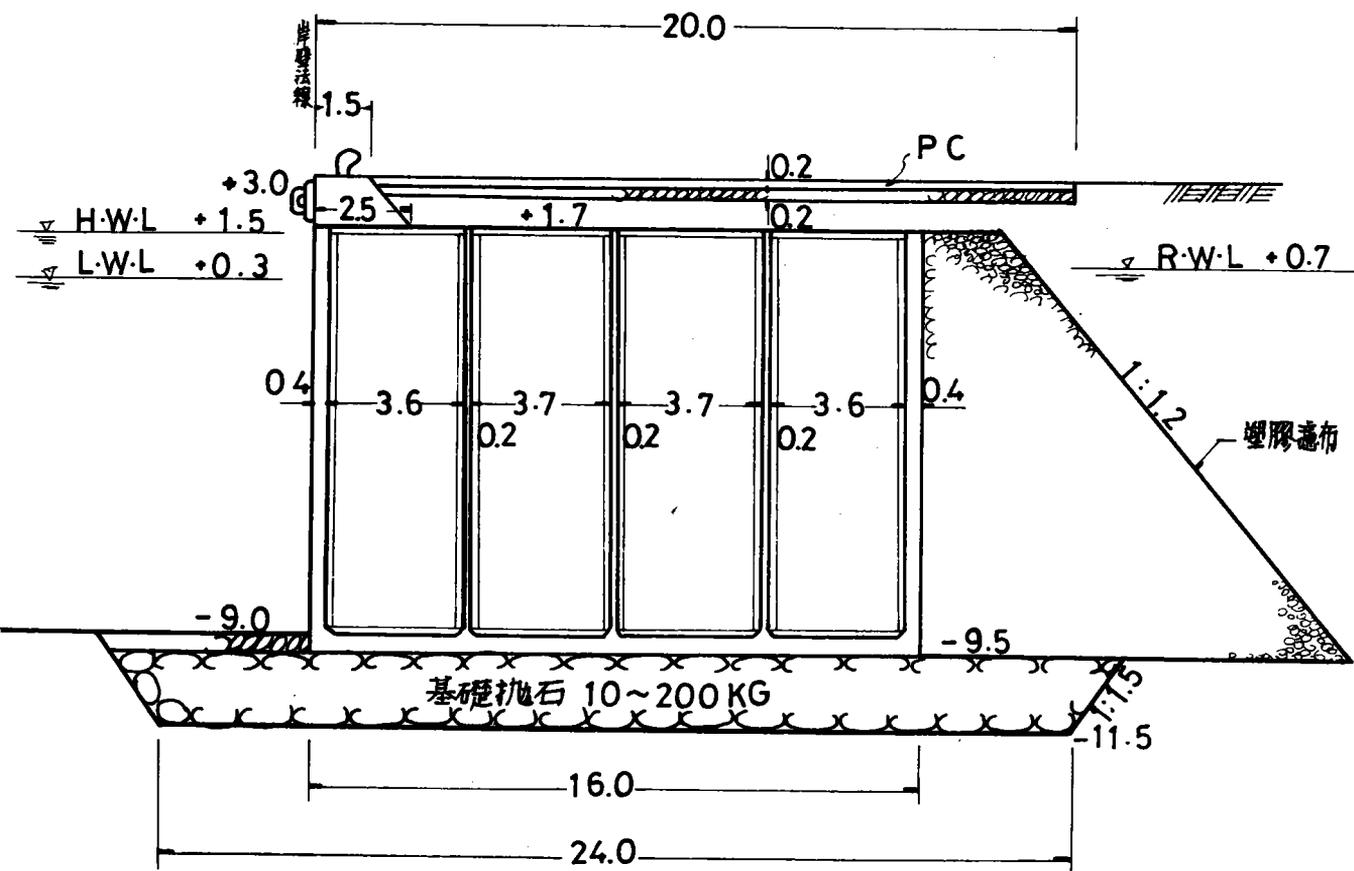
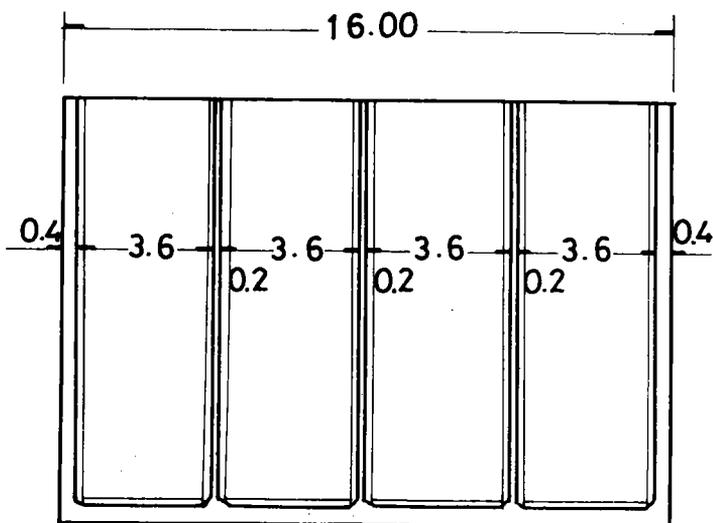


圖8-31 沉箱斷面圖 S:1/00 單位:m



沉箱剖面圖 S:1/200

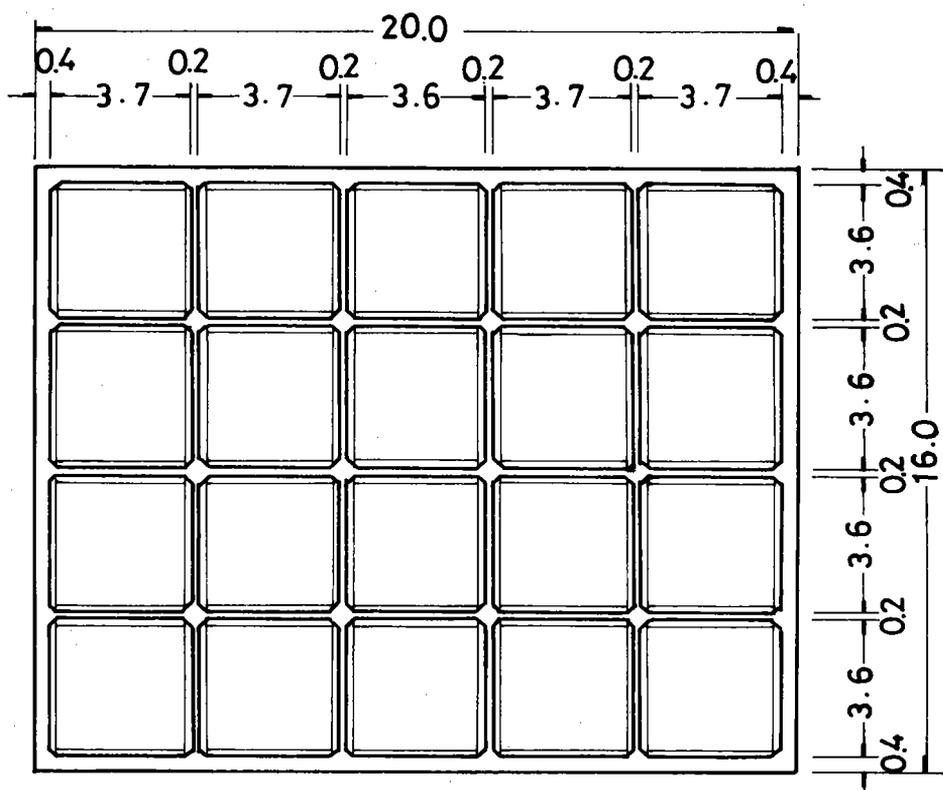


圖8-32 沉箱平面圖 S:1/200 單位:m

蘭峽客運碼頭 (-8M) 断面設計

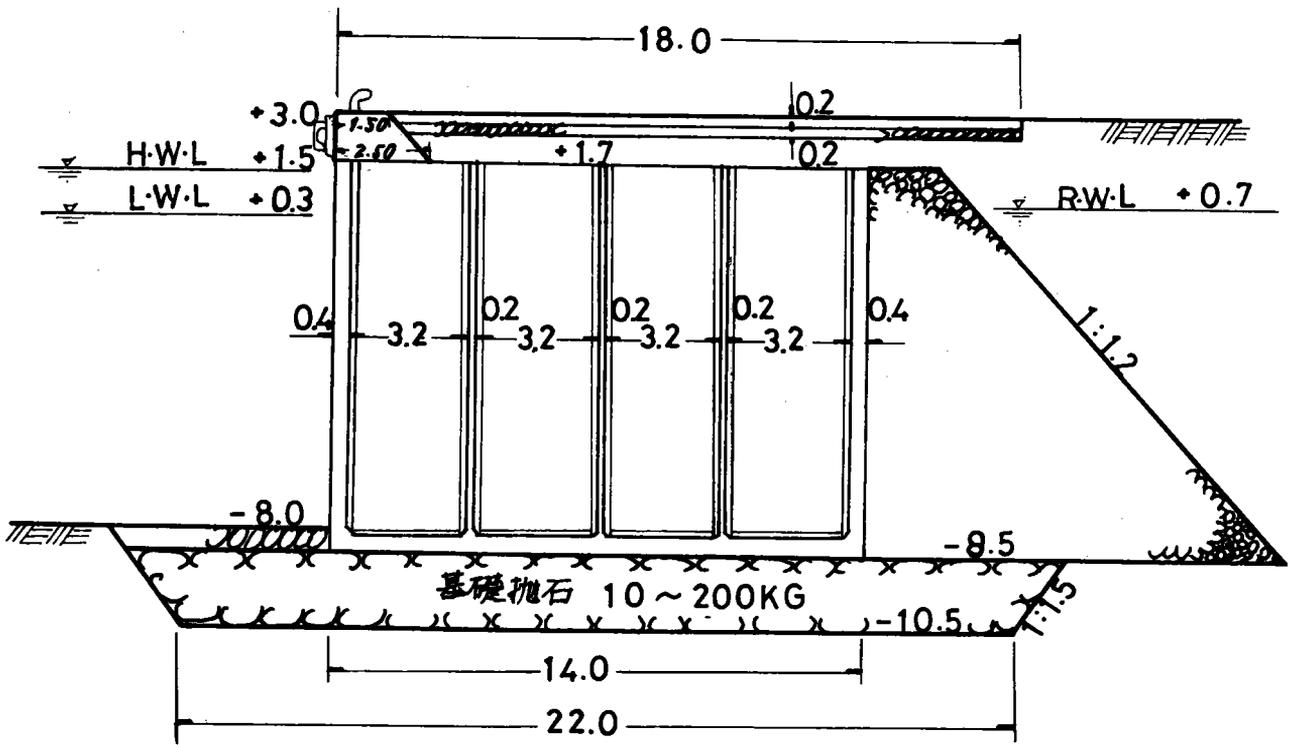
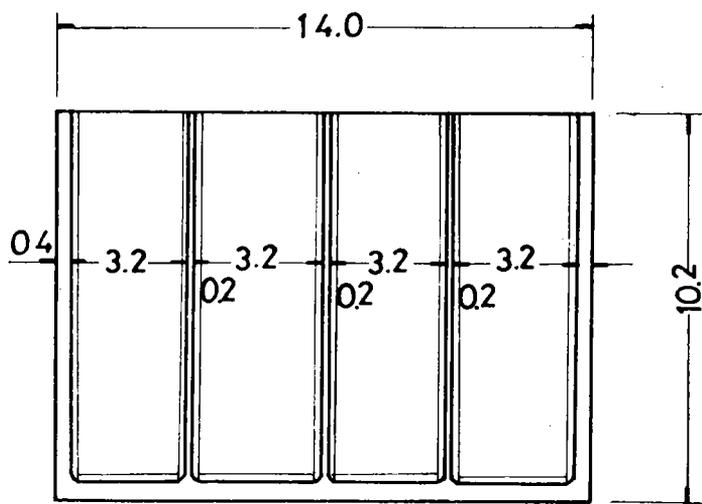


