

闢建深水港工程技術研究—— 抽砂回填工法之研究



交通部運輸研究所

中華民國八十三年二月

交通部運輸研究所 合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱 中文：闢建深水港工程技術研究—抽砂回填工法之研究 外文：Study of Dredging and Reclaiming Method			
國際標準書號（或叢刊號）		政府出版品統一編號 009104830073	運輸研究所出版品編號 83-9-228
本所主辦單位：運輸工程組 主 管：侯和雄 計畫主持人：侯和雄 研究人員：翁國和		合作研究單位：中華民國港埠服務社 計畫主持人：陳國鑛 研究人員：林碩章、陳明宗、葉吉芳 地址：臺北市復興北路57號13樓之2 聯絡電話：(02)7819920	
研究期間 自81年1月 至81年12月			
關鍵詞：自航抽吸式、固定吸管式、沉陷量、壓密度、土壤分佈曲線。			
摘 要：興建深水港時，以深海抽砂填海造地方式闢建大量新生地，因施工規模與建造經費龐大，本研究結論與建議如下： ①新建港區面積約為6,177公頃，防波堤水深最深約為-30公尺，總共回填土方約為10.25 億立方公尺，預定興建工期為20年。以自航抽吸式之大型挖泥船，配合固定吸管式抽砂船，加上其他港灣工程，第一期總工程費共約一千五百億左右，預定興建工期為11年。 ②平均沉陷量約1.35公尺，壓密度達90%所需時間約739天。 ③抽砂回填之土壤最好在本研究建議之分佈曲線右側。 ④抽砂填海造地施工時，必將引起海水濁度之增加，對現有海域環境和生態體系必將有所影響，正面之影響固要保持或予以提高，負面之影響則必須努力克服，並使其降至最低。			
出版日期	頁數	工本費	本出版品取得方式
83年2月	419	480	凡屬機密或限閱性出版品均不對外公開。一般性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按工本費價購。
管制等級： <input type="checkbox"/> 機密 (<input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 承辦單位視情況辦理解密) <input type="checkbox"/> 限閱 (<input type="checkbox"/> 解限日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 主辦單位視情況辦理解限) <input checked="" type="checkbox"/> 一般			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

關建深水港工程技術研究— 抽砂回填工法之研究

目 錄

	頁 碼
圖 目 錄	圖—1～圖—5
表 目 錄	表—1～表—4
結 論 與 建 議	結—1～結—5
第一章 前言	1—1
第二章 界定研究地點及抽砂區域	2—1
第三章 國內外挖泥現況分析	3—1
3.1 國內外挖泥船隊資料	3—1
3.1.1 國內部份	3—1
3.1.2 國外部份	3—1
3.2 國內外挖泥現況	3—6
3.2.1 國內部份	3—6
3.2.2 國外部份	3—22
第四章 回填區及抽砂區附近現有之地質資料蒐集及分析	
4.1 資料說明	4—1
4.2 回填區基地土層概況	4—5

第五章 回填區可接受之回填土壤基準分析

5.1 回填區內，依使用目的不同之區域分類	5—1
5.2 回填造地方式	5—2
5.2.1 回填造地方式	5—2
5.2.2 回填造地高程	5—3
5.3 各分區回填土壤性質評估	5—4
5.4 回填土壤粒徑分佈範圍限制之探討	5—11
5.5 回填造地基礎穩定分析	5—23
5.5.1 回填造地沉陷分析	5—23
5.5.2 承载力分析	5—40
5.6 回填量及儲砂量之評估	5—45
5.7 回填造地穩定安全管理	5—46
5.8 回填區之土壤穩定分析與改良工法	5—49
5.8.1 液化潛能分析	5—49
5.8.2 回填新生地土壤改良工法之研究	5—50

第六章 抽砂回填之作業程序分析

6—1

6.1 挖泥船及其作業方法探討分析	6—1
6.2 挖泥船作業方式探討分析	6—3
6.2.1 機械式挖泥船	6—3
6.2.2 水力式挖泥船 (Hydraulic Dredger)	6—12
6.3 浚挖工程主要附屬設施	6—27
6.3.1 加壓站 (Booster)	6—27
6.3.2 絞刀頭	6—27
6.3.3 泥耙 (Drag Head)	6—35
6.4 土壤特性	6—39
6.4.1 土壤分類	6—39
6.4.2 土壤特性與回填作業方式	6—44
6.5 疏浚作業與環境保護	6—44
6.5.1 疏浚與水質污染	6—44
6.5.2 防止疏浚污染之措施	6—45
6.6 填地方式探討	6—46
6.6.1 概述	6—46
6.6.2 填地作業影響因素探討	6—47
6.6.3 水力回填作業方式探討	6—48

第七章 特殊抽砂船機之考量分析 7-1

- 7.1 深水抽砂船 7-1
- 7.2 可移動海上平台式抽砂船 7-5
 - 7.2.1 昇降步行式浚渫船 7-5
 - 7.2.2 半潛步行式浚渫船 7-7
- 7.3 真空式抽砂船 7-8
 - 7.3.1 氣送式挖泥船(Pneuma Dredge) 7-8
 - 7.3.2 "Oozer" 挖泥船 7-10
- 7.4 特殊抽砂船機對本工程之適用性 7-11

第八章 抽砂回填作業循環時間分析 8-1

- 8.1 挖泥船型式及船機作業方式 8-1
 - 8.1.1 自航抽吸式挖泥船 8-1
 - 8.1.2 鉸刀固定抽吸式挖泥船 8-4
- 8.2 自航式挖泥船泥艙之容量與鉸刀式作業能力 8-6
- 8.3 抽砂區地質影響 8-6
- 8.4 挖泥深度 8-11
- 8.5 抽砂區之範圍與距離 8-11
- 8.6 抽砂區可提供之土源 8-12
- 8.7 回填高程 8-13
- 8.8 回填作業方式 8-14
- 8.9 抽砂回填作業循環時間分析 8-19
 - 8.9.1 自航抽吸式挖泥船 8-20
 - 8.9.2 鉸刀式吸管挖泥船 8-24

第九章 抽砂及回填能量分析 9-1

- 9.1 挖泥船所需工作日分析 9-1
 - 9.1.1 自航式挖泥船拋泥於再處理坑 9-1
 - 9.1.2 自航抽吸式挖泥船抽砂後直接以噴嘴回填作業 9-2
 - 9.1.3 自航抽吸式挖泥船抽砂後接陸上輸砂管 9-3
- 9.2 可工作天分析 9-4
 - 9.2.1 颱風 9-5
 - 9.2.2 霧日 9-9
 - 9.2.3 波高 9-9
 - 9.2.4 可工作天 9-11

9.3 挖泥船工作年與挖泥船所需數目	9—13
9.3.1 自航抽吸式挖泥船+固定吸管式抽砂船	9—13
9.3.2 自航抽吸式挖泥船直接噴嘴	9—13
9.3.3 自航抽吸式挖泥船+陸上固定輸砂管	9—13
9.4 挖泥船作業型式之決定	9—14
9.5 分區回填數量預定進度與挖泥船數目	9—21
9.6 深水港計畫可能替代方案研擬與分析	9—23
9.6.1 替代方案	9—23
9.6.2 工期考量與分期目標	9—24
9.6.3 土源與運距	9—29
9.6.4 抽砂船型式與作業方式	9—33
9.6.5 方案A作業規劃	9—34
9.6.6 方案B作業規劃	9—39
9.6.7 方案C作業規劃	9—43
9.7 配合自航抽吸式挖泥船作業之固定吸管式抽砂船分析	9—48
9.7.1 深水港第一期工程需配合之固定吸管式抽砂船數目	9—48
9.7.2 方案A需配合之固定吸管式抽砂船數目	9—51
9.7.3 方案B需配合之固定吸管式抽砂船數目	9—54
9.7.4 方案C配合之固定吸管式抽砂船數目	9—54
 第十章 配合措施	 10—1
10.1 海堤防波堤	10—1
10.2 中隔堤	10—2
10.3 導流堤	10—7
10.4 沉澱池	10—8
10.5 船舶避難及維護設施	10—10
10.6 防颱保護措施	10—10
 第十一章 單價分析及工程費估算	 11—1
11.1 抽砂回填造地工程費之估算要領	11—1
11.2 估價項目	11—1
11.3 第一期工程工程費估算	11—17
11.4 替代方案A工程費估算	11—24
11.5 替代方案B工程費估算	11—28
11.6 替代方案C工程費估算	11—32
11.7 建造單價分析比較	11—39

第十二章 環保考量及配合設施研究

12.1 現有環境狀況	12—1
12.1.1 水質	12—1
12.1.2 海底底泥	12—6
12.1.3 空氣品質	12—7
12.1.4 噪音、振動	12—11
12.1.5 海岸地形	12—14
12.1.6 遊憩環境	12—15
12.1.7 海域生態	12—20
12.1.8 船舶航行	12—40
12.2 環境影響評估概況	12—43
12.2.1 水質	12—43
12.2.2 空氣品質	12—44
12.2.3 噪音、振動	12—45
12.2.4 海岸地形	12—47
12.2.5 海岸遊憩活動	12—50
12.2.6 海域生態	12—51
12.2.7 船舶航行	12—55
12.3 環境品質監測	12—56
12.4 防治對策	12—59
12.4.1 施工階段	12—59
12.4.2 完工階段	12—63
附錄 挖泥船相關資料	附錄 1～22
參考文獻	參—1～參—3

圖 目 錄

頁 碼

第二章 界定研究地點及抽砂區域

圖 2—1 高雄深水港建議方案平面佈置圖	2—2
圖 2—2 高雄深水港預定抽砂區位置圖	2—5

第三章 國內外挖泥現況分析

圖 3—1 基隆新港定案佈置圖	3—9
圖 3—2 淡水國內商港第一期平面佈置圖	3—11
圖 3—3 淡水國內商港第二期平面佈置圖	3—12
圖 3—4 觀音石油專用港初步佈置圖	3—14
圖 3—5 觀音石油專用港施工計畫佈置圖	3—15
圖 3—6 台中港第二階段發展計畫佈置圖	3—16
圖 3—7 和平港細部規劃佈置圖	3—17
圖 3—8 雲林西海岸離島式基礎工業區佈置圖	3—18
圖 3—9 日本關西國際機場平面佈置圖	3—24
圖 3—10 香港地區挖泥計畫示意圖	3—25
圖 3—11 香港地區新生地回填量預估圖	3—26

第四章 回填區及抽砂區附近現有之地質資料蒐集及分析

圖 4—1 高雄深水港計劃位置圖	4—2
圖 4—2 相關鑽孔位置分佈圖	4—6
圖 4—3 沿海岸線之土層剖面圖	4—7
圖 4—4 垂直海岸方向土層剖面圖	4—8
圖 4—5a 沿鑽孔土層剖面圖	4—9
圖 4—5b 沿鑽孔土層剖面圖	4—10

第五章 回填區可接受之回填土壤基準分析

圖 5—1a 相關區域內各鑽孔 S P T—N 值隨深度之變化	5—5
圖 5—1b 相關區域內各鑽孔 S P T—N 值隨深度之變化	5—6
圖 5—1c 相關區域內各鑽孔 S P T—N 值隨深度之變化	5—7
圖 5—1d 相關區域內各鑽孔 S P T—N 值隨深度之變化	5—8

圖 5-1c 相關區域內各鑽孔 SPT-N 值隨深度之變化	5-9
圖 5-2 A、B、C、D 各區域參考土層剖面示意圖	5-10
圖 5-3a 浮筒位置相關鑽孔土壤剖面圖	5-12
圖 5-3b 浮筒位置相關鑽孔土壤剖面圖	5-13
圖 5-3c 浮筒位置相關鑽孔土壤剖面圖	5-14
圖 5-4 海域沉泥質細砂土壤顆粒粒徑分佈範圍 (SB1~SB12 鑽孔)	5-17
圖 5-5 鑽孔海域沉泥質細砂土壤顆粒粒徑分佈範圍 (SB13~SB20 鑽孔, 深度 0-5m)	5-18
圖 5-6 海域沉泥質細砂土壤顆粒粒徑分佈範圍 (SB13~SB20 鑽孔, 深度 6-10m)	5-19
圖 5-7 海域沉泥質細砂土壤顆粒粒徑分佈範圍 (SB1~SB7 鑽孔, 深度 0-10.6m)	5-20
圖 5-8 海域沉泥質細砂土壤顆粒粒徑分佈範圍 (SB1~SB7 鑽孔, 深度 10.6-31.5m)	5-21
圖 5-9 抽砂回填土壤之顆粒建議分佈曲線	5-22
圖 5-10a 沉陷分析土層及回填載重示意圖	5-34
圖 5-10b 沉陷分析土層及回填載重示意圖	5-35
圖 5-10c 沉陷分析土層及回填載重示意圖	5-36
圖 5-10d 沉陷分析土層及回填載重示意圖	5-37
圖 5-10e 沉陷分析土層及回填載重示意圖	5-38
圖 5-11 地盤改良工法選擇步驟	5-52

第六章 抽砂回填之作業程序分析

圖 6-1 鏟斗式挖泥船基本型式	6-4
圖 6-2 鏟斗式挖泥船工作量	6-5
圖 6-3 掬斗式挖泥船構造及其挖泥示意	6-5
圖 6-4 抓斗式挖泥船基本型式	6-8
圖 6-5 抓斗式挖泥船工作量	6-8
圖 6-6 鍊斗式挖泥船典型構造	6-10
圖 6-7 絞刀抽吸式挖泥船典型構造	6-15
圖 6-8 絞刀馬力與土壤 N 值之關係	6-16
圖 6-9 排泥距離與抽吸泵馬力之關係	6-17
圖 6-10 排泥管徑與動力等之關係	6-17
圖 6-11 土壤性質與面層深度修正係數	6-18
圖 6-12 排泥距離修正係數	6-18
圖 6-13 自航抽吸式挖泥船構型	6-21
圖 6-14 自航抽吸式挖泥船能量及挖深等與泥艙容量	6-22

圖 6—15	自航抽吸式挖泥船航速、吃水深及管徑等與泥艙容量之關係	6—22
圖 6—16	自航抽吸式挖泥船挖裝時間與泥艙填實之關係	6—24
圖 6—17	A和B型式	6—29
圖 6—18	B和C型式	6—29
圖 6—19	C和D型式	6—29
圖 6—20	絞刀頭齒臂圖	6—34
圖 6—21	安布羅斯泥耙	6—38
圖 6—22	加里福尼並型泥耙	6—38
圖 6—23	IHC 泥耙	6—38
圖 6—24	文丘里泥耙	6—38
圖 6—25	滾刀泥耙	6—40
圖 6—26	固定刀 IHC 刀泥耙	6—40
圖 6—27	自航抽吸式挖泥船直接拋泥作業示意圖	6—49
圖 6—28	以幫浦直接將泥泵送至拋泥區作業示意圖	6—50
圖 6—29	泵送距離與排泥量關係曲線圖(粒徑 = 300 μ m時) ..	6—51
圖 6—30	以自航式挖泥船拋泥於再處理坑作業示意圖	6—52
圖 6—31	固定式挖泥船作業步驟	6—53
圖 6—32	以駁船載泥至再處理坑作業示意圖	6—54
圖 6—33	以駁船載泥至拋泥點作業示意圖	6—56
圖 6—34	直接將泥經由排泥管泵送至拋泥區作業示意圖	6—56
圖 6—35	以噴嘴直接噴砂之作業示意圖	6—57

第七章 特殊抽砂船機之考量分析

圖 7—1	大深度浚渫船「出島號」全景	7—1
圖 7—2	大深度浚渫船「出島號」施工示意圖	7—3
圖 7—3	抽砂管作業程序	7—4
圖 7—4	Al-Bassl-Bay 作業狀況	7—5
圖 7—5	Al-Bassl-Bay 構造概念圖	7—6
圖 7—6	"SIMON STEVIN" 作業狀況	7—7
圖 7—7	"SIMON STEVIN" 構造概念圖	7—7
圖 7—8	Pneuma Dredge 系統示意圖	7—9
圖 7—9	Pneuma Dredge 作業示意圖	7—9
圖 7—10	Oozer 挖泥船示意圖	7—10
圖 7—11	Oozer 挖泥系統"DREX"吸泥部位說明圖	7—10

第八章 抽砂回填作業循環時間分析

圖 8—1	以噴嘴方式施工圖	8—3
圖 8—2	自航式挖泥船接陸上固定輸砂管施工圖	8—4
圖 8—3	甲、乙類土壤粒徑分佈曲線圖	8—8
圖 8—4	自航抽吸式挖泥船(泥艙容量8000)年產能預估	8—9
圖 8—5	借土區挖泥數量統計表	8—10
圖 8—6	填砂方式示意圖	8—14
圖 8—7	第一期工程工程進度示意圖	8—15

第九章 抽砂及回填能量分析

圖 9—1	侵台颱風路徑分類圖(1897~1990)	9—10
圖 9—2	每艘自航抽吸式挖泥船不同配合作業方式 浚渫6億8仟萬方所需工作年數(一天作業20小時)	9—15
圖 9—3	每艘自航抽吸式挖泥船不同配合作業方式 浚渫6億8仟萬方所需工作年數(一天作業12小時)	9—16
圖 9—4	11年內浚渫6億8仟萬方不同配合作業方式 所需之自航抽吸式挖泥船數目(一天作業20小時)	9—17
圖 9—5	11年內浚渫6億8仟萬方不同配合作業方式 所需之自航抽吸式挖泥船數目(一天作業12小時)	9—18
圖 9—6	第一期工程分區平面圖	9—22
圖 9—7	方案A平面佈置與抽砂區範圍圖(比例1/50000)	9—25
圖 9—8	方案B平面佈置與抽砂區範圍圖(比例1/50000)	9—26
圖 9—9	方案C平面佈置與抽砂區範圍圖(比例1/50000)	9—27
圖 9—10	方案A分區平面圖(每一方格為25公頃)	9—36
圖 9—11	方案B分區平面圖(每一方格為25公頃)	9—40
圖 9—12	方案C分區平面圖(每一方格為25公頃)	9—45

第十章 配合措施

圖 10—1	回填區平面示意圖	10—1
圖 10—2	合成式防波堤標準斷面圖	10—3
圖 10—3	合成式海堤標準斷面	10—4
圖 10—4	拋石海堤標準斷面	10—5
圖 10—5	中隔堤	10—6
圖 10—6	卸泥時比重不同之砂質沉降示意圖	10—7
圖 10—7	導流堤斷面示意圖 UNIT:M	10—8
圖 10—8	導流堤平面示意圖 UNIT:M	10—8

圖 10—9 沉澱池平面圖及剖面圖	10—9
圖 10—10 浮碼頭配置圖	10—10

第十二章 環保考量及配合設施研究

圖 12—1 深水港附近海域底泥採樣位置圖	12—9
圖 12—2 高雄市歷年空氣品質變化圖	12—10
圖 12—3 高雄市噪音管制區簡圖	12—13
圖 12—4 臺灣地區現有含砂量測站位置圖	12—16
圖 12—5 深水港址附近海岸遊憩場所	12—18
圖 12—6 台灣沿海定置網漁業位置分佈圖	12—36
圖 12—7 台灣沿海漁業資源保育區位置及保育種類	12—37
圖 12—8 台灣沿海保護區範圍分佈	12—38
圖 12—9 全省沿海人工魚礁投放位置分佈	12—39
圖 12—10 深水港址附近航道與錨地	12—42

表 目 錄

頁 碼

第三章 國內外挖泥現況分析

表 3.1a 我國各式挖泥船統計表	3-2
表 3.1b 我國各式挖泥船統計表	3-3
表 3.1c 我國各式挖泥船統計表	3-4
表 3.2 我國各式受泥船統計表	3-5
表 3.3 泥艙容量大於8000立方之自航抽吸式挖泥船資料	3-7
表 3.4 離島工業區造地工程分期分區數量表	3-19
表 3.5 日本海洋人工島建造之統計分析	3-20
表 3.6 歐、美、澳洲海洋人工島建造之統計分析	3-21
表 3.7 1990香港地區各月份預定抽砂量	3-27
表 3.8 1991香港地區各月份預定抽砂量	3-28
表 3.9 1992香港地區各月份預定抽砂量	3-29
表 3.10 1993香港地區各月份預定抽砂量	3-30
表 3.11 1994香港地區各月份預定抽砂量	3-31
表 3.12 1995香港地區各月份預定抽砂量	3-32
表 3.13 1996香港地區各月份預定抽砂量	3-33
表 3.14 1997香港地區各月份預定抽砂量	3-34
表 3.15 1998香港地區各月份預定抽砂量	3-35
表 3.16 1999香港地區各月份預定抽砂量	3-36
表 3.17 2000香港地區各月份預定抽砂量	3-37
表 3.18 2001香港地區各月份預定抽砂量	3-38
表 3.19 2002香港地區各月份預定抽砂量	3-39
表 3.20 2003香港地區各月份預定抽砂量	3-40
表 3.21 2004香港地區各月份預定抽砂量	3-41
表 3.22 2005香港地區各月份預定抽砂量	3-42

第四章 回填區及抽砂區附近現有之地質資料蒐集及分析

表 4.1 高雄港區鑽探統計資料	4-3
	4-4

第五章 回填區可接受之回填土壤基準分析

表 5.1 回填造地分區	5-4
--------------------	-----

表 5.2	水力抽砂回填區特性	5—16
表 5.3	荷式錐承载力與N值之關係	5—30
表 5.4	壓密沉陷量	5—39
表 5.5	Meyerhof 計算式中之形狀、深度及傾角因素	5—42
表 5.6	各區土層基本資料	5—43
表 5.7	各分區土層之容許承載	5—45
表 5.8	地盤改良工法分類	5—51

第六章 抽砂回填之作業程序分析

表 6.1	挖泥船作業方式分類表	6—2
表 6.2	鍊斗式挖泥船挖斗滿載率	6—11
表 6.3	浚挖設備選用準則	6—14
表 6.4	各種土壤在水中之鬆實方係數	6—26
表 6.5	IHC 公司之各型式絞刀尺寸表	6—30
表 6.6	浚挖土壤分類及辨識法(PIANC, 1984)	6—41
表 6.7	土質及適合作業船舶	6—43
表 6.8	水力回填與乾式回填比較表	6—47
表 6.9	填地作業影響因素分析表	6—48

第七章 特殊抽砂船機之考量分析

表 7.1	「出島號」尺寸表	7—2
表 7.2	「出島號」施工例	7—2
表 7.3	外海浚渫船主要尺寸表	7—6
表 7.4	傳統抽砂船機與特殊抽砂船機評量	7—12

第八章 抽砂回填作業循環時間分析

表 8.1	輸出功率超過15000HP 定位式挖泥船統計表	8—7
表 8.2	各種土壤適用之壓路機	8—17
表 8.3	各種壓路機對不同性質之適當滾壓趟數	8—18

第九章 抽砂及回填能量分析

表 9.1	92年來西太平洋上各月颱風發生次數及頻率	9—6
表 9.2	94年來各月侵台颱風之次數及頻率統計表	9—7
表 9.3	一年中侵台颱風次數之年數統計(1897~1990)	9—8

表 9.4	近15年(1976~1990)中央氣象局發佈颱風警報 概況統計表	9—8
表 9.5	高雄地區有霧日數統計表	9—9
表 9.6	各月波高分佈	9—11
表 9.7	波高與可作業工程種類之關係	9—12
表 9.8	自航抽吸式挖泥船不同配合作業方式比較	9—19
表 9.9	不同配合作業方式評分	9—20
表 9.10	第一期工程分區回填數量表	9—21
表 9.11	挖泥數量預定進度表(一年可工作天339天)	9—23
表 9.12	泥艙容量5000 m^3 左右之自航式挖泥船資料	9—30
表 9.13	泥艙容量3000 m^3 左右之自航式挖泥船資料	9—31
表 9.14	方案A分區回填數量表(回填高程EL.+3.25)	9—37
表 9.15	方案A挖泥數量、填築面積進度與挖泥船數目 (一年可工作天339天, 一天作業12小時)	9—38
表 9.16	方案B分區回填數量表(回填高程EL.+3.25)	9—41
表 9.17	方案B挖泥數量、填築面積進度與挖泥船數目 (一年可工作天339天, 一天作業12小時)	9—42
表 9.18	方案C分區回填數量表(回填高程EL.+3.25)	9—46
表 9.19	方案C挖泥數量、填築面積進度與挖泥船數目 (一年可工作天339天, 一天作業12小時)	9—47
表 9.20	第一期工程每年配合自航式挖泥船之固定吸管式 抽砂船數量(一天作業20hr)	9—50
表 9.21	第一期工程每年配合自航式挖泥船之固定吸管式 抽砂船數量(一天作業12hr)	9—51
表 9.22	方案A每年配合自航抽吸式挖泥船之固定吸管式 抽砂船數量	9—53
表 9.23	方案B每年配合自航抽吸式挖泥船之固定吸管式 抽砂船數量	9—57
表 9.24	方案C每年配合自航抽吸式挖泥船之固定吸管式 抽砂船數量	9—58

第十一章 單價分析及工程費估算

表 11.1	抽吸式挖泥船每週作業費用	11—3
表 11.2	抽吸式挖泥船修正後之每週作業費用(荷幣)	11—4
表 11.3	抽吸式挖泥船實際之每日作業費用(台幣)	11—5
表 11.4	第一期工程抽砂單價表(每日作業20hr)	11—5
表 11.5	第一期工程抽砂單價表(每日作業12hr)	11—6
表 11.6	替代方案A抽砂單價分析表(每日作業12hr)	11—6

表 11.7	替代方案C抽砂單價分析表(每日作業12hr)	11—7
表 11.8	固定吸管式抽砂船抽砂單價分析	11—9
表 11.9	覆蓋土單價分析	11—10
表 11.10	合成式防波堤單價分析	11—11
表 11.11	合成式海堤單價分析	11—12
表 11.12a	拋石海堤單價分析(第一段)	11—13
表 11.12b	拋石海堤單價分析(第二段)	11—14
表 11.12c	拋石海堤單價分析(第三段)	11—15
表 11.13	中隔堤單價分析	11—16
表 11.14	浮碼頭單價分析	11—16
表 11.15	環境監測費	11—17

第十二章 環保考量及配合設施研究

表 12.1	深水港址附近海域水質及分析表	12—2
表 12.2	深水港址附近海域海水中農藥殘留量	12—3
表 12.3	深水港址附近海域底泥樣品分析結果	12—8
表 12.4	環境噪音品質標準	12—11
表 12.5	大高雄地區背景噪音測定值	12—14
表 12.6	河川輸砂量統計	12—15
表 12.7	深水港址附近海域動物性 浮游生物種類及最大分佈密度	12—23
表 12.8	旗津海域捕獲之魚類生物	12—26
表 12.9	高雄市地區之漁業產量與產量結構	12—28
表 12.10	高雄市地區漁業產量之成長率	12—29
表 12.11	高雄市漁戶數統計	12—30
表 12.12	高雄市漁民數統計	12—31
表 12.13	高雄市漁業從業人員統計表	12—32
表 12.14	深水址附近海域主要魚類生物採集調查表	12—34
表 12.15	工業建設施工機具噪音量及其噪音百分比	12—46
表 12.16	營建工程噪音管制標準	12—49
表 12.17	各階段監測項目、頻率、測站數表	12—58

結 論 與 建 議

1. 本研究旨在探討高雄興建深水港時，為闢建大量新生地，以深海抽砂方式填海造地，但因施工規模龐大，故應深入探討最佳之施工技術和方法。
2. 高雄港深水港興建計畫中，新建港區面積約為 6,177 公頃，防波堤水深最深約為 -30 公尺，總共回填土方約為 10.25 億立方公尺，預定興建工期為 20 年，而其第一期工程回填土方為 6.8 億立方公尺，預定興建工期 11 年。
3. 填海造地方式一般可分兩種：一為水力回填(Hydraulic filling)，其方法係將砂、水混合物經由排泥管運送至填築區；另一種為乾式回填(Dry filling)，係以卡車、挖溝機或其他工具直接將砂運至填築區。本計畫回填料源需求龐大，故應以外海抽砂水力回填為主。
4. 根據分析，位於深水港港址附近可供抽砂地點有二處，(1)預定港址外海側水域，運距約 8 公里(2)高屏溪口南側之水域，運距約 25 公里，即圖 2-2 之 I、II 區。
5. 依據調查，目前國內從事挖泥作業之公司不在少數，惟其船機能量較小，無法從事深海抽砂作業；而國外歐洲地區如荷蘭、比利時之挖泥公司有大型之挖泥船隊和深海浚挖作業能力，可供本計畫施工時，選擇挖泥船之參考。
6. 抽砂區及回填區因未作鑽探取樣分析，無法取得現地土壤之相關分析資料，有關未來抽砂回填時，土壤之各項研判分析係依據預定港地附近海域相關工程之地質鑽探資料。

7. 依相關鑽探試驗報告顯示：回填計畫區海床下10公尺內為沉泥質細砂(偶夾黏土)，沉泥質細砂之含量中，沉泥或黏土顆粒約佔12%~46%，細砂質沉泥則約有53%~87%之細料含量。且由土樣分析結果可知其為粒狀土壤，屬於中等緊密度，相對密度則在40%~60%之間，標準貫入N值約9~30左右。工程之平均回填厚度約16.6公尺，初步分析研判有土壤液化及土層沉陷之虞，故應斟酌目前國內已有之施工經驗，並考量其經濟性及工期之限制，而選擇及設計合適之土壤改良工法。
8. 回填計畫區之海床土層及水力回填料之相關土壤特性，應積極進行調查，以獲取分析土層沉陷及穩定所須之土壤參數，其相關之試驗項目，則如文中所建議。
9. 回填造地工程中土壤沉陷量之考量，主要是因填土高程達到地表+3.4公尺，平均填土深度約為16.6公尺；若再考慮填土後之地盤沉陷及為防止地盤液化進行之地盤改良所增加之土量，平均沉陷量約1.35公尺，壓密度達90%所需時間約739天。
10. 對回填土壤之限制，可利用細粒含量或透水係數大小等來加以規範，並配合抽砂區土壤分佈之特性，故建議抽砂回填之土壤最好在顆粒建議分佈曲線之右側，如圖5-9所示。
11. 為有效控制及預估回填新生地之沉陷量，於回填進行期間及完成後應進行持續性的地層沉陷觀測，可配合本研究所提供之預估公式，以作為回填新生地之安全管理。

- 1 2 . 影響深海抽砂作業之因素繁多，必須根據當地條件及需求，研擬最合適且經濟可行之作業方式；本計畫第一期工程預計填方 6.8 億立方公尺，佔全工程的三分之二，平均每年約回填 6,800 萬立方公尺，所需挖泥船隊及挖泥量十分可觀，經分析所得結論以自航抽吸式挖泥船配合固定吸管式抽砂船作業為最適方案。
- 1 3 . 新生地回填作業方式採用圍堤填砂之開放式填土方式，水下填築作業完全以 *pumping ashore* 法逐步推進傾倒，達到平均潮位 (BL+0.75) 之高度為止；水上部份可藉各種填築方式改良土壤承載，最上層並採 15cm 之覆土以防止砂土飛揚及季風吹蝕。
- 1 4 . 第一期工程回填土量，可由借土區 I 挖得 300,000,000 立方公尺，其餘則可皆由借土區 II 取得。以自航抽吸式泥船容量 10,000 立方公尺之大型挖泥船浚挖，並配合每小時 1,000 立方公尺之固定吸管式抽砂船進行拋泥作業，再加上其它港灣工程，總工程費約需一仟伍佰億左右。
- 1 5 . 因第一期工程動員之船機、人員及工程費十分龐大，且回填地之用途至今仍未明確，將來對於資金之籌措及施工過程將橫生阻力，因此針對未來確切需要土地之單位，研擬如下三個替代方案：

① 方案 A：台電用地 650 公頃（包括台電預計以煤灰填築之 300 公頃）及中油用地 550 公頃，共計約 1,200 公頃（包括大林蒲填土範圍），詳圖如 9-2 所示。

浚填量共計 114,272,000 立方公尺，施工期間 20 年，以自航式抽吸式，泥艙容量為 10,000 m^3 、5,000 m^3 、3,000 m^3 之大型挖泥

船，配合每小時 1,000 固定吸管式抽砂船拋泥及配合其他之港灣工程總工程費約五百億左右。

- ②方案B：台電用地 650公頃（包括台電預計以煤灰填築之300公頃）及中油用地550公頃，共計約 1,200公頃（不含大林蒲填土範圍），詳圖如9-8所示。

浚填量共計 122,078,250 立方公尺，施工期間20年，以自航式抽吸式，泥艙容量為 10,000 m³、5,000 m³、3,000 m³ 之大型挖泥船挖泥，配合每小時 1,000 m³ 之固定吸管式抽砂船拋泥，再加上其他相關港灣工程，總工程費約五百五十億左右。

- ③方案C：台電用地 650公頃（包括台電預計以煤灰填築之300公頃）、中油用地550公頃及未來因為應高雄港擴建所需之貨櫃碼頭預留地1,434公頃，共計2,634公頃（不包括大林蒲填土範圍），如圖9-9所示。

浚填量共計 329,893,250 立方公尺，施工期間20年，以自航式抽吸式，泥艙容量為 10,000 m³、5,000 m³、3,000 m³ 之大型挖泥船挖泥，配合每小時 1,000 之固定吸管式抽砂船拋泥，再加上其他相關港灣工程，總工程費約一仟億左右。

- 1.6 · 本研究各案中以第一期工程開發規模最大，單位成本也最高，而各替代方案開發規模雖見稍減，但也確實有降低成本，縮短工期之效（詳如表 11.16）。而三個替代方案中，以替代方案C規模最大，單位建造成

本卻也是最低，是較為可行且符合未來需求之工程建造初步計畫。

- 1 7 . 抽砂填海造地施工，將會引起海水濁度之增加，對現有海域環境和生態系必將有所影響；完工後港址原有海岸地貌消失，而突現一人造新生地，且抽砂水域水深急遽增加，對此海域之自然環境和生態體系將會產生若干衝擊，正面之影響固要保持或予以提高，負面之影響則必須努力克服，並使其降至最低。
- 1 8 . 為確切掌握施工階段及完工運轉階段之環境影響程度，故須針對顯著而重要之環境影響項目進行監測；如海域水質、噪音、空氣品質、海域生態、海岸線變遷，以期確切符合政府有關公害防治與環境保育法規，並根據監測結果調整營運操作方式，維護當地居民之生活品質。
- 1 9 . 抽砂回填工程中，必須深入探討回填料源區之土壤顆粒特性及水力回填完工後之工程性質，並提供回填造地穩定之分析，這些都是非常重要的，故建議下一階段能積極進行料源區及回填區相關之地質調查。而大規模造地所可能引起之液化問題，對工程之成敗亦有決定性之影響，值得開發、規劃或相關主管單位重視。
- 2 0 . 繼續研究深水抽砂、回填造地施工方式、工期及費用之評估比較，以求降低成本，且對回填造地施工方式能更深入研究或另行提出替代方案。
- 2 1 . 研究較具積極性之工程措施，使在執行計畫時，能與海域生態保育相互配合，其中包括抽砂區、回填區、海岸地形或保護養灘...等計畫，並減輕不利影響之相應對策，逐項詳加調查、監測、研究。
- 2 2 . 加強與本計畫有關之國外各項施工經驗之引進，以作為本計畫調查、規劃、設計及施工之基礎與參考。

第一章 前言

本研究計畫之主要目的，為探討闢建深水港時須闢建大量之新生地，以提供港埠用地及相關產業建廠所須用地。高雄經詳盡詳估後已被選定為未來闢建深水港之最佳港址。因此，本計畫將針對高雄地區之自然條件進行抽砂回填工法之研究。

抽砂回填新生地之相關工程技術於國內雖已有類似案例，並累積相當經驗，惟其規模無法與高雄深水港預定計畫相提並論，故相關之工程技術及施工方法經本文再加以研究探討，以決定最佳工法，期能作為未來研擬執行計畫之參考，主要工作項目如下：

一、界定研究地點及抽砂區域

由於深水港之預定港址係位於高雄二港口南側之海域，本研究主要係針對未來深水港闢建時，抽砂回填新生地之相關技術加以探討，在研究計劃執行前將先確定研究之範圍。

二、國內外挖泥現況分析

本分析工作將蒐集國內外挖泥公司之船隊資料，及較為大型之挖泥計畫，作系統之整理，並加分類供擬訂挖泥計畫之參考。

三、界定回填地區可接受之回填土壤標準

由於不同之土壤其特性、承載力、沉陷量隨回填土壤之厚度各不相同；故在此，擬先依未來回填區之

使用目的界定可接受之土壤標準，再據以分析可能之抽砂區域及可能抽砂量。

四、回填區及抽砂區附近現有之地質資料蒐集及分析

由於高雄附近海域目前之鑽探資料十分有限，陸上之地質鑽探資料較多，且分屬各單位；本工作將蒐集各單位之現有資料，並加分析，以作為選抽砂區回填作業程序選擇之參考。

五、抽砂回填之作業程序分析

抽砂作業方式之選擇影響到整個作業之產能，且建造單價須作詳盡之分析，在此則依照工程特性、機具性能、海象限制等因素，以為研究分析之基本考量。

六、特殊抽砂船機之考量分析

挖泥廠商基於商業上之考量，一般大都購置傳統式之挖泥船機，特殊挖泥船機由於造價較為昂貴，除非獲業主之承諾某一定額以上之工作量或傳統機具無法施工，一般不會加以考量，本分析將針對深水抽砂船、可移動海上平台式抽砂船、真空式抽砂船、其他特殊型式抽砂船分析其可行性。

七、抽砂回填作業循環時間分析

循環時間分析為工程造價、產能分析之基本參考資料，在此擬分別評估可能使用之抽砂回填作業方式之循環時間，並據以評估最適之作業方式。

八、抽砂及回填能量分析

依據抽砂回填作業循環時間分析之結果，再研判其可能之能量。

九、回填方法及配合措施分析

不同之回填方法及水深其相對之配合措施亦不相同，故在此擬對相關配合措施及設施加以分析，並提出建議之配合設施方案。

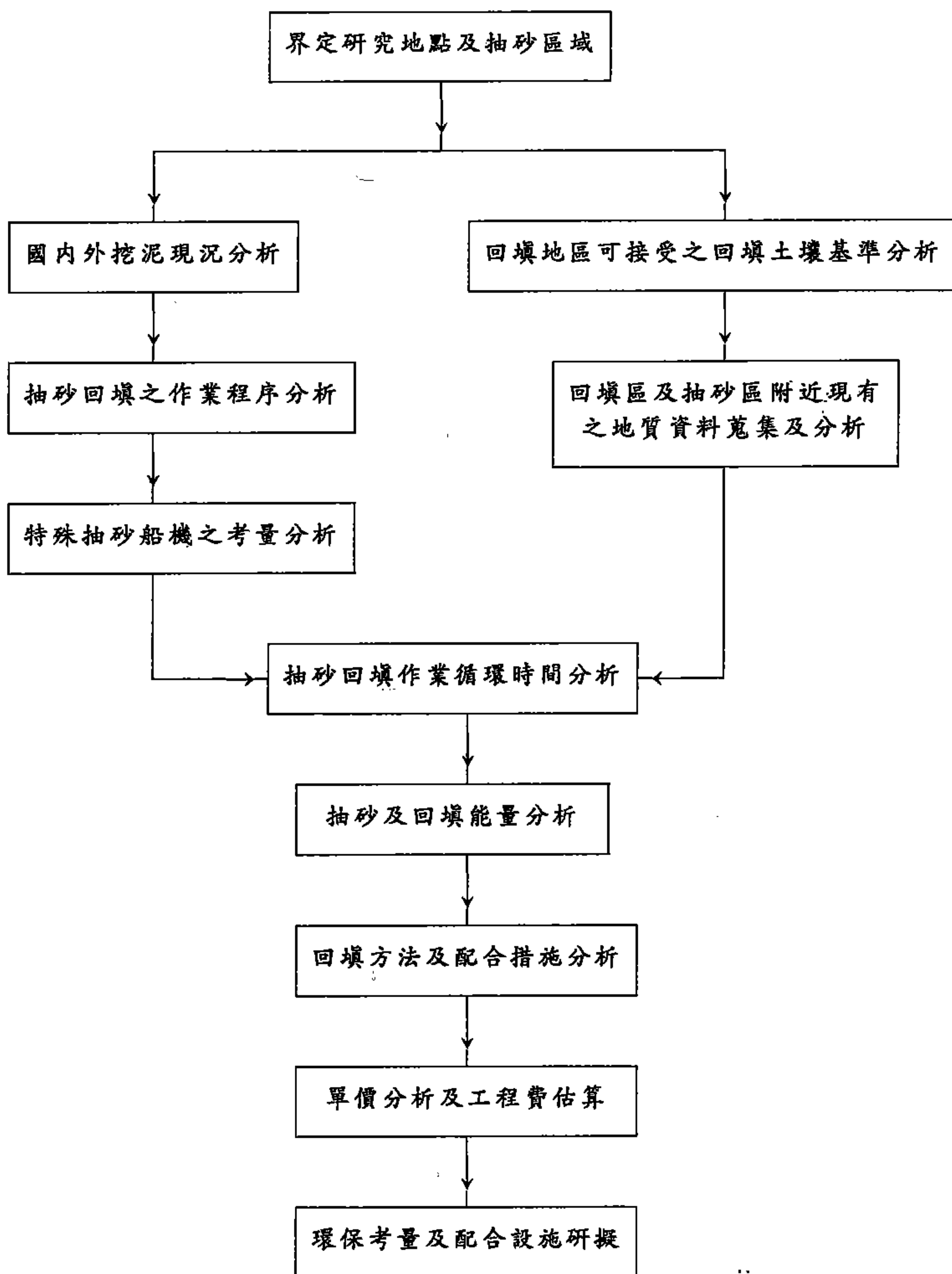
十、單價分析及工程費估算

依據前敘之分析及所建議之抽砂回填作業方式，決定抽砂回填之合理單價範圍，以估算整體工程費用。

十一、環保考量及配合設施研擬

抽砂回填新生地工程對附近海域及海岸地形難免造成衝擊，本分析將依據現有之背景資料，分別對抽砂工程及回填之影響加以評估。

本計畫之工作流程如下圖所示：



工作流程

第二章 界定研究地點及抽砂區域

深水港之預定港址經運研所評估後，係位於高雄二港口南側之海域，依現計劃之構想(圖2-1)，整個新建港區之陸地面積約為6177公頃，防波堤水深最深處為-30公尺，總共回填土方約為10.25億立方公尺，預定興建之工期為20年。依據此一規劃之結果，所須回填之土方數量為單一計劃中之最大者，為節省工程經費，在工址附近之海域進行抽砂回填工作，則將面臨以下須慎重考慮之因素：

1. 抽砂回填數量十分龐大。
2. 考慮工址本身之安全，須在水深35~50公尺之海域進行抽砂作業。
3. 抽砂作業對現有高雄港船舶進出港作業之影響。
4. 抽砂作業過程之環保考量。

由於深水港計畫所回填之新生地主要係提供須使用深水船席之基礎工業，如鋼鐵工業、電廠及石化工業使用，並考慮未來南部國際機場之興建，由於基礎工業在深水港預定港址之建廠計畫尚未定案，運研所目前正進行高雄港至公元2020年之整體規劃，其中將考慮深水港之需求並重新加以定位。而南部國際機場之新址目前亦由運研所由五處候選場址中進行評估，高雄外海機場亦為其中之候選場址，整個抽砂回填之工程規模目前仍存在未特定因素，因此本計畫在目前階段仍以原規劃之高雄深水港之範圍作為研究之標的，未來再依據運研所目前進行之研究調整，故本計畫之研究範圍如下：

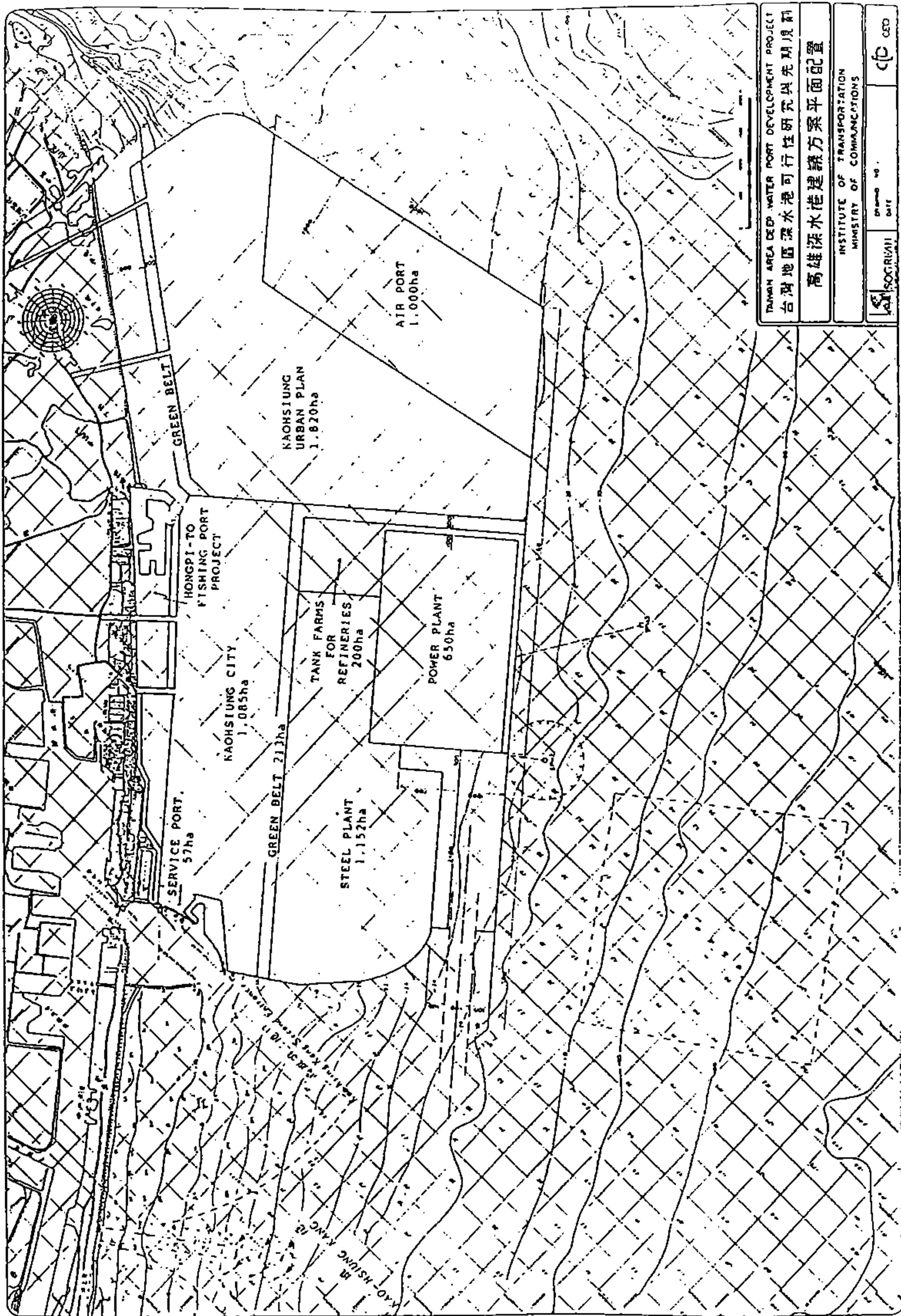


圖 2-1 高雄深水港建議方案平面佈置圖

1. 回填地點及面積大小

目前運研所正進行高雄港整體規劃及轉運中心研究，對深水港計畫將作進一步之評估，依民國79年之「台灣地區籌建深水港先期規劃」報告結果，深水港預定地點為高雄港二港口南側至高屏溪口之水域，預定填地面積為 6,177 公頃。

2. 分期回填及抽砂量

深水港原計畫第一期填方為 6.8 億立方公尺，第二期為 3.6 億立方公尺，機場為 2.5 億立方公尺，總共約 12.9 億立方公尺，不包括機場之填方為 10.4 億立方公尺，如以 20 年施工期計算，則平均每年約 5 千萬立方公尺之回填量，如酌加 10% 之漏失量，則平均每年平均抽砂量約五千五百萬立方公尺。

3. 抽砂區距回填區之最遠距離

抽砂船能量主要之控制因素為航行距離、地質及回填方式，而其中航行距離與作業能量成直線關係。如以大型挖泥船平均航速 6 海浬計，則考慮船舶之循環作業時間，如抽砂區與回填區之距離超過 25 公里時，則在每一航次之挖泥過程中，船舶航行時間將為實際挖泥及回填作業之兩倍，不符經濟效益，因此本研究將抽砂區與回填區之距離介定於不超過 25 公里為原則。

4. 回填區附近可能抽砂區之評估

依前所界定抽砂區與回填區距離不超過 25 公里為原則，則距深水港預定港址 25 公里可供抽砂之地點如下：

- (1) 距預定港址外廓堤防 500 公尺以上向外海延伸之區域
- (2) 超過高屏溪口深溝預定港址南側東港附近外海水域

(3)深水港預定港址北側海域

現將以上之區域可作為抽砂區之範圍分析如下：

(1)預定港址外海側水域

距深水港預定港址向外海延伸且距外廓堤防500公尺以上之區域，目前中油公司正興建3號及4號卸油浮筒，為避免妨礙浮筒作業並考慮海底地形及挖泥船之作業限制，此一區域之可能抽砂區如圖2-2之I區所示。

(2)高屏溪口南側之水域

高屏溪南側之水域現有通往小琉球之海底管線，為避免危及該海底管線之安全並考量海底地形及挖泥船作業限制，本區域預定可作為抽砂區之範圍如圖2-2之II所示。

(3)深水港預定港址北側水域

深水港預定港址北側水域進行抽砂作業須考慮之構造物如下：

- ①高雄港二港口及錨區
- ②高雄港一港口及錨區
- ③左營軍港
- ④永安 LNG進口站
- ⑤興達台電卸煤碼頭
- ⑥興達漁港

由於此一海域之沙灘目前已進入侵蝕期，如距岸邊太近抽砂則將危及海岸之平衡，採深海抽砂則其距離較上述二區為遠，由於該二區已可提供足夠之回填砂，故本區域並不考慮作為抽砂區。

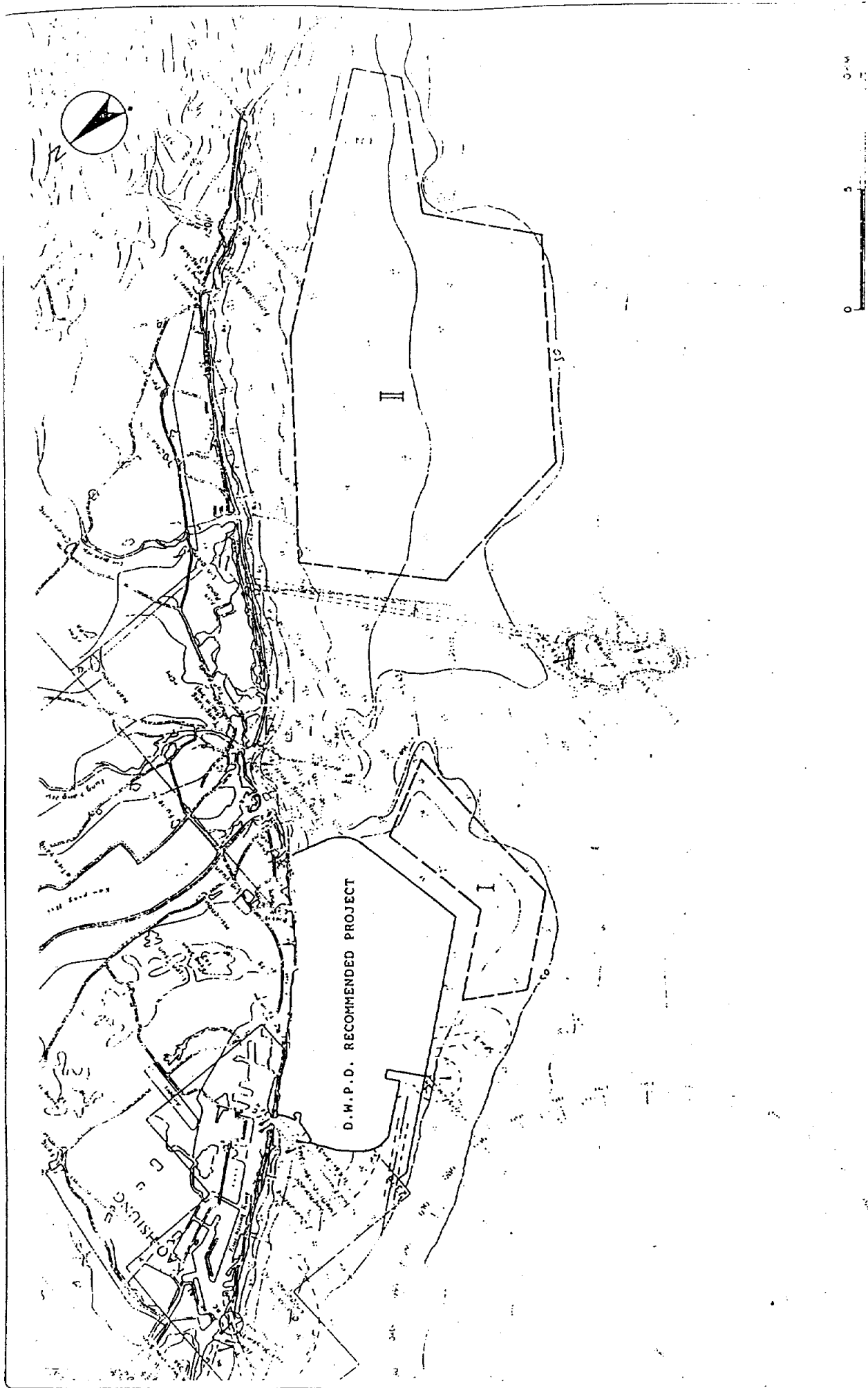


圖 2.2 高雄深水港預定抽砂區位置圖

第三章 國內外挖泥現況分析

3.1 國內外挖泥船隊資料

3.1.1 國內部份

1. 國內挖泥公司現況

目前國內從事挖泥作業之公司亦不在少數，惟其船機能量較小，作業受限，目前擁有大型挖泥船機之挖泥公司主要有：

- (1) 榮工處
- (2) 台灣打撈公司
- (3) 台灣港灣工程公司

國內現有挖泥船機及受泥船之資料詳如表3.1及表3.2 所示。

3.1.2 國外部份

1. 國外挖泥公司現況

國外從事大型挖泥工作之主要公司大多集中於荷蘭、比利時、日本及美國，其中美國由於大都屬五大湖及河道作業，較少進行國外之挖泥作業，日本公司則以亞洲地區及其國內市場為主，且大都為定位式絞刀式挖泥船，與本計畫預定使用之主要船機不同，歐洲地區之挖泥公司為業務需要常有互相併購或簽訂合作協定，主要係以海外作業為主，其

表 3.1a 我國各式挖泥船統計表

船名	船型	船殼				航行				性能				建造廠家	建造年月	所属機關	附註
		長 (m)	寬 (m)	深 (m)	吃水 (m)	時速 (節)	航程 (海里)	功率 (hp)	速度 (km/h)	容量 (m³)	產量 (m³/h)	燃料 (噸/小時)	消耗量 (噸/小時)				
南	自吸吸管式	73.20	12.50	6.10		4.45	3,100.00	10.00						基隆港務局			基511
南	定位吸管式													基隆港務局	53.03		基510
南	抓斗式	32.92	9.46	2.44			216.78						160	基隆港務局	41.04		基512
北	抓斗式	22.57	8.54	2.06			145.92						157	基隆港務局	01.03		基520
南	抓斗式	16.98	8.00	1.73			87.06						113	基隆港務局	53.04		
南	吸管式	69.59	12.05	6.10			1768.48	10.00					875 ± 2	基隆港務局			
南	抓斗式												0.04	基隆港務局			
南	抓斗式	16.50	6.00	1.80	0.80		58.14						6 公升	基隆港務局	1971.5		
南	抓斗式	37.70	13.80	3.70	2.10		1,030.60						600公升	基隆港務局	1952.12		
南	抓斗式	33.00	14.00	3.70	2.00		532.26						50公升	基隆港務局	1972.1		
中	自吸吸管式	51.29	14.53	6.85	2.35		2,581.81	10.00					400公升	基隆港務局	1975.4		
中	抓斗式	33.00	13.00	2.32	1.80		403.88						4.00	基隆港務局	1975.7		
中	抓斗式	45.02	19.02	3.26	1.982		968.66						4.00	基隆港務局	1981.7		
南	自吸吸管式	87.40	14.48	8.60	4.80		3,059.58	9.00					250公升	基隆港務局	1909		
南	自吸吸管式	64.97	13.02	7.17	1.80		1,888.44	10.49					2.168	基隆港務局	1972.6		
南	定位吸管式	37.22	10.40	2.69	1.70		500.00						1.200	基隆港務局	1941		
南	定位吸管式	37.22	10.40	2.69	1.70		500.00						1.200	基隆港務局	1941		
南	定位吸管式	32.00	10.00	2.59	1.70		500.00						1.200	基隆港務局			
南	定位吸管式	33.32	10.75	2.52	1.70		500.00						1.200	基隆港務局			
南	定位吸管式	54.00	12.00	3.20	1.80		760.00						4.500	基隆港務局	1966.10		
南	定位吸管式	32.00	10.87	2.29	1.00		300.00						700	基隆港務局	1981.2		
南	自吸式	41.40	10.02	2.28	1.10		332.87	6.50					2.50	基隆港務局	1971.8		
南	抓斗式	22.00	9.00	2.10	0.68		138.15						1.20	基隆港務局	1967.7		
南	抓斗式	22.60	8.80	1.60	0.72		101.52							基隆港務局	1940		
南	抓斗式	48.20	12.20	3.35	2.10		748.07						3200 HP	基隆港務局	1964		
南	抓斗式	45.70	14.62	2.87	2.00		512.43						6600 HP	基隆港務局	1974		
南	抓斗式	42.53	14.88	3.02	2.00		452.33						4600 HP	基隆港務局	1971		
南	定位吸管式	38.00	8.30	2.00	1.20		250.00						220公升	基隆港務局	1971		
南	抓斗式	28.00	9.30	1.50	1.20		139.21						2300 HP	基隆港務局			
南	抓斗式	32.02	13.48	2.40	2.00		271.23						4600 HP	基隆港務局	1971		
南	定位吸管式	50.40	10.00	3.40	2.11		1,500.00						10700 HP	基隆港務局	1982		
南	定位吸管式	54.60	12.50	3.30	2.15		1,380.00						11400 HP	基隆港務局	1981		
南	抓斗式	61.00	15.00	3.68			903.53						3300 HP	基隆港務局			
南	抓斗式	64.98	15.00	4.25			1,241.29							基隆港務局			
南	抓斗式	41.48	11.35	2.08			283.87							基隆港務局			