圖8-33 沉箱断面圖 S:1/200 單位:m



沉箱剖面圖 S:1/200 單位:m

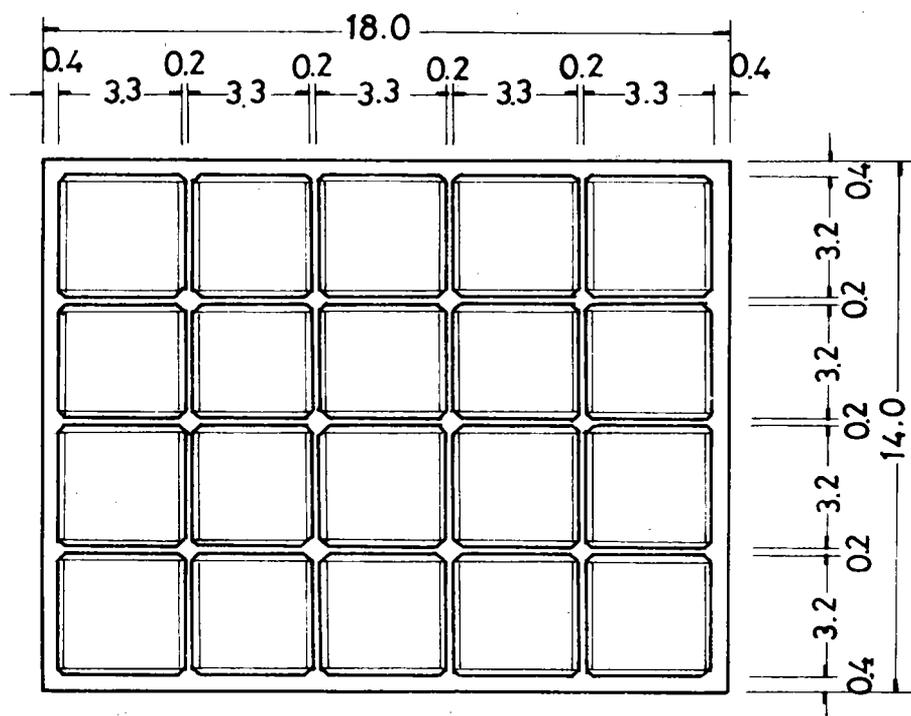


圖8-34 沉箱平面圖 S:1/200 單位:m

蘭嶼軍港碼頭 (-7M) 断面設計

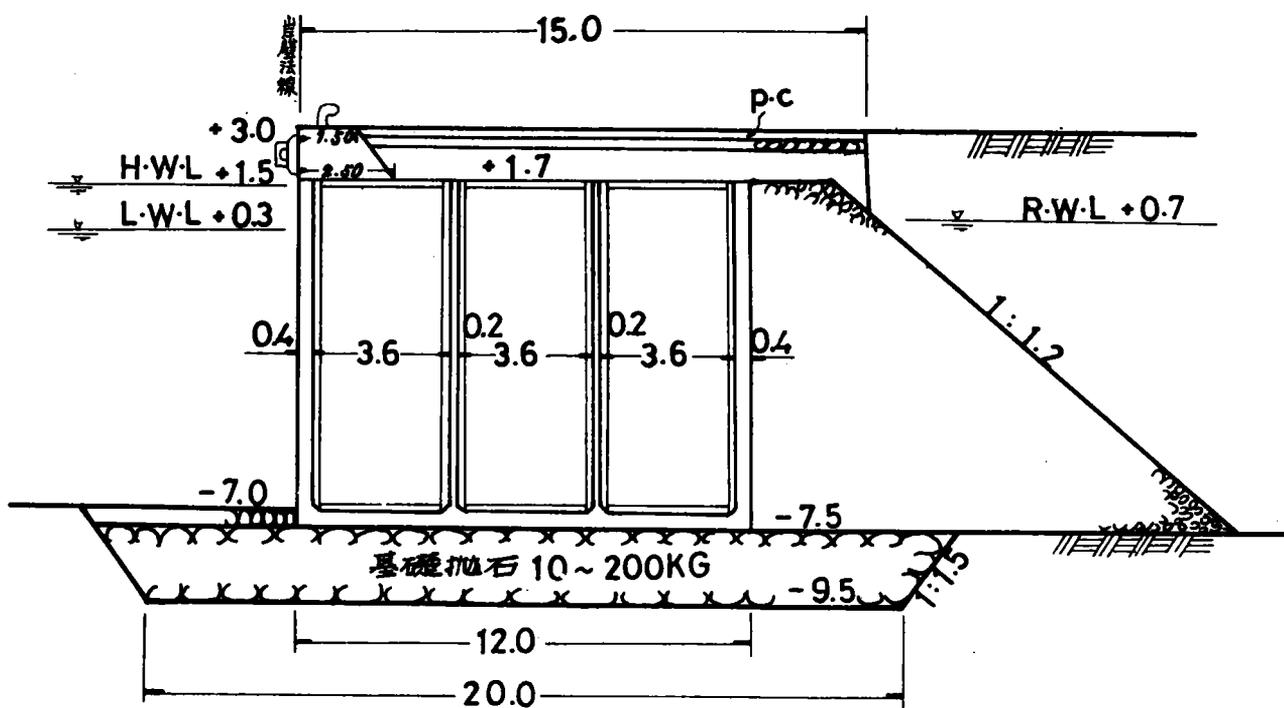
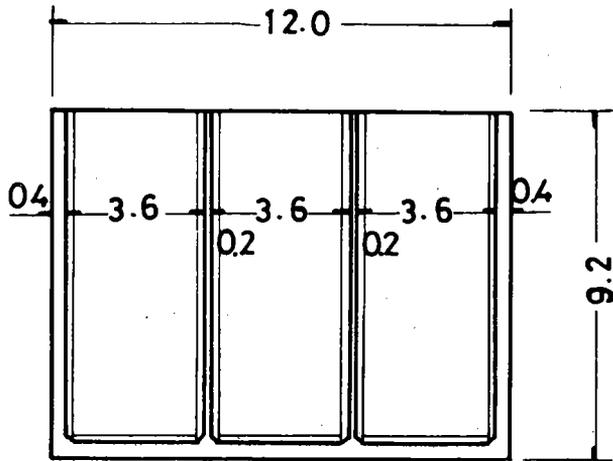


圖8-35 沉箱断面圖 S:1/200 單位:m



沉箱剖面圖 S:1/200 單位:M

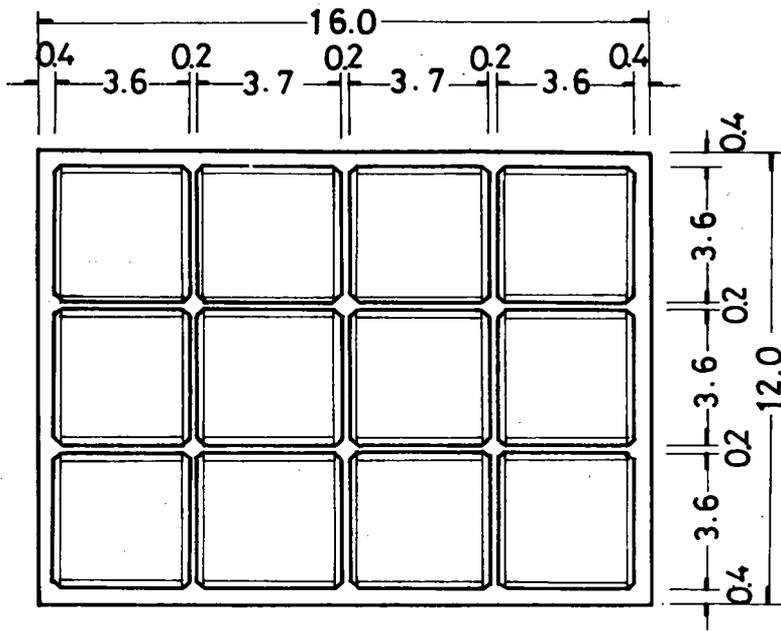


圖8-36 沉箱平面圖 S:1/200 單位:m

蘭嶼漁類碼頭(-4M)斷面設計

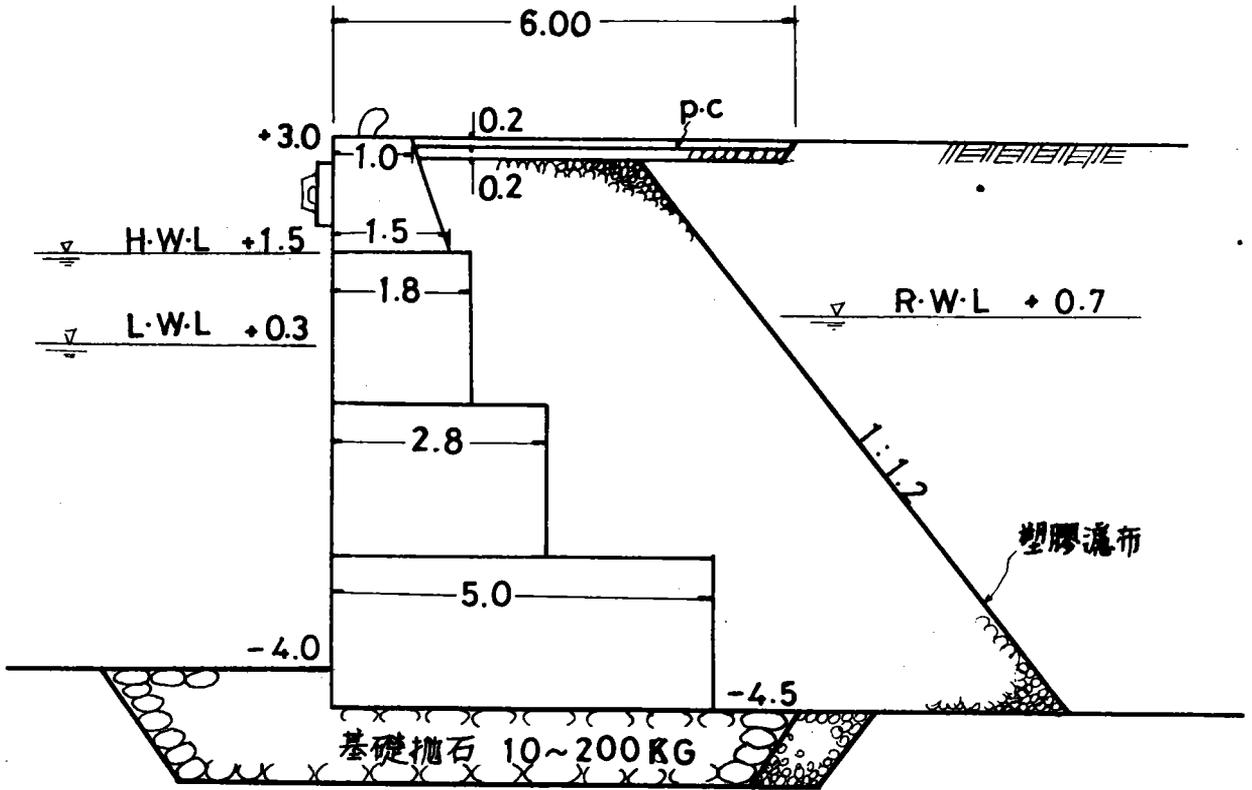


圖8-37 沉箱斷面圖 S:1/200 單位:m

表8-4 蘭嶼港工程費概估表

	單位	單價	數量	總價
I、外廓東西防波堤	M		1,050.00	935,700,000.00
1. 東防波堤	M		550.00	471,250,000.00
0 ^K ~0 ^K +50 ^M	"	385,000.00	50.00	19,250,000.00
0 ^K +50 ^M ~0 ^K +250 ^M	"	670,000.00	200.00	134,000,000.00
0 ^K +250 ^M ~0 ^K +550 ^M	"	1,060,000.00	300.00	318,000,000.00
2. 西防波堤	"		500.00	464,450,000.00
0 ^K ~0 ^K +130 ^M	"	385,000.00	130.00	50,050,000.00
0 ^K +130 ^M ~0 ^K +500 ^M	"	1,120,000.00	370.00	414,400,000.00
II、碼頭工程	M		1,785.00	566,195,000.00
(1) -9m	"	415,000.00	600.00	249,000,000.00
(2) -8m	"	370,000.00	300.00	110,000,000.00
(3) -7m	"	315,000.00	445.00	140,175,000.00
(4) -4m	"	98,000.00	440.00	43,120,000.00
(5)其他設施				22,900,000.00
III、航道廻船池及港池浚深	M ³	900.00	538,170.00	484,353,000.00
IV、碼頭後線回填	M ³	90.00	1,000,000.00	90,000,000.00
				2,076,000,000.00

九、發展環島貨運與離島客運 現有港址之改善規劃

9.1 成功新港之改善規劃

9.1.1 概 觀

本港位於台東縣成功鎮，居巴士海峽北岸，當國際航線衝要，北有茅海鼻，東北有三仙台，均為天然屏障，可遮蔽冬季長期之東北季風，上游面沙源甚少，下游面雖為沙岸，但沙灘甚小，無漂沙之虞。外海泊地甚廣，在防波堤對夏季季風及颱風方向妥加安排下，本港址可為良好之商港擴建用地。除作商港規劃外，另尚可配合東部近海、遠洋漁業發展之需要。建港時，將考慮兩個進出口，即一為商港之進出口，一為漁港之進出口。

9.1.2 地形及地質

成功新港位於東經 $121^{\circ}21'15''$ ，北緯 $23^{\circ}5'10''$ 。

漁港港區，在民國六十五年四月曾由中興大學土木系土壤實驗室辦理鑽探工作，鑽探結果，獲知地盤為黏板岩層。

9.1.3 氣候及氣象

(1)風

本港恒風方向為NNE，風速5~10公尺/秒約為25%，其次為NNW及NW，風速均在5公尺/秒以下。冬季季風期間，從每年九月至翌年五月，均為NNE風向，恒風期甚長。

(2)雨量

本港附近區域，年平均雨量為1,826.5 mm。根據六十四、六十五兩年降雨紀錄分析，最大在六月，平均達368.5mm，最小月在十一月，平均為15.6mm。最多下雨

天數在五月有19.5天，最少下雨天數在十一月有6天，暴風雨通常發生在夏、秋之交。

(3)潮汐

本港暴潮偏差約在1公尺左右，平均最大高潮位為1.55公尺，因此可能發生最高高潮位為+2.55公尺，平均高潮位+1.15公尺，平均潮位+0.65公尺，平均低潮位±0.00公尺，平均最低低潮位-0.30公尺，平均潮差1.15公尺，平均最大潮差為1.85公尺。

(4)波浪

本港波浪大部由冬季季風產生，波向因受地形變化折射之影響，為NE方向，週期在12至14秒之間。深海示性波高為9公尺，週期在12~14秒之間。至於由南來之波浪，經模型颱風推得深海最大示性波高，週期為：S波向，波高8公尺，週期12秒；SSE波向，波高9公尺，週期12秒；SE波向，波高9公尺，週期12秒。

本港外海曾設一部波高儀以實測現場波高、週期，俟獲得結果，再比較修正。

(5)漂沙

本港附近海岸，大部為岩岸，因此沿岸漂沙甚少，少數淨漂沙量輸送方向，為由北向南。三仙台北部海岸有沙源，但因三仙台形同防沙堤，因此北部沙源甚難越過三仙台。

9.1.4 成功新港之佈置

本港位於新港漁港之西南側，位置為東經121°22'，北緯23°05'50"。港口朝向西南，港口寬度為140公尺，進口航道與迴船池水深為-9公尺，泊渠水深一為-9m，另一為-8m，供一萬噸級或五千噸級船舶停泊作業。總計碼頭長度為1,300公尺，作業能量，可供5,000噸級商船10艘或一萬噸級商船8艘停泊裝卸。

外廓堤防一東、西堤總長為940公尺，東堤由漁港避風渠南端礁岬與等深線垂直方向伸出300公尺，再偏西折轉50°後，伸展380公尺至-8m水深處，堤頭30公尺部分稍向西偏轉。西堤為距東堤500公尺之西南礁岬處，垂直等深線伸出200公尺，堤頭30公尺部分向西偏轉使與SW方向平行。迴旋池直徑300公尺，水深-9m，可供萬噸級商船二艘轉向之用。

本港規劃佈置如圖9-1。

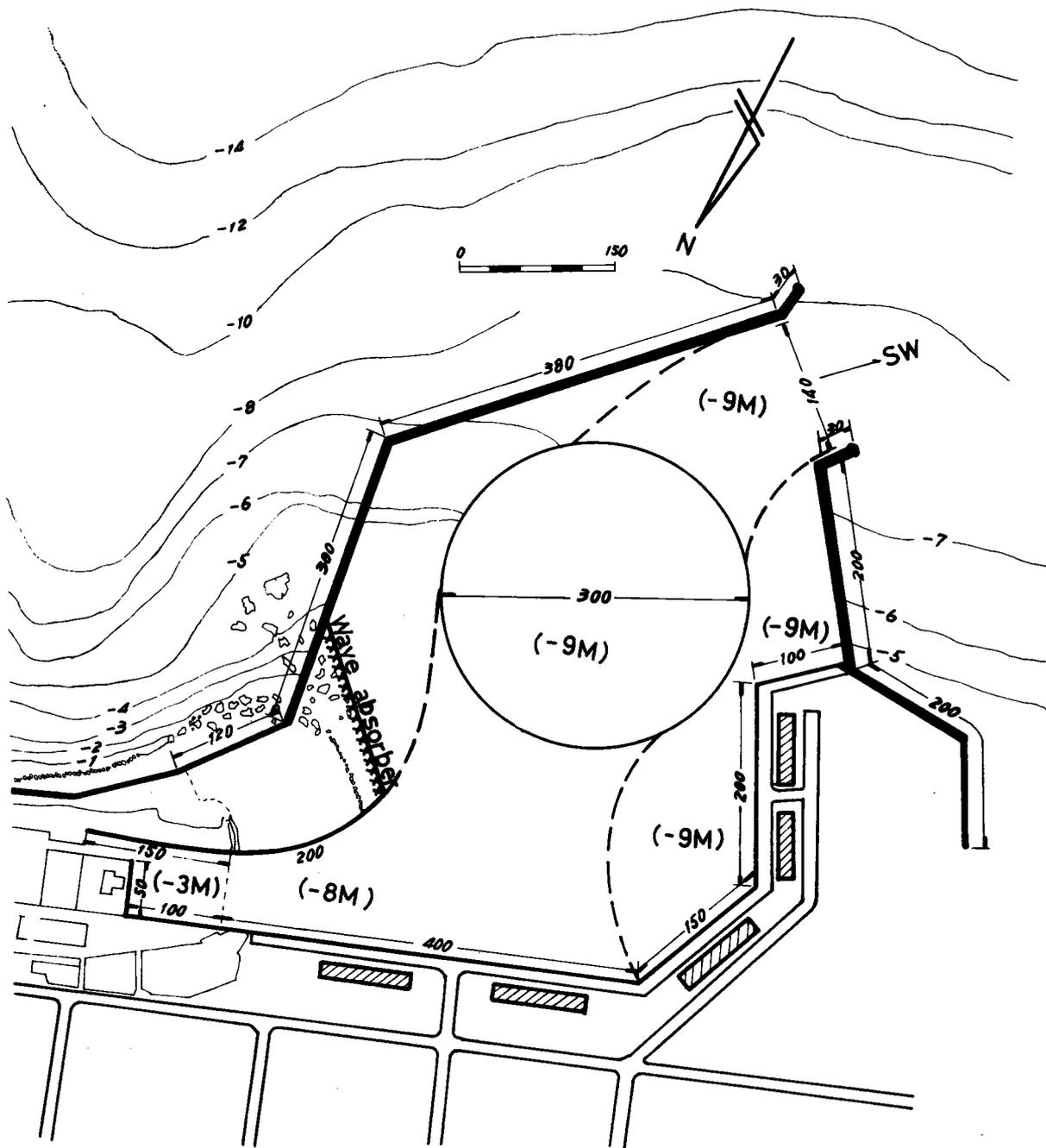


圖 9-1 新港港埠規劃佈置圖

9.2 綠島港之改善規劃

位於綠島鄉南寮村，現有港址在東經 $121^{\circ}28'15''$ ，北緯 $22^{\circ}39'40''$ 處，與蘭嶼同佔有巴士海峽衝要地位，惟原港埠過於狹小簡陋，有改進並充實設施必要。

綠島港缺乏氣象、海象紀錄，因與蘭嶼在同一方位風向，可參考蘭嶼港紀錄。至海象亦同蘭嶼港，近年有180噸客船，經常行駛伽藍港與綠島間，故客運航線在拓展上，應亦無問題。

本港朝向SW，港口寬度為45公尺，北防波堤長100公尺，北海堤長141公尺，南防波堤長25公尺，南海堤長112公尺，港內水域面積為 $10,800\text{m}^2$ ，航道及泊渠水深均為低潮下-5.0m，碼頭長度為414公尺，可供1,000噸級客貨船8艘停靠，其規劃佈置如圖9—2。

9.3 東港之改善規劃

9.3.1 地理條件及海象、氣象

本港位於屏東縣東港鎮，在東經 $120^{\circ}26'51''$ ，北緯 $22^{\circ}27'56''$ ，居東港溪下游。出口處海岸為沙質，夏季西南季風有漂沙問題，在暴風期亦受東港溪帶來泥沙以致有發生淤塞影響。

本港無波浪紀錄，高雄港第二港口距本港甚近，故可以高雄港紀錄作參考，大約每年十月至第二年五月，季節風波浪甚小，夏季季節風亦甚微；六至九月，波向大多為SW至SSW，波週期為8~13秒，波高2.5~6.4m，至於風速在5.4m/sec.以下者，約佔全年風速75%，風向多為NNW，NW，約各佔13%。

9.3.2 東港之規劃佈置

本港港口朝向WSW方向，港口寬75公尺，航道、迴船池及碼頭之水深定為低潮-5m，南防波堤長230公尺，北防波堤長210公尺，北導流堤長735公尺，碼頭岸壁長465公尺可同時停泊500噸級客貨船8艘。

北防波堤兼具防波及防沙作用，向西延伸60公尺，並將南北防波堤間水產學校遷移，使港內迴船內迴船池直徑可達200公尺，以供船舶運轉。

本港規劃佈置如圖9—3。

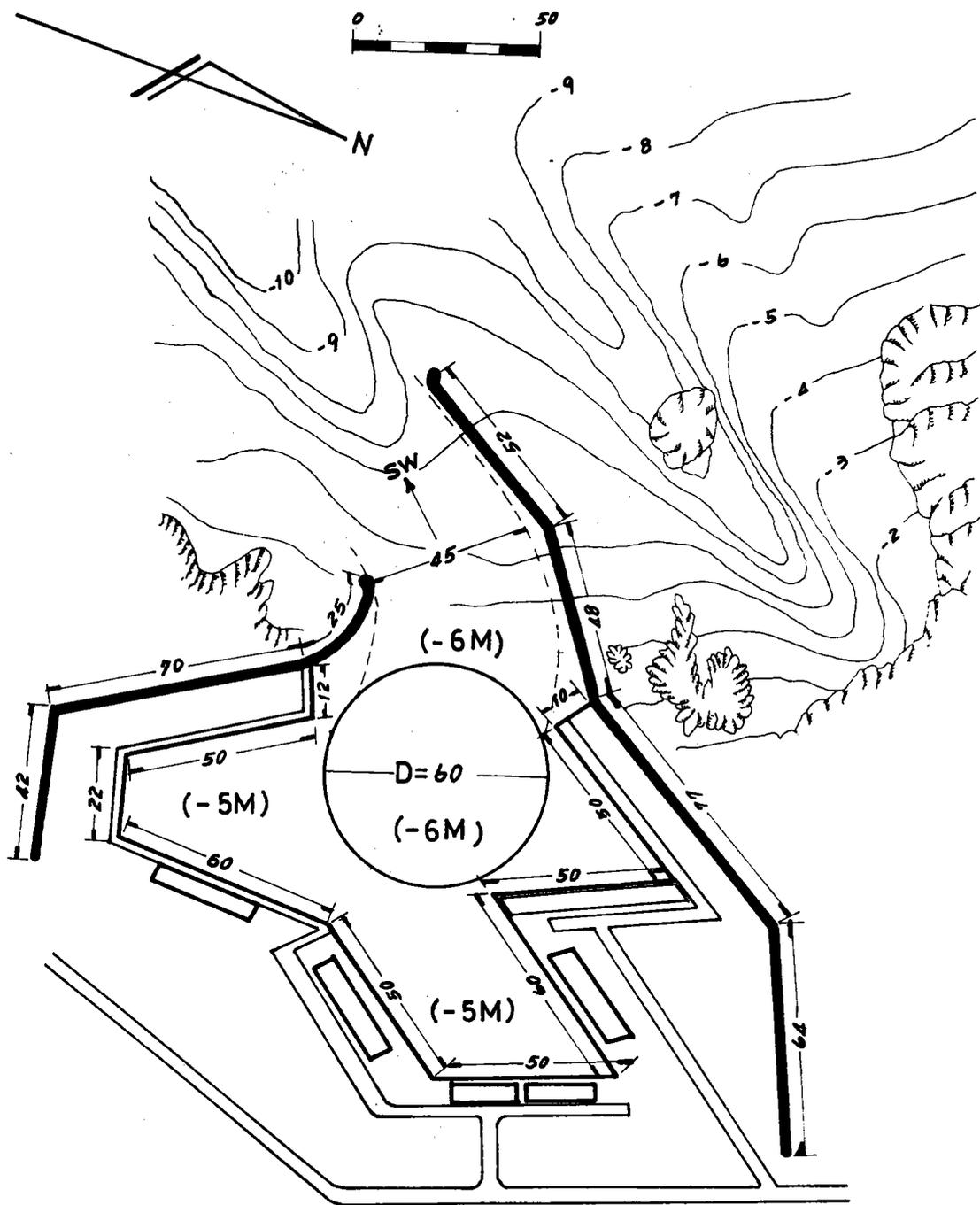


圖 9-2 綠島港規劃佈置圖

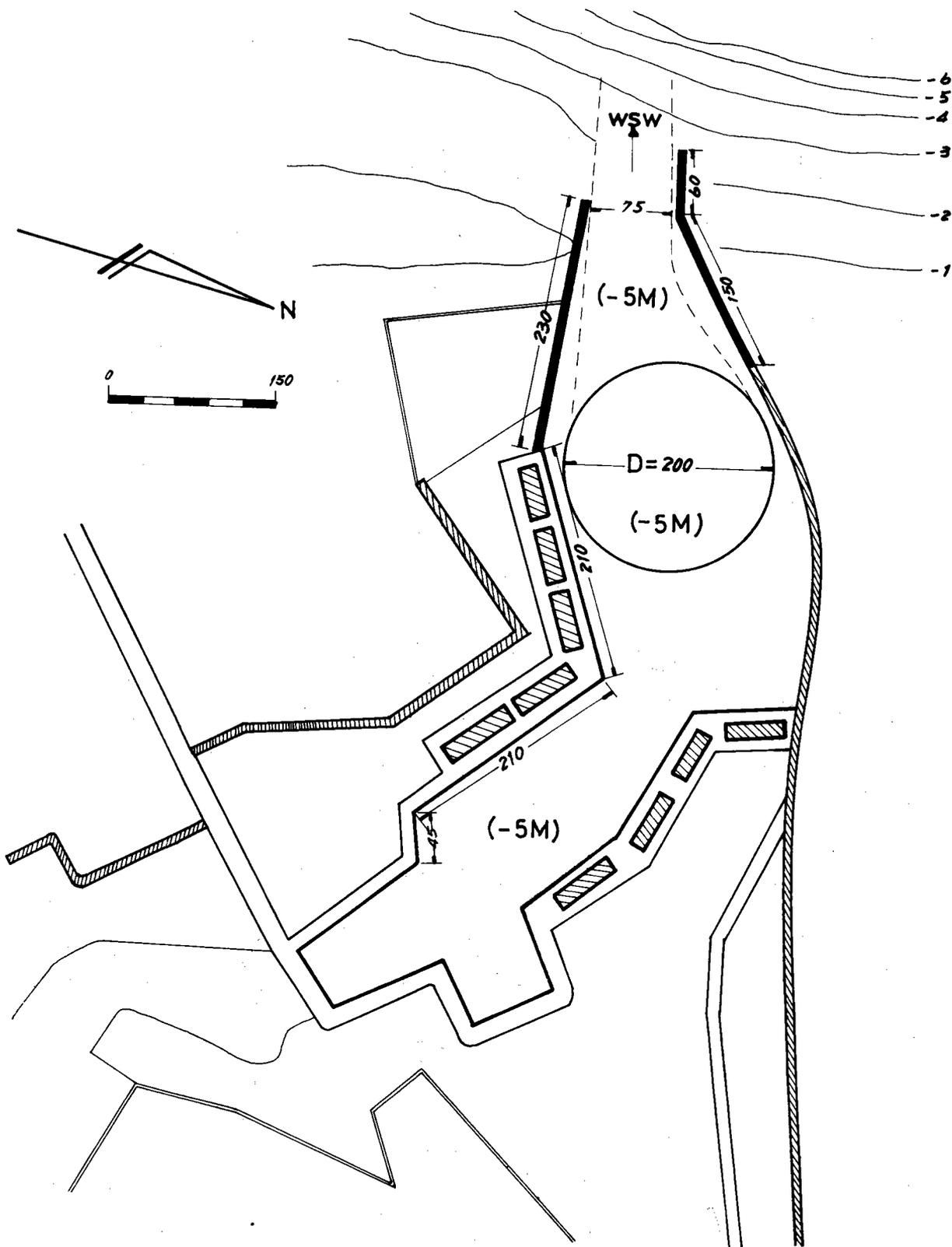


圖9-3 東港港埠佈置規劃圖

9.4 中芸港之改善規劃

9.4.1 本港之地理及海象、氣候條件

本港在高雄縣林園鄉，位於東經 $120^{\circ}22'$ ，北緯 $22^{\circ}25'$ 。海岸多沙質，風向以NNE，NNW最多，因港口朝SSW方向，故不受冬季季風產生波浪影響。由於海岸為沙岸，故對季風或颱風帶來之漂沙應予注意。

本港雨季為七至九月，平均年雨量為 $1,512\text{mm}$ ，平均水深為 $+1.03\text{m}$ 。

9.4.2 中芸港之規劃及佈置

將原進口航道拓寬為 45 公尺，迴船池拓寬 60 公尺為 100 公尺，水深為 -5.0m ，東防波堤長 208 公尺，伸至 -4m 水深處，西防波堤長 160 公尺，至水深 -4m 處，並就原防波堤西移 20 公尺，碼頭長 $1,000\text{m}$ ，可供 $1,000$ 噸級客貨船 10 艘同時停泊。

為使漁港與離島客運分開，於中芸港現址東側 100 公尺處，另闢一漁港，港口外堤東西兩側長 310 公尺，港口航道及泊渠水深均為 -5.0m 。

本港規劃佈置如圖 9—4。

9.5 小琉球港之改善規劃

9.5.1 本港之地理環境及海象、氣候

小琉球港位於屏東縣琉球鄉，東經 $120^{\circ}23'00''$ ，北緯 $22^{\circ}21'22''$ 處。北岸為沙灘，其餘為礁石。由於颱風襲擊，原有防波堤及護岸已損壞，不堪使用。發展離島客運，須另行規劃。

本港季風方向大多為NNW至NNE，風速在 10m/sec 期間最長，潮差不大，大潮平均高潮位為 $+1.5\text{m}$ ，平均潮位為 $+1.0\text{m}$ ，大潮平均低潮位為 $+0.5\text{m}$ 。

9.5.2 本港之規劃及佈置

港口朝向ENE，南北防波堤各長 152 公尺，迴旋池直徑 60 公尺，突堤碼頭二座，連同其他碼頭共長 500 公尺，航道及泊渠水深至低潮下 -5m ，可供 $1,000$ 噸級客貨船 8 艘停泊，其規劃佈置如圖 9—5。