表 3.1b 我國各式挖泥船統計表

船名	船型	船殼				艙				機				能				建造廠及船齡	建造年月	所屬機關	附註
		身長 (m)	寬 (m)	吃水 (m)	空船 (t)	吃水 (m)	水區 (m)	噸位 (噸)	噸位 (噸)	挖泥力 (m³/h)	挖泥深度 (m)	管徑 (mm)	排泥量 (m³/h)	泥量 (m³)	泥量 (m³)	泥量 (m³)	泥量 (m³)				
安力	定位吸管式	15.00	5.50	1.60	1.05	1.05		60.00		50-250	8.00		1,000					同興	1971	榮民工程處	已報廢解體
台力	定位吸管式									50-250			1,000							榮民工程處	
兒力	定位吸管式									20-50			400							榮民工程處	
口力	定位吸管式	75.00	20.00	5.30	3.70			5,300.00		100-430	33.00		5,000					日本	1972	榮民工程處	
出水吸	抓斗式									64-130	50.00										已報廢解體
大	抓斗式	45.00	18.00	2.70				785.88		40-80	40.00										
大	抓斗式	35.00	16.00	2.87				636.31		40-80	40.00										
大	抓斗式	35.00	16.00	2.87				636.31		40-80	40.00										
黃皮吸	定位吸管式	34.00	11.00	3.00	1.60					500	16.00		3,000								已報廢解體
黃皮吸	抓斗式	80.00	18.00	2.95	2.10					500-1,000	20.00	0.81	4,200					Lien Ho 造船股份有限公司	1980.3	台灣打撈公司	
黃皮吸	抓斗式	81.00	19.03	5.00	3.30					700-1,200	28.00	0.81	6,000					Lien Ho 造船股份有限公司	1979.6	台灣打撈公司	
黃皮吸	定位吸管式	18.00	7.00	1.50	1.00					80-100	10.00		880							已報廢解體	
黃皮吸	定位吸管式	36.00	11.50	3.00	1.50					250-400	20.00		2,000								已報廢解體
黃皮吸	定位吸管式									150-300	16.00		2,000								
黃皮吸	定位吸管式									180-200	35.00										
黃皮吸	定位吸管式									150-200	25.00										
黃皮吸	抓斗式	42.00	9.00	3.00	0.80			239.80		90-100	25.00										已報廢解體
黃皮吸	抓斗式	43.56	12.86	3.24	2.00					300-400	18.00	0.81	3,000					日本京田田造船株式會社		協隆造船公司	
黃皮吸	抓斗式	41.00	12.10	2.95	1.80					300-400	18.00	0.81	3,000					SHIP BUILDING		協隆造船公司	
黃皮吸	抓斗式	41.00	12.10	2.95	1.80					300-400	18.00	0.81	3,000					SHIP BUILDING		協隆造船公司	
黃皮吸	抓斗式	42.00	18.00	3.50	2.50					800-1,000	28.00	0.81	6,000								已報廢解體
黃皮吸	抓斗式	45.00	19.00	3.30	2.50					200-300	16.00										
黃皮吸	抓斗式									190-210	35.00										
黃皮吸	抓斗式																				
三山	抓斗式	50.30	10.55	4.40	3.00	4.20	1,050.00		6.50	1,300-1,500	11.00							日本		尚東公司	已報廢解體
中工挖泥船	抓斗式																	日本		海軍總部	
中工挖泥船	抓斗式																			中華工程公司	
中工挖泥船	抓斗式																			中華工程公司	
中工挖泥船	抓斗式																				已報廢解體
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				已報廢解體
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				已報廢解體
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				已報廢解體
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				已報廢解體
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				已報廢解體
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				已報廢解體
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				已報廢解體
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				已報廢解體
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				已報廢解體
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				已報廢解體
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				已報廢解體
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				
中工挖泥船	抓斗式																				

表 3.10 我國各式挖泥船統計表

船名	船型	船					性能					能力		建造廠	建造年月	所屬機關	附註
		材	長 (M)	寬 (M)	深 (M)	吃水 (M)	航速 (節)	挖泥力 (噸/小時)	挖泥深度 (M)	挖泥寬度 (M)	挖泥長度 (M)	挖泥量 (噸/小時)	燃料量 (噸/小時)				
南江挖泥船	吸泥式												柴油	500 PS		南江公司	
南江挖泥船	吸泥式												柴油	450 PS		南江公司	
珠江2號	吸泥式		27.00	7.00	3.00	1.50										珠江公司	
珠江3號	吸泥式		7.30	5.50	1.20	0.80										珠江公司	
珠江8號	吸泥式		7.30	5.50	1.20	0.80										珠江公司	
古連河挖泥船	吸泥式													400 PS		古連河公司	
古連河挖泥船	吸泥式													300 PS		古連河公司	
山川挖泥船	吸泥式											1.00				山川公司	
山川挖泥船	吸泥式											1.00				山川公司	
黃河挖泥船	吸泥式													700 PS		黃河公司	
黃河挖泥船	吸泥式													400 PS		黃河公司	
神溪挖泥船	吸泥式													200 HP		神溪公司	
神溪挖泥船	吸泥式													380 HP		神溪公司	
龍林挖泥船	吸泥式		38.00	14.70	2.50		417.85						柴油	1065		CUMMINS	75.07
玉里	吸泥式		45.00	21.00	3.02		939.51						柴油			台灣公司	70.02
花港一號	吸泥式		33.00	14.00	3.50		532.28						柴油	900		富士牌	81.02
花港二號	吸泥式		18.05	8.00	1.80	0.80	58.14						柴油	87		CATERPILLAR	80.05
花港三號	吸泥式		43.00	16.00	3.90	3.90	785.27						柴油	1400HP		YANMAR	85.05

基SJO停用

表 3.2 我國各式受泥船統計表

船名	船型	船						性能			動力		建造年月	所屬機關	附註
		材質	長 (M)	寬 (M)	深 (M)	吃水 (M)		航速 (M)	受壓能力 (M ²)	備註	主機 (PS) (HP) (每小時)				
						空艙	滿載								
中 203			46.50	10.02	3.39	2.579		531.48	300.00		560 匹	1981.7	台中港務局		
中 204			46.00	10.60	2.90	2.20		453.00	300.00		359 匹	1988.6	台中港務局		
大 萬 號	開底式	鋼	30.80	9.38	3.05		255.31		250.00				榮工海事隊		
大 勇 號	開底式	鋼	24.40	9.15	2.98		228.67		200.00				榮工海事隊		
大 仁 號	開底式	鋼	38.00	10.02	2.98		387.87		300.00				榮工海事隊		
大 德 號	開底式	鋼	38.00	10.02	2.98		387.87		300.00				榮工海事隊		
大 廣 號	開底式	鋼	36.48	12.00	3.80		486.46		500.00				榮工海事隊		
大 順 號	開底式	鋼	36.48	12.00	3.80		486.46		500.00				榮工海事隊		
大 功 號	開底式	鋼	46.05	12.00	3.30		612.33		700.00				榮工海事隊		
大 達 號	開底式	鋼	36.05	12.00	3.30		612.33		700.00				榮工海事隊		
大 隆 15	油壓開底式	鋼	34.00	9.00	2.90	0.40	2.50	200.35	200.00				榮興港務公司		
大 隆 17	油壓開底式	鋼	40.43	9.00	3.00	0.60	2.60	284.55	300.00				榮興港務公司		
龍興號	自航式	鋼	50.00	12.00	3.80	0.75		682.00	750.00		620 HP	77.1 改造	台灣港務公司		
龍興11號		鋼	24.54	7.00	2.80	2.20		135.76	120.00	柴油			基隆港務公司		
智用一號		鋼	36.00	12.00	3.00	0.57	2.545	348.36	400.00				智用企業公司		
智用二號		鋼	40.20	12.22	3.50			501.99	500.00				智用企業公司		
智用三號		鋼	36.00	12.00	3.00	0.57	2.545	348.36	400.00				智用企業公司		
智用六號		鋼	40.20	12.22	3.50			501.99	500.00				智用企業公司		
基478號		鋼	33.15	6.77	2.80			262.94	200.00			81.08	基隆港務局	已報廢	
基480號		鋼	33.99	6.75	2.48			262.73	200.00			88.08	基隆港務局	已報廢	
基481號		鋼	35.65	6.75	2.48			262.73	200.00			88.08	基隆港務局	已報廢	
基482號		鋼	27.70	6.62	2.27			138.89	100.00			88.09	基隆港務局	已報廢	
基482號		鋼	27.70	6.62	2.27			138.89	100.00			88.09	基隆港務局	已報廢	
龍一自航式	68TS.9		36.00	7.50	2.55	1.95	2.55		200.00	柴油	114	76.01	花蓮港務局	已報廢	
龍二自航式	68TS.9		36.00	7.50	2.55	1.95	2.55		200.00	柴油	114	76.01	花蓮港務局	已報廢	
龍三號			33.00	7.50	2.60	1.30		162.44	170.00	柴油	200	52.12	花蓮港務局	已報廢	
龍四號			32.95	7.51	2.00	1.93		162.41	120.00	柴油	250	84.04	花蓮港務局	已報廢	
中203			46.50	10.02	3.39	2.579		531.48				70.07	台中港務局		
中204			46.00	10.60	2.90	2.20		453.00				77.06	台中港務局		
高601		鋼	26.85	6.96	2.62	0.95	1.90	90.68	100		100 x 2	45.03	高雄港務局	已報廢	
高602		鋼	26.56	6.96	2.62	0.93	1.88	86.57	100		100 x 2	45.12	高雄港務局	已報廢	
高603		鋼	26.58	6.96	2.62	0.93	1.88	86.57	100		100 x 2	45.12	高雄港務局	已報廢	
高604		鋼	39.70	8.60	3.00	1.01	2.40	268.28	200		420	57.12	高雄港務局	已報廢	
高605		鋼	39.70	8.60	3.00	1.01	2.40	268.28	200		420	57.12	高雄港務局	已報廢	

所能提供之船機較符合本計畫之需求，現將歐洲地區之挖泥公司現況概述如下：

歐洲地區從事大型挖泥工作且積極拓展海外市場之主要挖泥公司在1991年有以下 7 家：

- (1) Boskalis
- (2) HAM
- (3) Volker Stevin
- (4) Ballast Nedam
- (5) Decloedt
- (6) Dredging International
- (7) J. D. N

前四家係荷蘭廠商，後三家為比利時廠商。其中以 Boskalis 之挖泥船隊規模最大，最近為配合作業需求，據聞 Volker Stevin 已遭 HAM 併購，Decloedt 已遭 DI 併購，其實際情形尚須進一步查証。如以上得聞屬實，則併購行動後各挖泥廠商之船機規模將較為接近。其所屬自航抽吸式挖泥船泥艙容量大於8000立方之船機資料詳表 3.3 所示。

3.2 國內外挖泥現況

3.2.1 國內部份

台灣西部屬於大陸棚架之平坦海岸，且有不少堆積性之潮間帶可藉以建造成人工島之計劃。目前國內積極規劃中或進行之填海造地計劃有以下幾項：

1. 基隆新港—移山填海造陸計劃

表 3.3 泥艙容量大於8000立方之自航抽吸式挖泥船資料

Trailing Suction Hopper Dredgers	Dimensions (m)	GRT	Capacity (m ³)	Dredging depth (m)		Output characteristic (HP)			Pipeline diameter (mm)	loaded speed (knot)	year made	year Re- built	Owner
				normal	max.	total output	dredge pumps	propul sion					
Lelystad	137.0x26.0x8.0	12,116	10,330	34.0	55.0	18,496	4,896	14,103	2x1000	15.2	1986		Ballast Nedam
Vlaanderen 18	124.0x23.0x9.8	9,640	11,300	30.0		15,441	5,200	14,206	2x1100	14.5	1970		Decloedt
Lucifique	131.7x19.2x9.2	7,744	9,208	30.0		14,351	4,400	8,160	2x1000	12.0	1970	1982	Decloedt
Efficace	142.8x22.0x8.7	10,238	8,960	30.0		16,888	6,400	16,880	2x1000	16.0	1968		Decloedt
Barent Zanen	133.6x23.0x8.8	9,773	8,000	35.0	51.0	15,605	8,500	13,800	2x1000	15.2	1985		Boskalis
Cornelis Zanen	128.0x23.0x8.0	8,839	8,000	35.0	49.0	15,033	8,500	12,400	2x1000	15.2	1982		Boskalis
HAH 310	133.5x23.0x9.8	10,378	8,225	32.0	60.0	16,000	7,000	13,000	2x1100	15.0	1985		HAH
Kupel	126x20.5x9.7	8,018	7,200	35.0	43.0	16,920	5,300	16,000	2x1100	14.5	1971		DI
Vasco da Gama	130.3x22.5x10.2	10,530	10,160	35.0		18,892	4,800	16,000	2x1200	15.0	1971		JDN
Geopotes 10	125.5x21.1x9.2	10,976	9,074	35.0		19,000	6,000	12,000	2x1000	16.0	1970		Volker Stevin
Geopotes 15	135.5x23.6x9.1	10,118	8,800	33.0	80.0	16,780	4,460	15,180	2x1000	15.0	1985		Volker Stevin
Geopotes 14	124.3x20.6x7.8	7,950	7,000	30.0		15,370	5,130	13,800	2x1000	16.0	1985		Volker Stevin
Volvox Delta	117.0x21.7x8.1	7,906	8,000	37.5		16,350	3,700	12,650	2x1000	15.2	1984		Dredging V02

基隆港務局基於航運及運量展望，深感現有港埠設施及水域難以應付日漸成長之貨櫃運量及船舶大型化發展趨勢，為未雨綢繆計，故有擬於基隆港外西側至野柳半島間海域闢建基隆新港之議。

基隆新港預定港址東起現有基隆港口，西迄野柳半島，水深除近岸部份外大抵介於 $-30 \sim -60 \text{ m}$ 之間，其定案佈置詳圖 3-1 所示。

本計畫港埠用地需填築新生地約 416 公頃。計需土方 8,400 餘萬立方公尺，擬分三期填築。第一期完成新 1 ~ 3 號突堤用地，需土石方 3,300 萬立方公尺，其中 1,280 萬立方公尺可利用基隆市政府配合新港開發新市區之棄土。不足之 2,020 餘萬立方公尺，港務局需自行開發臨港市區與海岸線間之山坡地，借土填地，為此除可獲得土石方外，尚可獲得臨港貨櫃倉儲用地 114 公頃。第二期填地 143 公頃需土方 2,100 萬立方公尺；第三期填地 174 公頃，需土方 3,000 萬立方公尺，擬就近開採大武崙澳至泔水澳間之山嶺地借土使用。

2. 淡水國內商港興建計畫

為因應北部地區日益成長之貨櫃運量，並解決基隆港無法大幅擴建貨櫃碼頭之困擾，基隆港務局計畫於淡水河南岸興建淡水國內商港，以分擔基隆港日後之貨櫃運量，成為基隆輔助港。

然因北部地區砂石需求日益孔急，為期在最短時間內完成東砂北運之需求，淡水國內商港第一期工程計畫於四年內完成二席可供卸載東部砂石之港埠設施，其第一期平面佈置圖詳圖 3-2 所示。第一

期工程計畫填築新生地約70公頃，供港埠機關用地及砂石堆置場之用，所需填方估計約需 680 萬立方公尺，其中 330 萬立方公尺以水力方式回填，其料源則以港域挖方為主，其餘 350 萬立方公尺則以陸運棄土填築之。

爲使港區水域更趨穩定，提供全天候作業環境，第二期工程擬於港區南側延建外廓防波堤一道，並延長砂石碼頭 340 公尺，水泥碼頭 300 公尺，金門航線碼頭 410 公尺，及其他港勤、客艇碼頭等港埠設施，其第二期平面佈置詳圖 3-3 所示。第二期預計填方 190 萬立方公尺，全部以陸運棄土填築之。

根據上述二期計畫構想，淡水國內商港共計填方 870 萬立方公尺，其中 330 萬立方公尺來自水中浚挖所得，另外 540 萬立方公尺則以陸運棄土爲之。

3. 北部觀音石油專用港

北部地區油品用量約佔全省 44%，而桃園煉油廠僅能供應 20% 左右，其不足之數均須仰賴南部運補或進口供應。而目前北部所需用油大部份仰賴基隆西33號碼頭輸轉，由於基隆港本身相當繁忙，擬將該碼頭收回自用，爲徹底解決北部油料調度與碼頭不足問題，中油公司遂計畫於桃園縣觀音鄉籌建一座專用之輸油站，以解決北部油料供應問題。

觀音港位於桃園縣大園鄉與觀音鄉界，其用地陸上東西寬約5000公尺，北防波堤在東端向外海延伸5234公尺，南防波堤在西端向外海延伸2220公尺至堤頭形成南北合抱，港口水深達20公尺以上，寬500公尺，可供巨型油輪進出。其港口佈置詳圖3-4

淡水國內商港平面佈置圖

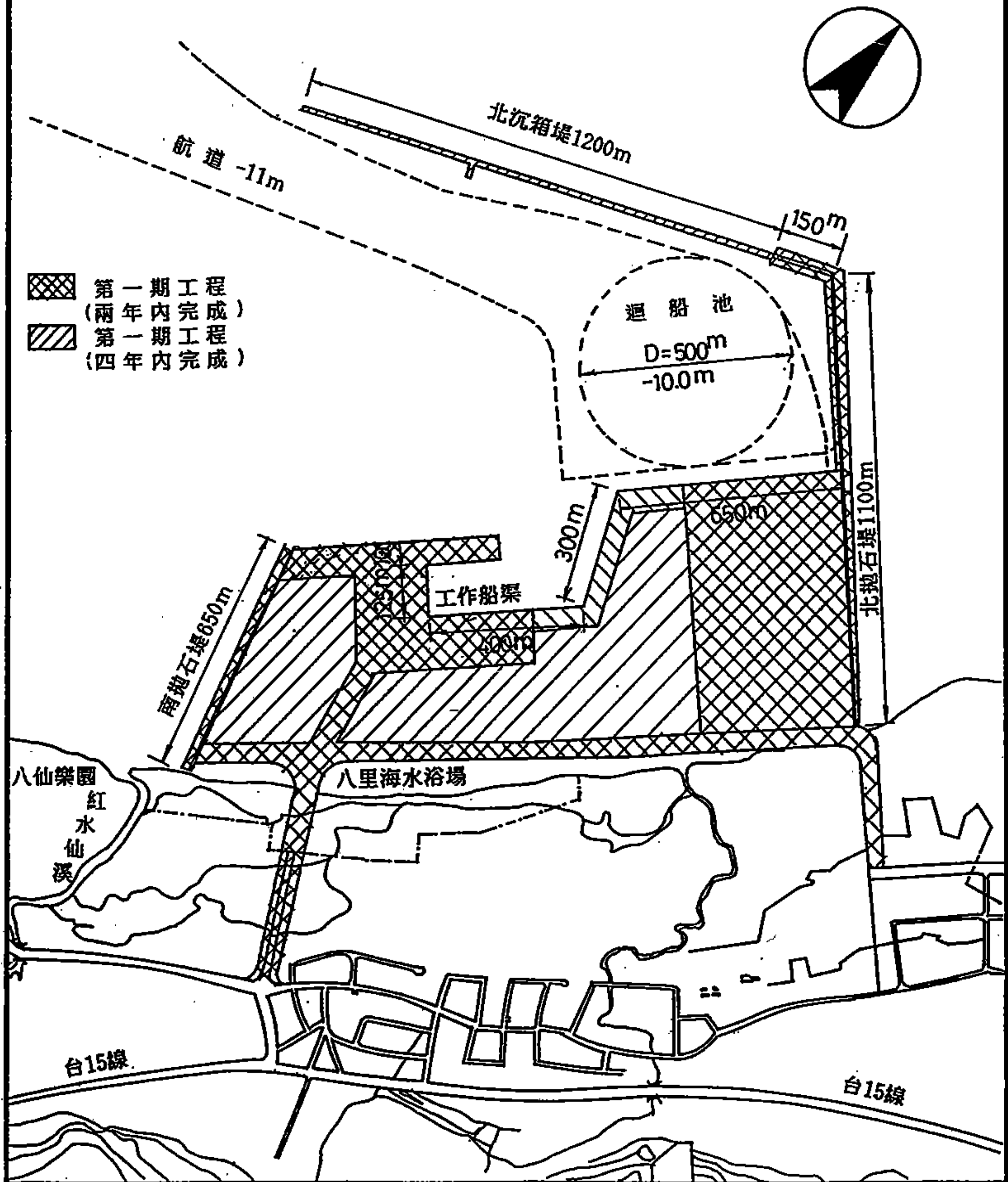


圖 3-2 淡水國內商港第一期平面佈置圖

淡水國內商港平面佈置圖

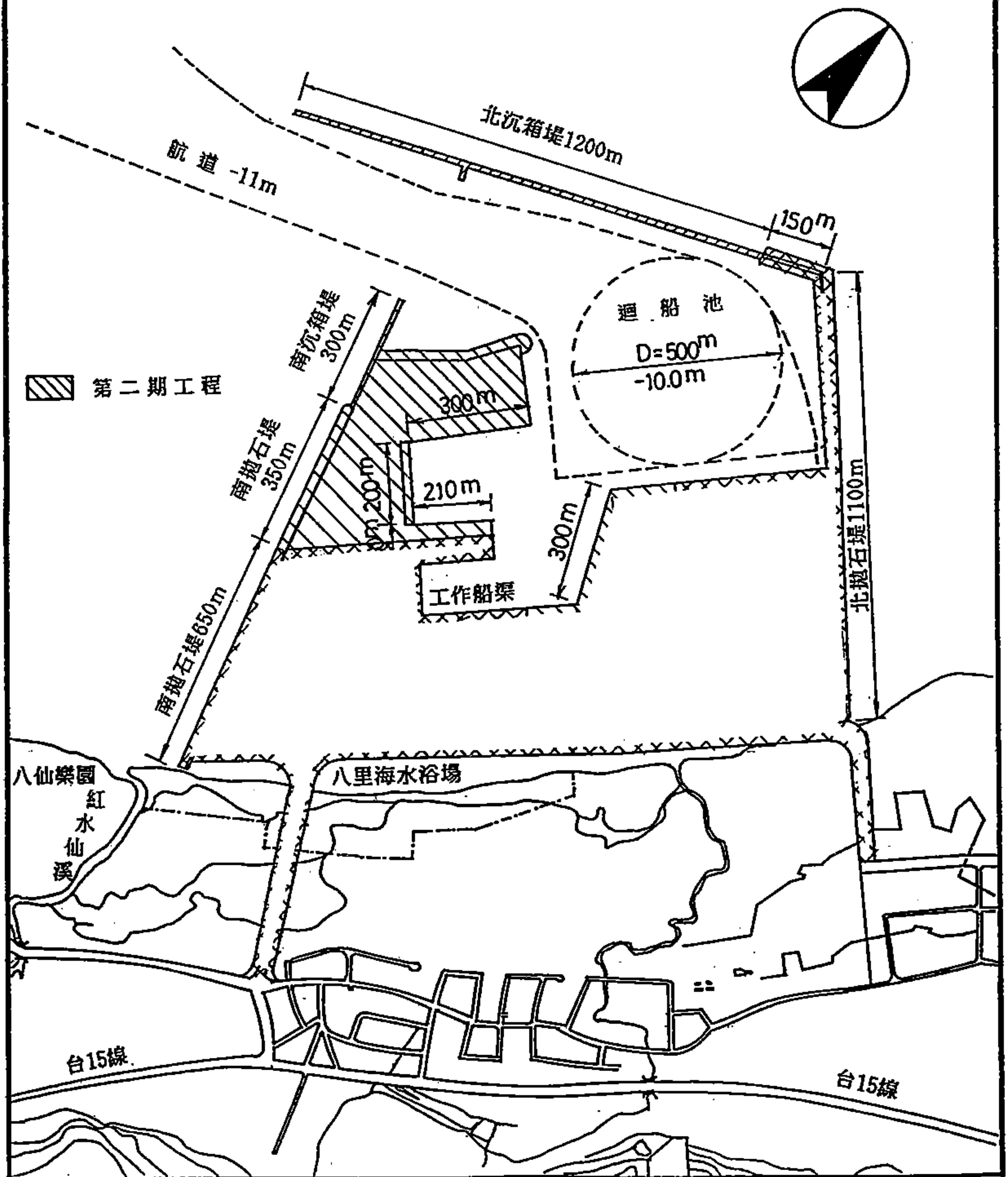


圖 3-3 淡水國內商港第二期平面佈置圖

所示。而中油輸油站即位於港區北側，佔地約 150 公頃。

觀音港預定五年內興建完成，其施工計畫配置詳圖 3-5 所示。其中中油輸油站需填築新生地 150 公頃。依施工構想，其港池浚挖共分三年完成，其分年計畫浚挖量分別為 37 萬立方公尺、1080 萬立方公尺及 213 萬立方公尺，共計浚挖 1330 萬立方公尺，其中 1250 萬立方公尺用於填築港區新生地。

4. 台中港第二階段發展計畫

台中港為因應運量需求與港埠發展，計畫於民國 104 年前擴增碼頭船席至 55 席（不含台中火力電廠專用煤碼頭），為配合上述碼頭之興建，需進行航道浚挖及船席浚挖作業。據估算，至民國 104 年止，上述挖方量將達 2000 萬立方公尺左右，所得土方以填海造地方式為港區謀取新生地以資開發利用。其第二階段發展計畫佈置圖詳見圖 3-6 所示。

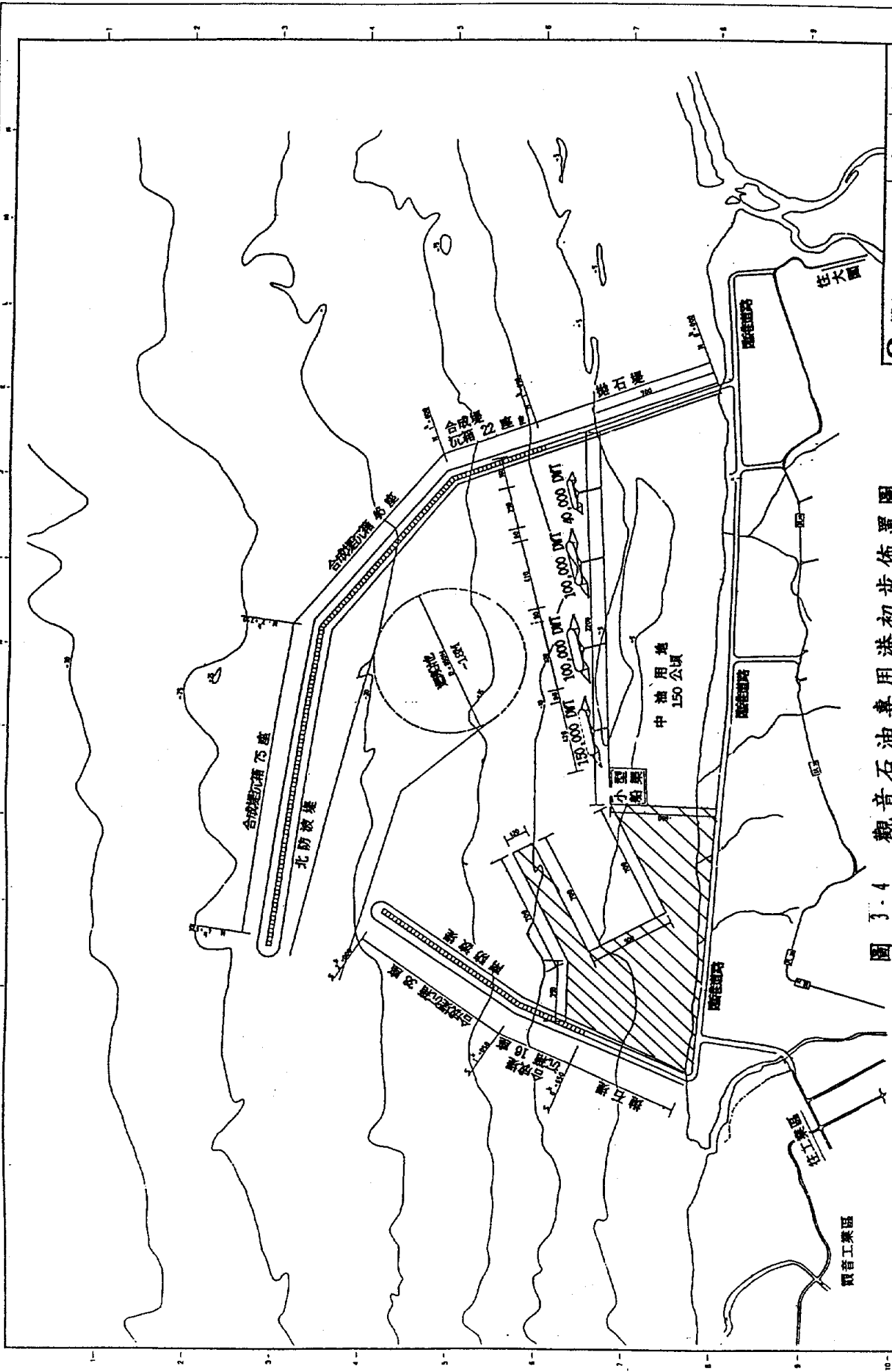
5. 和平水泥專用港計畫

為因應水泥廠東遷計畫，經濟部工業局擬於花蓮和平溪南岸沖積三角洲上闢建水泥專業區及水泥專用港。其中專用港開發工程總挖方量約 1863 萬立方公尺，除海岸拋棄及外海拋棄外，其餘約 220 萬立方公尺將填築新生地，粗估約可得新生地 36 公頃，其專用港佈置詳圖 3-7 所示。

6. 雲林西海岸離島式基礎工業區（詳圖 3-8）

本工業區位於濁水溪出口南岸，沿海岸線向海埔新生地正西方向延伸 4 至 5 公里，南迄牛桃灣溪

圖 3-4 觀音石油專用港初步佈置圖



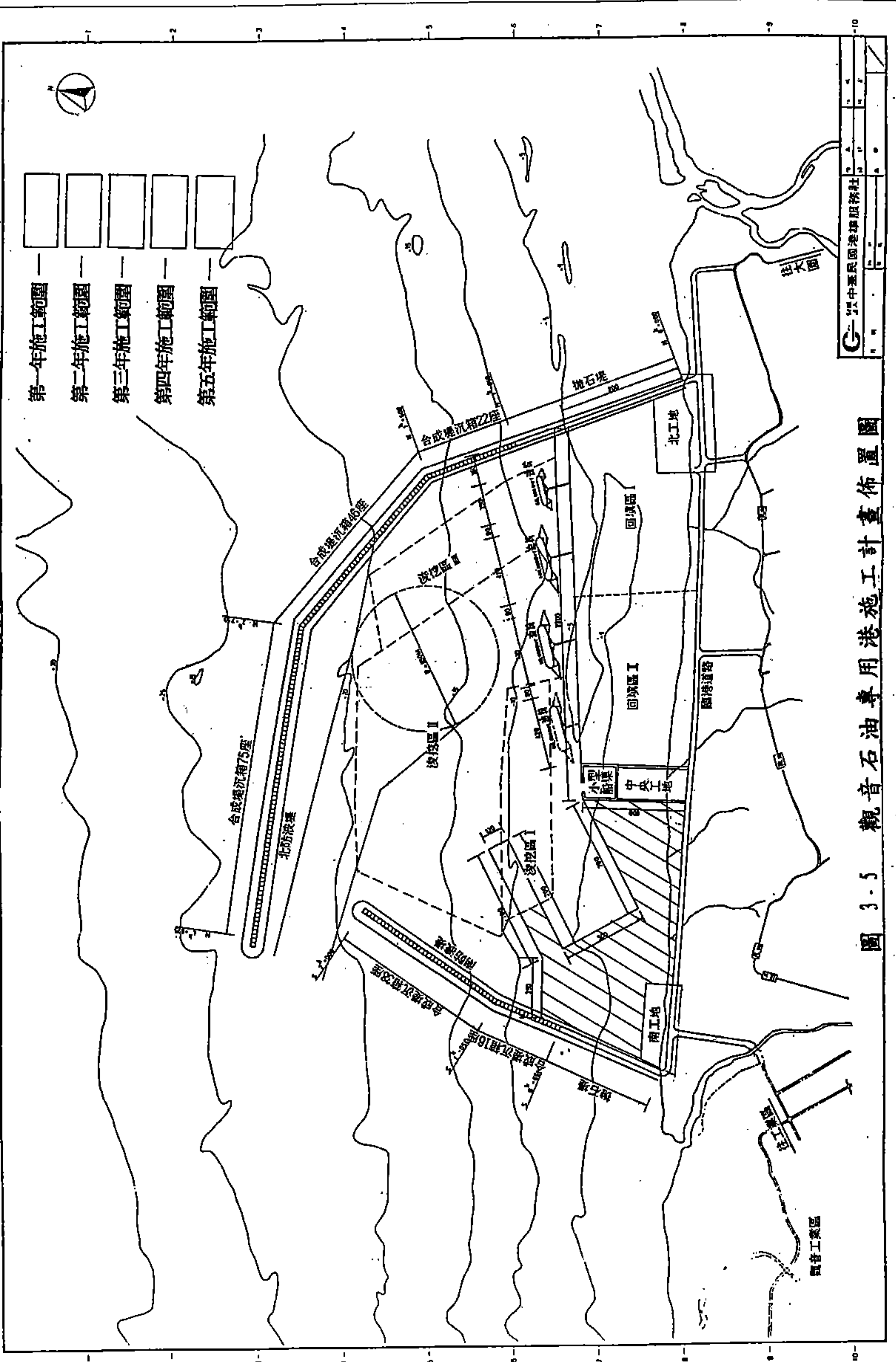


圖 3-5 觀音石油專用港施工計畫佈置圖

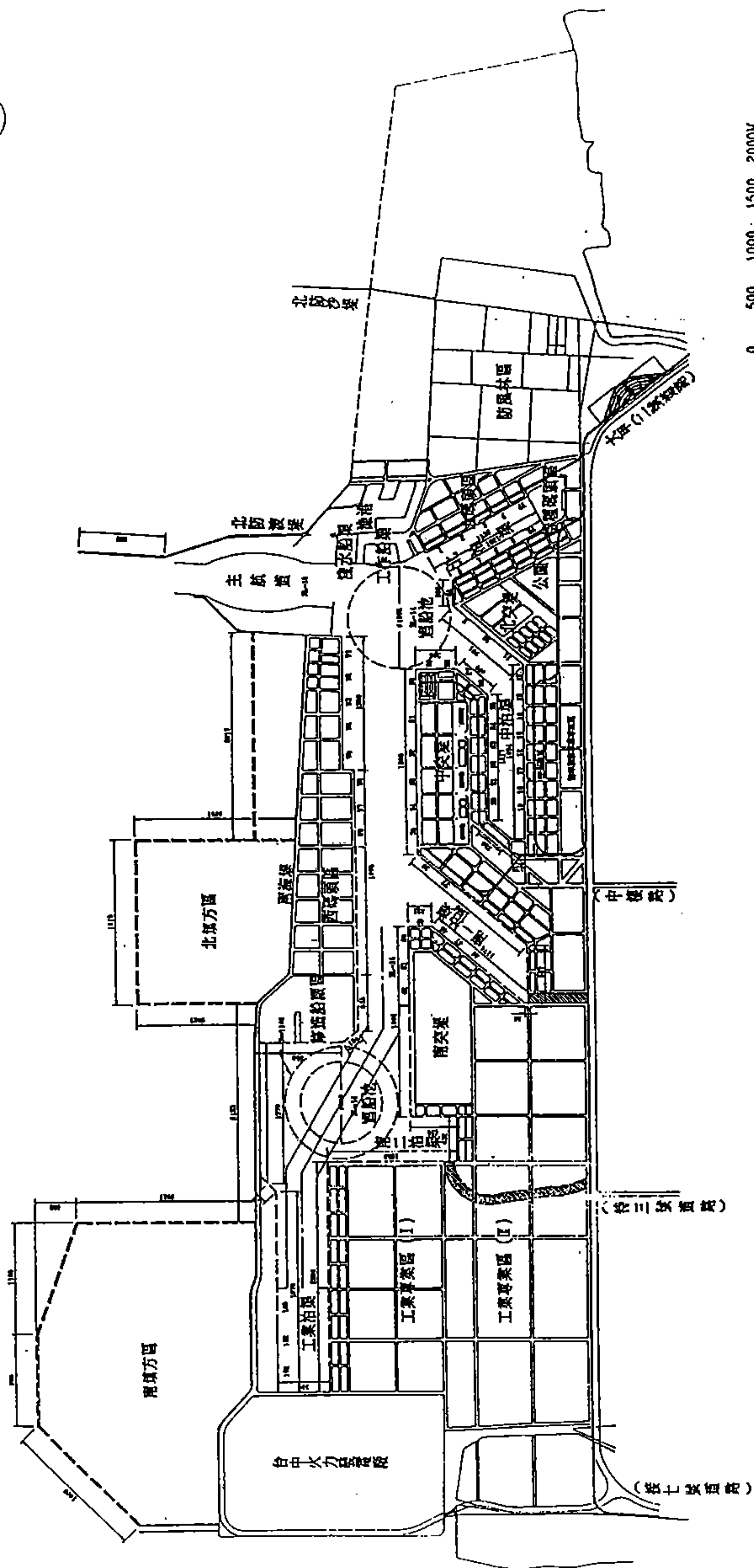


圖 3-6 台中港第二階段發展計畫佈置圖

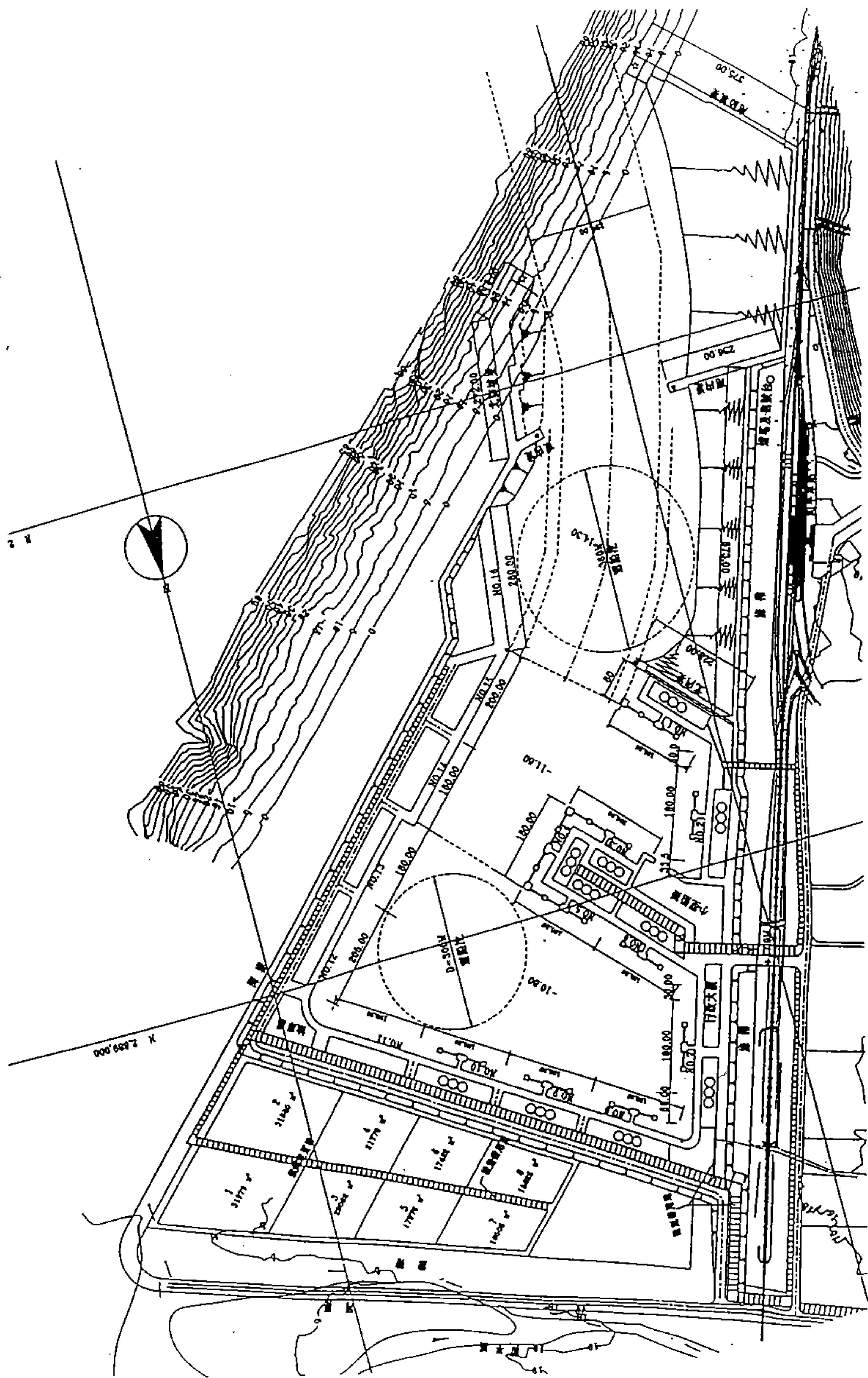


圖 3-7 和平港細部規劃佈置圖

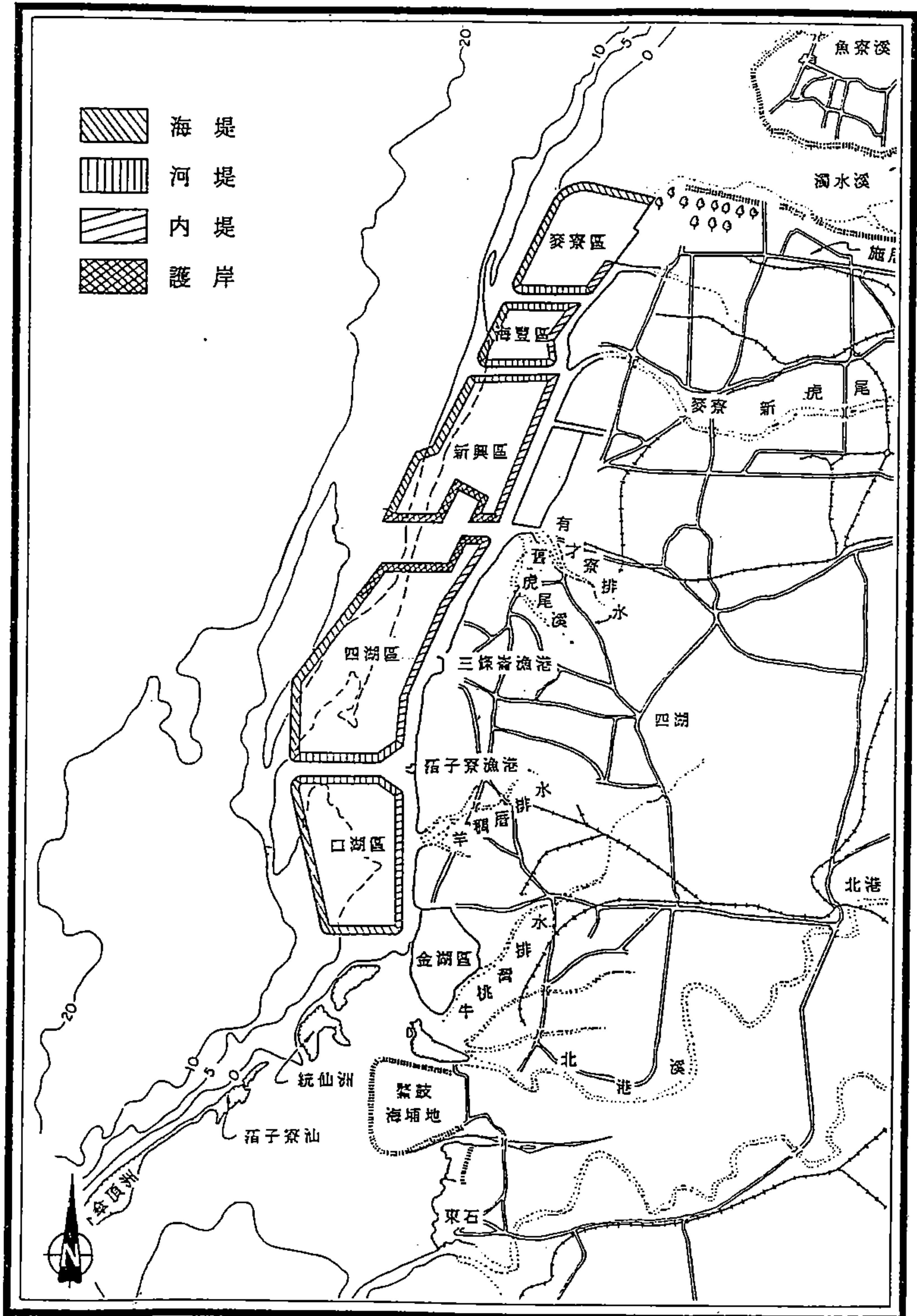


圖 3-8 雲林西海岸離島式基礎工業區佈置圖

表 3.4 離島工業區造地工程分期分區數量表

區別	項 目	期 別				合 計
		一	二	三	四	
參寮區	面 積 (ha)	685	745	—	—	1,430
	浚填土 (m ³)	13,700,000	22,350,000	—	—	36,050,000
	覆蓋土 (m ³)	—	—	—	—	—
海豐區	面 積 (ha)	135	—	280	295	710
	浚填土 (m ³)	5,880,000	—	14,420,000	20,210,000	40,510,000
	覆蓋土 (m ³)	200,000	—	420,000	440,000	1,060,000
新興區	面 積 (ha)	1,577	630	—	—	2,207
	浚填土 (m ³)	114,370,000	33,700,000	—	—	148,070,000
	覆蓋土 (m ³)	2,370,000	950,000	—	—	3,320,000
四湖區	面 積 (ha)	1,535	1,000	865	—	3,400
	浚填土 (m ³)	112,830,000	73,500,000	50,600,000	—	236,930,000
	覆蓋土 (m ³)	2,300,000	1,500,000	1,300,000	—	5,100,000
口湖區	面 積 (ha)	—	—	970	1,260	2,230
	浚填土 (m ³)	—	—	85,840,000	111,510,000	197,350,000
	覆蓋土 (m ³)	—	—	1,460,000	1,890,000	3,350,000
台西區	面 積 (ha)	120	120	—	—	240
	浚填土 (m ³)	5,820,000	5,820,000	—	—	11,640,000
	覆蓋土 (m ³)	180,000	180,000	—	—	360,000
金湖區	面 積 (ha)	—	—	680	—	680
	浚填土 (m ³)	—	—	×13,100,000 5,440,000	—	18,540,000
	覆蓋土 (m ³)	—	—	660,000	—	660,000
合 計	面 積 (ha)	4,052	2,495	2,795	1,555	10,897
	浚填土 (m ³)	252,600,000	135,370,000	×13,100,000 156,300,000	131,720,000	689,090,000
	覆蓋土 (m ³)	5,050,000	2,630,000	3,840,000	2,330,000	13,850,000

註：1. 參寮區為蓄水池。

2. 金湖區242公頃係水池用地。

3. ×金湖區內水池挖填方。

表 3.5 日本海洋人工島建造之統計分析

[illegible]

表 3.6 歐、美、澳洲海洋人工島建造之統計分析

名 稱	位 置	用 途	面 積 (km ²)	形 狀	水深 (m)	和 附 屬 (km)	潮 流 (m/s)	延 展 (m)	建 造 方 式	填 土 量 (萬 m ³)	工 期 月	工 程 費	附 屬 地 點 (度/分)	備 註
Tarvosuo 人工島	加拿大 Bofors 島 (北極海唇 岸)	石油探勘用 (阿拉 斯加北部共有五個 人工島)	1.0	正八方形 橫邊長 350m 直邊長 180m	22	40	—	3.7	沉箱填土、內填 填土、混合式 人工島	200	1980.8 - 1981.5	300萬美元	—	冬季結冰時 可通行船隻 +5°C ~ -25°C
羅伯遜混合人 工島	加拿大西部 英屬哥倫比亞 省 Roberts Bank 以 南 50 km	填海造地、填土入 海及石油輸出港 灣碼頭	130 530x 460m (一側) 1130x 700m (二側)	方形	19.8 ~ 21.3	4.8	1.5	3.0	填土、填土填海 填土	170	1968-69 (一期) 1981-83 (二期)	1500萬加 幣 2000萬加 幣	—	可供 25 萬噸 油輪停泊
Liquidada 燈塔 燈塔	英國蘇格蘭 州	燈塔	19.18	L 形	12	0	3.7	—	填土填海填土 填土填海	—	1964.3 - 1967.1	2000萬英 元	—	填土填海 燈塔
Hart-Miller 人工島	英國蘇格蘭 州 巴爾斯福德 燈塔	港口、航運填土 燈塔、公園	460 3500x600 0.0	雙螺旋形 (六方形)	5	1.2	0.5	2.7	填土填海、內填 填土	400	1981.9 - 1983.10	3130萬英 元	—	利用原有之 二座燈塔
The Chesapeake Bay Bridge Tunnel (四座島)	美國維吉尼亞 州	填海造地、填土入 海及石油輸出港 灣碼頭	3.24x4 填 土 = 13	長方形 450x49	13.5	9	1	6	填土填海、內填 填土	150 25 萬 噸	1960.10 - 1964.3	500萬 美元/座	—	填土填海之 填土填海
Tanaga 人工島 (北九洲島)	美國阿拉斯加 州 西方 Tanaga 州	填土填海、填土入 海及石油輸出港 灣碼頭	250.5	長方形	5	1.7-3.5	0.14	—	填土填海填土 (1:1.5 之土坡)	5700	1977 - 1988	4245萬英 元	—	不用填土填 海填土填海
Thorn 人工島 (北四洲)	英國蘇格蘭 州 Long Beach 州	石油填海	4x4 = 16	近圓形	7.5-12	0.6-2.0	0.3	3.7	填土填海、內填 填土	76.4	1965 - 1966	3.13萬英 元	—	在填土填海 內填土填海
大和洋行四洲 人工島	英國蘇格蘭 州	填土填海、填土入 海及石油輸出港 灣碼頭	400	長方形	2-9	0.305	—	4	填土填海、填土填 海、填土填海	1570	1973.5 - 1976.8	150萬英 元	—	填土填海 填土填海
Arca Breca 人工島	巴西 Rio de Janeiro 州 大和洋行	日輪填海之填土及 填土	1.84	長方形 155x104 m	6-7	1.4	0.8m/s	4.0	二層填土填海、填 土填海、填土填海	22.82	1973.5 日完工	3500萬英 元	—	以 10x600 填土填海 填土填海
Libreane 油填海 人工島	巴西 Bahia 州	石油填海、生養、 出產	0.2x3 填 土	長方形 45.2x52.3 m	13-15	12	4.1	11	填土填海、填土填 海、填土填海	25000 噸	1977 - 1978	3000萬英 元	—	填土填海 填土填海
Campes 填海 填土填海	巴西 Bahia 州	石油填海	0.3	方形共 7 座	111 - 170.5	79.5-86.7	—	—	填土填海、填土填 海、填土填海	15 萬 14283-20293 噸	1982 - 1984	31.5 萬英 元	—	填土填海 填土填海
北海 Stalder 填土填海 人工島	挪威北海 填土填海	石油填海、生養、 出產	1.8 1.3	六角形	145	150	8.5	31	填土填海、填土填 海、填土填海	10 萬 10000 噸	1978 - 1981 1980 - 1984	4000萬英 元	—	填土填海 填土填海
荷蘭新填土填海 人工島 (北四洲)	荷蘭新填土 填土填海	填土填海、生養、 出產	800	長方形	0	0.3-0.7	—	—	填土填海、填土填 海、填土填海	—	1977.4 - 1985.7	30 萬 50000 萬 美元	—	填土填海 填土填海
荷蘭新填土填海 人工島	荷蘭新填土 填土填海	填土填海	80	長方形	0-5	1.5	—	5	填土填海、填土填 海、填土填海	1900	1971 - 1981	1.72 萬英 元	—	填土填海 填土填海

口北岸，南北長約30公里，主要為濁水溪流出之沙土淤積而成之海埔新生地。海域底高程約 +1~-10公尺，初估所需土方約 7億立方公尺。另金湖區之開發範圍約 680公頃，所需造地填方量約需1920萬立方公尺，合計 7億1920萬立方公尺。其造地工期分期分區數量詳表 3.4所示。

3.2.2 國外部份

目前世界上大型之挖泥作業集中於亞洲地區，並以日本及香港為代表。日本國內已有挖泥廠商具有可進行大型挖泥作業之能力，故其挖泥作業由日本國內之挖泥公司來進行。而香港地區之挖泥廠商規模較小，大型挖泥作業多由國外廠商承攬。

1. 日本關西國際機場

日本對於海岸空間之利用，幾年來一直積極進行填海造地興築人工島，至目前已完成二十餘座人工島如表 3.5所示。人工島主要用途作為機場、電廠、碼頭、工業用地或都市之商業、住宅、道路、公園用地及遊憩區等。歐、美、澳等國家則偏重於石油開發與港埠碼頭、機場、廢棄土堆置用地等海岸之圍築造地之人工島(如表 3.6所示)。

日本關西國際空港1100公頃計劃之規劃(圖 3-9)，是為改善現有大阪國際機場之噪音環境，以及配合日益增加之國內外航空需求，因此選擇在大阪灣內距陸地 5公里之海上，構築一人工島。第一期規模為 511公頃(全部約2100公頃)，平均水深約18公尺，海底上層為厚約20公尺之軟弱黏土層($c=0.2 \text{ yt/m}$, $y=0$ 海底面處)，其下則為約 400公尺以上之沖積層

，在此條件下，如何防止地盤之不等沉陷，以確保機場之安全使用，將是很重要之課題。因此，最初在構築環繞人工島四周約11公里之護岸時，首先進行構造物下之基礎軟弱地盤改良。改良之方法，主要以砂樁排水(Sand Drain)為主，並視護岸構造物之不同，採用 Sand Compaction工法以及深層混合處理工法。

目前整個工程之進度，人工島全部海底地盤之改良已完成，並進行大規模回填作業，所需砂土約1億5千萬立方公尺，此種在短期間內完成如此大量砂土之回填，可說是世界之首例。為使工程進行時，能減少對周邊環境之影響，在護岸工程及連絡橋之浚渫工程時，均使用混濁防止膜。另同時針對噪音、空氣品質、水質、底質(海底之砂及泥)、海域生物、海象等均進行監測。

2. 香港地區

香港政府於1990年開始進行香港地區之大規模抽砂回填計畫(圖3-10)，預計於2005年完成4億2百萬立方之抽砂及回填量，其各年、各月抽砂量詳圖3-11及表3-7~3-22。

關西國際空港

- 人工島離岸5公里・水深12~21公尺。
- 計畫總填築面積1200公頃・建4條主跑道・年起降37萬架次。
- 第一期計畫511公頃・主跑道3500公尺・年起降16萬架次。1987年動工・預定1993年完工啓用。

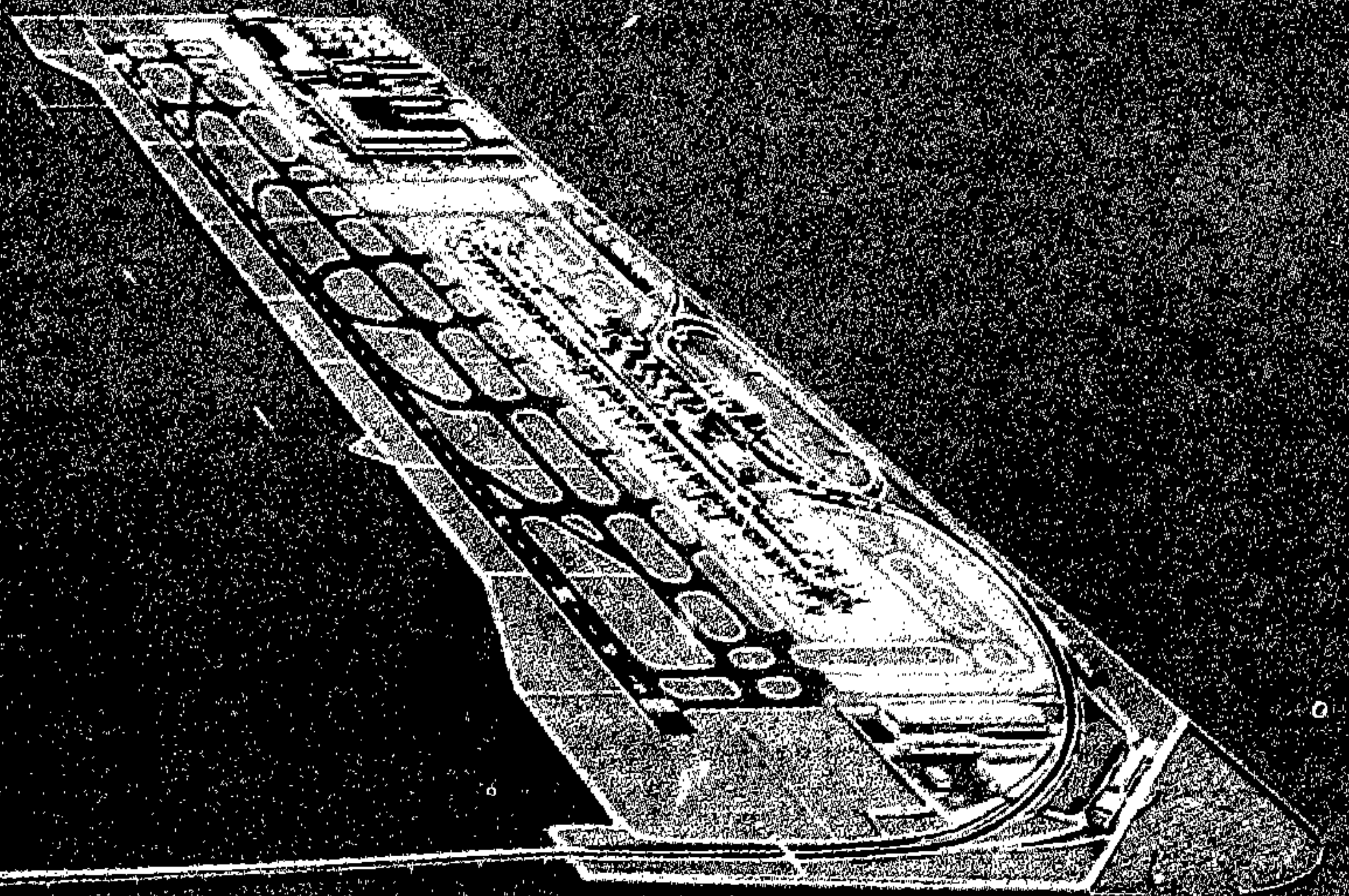
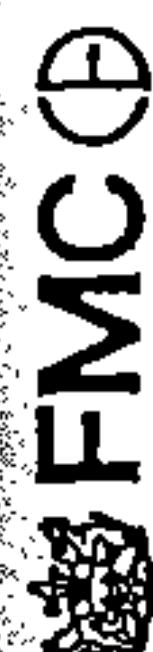


圖 3-9 日本關西國際機場平面佈置圖

FILL RESOURCES AND MAJOR RECLAMATIONS



- Area of Proposed Reclamation
- Before Area Gazette Notice - Dredge
- Before Area Gazette Notice - Reclaimed
- Before Area Gazette Notice - Embankment
- After Area Gazette Notice - Dredge
- Major Potential Land Sources of Fill
- Existing and Potential Vertical Dredging Areas
- Disused Marine Berths

NOTE:
1. Reclamation areas indicated.
2. Fill volumes are indicated, with underlining indicating greater certainty and brackets indicating additional (less easily dredged) material.
3. This drawing will be superseded in April 1992 by Drawing No. 14C/11.