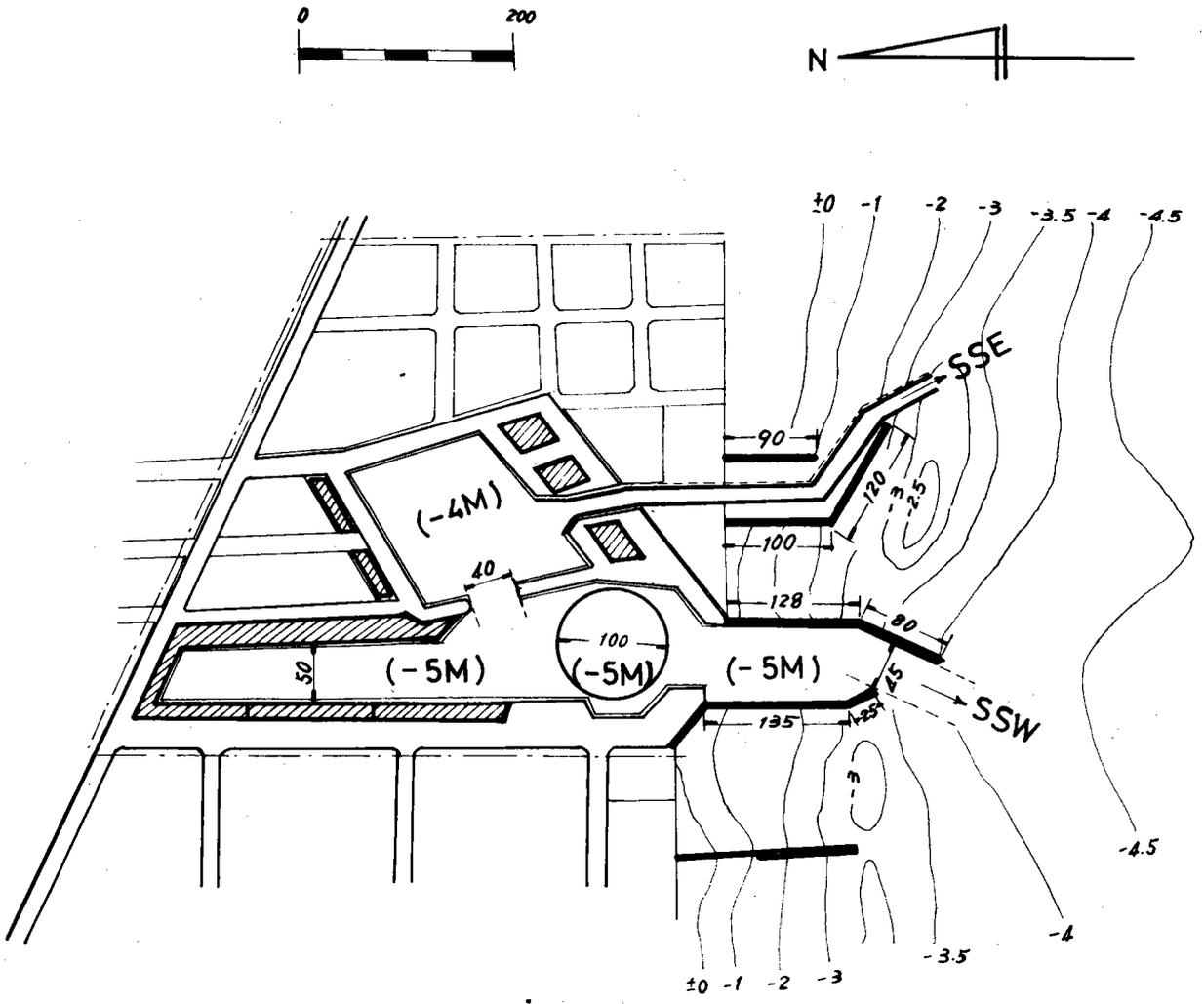


圖 9-4 中芸港埠規劃佈置圖

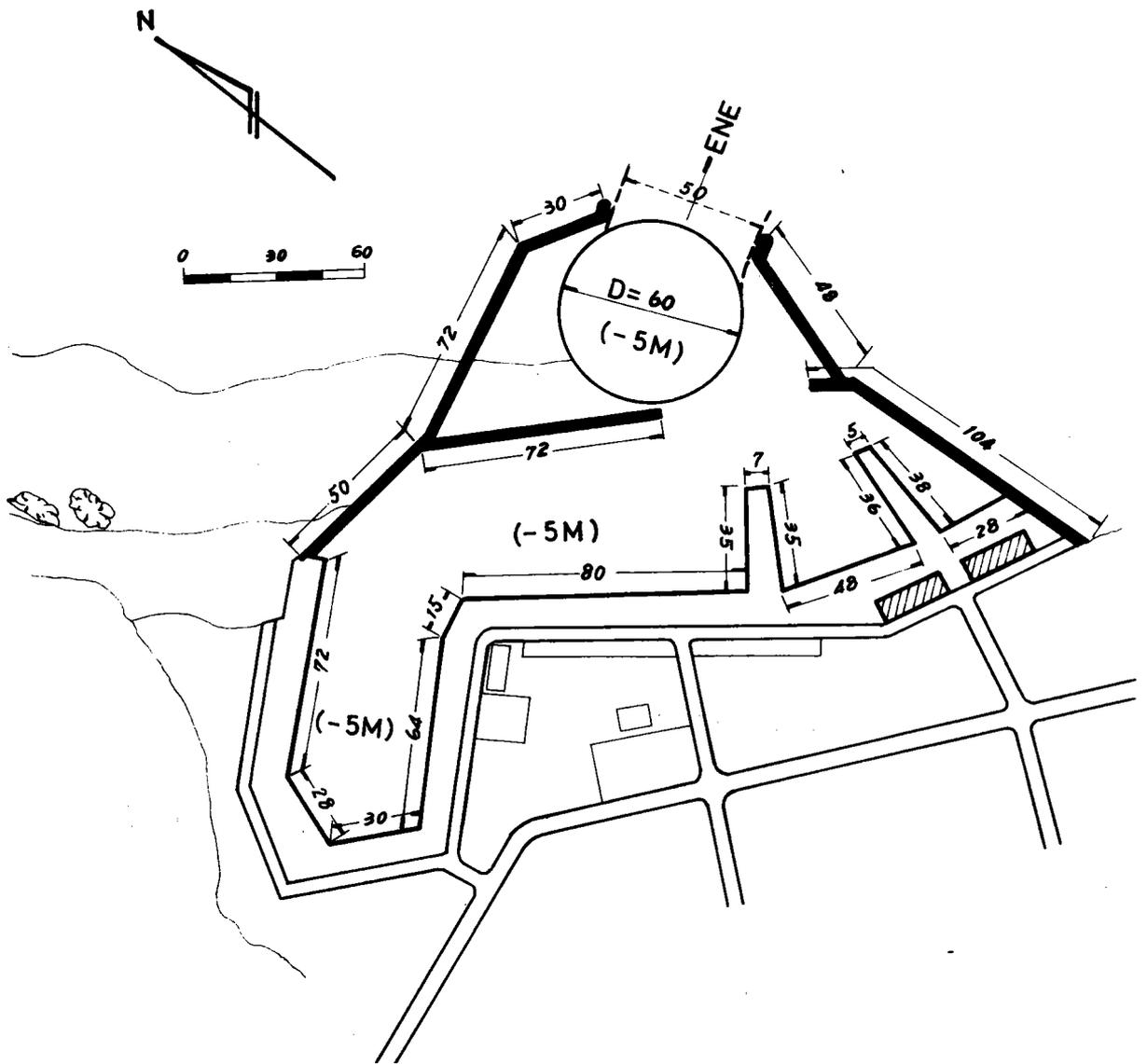


圖9—5 小琉球港埠規劃佈置圖

十、結 語

交通部運輸計畫委員會委託本所辦理環島航運系統港址之調查與規劃設計，已積極進行，惟因調查期間分別於本年三、四月才開始進行，有些資料不夠充分，極待繼續觀測補充港址之海、氣象資料，俾作規劃、設計與施工之參考依據。

目前所規劃之港址包括北部海岸、布袋、墾丁及蘭嶼等四個港址，本報告係提出四港址關建之綱要計畫圖；防波堤之設計與佈置，碼頭之設計與碼頭後線之規劃配置等，足供各新港建造之要覽。

如前言所述環島航運系統乃包括環島貨運及離島客運，本報告尚未包括發展離島客運之中芸、東港、綠島及小琉球等四港改建之規劃設計；先將簡單規劃部份釐列於第九章，俟本報告提出後，將繼續完成改善并發展離島客運之詳細規劃設計，預計於明(72)年2月底提出。如此配合綠島、蘭嶼港改建與興建及墾丁觀光港之關建，則墾丁及台東新港對綠島、蘭嶼兩島不僅有發展觀光，擴大對離島客貨運輸作用，且可對巴士海峽形成有利之軍事形勢及地位。

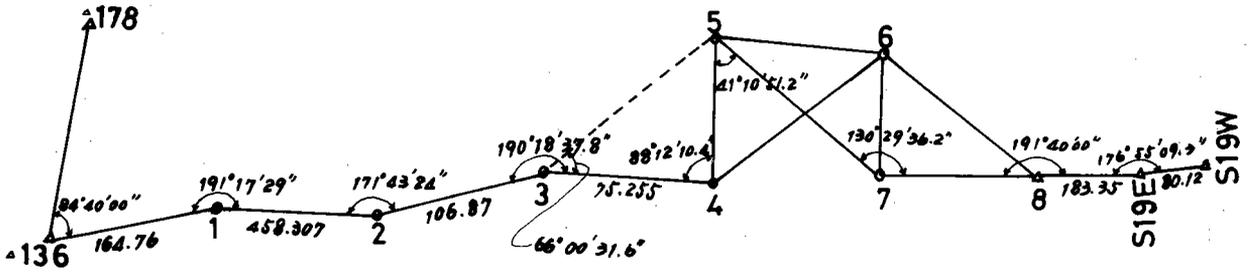
本報告所設計之港址堤防斷面係按新的波壓計算法設計—即合田(Goda)之耐波設計法，方法較為新穎，亦有實用性，為一般傳統設計法之突破。且設計波之入射條件乃依港址實測水深圖由深海進入淺海之實際折射情況，按堤防在各種不同水深而分段設計者，因此設計的斷面較為經濟可行，且安定性亦高，故四個港址設計所獲之斷面為切確可行。

港址地質調查分析，因僅供初步規劃之依據，故每港址之鑽探孔數由四孔至六孔不等，均位於沿岸邊緣，少數在水中，俟各新港關建時，尚需對預定之防波堤位置及碼頭線配置進行較細部之鑽探，孔與孔之間隔宜密，俾提供基礎設計及施工之依據。

附

附錄一 北部海岸港址地形測量詳細說明書

測點	角度	距離 P ₁
△178—△136—H1	884° 40' 00"	164. 760
△136—H1—H2	191 17 29	458. 307
H1—H2—H3	171 43 24	106. 870
H2—H3—H4	190 18 37.8	75. 255
H3—H4—H5	88 12 10.4 (158.037)	159. 219
H4—H5—H7	741 10 51.2	444. 689
H5—H7—H8	130 29 36.2	463. 051
H3—H4—H6	150 50 48.4	290. 617
H4—H6—H8	121 16 21	582. 918



△ 136	248050.823
	- 152.864
H1	247897.959
	- 383.509
H2	2247514.450
	- 96.920
H3	247417.530
	- 61.471
H4	247346.059
	- 87.725
H5	247268.234
	- 59.956
H7	247208.388
	- 389.461
H8	246818.927

2756945.755
+ 61.468
2757007.223
+ 250.931
2757258.154
+ 45.030
2757303.184
+ 43.412
2757346.596
- 132.872
2757213.724
+ 440.630
2757654.354
+ 250.472
2757904.862

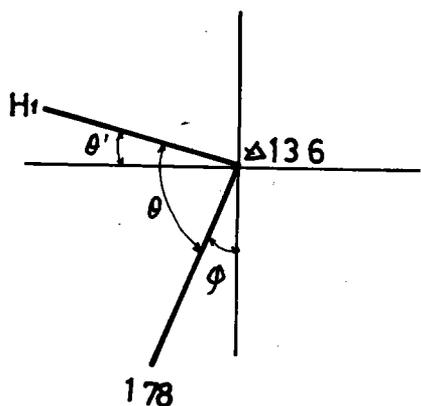
三角計算表：

$\Delta 178$ X (245896.820)

Y (2752761.492)

$\Delta 136$ X (248050.823)

Y (2756945.755)



$$\Delta X = -2154.003$$

$$\Delta Y = -4184.263$$

$$\phi = 90 - \tan^{-1} \frac{\Delta Y}{\Delta X} X = 27.23880793$$

$$D = 164.760$$

$$\theta = 84^\circ 40' 00''$$

$$\phi' = 111.9054745$$

$$\theta' = 21.90547459$$

$$D \cos \theta' = \Delta X = 152.864$$

$$8D \sin \theta' = \Delta Y = 61.46$$

$$H1(247897.959, 2757007.233)$$

$$\phi = 21.90547459$$

$$\theta = 191^\circ 17' 29''$$

$$\phi' = 213.1968634$$

$$\theta' = 33.19686347$$

$$D = 458.307$$

$$\Delta X = -383.509 \quad \Delta Y = +250.931$$

$$H2(247514.450, 2757258.154)$$

$$\phi = 33.19686347$$

$$\theta = 171^\circ 43' 24''$$

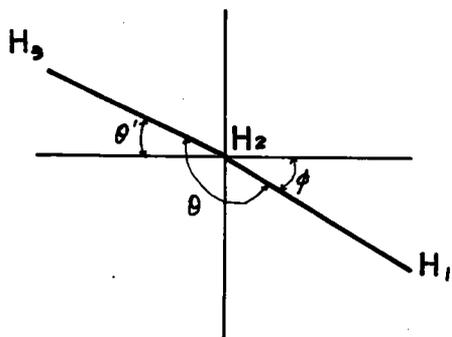
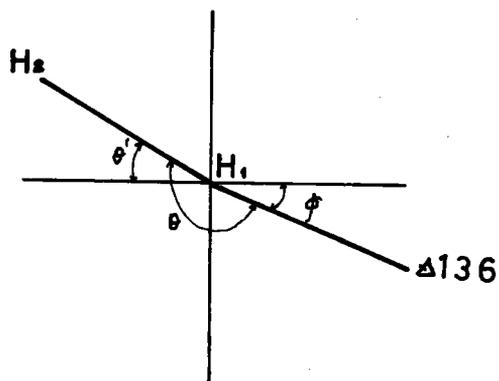
$$\phi' = 204.9201967$$

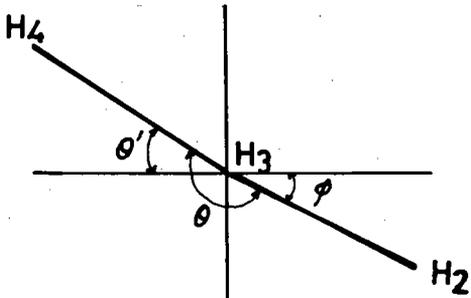
$$\theta' = 24.92019679$$

$$D = 106.870$$

$$\Delta X = -96.920 \quad \Delta Y = +45.030$$

$$H3(247417.530, 2757303.184)$$



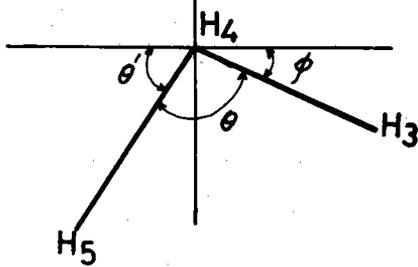


$$\begin{aligned} \phi &= 24.92019679 \\ \theta &= 190^\circ 18' 37.8'' \\ \phi' &= 215.2306967 \\ \theta' &= 35.2306967 \end{aligned}$$

$$D = 75.255$$

$$\Delta X = -61.471 \quad \Delta Y = +43.412$$

$$H4 (247356.056, 2757346.596)$$

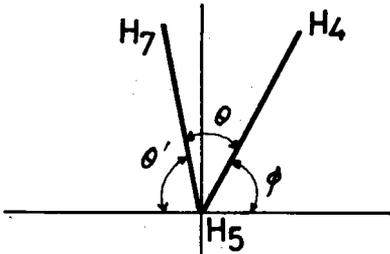


$$\begin{aligned} \phi &= 35.23069679 \\ \theta &= 88^\circ 12' 10.4'' \\ \phi' &= 123.4335856 \\ \theta' &= 56.56641433 \end{aligned}$$

$$D = 159.219$$

$$\Delta X = -87.725 \quad \Delta Y = -132.872$$

$$H5 (247268.334, 2757213.724)$$

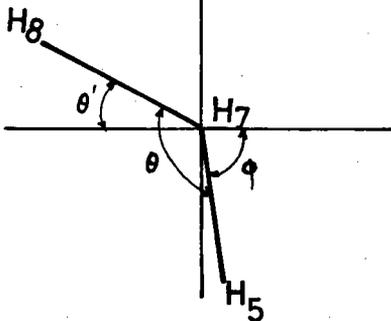


$$\begin{aligned} \phi &= 56.56641433 \\ \theta &= 41^\circ 10' 51.2'' \\ \phi' &= 97.74730321 \\ \theta' &= 82.25269678 \end{aligned}$$

$$D = 444.689$$

$$\Delta X = -59.946 \quad \Delta Y = +440.630$$

$$H7 (247203.388, 2757654.354)$$

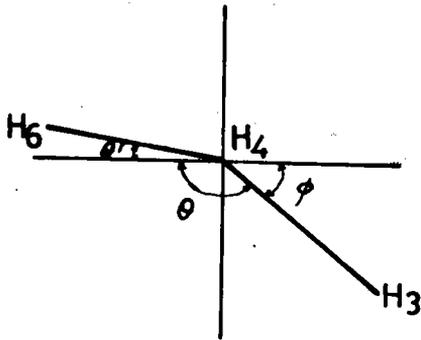


$$\begin{aligned} \phi &= 82.25269678 \\ \theta &= 13^\circ 19' 36.2'' \\ \phi' &= 212.7460856 \\ \theta' &= 32.74608565 \end{aligned}$$