FILL RESOURCES AND MAJOR RECLAMATIONS

DATE: 20-June-1992

FILE NO: CEC 3/1/12-1

COMPILED BY: S.T. CHOW

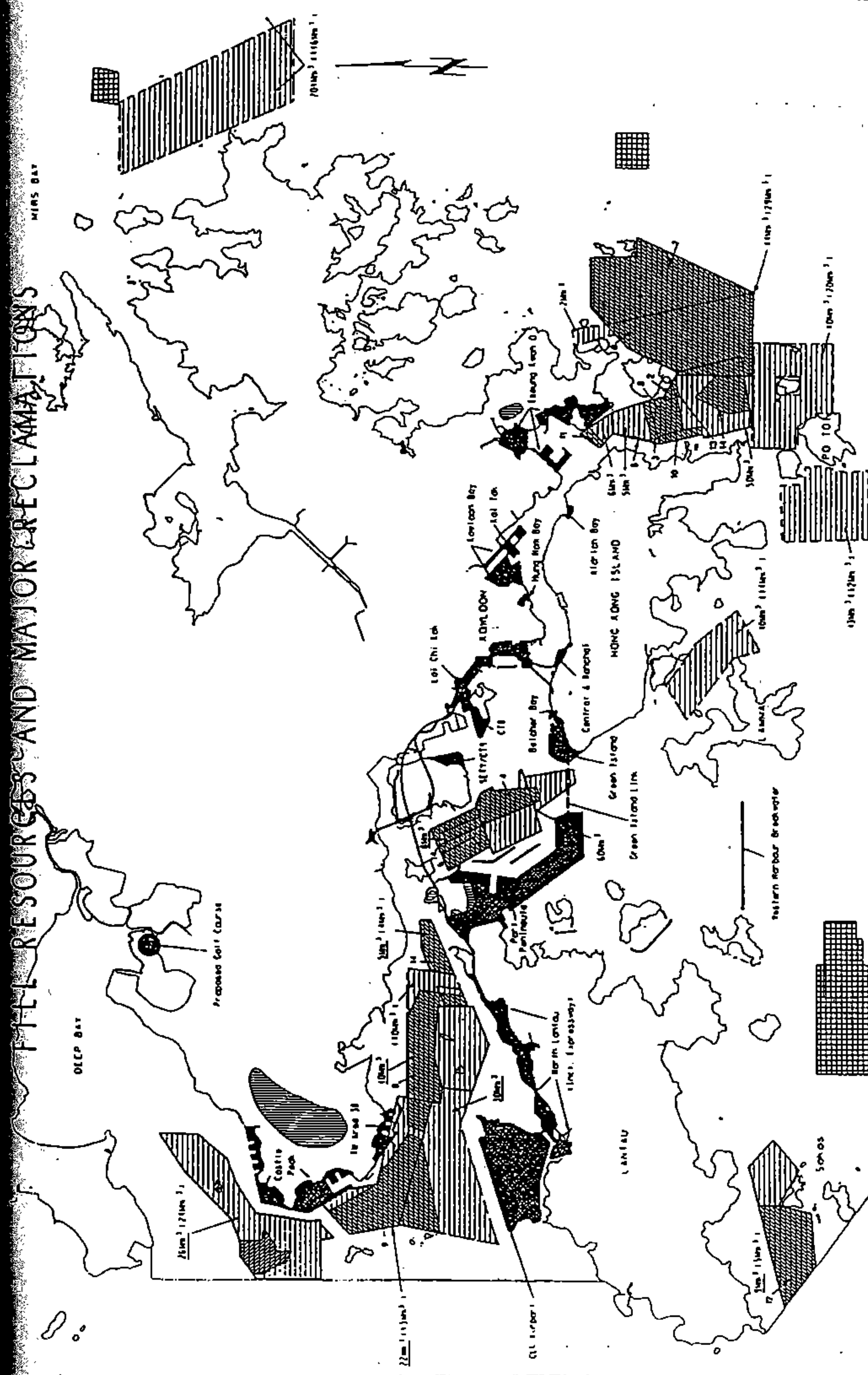
DRAWN BY: S.T. CHOW

DRAWING NO: FMC/11

SCALE: 1:10000

OFFICE: PLANNING DIVISION, GEOTECHNICAL ENGINEERING OFFICE

Civil Engineering Department, HONG KONG



EXISTING RECLAMATION OF MARINE FILL				FUTURE MAJOR RECLAMATION OF MARINE FILL (Preliminary Phase 1 - 1992)				FUTURE MAJOR RECLAMATION OF MARINE FILL (Preliminary Phase 2 - 1993 TO 1995)			
Reclamation	Project Name	Area (ha)	Volume (m³)	Project Name	Area (ha)	Volume (m³)	Project Name	Area (ha)	Volume (m³)	Project Name	Area (ha)
1	Deep Bay	100	100,000,000	1	Deep Bay	100	100,000,000	1	Deep Bay	100	100,000,000
2	Castle Peak	50	50,000,000	2	Castle Peak	50	50,000,000	2	Castle Peak	50	50,000,000
3	Kowloon	200	200,000,000	3	Kowloon	200	200,000,000	3	Kowloon	200	200,000,000
4	Various Bays	150	150,000,000	4	Various Bays	150	150,000,000	4	Various Bays	150	150,000,000

圖 3-10 香港地區挖泥計畫示意圖

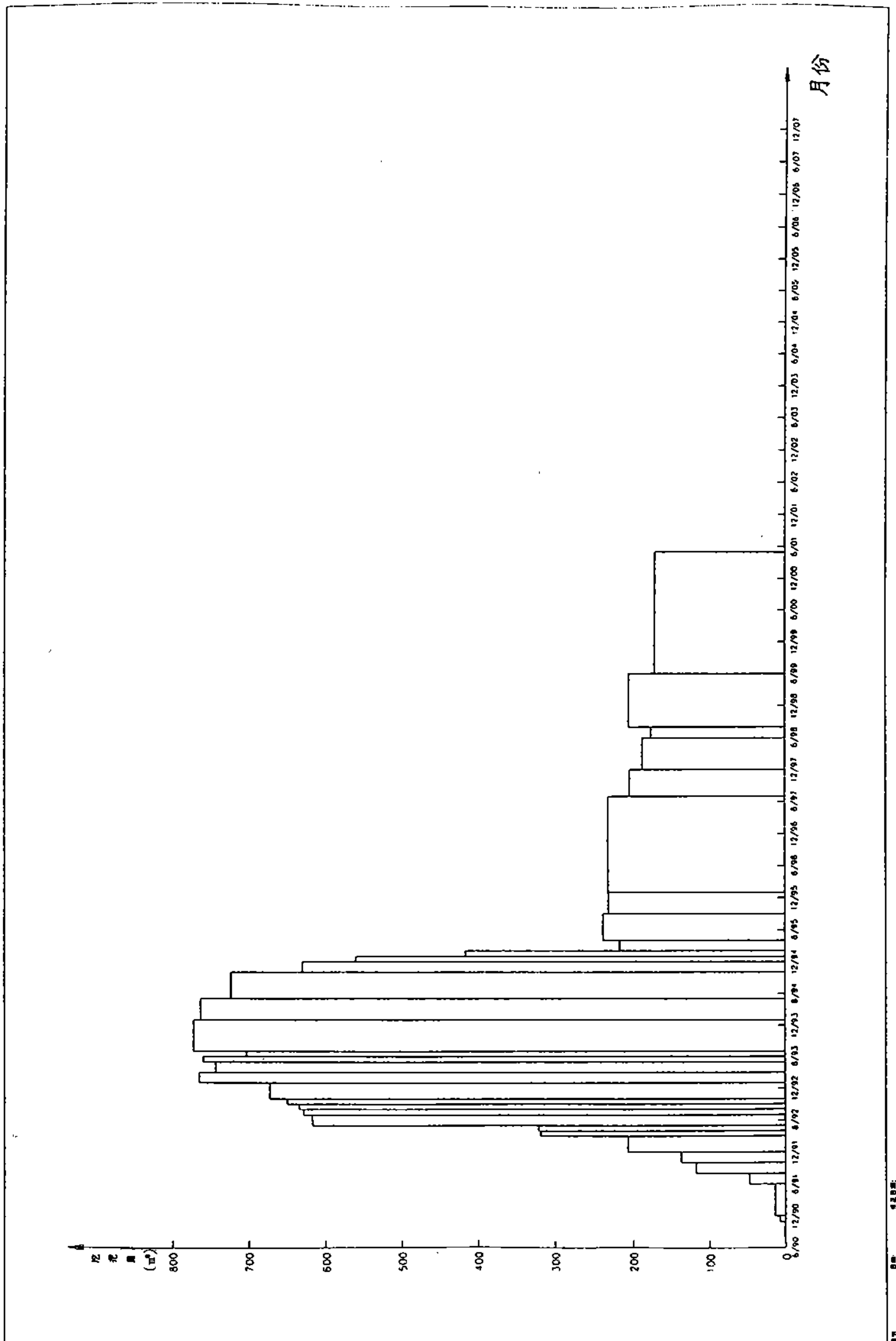


圖 3-11 香港地區新生地回填量預估圖

表 3.7 1990 香港地區各月份預定抽砂量

月份	07/90	08/90	09/90	10/90	11/90	12/90
各抽 計砂 量 月 M ³	12121	12121	12121	12121	12121 66500	12121 66500 62500
小計	12121	12121	12121	12121	78621	141121
全年總計 268,226 M ³						

註：1. 本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。

2. 各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

表 3.8 1991 香港地區各月份預定抽砂量

月份	01/91	02/91	03/91	04/91	05/91	06/91	07/91	08/91	09/91	10/91	11/91	12/91
各 計 畫 月 抽 砂 量 (M ³)	12121	12121	12121	12121	12121	12121	12121	12121	12121	12121	12121	12121
	66500	66500	66500	66500	66500	66500	66500	66500	66500	66500	66500	66500
	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500
			640000	640000	640000	640000	640000	640000	640000	640000	640000	640000
小計	141121	141121	781121	781121	781121	1114454	1114454	1815439	1815439	2008772	2008772	2703216
全年總計 15,206,151M ³												

註:1. 本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。

2. 各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

表 3.9 1992 香港地區各月份預定抽砂量

月份	01/92	02/92	03/92	04/92	05/92	06/92	07/92	08/92	09/92	10/92	11/92	12/92
各計畫月抽砂量 (M ³)	12121	12121	12121	12121	12121	12121	12121	12121	12121	12121	12121	12121
	66500	66500	66500	66500	66500	66500	66500	66500	66500	66500	66500	66500
	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500	62500
	694444	694444	694444	694444	694444	694444	694444	694444	694444	694444	694444	694444
	640000	640000	640000	640000	640000	640000	640000	640000	640000	640000	640000	640000
	681818	681818	681818	681818	681818	681818	681818	681818	681818	681818	681818	681818
	333333	333333	333333	333333	333333	333333	333333	333333	333333	333333	333333	333333
	193333	193333	193333	193333	193333	193333	193333	193333	193333	193333	193333	193333
	19167	19167	19167	19167	19167	19167	19167	19167	19167	19167	19167	19167
	400000	400000	400000	400000	400000	400000	400000	400000	400000	400000	400000	400000
	76923	76923	76923	76923	76923	76923	76923	76923	76923	76923	76923	76923
	90556	90556	90556	90556	90556	90556	90556	90556	90556	90556	90556	90556
小計	2703216	2703216	3180139	3208195	6168195	6484580	6592528	6649832	6992544	7212544	7412544	7412544
	2703216	2703216	3180139	3208195	6168195	6484580	6592528	6649832	6992544	7212544	7412544	7412544
	2703216	2703216	3180139	3208195	6168195	6484580	6592528	6649832	6992544	7212544	7412544	7412544
	2703216	2703216	3180139	3208195	6168195	6484580	6592528	6649832	6992544	7212544	7412544	7412544
	2703216	2703216	3180139	3208195	6168195	6484580	6592528	6649832	6992544	7212544	7412544	7412544
	2703216	2703216	3180139	3208195	6168195	6484580	6592528	6649832	6992544	7212544	7412544	7412544
	2703216	2703216	3180139	3208195	6168195	6484580	6592528	6649832	6992544	7212544	7412544	7412544
	2703216	2703216	3180139	3208195	6168195	6484580	6592528	6649832	6992544	7212544	7412544	7412544
	2703216	2703216	3180139	3208195	6168195	6484580	6592528	6649832	6992544	7212544	7412544	7412544
	2703216	2703216	3180139	3208195	6168195	6484580	6592528	6649832	6992544	7212544	7412544	7412544
	2703216	2703216	3180139	3208195	6168195	6484580	6592528	6649832	6992544	7212544	7412544	7412544
	2703216	2703216	3180139	3208195	6168195	6484580	6592528	6649832	6992544	7212544	7412544	7412544
全年總計 66,720,077M ³												

註: 1. 本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。

2. 各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

表 3.10 1993 香港地區各月份預定抽砂量

月份	01/93	02/93	03/93	04/93	05/93	06/93	07/93	08/93	09/93	10/93	11/93	12/93
各計畫月抽砂量 (M ³)	12121	12121	12121	694444	694444	694444	694444	694444	694444	694444	694444	694444
	694444	694444	694444	6452	6452	6452	6452	6452	6452	6452	6452	6452
	6452	6452	6452	681818	681818	333333	333333	333333	333333	333333	333333	333333
	640000	640000	640000	333333	333333	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000
	681818	681818	681818	2000000	2000000	400000	400000	400000	400000	400000	400000	400000
	333333	333333	333333	960000	960000	960000	960000	960000	960000	960000	960000	960000
	2000000	2000000	2000000	90556	90556	90556	90556	90556	90556	90556	90556	90556
	400000	400000	400000	152000	152000	152000	152000	152000	152000	152000	152000	152000
	76923	76923	76923	59063	59063	59063	59063	59063	59063	59063	59063	59063
	960000	960000	960000	115385	115385	115385	115385	115385	115385	115385	115385	115385
	90556	90556	90556	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176
	152000	152000	152000	497059	497059	497059	497059	497059	497059	497059	497059	497059
	59063	59063	59063	56757	56757	56757	56757	56757	56757	56757	56757	56757
	115385	115385	115385	76471	76471	76471	76471	76471	76471	76471	76471	76471
	101176	101176	101176	625000	625000	625000	625000	625000	625000	625000	625000	625000
	497059	497059	497059	200000	200000	200000	200000	200000	200000	200000	200000	200000
	56757	56757	56757	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712
	76471	76471	76471	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000
	220000	220000	220000	625000	625000	625000	625000	625000	625000	625000	625000	625000
	625000	625000	625000	200000	200000	200000	200000	200000	200000	200000	200000	200000
200000	200000	200000	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	
162712	162712	162712	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	
180000	180000	180000	7392226	7392226	6815671	7516933	7660933	7570377	7570377	7570377	7570377	
小計	8329149	8329149	8109149	7392226	7392226	6815671	7516933	7516933	7660933	7570377	7570377	7570377
全年總計 91,773,500M ³												

註：1. 本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。

2. 各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

表 3.11 1994 香港地區各月份預定抽砂量

月份	01/94	02/94	03/94	04/94	05/94	06/94	07/94	08/94	09/94	10/94	11/94	12/94
各 計 畫 月 抽 砂 量 (M ³)	694444	694444	694444	694444	694444	694444	694444	694444	694444	694444	694444	
	6452	6452	6452	6452	6452	6452	6452	6452	6452	6452	6452	6452
	333333	333333	333333	333333	333333							
	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000
	400000											
	960000	960000	960000	960000	960000							
	152000	152000	152000	152000	152000	152000						
	59063	59063	59063	59063	59063	59063	59063	59063	59063	59063	59063	59063
	115385	115385	115385	115385	115385	115385	115385	115385	115385	115385	115385	115385
	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176
	497059	497059	497059	497059	497059							
	105263	105263	105263	105263	105263	105263	105263	105263	105263	105263	105263	105263
	56757	56757	56757	56757	56757	56757	56757	56757	56757	56757	56757	56757
	76471	76471	76471	76471	76471	76471	76471	76471	76471	76471	76471	76471
	625000	625000	625000	625000	625000	625000	625000	625000	625000	625000	625000	625000
	200000	200000	200000	200000	200000	200000						
	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712
	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000
	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	853333	853333	853333
	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111
	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151
小計	7570377	7170377	7170377	7170377	7170377	5379985	5027985	5027985	5027985	5701318	5701318	5006874
全年總計 73,125,335M ³												

註:1.本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。

2.各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

表 3.12 1995 香港地區各月份預定抽砂量

月份	01/95	02/95	03/95	04/95	05/95	06/95	07/95	08/95	09/95	10/95	11/95	12/95
各 計 畫 月 抽 砂 量 (M³)	2000000											
	59063	59063										
	115385	115385	115385	115385	115385	115385	115385	115385	115385			
	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176
	56757	56757	56757	56757	56757	56757						
	76471	76471	76471	76471	76471							
	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712
	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000	144000			
	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111
	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151
	113888	113888	113888	113888	113888	113888	113888	113888	113888	113888	113888	113888
	34048	34048	34048	34048	34048	34048	34048	34048	34048	34048	34048	34048
						65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289
小計	3564762	1564762	1505699	1781351	1781351	1770169	1713412	1713412	1713412	1454027	1454027	1454027
全年總計 21,470,411M³												

註：1. 本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。

2. 各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

表 3.13 1996 香港地區各月份預定抽砂量

月份	01/96	02/96	03/96	04/96	05/96	06/96	07/96	08/96	09/96	10/96	11/96	12/96
各	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176	101176
計	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712	162712
畫	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111	486111
月	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151	215151
抽	275652	275652	275652	275652	275652	275652	275652	275652	275652	275652	275652	275652
砂	113888	113888	113888	113888	113888	113888	113888	113888	113888	113888	113888	113888
量	34048	34048	34048	34048	34048	34048	34048	34048	34048	34048	34048	34048
(M ³)	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289
	118889	118889	118889	118889	118889	118889	118889	118889	118889	118889	118889	118889
小計	1572916	1572916	1572916	1572916	1572916	1572916	1572916	1572916	1572916	1572916	1572916	1572916
全年總計 18,874,992M ³												

註: 1. 本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。

2. 各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

表 3.15 1998 香港地區各月份預定抽砂量

月份	01/98	02/98	03/98	04/98	05/98	06/98	07/98	08/98	09/98	10/98	11/98	12/98
各 計 畫 月 抽 砂 量 (M ³)	101176 486111 215151 34048 65289 118889 446281	101176 486111 215151 34048 65289 118889 446281	101176 486111 215151 34048 65289 118889 446281	101176 486111 215151 34048 65289 118889 446281	101176 486111 215151 34048 65289 118889 446281	101176 486111 215151 34048 65289 118889 446281	101176 486111 215151 34048 65289 118889 446281	101176 486111 215151 34048 65289 118889 446281	101176 486111 215151 34048 65289 118889 446281	101176 486111 215151 34048 65289 118889 446281	101176 486111 215151 34048 65289 118889 446281	101176 486111 215151 34048 65289 118889 446281
小計	1466945	1466945	1466945	1466945	1466945	1466945	1432897	1756426	1756426	1756426	1756426	1756426
全年總計 19,016,697M ³												

註：1. 本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。

2. 各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

附表三 號誌化交叉口客量分析使用表格三：飽和流量推估

號誌化交叉口客量分析 —— 飽和流量推估													
車 道 車		(3)	(4)	轉向調整		(7)	(8)	實際狀況調整因素					(14)
(1) 路 口	(2) 流動型態 與 車 道 車	理想狀況 飽和流量 (pcu/h) S_0	車 道 數 N	(5) 左 轉 f_{LT}	(6) 右 轉 f_{RT}	機 車 調 整 f_{MC}	現 飽 有 和 狀 流 況 量 S_0	(9) 車 道 寬 f_W	(10) 坡 度 f_g	(11) 停 車 f_p	(12) 公 車 f_b	(13) 地 特 區 性 f_a	實際 飽和流量 S pcu/h
東 向													
西 向													
南 向													
北 向													

表 3.16 1999 香港地區各月份預定抽砂量

月份	01/99	02/99	03/99	04/99	05/99	06/99	07/99	08/99	09/99	10/99	11/99	12/99
各抽	101176	101176	101176	101176	101176	101176						
計砂	486111	486111	486111	486111	486111	486111						
量	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281
月M ³	323529	323529	323529	323529	323529	323529	323529	323529	323529	323529	323529	323529
小計	1357097	1357097	1357097	1357097	1357097	1357097	769810	769810	769810	769810	769810	769810
全年總計 12,761,442M ³												

註：1. 本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。

2. 各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

表 3.17 2000 香港地區各月份預定抽砂量

月份	01/00	02/00	03/00	04/00	05/00	06/00	07/00	08/00	09/00	10/00	11/00	12/00
各抽	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289
計砂	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281
量	323529	323529	323529	323529	323529	323529	323529	323529	323529	323529	323529	323529
月M ³						293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877
小計	835099	835099	835099	835099	835099	1128976	1128976	1128976	1128976	1128976	1128976	1128976
全年總計 12,078,327M ³												

註：1. 本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。

2. 各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

表 3.18 2001 香港地區各月份預定抽砂量

月份	01/01	02/01	03/01	04/01	05/01	06/01	07/01	08/01	09/01	10/01	11/01	12/01
各抽	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289
計砂	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281
量	323529	323529	323529	323529	323529							
月M ³	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877
小計	1128976	1128976	1128976	1128976	1128976	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447
全年總計 11,283,009M ³												

註：1. 本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。

2. 各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

表 3.19 2002 香港地區各月份預定抽砂量

月 份	01/02	02/02	03/02	04/02	05/02	06/02	07/02	08/02	09/02	10/02	11/02	12/02
各月量	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289
計抽 M ³	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281
查砂	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877
小 計	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447
全年總計 9,665,36M ³												

註: 1. 本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。

2. 各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

表 3.20 2003 香港地區各月份預定抽砂量

月 份	01/03	02/03	03/03	04/03	05/03	06/03	07/03	08/03	09/03	10/03	11/03	12/03
各月量	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289
計抽M ³	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281
畫砂	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877
小 計	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447
全年總計 9,665,364M ³												

註: 1. 本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。

2. 各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

表 3.21 2004 香港地區各月份預定抽砂量

月 份	01/04	02/04	03/04	04/04	05/04	06/04	07/04	08/04	09/04	10/04	11/04	12/04
各月量	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289	65289
計抽M ³	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281
量砂	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877	293877
小 計	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447	805447
全年總計 7,902,102M ³												

註:1.本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。

2.各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

表 3.22 2005 香港地區各月份預定抽砂量

月 份	01/05	02/05	03/05	04/05	05/05	06/05	07/05	08/05	09/05	10/05	11/05	12/05
各月量	65289	65289	65289	65289	65289	65289						
計抽 M ³	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281	446281
畫砂												
小 計	511570	511570	511570	511570	511570	511570	446281	446281	446281	446281	446281	446281
全年總計 5,747,106M ³												

2006年~2007年6月香港地區各月份預定抽砂量

每月份皆為446,281M³。

- 註:1. 本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。
 2. 各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

第四章 回填區及抽砂區附近現有之地質資料蒐集及分析

4.1 資料說明

高雄港屬於台灣西部海岸平原的一部份，地勢平坦，海岸平原幼年期之沿海沙洲甚為發達。港區之地質組成其主要為沉泥質砂，砂質沉泥及沉泥質黏土交互而成，為瀉湖沉積物質。歷年來高雄港區地質鑽探資料，如表 4.1 所示。本研究高雄深水港工程規劃範圍，位於現有高雄第二港口南防波堤與高屏溪之間，亦即自現有海岸線往外沿伸至-28公尺水深處，離岸約 6 公里，海岸線長度約 13 公里之水域（如圖 4-1）。

表 4.1 之鑽探資料，陸上之地質鑽探資料較多，屬於高雄附近海域目前之鑽探資料十分有限。其中僅有第二港口南堤之鑽探資料與本研究回填區相關：

- (1) 南堤 N0.19, 29 沉箱鑽探工程(1971)
- (2) 南堤 54, 58 號沉箱鑽探工程(1974)

另外位於本研究回填區及抽砂 I 區附近，有中油公司「大林埔第三外海浮筒計劃—近岸及陸上地質鑽探及試驗（1988）」之資料可供參考。因此，現階段暫時利用以上所收集之地質資料，作為本研究「抽砂回填土壤基準分析」之依據。

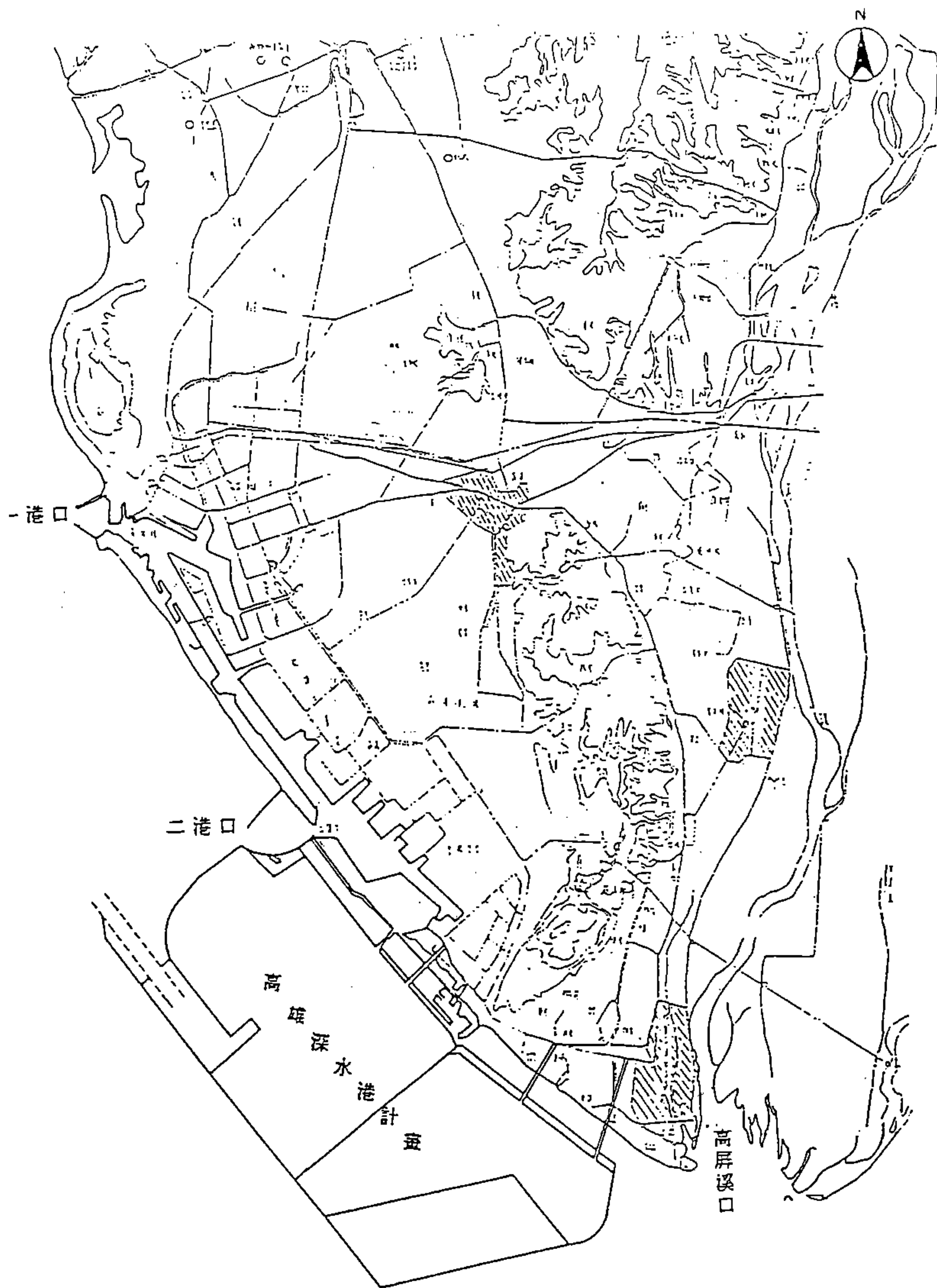


圖 4.1 高雄深水港計劃位置圖

表 4—1 高雄港區鑽探統計資料

鑽探年月日	鑽探位置	鑽探孔數
48.5	中島擴建工程地質鑽探	3
48.7.11	20號油碼頭地質鑽探	4
50.7.20—8.11	擴建工程處深水碼頭鑽探	3
53.11.12—12.8	高雄港32號場地土壤鑽探	4
55.9.19	台肥工廠複合肥料倉庫及磷銨肥料倉庫新建工程	1
55.8.1—8.13	散裝倉庫地質鑽探工程	4
56.3.21—6.17	33號碼頭倉庫地質鑽探	5
57.7.9—7.18	33號谷倉地質鑽探	4
58.1.17	台肥三廠工廠擴建工程	1
58.5.9	台灣機械公司船舶廠300T半乾塢新建工程	1
58.8.25	第一貨櫃碼頭鑽探工程	1
59.5.21—5.27	本局第一辦公廳改建鑽探工程	5
59.8.21—8.21	47號碼頭鑽探工程	2
59.9.14—10.15	台灣鋁業公司二號紅泥碼頭鑽探	3
59.12.8	第三船渠中小型船舶碼頭鑽探工程	6
59.12.18—12.30	永久性貨櫃碼頭63,64號碼頭	4
60.2.18—2.21	南堤NO.19,29沉箱鑽探工程	2
60.6.5—6.28	60—62號碼頭鑽探工程	7
60.12.5	港口司令部員工眷舍鑽探	3
61.1.24—2.18	48,49,50號碼頭地質鑽探	5
61.6.28—7.10	45號碼頭穀倉新建基礎鑽探	5
61.8	中國鋼鐵公司地質鑽探工程	44
61.8.8—8.24	淺水碼頭地質鑽探	3
61.11.22—11.24	第一船渠海上鑽探	2
61.12.18—12.20	哨船頭地質鑽探	3
62.3—62.5	中船地質鑽探工程	19
62.3.5—6.23	南堤 炭地質鑽探工程	4
62.11.19—12.8	54—58號碼頭鑽探工程	14
63.4.13—17	21號碼頭鑽探	4
63.5.20—6.3	44號穀倉鑽探	2
63.7.8—11	台電卸煤碼頭鑽探工程	4
63.7.28—29	南堤54,58號沉箱鑽探工程	2
63.7.30—8.3	南堤S—S號沉箱鑽探工程	4
63.7.10—8.8	中磷公司專用碼頭鑽探工程	2
63.8.10—21	42,43號碼頭起重機基礎鑽探	4
63.9.1—	68—74號碼頭地質鑽探工程	18

鑽探年月日	鑽探位置	鑽探孔數
64. 2. 28		
64. 4. 7 — 20	67號碼頭鑽探工程	3
64. 8. 12 — 24	中和外堤鑽探工程	5
64. 9. 17 — 28	13—16號碼頭翻修鑽探工程	6
64. 10. 25 — 11. 19	48—58號碼頭鑽探工程	3
64. 12. 24	海員之家鑽探試驗工程	1
65. 3. 4 — 5	西子灣停車場鑽探工程	2
65. 5. 29 — 6. 1	第二港口沉箱塢鑽探工程	4
65. 7. 27 — 30	47號碼頭後線機具所第二調度站	2
65. 8. 24 — 9. 3	第三船渠修造廠儀裝碼頭鑽探	5
65. 11. 30 —	高雄港過港隧道地質鑽探工程	18
66. 4. 25		
66. 10. 11 — 27	72—73號碼頭土質調查	4
66. 11. 2 — 11	59號碼頭起重機軌道鑽探	10
67. 1. 11 — 22	哨船頭派出所及檢查站鑽探工程	4
67. 2. 1 — 4. 30	第二港口沉箱渠附近地質鑽探	4
67. 3. 25 — 8. 16	第二貨櫃雜項鑽探工程	7
67. 5. 24 — 26	旅客服務中心新建鑽探工程	2
67. 5. 31 — 6. 5	聯合辦公室餐廳新建鑽探工程	2
67. 6	第六船渠護岸堤新建鑽探工程	3
67. 6	中洲漁港整建鑽探工程	2
67. 6. 28 — 29	仁愛河口打椿拉網攔阻原木鑽探	2
67. 6. 30 — 7. 25	13號碼頭北端整建鑽探工程	3
67. 8. 3 — 10. 15	高雄港海底隧道地質鑽探工程	9
67. 9. 1 — 7	58號碼頭戰備蓄水池新建鑽探	3
67. 9. 11 — 30	大仁船渠新建鑽探工程	4
68. 1. 19 — 26	中島新建機具庫鑽探工程	2
68. 3. 10 — 4. 10	10號碼頭頂端護岸鑽探工程	3
68. 6. 24 — 9. 24	第三儲木池鑽探工程	11
68. 6. 25 — 7. 22	70號碼頭雜項鑽探工程	6
68. 9. 21 — 10. 19	高雄港中洲內側海城鑽探工程	15
69. 3. 1 — 5. 25	第三港口預定位置鑽探工程	14

4.2 回填區基地土層概況

依據深水港回填新生地之規劃設計之佈置，中油公司「大林埔第三外海浮筒計劃(SPM3)—近岸及陸上地質鑽探(1988)」，正好通過「回填區」中央位置(如圖4-2所示)，其中鑽孔SB6~SB15之地質資料可提供參考，作為研判回填區土層概況之依據。因此為配合分析水力回填沉陷及其穩定分析時，可利用SB6~SB15鑽孔土壤資料，依鑽探資料及地球物理探勘量測分析，本研究深水港區之沿海岸及垂直海岸方向之土層剖面圖，分別如圖4-3及圖4-4所示。沿鑽孔土層剖面，如圖4-5所示，土壤一般主要包含砂質沉泥與沉泥質細砂為主；鑽孔SB-7及SB-9亦有砂土層及沉泥層。依鑽探試驗報告顯示：沉泥質細砂含沉泥或黏土顆粒約12%~46%；細砂質沉泥含53%~87%之細料。取樣分析粒狀土壤屬於中緊密度，相對密度在40%~60%之間。並建議進行如下之相關試驗分析，以了解回填區土壤特性。

1. 土壤基本物理性質：

- (1)自然含水量(ASTM D2216)， W_n
- (2)乾、濕及飽和單位重
- (3)比重(ASTM D854)， G_s
- (4)粒徑分佈(ASTM D421, D422)，求取土壤平均粒徑 D_{50} ，均勻係數 C_u 及曲率係數 C_c 。
- (5)阿太堡限度(ASTM D4318)，求取土壤液性限度 LL ，塑性限度 PL 。

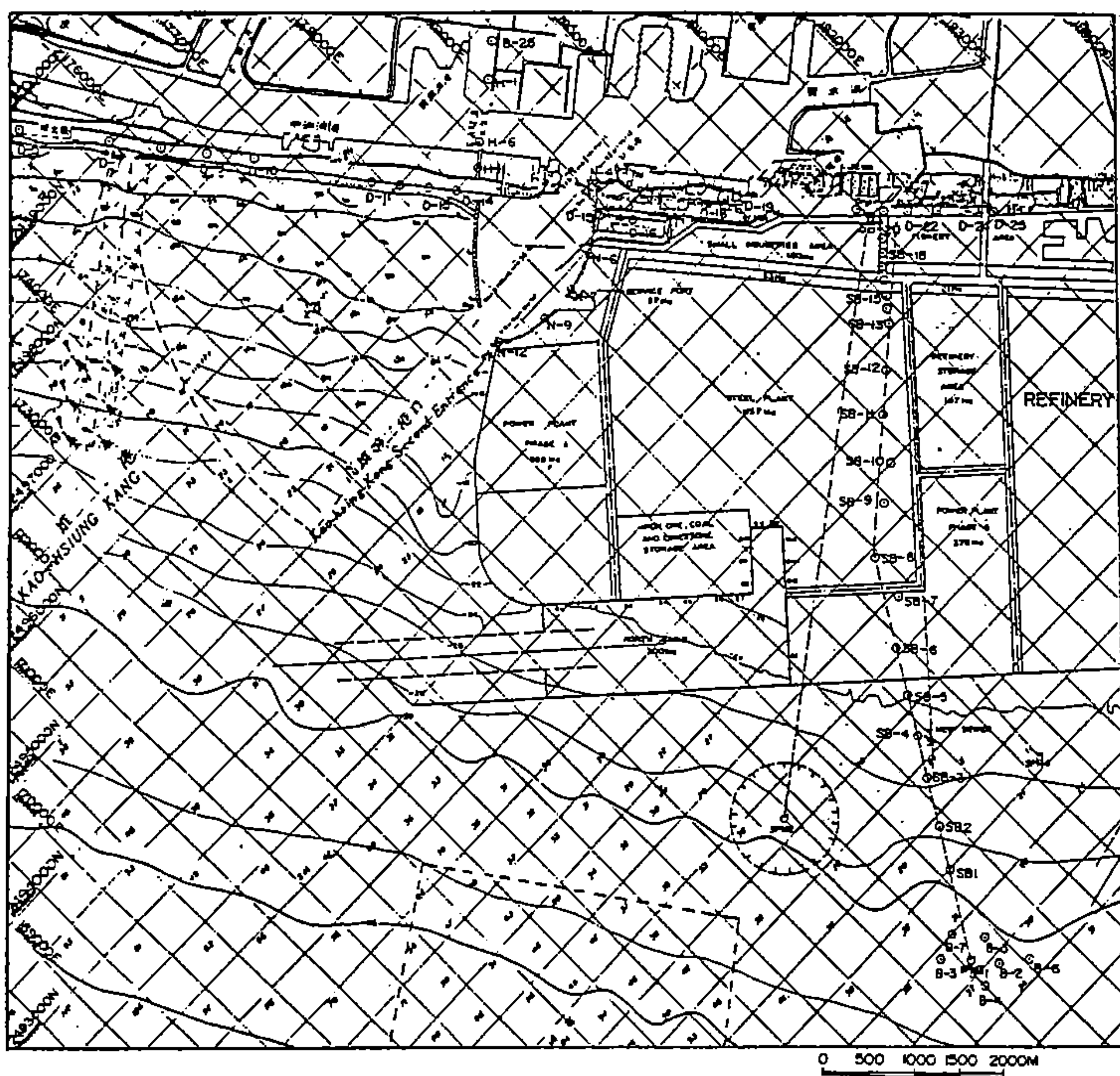


圖 4-2 相關鑽孔位置分佈圖

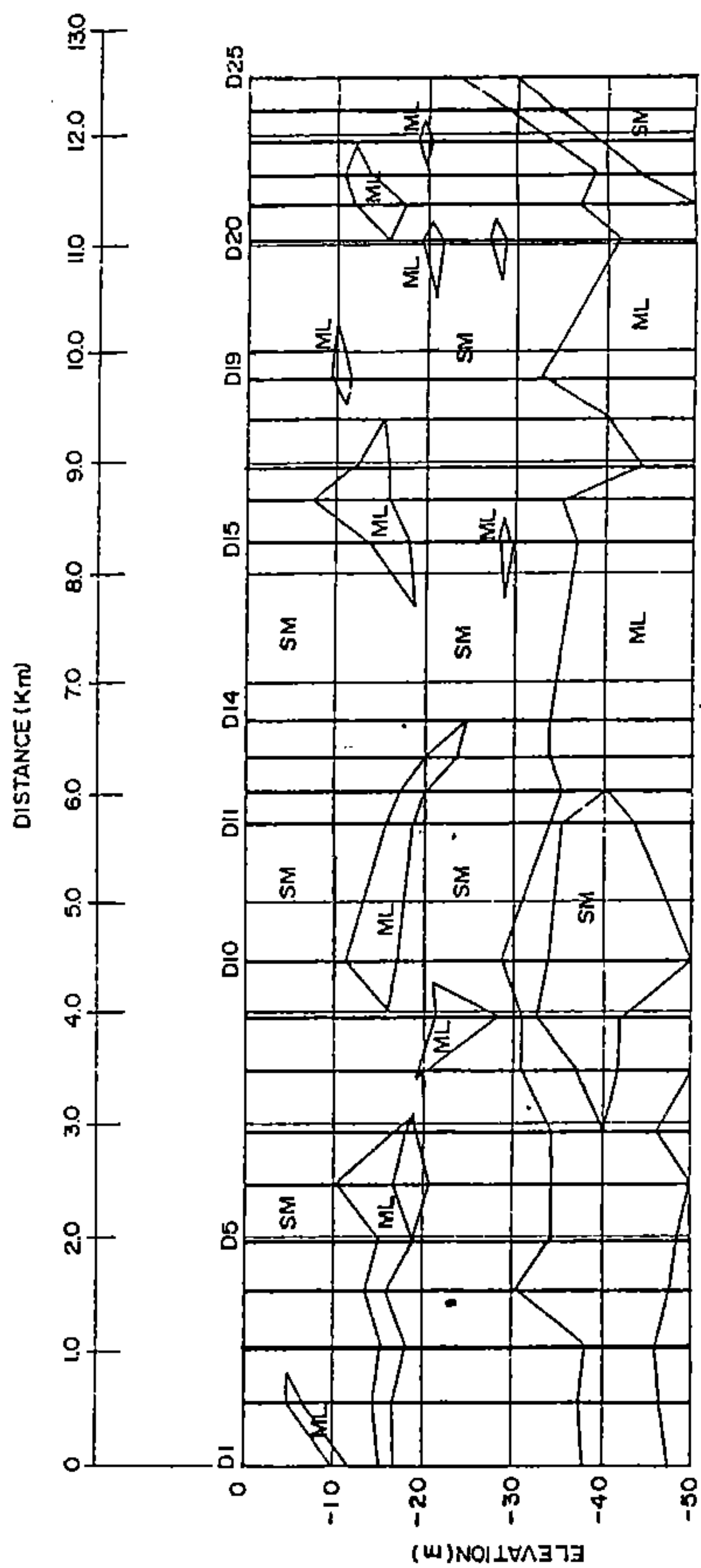


圖 4-3 沿海岸線之土層剖面圖

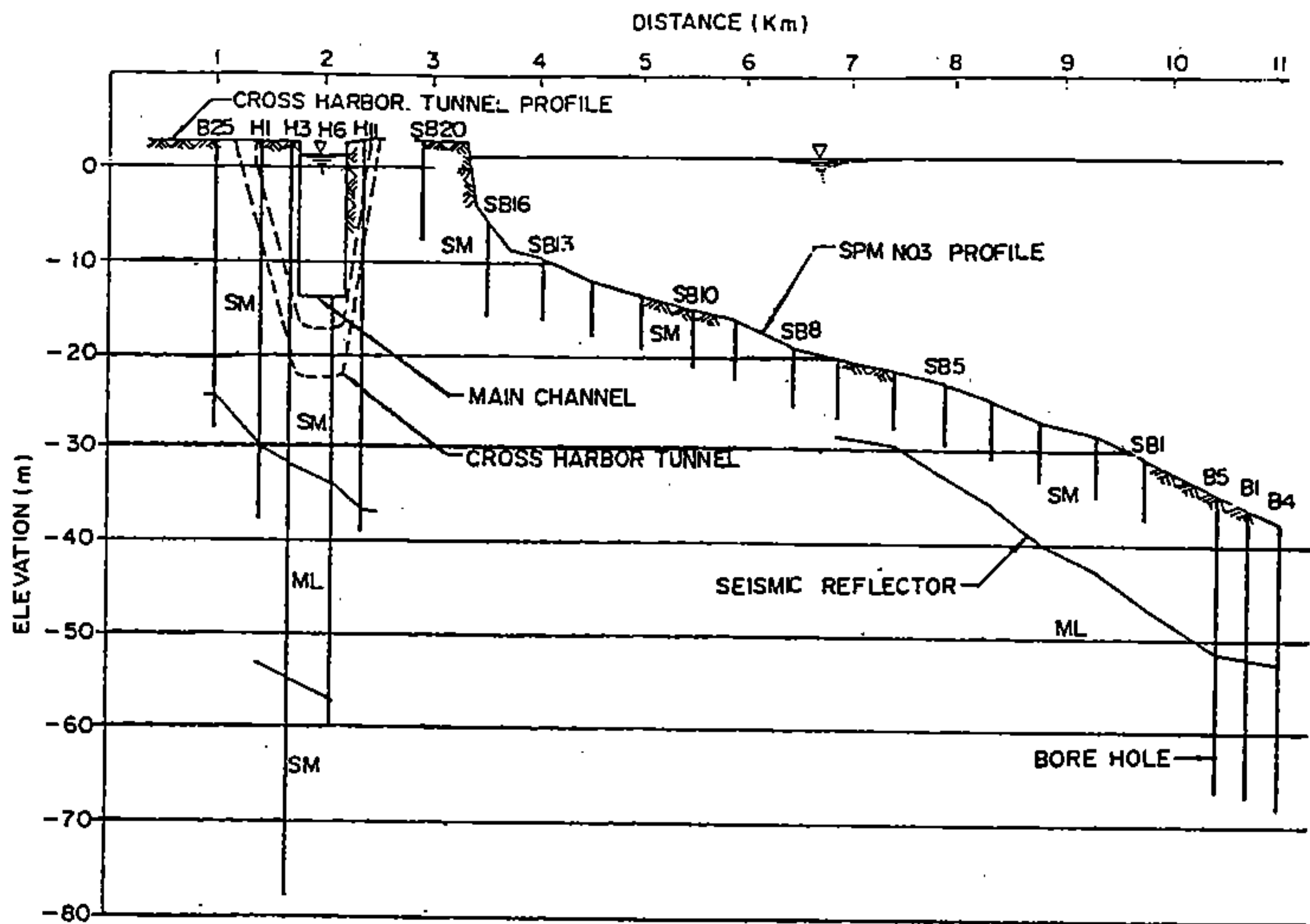


圖 4-4 垂直海岸方向土層剖面圖

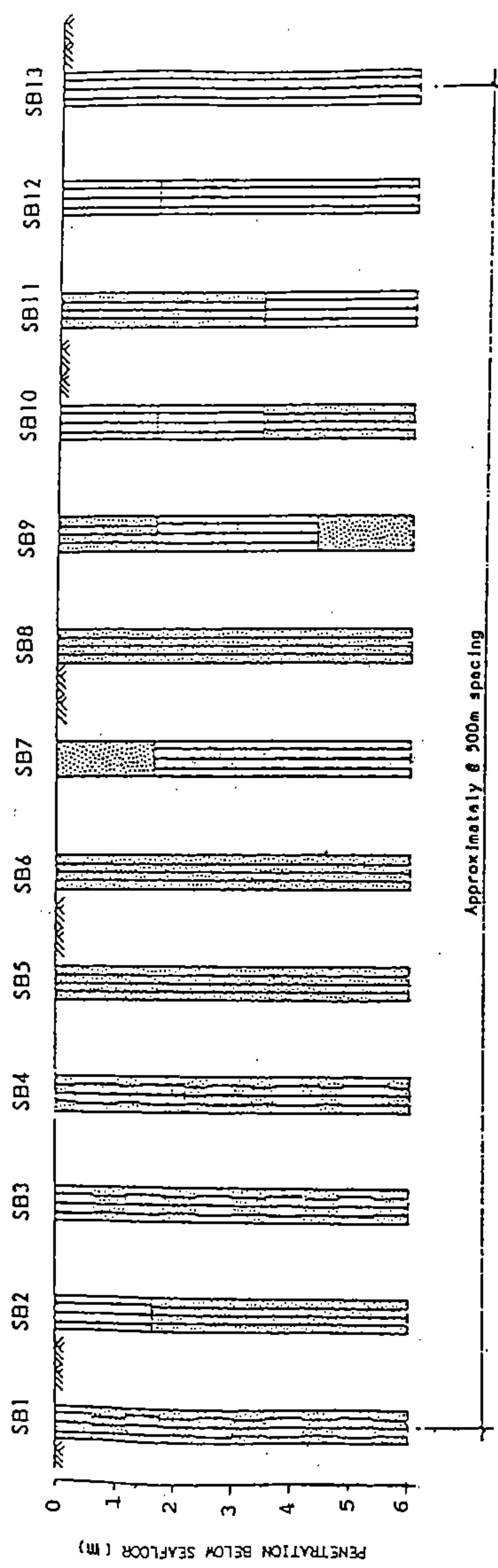


圖 4-5a 沿鑽孔土層剖面圖

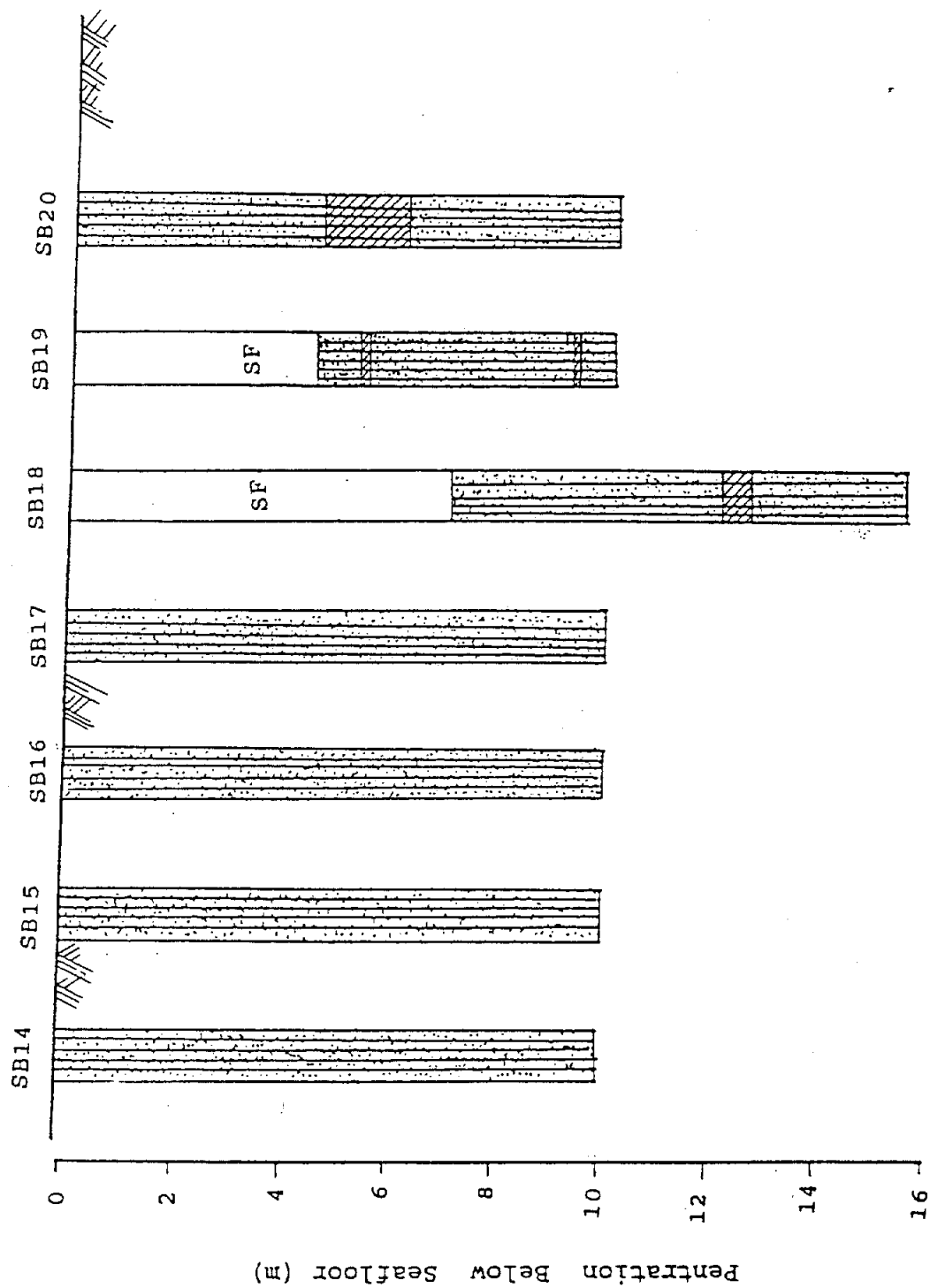


圖 4-5b 沿鑽孔土層剖面圖

2. 壓密試驗 (ASTM D2435) :

求取土壤之壓密曲線，以推求出相關預估土壤壓密所需之參數，如壓縮係數 a_v ，體積壓縮係數 m_v ，壓縮指數 C_c ，壓密係數 C_v 。另由試驗之壓密曲線，可利用Cassa—grande圖解法，進一步求出預壓密壓力 P_c' 。

3. 強度參數試驗：

- (1) 無圍壓縮強度 (ASTM D2166)， q_u
- (2) 剪力強度參數 (ASTM D3080)， C 及 ϕ
- (3) 三軸壓縮試驗 (CID CIU)，壓縮係數 a_v ，體積壓縮係數 m_v ，正切模數 E

由以上試驗分析，即可對回填新生地地盤土層隨深度變化所相對應之土壤物性，壓密特性。並可預估其壓密沉陷量及土層承载力之大小，作為設計分析之參考。

第五章 回填區可接受之回填土壤 基準分析

5.1 回填區內，依使用目的不同之區域分類

回填造地之用途區分及面積，依「台灣地區深水港可行性研究與先期規劃」之研究其平面配置（如圖2—1所示），可分為以下幾種：

1. 港埠設施用地(Service Port), 57 ha
2. 高雄市政府計畫用地(Kaohsiung City), 650 ha
3. 中鋼(Steel Plant), 1152 ha
4. 台電(Power Plant), 650 ha
5. 中油(Storage Area), 200 ha
6. 高雄都會區計畫用地(Kaohsiung Metropolitan Area), 1820 ha
7. 航空站預定地(Airport), 1000 ha
8. 綠帶(Green Belt), 213 ha

5.2 回填造地方式及高程

5.2.1 回填造地方式

回填新生地方式主要以「水力回填」處理，回填最大水深達 -30m ，港埠設施用地因緊臨高雄第二港口，回填水深較淺約為 -10m 。目前國內因回填新生地多非一次回填完成且回填面積都不大，所以至今亦都沒有一套可遵行之方法。另以往回填後之用途都是一般性，較不會出現嚴重工程問題。若回填新生地區域較大則可參考以下方式及步驟：

- (1) 首先可將回填區依實際需要，劃分成幾個適當大小之區域。
- (2) 由沿岸向外海回填構築土堤，然後再利用水力抽砂回填，將合適之砂土抽入回填區。
- (3) 等第一區完成後，再進行第二區，如此由近岸往外海方向逐步進行。
- (4) 在進行水力回填時，可同時進行外圍海堤及防波堤之構築。