$$D = 463.051$$

$$\Delta X = -489.461 \quad \Delta Y = -250.472$$

$$H8 (266818.928, 2757904.826)$$



$$\phi = 35.23069679$$

$$\theta = 150^{\circ} 50' 48.4''$$

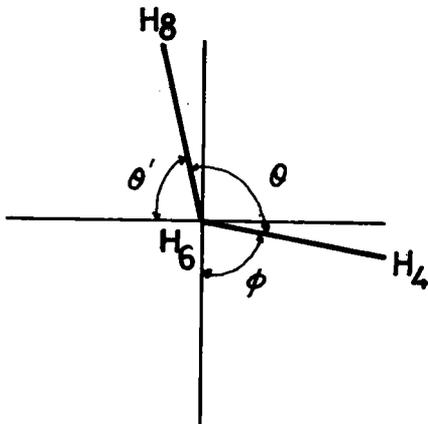
$$\phi' = 186.0774745$$

$$\theta' = 6.07747456$$

$$D = 290.617$$

$$\Delta X = -288.984 \quad Y \Delta = +30.769$$

$$H6 (247067.075, \quad 2757377.365)$$



$$\phi = 83.92252544$$

$$\theta = 121^{\circ} 16' 21''$$

$$\phi' = 205.1950254$$

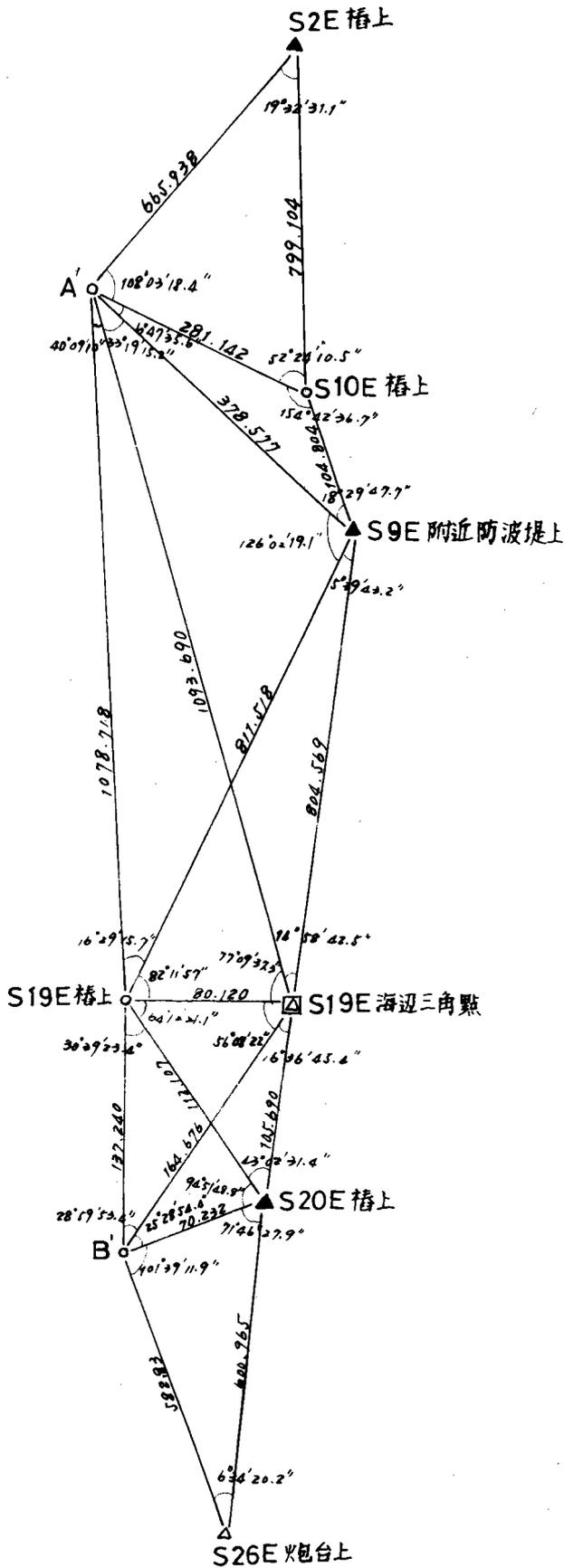
$$\theta' = 64.80497457$$

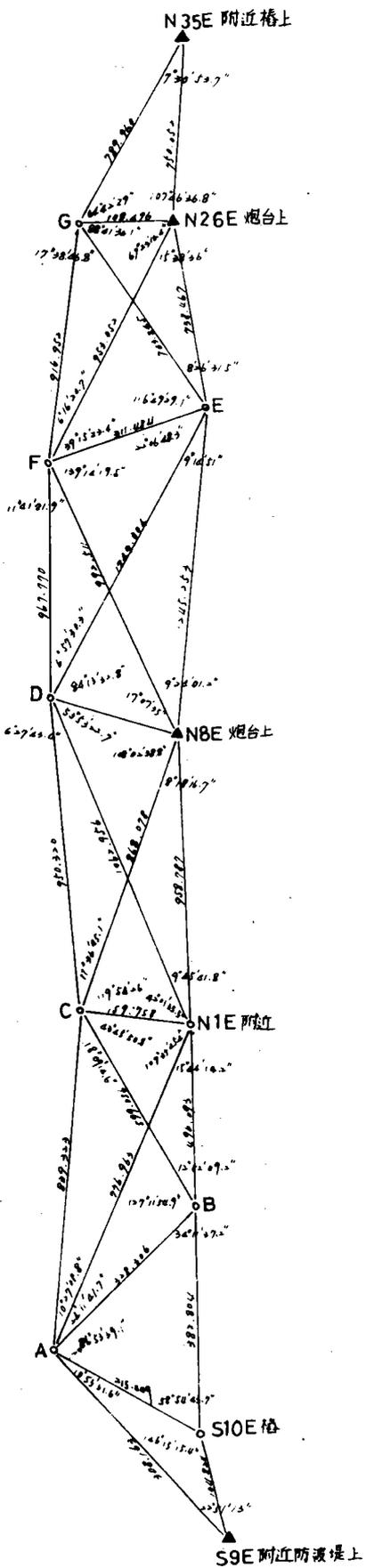
$$D = 582.918$$

$$\Delta X = -248.149 \quad \Delta Y = +527.462$$

$$H8 (246818.926, \quad 2757904.827)$$

$$(246818.927, \quad 2757904.826) \quad O.K$$





$$H_8 \begin{cases} X = 246818.927 \\ Y = 2757904.826 \end{cases}$$

$$\phi = 32.74608566$$

$$\theta = 191^\circ 40'$$

$$\phi' = 224.41275236$$

$$\theta' = 44.41275236$$

$$D = 183.35$$

$$\Delta X = -130.970 \quad \Delta Y = +128.312$$

$$X = 246687.957 \quad Y = 2758033.138$$

$$\phi = 44.41275236$$

$$\theta = 176^\circ 55' 09.3''$$

$$\phi' = 221.33200236$$

$$\theta' = 41.33200236$$

$$D = 80.12$$

$$\Delta X = -60.162 \quad \Delta Y = +52.913$$

$$X = 246627.795 \quad Y = 2758086.051$$

$$\phi = 41.33200236$$

$$\theta = 64^\circ 12' 21.1''$$

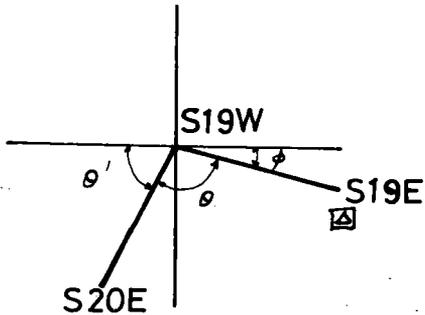
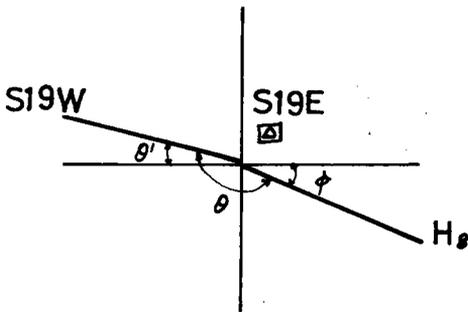
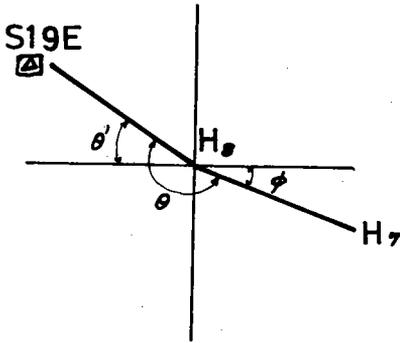
$$\phi' = 105.5378635$$

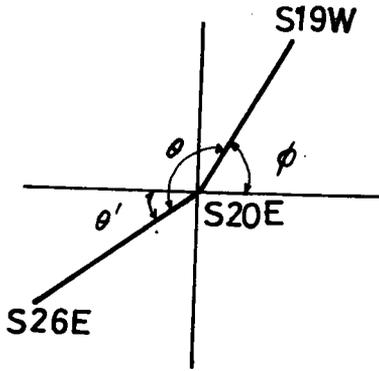
$$\theta' = 74.46213653$$

$$D = 112.107$$

$$\Delta X = -30.031 \quad \Delta Y = -108.010$$

$$X = 246597.764 \quad Y = 2757978.041$$





$$\phi = 74.46213653$$

$$\theta = 166^{\circ} 38' 16.7''$$

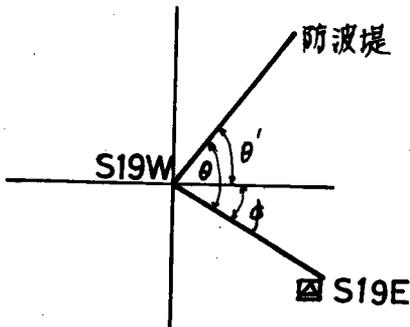
$$\phi' = 241.10010873$$

$$\theta' = 61.10010873$$

$$D = 600.965$$

$$\Delta X = -290.435 \quad \Delta Y = -526.124$$

$$X = 246307.329 \quad Y = 2757451.917$$



$$S19W \begin{cases} X = 246627.795 \\ Y = 2758086.051 \end{cases}$$

$$\phi = 41.33200236$$

$$\theta = 82^{\circ} 11' 57.00''$$

$$\theta' = 40.86716431$$

$$D = 811.518$$

$$\Delta X = +613.693 \quad \Delta Y = +530.982$$

$$X = 247241.488 \quad Y = 2758617.033$$

$$\phi = 40.86716431$$

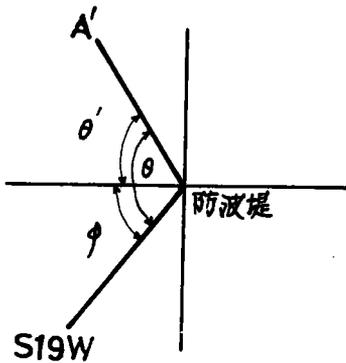
$$\theta = 126^{\circ} 02' 19.1''$$

$$\theta' = 85.17147459$$

$$D = 378.577$$

$$\Delta X = -31.866 \quad \Delta Y = +377.233$$

$$X = 24720.622 \quad Y = 2758994.266$$



$$\phi = 85.17147459$$

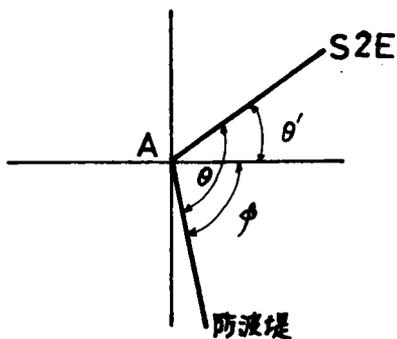
$$\theta = 114^{\circ} 50' 54''$$

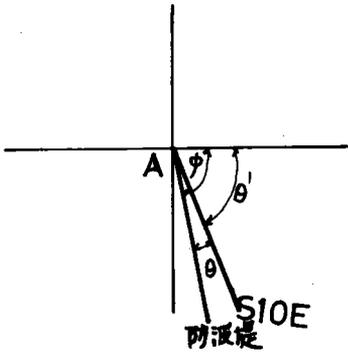
$$\theta' = 29.67685871$$

$$D = 665.938$$

$$\Delta X = +578.588 \quad \Delta Y = +329.711$$

$$X = 247788.210 \quad Y = 2759323.977$$





$$\phi = 85.171474459$$

$$\theta = 6^{\circ} 47' 35.6''$$

$$\theta' = 78.378252237$$

$$D = 281.142$$

$$\Delta X = +56.636 \quad \Delta Y = -275.378$$

$$X = 247266.258 \quad Y = 2758718.888$$

$$\phi = 40.86716431$$

$$\theta = 144^{\circ} 32' 06.8''$$

$$\theta' = 76.33194211$$

$$D = 103.824$$

$$\Delta X = +24.770 \quad \Delta Y = +101.855$$

$$X = 247266.258 \quad Y = 2758718.888$$

$$\phi = 76.33194211$$

$$\theta = 205^{\circ} 09' 59.1''$$

$$\theta' = 38.83447459$$

$$\phi' = 51.16552541$$

$$D = 382.804$$

$$\Delta X = +240.046 \quad \Delta Y = +298.189$$

$$X = 247516.304 \quad Y = 2759017.077$$

$$\phi = 51.16552541$$

$$\theta = 174^{\circ} 15' 41.3''$$

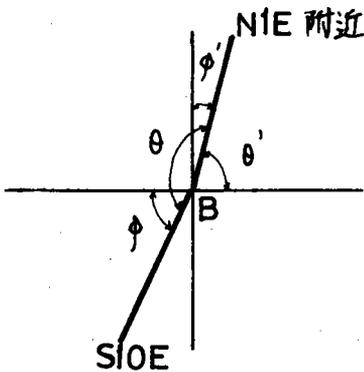
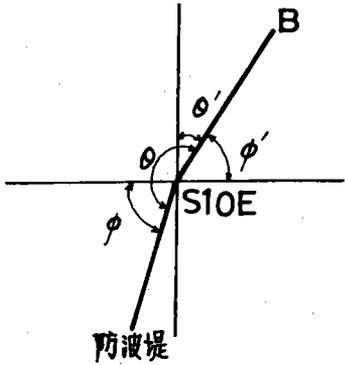
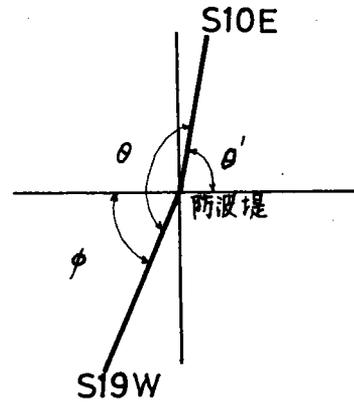
$$\phi' = 33.09594679$$

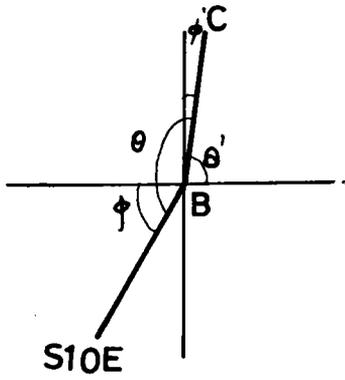
$$\theta' = 56.90405321$$

$$D = 496.093$$

$$\Delta X = +270.888 \quad \Delta Y = +415.606$$

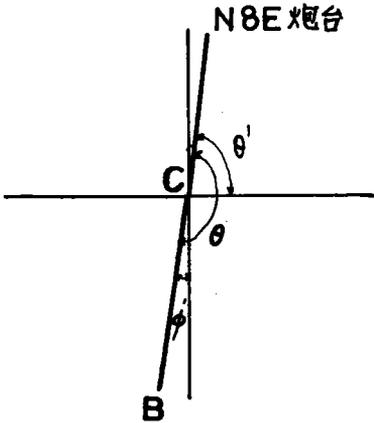
$$X = 247777.192 \quad Y = 2759432.683$$





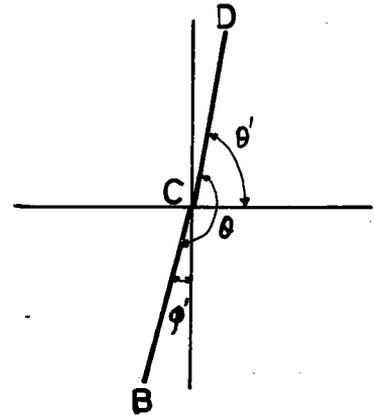
$$\begin{aligned}\phi &= 51.16552541 \\ \theta &= 161^{\circ} 23' 32.1'' \\ \phi' &= 20.22672459 \\ \theta' &= 69.77327541 \\ D &= 599.056\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta X &= +207.115 & \Delta Y &= +562.113 \\ X &= 247713.419 & Y &= 2759579.190\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\theta &= 163^{\circ} 40' 16.8'' \\ \phi' &= 20.22672459 \\ \theta' &= 53.44446087 \\ D &= 869.078\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta X &= +517.623 & \Delta Y &= 698.114 \\ X &= 248231.016 & Y &= 2760277.264\end{aligned}$$



$$X = \boxed{248231.029} \quad Y = \boxed{2760277.284}$$

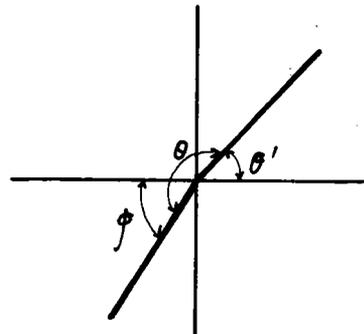
$$\begin{aligned}\theta &= 175^{\circ} 16' 31.9'' \\ \phi' &= 20.22672459 \\ \theta' &= 65.04880321 & D &= 950.320\end{aligned}$$

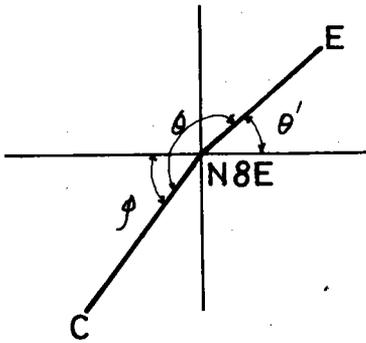
$$\begin{aligned}\Delta X &= +400.889 & \Delta Y &= 861.624 \\ X &= 248114.282 & Y &= 2760440.773\end{aligned}$$

$$X = \boxed{248114.295} \quad Y = \boxed{2760440.793}$$

$$\begin{aligned}\phi &= 53.44460871 \\ \theta &= 185^{\circ} 10' 13.8'' \\ \theta' &= 48.27410871\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}D &= 992.511 \\ \Delta X &= +660.583 & \Delta Y &= +740.748 \\ X &= 248891.612 & Y &= 2761018.032\end{aligned}$$





$$\phi = 53.44460871$$

$$\theta = 194^{\circ} 34' 15''$$

$$\theta' = 38.87377541$$

$$D = 1245.253$$

$$\Delta X = 969.467 \quad \Delta Y = 781.529$$

$$X = 249200.496 \quad Y = 2761058.813$$

$$\phi = 38.87377541$$

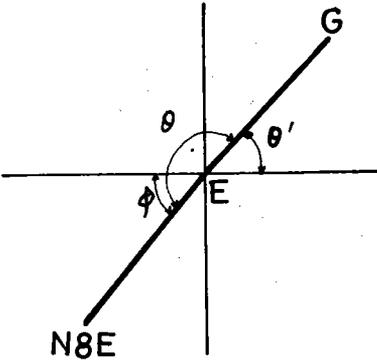
$$\theta = 148^{\circ} 11' 08.4''$$

$$\theta' = 70.68810871$$

$$D = 733.245$$

$$\Delta X = +242.492 \quad \Delta Y = +691.987$$

$$X = 249442.988 \quad Y = 2761750.800$$



$$\phi = 38.87377541$$

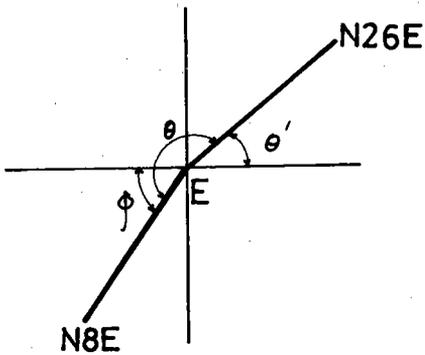
$$\theta = 156^{\circ} 37' 39.9''$$

$$\theta' = 62.24602541$$

$$D = 738.467$$

$$\Delta X = 343.886 \quad \Delta Y = 653.510$$

$$X = 249544.382 \quad X = 2761712.261$$



$$\phi = 62.2460254$$

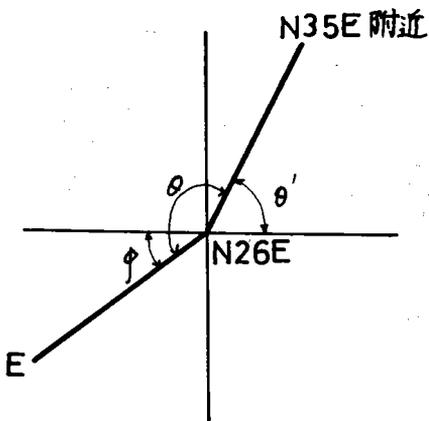
$$\theta = 190^{\circ} 38' 29.5''$$

$$\theta' = 51.60449765$$

$$D = 750.052$$

$$\Delta X = 465.847 \quad \Delta Y = 587.847$$

$$X = 25001.303 \quad Y = 2762300.290$$



附錄二 布袋港址地形測量詳細說明書

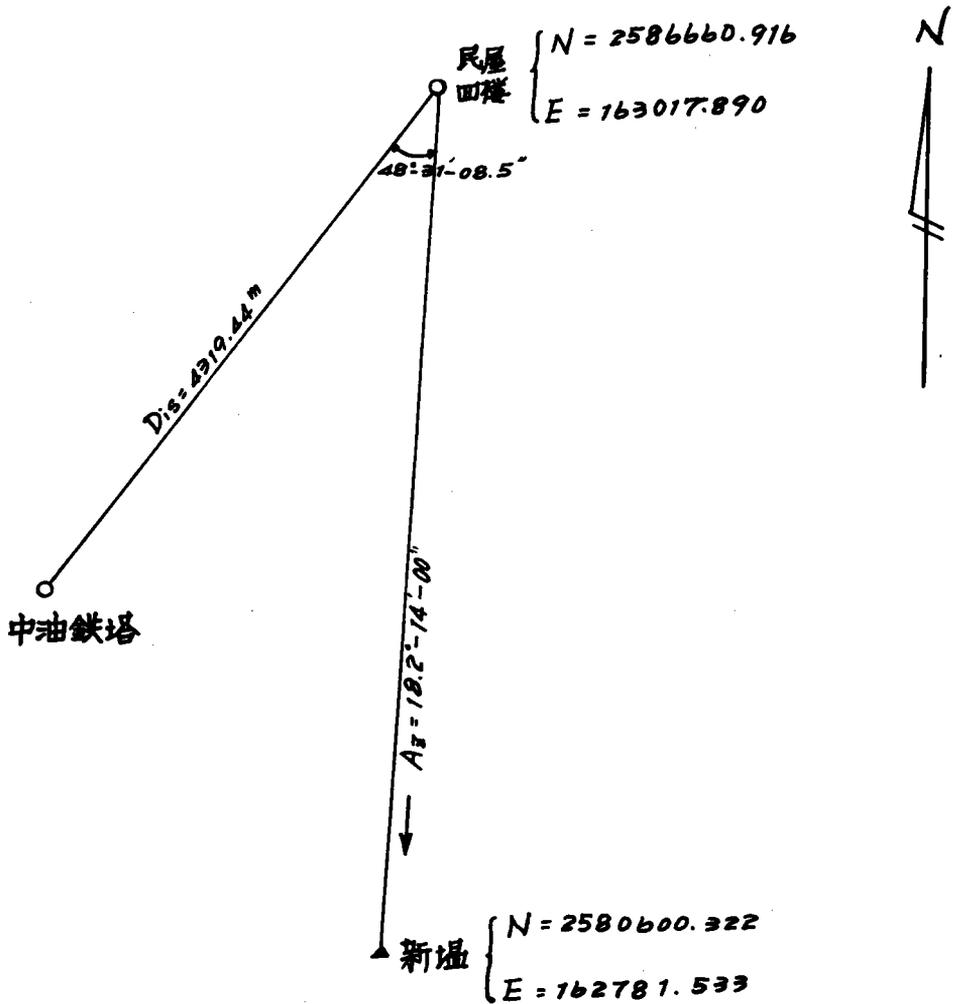
各三角點及補點角度觀測值

角度編號	觀 測 值	平 差 值	備 考
1	4° 49' 20.0"	° ' "	
2	48 50 17.3	48 50 19.2	
3	37 00 56.0	37 00 57.9	
4	94 08 41.0	94 08 42.9	
5	69 58 20.3		
6	94 44 43.7		
7	68 28 20.0	68 28 26.9	
8	50 53 23.3	50 53 30.2	
9	60 37 56.0	60 38 02.9	

角度觀測說明：

1. 布袋嘴三角點與新塭三角點通視困難
2. 布袋嘴三角點附近有電線，插旗誌危險，不予使用。
3. 布袋嘴，新塭及民屋四樓頂所構成之三角形，因圖形不佳，所觀測之角度僅供參考。
4. 掌潭原有三角點點位低，且樁位不正，有被移動之現象，故不予使用
5. 南海灘及壽島兩補點地勢較低，不適合架設定位儀副機。另選中油鐵塔頂及燈塔頂兩點擺設。
6. 中油鐵塔頂與新塭及前東港兩三角點，無法通視
7. 角度觀測係使用經緯儀T₂施測二測回，再取其算學平均值。

中油鐵塔座標之計算



民屋~新塭方位角

$$180^{\circ} + \tan^{-1} \frac{162781.533 - 163017.890}{2580600.322 - 2586660.916} = 180^{\circ} + \tan^{-1} \frac{-236.357}{-6060.594}$$

$$= 180^{\circ} + 2^{\circ}14'00'' = 182^{\circ}14'00''$$

民屋~中油鐵塔方位角

$$= 182^{\circ}14'00'' + 48^{\circ}31'08.5'' = 230^{\circ}45'08.5''$$

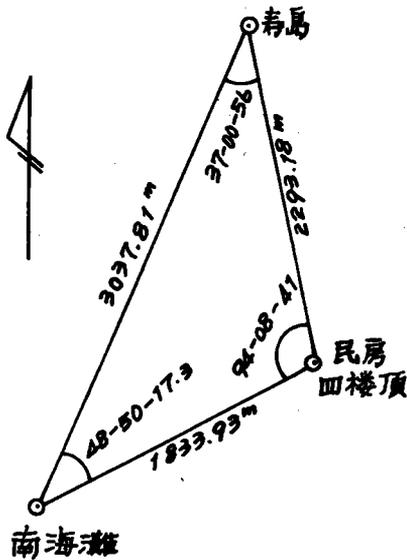
中油鐵塔座標之計算：

$$\begin{aligned} N &= 2586660.916 + 4319.44 \times \cos (230^\circ 45' 08.5'') \\ &= 2583928.121 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= 163017.890 + 4319.44 \times \sin (230^\circ 45' 08.5'') \\ &= 159672.835 \end{aligned}$$

布袋地區三角補點內角及邊長平差計算

平差前之觀測值如



左圖先計算三內角和

94—08—41	
37—00—56	
48—50—17.3	
179—59—54.3	內角和
(-180—00—00.0)	
05.7	誤差

每一內角平均配賦 +01.9' 平差後三內角為

94—08—42.9
37—00—57.9
48—50—19.2
180—00—00.0

邊長之平差計算：

根據三角形正弦定理，可得：

$$\frac{3037.81}{\sin(94-08-42.9)} = 3045.778$$

$$\frac{1833.93}{\sin(37-00-57.9)} = 3046.197$$

$$\frac{2293.18}{\sin(48-50-19.2)} = 3045.96$$

平均值為 3045.979

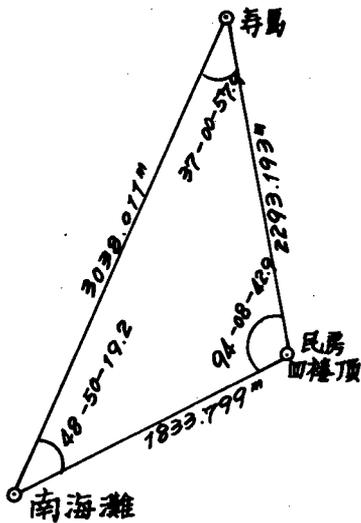
將平均值代入各式中，即可求得各邊之平差值如下：

$$\begin{aligned} & \text{壽島} \sim \text{南海灘之邊長} \\ & = 3045.979 \times \sin(94 - 08 - 42.9) \\ & = 3038.011\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{壽島} \sim \text{民房四樓頂邊長} \\ & = 3045.979 \times \sin(48 - 50 - 19.2) \\ & = 2293.193\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{民房四樓} \sim \text{南海灘邊長} \\ & = 3045.979 \times \sin(37 - 00 - 57.9) \\ & = 1833.799\text{m} \end{aligned}$$