為確保回填之工程品質，在完成第一區之回填時，可針對其回填之速率及效果，進行評估以作為其它區回填之參考。尤其是沉陷壓密之情形。另為防止沉泥或污泥進入回填區，可設一污泥區以排除之。並控制抽砂回填之品質。一般抽砂水力回填 (pumped sand fill)，水面以上相對密度約50%—65%，水面以下相對密度在35%—45%之間，相當疏鬆值得注意。

5.2.2 回填造地高程

一般回填新生地高程之決定因素，主要為潮位大小及區內排水。

(1) 由潮位大小考量

此回填新生地所處大潮高潮位為 $+2.60$ 公尺，最大潮差為 $+0.50$ 公尺，參考日本港灣設計基準對碼頭高度之建議：若潮差在 3.0 公尺以下，則碼頭高度為平均高潮位加上 $1.0-2.0$ 公尺。若考慮回填新生地高程與碼頭同高，則可推算出回填新生地高程應為 $+3.40$ 公尺。

(2) 區內排水因素考量

為避免高潮時海水倒灌影響回填造地區域之排水，區內排水系統之出口處水面高，應不低於平均高潮位。若儲運中心排水系統規劃之最大水頭損失約為 2.0 公尺，則回填新生地高程應為平均高潮位（ $+0.50$ 公尺）加上最大水頭損失（ 2.0 公尺），而為 $+2.50$ 公尺。

依上述兩項因素考量，回填新生地最高處應定為 $+3.40$ 公尺。但實際整地工程要考慮預留之自然排水坡度，因此最高點及最低點應另定。

5.3 各分區回填土壤性質評估

由於本研究並未針對抽砂料源區及回填造地區土層，進行相關之地質調查鑽探，所以無法評估詳細土壤工程性質之參數資料。為便於評估回填造地區之基礎沉陷及承载力穩定分析，本研究利用中油公司「大林埔第三外海浮筒計劃(SPM3)——近岸及陸上地質鑽探(1988)」，SPT-N值（如圖5-1所示）及一般土壤物理性質資料，作為研判回填區土層概況之依據。利用不同水深及相關鑽孔位置將造地區區分為4個區域（如表5.1所示），平均水深約為-13公尺。利用不同水深所對應之鑽孔資料，各相對應土層取平均之土壤參數，推估出各區域之標準土層剖面圖，如圖5-2所示，以作為進一步評估基礎沉陷量及承载力之參考。

表 5.1 回填造地分區

分 區	參考孔位	平均水深(m)
A	SB1 ~ SB4	-28.4
B	SB5 ~ SB9	-20.3
C	SB10 ~ SB12	-14.1
D	SB13 ~ SB17	- 8.1

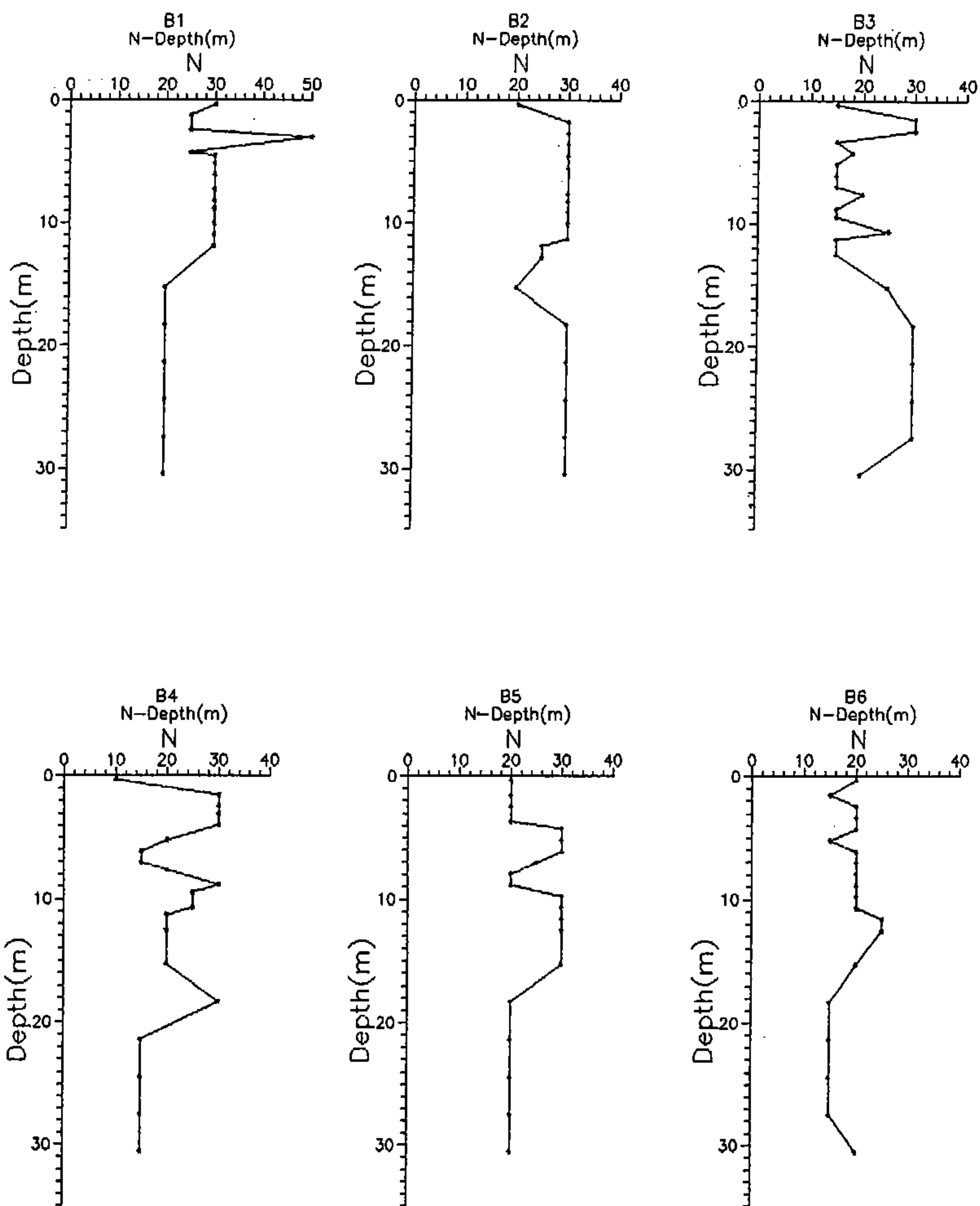


圖 5.1a 相關區域內各鑽孔 SPT-N 值隨深度之變化

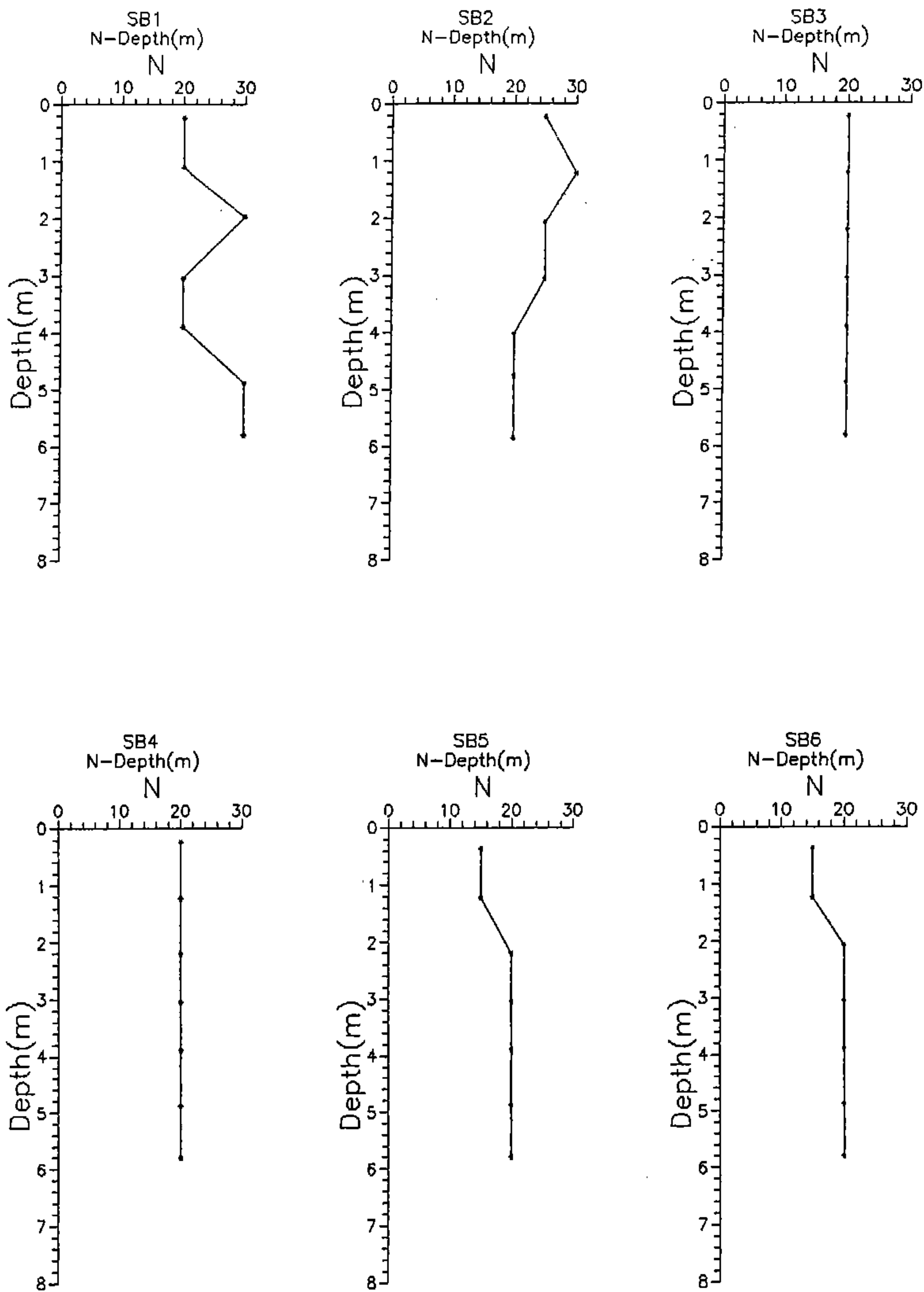


圖 5-1b 相關區域內各鑽孔 SPT-N 值隨深度之變化

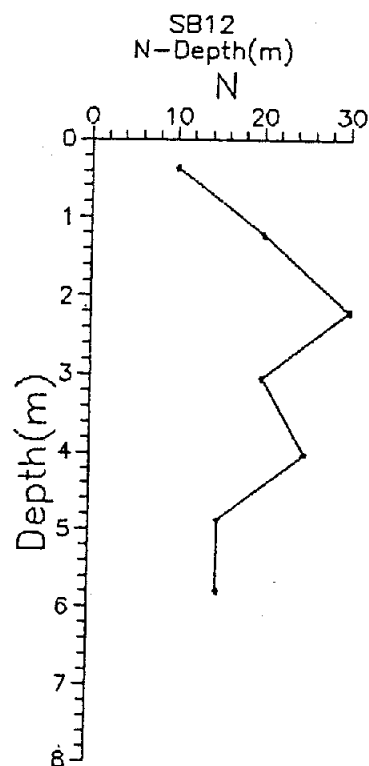
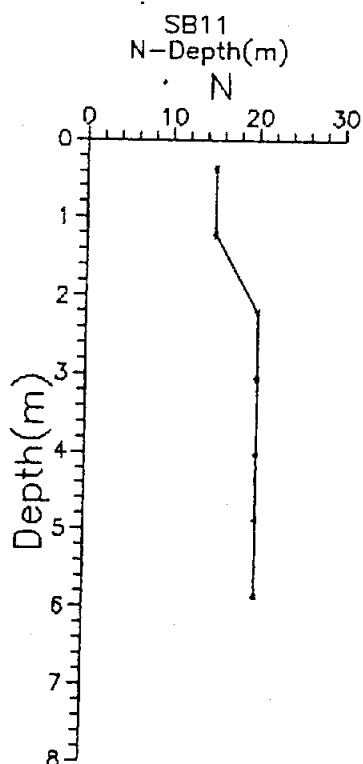
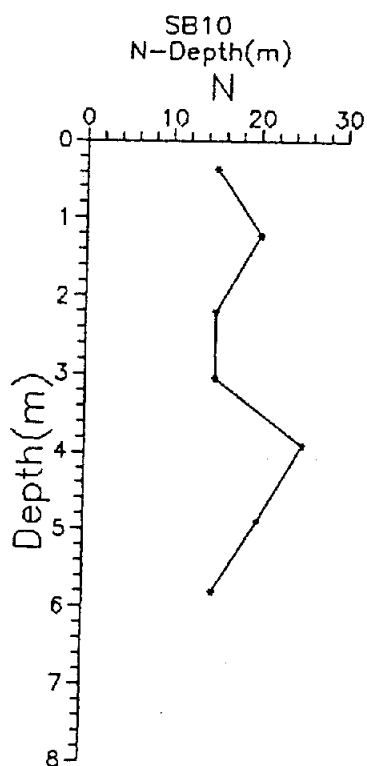
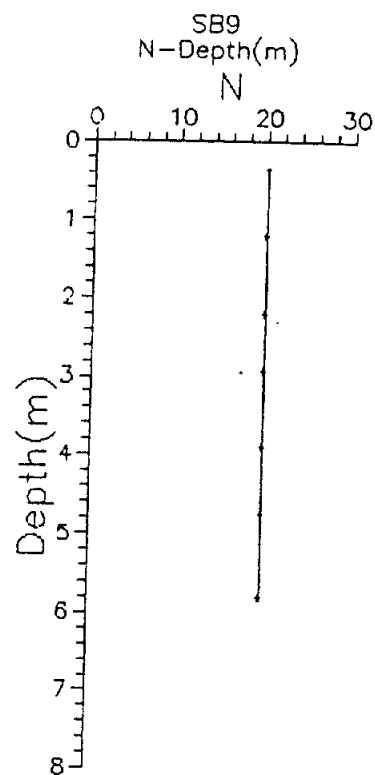
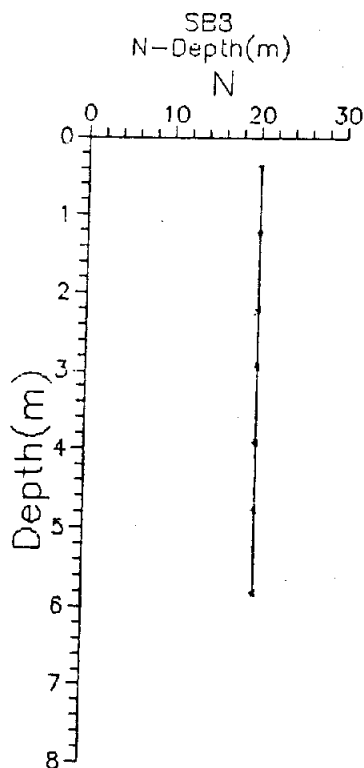
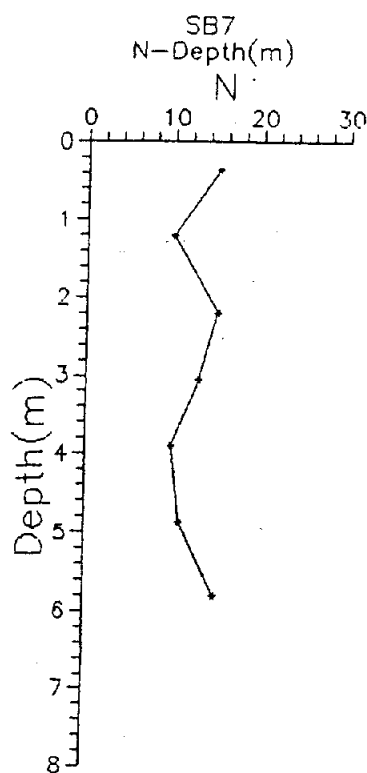


圖 5-1c 相關區域內各鑽孔 SPT-N 值隨深度之變化

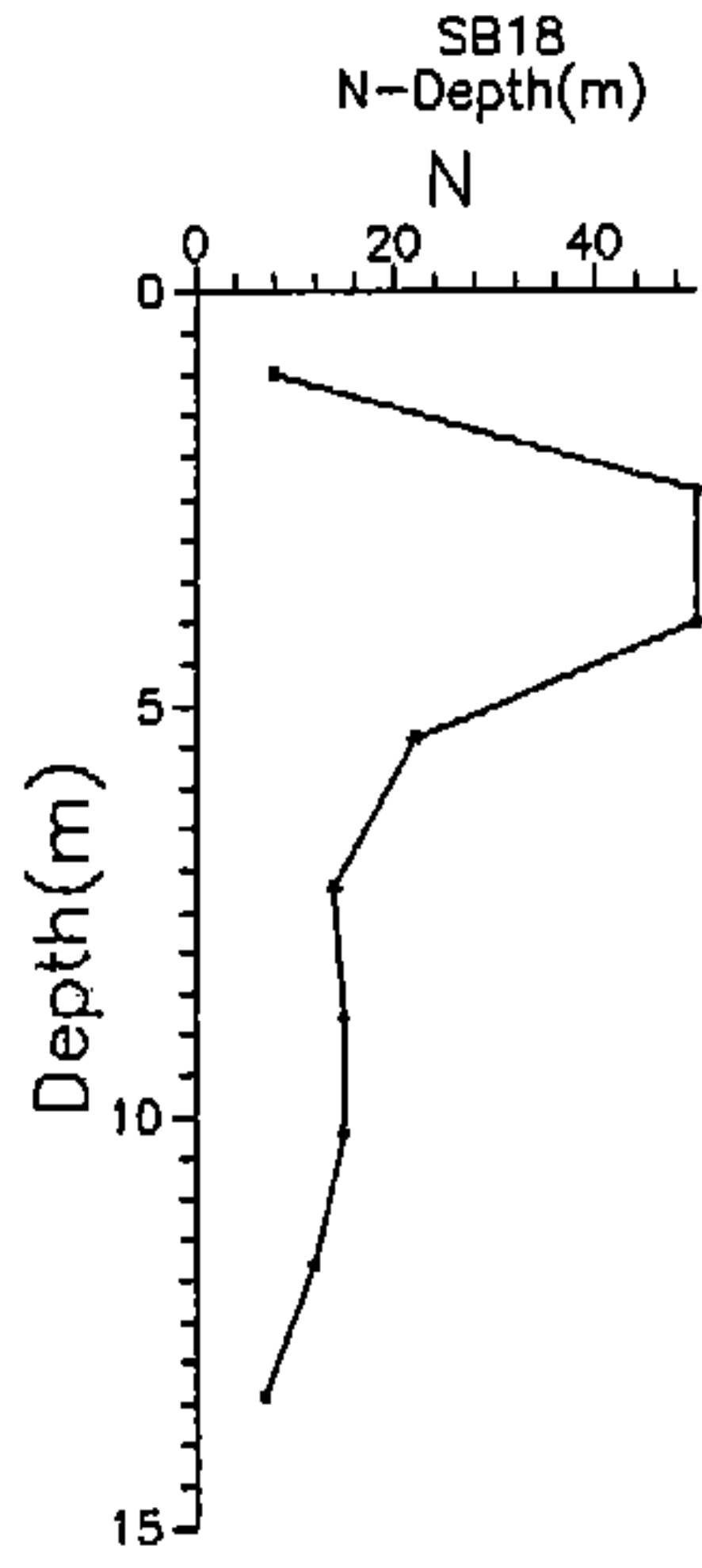
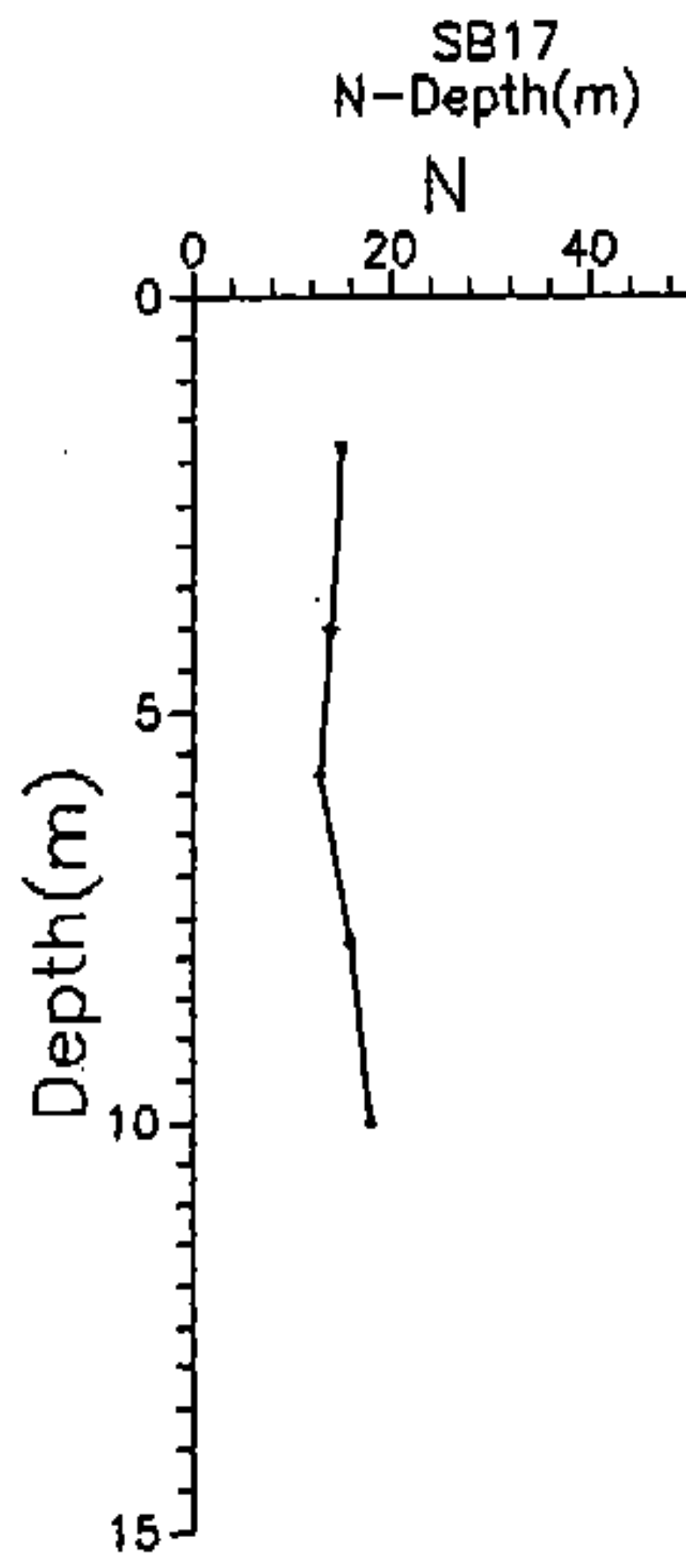
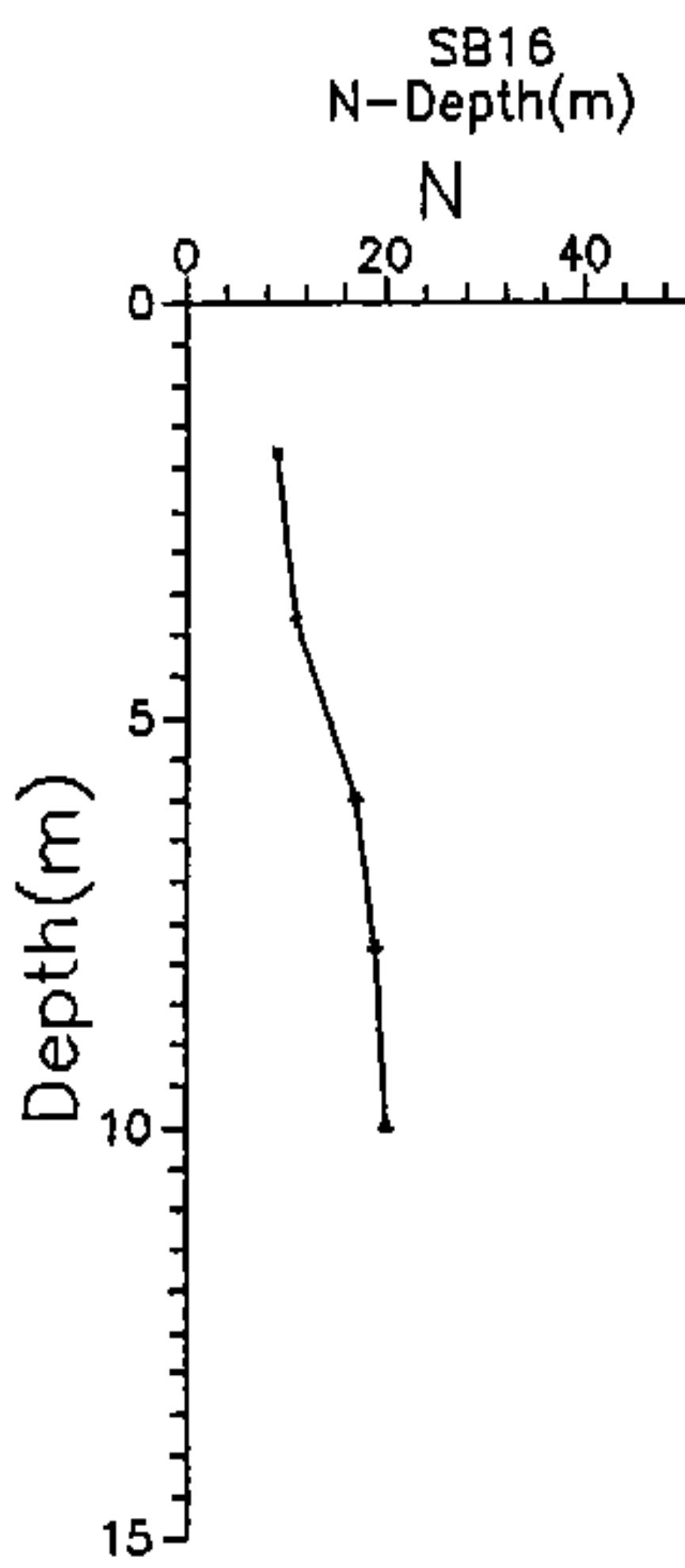
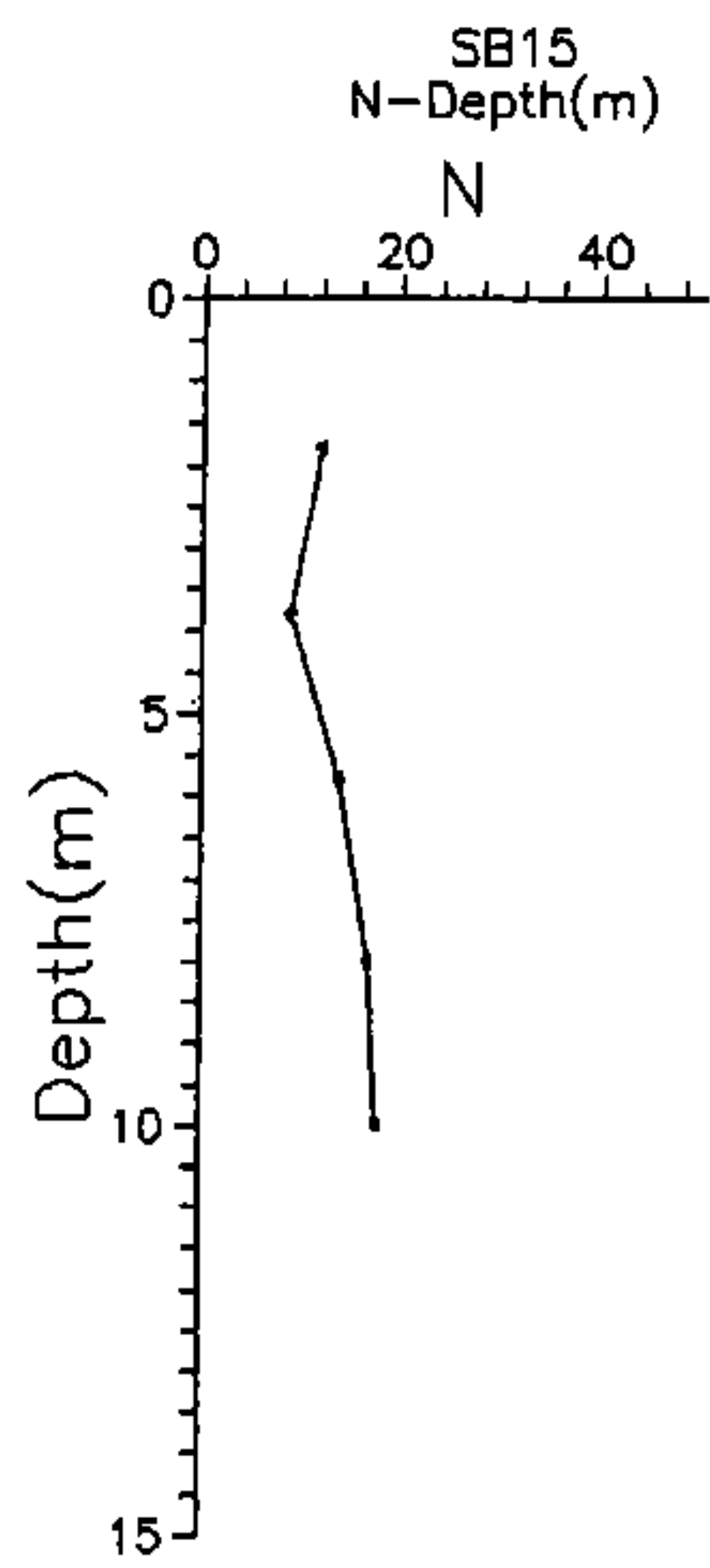
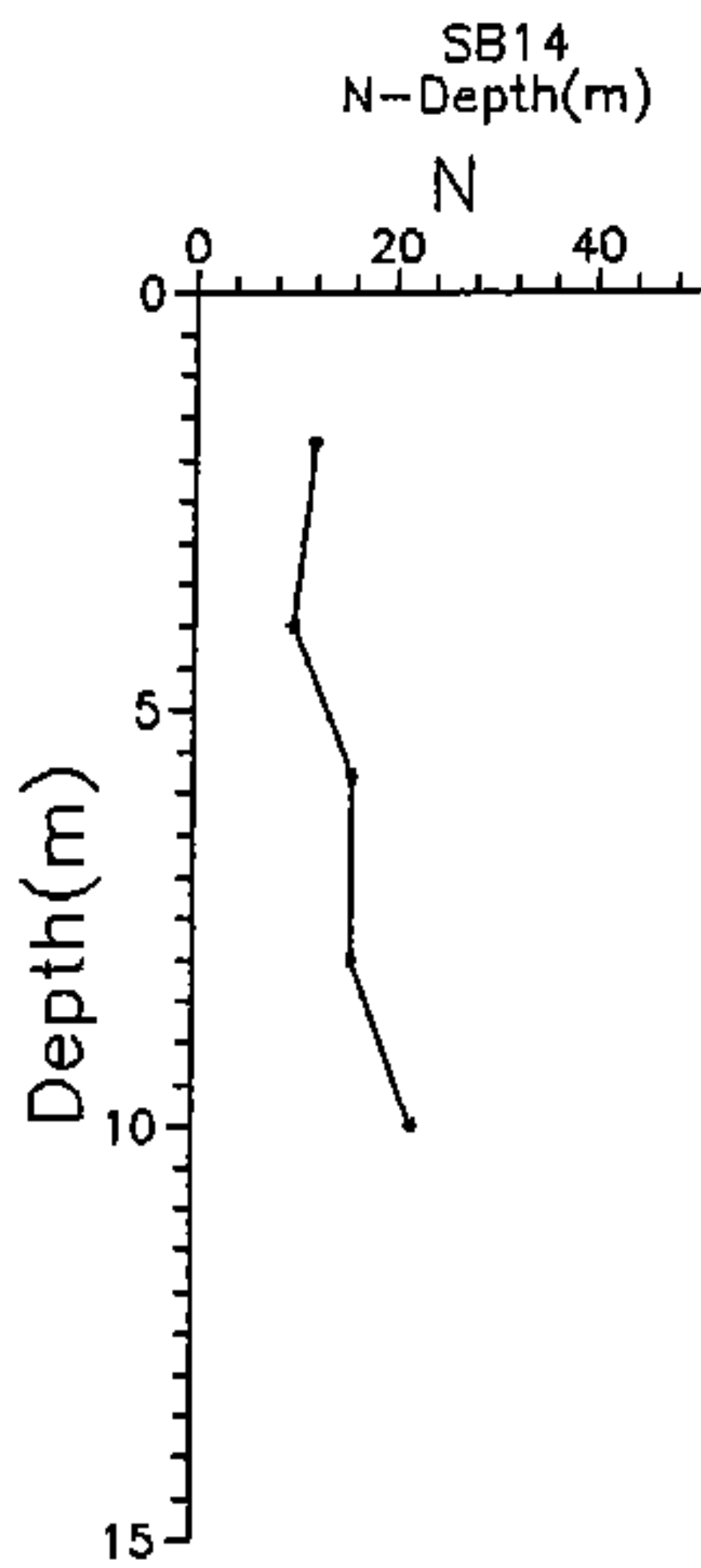
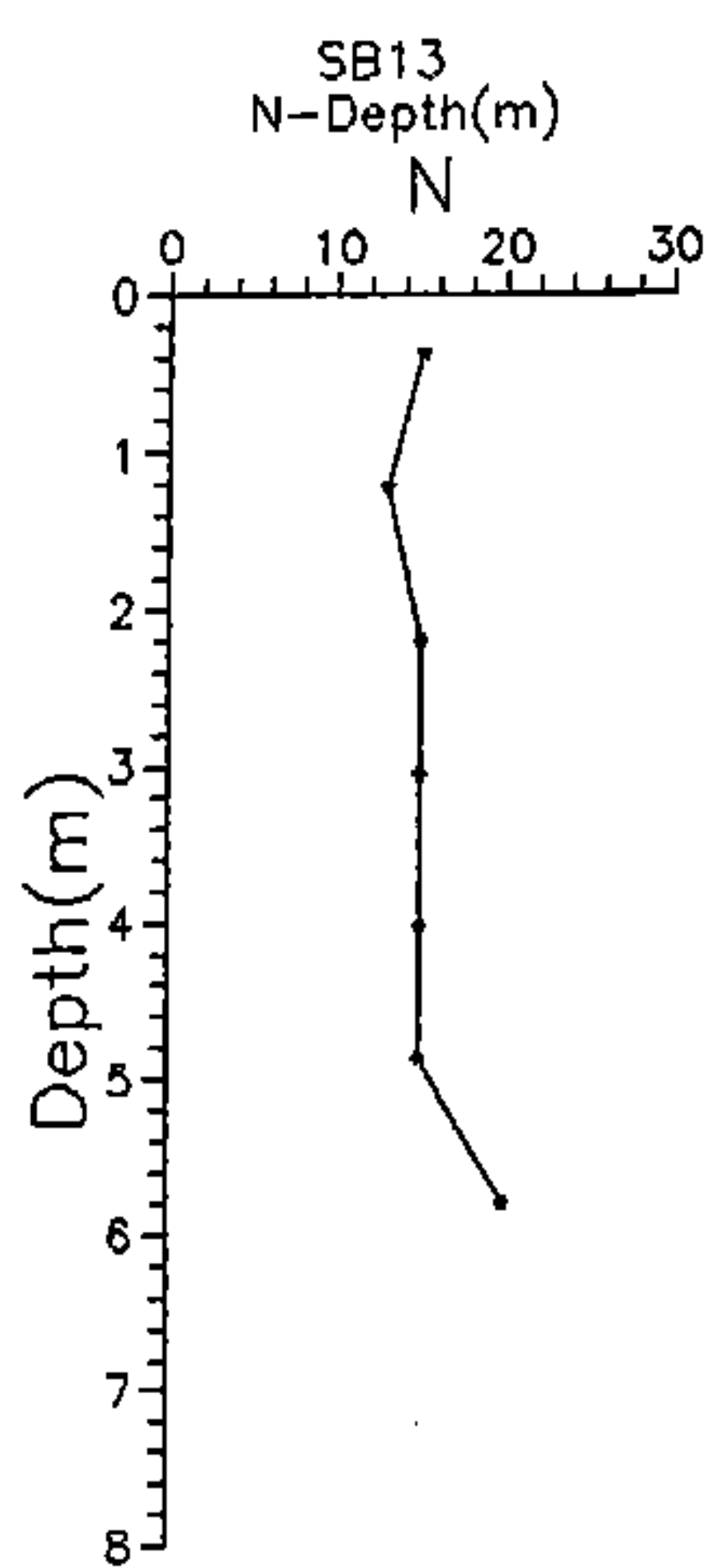


圖 5-1d 相關區域內各鑽孔 S P T - N 值隨深度之變化

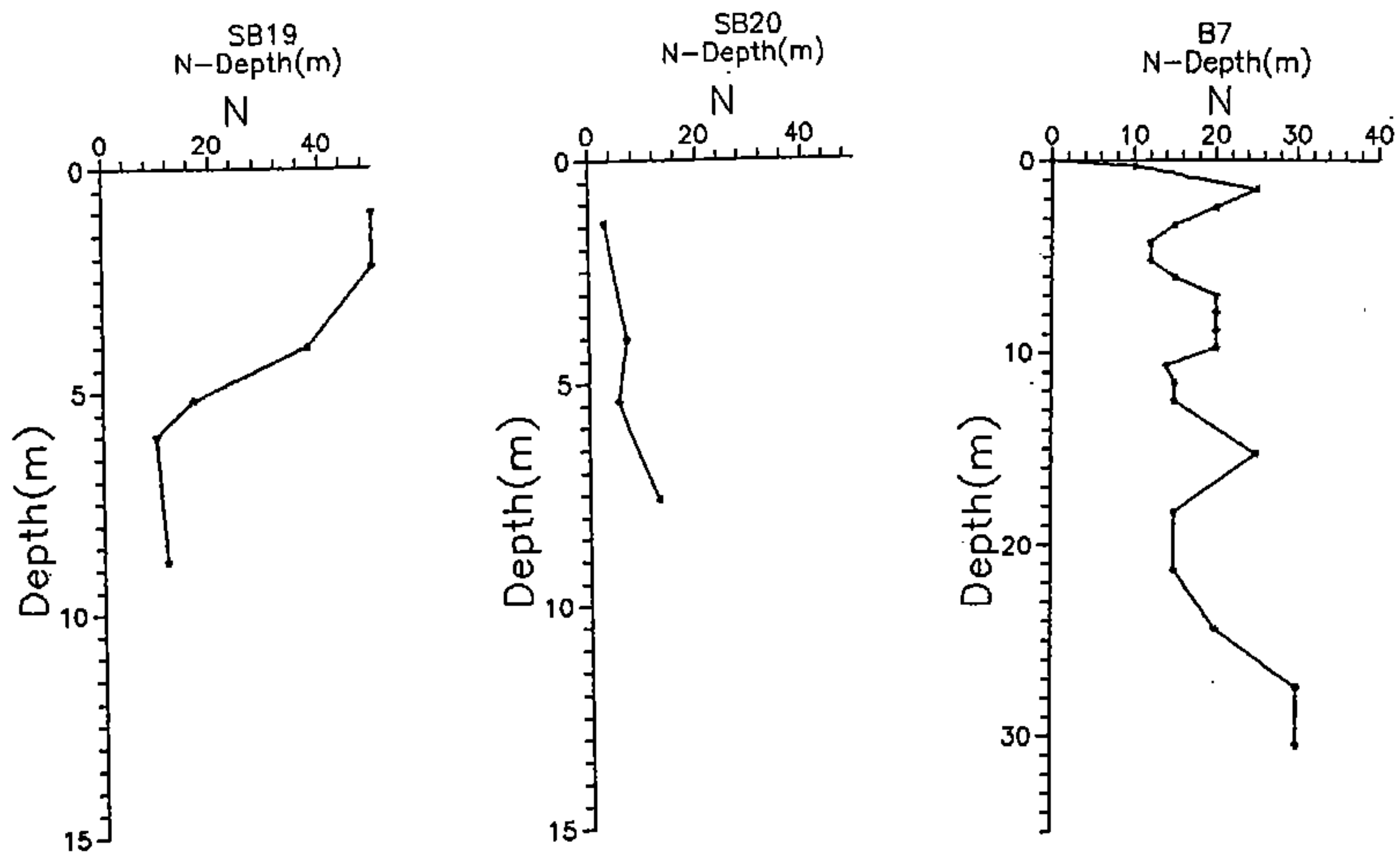
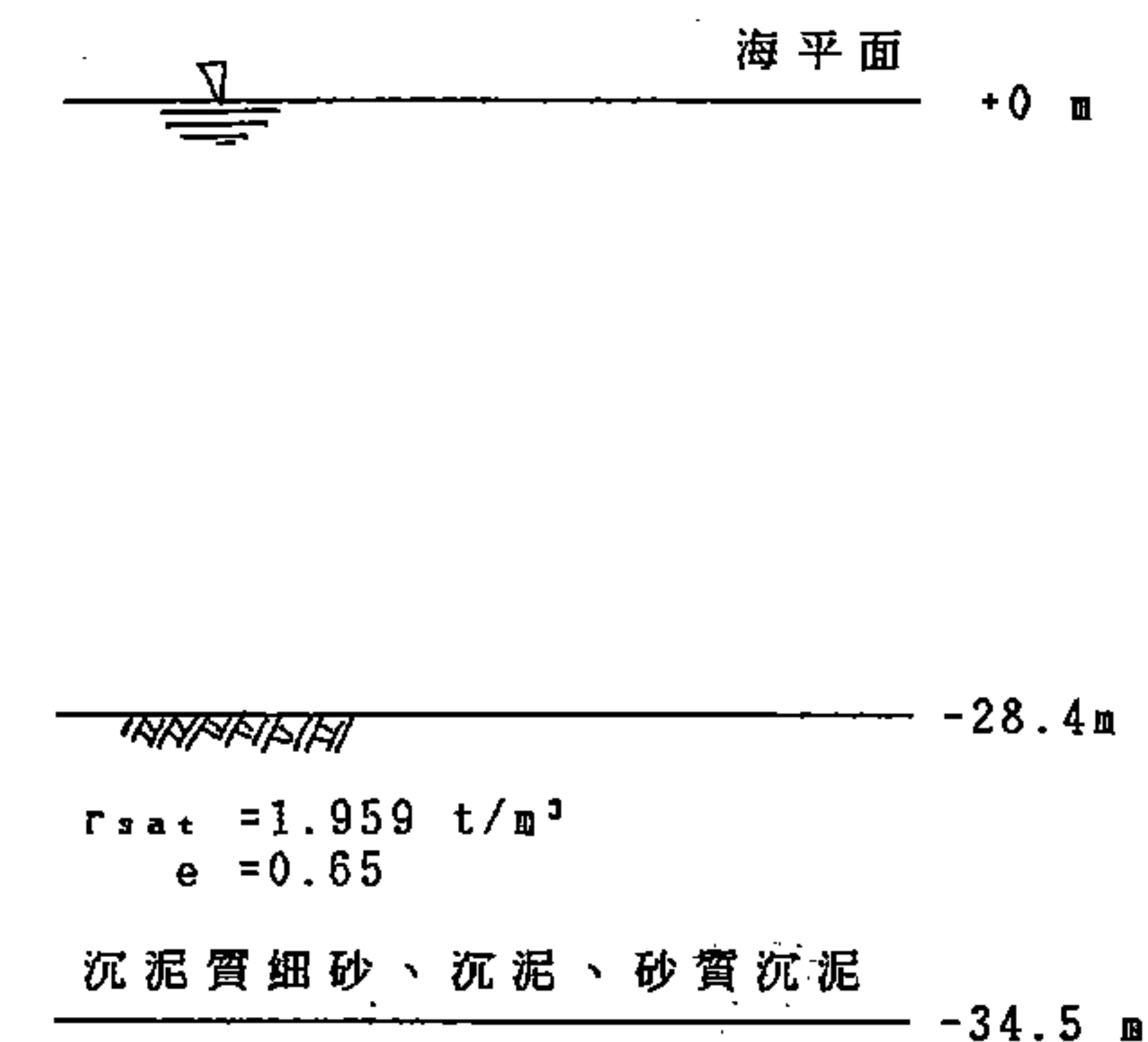
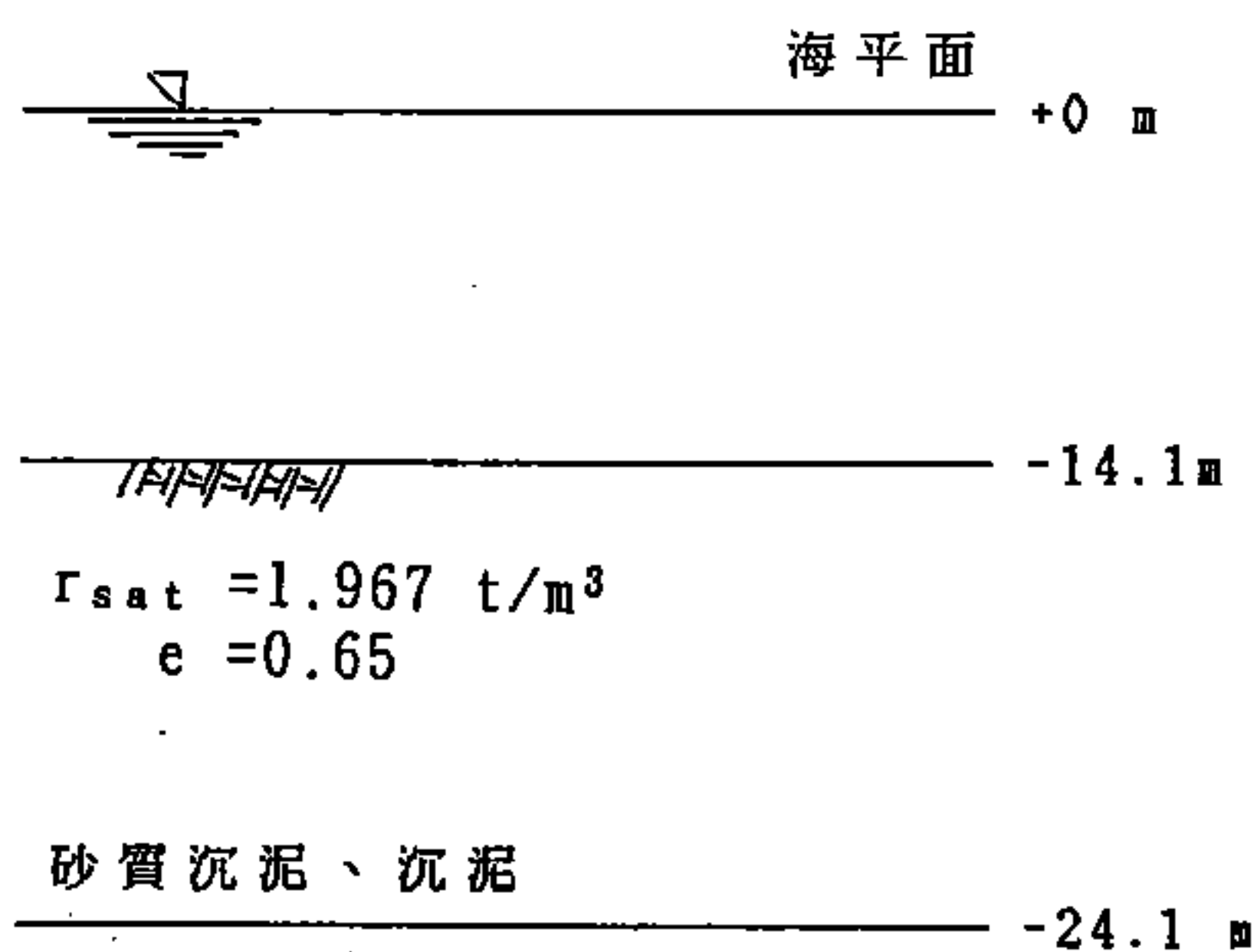


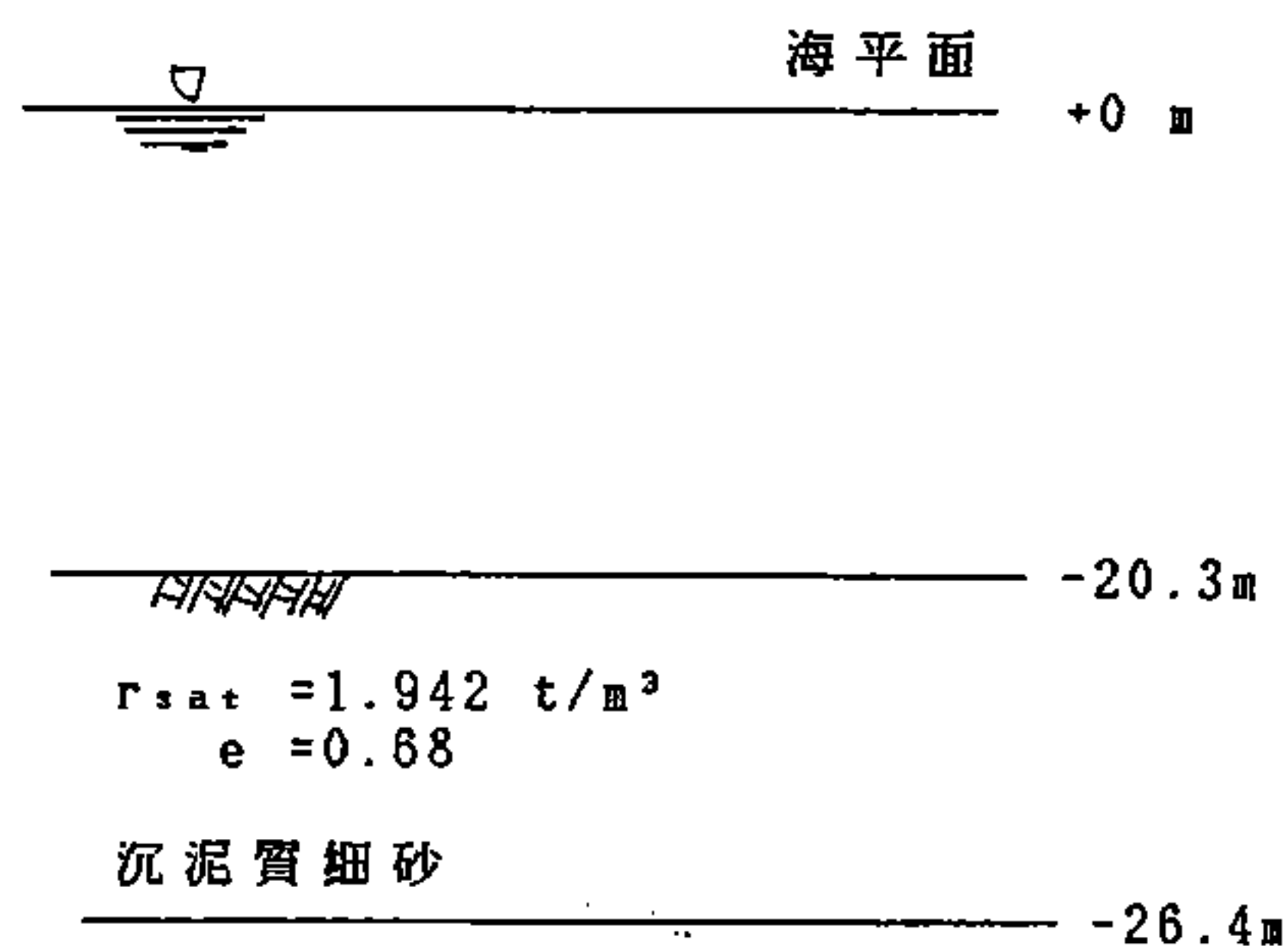
圖 5-1e 相關區域內各鑽孔 SPT-N 值隨深度之變化



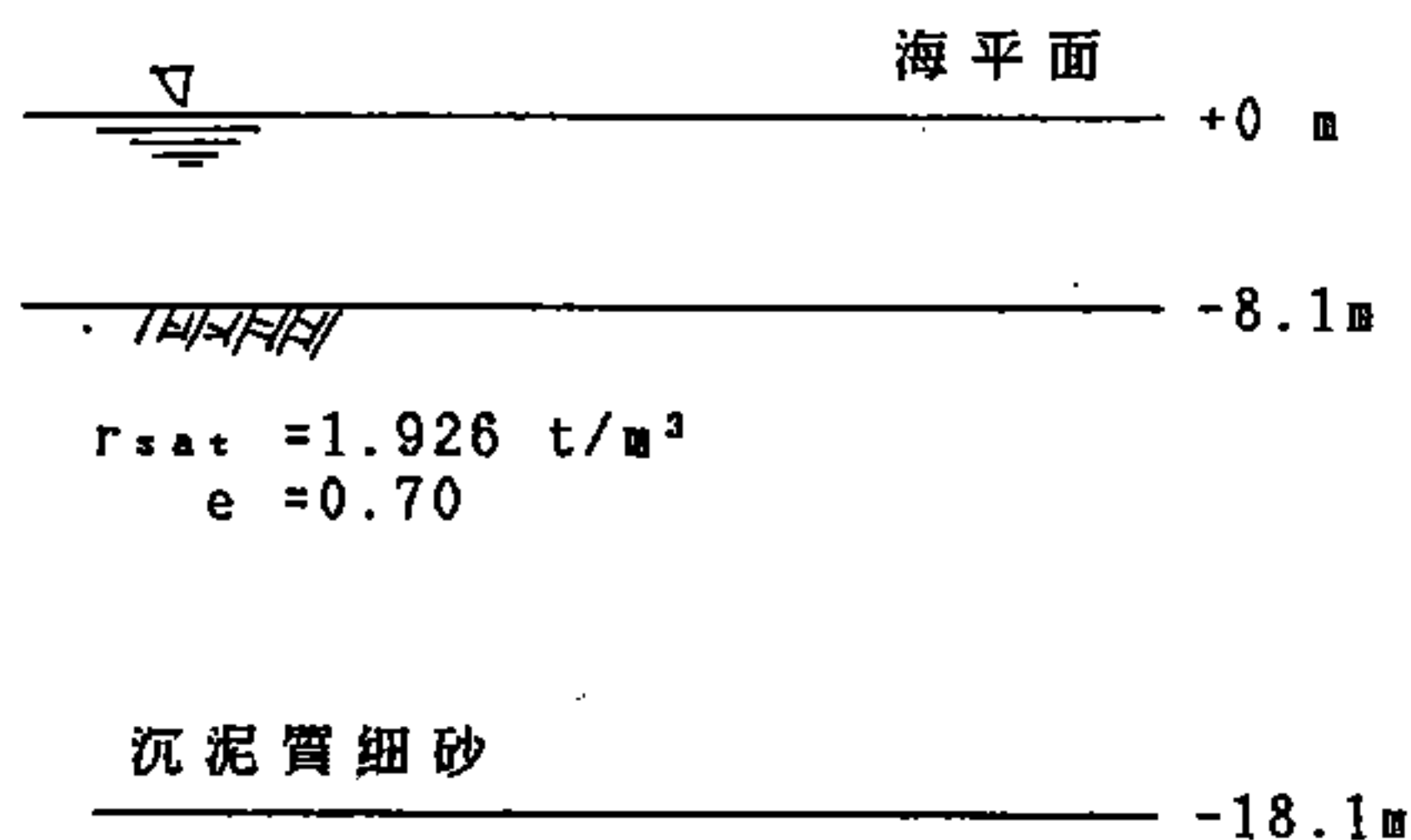
A區土層示意圖



C區土層示意圖



B區土層示意圖



D區土層示意圖

圖 5.2 A、B、C、D各區域參考土層剖面示意圖

5.4 回填土壤粒徑分佈範圍限制之探討

回填土樣來源，需顧及其運送距離之長短以符合經濟效益。依調查規劃顯示：抽砂 I 區位於第三浮筒 (SPM-3) 附近，平均運送距離約 6.5 公里，其土層之分佈狀況可利用鑽孔 B-1 ~ B-7 來代表 (如圖 5-3)；抽砂 II 區位於回填區南方平均運送距離約 25 公里，目前則仍缺乏適當鑽探資料及土壤試驗資料可供參考，有賴進一步設法解決。對於可能之回填土壤，建議應進行土壤骨材相關試驗，以確定其是否適用。並可進行回填時之品質控制，若為砂質土壤一般是利用相對密度 (ASTM D4253) 表示。

抽砂 I 區土壤特性由鑽探試驗顯示：在浮筒位置一般沉泥質細砂位於海床下 -5.50 m ~ -16.5 m，細砂質沉泥則往下延伸至各鑽孔結束。沉泥質細砂含沉泥或黏土顆粒約 14% ~ 49%，細砂質沉泥含細粒料約 51% ~ 85%。粒狀土壤一般屬於中緊密度土壤。