平差後之角度及邊長如下圖：



壽島及南海灘座標之計算

民屋四樓頂～南海灘之方位角

$$= \text{民屋四樓頂～新塙方位角} + 69^\circ 58' 20.3''$$

$$= 182^\circ 14' 00'' + 69^\circ 58' 20.3''$$

$$= 252^\circ 12' 20.3''$$

民屋四樓頂～壽島之方位角

$$= \text{民屋四樓頂～南海灘方位角} + 94^\circ 08' 42.9''$$

$$= 252^\circ + 94^\circ 08' 42.9''$$

$$= 346^\circ 21' 03.2''$$

南海灘之座標計算：

$$N = 2586660.916 + 1833.799 \times \text{Cos} (252^\circ 12' 20.3'')$$

$$= 2586100.505$$

$$E = 163017.890 + 1833.799 \times \text{Sin} (252^\circ 12' 20.3'')$$

$$= 161271.821$$

壽島之座標計算：

$$N = 2586660.916 + 2293.193 \times \text{Cos} (346^\circ 21' 03.2'')$$

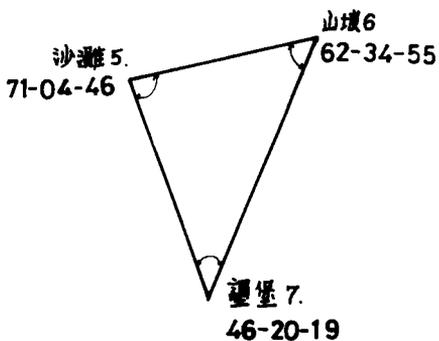
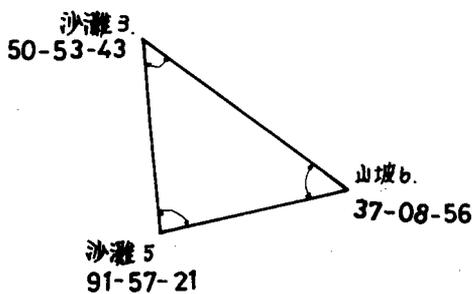
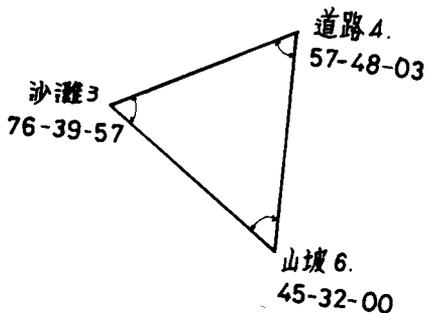
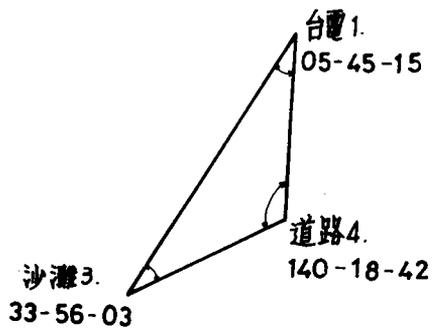
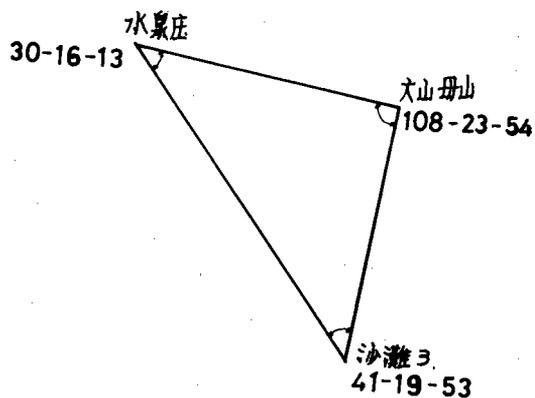
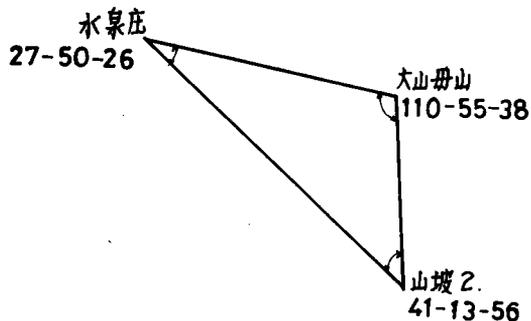
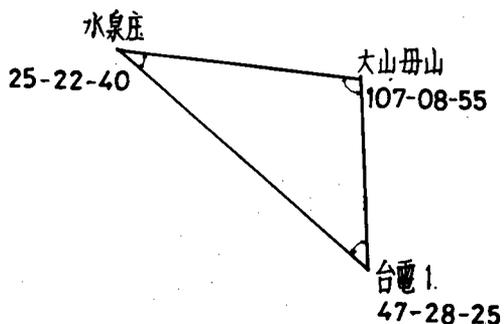
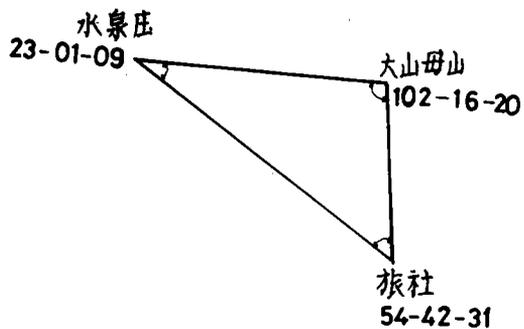
$$= 2588889.347$$

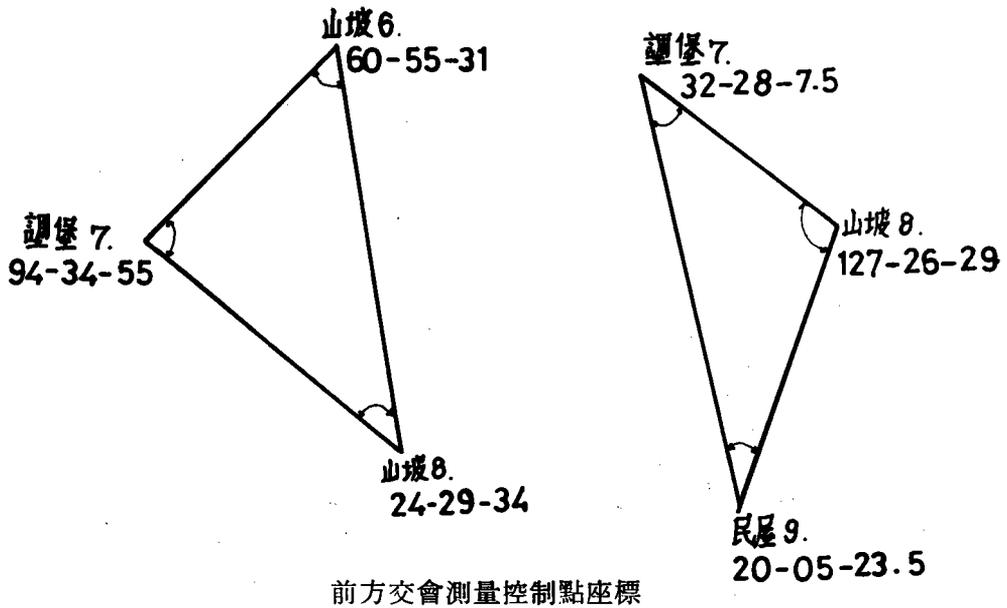
$$E = 163017.890 + 2293.193 \times \text{Sin} (346^\circ 21' 03.2'')$$

$$= 162476.754$$

附錄三 墾丁港址地形測量詳細計算說明書

墾丁港址地形測量詳細計算說明書





測區	控制點	座標
A	山 坡 8	E : 230289.659 N : 2426722.404
	民 屋 9	E : 230700.6895 N : 2426438.224
B	山 坡 6	E : 229759.1711 N : 2426674.838
	台 電 1	E : 228731.727 N : 2427411.494
C	山 坡 2	E : 229478.2023 N : 2426984.821
	台 電 1	E : 228731.727 N : 2427411.494
D	台 電 1	E : 228731.727 N : 2427411.494
	旅 社	E : 228102.1261 N : 2427753.912

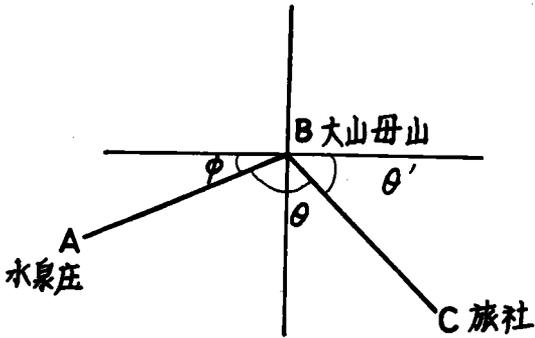
控制點座標

旅社	{	E : 228102.1261
		N : 2427757.912
台電1	{	E : 228731.727
		N : 2427411.494
山坡2	{	E : 229478.2023
		N : 2426984.821
沙灘3	{	E : 229560.7719
		N : 2426584.539
道路4	{	E : 229525.2594
		N : 2426764.914
山坡6	{	E : 229759.171
		N : 2426674.838
沙灘5	{	E : 229678.7263
		N : 2426525.927
碉堡7	{	E : 229883.578
		N : 242691.800
山坡8	{	E : 230289.1695
		N : 2426722.404
民屋9	{	E : 230960.6895
		N : 2426438.224
△大山母山	{	E : 226339.030
		N : 2430279.931
△水泉莊	{	E : 220412.819
		N : 2427802.832

控制點座標計算

水泉庄 $\left\{ \begin{array}{l} E : 220412.819 \\ N : 2427802.832 \end{array} \right.$

大山毋山 $\left\{ \begin{array}{l} E : 226339.030 \\ N : 2430279.931 \end{array} \right.$



$$\phi = \tan^{-1} \frac{NB-NA}{EB-EA} = 22.684457$$

$$\overline{AB} = \frac{EB-EA}{\cos \phi} = 6423.083$$

$$\theta = 102-16-20$$

$$\phi' = 124.956679$$

$$\theta' = 55.043321$$

$$D = 3077.188$$

$$\Delta X = +1763.0961 \quad \Delta Y = -2522.0186$$

旅社 (228102.1261, 2427757.912)

$$\phi = 22.684457$$

$$\theta = 107-08-55$$

$$\phi' = 129.833068$$

$$\theta' = 50.166932$$

$$D = 3735.362$$

$$\Delta X = +2392.6974 \quad \Delta Y = -2868.4366$$

台電1 (228731.727, 2427411.494)

$$\phi = 22.684457$$

$$\theta = 110-55-38$$

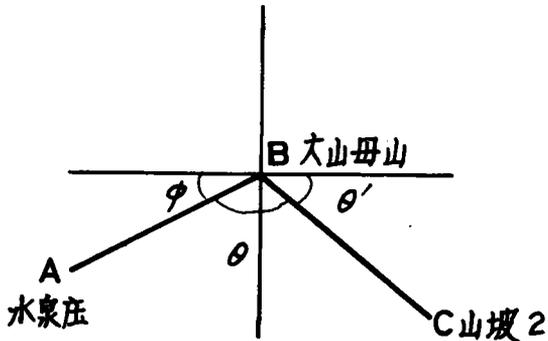
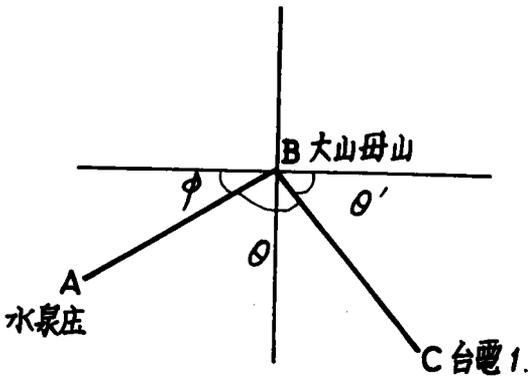
$$\phi' = 133.611679$$

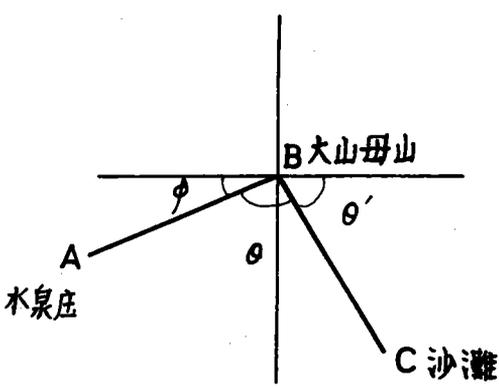
$$\theta' = 46.388321$$

$$D = 4551.061$$

$$\Delta X = +3139.1723 \quad \Delta Y = -3295.1105$$

山坡2 (229478.2023, 2426984.821)





$$\phi = 22.684457$$

$$\theta = 108 - 23 - 54$$

$$\phi' = 131.082790$$

$$\theta' = 48.917210$$

$$D = 4902.606$$

$$\Delta X = +3221.7419 \quad \Delta Y = -3695.3923$$

$$\text{沙灘 3 (229560.7716, 2426584.539)}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{12426584.539 - 2427411.494}{229560.7719 - 228731.727} = 44.92769$$

$$\frac{31}{\cos \phi} = \frac{229560.7719 - 228731.727}{\cos \phi} = 1170.970$$

$$\Delta X = +829.045 \quad \Delta Y = -826.955$$

$$\text{沙灘 3 (229560.7720, 2426584.539)}$$

$$\phi = 44.927692$$

$$\theta = 161.495278$$

$$\phi' = 206.422970$$

$$\theta' = 26.422970$$

$$D = 131.714$$

$$\Delta X = +117.9543 \quad \Delta Y = -58.6120$$

$$\text{沙灘 5 (229678.7623, 2426525.927)}$$

$$\phi = 26.422970$$

$$\theta = 163.035278$$

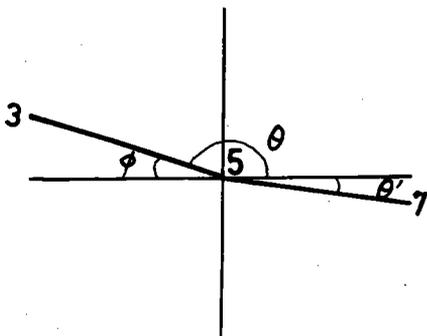
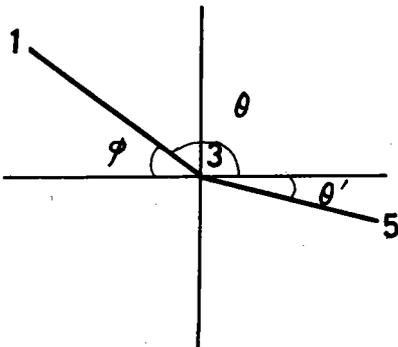
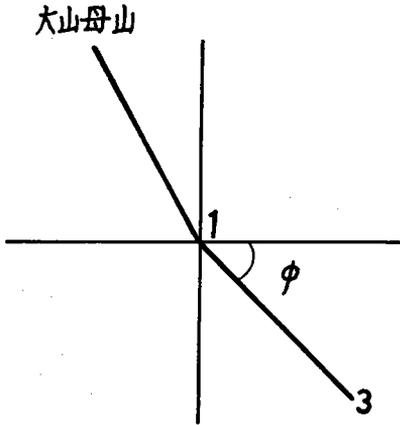
$$\phi' = 189.458248$$

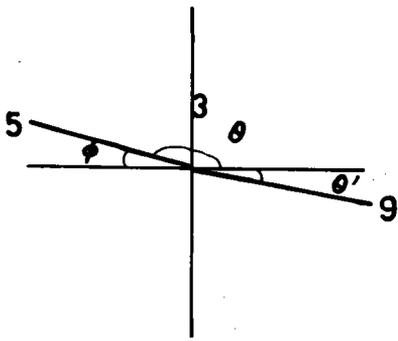
$$\theta' = 9.458248$$

$$D = 207.675$$

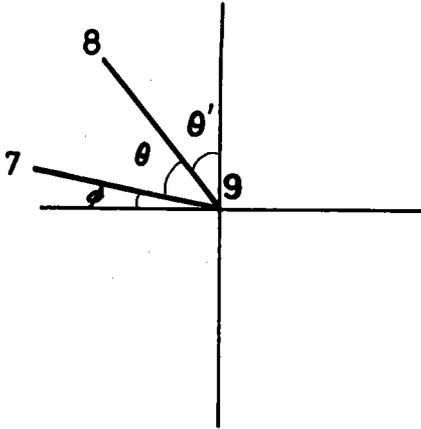
$$\Delta X = +204.8518 \quad \Delta Y = -34.1270$$

$$\text{礮堡 7 (229883.5781, 242691.800)}$$





$\phi' = 9.458248$
 $\theta = 173.389306$
 $\phi' = 182.847554$
 $\theta' = 2.847554$
 $D = 1078.443$



$\Delta X = +1077.1114$ $\Delta Y = -53.5757$
 民 屋 9 (23096.6895, 2426438.224)
 $\phi = 2.847554$
 $\theta = 20-05-23.5$
 $\phi' = 22.937415$
 $\theta' = 67.062585$
 $D = 729.179$

$\Delta X = -671.523623$ $\Delta Y = +284.1796$

山 坡 8 (230289.1659, 2426722.404)
 $\phi = 5.128418$

$\theta = 206.189444$
 $\phi' = 201.061026$
 $\theta' = 21.061026$

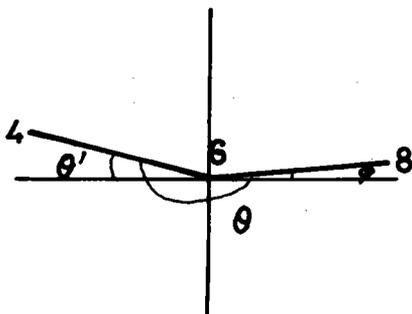
$D = 250.656$

$\Delta X = -233.911727$ $\Delta Y = 290.0763$

道 路 4 (229525.2594, 2426764.914)

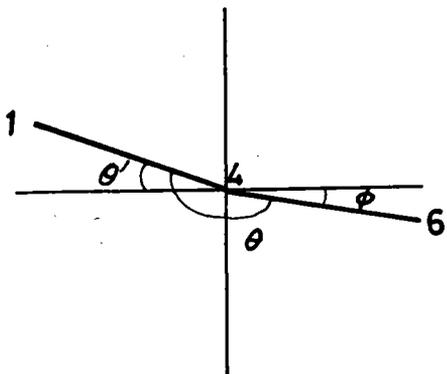
$\phi = 67.062585$
 $\theta = 151.934167$
 $\phi' = 84.871582$
 $\theta' = 5.128418$

$D = 532.125$



$\Delta X = -539.9948$ $\Delta Y = -47.5657$

山 坡 6 (229759.1711, 2426674.838)



$$\phi = 21.061026$$

$$\theta = 198.112500$$

$$\phi' = 219.173526$$

$$\theta' = 39.173526$$

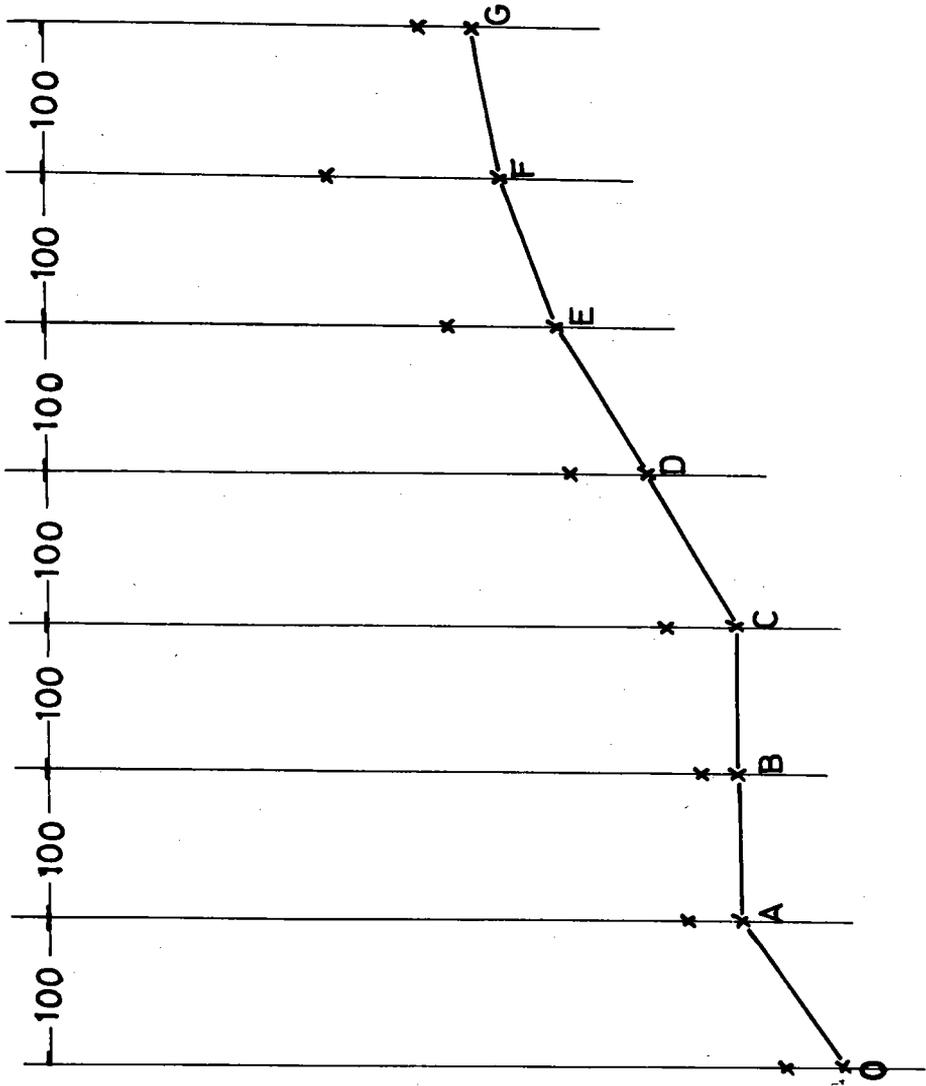
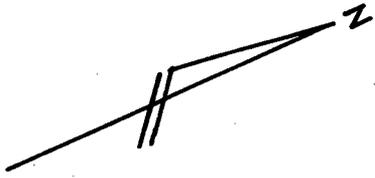
$$D = 1023.600$$

$$\Delta X = -793.5320 \quad \Delta Y = +646.5786$$

台 電 1 (223731.7274, 2427411.493)

台 電 1 (228731.727, 2427411.494) O.K

附錄四 蘭嶼港址地形測量詳細計算說明書



控制點座標計算

南岬角

紅頭村

$$\triangle 1108 \quad \left\{ \begin{array}{l} E = 308104.467 \\ N = 2434413.884 \end{array} \right.$$

$$\triangle \text{內補} 120 \quad \left\{ \begin{array}{l} E = 306521.775 \\ N = 2436505.810 \end{array} \right.$$

$$(A, B) = \tan^{-1} \frac{306521.775 - 308104.467}{2436505.810 - 2434413.884} = 322^\circ 53' 23.6''$$

$$(B 21) = 180^\circ - (360^\circ - 322^\circ 53' 23.6'' + 120^\circ) = 22^\circ 53' 23.6''$$

$$\begin{aligned} B 21 \quad E &= 67.7 \times \sin 22^\circ 53' 23.6'' + 306521.775 = 306548.1077 \\ N &= 67.7 \times \cos 22^\circ 53' 23.6'' + 2436505.810 = 2436568.179 \end{aligned}$$

$$(2.3) = 22^\circ 53' 23.6'' + 87^\circ 07' = 110^\circ 00' 23.6''$$

$$\begin{aligned} B 3 \quad E &= 18.41 \times \sin 110^\circ 00' 23.6'' + 306548.1077 = 306565.4 \\ N &= 18.41 \times \cos 110^\circ 00' 23.6'' + 2436568.179 = 2436561.88 \end{aligned}$$

$$(3.7) = 183^\circ 40' 110^\circ 00' 23.6'' - 180^\circ = 113^\circ 40' 23.6''$$

$$\begin{aligned} B 7 \quad E &= 412.64 \times \sin 113^\circ 40' 23.6'' + 306565.4 = 306943.3165 \\ N &= 412.64 \times \cos 113^\circ 40' 23.6'' + 2436561.88 = 2436396.197 \end{aligned}$$

$$(7.9'') = 197^\circ 53' + 113^\circ 40' 23.6'' - 180^\circ = 221^\circ 33' 23.6''$$

$$\begin{aligned} B 9'' = \quad E &= 200 \times \sin 221^\circ 33' 23.6'' + 306943.3165 = 306972.7968 \\ N &= 200 \times \cos 221^\circ 33' 23.6'' + 2436396.179 = 2436263.525 \end{aligned}$$

$$(9'', 9) = 270^\circ + 131^\circ 33' 23.6'' - 180^\circ = 221^\circ 33' 23.6''$$

$$\begin{aligned} B 9 = \quad E &= 175.7 \times \sin 221^\circ 33' 23.6'' + 307092.9768 = 306976.4246 \\ N &= 175.7 \times \cos 221^\circ 33' 23.6'' + 2436263.525 = 2436132.048 \end{aligned}$$

$$(9, 12) 221^\circ 33' 23.6'' - 90^\circ - 180^\circ = 131^\circ 33' 23.6''$$

$$\begin{aligned} B 12 = \quad E &= 300 \times \sin 131^\circ 33' 23.6'' + 306976.2464 = 307200.915 \\ N &= 300 \times \cos 131^\circ 33' 23.6'' + 2436132.048 = 2435933.04 \end{aligned}$$

$$(12,14) = 196^\circ 50' 00'' - 131^\circ 33' 23.6'' - 180^\circ = 148^\circ 23' 23.6''$$

$$B14 = \begin{cases} E = 290.54 \times \sin 148^\circ 23' 23.6'' + 307200.915 = 307353.195 \\ N = 290.54 \times \cos 148^\circ 23' 23.6'' + 2435933.04 = 2435685.605 \end{cases}$$

$$(14,16) = 148^\circ 23' 23.6'' + 180^\circ - 180^\circ = 148^\circ 23' 23.6''$$

$$B16 = \begin{cases} E = 127.38 \times \sin 148^\circ 23' 23.6'' + 307353.195 = 307419.95 \\ N = 127.38 \times \cos 148^\circ 23' 23.6'' + 2435685.605 = 2435577.10 \end{cases}$$

$$(16,18) = 148^\circ 23' 23.6'' + 155^\circ - 180^\circ = 123^\circ 23' 23.6''$$

$$B18 = \begin{cases} E = 202.04 \times \sin 123^\circ 23' 23.6'' + 307419.95 = 307588.64 \\ N = 202.04 \times \cos 123^\circ 23' 23.6'' + 2435577.1 = 2435465.9 \end{cases}$$

$$(18,18') = 123^\circ 23'$$

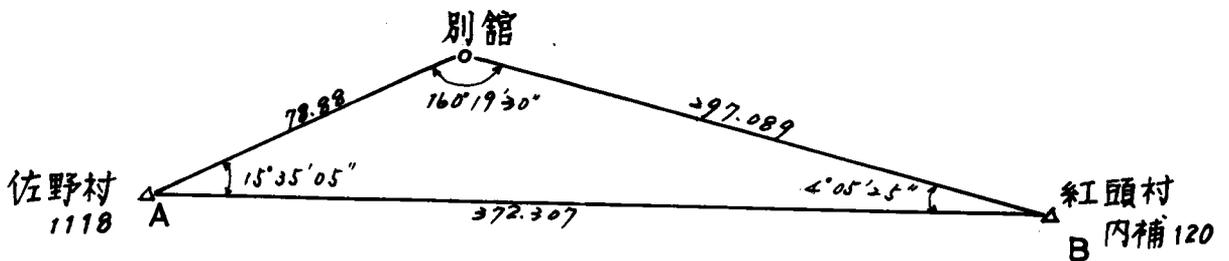
$$B18' = \begin{cases} E = 18.3 \times \sin 123^\circ 23' 23.6'' + 307588.64 = 307603.92 \\ N = 18.3 \times \cos 123^\circ 23' 23.6'' + 2435465.9 = 2435455.80 \end{cases}$$

$$(18',20) = 123^\circ 23' 23.6'' + 26^\circ 50' 00'' + 8^\circ 10' 00'' = 158^\circ 23' 23.6''$$

$$B20 = \begin{cases} E = 20.84 \times \sin 158^\circ 23' 23.6'' + 307603.92 = 307679.014 \\ N = 20.84 \times \cos 158^\circ 23' 23.6'' + 2435455.80 = 2435266.296 \end{cases}$$

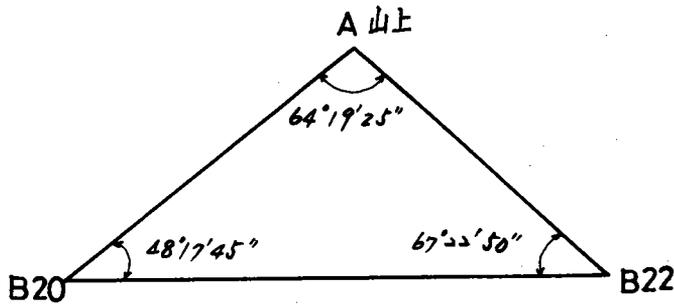
$$(20,22) = 158^\circ 23' 23.6''$$

$$B22 = \begin{cases} E = 147.07 \times \sin 158^\circ 23' 23.6'' + 307679.014 = 307733.194 \\ N = 147.07 \times \cos 158^\circ 23' 23.6'' + 2435266.296 = 2435129.570 \end{cases}$$



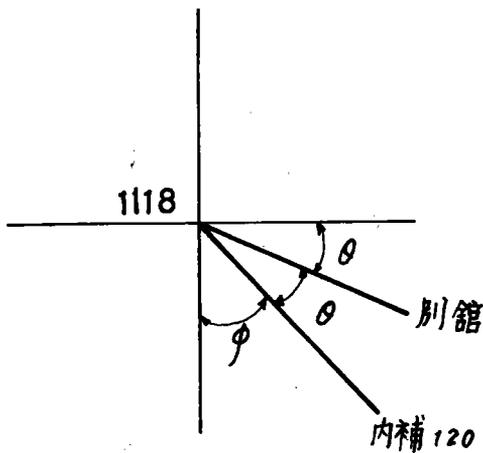
$$\begin{cases} EA = 306200.407 \\ NA = 2436693.786 \end{cases}$$

$$\begin{cases} EB = 306521.775 \\ NB = 2436505.810 \end{cases}$$



$$\begin{cases} E20 = 307679.014 \\ N20 = 2435266.296 \end{cases}$$

$$\begin{cases} E22 = 307733.194 \\ N22 = 2435129.570 \end{cases}$$



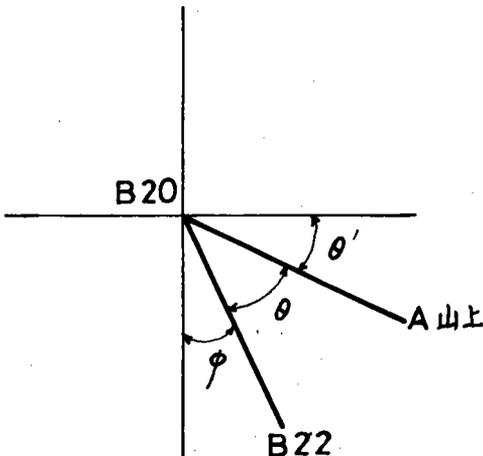
$$l = \tan^{-1} \frac{EB - EA}{NA - NB} = 59^\circ 40' 32.1''$$

$$\theta = 15^\circ 35' 05''$$

$$\theta = 14^\circ 44' 22.9''$$

$$\Delta X = +76.28 \quad \Delta Y = -20.069$$

$$E = 306276.687 \quad N = 2436673.717$$



$$l = \tan^{-1} \frac{E22 - E20}{N20 - N22} = 21^\circ 37' 00.4''$$

$$\theta = 48^\circ 17' 45''$$

$$\theta' = 20^\circ 05' 14.6''$$

$$\Delta X = +141.468 \quad \Delta Y = -51.735$$

$$E = 307830.482 \quad N = 2435214.56$$

Special Report No. 7

**Researches of Harbor Site Investigation, Planning,
and Design of Coastal Shipping System
in Taiwan R. O. C.**

by

Ho-Shong Hou

**Institute of Harbor & Marine Technology Wuchi, Taichung District,
Taiwan, R. O. C. November, 1982**