不同抽砂區其土壤性質不同，則回填區亦對應出不同沉積特性，依 Whitman (1970) 研究回填區土壤特性，可由表 5.2 示。

依美國海軍 NAVFAC DM-7.3 規範建議，水力抽砂回填若須承受結構物之荷重時，須考慮下列準則：

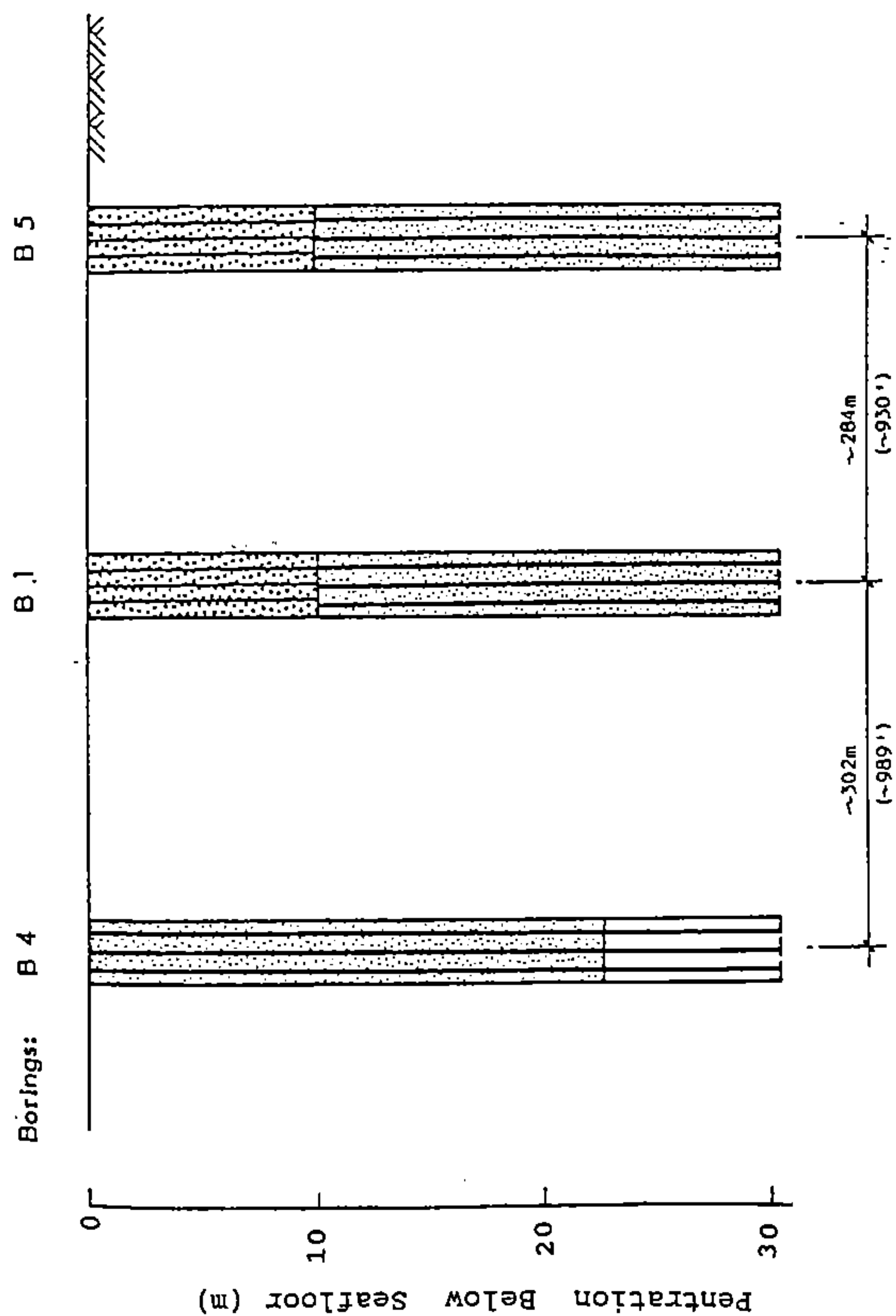


圖 5-3a 浮筒位置相關鑽孔土壤剖面圖

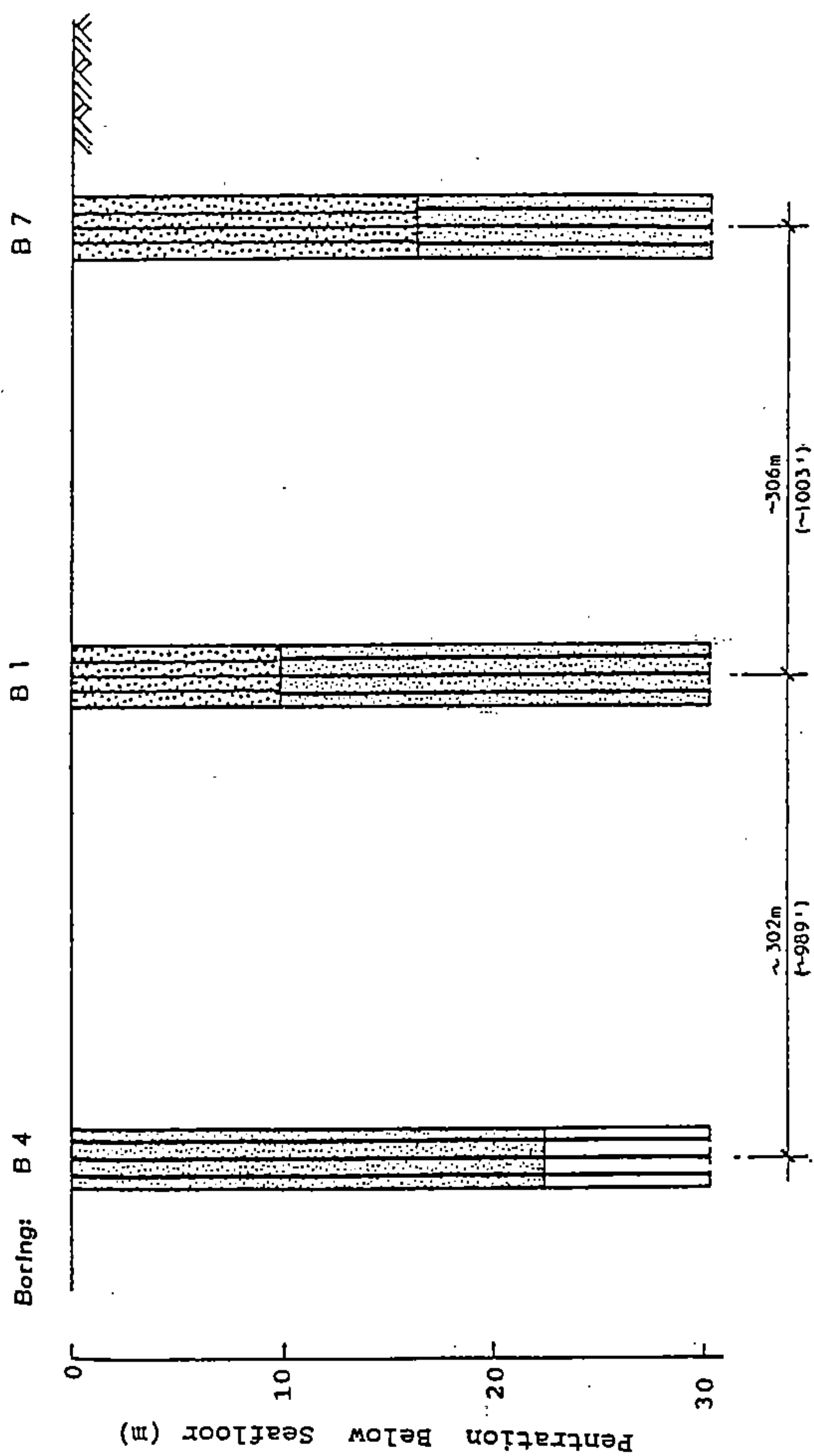


圖 5-3b 浮筒位置相關鑽孔土壤剖面圖

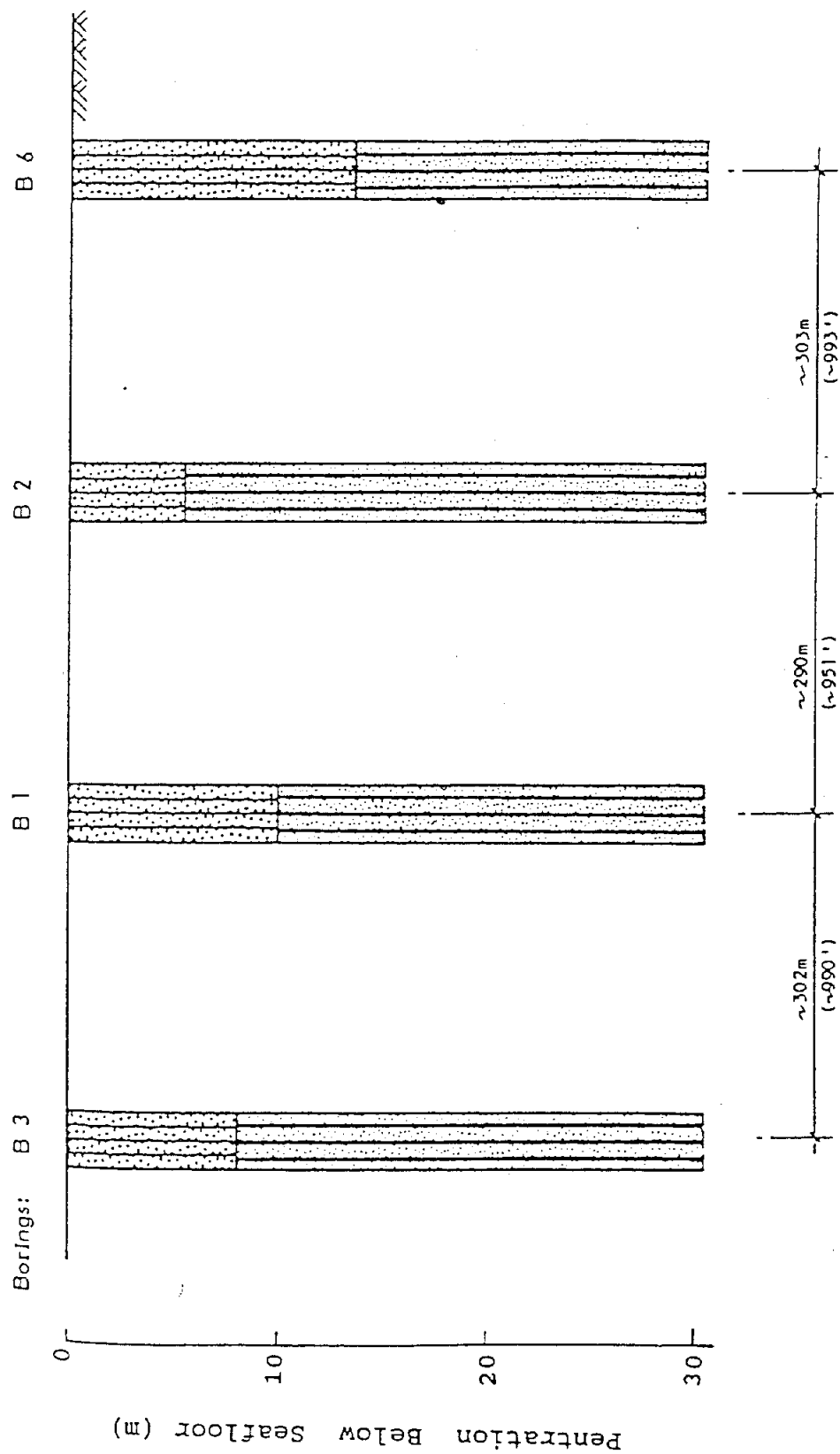


圖 5-3c 浮筒位置相關鑽孔土壤剖面圖

- ①抽砂區水力回填土壤細料含量（通過 200 號篩），一般必須小於15%。
- ②由抽砂區到回填須注意利用沉澱池確保細粒料土壤能回填到棄土區（ waste area ）。
- ③回填之堤高必須能有效分離，以確保回填區獲得好的級配。堤之坡度取決於回填土壤之剪力強度及在土壤顆粒沉澱前水攜帶的距離而定。

(1)粗顆粒回填

一般水力回填區之土壤必須符合非塑性細料含量少於15%或塑性細料少於10%，因為細料在回填易引致環境之混濁不清，粗顆粒材料較細顆粒材料適合於結構物之承載。依NAVFAC規範此類土壤在回填時不必夯實即可獲得相對密度約50%—60%。承載力視允許沉陷量而定，一般約 $2.5 \text{ t/m}^2 \sim 10.0 \text{ t/m}^2$ 。

(2)細顆粒回填

若取土區土壤屬於沉泥和黏土，則回填挖泥之初仍將維持相當高之含水量。視其表面排水之能力而定，一般壓密時間很長（約兩年）方能支撐輕型設備，可利用鋪設1~3ft厚粒狀土層有效改良。

另外，一般回填土壤透水係數若小於 $10 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ ，則回填壓密時間將持續很長一段時間，且對於回填土壤之力學行為之預測是非常困難。不同土壤回填之特性，如表5.2所示。

表 5.2 水力抽砂回填區特性

自然抽砂區土壤	回填區特性
砂土 (通過 #200 < 15%)	適當的密度與回填相當均勻
沉泥或黏土質砂土	孔隙比大且具回填異向性
堅硬黏性土壤	黏土顆粒架構，黏土與砂土
軟弱黏性土壤	正常壓密或壓密中黏土

綜合以上對回填土壤之限制，可利用細粒含量及透水係數大小等來規範。將海域相關鑽孔之土層，屬於沉泥質細砂之土壤顆粒分佈曲線整理在一起，其粒徑分佈範圍如圖5—4～圖5—8所示。若考慮本抽砂區細粒料為非塑性，則適用之細料含量可提高至15%。為方便表示透水係數之限制，可利用有效顆粒粒徑 D_{10} 來表示。一般土壤透水係數 (κ) 與 D_{10} 之關係，可由下式表示：

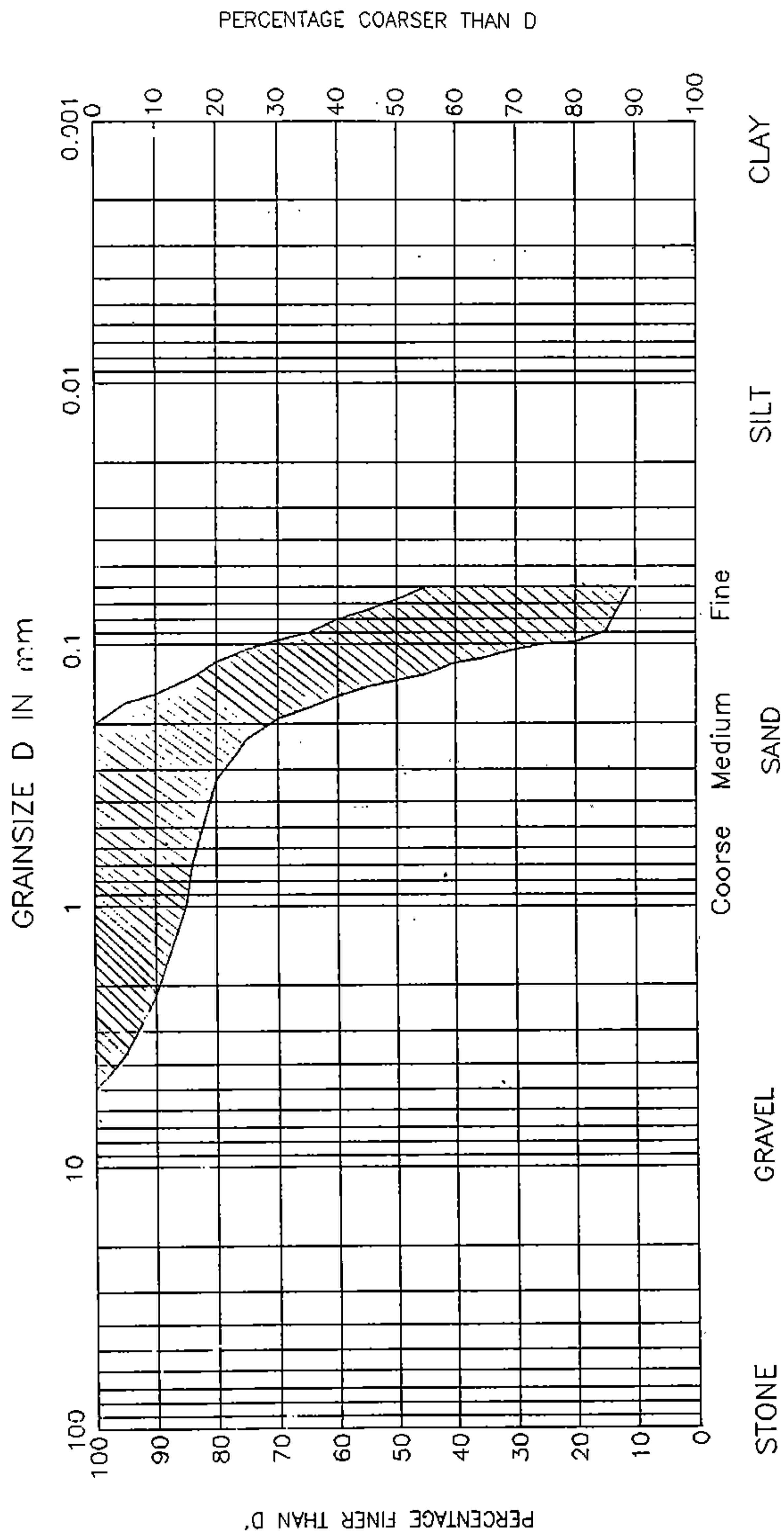
$$\kappa = C (D_{10})^2 \quad (1)$$

式中， κ = 透水係數，cm/sec。

C 為常數，一般取100 (可由40～150)。

D_{10} = 有效粒徑，cm。

將細粒土壤透水係數之限制 ($\kappa \geq 10 \times 10 \text{ cm/sec}$)，代入公式(1)，則求得 D_{10} 約為0.03mm。同時考慮以上兩因素，並配合抽砂區土壤分佈特性，建議抽砂回填之土壤最好在顆粒建議分佈曲線之右側，如圖5—9所示。



GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVES

圖 5-4 海域沉泥質細砂土壤顆粒粒徑分佈範圍
(SB1~SB2 鑽孔)

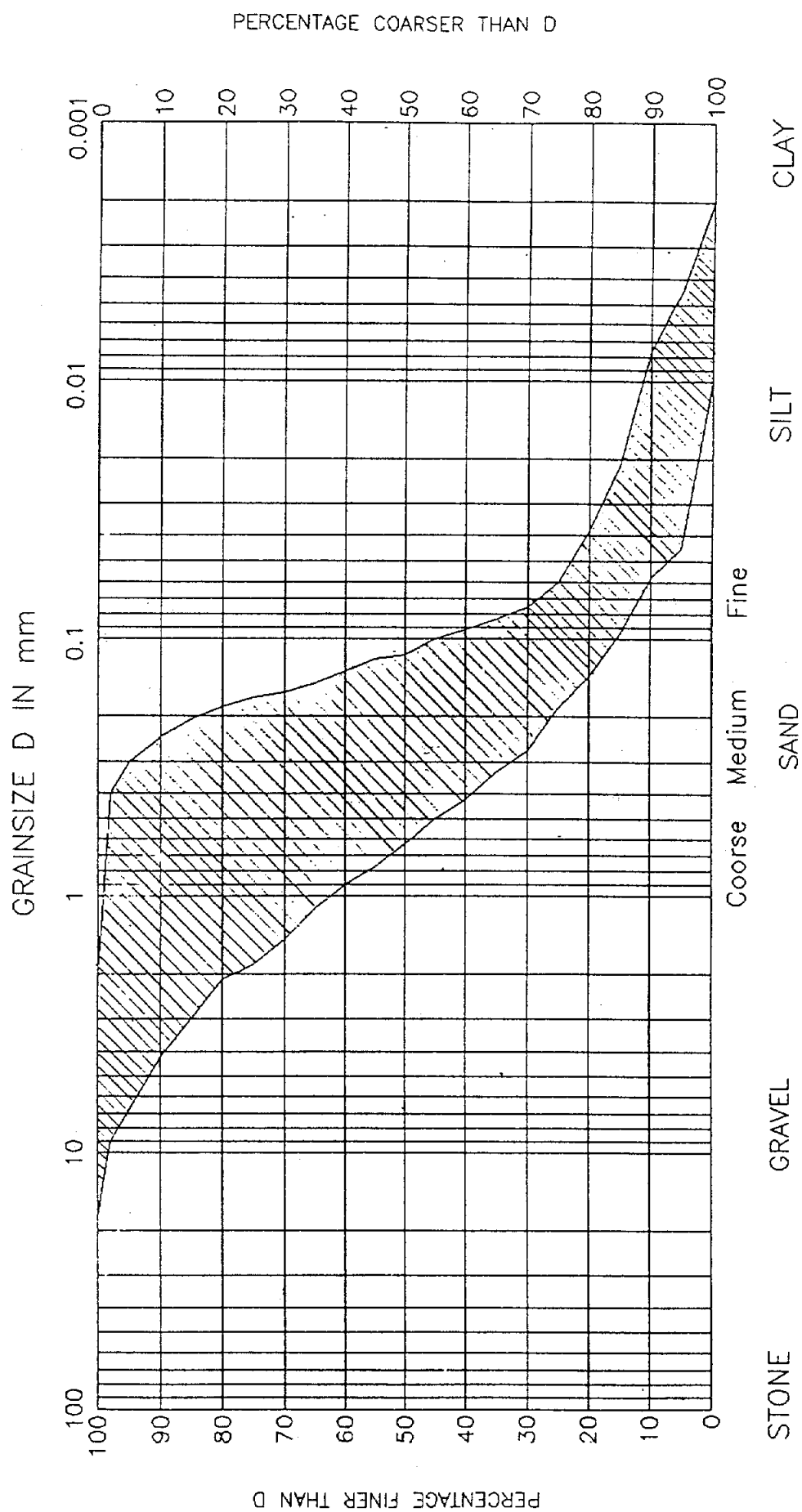
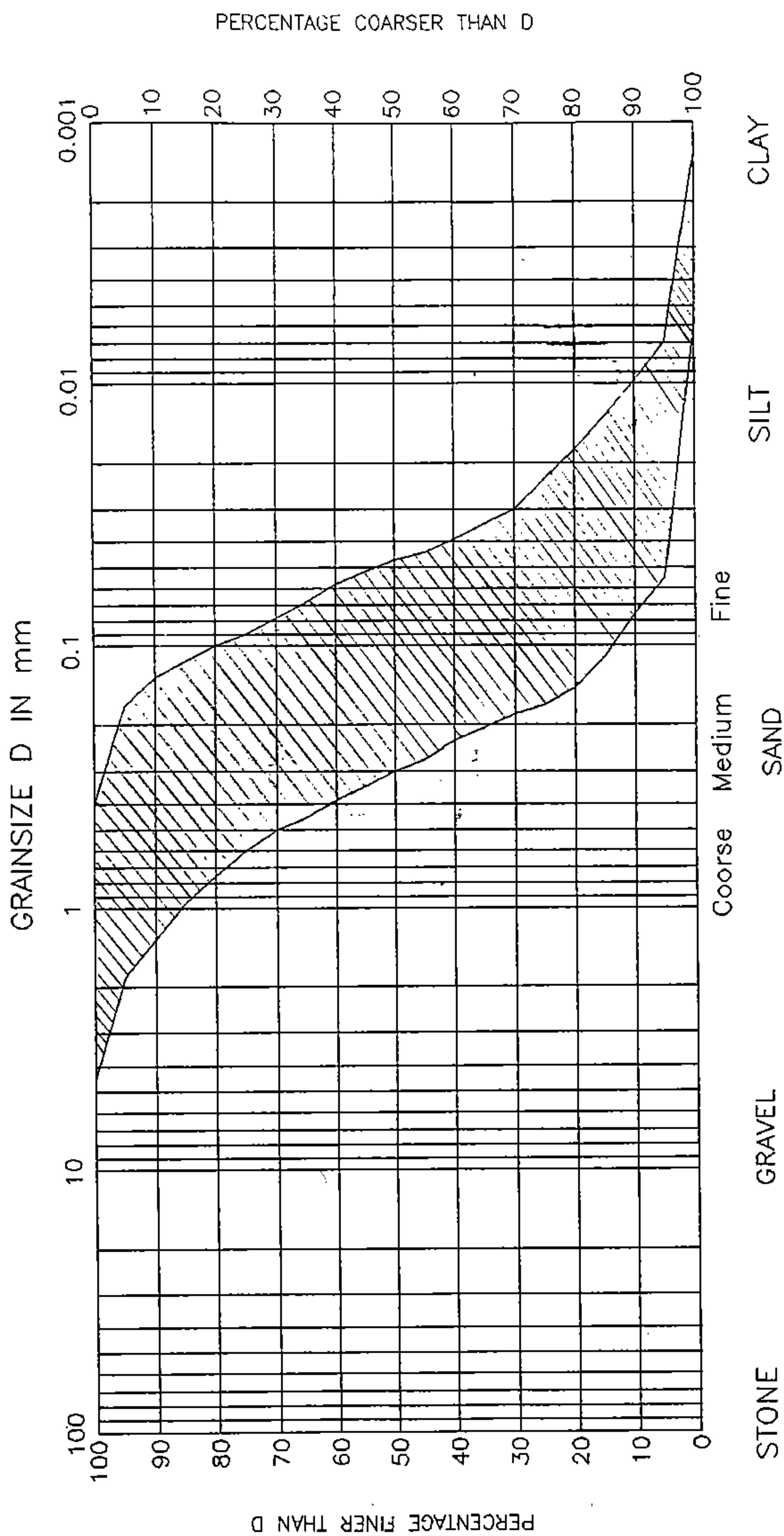
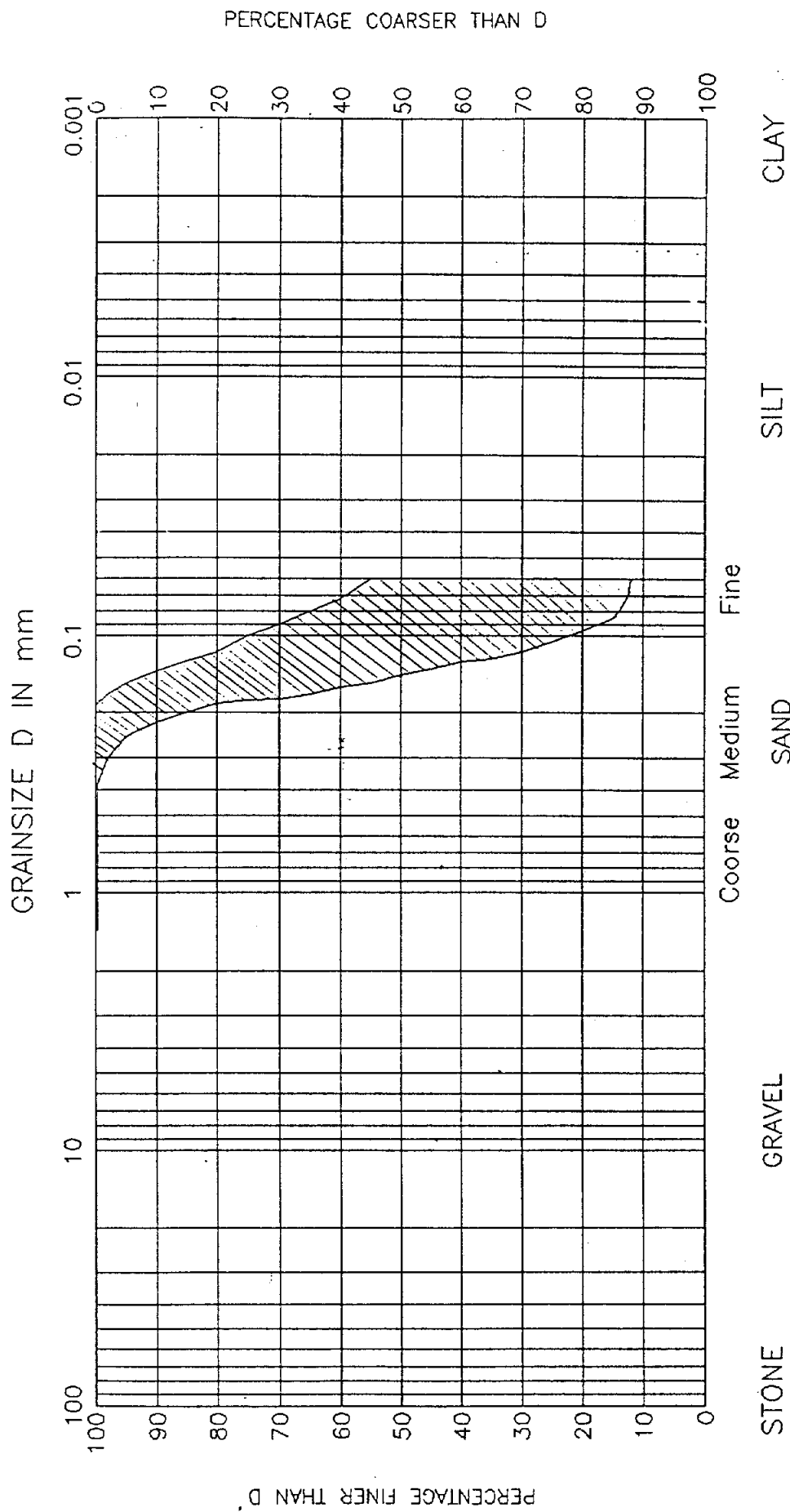


圖 5-5 鑽孔海域沉泥質細砂土壤顆粒粒徑分佈範圍
(SB 13 ~ SB 20 鑽孔, 深度 0 - 5 m)



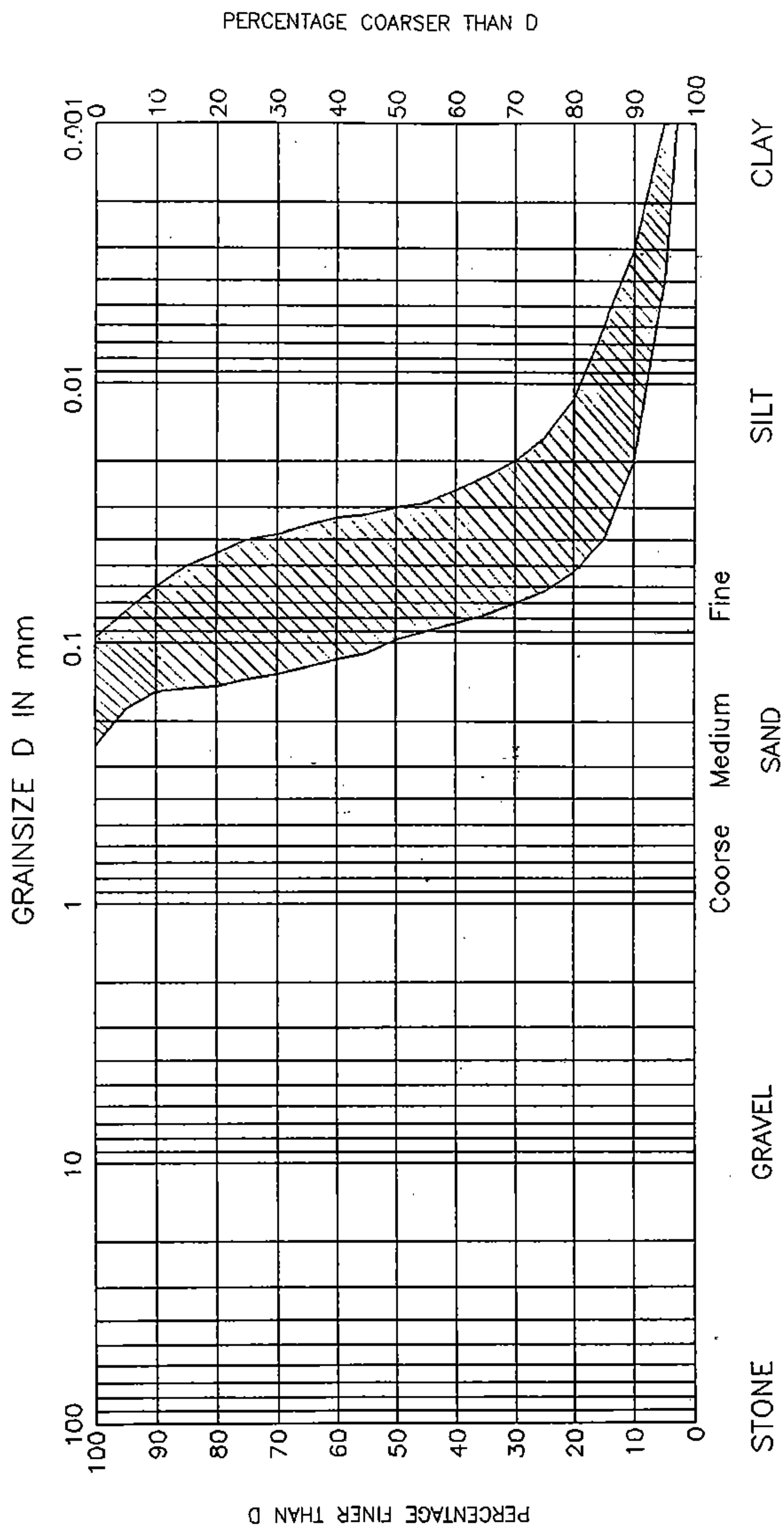
GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVES

圖 5-6 海域沉泥質細砂土壤顆粒粒徑分佈範圍
(SB13 ~ SB20 鑽孔，深度 6 ~ 10 m)



GRAINSIZE DISTRIBUTION CURVES

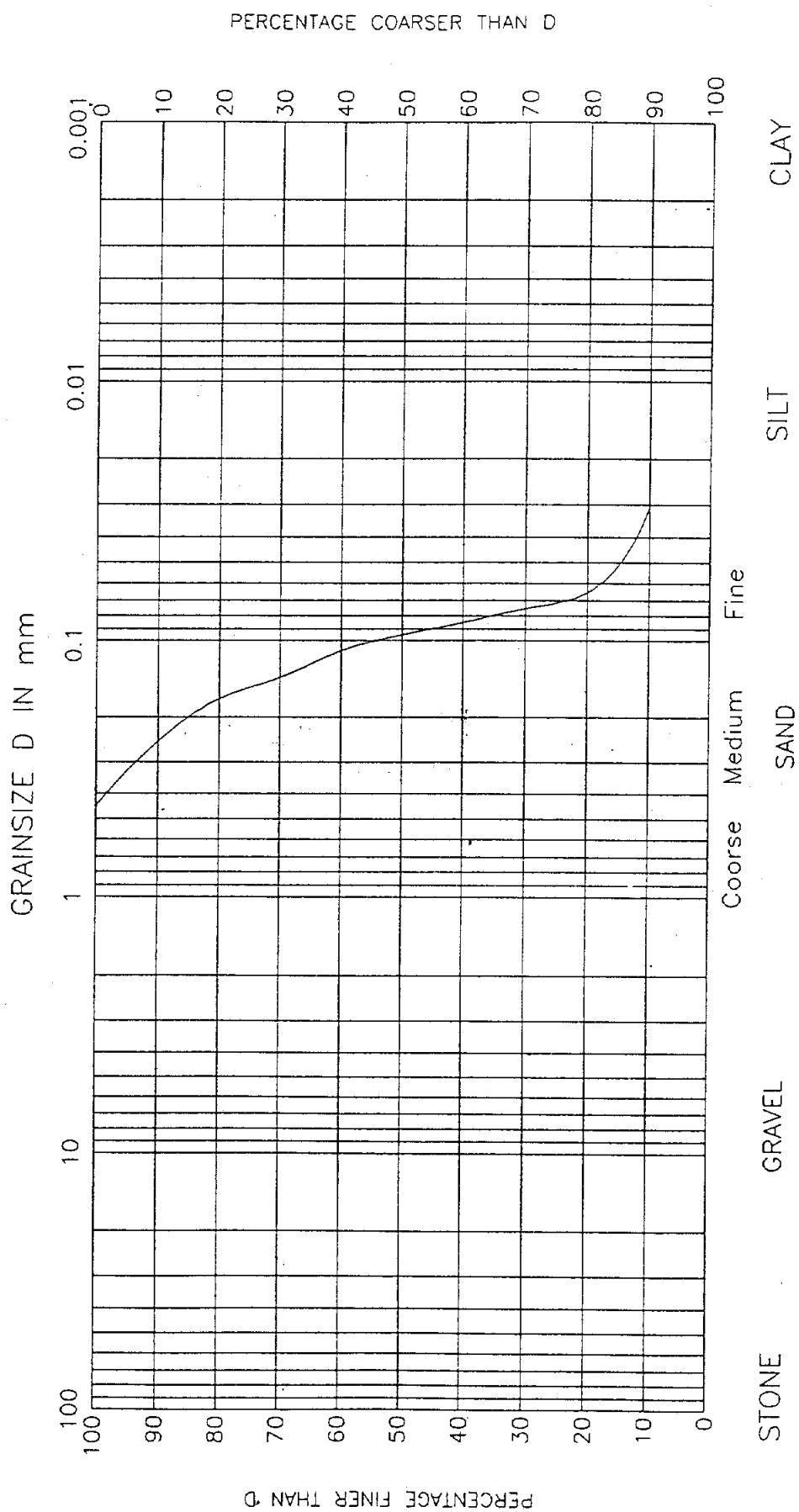
圖 5-7 海域沉泥質細砂土壤顆粒粒徑分佈範圍
(B 1 ~ B 7 鑽孔，深度 0 - 10 . 6 m)



GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVES

圖 5-8 海域沉泥質細砂土壤顆粒粒徑分佈範圍

(B 1 ~ B 7 鑽孔，深度 1 0 . 6 - 3 1 . 5 m)



5.5 回填造地基礎穩定分析

5.5.1 回填造地沉陷分析

對大規模填海造地而言，土層沉陷問題是最受關切之主題，一方面因海底自然土層一般均甚軟弱，另一方面則因回填之材料造成之覆載甚大。所以填土造地本身即可能導致原地盤可觀之沉陷，如此不但增加填方數量，亦將危及其上結構物之安全。

填土層之沉陷是指填土層本身，在施工期間，受填土沉積壓實作用及自重而發生沉陷。因填土造地之面積甚大，土壤受壓變形狀態較接近於單向度情形，而無側向之變形，因此可利用單向度壓密理論來分析。

1. 各分區之載重評估

回填造地未來可能規劃為港埠設施用地、高雄市政府計畫用地、高雄都會區計畫用地、中鋼、台電、中油、航空站預定地、綠帶等用途。為便於評估分析回填造地區之沉陷量，本研究考慮各分區之用途，將載重簡化為以下兩類：

(1) 回填土之載重

依各分區所相對應之水深，加上回填造地高程為-3.40公尺，即可求出回填造地之土層厚度及其所引致之回填土載重。

(2) 上部結構物之載重

① 一般港埠設施載重

一般港灣管理當局，對於港埠設施依其使用之性質，大致可分為：

- A · 商港區
- B · 特種貨物港區
- C · 工業港區
- D · 鐵路輪渡港區
- E · 漁港區
- F · 燃料港區
- G · 保養港區

專用碼頭又可區分為石油、水泥、煤炭、穀類、鐵礦砂、旅客及車船連絡等。依港灣構造物設計標準，普通港灣倉庫允許載重及散裝貨物之單位體積重量。平時荷重普通以 $11\text{ t/m}^2 \sim 31\text{ t/m}^2$ 為準，本研究採用 31 t/m^2 為分析之參考。

② 工業廠房及建築物基礎載重

基礎沉陷之計算考量以下兩種典型之基礎狀況加以分析：

- A · $3\text{ m} \times 3\text{ m}$ 之獨立基腳，基礎埋設深度 1.5 m ，淨載重 10 t/m^2 。
- B · $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ 之筏式基礎，基礎埋設深度 3 m ，淨載重 12 t/m^2 。

③ 台電燃煤堆置載重

本研究考慮台電未來是以燃煤方式進行發電，所以在新生地回填完成後，必須考慮煤堆荷重對土層所造成沉陷影響。一般儲煤堆置方式，有以下兩種方式：

A · 活性堆煤

單位面積儲存能量

$$U_{\text{active}} = 5.54 \text{ t/m}^2$$

B · 久置堆煤

單位面積儲存能量

$$U_{\text{long}} = 6.90 \text{ t/m}^2$$

煤堆設計荷重，為安全起見本研究採用 $U_{\text{long}} = 6.90 \text{ t/m}^2$ 為回填新生地上之荷重設計需求，進行沉陷與穩定分析。

④ 中油儲油載重

假設油槽半徑為 30 公尺、其接觸應力為 16.5 t/m^2 ，碼頭水準面：+3.4m，地下水位：-0.5m。

2. 分析方法

評估在軟弱地層上進行回填及不同使用目的分區興築建物等荷重時，除發生瞬間沉陷外尚有因壓密應力增加所引致之沉陷。在工程設計上所關心的是壓密沉陷之全量及沉陷與時間之關係。由壓密試驗結果可求得荷重與孔隙比之關係。將荷重以對數表示可得為 $e - \log p$ 曲線，由此可推算出土層沉陷之全量。

(1) 黏性土壤沉陷量之估算

黏性土壤沉陷量主要是考慮其壓密沉陷量，一般土層壓密沉陷量之計算有以下幾種方法，分析時可使用任何一種。

① 利用 $e - \log p$ 曲線，直接計算壓密沉陷量。

$$A \cdot S_c = \frac{e_o - e}{1 + e_o} H \quad (2)$$

$$B \cdot S_c = m_v \cdot \Delta P \cdot H \quad (3)$$

② 利用單向度壓密理論，進行傳統性壓密沉陷量的計算。

A. 正常壓密土壤

$$S_c = \frac{C_c}{1 + e_o} \cdot H \cdot \log \frac{P_o' + \Delta P'}{P_o'} \quad (4)$$

B · 壓密中土壤

$$S_c = \frac{C_c}{1 + e_o} \cdot H \cdot \log \frac{P_o' + \Delta P'}{P_c'} \quad (5)$$

C · 過壓密土壤

$$\Delta P > (P_c' - P_o')$$

$$S_c = \frac{H}{1 + e_o} \left[C_e \cdot \log \frac{P_c'}{P_o} + C \cdot \log \frac{P_o' + \Delta P'}{P'} \right] \quad (6)$$

$$\Delta P < (P_c' - P_o')$$

$$S_c = \frac{C_e}{1 + e_o} \cdot H \cdot \log \frac{P_o' + \Delta P'}{P_o'} \quad (7)$$

式中， S_c = 壓密沉陷量 (cm)

e_o = 載重前原地層之初期孔隙比

e = 載重後之孔隙比

(可由 $e - \log p$ 曲線求得)

H = 被壓密土層之厚度 (cm)

m_v = 體積壓縮係數，因隨荷重變化

，須選擇適當之值，一般取對

應於 $P_o' + \Delta P' / 2$ 之值 (cm^2 / kg)

C_c = 壓縮指數, Terzaghi and Peck (1967) 建議 C_c 與液性限度 (LL) 之關係可表示為:

I · 對於不擾動黏土

$$C_c = 0.009$$

$$(LL - 10) (8)$$

II · 對於重塑黏土

$$C_c = 0.007$$

$$(LL - 10) (9)$$

C_e = 再壓縮指數 (re-compression index)

P_o' = 負載前之有效覆土壓力 (kg / cm^2)

$\Delta P'$ = 負載後增加之垂直壓力 (kg / cm^2)

P'_c = 預壓密壓力 (kg / cm^2)

(2) 砂性土壤沉陷量之估算

A · Schleicher Method:

$$S_d = C_s q B \left(\frac{1 - \nu^2}{E} \right) \quad (10)$$

式中

E = 彈性模數

ν = 柏松比

B = 基礎直徑

C_s = 形狀參數 (Shape Factor)

q = 均佈荷重

S_d = 基礎中心之立即沉陷

B · Schmertmann Method:

$$S_d = C_1 C_2 q \sum_{i=1}^n \left(\frac{I_z}{E} \right)_i \Delta Z_i \quad (11)$$

式中

q = 基礎所在深度之荷重淨增加量

I_z = 應變影響係數

$E = 2 qc$, 楊氏係數

ΔZ_i = 第 i 土層厚度

$$C_1 = 1 - 0.5 \left(\frac{\sigma_o'}{q} \right) \geq 0.5$$

$$C_2 = 1 + 0.2 \log \frac{20}{0.1}$$

(考慮 20 年後基礎之沉陷量)

σ'_o = 基礎深度處有效覆土壓力

q_c = 荷式錐承载力，(k g / c m²)，
由表5.3查得。

N = 標準貫入試驗打擊數

C · 利用 N 值估算沉陷量

$$S_d = 0.04 P_o' H / N \log \left(\frac{P_o' + \Delta P'}{P_c'} \right) \quad (12)$$

式中， S_d = 沉陷量

P_o' = 有效覆土壓力

H = 土層厚度

N = 標準貫入試驗打擊數

$\Delta P'$ = 荷重造成土層中點之應力增加量

P_c' = 該土層之預壓密應力

表 5.3 荷蘭錐承载力與 N 值之關係

土 壤 種 類	q_c / N
1 · 沉泥、砂質沉泥及具有少量黏土之沉泥與砂之混合土壤	2 . 0
2 · 潔淨之細砂至中砂，沉泥質細砂	3 . 5
3 · 粗砂及含礫石之砂土	5 . 0
4 · 含砂質之礫石或礫石	6 . 0

(3) 壓密沉陷量與時間關係之計算

依據 Terzaghi 單向度壓密理論進行沉陷量與時間關係之計算。

$$T_v = \frac{C_v \cdot t}{H^2} \quad (13)$$

式中， T_v = 時間因素 (time factor)

C_v = 壓密係數 (coefficient of consolidation), (m^2/day)

H = 排水之最長距離 (m)，雙向排水時，即為土層厚度之半。單向排水時，即為土層全厚度。假使相鄰兩層黏土壓密係數不同時，可利用下式。

$$H' = H_1 \sqrt{C_v' / C_{v1}} + H_2 \sqrt{C_v' / C_{v2}} + \dots + H_n \sqrt{C_v' / C_{vn}} \quad (14)$$

C_v' = 假定之壓密係數 (m^2/day)

C_{vn} = H_n 層對應之壓密係數 (m^2/day)

H_n = 換算前層厚 (m)

H' = 換算後層厚 (m)

t = 時間 (day)

$T_v - U$ 之關係之近似值，可由公式(15)表示。

$$T_v = (\pi/4) (U/100), U \leq 60\% \text{時}$$

$$T_v = 1.781 - 0.933 \text{ LOG}(100 - U)$$

$$U > 60\% \text{時} \quad (15)$$

找出 t 時間之壓密度 U，則 t 時之壓密沉陷量

可由下列公式求得

$$S_t = U\% \cdot S_c \quad (16)$$

式中，U = 壓密度 %

S_c = 壓密度 100 % 時之沉陷量

3. 分析結果

(1) 各土層沉陷評估

水力回填方式主要是依前節抽砂回填造地進行，造地高程建議為 +3.40 公尺左右，但因本研究並未針對回填砂料源土樣進行試驗分析，無法評估現場砂樣骨材相關工程特性資料。本研究為便於沉陷分析，採用港研所台灣西部砂樣試驗數據，如下所示：

最大乾密度， $\gamma_{dmax} = 1.703 \text{ t/m}^3$

最小乾密度， $\gamma_{dmin} = 1.399 \text{ t/m}^3$

比重， $G_s = 2.68$

平均高潮位以上水力回填砂樣相對密度採用60%，砂土乾土單位重約為 1.57 t/m^3 ，平均高潮位以下相對密度採用45%，砂土飽和單位重約為 1.95 t/m^3 來計算分析。地下水位則以平均高潮位+0.5公尺為標準，沉陷分析土層及回填載重示意圖，如圖5-10所示。本研究回填造地主要需考慮以下4種不同種類之上部結構荷重：

Type-1 一般港埠設施載重：
 3 t/m^2

Type-2 工業廠房及建築物基礎載重：
 10 t/m^2 （獨立基腳）
 12 t/m^2 （筏式基礎）

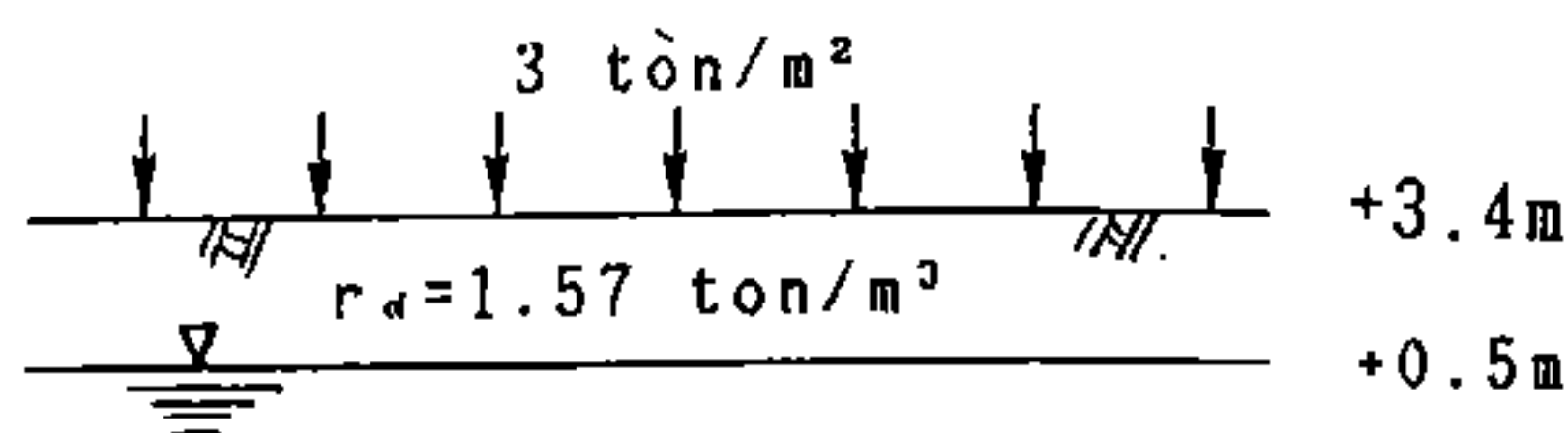
Type-3 台電燃煤堆置載重：
 6.9 t/m^2

Type-4 中油儲油載重：
 16.5 t/m^2

及不同厚度之水力抽砂回填荷重對原土層所造成應力增量，所引起之沉陷量。

利用壓密試驗所得之平均預壓密應力 P_c' ，可先行判斷現地土層壓密特性，但因缺乏試驗資料本研究假設現地土層為正常壓密土層然後利用 Terzaghi 壓密理論，如公式(3)。即可計算推求出土層因承受不同上部結構載重作用，及在水力回填砂土層堆置所引起之土層沉陷量。經計算分析其各分區土層之壓密沉陷量，如表5.4所示。

回填材料之基本工程性質因目前尚無具體資料可供分析參考，所以有關回填土層所造成之立即沉陷(S_d)及砂土液化潛能之分析，有待下階段進一步探討。



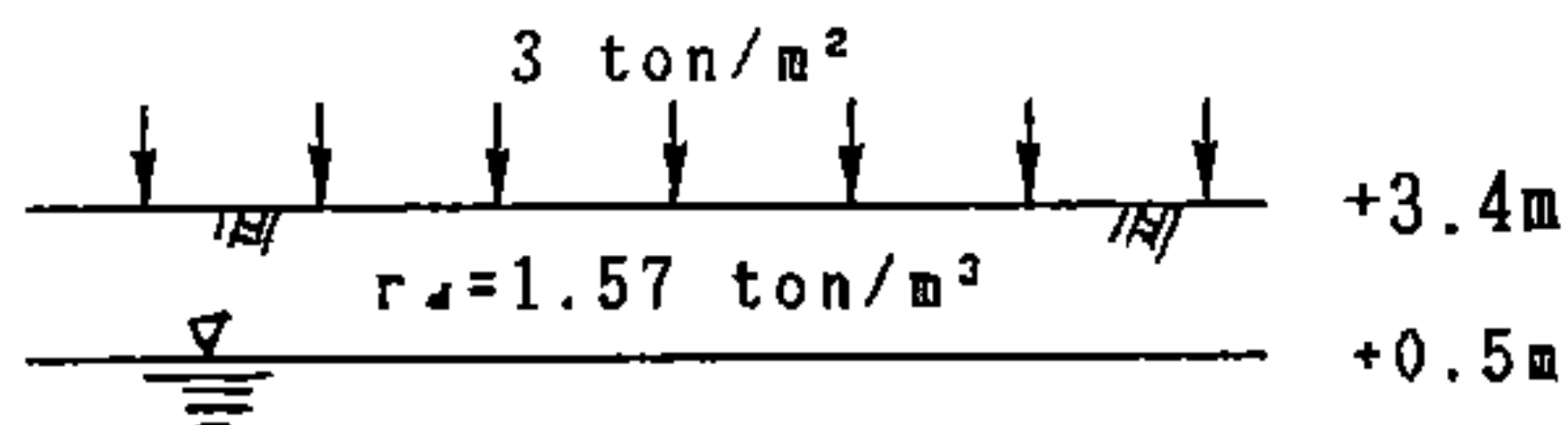
$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

1	2 m	-28.4m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-46.4m

$$r_{sat} = 1.959 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.65$$

$$C_c = 0.18$$

A區受一般碼頭荷重示意圖



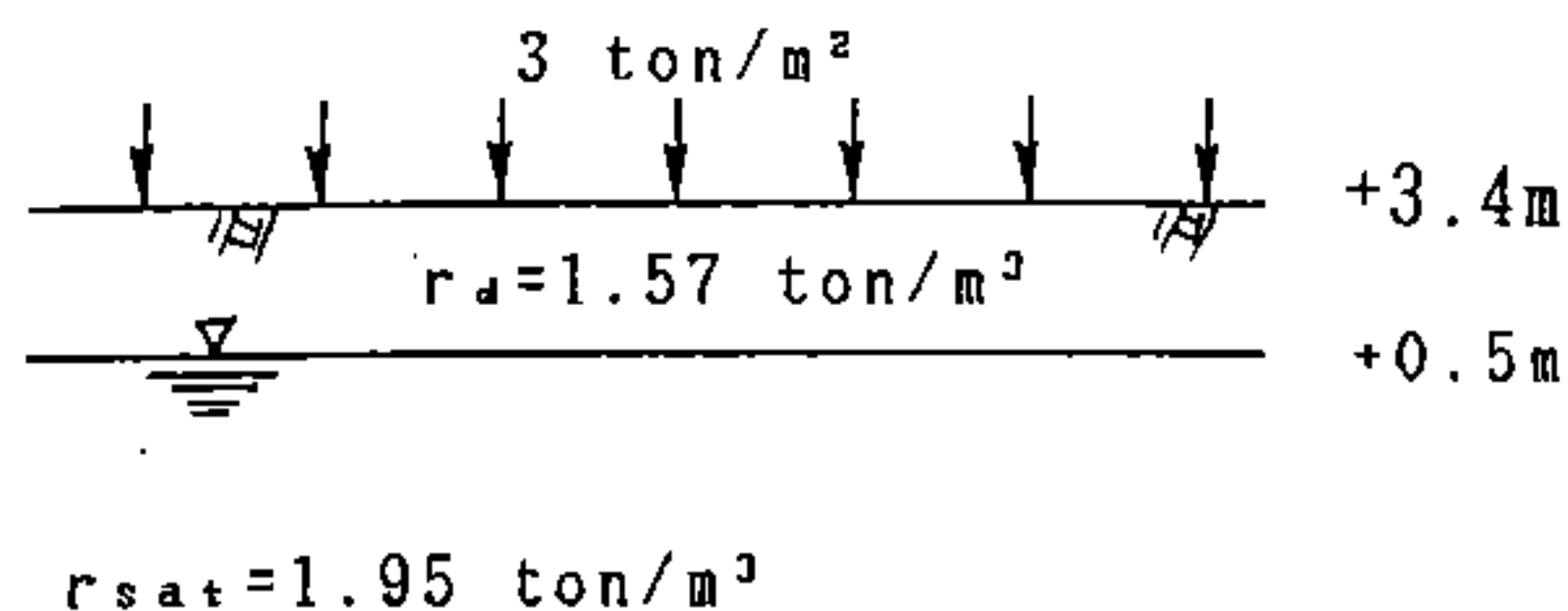
$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

1	2 m	-14.1m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-32.1m

$$r_{sat} = 1.967 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.69$$

$$C_c = 0.18$$

C區受一般碼頭荷重示意圖



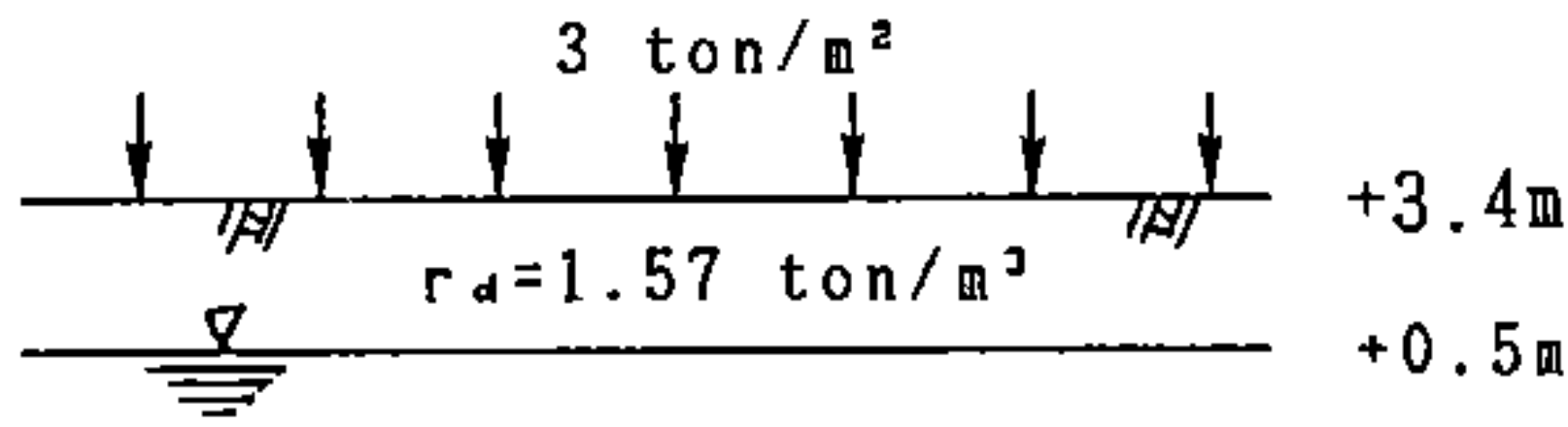
$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

1	2 m	-20.3m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-36.3m

$$r_{sat} = 1.942 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.68$$

$$C_c = 0.18$$

B區受一般碼頭荷重示意圖



$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

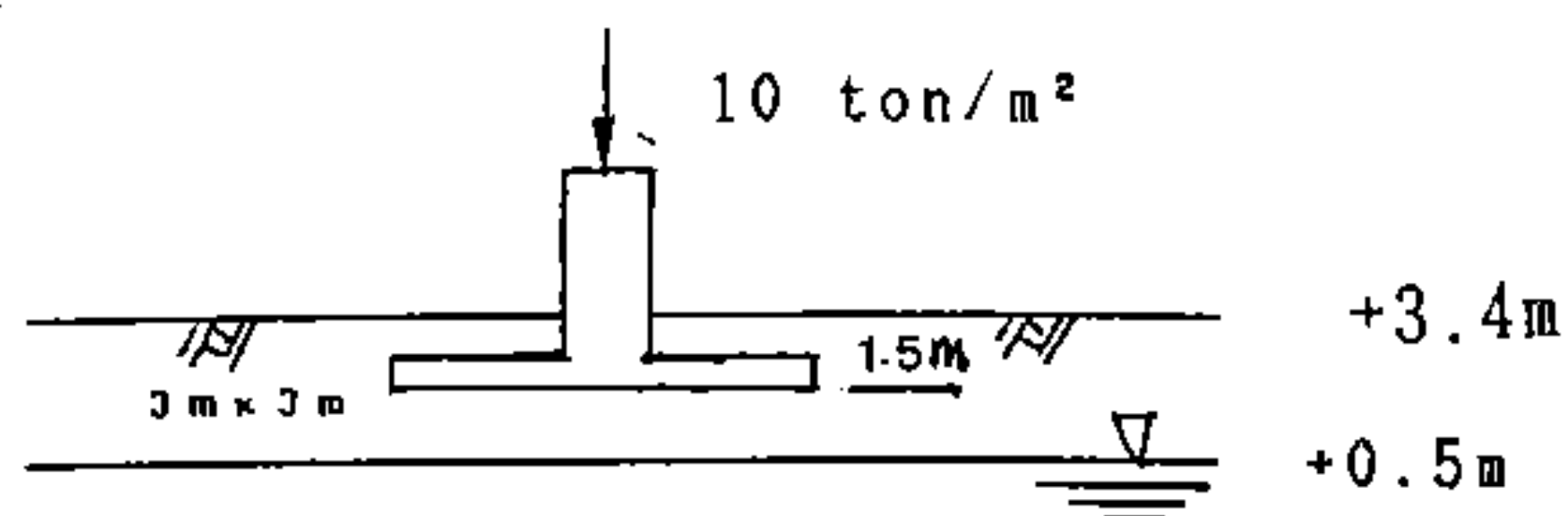
1	2 m	-8.1m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-26.1m

$$r_{sat} = 1.926 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.70$$

$$C_c = 0.18$$

D區受一般碼頭荷重示意圖

圖 5-10a 沉陷分析土層及回填載重示意圖



$$r_d = 1.57 \text{ ton/m}^3$$

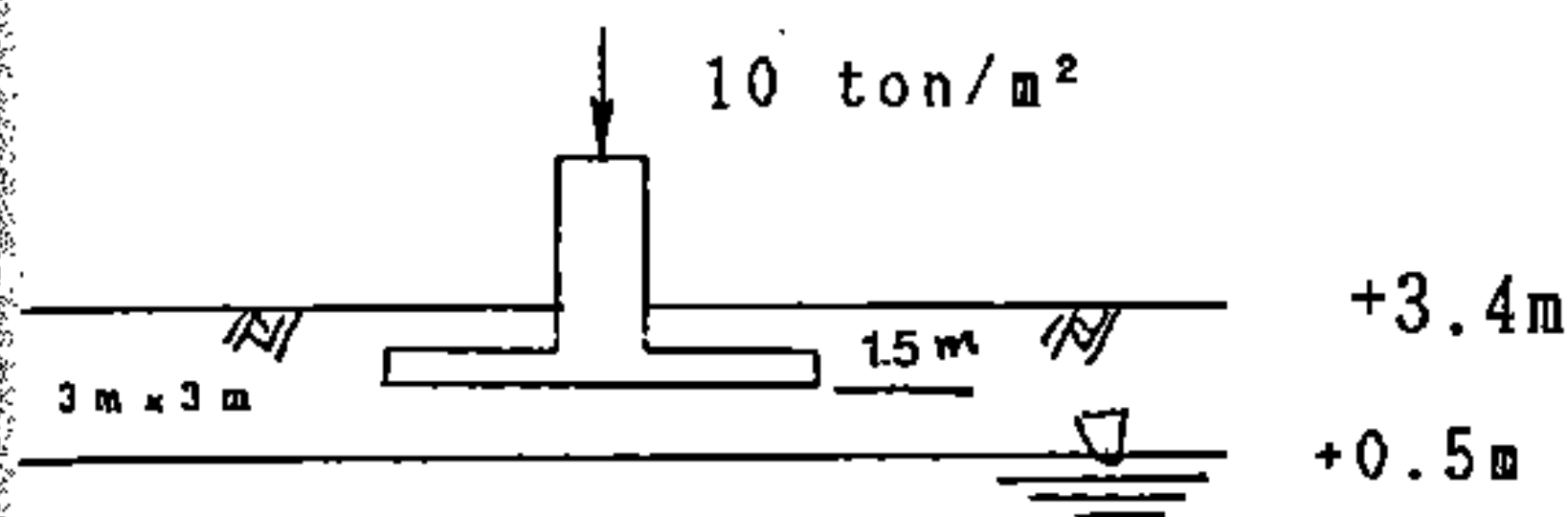
$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

1	2 m	-28.4 m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-46.4 m

$$r_{sat} = 1.959 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.65$$

$$C_c = 0.18$$

A區受獨立基腳荷重示意圖



$$r_d = 1.57 \text{ ton/m}^3$$

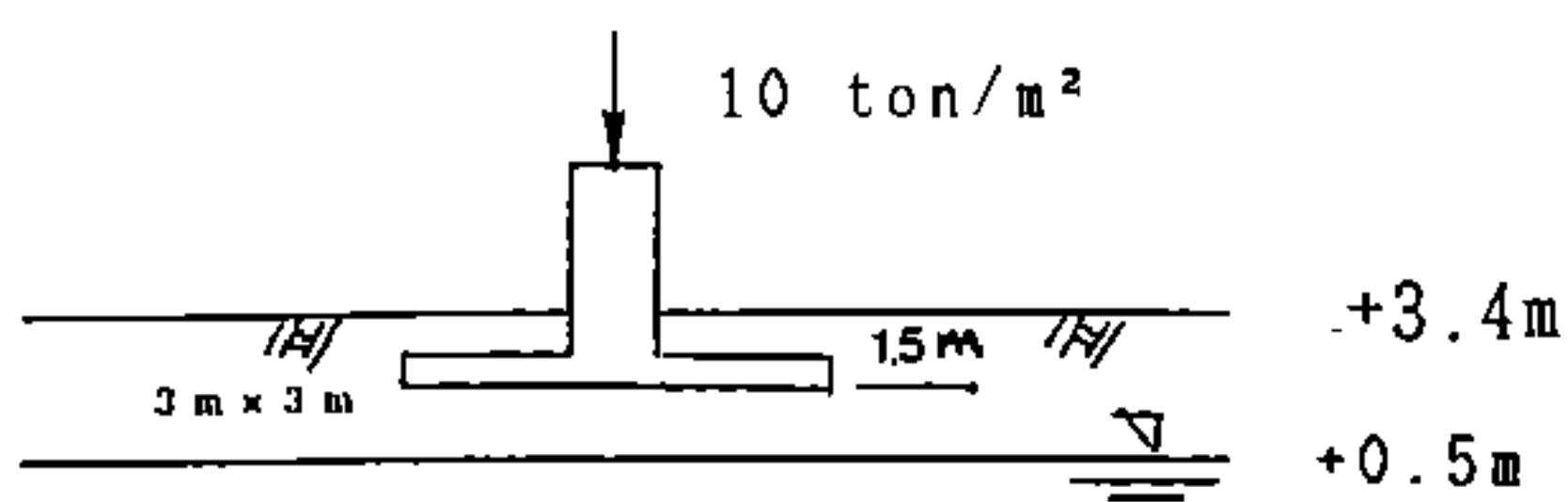
$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

1	2 m	-14.1 m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-32.1 m

$$r_{sat} = 1.967 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.69$$

$$C_c = 0.18$$

C區受獨立基腳荷重示意圖



$$r_d = 1.57 \text{ ton/m}^3$$

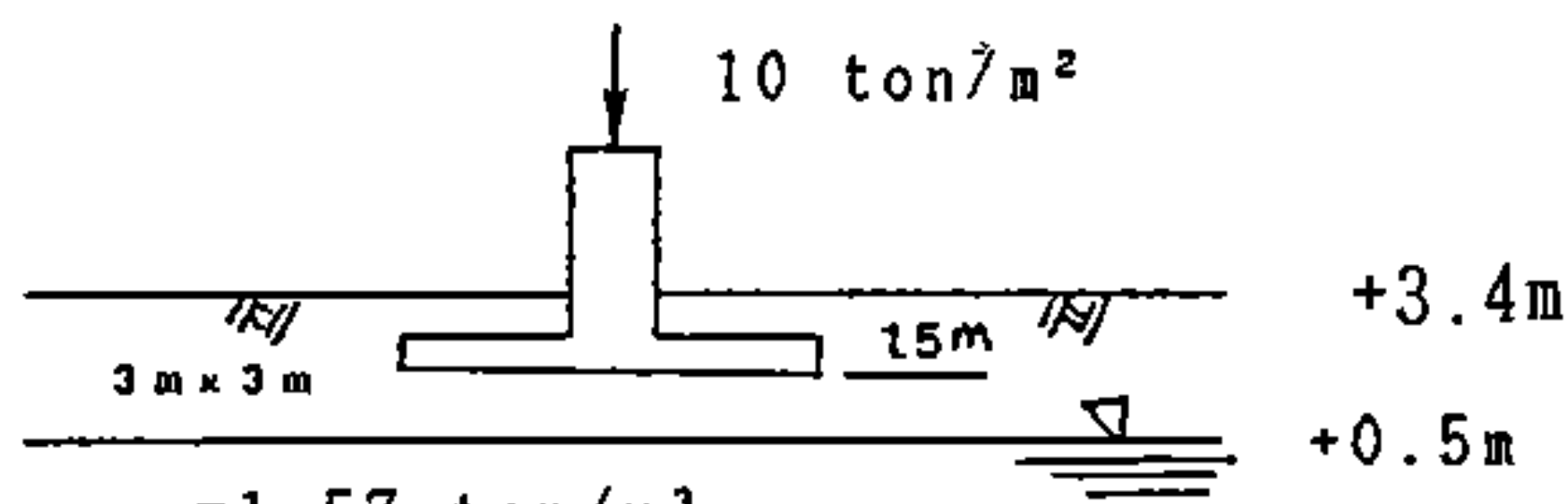
$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

1	2 m	-20.3 m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-36.3 m

$$r_{sat} = 1.942 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.68$$

$$C_c = 0.18$$

B區受獨立基腳荷重示意圖



$$r_d = 1.57 \text{ ton/m}^3$$

$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

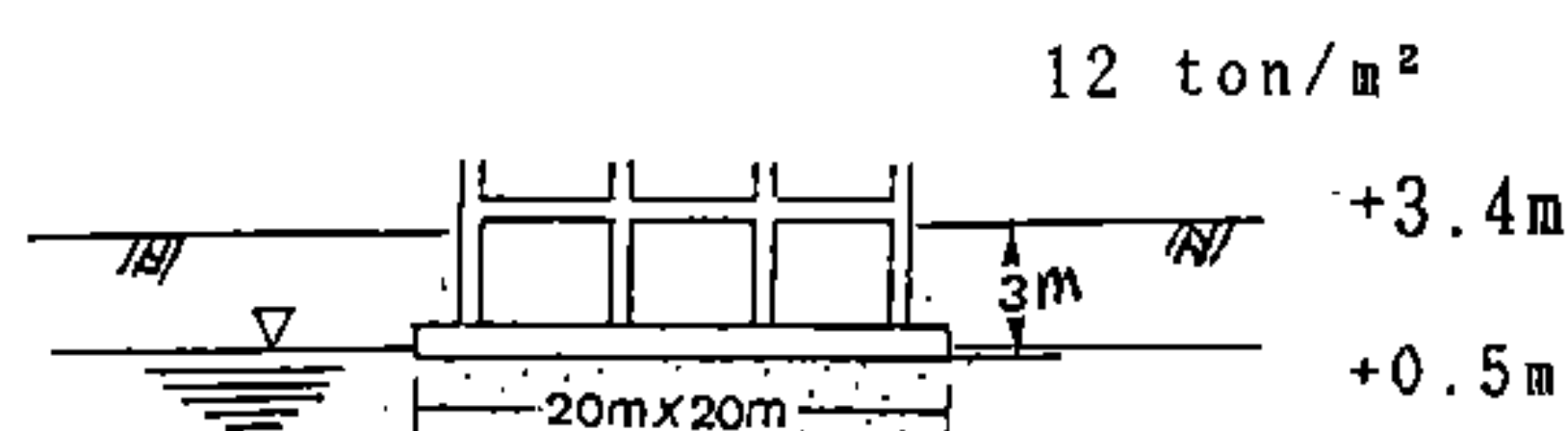
1	2 m	-8.1 m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-26.1 m

$$r_{sat} = 1.926 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.70$$

$$C_c = 0.18$$

D區受獨立基腳荷重示意圖

圖 5-10b 沉陷分析土層及回填載重示意圖



$$r_d = 1.57 \text{ ton/m}^3$$

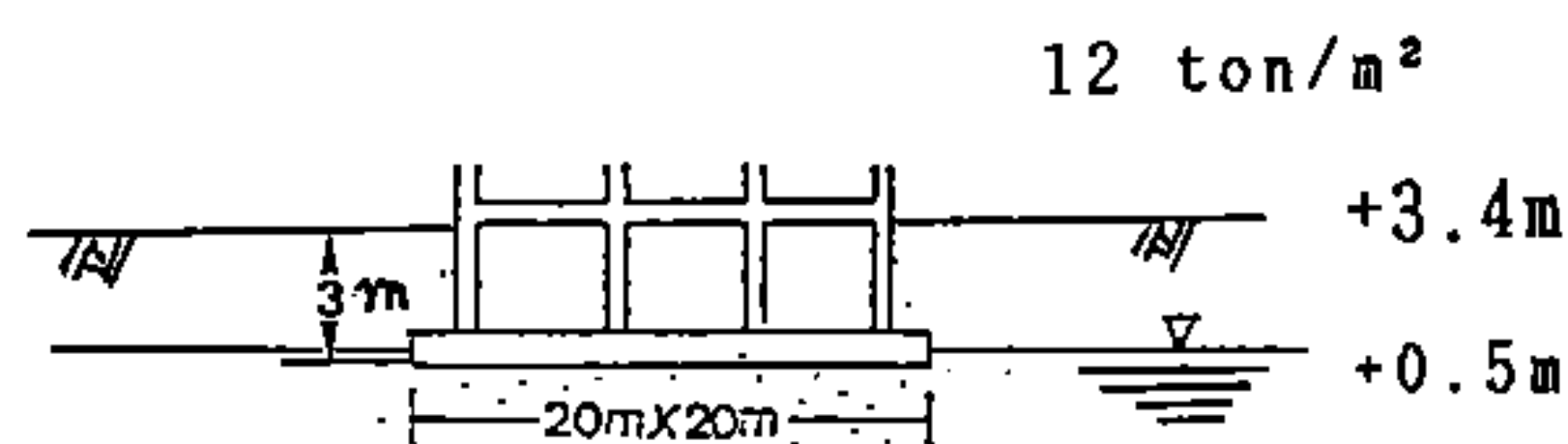
$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

· 1	2 m	-28.4m
· 2	4 m	
· 3	4 m	
· 4	4 m	
· 5	4 m	-46.4m

$$r_{sat} = 1.959 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.65$$

$$C_c = 0.18$$

A區受筏式基礎荷重示意圖



$$r_d = 1.57 \text{ ton/m}^3$$

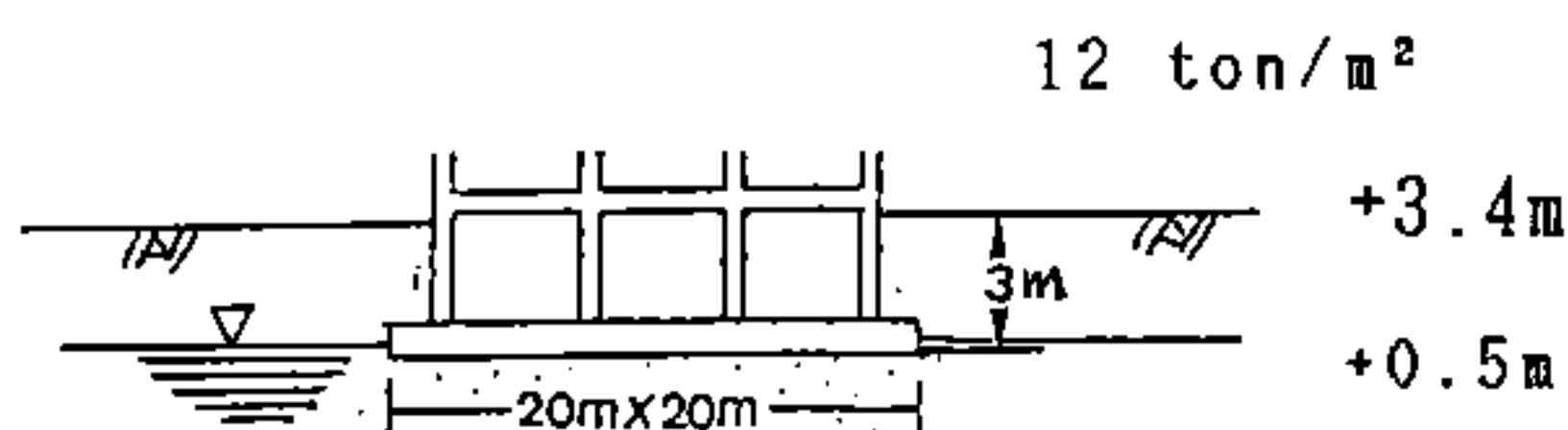
$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

· 1	2 m	-14.1m
· 2	4 m	
· 3	4 m	
· 4	4 m	
· 5	4 m	-32.1m

$$r_{sat} = 1.967 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.69$$

$$C_c = 0.18$$

C區受筏式基礎荷重示意圖



$$r_d = 1.57 \text{ ton/m}^3$$

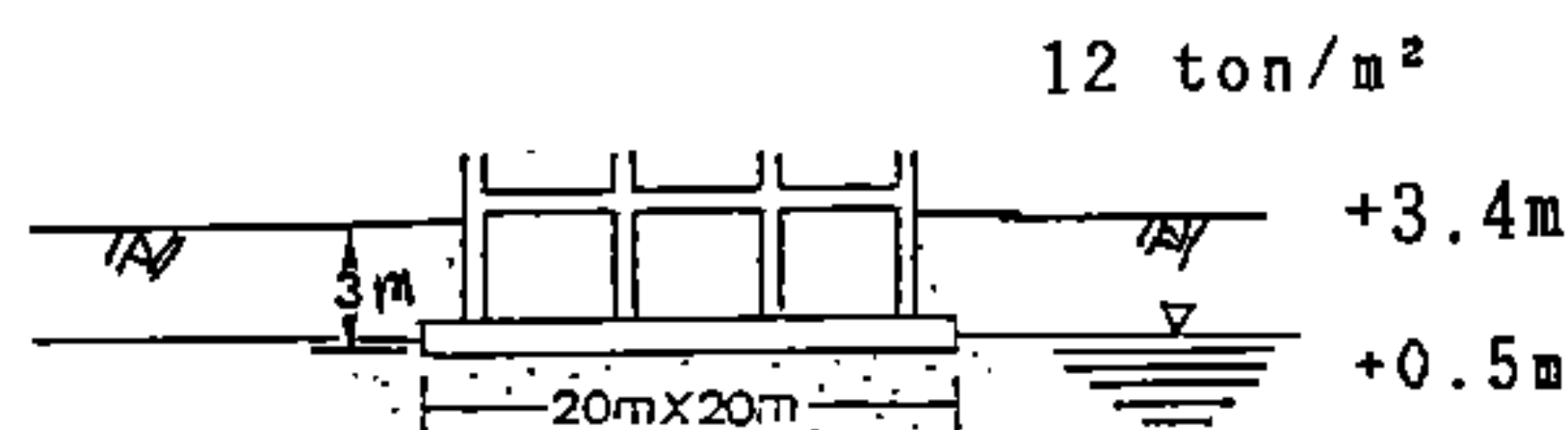
$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

· 1	2 m	-20.3m
· 2	4 m	
· 3	4 m	
· 4	4 m	
· 5	4 m	-36.3m

$$r_{sat} = 1.942 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.68$$

$$C_c = 0.18$$

B區受筏式基礎荷重示意圖



$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

$$r_d = 1.57 \text{ ton/m}^3$$

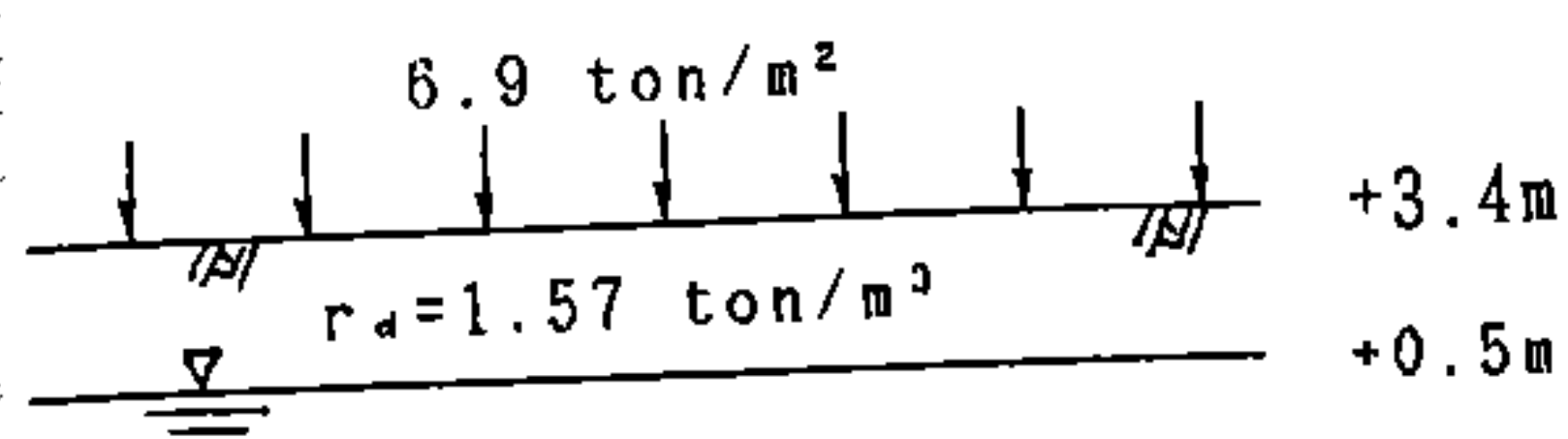
· 1	2 m	-8.1m
· 2	4 m	
· 3	4 m	
· 4	4 m	
· 5	4 m	-26.1m

$$r_{sat} = 1.926 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.70$$

$$C_c = 0.18$$

D區受筏式基礎荷重示意圖

圖 5.10c 沉陷分析土層及回填載重示意圖

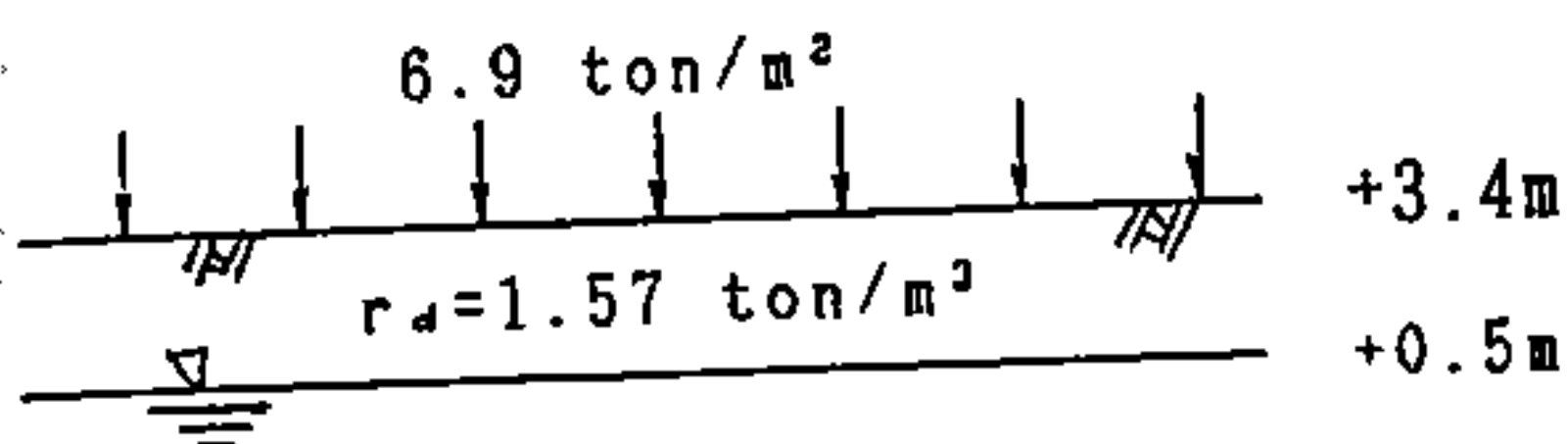


$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$

1	2 m	-28.4m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-46.4m

$r_{sat} = 1.959 \text{ ton/m}^3$ $e = 0.65$
 $C_c = 0.18$

A區受堆煤渣碼頭荷重示意圖

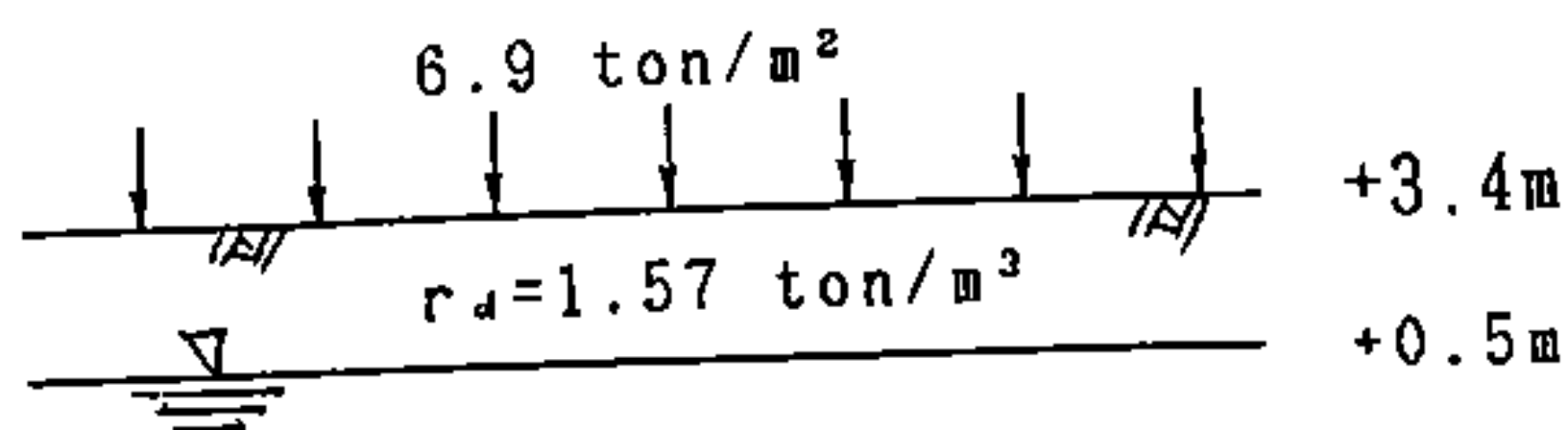


$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$

1	2 m	-14.1m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-32.1m

$r_{sat} = 1.967 \text{ ton/m}^3$ $e = 0.69$
 $C_c = 0.18$

C區受堆煤渣碼頭荷重示意圖

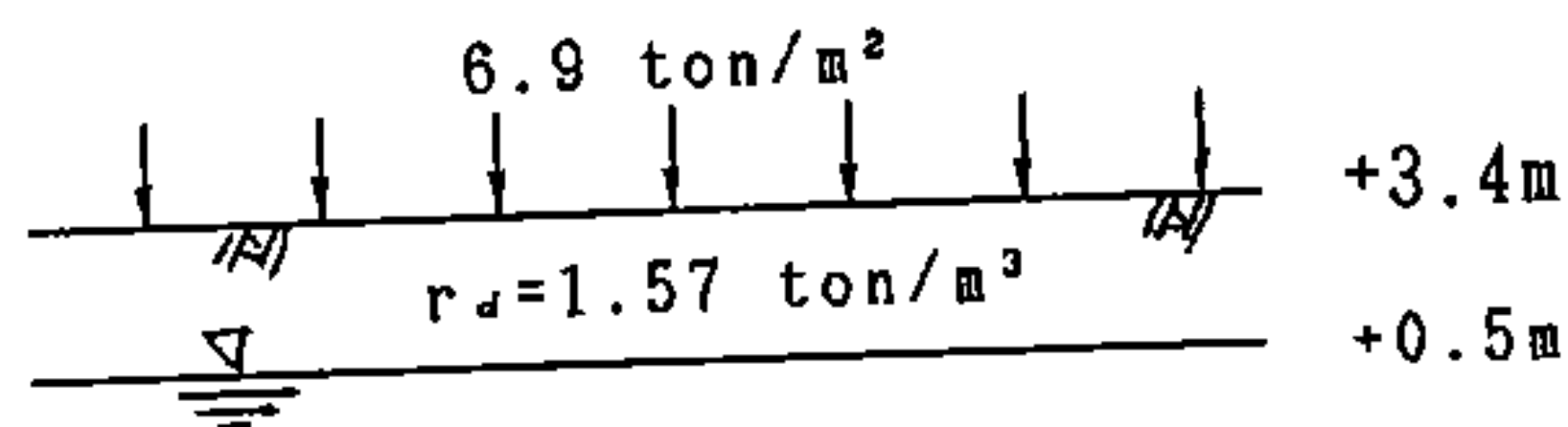


$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$

1	2 m	-20.3m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-36.3m

$r_{sat} = 1.942 \text{ ton/m}^3$ $e = 0.68$
 $C_c = 0.18$

B區受堆煤渣碼頭荷重示意圖



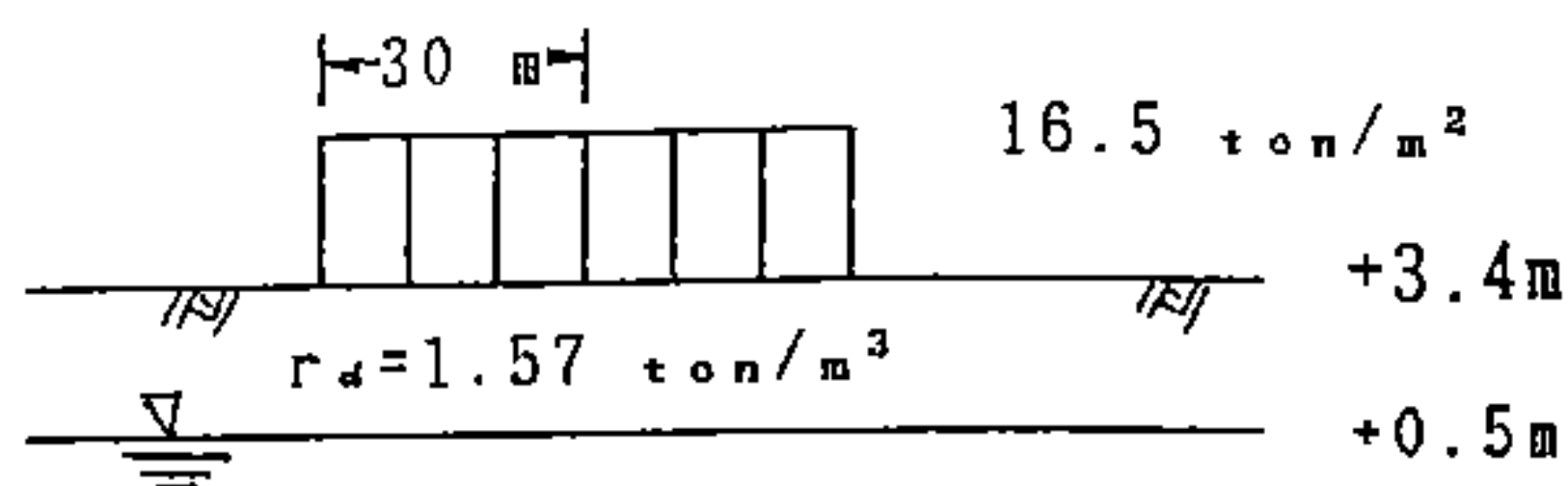
$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$

1	2 m	-8.1m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-26.1m

$r_{sat} = 1.926 \text{ ton/m}^3$ $e = 0.70$
 $C_c = 0.18$

D區受堆煤渣碼頭荷重示意圖

圖 5-10d 沉陷分析土層及回填載重示意圖



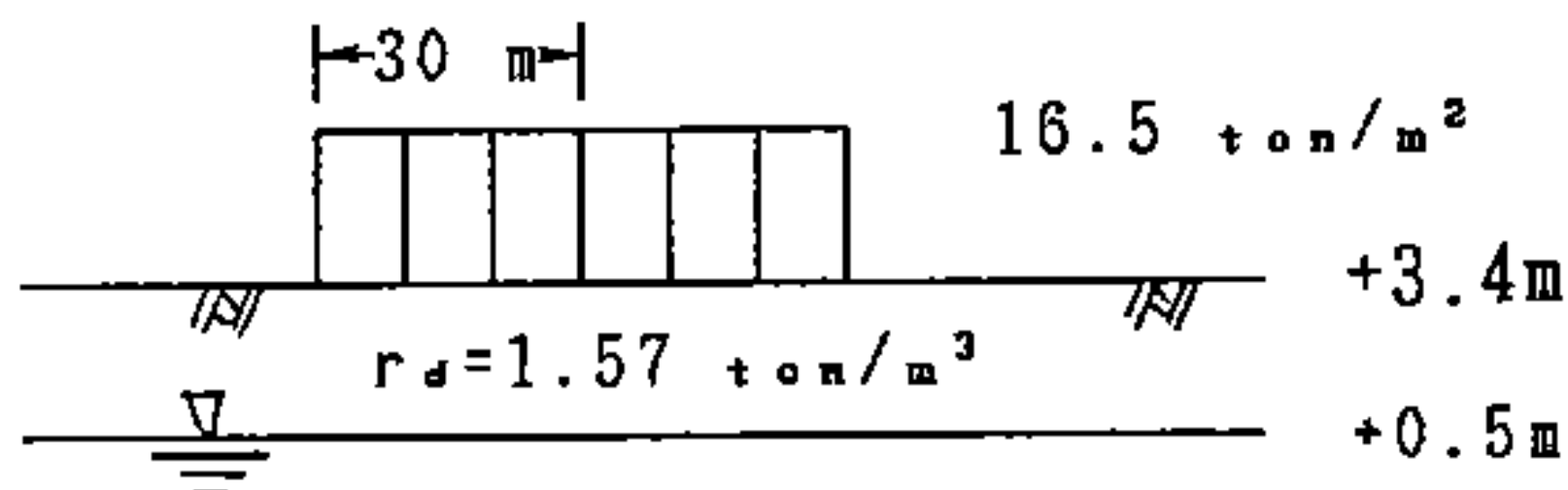
$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

1	2 m	-28.4 m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-46.4 m

$$r_{sat} = 1.959 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.65$$

$$C_c = 0.18$$

A區受油槽荷重示意圖



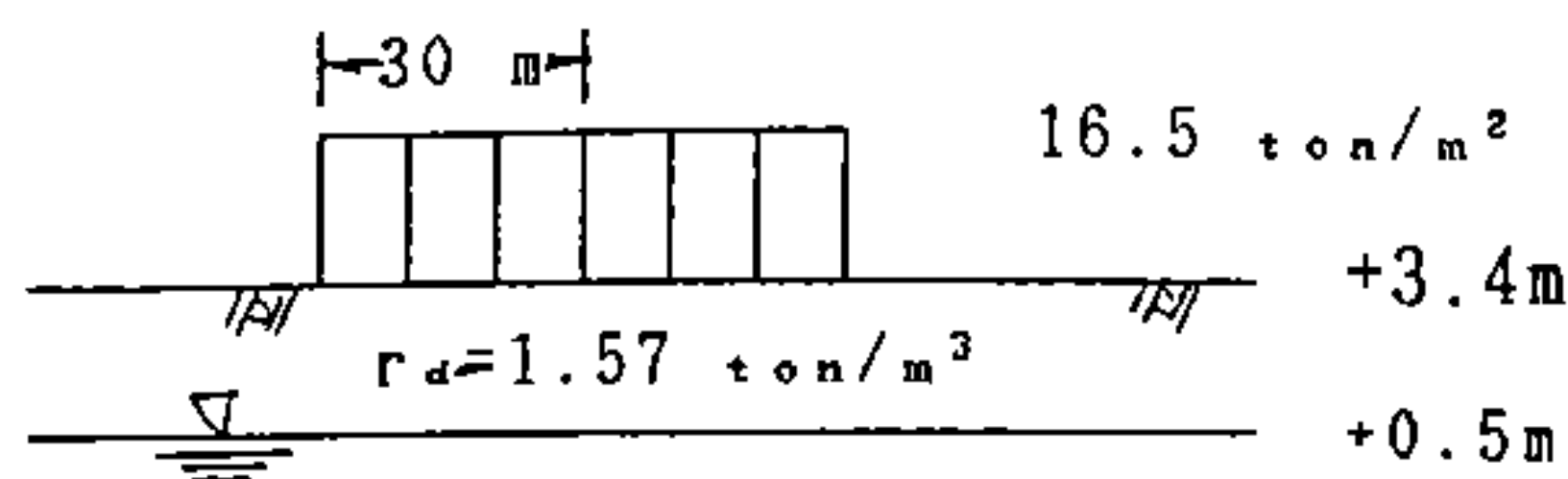
$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

1	2 m	-14.1 m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-32.1 m

$$r_{sat} = 1.967 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.69$$

$$C_c = 0.18$$

C區受油槽荷重示意圖



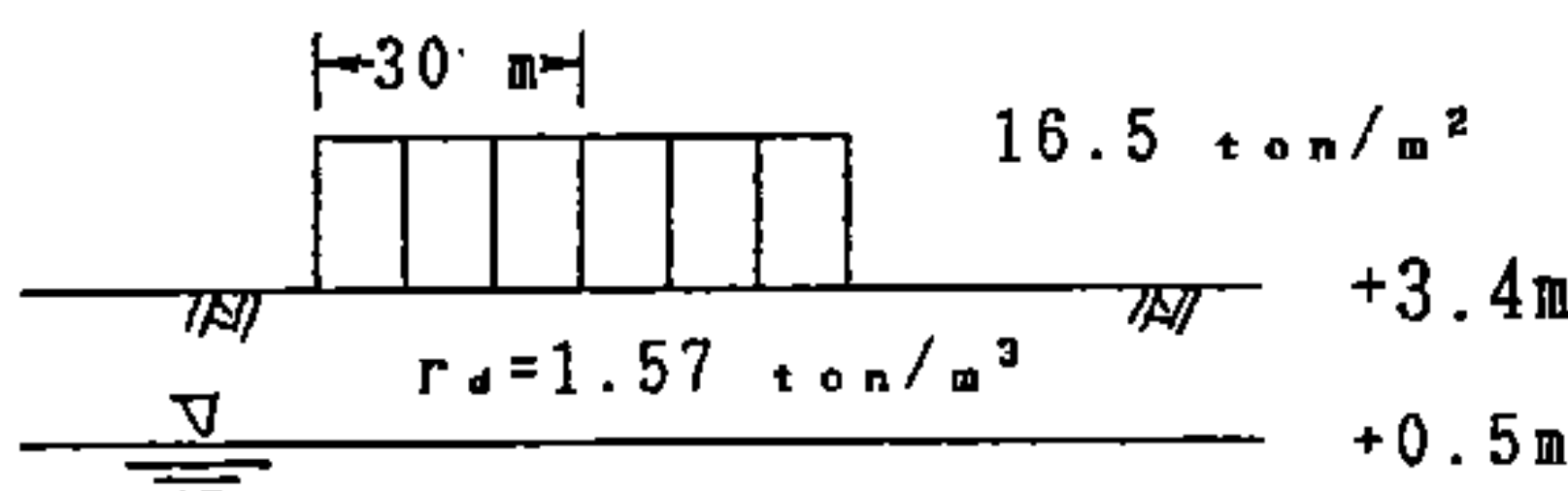
$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

1	2 m	-20.3 m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-36.3 m

$$r_{sat} = 1.942 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.68$$

$$C_c = 0.18$$

B區受油槽荷重示意圖



$$r_{sat} = 1.95 \text{ ton/m}^3$$

1	2 m	-8.1 m
2	4 m	
3	4 m	
4	4 m	
5	4 m	-26.1 m

$$r_{sat} = 1.926 \text{ ton/m}^3 \quad e = 0.70$$

$$C_c = 0.18$$

D區受油槽荷重示意圖

圖 5-10c 沉陷分析土層及回填載重示意圖

表 5.4 壓密沉陷量

區 域	荷 重 型 式		沉 陷 量 (c m)
A	一般碼頭 (3 t / m ²)		156.70
	一般 建築	獨立基腳(12t / m ²)	150.79
		筏式基礎(10t / m ²)	153.77
	堆煤碼頭 (6.9t / m ²)		163.87
	油槽 (16.5t / m ²)		165.81
B	一般碼頭 (3 t / m ²)		138.65
	一般 建築	獨立基腳(12t / m ²)	131.55
		筏式基礎(10t / m ²)	137.04
	堆煤碼頭 (6.9t / m ²)		147.17
	油槽 (16.5t / m ²)		153.95
C	一般碼頭 (3 t / m ²)		121.87
	一般 建築	獨立基腳(12t / m ²)	113.41
		筏式基礎(10t / m ²)	123.31
	堆煤碼頭 (6.9t / m ²)		134.31
	油槽 (16.5t / m ²)		143.30
D	一般碼頭 (3 t / m ²)		106.20
	一般 建築	獨立基腳(12t / m ²)	95.74
		筏式基礎(10t / m ²)	114.05
	堆煤碼頭 (6.9t / m ²)		118.62
	油槽 (16.5t / m ²)		136.19

(2) 沉陷時間

預估土層壓密時間，一般可利用影響土壤壓密時間之壓密係數 C_v 作為壓密時間估算之依據。土層壓密係數 C_v ，因隨荷重變化而改變，由壓密試驗資料取對應於 $P_0' + \Delta P'/2$ 荷重（約 $10 \sim 20 \text{ t/m}^2$ ）之 C_v 值約為 $8.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec}$ 。若考慮排水路徑 $H=8$ 公尺，壓密度（ U ）分別為50%及90%之狀況。利用公式(15)可計算出時間因素 T_v ，則壓密時間如下所示：

①當 $U=50\%$ ， $T_v=0.197$ ， $H=8$ 公尺代入公式(13)即可推求得所需壓密時間，約為172天。

②當 $U=90\%$ ， $T_v=0.848$ ， $H=8$ 公尺代入公式(13)即可推求得所需壓密時間，約為739天。

5.5.2 承载力分析

回填基地土層之承载力之決定因素除土壤工程性質以外，尚須視所設計基礎之型式、尺寸、埋設深度及地下水位之不同而改變。本研究為了解回填造地區域土層之承载特性，乃針對一般狀況下之獨立基腳以及筏式基礎，對各土層進行承载力分析。

1. 分析方法

目前一般分析基礎承载力，大都使用Terzaghi

(1943) 及 Meyerhof (1963) 之承载力公式來計算評估基礎之承载力，茲分別敘述如下：

(1) Terzaghi 基礎極限承载力公式

$$q_{ult} = CN_c + r_2 D_b N_q + 1/2 r_1 B N_r \quad (17)$$

式中， q_{ult} = 土壤的極限承载力

C = 土壤凝聚力

$$N_c = \cot \phi \left[\frac{e^{2(3/4 - \phi/2) \tan \phi}}{2 \cos^2(45^\circ + \phi/2)} - 1 \right]$$

$$N_q = \left[\frac{e^{2(3/4 - \phi/2) \tan \phi}}{2 \cos^2(45^\circ + \phi/2)} \right]$$

$$N_r = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{pr}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$$

D_b = 基腳底面至地面的深度

r_1 = 基腳底下土層的有效單位重

r_2 = 基腳上面土層的有效單位重

B = 基礎寬度

ϕ = 土壤摩擦角

K_{pr} = 被動土壓力係數

上式為條狀基礎情形，若為方形基礎則須更改係數，如下式所示：

$$q_{ult} = 1.3 CN_c + r_2 D_b N_q + 0.4 r_1 B N_r \quad (18)$$

(2) Meyerhof(1963) 之基礎極限承载力公式

$$q_{ult} = CN_c S_c d_c i_c + r_2 D_b N_q S_q d_q i_q + 0.5 r_1 B N_r S_r d_r i_r \quad (19)$$

式中， q_{ult} = 土壤的極限承载力

C = 土壤凝聚力

$N_q = e^{\pi \tan(\phi/2)}$

$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$

$N_r = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$

s, d, i = 形狀、深度及荷重傾角影

響因素，如表 5.5 所示。

表 5.5 Meyerhof 計算式中之形狀、深度及傾角因素

因 素	計 算 方 式	適用範圍
形狀因素	$s = 1 + 0.2 K B/L$	任意 ϕ
	$s = s = 1 + 0.1 K B/L$	$\phi \geq 10^\circ$
	$s = s = 1$	$\phi = 0$
深度因素	$d = 1 + 0.2 K D/B$	任意 ϕ
	$d = d = 1 + 0.1 K D/B$	$\phi \geq 10^\circ$
	$d = d = 1$	$\phi = 0$
傾角因素	$i = i = (1 - \theta/90)$	任意 ϕ
	$i = (1 - \theta^\circ / \phi^\circ)$	$\phi \geq 10^\circ$
	$i = 0$	$\phi = 0$

傳統上計算基礎之容許承载力 Q_a ，係由上列公式所推求之極限承载力 Q_{ult} 除以一總體安全因素 F_s 而得，如下式所示：

$$Q_a = Q_{ult} / F_s \quad (20)$$

利用以上方式推求基礎承载力 q_a ，需有土壤強度參數 ϕ ，因本研究並未進行相關土壤強度試驗，故改採用SPT-N值來推求。

(3)獨立基腳極限承载力， Q_{ult}

對於砂質地盤，可用 Meyerhof 公式之 SPT-N 值加以評估。

$$Q_{ult} = 3 N \cdot B (1 + D_f / B) \quad (21)$$

本研究假設 $3\text{m} \times 3\text{m}$ 之獨立基腳，基礎埋設深度 (D_f) 為 1.5m 。各區土層基本資料如表 5.6 所示，SPT-N 值係採用各鑽孔之平均值為計算標準。

表 5.6 各區土層基本資料

鑽孔編號	區域	SPT-N 值	飽和單位重(t/m)	N 值範圍	
				下限	上限
SB1—SB4	A	22	1.959	20	30
SB5—SB9	B	18	1.942	11	20
SB10—SB12	C	18.5	1.967	10	30
SB13—SB17	D	15.9	1.926	9	22

(4) 筏式基礎極限承载力， Q_{ult}

由 Meyerhof 公式，若容許沉陷量為 2.5 cm，則承载力 Q_{ult} 為

$$q = 1.34 \text{ N} , \text{ 當 } B < 1.25 \text{ m} \quad (22)$$

$$q = 0.88 \text{ N} [(B + 0.33) / B] , \text{ 當 } B > 1.25 \text{ m} \quad (23)$$

$$q = 0.88 \text{ N} , \text{ 對大型基礎} \quad (24)$$

本研究假設 20 m × 20 m 之筏式基礎，基礎埋設深度 3 m，採用 (24) 式估算其承载力。本研究 F_s 值採用 3.0，來推求基礎之容許承载力。

2. 分析結果

本研究針對工業廠房及建築物基礎，兩種型式之基礎進行分析比較：

(1) 3 m × 3 m 之獨立基腳

(2) 20 m × 20 m 之筏式基礎

並考慮不同埋設深度以比較其承载力之大小。假設地面高程等於回填高程 $EL = +3.40 \text{ m}$ ，且因本區平均高潮位為 $EL = +0.5 \text{ m}$ ，故地下水位定於地表面下 3.1 m。根據以上資料，以 Meyerhof 公式計算評估各標準土層之容許承载力，如表 5.7 所示。

表 5.7 各分區土層之容許承載

區 域	基 礎 型 式	承 載 力 (t/m ²)
A	獨 立 基 腳	99
	筏 式 基 礎	19.36
B	獨 立 基 腳	81
	筏 式 基 礎	15.84
C	獨 立 基 腳	83.25
	筏 式 基 礎	16.28
D	獨 立 基 腳	71.55
	筏 式 基 礎	13.92

5.6 回填量及儲砂量之評估

分區抽砂回填量之估算，應包括填築地區容積之土量、施工中填土層之壓實沉陷量與原地層之壓密沉陷量及加高寬裕量。其中加高寬裕量，係包括彌補因填土高低不平所發生之不足土量與填築完工至售出後，予使用者之短期間內所預計之沉陷量。其數量依土質與時間而有不同，一般大約預計為10—15cm。

依土地使用需求考慮深水港先期規劃約需6177公頃，參考現有水深量測資料可知，若要填土至地表高程達到 +3.4 公尺，平均填土深度約為13公尺；依前節分析得知，若考慮填土後之地盤沉陷及為防止地盤液化進行之地盤改良所增加之填土量，平均約1.35公尺，共約需填土方 10.25 億立方公尺。若考慮以目前世界上現有各種抽砂船較普遍能達到之抽砂深度約為30至40公尺之海床。因此可考慮將料源調查範圍先定在自海岸線水深 0 公尺至外海水深40公尺之海域，有關料源調查應考慮在下一階段進行評估，以深入了解料源採取時可使用之施工方式及對原有環境與新生地之影響。

依圖 4-4 垂直海岸方向土層剖面資料可知，距離海岸10公里至11公里，水深約為30公尺至40公尺，土層屬於沉泥質砂土應可作為料源區。若以平均抽砂深度為 5 公尺計算，則至少約需20,500萬公頃之抽砂區面積。考慮經濟運距在 25 公里以內，目前深水港預定港址25公里可供抽砂之地點如下：

1. 距預定港址外廓堤防 500 公尺以上向南外海延伸之區域（如圖2-2之 I 區所示）。
2. 超過高屏溪口深溝預定港址南側東港附近外海水域（如圖2-2之 II 所示）。

5.7 回填造地穩定安全管理

利用回填新生地初期實測沉陷狀況，預測今後土層沉陷狀況，以作回填新生地之安全管理，其方法有以下數種：

1. 雙曲線法

此法係假設土層沉陷的平均速度乃沿雙曲線逐漸減小，而以初期的實測沉陷量為基礎，來預測將來的沉陷量。其預測順序說明如下：

預測沉陷模式如下式所示：

$$S_t = S_0 + \frac{t}{\alpha + \beta t} \quad (25)$$

式中，

t = 自回填新生地施工完成後之時間

S_t = 時間 t 之沉陷量

S_0 = 回填新生地施工完成時之初期沉陷量

α, β = 由實測沉陷量求得之係數

以填土工程完成時 ($t=0$) 之實測沉陷量為基礎，計算 $t / (S_t - S_0)$ 與 t 之關係，描繪成圖以求出 α, β 。將 α 與 β 之值代入公式 (25)，則可求出任意時刻之沉陷量 S_t 。又最終沉陷量 S_∞ 可由公式 (26) 求得。

$$S_\infty = S_0 + 1 / \beta \quad (26)$$

2. Hoshino 氏方法

Hoshino 氏方法是假設沉陷量與時間的平方根成反比，預測沉陷模式採用公式 (27)。

$$S = S_1 + \Delta S_t = S + \frac{A \cdot K \cdot \sqrt{t}}{\sqrt{1 + K^2 t}} \quad (27)$$

式中， t = 載重後經歷之時間

S = 總沉陷量

S_1 = 載重後之瞬間沉陷量

ΔS_t = 經過時間 t 後之沉陷增量

A, K = 由沉陷實測值求得之係數

測定填土施工完成後之某時刻 t_1 之沉陷量 S_1 及任意時刻 t 之沉陷量 S_t ，算出 $(t-t_1)/(S_t-S_1)$ ，描繪 $(t-t_1)/(S_t-S_1)$ 與 $(t-t_1)$ 之關係圖，即可推求出公式(27)中之係數 A 與 K 。然後在利用公式(27)可推算出任意時刻之沉陷量。最終沉陷量 S_∞ 可由公式(28)求得，

$$S_\infty = S_1 + A \quad (28)$$

利用此法時，隨 t_1 與 S_1 之取法，預測精度變化甚大。但依據Yoshiguni 氏之說法於沉陷預測中，選擇適當之 (t_1, S_1) 盡量使 (S_t-S_1) 成為較大之值，則可增加預測之精確度。

3. Asaoka 氏方法

Asaoka 氏根據單向度壓密方程式，提出下面之預測沉陷模式。

$$S_i = \beta_0 + \sum_{s=1}^n \beta_s S_{i-s} \quad (29)$$

式中， S_i = 將時間 t 以 $t_i = \Delta t \times i$ ($i = 0, 1, 2, \dots$) 之方式表示時之沉陷量

n = 預測沉陷之差分模式的最高次數

β_0, β_s = 由實測沉陷量求得之參數

差分模式之次數 n 愈大，預測精確度亦愈高，但實用上一次或二次之近似應已足夠。若以最簡單的一次近似解析，將初期之實測沉陷值 S_i ， S_{i-1} 之關係標於圖上，可知幾在一直線上，由圖可求得 β_0 ， β_1 。即可進一步推求出任意時刻之沉陷量，又此直線與 45° 線之交點表示最終沉陷量。

5.8 回填區之土壤穩定分析與改良工法

5.8.1 液化潛能分析

回填區及抽砂區主要土壤種類，由調查結果顯示：大多屬於細砂、沉泥質細砂及細砂質沉泥。粒狀土壤一般為中緊密度，其相對密度約 40%—60% 之間。一般相對密度在 50% 之粒狀土壤，在地震加速度為 $0.1g$ 作用下，仍可能會產生液化現象。另本研究地區之土壤型式，受到大暴潮所引起波浪力之作用，仍亦可能產生液化現象，值得再下一階段進一步分析評估。針對本區土壤建議利用 CPTU 及在試驗室進行土壤動態試驗，並同時考慮地震力作用之情況。

土壤液化之評估一般是比較所採用設計地震引致之剪應力及促使土壤液化必需之剪應力。依 Hou and Chien (1985) 對台灣西南海岸土壤液化之研究，回歸周期 100 年有感半徑 100 公里，本區地震大小 $M=7.1$ ，地表最大加速度約為 $0.2g$ 。為簡化分析土壤發生液化必需之剪應力可採用 Seed 與 Idriss (1967) 建議的方法，依據相對密度來推估。相對密度則採用 Gibbs 與 Holtz (1957) 建議的關係式及 Terzaghi 與 Peck (1967) 的修正式，利用 SPT-N 值來估算。

5.8.2 回填新生地土壤改良工法之研究

地盤改良一般包含：1. 地盤土之置換，2. 地盤土之改良，3. 地盤土之補強等三大類。基本改良原理大致可分為(1)置換，(2)排水（壓密等），(3)夯實（壓縮），(4)固結，(5)熱處理，(6)補強。常見之地盤改良工法，如表 5.8 所示。

地盤改良工法種類很多，各種施工法均具有其特徵，選擇可依圖 5-11 所示之程序進行。首先從自然條件與人為要求條件中明確出改良之基本方針與問題，斟酌各種施工法之改良原理與施工經驗，而選擇出數種可行之施工方法。其次根據經濟性、工期、材料取得條件等觀點進行分析研判，探尋出最適當之施工法，工法決定後，視設計施工之需要，實施調查，進行細部設計。

因目前缺乏地層土壤特性之相關力學試驗資料，所以尚無法根據土層特性，提出適當工法改良之建議與設計。若液化分析認為土壤工程性質具有液化之可能，且可能造成土層之沉陷，則必需對土壤加以改良，以使土壤能抗液化及加速壓縮土層之完成壓密。目前國內常採用之地盤改良方法有動力壓密法 (dynamic consolidation) 及垂直砂樁排水法 (vertical sand drain method) 等，應待土壤調查及試驗完成後，始作進一步之比較分析與設計建議。

表 5.8 地盤改良工法分類

基本原理	施工方法名稱	備 註
置換	換土工法	含爆破換土、強制換土
排水	預載工法 垂直排水工法 生石灰樁工法 真空壓密工法 電氣滲透工法 點井工法 深井工法	主要是利用黏性土之排水作用，以達壓密效果 主要是利用砂質土之排水作用，以降低地下水位
夯實	夯實樁工法 壓實砂樁工法 振動揚實法 重錘落下夯實工法 爆破夯實工法 電氣衝擊工法	增大砂質土之密度，含滾壓在內
化固 學性結	混合處理工法(淺層、深層) 噴射攪拌工法 灌漿工法 電氣化學固結法	含路基材料之改良
熱處理	燒結工法 凍結工法	暫時性固結
補強	表面覆蓋工法 補強土工法 壓實砂樁工法 深層混合處理工法	以黏性土為對象 含噴射攪拌工法

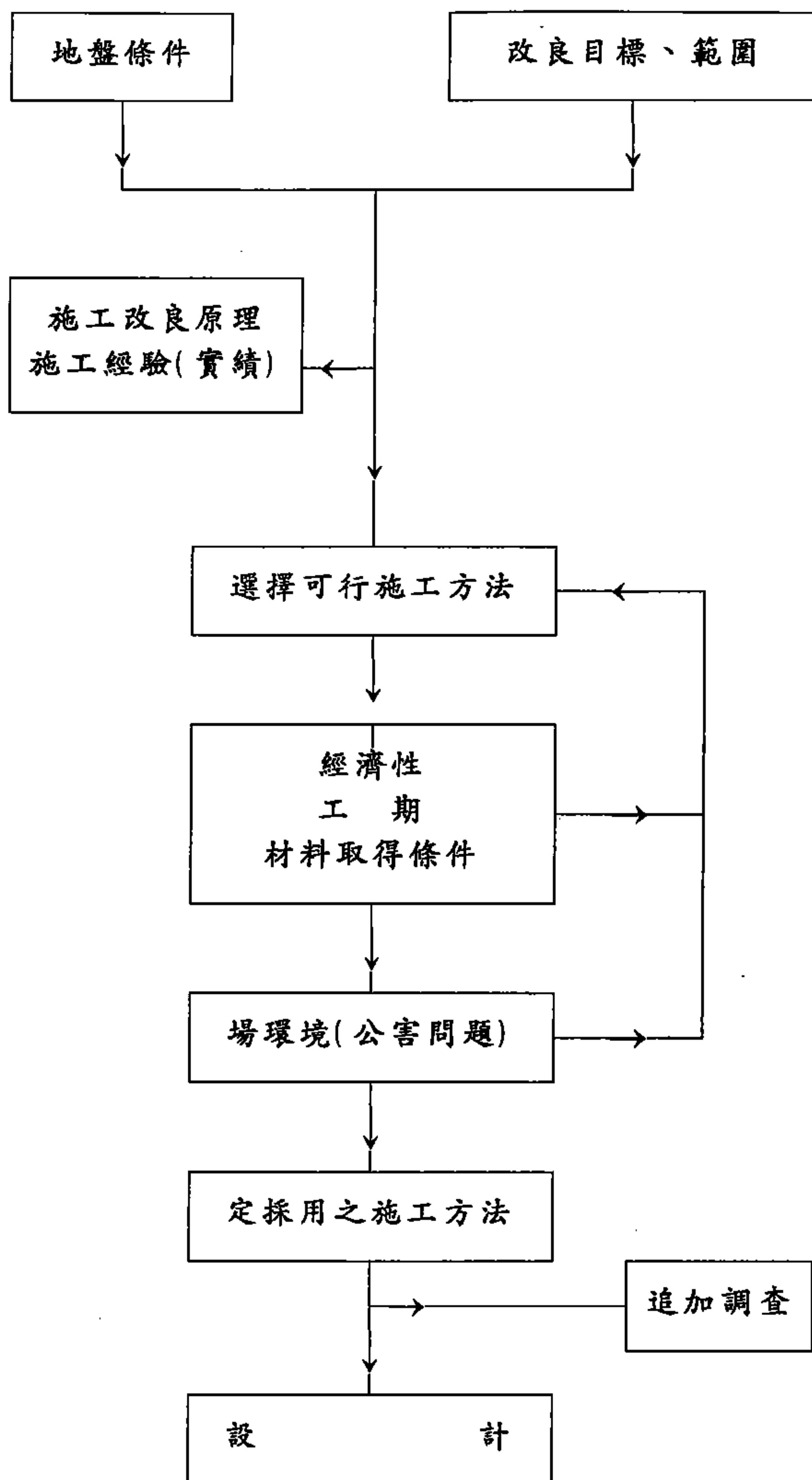


圖 5-11 地盤改良工法選擇步驟

第六章 抽砂回填之作業程序分析

深水港由於須較大之水深及較大之腹地以容納相關之產業，必須抽取海床大量下之土壤以作為回填新生地之材料，故港區附近水深較淺之海域將成為填築區而抽砂區基於成本及工期考量，在地質狀況及海岸安全考量允許下須儘量接近填築區，故鄰近外海填築區之外海深水區域將可能成為較佳之抽砂區。一般挖泥船除自航式挖泥船外，大都必須於遮蔽區內作業，故其作業水深大都十分有限，而自航式挖泥船因限於船舶本身之動力及船長，除非經特殊設計或改裝，其最大浚挖水深均小於30公尺，無法滿足深水抽砂之需求，因此，如規劃在水深大於30公尺以上之海域抽砂，對抽砂作業須進行詳盡之調查規劃，以免計畫實施時遭遇窒礙難行之處，而影響計畫內其他工程項目之執行。故本章擬先就挖泥船之種類及特性作廣泛資料說明及分析，並就土壤特性及對環境之影響作初步之探討，以為抽砂回填作業之參考。

6.1 挖泥船及其作業方法探討分析

浚渫(dredging)其定義可簡述為：「凡為增加水深而於海(河)底挖除土石方之作業稱之為浚渫」。浚渫作業大體上應分作兩個步驟：一為浚挖，即將高出於設計水深以上之土石方予以挖除；一為運棄，即將挖除之土方運至適當地點拋棄。而如何把水下土方從底部挖除並排棄，主要有下述三種方法：

1. 機械式(Mechanical)：

用機械之方法(通常為各種挖掘斗)從底部挖泥裝斗並提出水面，然後開斗卸於駁船(barge)或船上泥艙(hopper)，故又可稱為斗式。此類挖泥船有鏈斗式

、抓斗式、鏟斗式及掏挖式等。

2. 水力式(Hydraulic)：

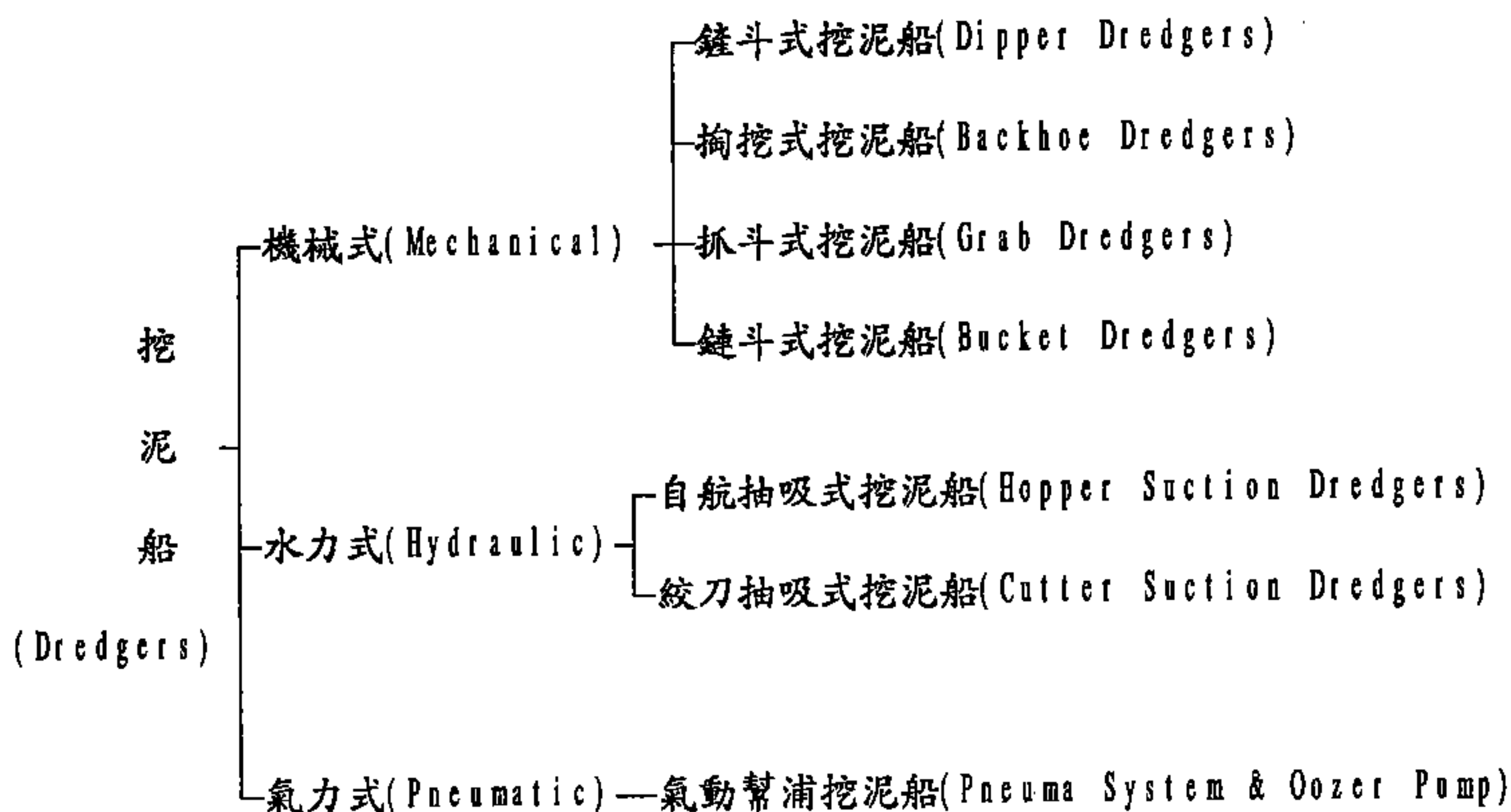
使用機械方法或沖水法使水下土被切割破碎、沖散，而從底部將水下土提出水面，則借助於挖泥幫浦及排泥管採用水力吸引之方法，並排卸於泥艙或遠處，故又稱為吸式。此類挖泥船有抽吸式及絞刀抽吸式等。

3. 氣力式(Pneumatic)：

此法係以壓縮空氣之能量使水底泥砂進入管道並排出。

根據上述分類，可將挖泥船作業分式簡單分類如表6.1所示。

表 6.1 挖泥船作業方式分類表



6.2 挖泥船作業方式探討分析

本節擬就機械式及水力式挖泥船之作業方式、主要設備、及能量作一探討分析，以作選擇船機之參考。而氣力式挖泥船由於數量不多，故在此不予詳細介紹。

6.2.1 機械式挖泥船

1. 鏟斗式挖泥船(Dipper Dredgers)

(1) 型式

鏟斗式挖泥船之基本型式如圖 6-1 所示，船體可為無自航能力之平台船，亦可為自航船體，前端裝置浚挖設備，其中桁架固定於可旋轉之座盤上，使桁架可作 180° 左右之旋轉，桁架中裝置一挖臂，可按需要伸縮及俯仰，並於挖掘時，用以施加挖力，挖臂前端裝置一鏟斗，用以直接鏟挖海(河)底地層，鏟斗向上面為敞口，敞口鏟挖邊裝有鏟齒(teeth)，用以集中鏟力，俾可適應緊密而堅硬泥土之鏟挖，鏟斗底面為開關門，當鏟挖時，此門關閉，當鏟滿一斗卸土時，將底門開啓，因此時挖臂已高舉至約略水平狀態，斗內所鏟泥渣，即因重力而自行卸落，船上設置棒錨(Spud)兩支，一支設於旋轉座盤後側，稱前進棒錨(forward spud)，作為鏟挖時固定船隻、施加鏟力及作業時向前推進之用，另支設於船尾，稱拖曳棒錨(trailing spud)。

鏟斗之大小對挖泥量有絕對之關係，一般鏟斗之容量約在1~9立方公尺之間，亦有大至12立

方公尺者，惟較少而已；常用者多在3~6立方公尺之間。

挖臂之長度影響鏟挖之深度，一般多僅達水面下4~12公尺之深度，亦偶有可挖深至20公尺之深度者。

鏟斗式挖泥船其船體為平台船組合者，吃水深約在1~2公尺之間，如為自航船體者，則吃水深約在2~4公尺之間。

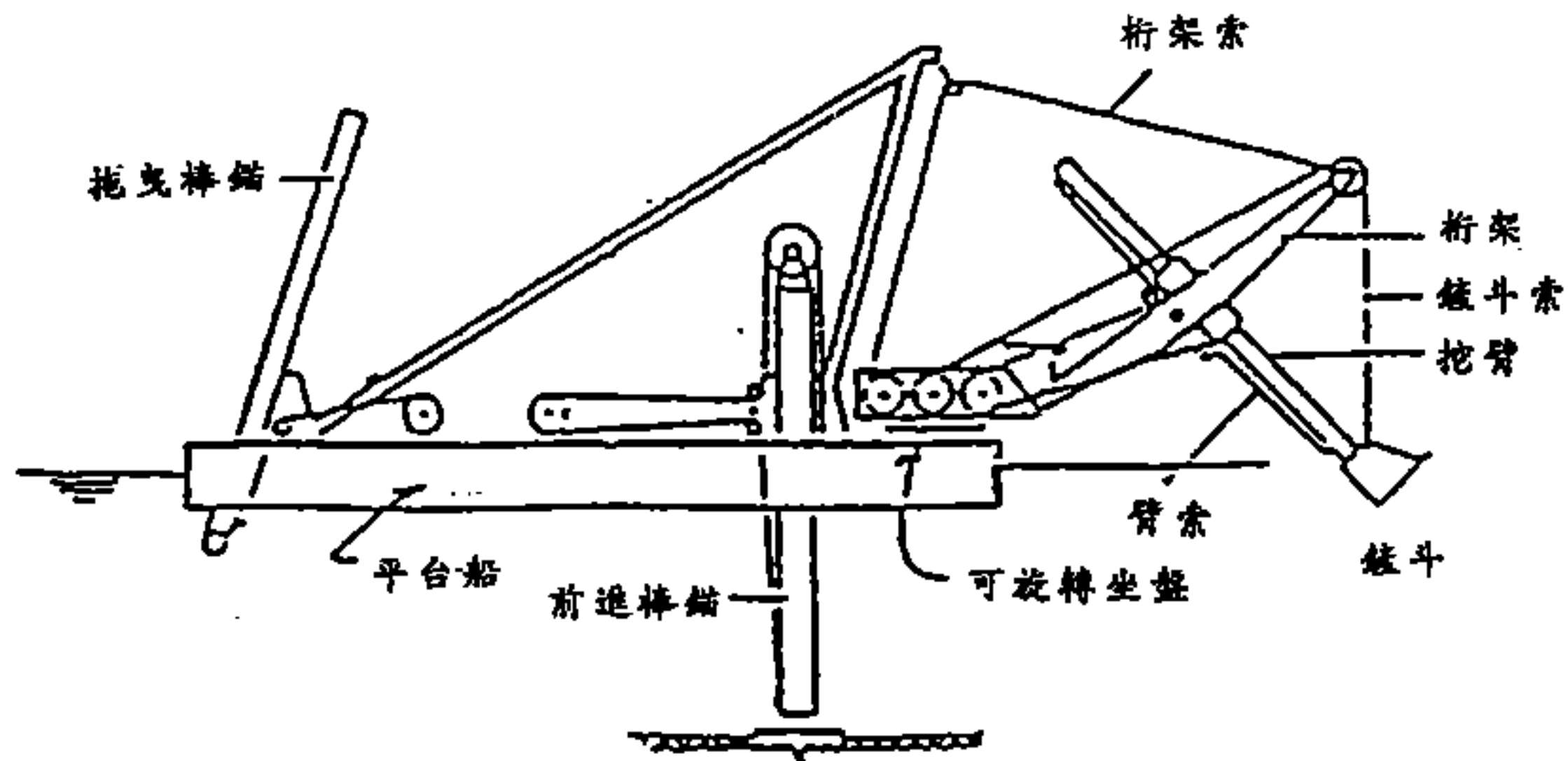


圖 6-1 鏟斗式挖泥船基本型式

鏟斗式挖泥船由於係棒錨固定船位，故可承受稍大波浪，但仍不宜在1.0公尺浪高以上之水域作業，否則棒錨極易折斷。

(2) 鏟挖工作量

鏟斗式挖泥船挖泥之工作量，受鏟斗大小、鏟挖效率、鏟挖深度及受泥船裝載量等四因素影響，其每小時工作量可由圖6-2所示之曲線估算之。依曲線推算所得為十足60分鐘之工作量，實

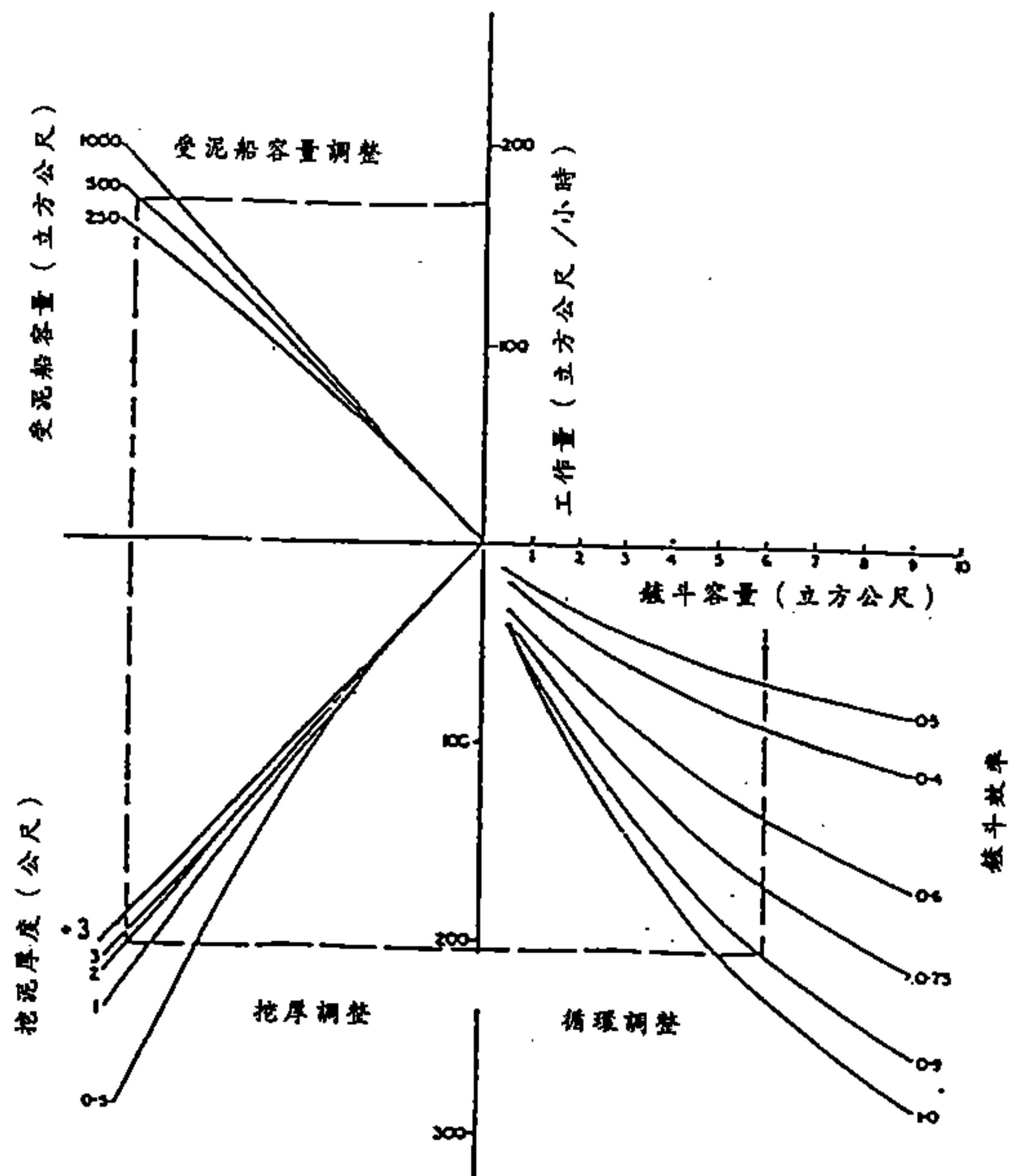


圖 6-2 鏟斗式挖泥船工作量

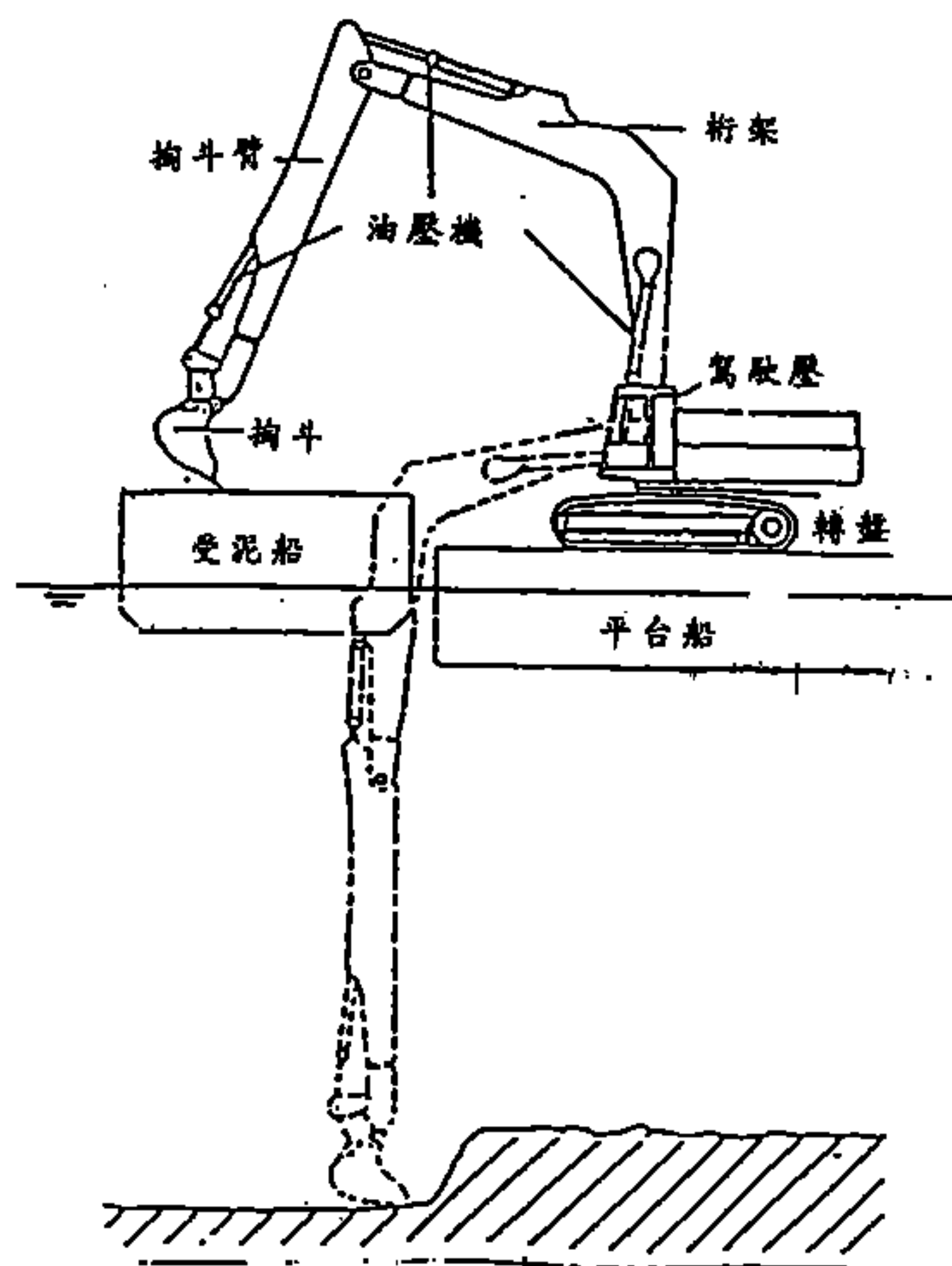


圖 6-3 掬斗式挖泥船構造及其挖泥示意

際作業時每小時僅能以50分鐘為準，因此，圖6-2曲線推算所得結果應乘 $5/6$ 始為實際之工作量。一日工作量應以一日間實際鏟挖小時乘以每小時實際工作量為該日工作量。

2. 掏挖式挖泥船：(Backhoe Dredgers)

(1) 型式

掏挖式挖泥船基本上為一長臂挖溝機(backhoe)裝置於平台船上所構成，如圖 6-3 所示，其挖泥作業除挖斗(bucket)係向內向下掏挖，不似鏟斗之向外向上鏟挖外，其他因應設施與運作均與鏟斗式挖泥船相同，故不必複述。惟此式挖泥船僅適用於爆(鑿)碎後石塊及砂質地層之挖掘。

掏挖式挖泥船之挖泥深度，受掏挖臂長度之限制，挖泥量受掏挖斗大小之限制，通常掏挖斗小者挖深即淺，掏挖斗大者挖深即大。一般掏挖斗容量在 1.0 立方公尺時，其挖深多在 5.0 公尺以內，掏挖斗容量為 5.0 立方公尺者，其挖深多可達 10.0 公尺左右。

掏挖式挖泥船雖為挖泥船之一種，但通常少見於工程市場，如挖泥量不大而又無其他挖泥船可資應用時，即可依此原則將陸上長臂挖溝機裝置於平台船之上應用，用畢再將挖溝機駛抵岸上，另作他用。

3. 抓斗式挖泥船(Grab Dredgers)

(1) 型式

抓斗式挖泥船之基本型式如圖 6-4 所示，船

體如爲平台船構造，則爲非自航式抓斗挖泥船，如圖 6-4 所示即爲此型，如爲一般船體構造而有航行裝置者，則爲自航式抓斗挖泥船，其挖泥裝置設於船身一端之甲板(deck)上，主要爲動力機座及抓斗，機座上裝一桁架，可作 360° 旋轉，另有一鋼索絞盤亦裝於機座內，絞盤上鋼索沿桁架伸至頂端滑輪後下垂，下垂端懸吊一抓斗，其上下及開合以鋼索操縱，是爲鋼索駛動(cable actuated)。此型挖泥船最爲普遍，因其既可抓挖岩石(稍脆軟之岩石可直接抓挖，毋容先期爆破，因其具有相當重量之抓斗直接錘擊後再行抓挖之故)及泥砂，適用性較廣，但通常多利用其特性施挖岩石。如用以抓挖泥砂時，其效率遠不若泥砂專用挖泥船之大，故不經濟因而僅在不得已時始用於泥砂之抓挖。

抓斗式挖泥船其船體如爲平台船組合者，吃水深約在 1~2 公尺之間，如爲自航式者，吃水深恆在 3~5 公尺之間。

抓斗式挖泥船之長度約在 20~50 公尺之間，抓斗小者船身短，抓斗大者船身長。

(2) 抓斗式挖泥船工作量

抓斗式挖泥船每小時施挖工作量與抓斗之大小、挖泥之深度及抓斗之效率等因素有關，一般可以圖 6-5 所示曲線推算之。曲線中所示爲每小時十足 60 分鐘作業，實際情況每小時僅能以 50 分鐘爲準，因此，依圖 6-5 推算之結果應乘以 $5/6$ ，始爲每小時實際工作量。又圖示之工作量係以受泥船充份配合爲準。

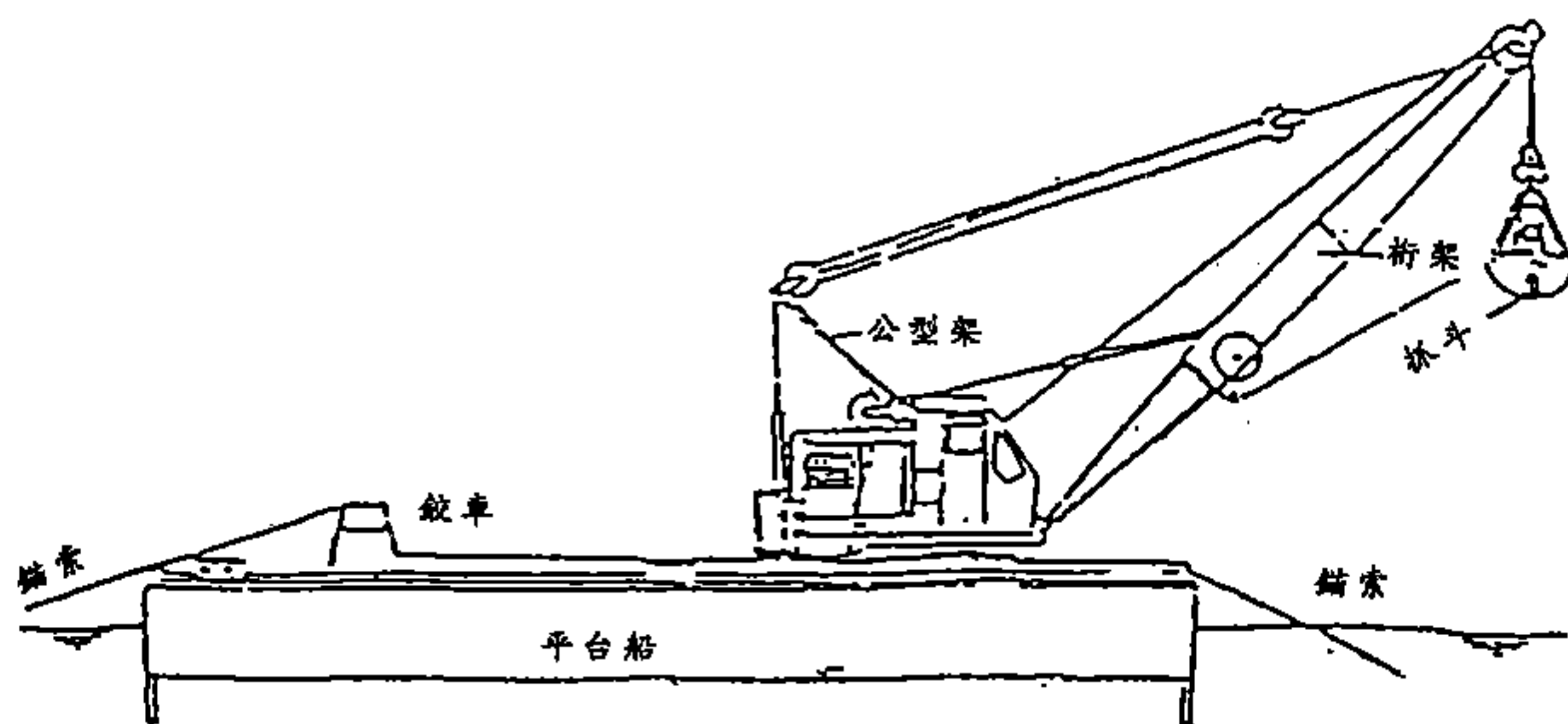


圖 6.4 抓斗式挖泥船基本型式

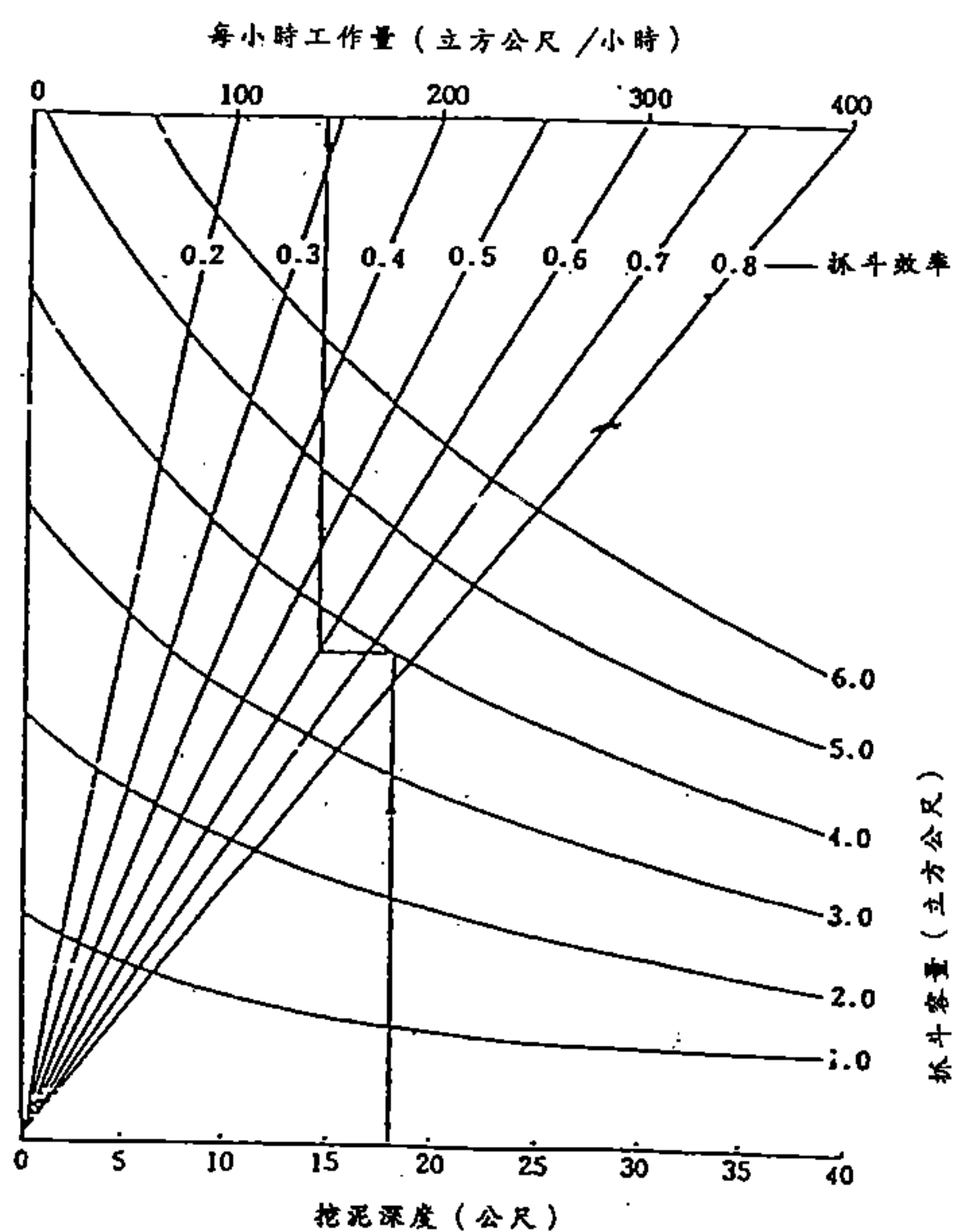


圖 6.5 抓斗式挖泥船工作量

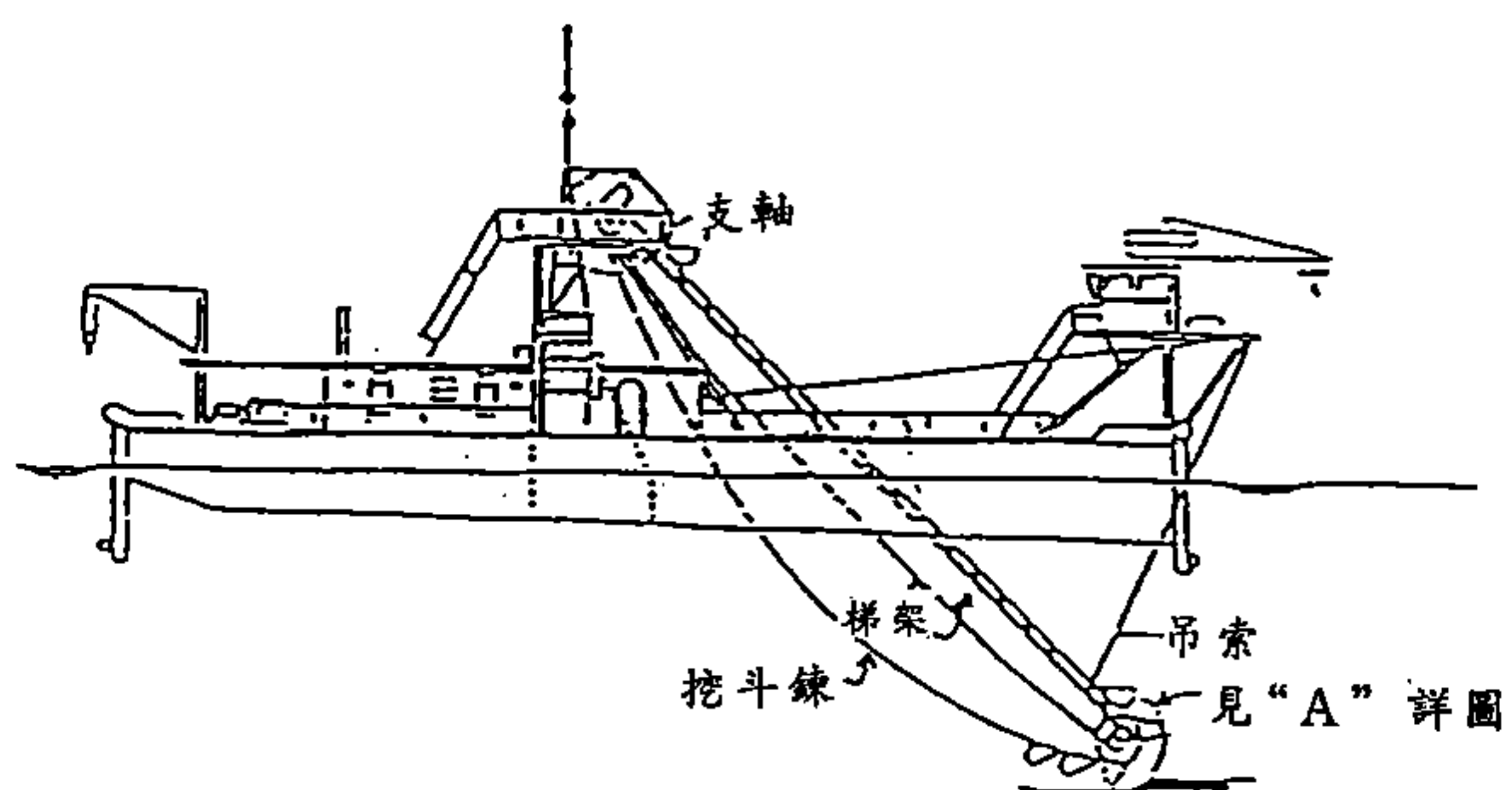
挖泥船一日實際作業小時，視作業時前進移位之多寡及是否須要等待受泥船等因素而定，通常前進移位一次約需時10~30分鐘，而等待受泥船時間之長短，則視受泥船運棄時拖航之距離與拖航速度等兩因素而定，通常3.0公里拖航距離在拖航速度為每小時5公里之情形下，來回一次連同拖棄及靠泊約需時60~70分鐘。又拖航速度受拖船大小之影響甚大。上述3.0公里運距5公里拖航速度約需1000匹馬力之拖船。

挖泥作業每日出勤小時，通常多為8小時，扣除早晨出勤由碼頭邊拖航(或自航)至挖泥水域，並定位之時間約30~60分鐘(視航距需定)及晚間收工時回航之時間約20~50分鐘等外，其餘時間方為實際工作小時。至實際挖泥作業小時，則須以此實際工作小時，再減除前進移位時間與等待受泥船時間，方為實際挖泥時間。倘在風平浪靜水域作業，為延長作業時間起見，可令挖泥船在挖泥水域下錨過夜，俾能減除出勤及收工時拖來拖去之時間損耗。總之，挖泥船之挖泥量，應依實際挖泥作業小時計算。

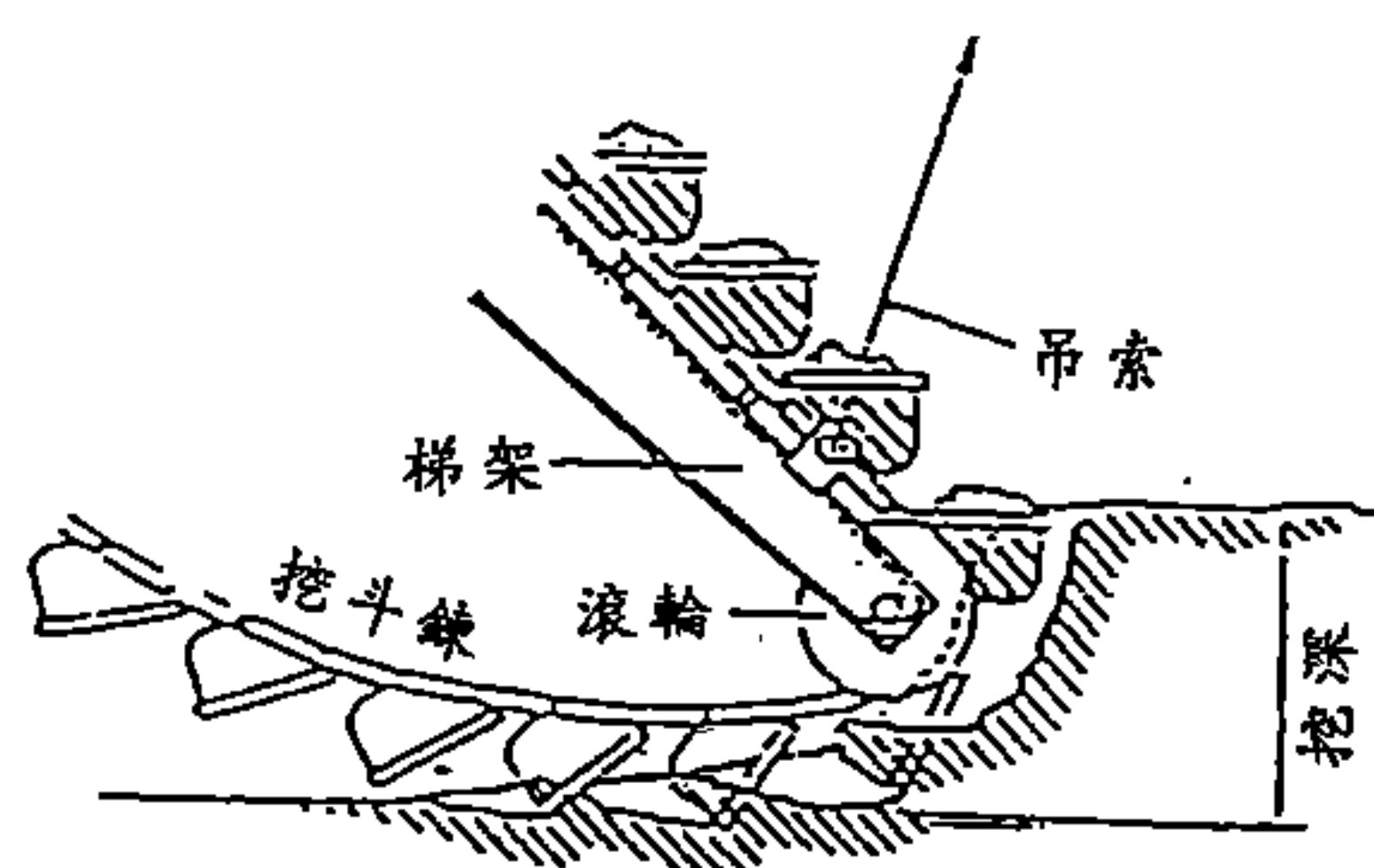
4. 鍊斗式挖泥船

(1) 型式

鍊斗式挖泥船之構造如圖6-6所示，船體為無自航能力之平台船，挖泥裝置為一連串之挖斗裝於一閉合式鍊條上，故稱鍊斗。鍊條沿一梯架(ladder)裝設，梯架上端為固定端，下端為昇降端，下端裝一如圖示之吊索，以為昇降，上下端各裝置一滾輪(tumbler)，以滾輪滾動帶動鍊條迴轉，由鍊條迴轉，鍊條上挖斗即經梯架下端挖



鍊斗式挖泥船構型



“A” 詳圖

圖 6-6 鍊斗式挖泥船典型構造

裝土(石)方。

(2)鍊斗式挖泥船工作量

鍊斗式挖泥船所裝挖斗之大小約在100~1000公升之間，每斗之裝載係數(即滿載率)因土質而異，約如表 6.2 所示。鍊條迴轉速度亦與土質有關。至於其工作量，設機械效率為 0.8，作業效率為 5/6，則可以下式求之。

$$Q = pqv \times 60 \times 5/6 \times 0.8 = 40pqv$$

式中之 Q = 一小時工作量

p = 挖斗滿載率

q = 挖斗容量

v = 鍊條迴轉速度

表 6.2 鍊斗式挖泥船挖斗滿載率

土 質	滿 載 率	備 註
硬 黏 土	0.90	較少使用此型挖泥船
中等黏土	0.85	
軟 黏 土	0.80	
粗 砂	0.80	
中 等 砂	0.70	
細 砂	0.60	
爆碎岩石	0.40	
脆 石	0.20	

6.2.2 水力式挖泥船 (Hydraulic Dredger)

水力式挖泥船又名吸管式挖泥船(Suction Dredger)，船上設置強力離心式幫浦(Centrifugal Pump)，連接吸泥管(Suction Pipe)伸達水底，將泥砂連水吸起，或於管口加裝絞刀(Cutter)或泥耙(Drag Head)，將較硬土質予以刨削或耙鬆，以便隨水同時吸入。此種將水底固體泥砂與水混成泥漿，藉吸管強大吸力抽起，屬間接浚挖方式之挖泥船，統稱為水力式挖泥船(或吸管式挖泥船)。此類挖泥船又可分為：

1. 自航式(The Self-Propelling Suction Hopper Dredger)：

大部份屬大型挖泥船，具有泥艙(Hopper)。此式挖泥船可再分為繫泊式及拖耙式兩種：

(1) 繫泊式(Mooring Suction)

挖泥時與定位式相似，操作繫於錨碇之鋼索或錨鍊以移動船位，泥艙裝滿後，自航至外海拋泥地點開底門棄泥。

(2) 拖耙式(Drag Suction)

吸管前端裝有泥耙(Drag Head)，船一面航行，一面將泥耙拖在海底吸泥，泥艙裝滿即駛往外海棄泥。

2. 定位式(Stationary Suction Dredger)

此型挖泥船吸泥管位於船身正前方，船艏固定

，船艙左右擺動，使吸泥口作弧形移動以吸取泥砂。經過船上幫浦，進入船艙排泥管再連接水上與陸上輸泥管(Mud Pipeline)送往放泥地點。船艙之固定係藉棒錨(Dredger Spud)插入水底，棒錨可隨意吊起、插下，船之前進，依棒錨之動作而定。船艙之左右擺動，係藉於兩側拋錨與收放兩邊之鋼索而定。此種定位式挖泥船可再分之為絞刀式與無絞刀式兩種：

(1)絞刀式(Cutter Head Dredger)：

吸管前端附有削泥絞刀，以絞鬆土砂。

(2)無絞刀式：

或稱為噴射管式，即裝以噴射管(jet)代替絞刀，用以沖鬆土砂。

由於本計畫位於高雄第二港口附近，根據表6.3浚挖設備選用準則，咸認該區最適挖泥船即屬水力式挖泥船，故以下將就絞刀抽吸式挖泥船及自航抽吸式挖泥船詳予介紹，以為後續作業之參考依據。

表 6.3 浚挖設備選用準則

操 作 限 界	單 位	浚						挖					備		
		Trailer Suction	Suction	Cutter Suction	Bucket Wheel	Stationary Suction	Grab Hopper	Grab Pontoon	Bucket Chain	Hydraulic backhoe	Dipper				
1. 最小水深	m	4	3	1	3	1.3	3	3	3	2	1.5				
2. 最大水深	m	35	35	35	20	8.5	45	80	35	25	15				
3. 最大波高	m	3	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5				
4. 最大湧高	m	2	1.5	1	0.6	1	1	1	1	0.7	0.7				
5. 最大橫流	節	3	2	2	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	0.5				
6. 最小寬度	m	NA *	NA	5	5	NA	5	5	10	2	3				
7. 最大寬度	m	NA	NA	175	105	NA	15	70	200	50	25				
8. 最小迴轉	m	75	75	NA	NA	NA	75	NA	NA	NA	NA				
9. 最小耗水量	m / h	NA	NA	300	350	450	NA	NA	NA	NA	NA				
10. 最大粒徑	mm	500	200	500	450	150	450	3,500	2,500	3,000	2,500				
11. 最大土壤剪力強度	KN/ m	75	NA	500	400	NA	100	300	350	450	500				
12. 最大岩石壓碎強度	KN/ m	100	NA	30,000	10,000	NA	500	1,000	3,000	10,000	5,000				
13. 最大冰層厚度	mm	200	NA	200	200	NA	200	100	100	200	200				

註：NA * : Not usually applicable 通常不適用。
資料來源：BS 6349 : PART 5, 1991。

1. 絞刀抽吸式挖泥船

(1) 型式

絞刀抽吸式挖泥船之基本構形如圖6-7 所示，船體為單一平台船構造，亦可為兩個以上平台船組合而成，挖泥裝置，主要為絞刀(cutter head)與抽泥泵(dredging pump)，絞刀裝置於梯架之一端，梯架另端以銷鏈(pin connection)固定於船體上，梯架絞刀端並以鋼索懸吊，藉以操縱絞刀昇降，抽吸泥砂之吸管(suction pipe)即由絞刀處沿梯架向另端延伸，直至與抽泥泵啣接，抽泥泵抽吸之泥漿經輸泥管(亦稱排泥管，即 disposal pipe)排送至遠處。

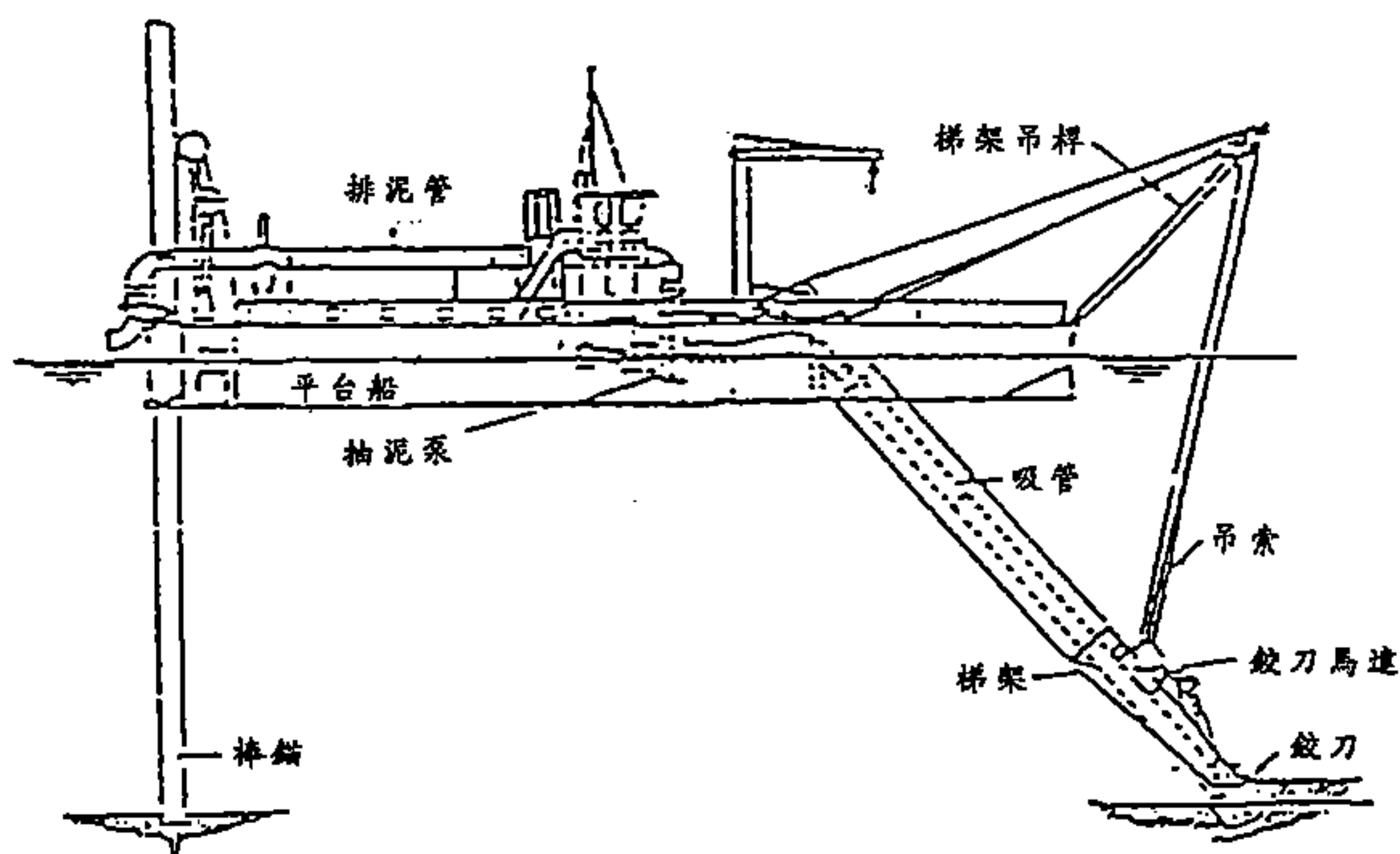


圖6-7 絞刀抽吸式挖泥船典型構造

(2) 絞刀抽吸式挖泥船工作量

絞刀抽吸式挖泥船之大小，雖通常以輸泥管徑大小以為衡量(通常管徑約在150~1200公厘之間，但以300~600公厘最為常見)，但因管徑與絞刀馬力有關，故其工作量取決於下列各因素：

- 土壤之N值
- 絞刀之馬力
- 抽吸泵之馬力
- 挖泥深度(dredging depth)
- 排泥距離
- 挖泥面層深度(face height)

土壤N值與絞刀馬力成直接之關係，可以圖6-8所示表示之。

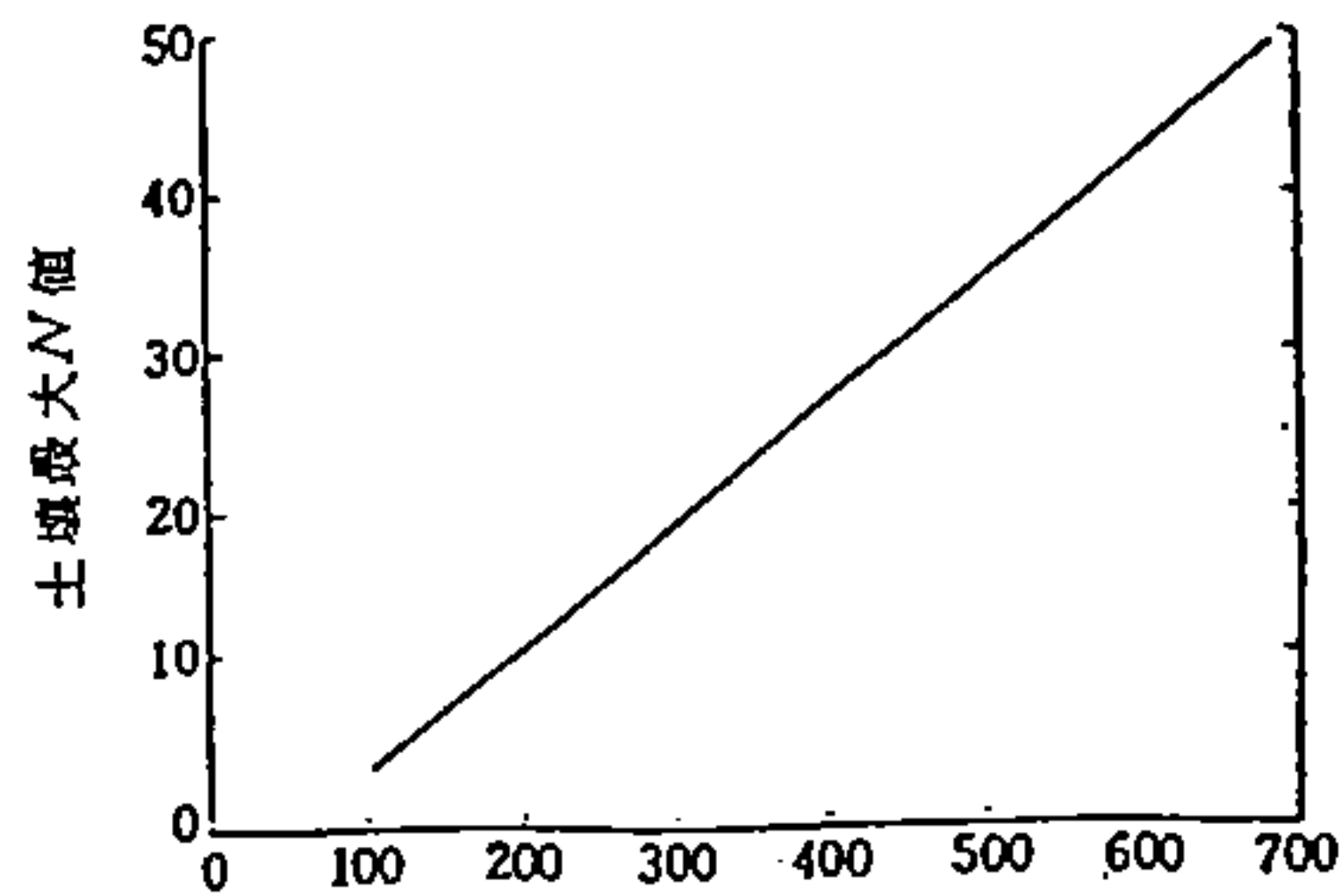


圖6-8 絞刀馬力與土壤N值之關係

排泥距離與抽吸泵馬力成直接之關係，並與土壤之D有關，可以圖6-9所示表示之。

排泥深度、抽吸泵馬力及絞刀馬力等與排泥管直徑之關係如圖6-10所示。

絞刀抽吸式挖泥船之工作量，除與排泥馬力有直接關係外，並與排泥距離及挖泥面層深度及挖泥深度等因素有關，可以下式表示之：

$$P_{nom} = f f_c f_m H P_d$$

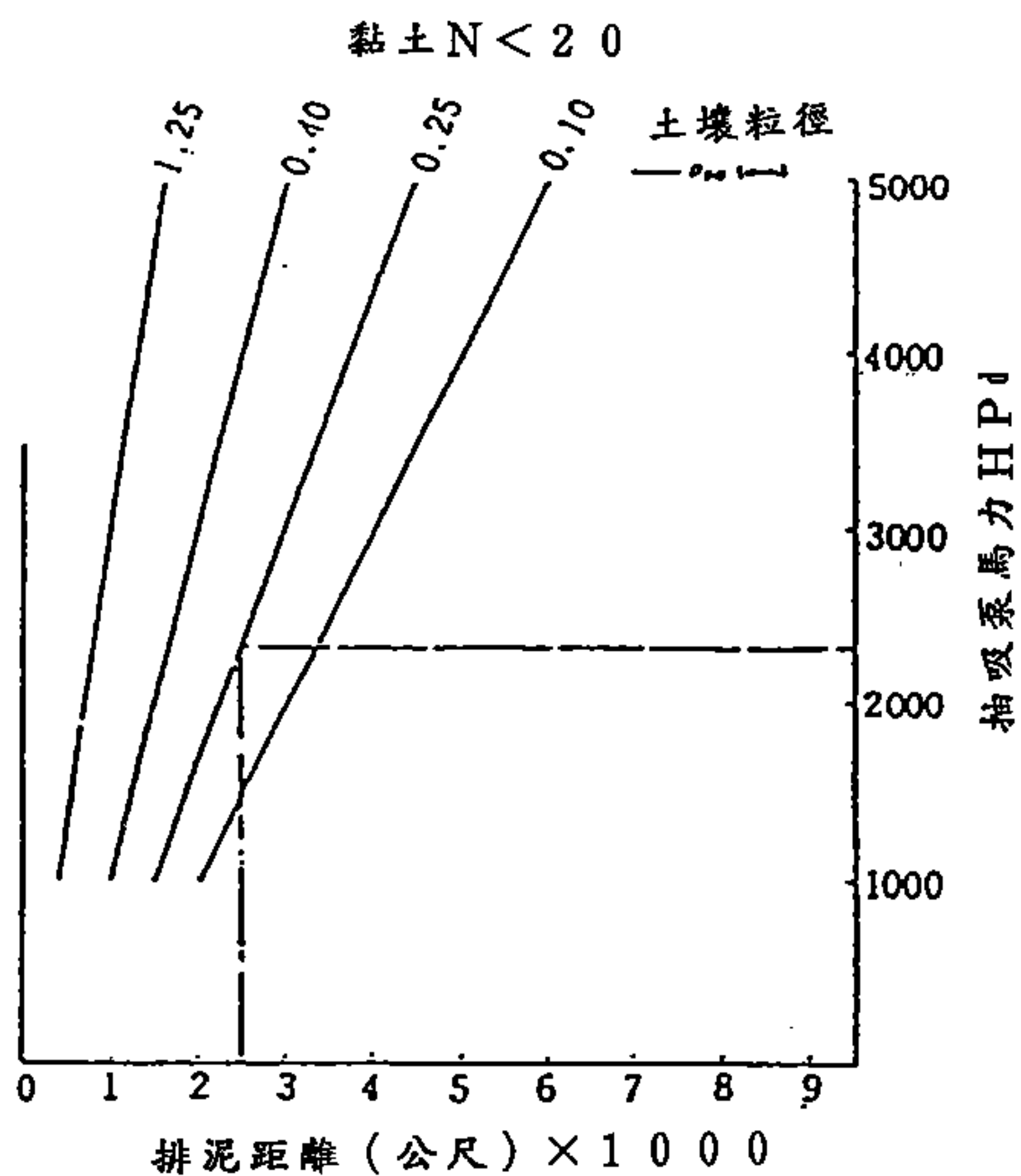


圖 6.9 排泥距離與抽吸泵馬力之關係

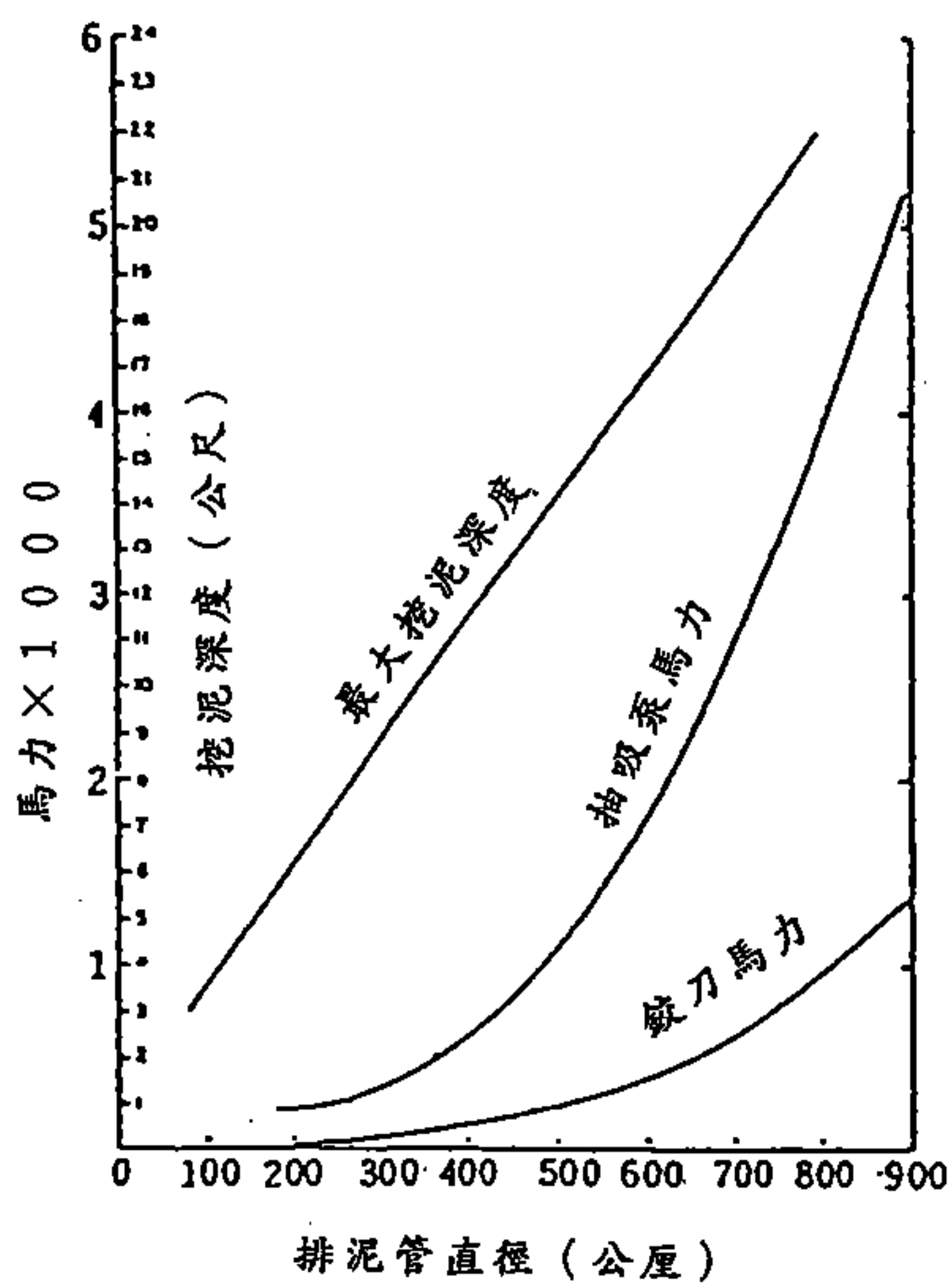


圖 6.10 排泥管徑與動力等之關係

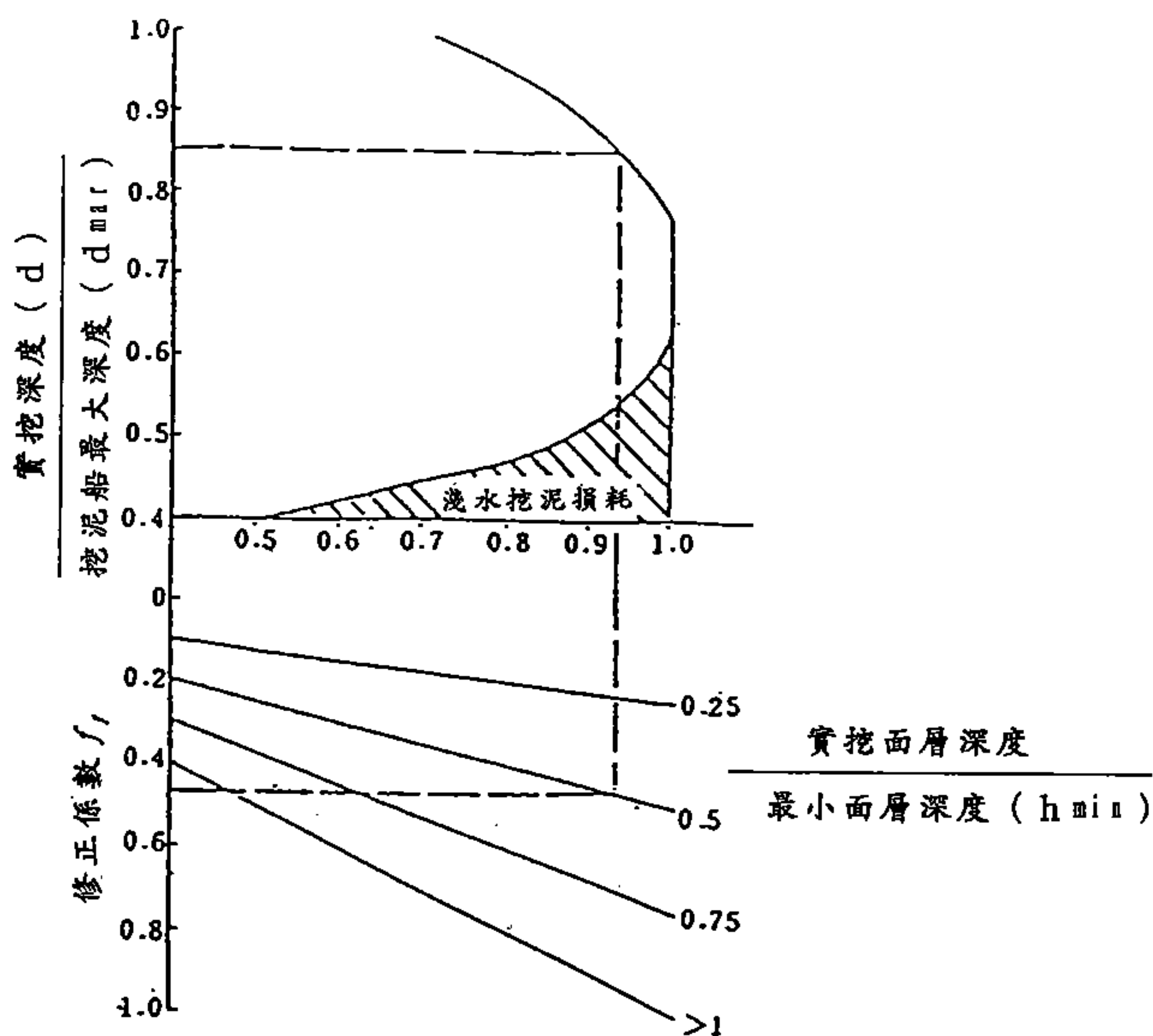


圖 6-11 土壤性質與挖泥面層深度修正係數

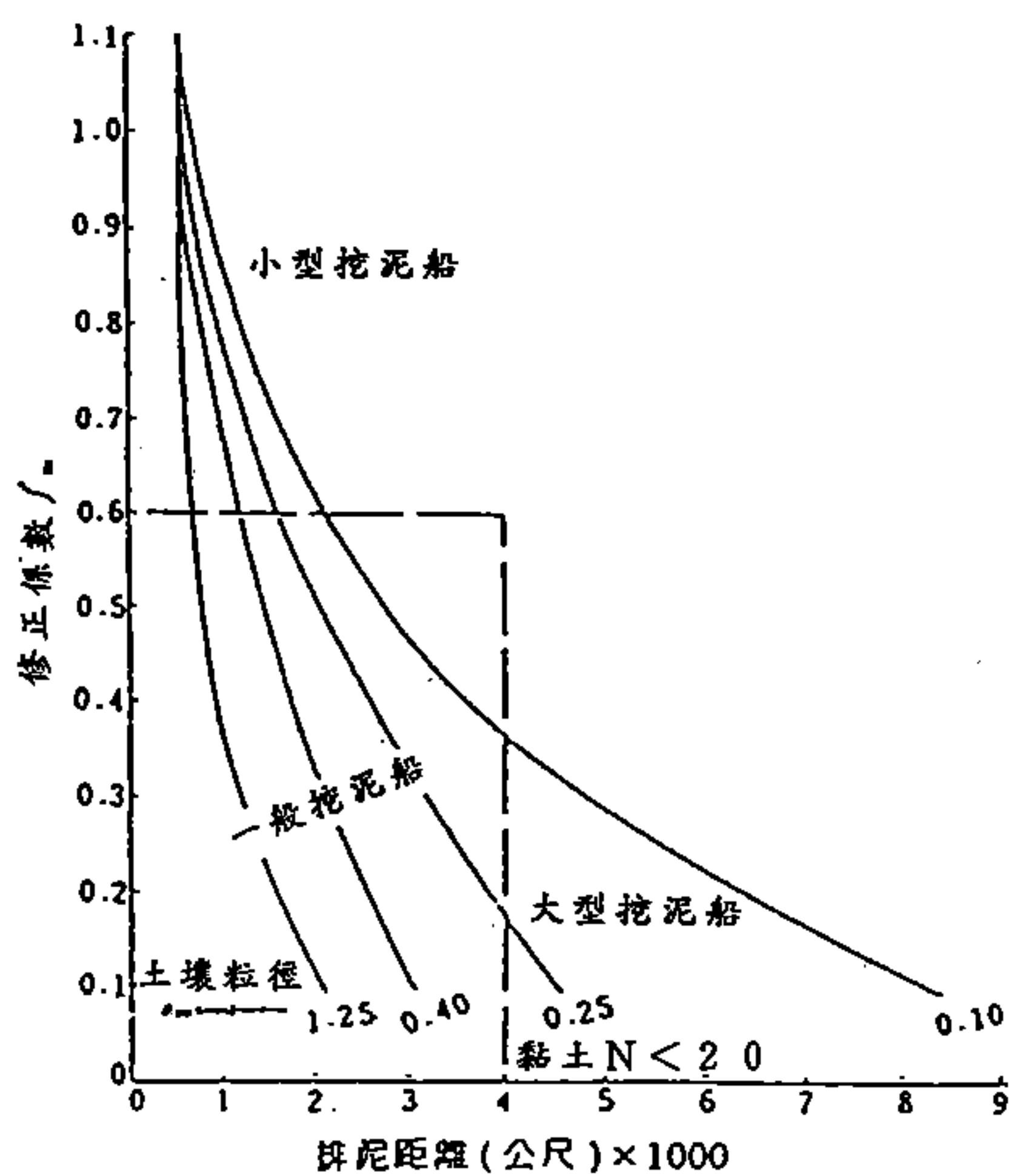


圖 6-12 排泥距離修正係數

式中之 P_{nom} = 無干擾時之常態挖泥量
(nominal uninterrupted output), 單位為 m/hr

HP_d = 抽泥泵馬力, 單位為馬力

f_f = 與排泥有關之工作量修正係數
(modification factor), 其值如圖6-11所示

f_m = 與挖泥深度及挖泥面深度有關之修正係數, 其值可以圖6-12所示求得, 圖中之 h 為挖泥面最小深度, 其值為:

$$h_{min} = 2.1 \times D_s$$

式中之 D_s 為抽吸管直徑, 單位為公尺。 D_{50} 為土壤經標準篩分析時所作累積曲線上50% 處之顆粒直徑。

又挖泥前進時因須移換棒錨, 故作業時間上有所損失, 其延緩係數(f)可由下式求之:

$$f_p = \frac{1}{\left(1 + \frac{P_{nom} t_p}{zpb}\right)}$$

復因挖泥左右前進時, 每推進若干距離後, 必須將邊錨 (side anchor) 移植一次, 俾挖泥船仍可藉邊錨之力而前進, 因而移植邊錨亦有時間損失, 其延緩係數(f)可由下式求之:

$$f_a = \frac{1}{\left(1 + \frac{P_{nom} f_p t_a}{zab}\right)}$$

上兩式中之 z = 挖泥之泥層厚度，單位為公尺。

t_p = 挖泥前進時移換棒錨之時間，單位為小時，通常約需0.05小時。

t_a = 挖泥左右前進時，邊錨轉進時間，單位為小時，通常約在0.33小時左右。

p = 挖泥時棒錨轉換一次向前推進之平均距離，單位為公尺，通常約為 $1.0D \sim 6.0D$ 。

a = 挖泥時，邊錨轉進一次之平均距離，單位為公尺，通常約為50~100公尺。

b = 挖泥寬度，單位為公尺，通常約為20~90公尺，視挖泥船大小而定。

D_s = 抽泥管直徑，單位為公尺。

由此可知，實際挖泥之最大工作量(P)為

$$\begin{aligned} P_{max} &= f_a f_p P_{nom} \\ &= f_a f_p f_l f_m H P_d \end{aligned}$$

2. 自航抽吸式挖泥船

(1) 型式

自航抽吸式挖泥船之型式如圖6-13所示，基本上為一海運(sea going)自航式船隻，其一側裝置可抽吸泥砂之抽吸管，抽吸管昇降端有一吸頭或稱泥耙(draghead)，即以此吸頭吸取海(河)底之泥砂，抽吸泥砂之動力為抽吸泵裝於船身，連同水份(即泥漿)泵送至船身所設巨大泥艙

(hopper) 之內，泥漿於進入泥艙內後，即因泵送壓力消失而失去流速，於是泥砂顆粒乃因比重較大而沉澱，待泥漿滿艙時，餘水即滿溢外流而至船外回歸海(河)中，繼續不斷抽吸，泥漿不斷進入艙內，艙內泥砂即不斷沉澱，而艙面餘水亦不斷外溢，直至泥砂沉澱滿艙時停止抽吸，挖泥船即自行航向外海深水處卸棄，然後回航至挖泥位置，作次一梯次之抽挖。

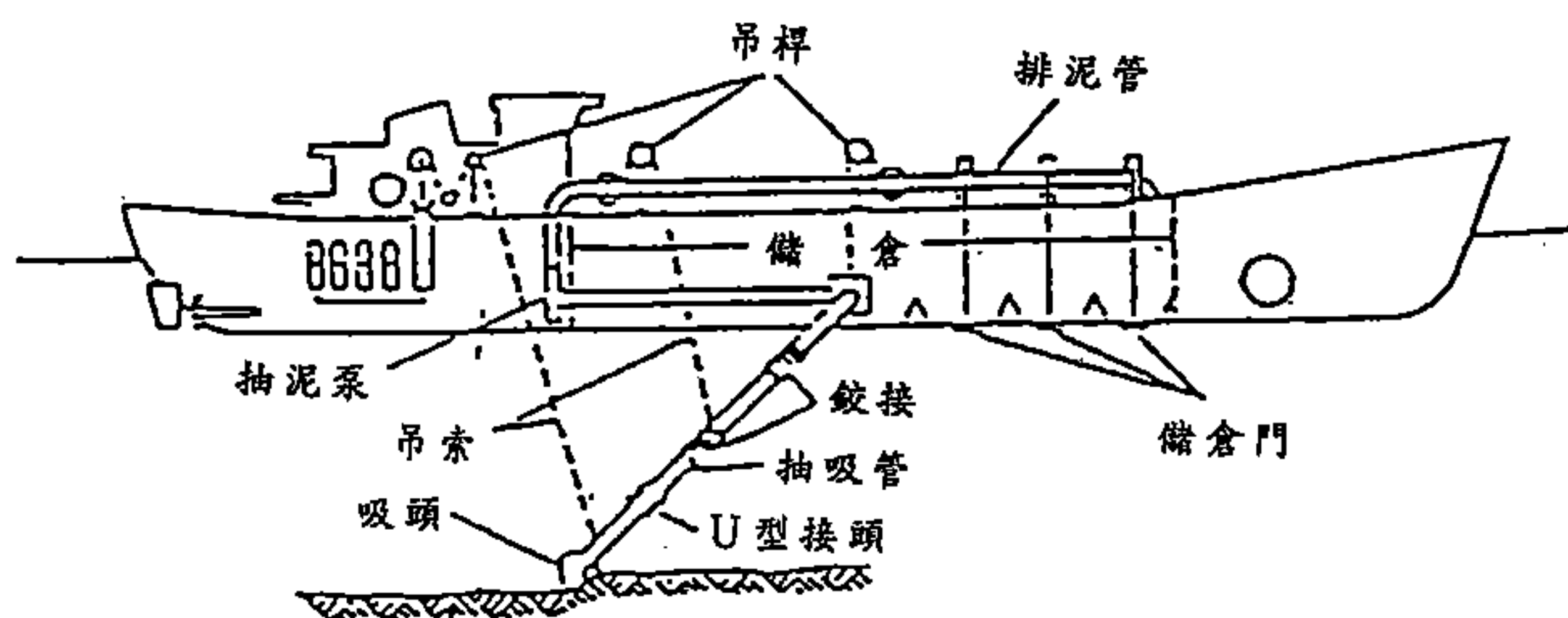


圖 6-13 自航抽吸式挖泥船構造

通常吸頭伸入海(河)底可能之深度，約在10~30公尺之間，視挖泥船大小及設計功能而定，此為此型挖泥船浚挖可及之挖泥深度。此型挖泥船多以其泥艙之容量衡量其大小，通常其容量約在300~11,000立方公尺之間，然以500~3,500立方公尺容量者居多。此型挖泥船之一般特性如圖6-14及6-15所示。

(2) 自航抽吸式挖泥船工作量

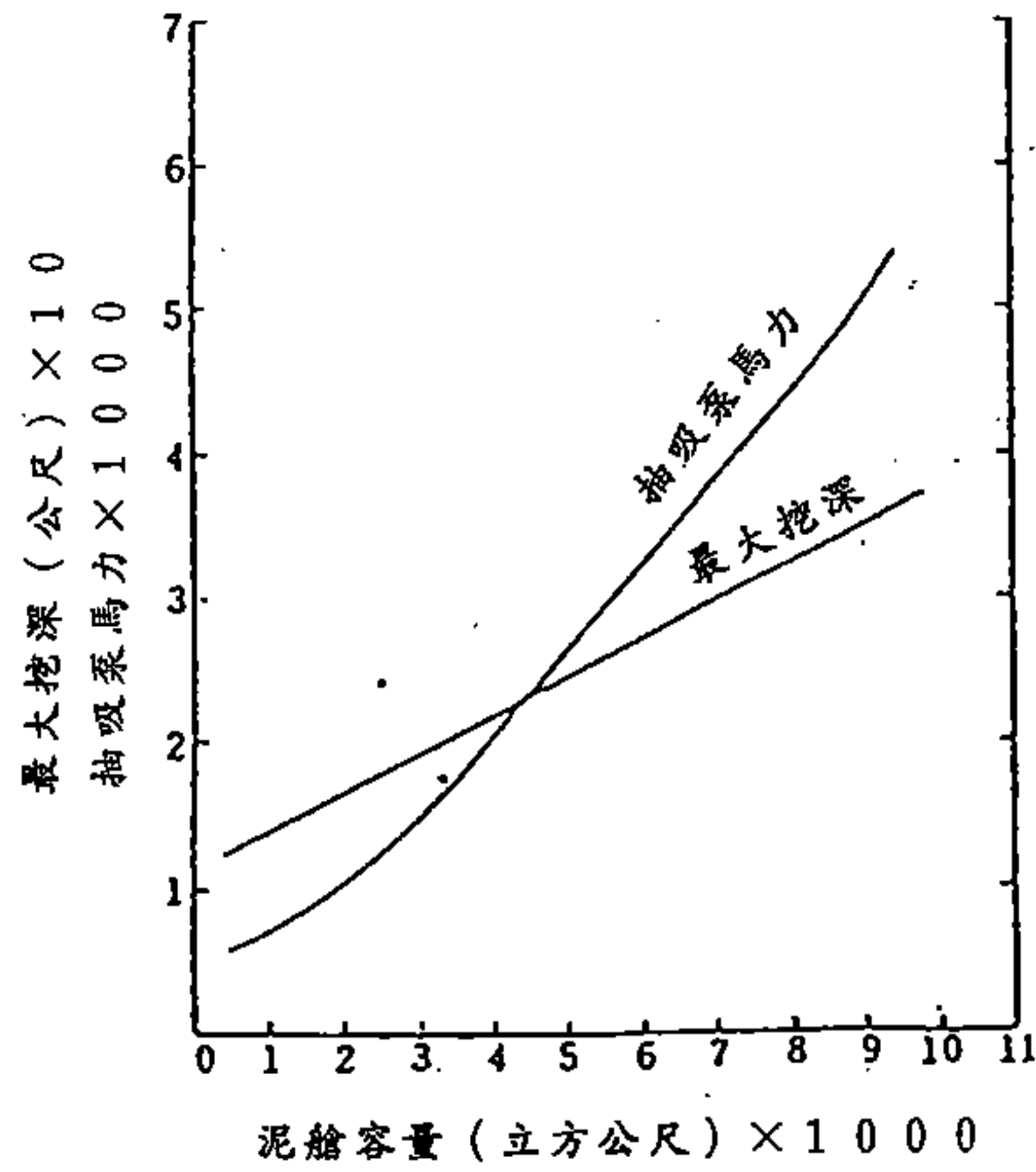


圖 6-14 自航抽吸式挖泥船抽吸能量及挖深與泥艙容量

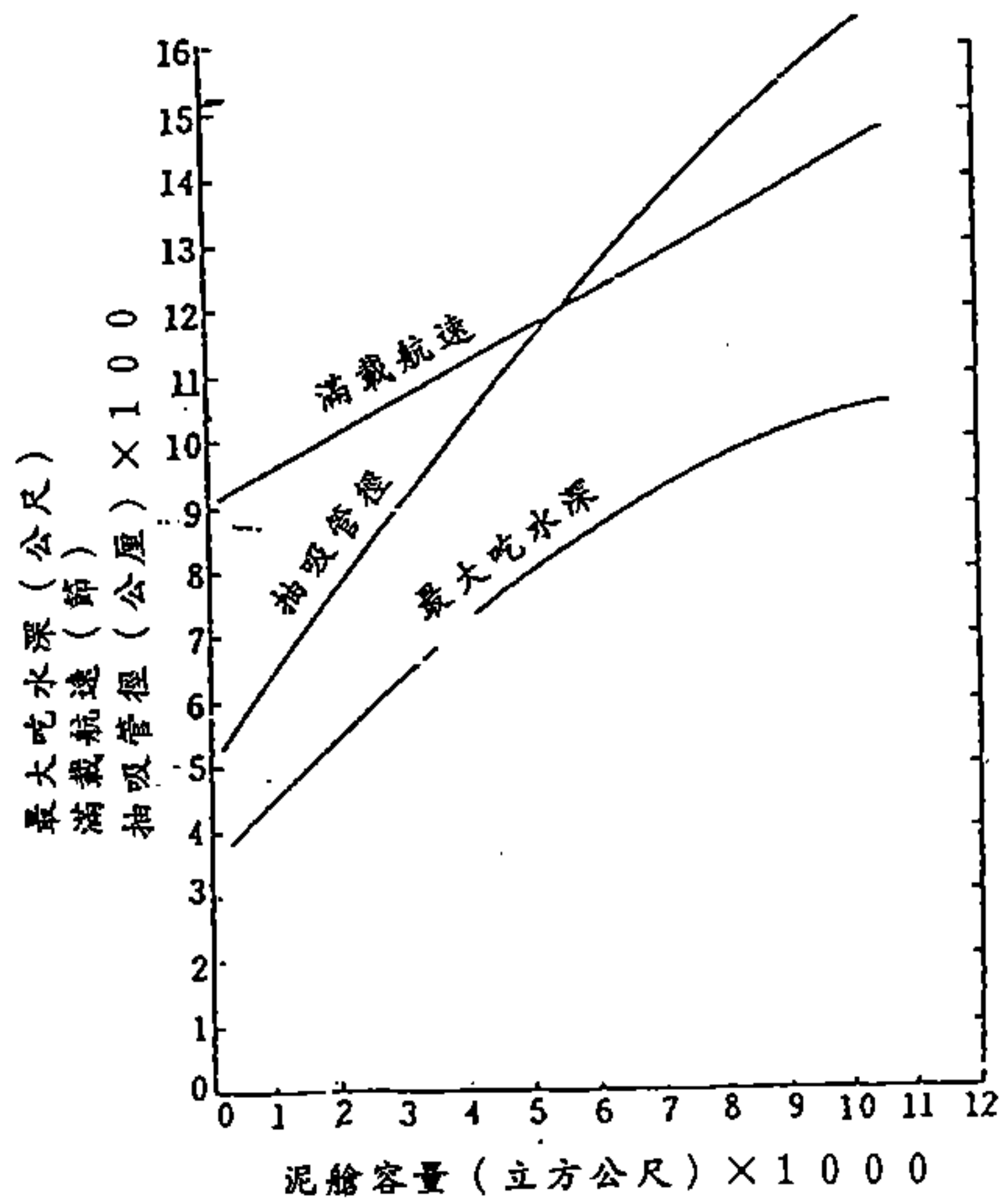


圖 6-15 自航抽吸式挖泥船航速、吃水深及管徑與泥艙容量之關係

由於作業循環包括四大項目，即挖裝(loading)、迴轉(turning)、航行(sailing)及卸棄(dumping)等，因此每一項目作業之時間均影響挖泥之工作量。

① 挖裝時間

挖裝時間取決於兩因素，一為挖泥船內泥艙之大小，二為所挖土壤之類別，其挖裝時間與泥艙填實度及土壤之關係如圖6-16所示。

由於泥艙內設有滿溢堰(weir)，故當裝填之泥砂達到或接近此堰高度時，如再繼續挖裝，則排放於泥艙內之泥砂將隨溢流而去，將無填裝作用，在圖6-16中之極點其意即裝填達此點高度時，再繼續挖裝即告無效，應即關閉抽吸泵，準備航向卸棄水域。

② 迴轉時間

當挖泥船以平均每小時 6.5 公里之速度向前挖泥時，待挖至挖區域彼端，即須迴轉，再沿原行徑路線旁側向回航進行浚挖，每裝載一艙所需迴轉之次數為：

$$\text{迴轉次數} = \frac{6.5 t_L}{L}$$

式中 t 為挖裝時間， L 為每航挖一趟所航行之距離，設挖泥船迴轉一次所需之時間為 t （通常約為 4 分鐘），則裝滿一艙所需迴轉之總時間為：

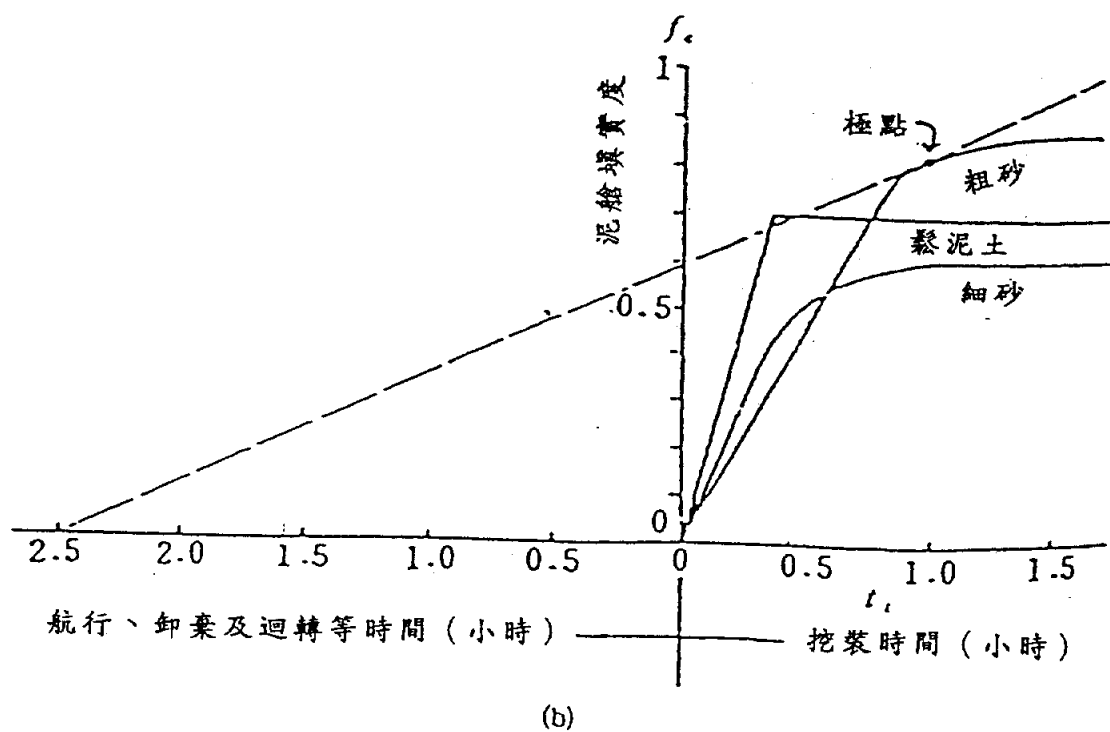
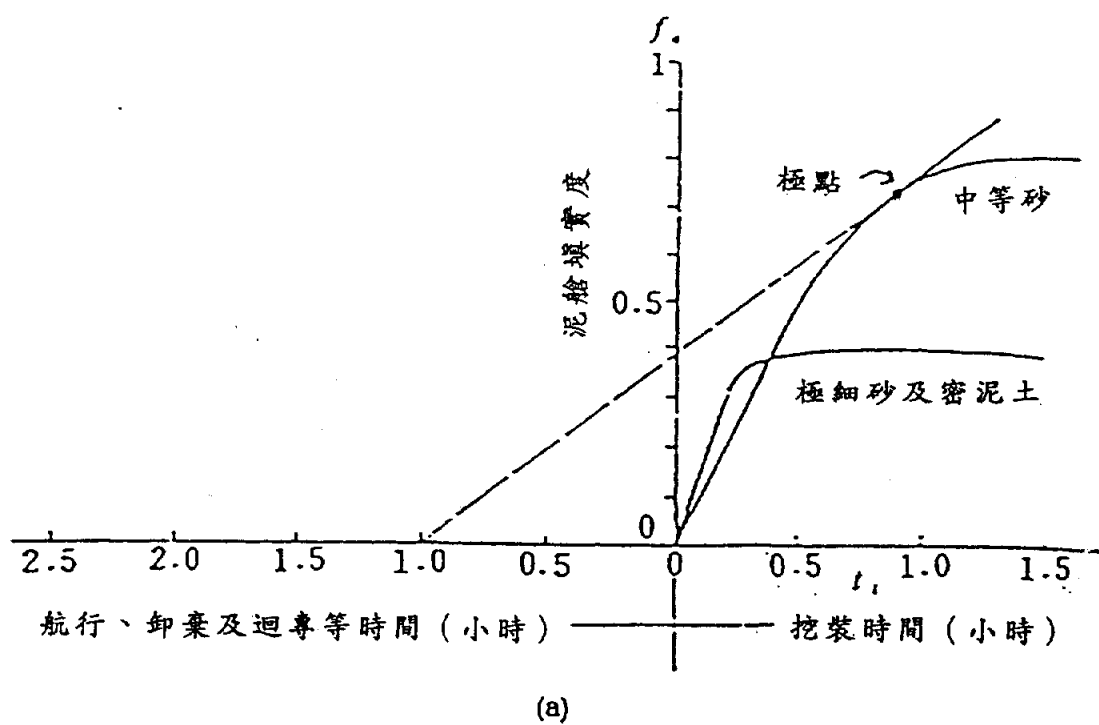


圖 6-16 自航抽吸式挖泥船挖裝時間與泥艙填實之關係

$$\text{迴轉總時間} = \frac{6.5 t_L t_L}{L}$$

③ 航行時間：挖泥船自挖泥水域至卸棄水域來回航行所需之時間可以下式求之：

$$\begin{aligned} \text{航行時間} &= \frac{1.02g}{Vg} \times 2 \\ &= \frac{2.04g}{Vg} \end{aligned}$$

式中之 g = 挖泥水域至卸棄水域之距離

Vg = 滿艙時航行速度

④ 卸棄時間：卸棄時間取決於卸棄之土質及泥艙之大小，設其值為 t_d ，通常 t_d 約為 5 分鐘。

上列航行迴轉及卸棄之時間，合計為非生產時間(unproductive cycle time)，其式為：

$$\text{非生產時間} = \frac{6.5 t_L t_L}{L} + \frac{2.04g}{Vg} + t_d$$

則泥砂裝滿一艙連同運棄返航一循環所需之時間為：

$$\text{一循環時間} = t_l + \frac{6.5 t_l t_t}{L} + \frac{2.04g}{Vg} + t_d$$

由此知挖泥船之最大工作量(P) 可以下式求之：

$$P_{\max} = \frac{H f_e}{B \left(t_l + \frac{6.5 t_l t_t}{L} + \frac{2.04g}{Vg} + t_d \right)}$$

式中之H＝泥艙容量

f_e ＝泥艙填實度，或稱滿載係數

B＝鬆實方係數，其值因土壤不同而異，各種不同土壤在水中之鬆實方係數，如表6.4所示。

表 6.4 各種土壤在水中之鬆實方係數

土 壤 種 類	鬆實方係數 $B = \frac{\text{鬆方}}{\text{實方}}$
爆鬆硬岩	1.50～2.00
爆鬆中度岩石	1.40～1.80
無爆破之軟岩	1.25～1.40
緊密礫石	1.35
鬆 礫 石	1.10
緊 密 砂	1.25～1.35
中度緊密砂	1.15～1.25
鬆 砂	1.05～1.15
新淤泥土	1.00～1.10
緊密泥土	1.10～1.40
堅實黏土	1.15～1.25
中等黏土	1.10～1.15
鬆 黏 土	1.00～1.10
砂礫石及黏土之混合料	1.15～1.35

6.3 浚挖工程主要附屬設施

本節主要將就浚挖工程所需之主要附屬設施，如加壓站、絞刀頭、泥耙詳加探討，以爲後續作業之參考。

6.3.1 加壓站 (Booster)

如挖泥船至排泥地點距離過長，超過其最大輸送能力，船上主幫浦壓力(動壓力)無法將泥漿送達排泥地點時，必須在距挖泥船最大輸送距離處，增設一加壓幫浦(Pump)以增加泥管內向前輸泥能力，此種能力有效距離一般約爲1公里，亦即每延長輸泥管1公里，即需增設加壓幫浦一座，直至輸泥管到達最終目的地。此種增加輸泥能力之加壓幫浦所在地點，稱之爲加壓站。

加壓站可區分成兩種，一爲陸上加壓站，另一爲浮式(水上)加壓站。通常浮式加壓站裝置在水上管之末端，吸管式挖泥船經過適當之改裝即可做此目的之用。大多數之陸上加壓站，由幫浦與裝在底架上之驅動機械裝置所組成，底架常設計成橇式。

6.3.2 絞刀頭

1. 絞刀頭種類

於浚挖作業中，「挖泥」及「輸送」是有分別的，前者如採絞刀式吸管挖泥船作業，其挖泥即有絞刀頭所產生，而後者則由挖泥幫浦及吸口四週之流水來控制，而將泥漿輸送至排泥管。其間之配合則往往爲挖泥工程界研究之重點，因爲

由絞刀頭絞切之泥土如無法瞬間由幫浦全數吸排，將產生漏失現象，漏失愈多對挖泥之效率即大打折扣。有鑑於此，荷蘭IHC 公司研究發展各種型式之絞刀頭，除適用於不同質地之土壤特性，並解決上述漏失問題。

IHC 標準絞刀根據外形不同而有A、B、C、D四種型式，A、B直徑較大，不易堵塞；C、D直徑較小，切削力大，此四型絞刀如圖6-17、6-18及6-19所示。

絞刀頭刀片大致分為三種，茲說明如下：

- (1)光面刃：適用於中等硬度黏土且易堵塞之場合，一般安裝在A、B型絞刀上。
- (2)方齒刃：有較大表面壓力，適用於挖硬質砂土，一般安裝在B、C型絞刀上。
- (3)強方齒及尖齒刃：通用於質地最硬之砂土，一般安裝在C、D型絞刀上。

A、B、C、D型絞刀直徑均按吸管直徑大小而定，其尺寸詳表 6.5 所示。

2. 絞刀頭之選擇

「工欲善其事，必先利其器」，絞刀吸管式挖泥船其作業效率若欲發揮極致，端視絞刀頭選擇適宜與否而定。而絞刀頭之選定則需配合挖泥船之特性及挖泥區土質狀況而定，就挖泥船而言，須瞭解絞刀頭之驅動馬力、絞刀頭之轉速、挖泥船上橫向運轉絞機之出力及捲揚鋼索之速度，

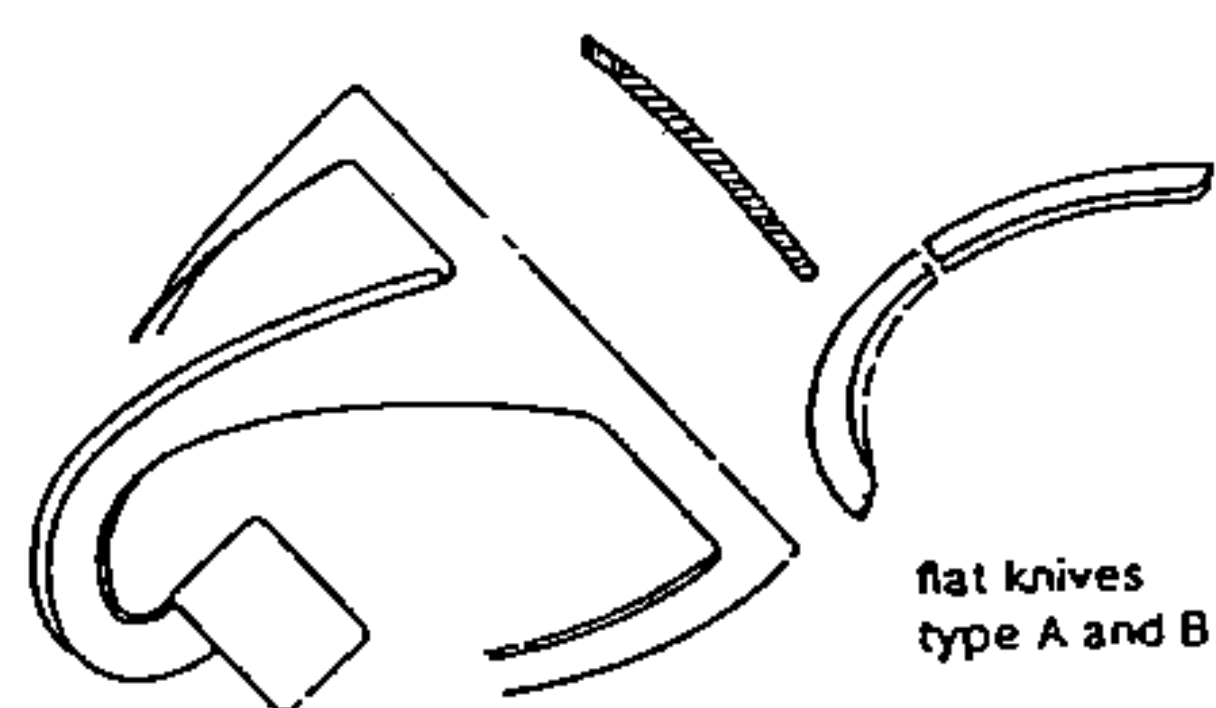


圖 6-17 A 和 B 型式

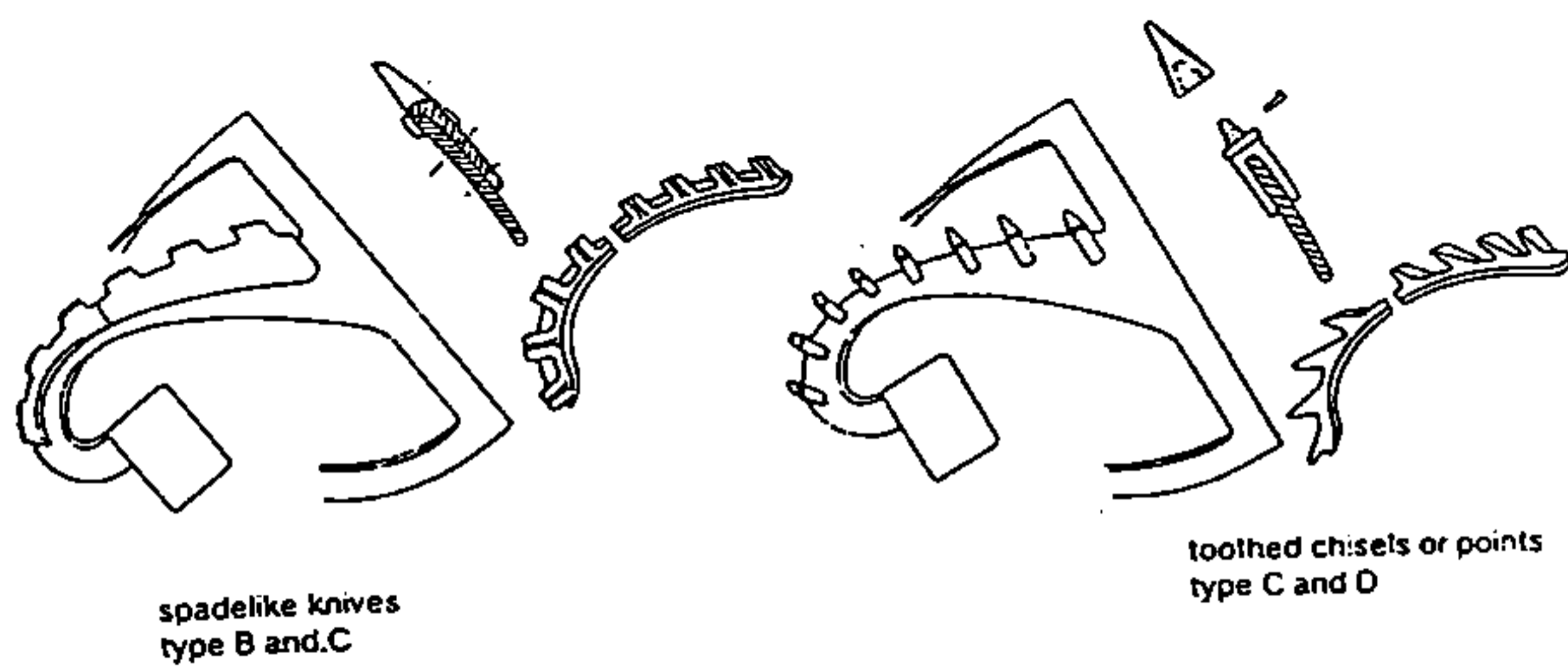
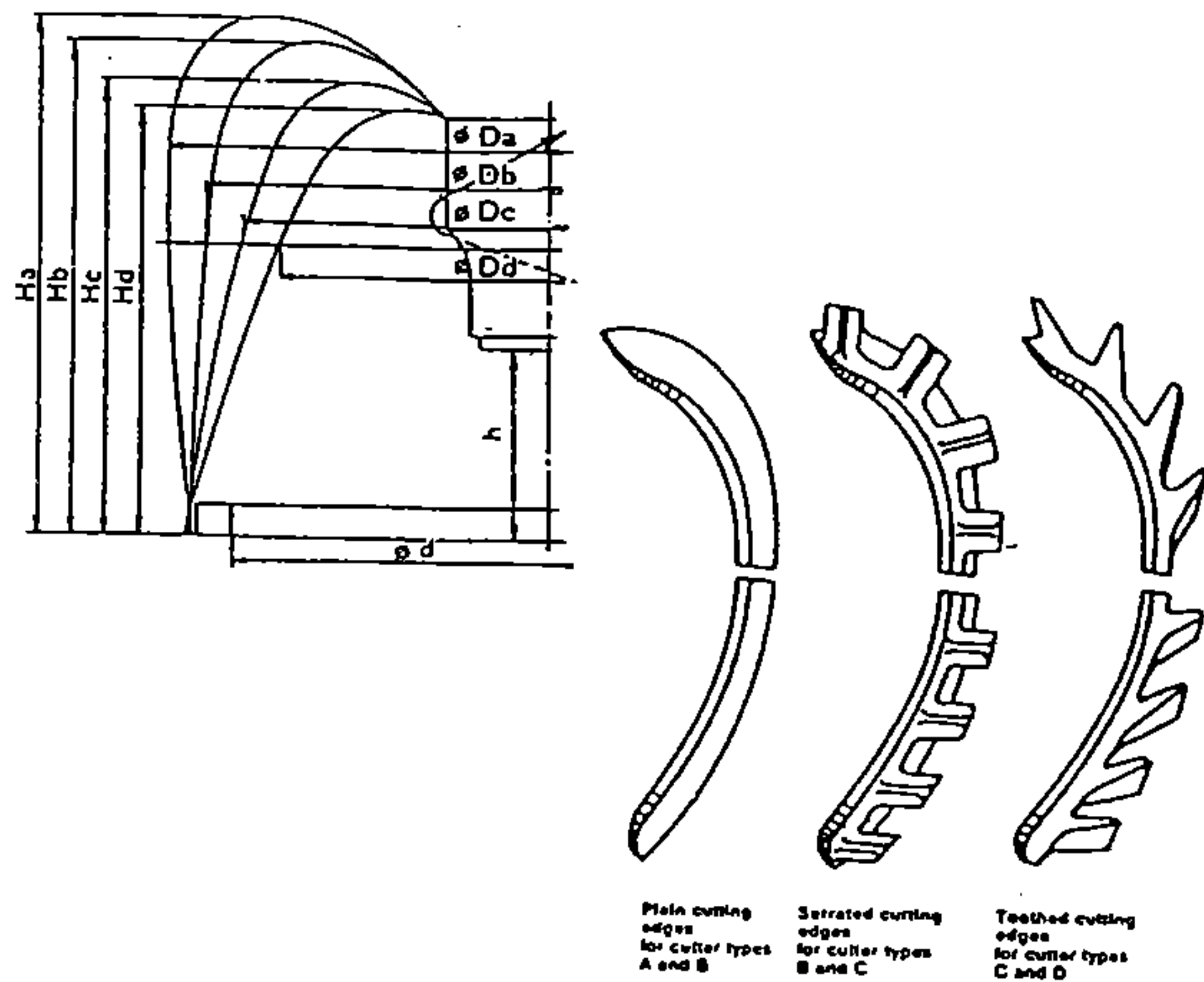


圖 6-18 B 和 C 型式

圖 6-19 C 和 D 型式



Suction tube diam.	Type A		Type B		Type C		Type D		Ring diam.	Height h
	Da	Ha	Db	Hb	Dc	Hc	Dd	Hd		
200	1000	670	900	640	800	595	700	520	830	245
250	1150	770	1035	735	920	680	805	635	955	280
300	1300	870	1170	830	1040	770	910	715	1080	320
350	1450	970	1305	930	1160	860	1015	800	1205	355
400	1600	1070	1440	1025	1280	950	1120	855	1330	390
450	1750	1170	1575	1120	1400	1040	1225	965	1455	430
500	1900	1275	1710	1215	1520	1125	1330	1050	1580	465
550	2050	1375	1845	1310	1640	1215	1435	1130	1700	505
600	2200	1475	1980	1410	1760	1305	1540	1215	1830	540
650	2350	1575	2115	1505	1880	1395	1645	1295	1950	575
700	2500	1675	2250	1600	2000	1485	1750	1380	2075	610
750	2650	1775	2385	1695	2120	1575	1855	1460	2200	650
800	2800	1875	2520	1790	2240	1660	1960	1545	2325	685
850	2950	1975	2655	1890	2360	1750	2065	1625	2450	725
900	3100	2075	2790	1985	2480	1840	2170	1710	2575	760
950	3250	2175	2925	2080	2600	1930	2275	1795	2705	800
1000	3400	2275	3060	2175	2720	2020	2380	1875	2830	835
Dimensions in mm										

表 6.5 IHC 公司之各型式絞刀尺寸表

上述各項機具特性若相配得宜，其效率自得提升；而就挖泥區土質狀況而言，則須考量挖泥區土質組成狀況、土層分佈情形及對機械之特性，以選用最適宜之絞刀頭。以下特就其影響層面分析如后：

(1) 依挖泥船之特性選用適宜之絞刀頭

絞刀頭之驅動馬力及絞刀頭之轉速可確定絞刀頭之大小尺寸，一般而言，增大絞刀頭之尺寸，必須加大其驅動馬力，在絞刀頭系統中，其絞刀轉速大都以30 r. p. m. 為最大轉速，而轉速均可控制由最低速之 0 r. p. m. 至最高速 30 r. p. m.。

絞刀頭轉速確定後即可確定其驅動馬力，另當確定橫向絞機之最大絞力後，同樣可計算出絞刀頭之絞切力量。

強而有力之橫向位移絞機配上較小直徑之絞刀頭，將可產生較大之絞切扭力，則有利於硬質之挖泥區(如岩盤區)。

當橫向運轉絞機之強度受到限制時，其最大之絞切扭力亦受到限制，簡稱為定絞刀扭力，此類之絞刀式挖泥船將不適用於硬質土壤。亦即在發展絞刀式挖泥船時，應發展較大之切力，橫向絞機能量增大，絞刀頭直徑縮小，可順利成功的完成該項要，假若此類型特殊絞刀頭必須使用於鬆質之泥區時，在全負荷下，該絞機將會有某些剩餘馬力，此剩餘馬力會使挖泥船挖泥不致產生阻礙，但在鬆質之泥區挖泥，欲產生高產量應增大絞力頭之直徑。

(2) 依挖泥區土壤狀況來選用適宜之絞刀頭

在鬆質之挖區時，絞刀頭之性質能力會由絞切成爲掘穴（即由絞刀吸式挖泥船成爲吸式挖泥船，挖泥船之絞刀頭能力因鬆質之砂地而減弱），故絞刀頭在較低速度時即可獲得適宜之絞切力之狀況下時，應選擇較大直徑之球型及籃型之絞刀頭，以便產生高能量。然絞刀頭直徑大小並非完全沒有限制，應配合吸泥管之吸嘴來使用。

在高密度及硬質之黏土區挖泥時，一般而言，應使用小直徑之絞刀頭，若絞刀頭直徑不變時，可使用錐型絞刀頭，如此，在全負荷下雖然產量減少，但浚挖之絞切力增大，其目的即爲增加挖泥效果。在此應特別注意者，即於質密之黏土區挖泥時，絞刀頭之構架應儘量張大，以便所挖之大塊泥巴容易通過；反之，假若黏土黏附於絞刀頭上時，其挖泥效果即顯著降低。

3. 影響絞刀頭作業之因素

(1) 絞刀頭直徑

在一定驅動馬力下，所使用之絞刀直徑應儘可能的小，因爲小直徑之絞刀頭有較大之扭力，其浚挖力較大，另由於絞刀邊緣與吸口間之距離較小，便於輸送泥漿，減少挖泥損失，增加產量。由學理得知，最適宜之絞刀頭直徑及吸口直徑之比爲 6:1。

(2) 絞刀頭長度

在挖泥作業效率上使用長絞刀頭勝於短絞刀頭，雖然使用短絞刀頭可由前進挖泥船來彌補，但其挖泥效果欠佳，因挖泥船前進距離之頻率乃由絞刀頭之前端至吸泥吸口之距離來決定，其距離愈短者須前進之頻率較多，反之則少。

(3) 絞刀頭轉速

當挖泥船迴轉速度一定時，若絞刀頭之轉速增加而削切較薄之土質，則利於主幫浦之吸排操作。然而在已知地質狀況下，使用最高之絞刀轉速切割太薄之土塊，對浚泥而言是無益的，其增加之馬力僅用於磨損絞刀頭而已。因此，若增加絞刀頭之切力，就應實施厚層挖泥增加產量，而此時馬力之消耗並非太大，當然產量（泥塊）是由絞刀頭之齒臂及幫浦之吸力加上橫向絞機之拉力，所產生之絞切扭力來確定，故絞刀頭在較低速時，則浚挖量應受到限制。

(4) 絞刀頭齒臂數

絞刀頭齒臂（如圖6-20）之數目影響絞刀挖力甚大，設若絞頭僅有一絞刀片，則該刀片之切力僅在絞刀頭之一段，即稱為有效絞力，然絞齒臂增多會影響挖泥厚度（不論於何種質地之土壤上），在小直徑之絞刀頭一般具有4個絞刀齒臂，而在大直徑之絞刀齒臂則有6~7個之多。

(5) 絞刀頭外型

絞刀頭由側面觀之有數種型式，主要由工

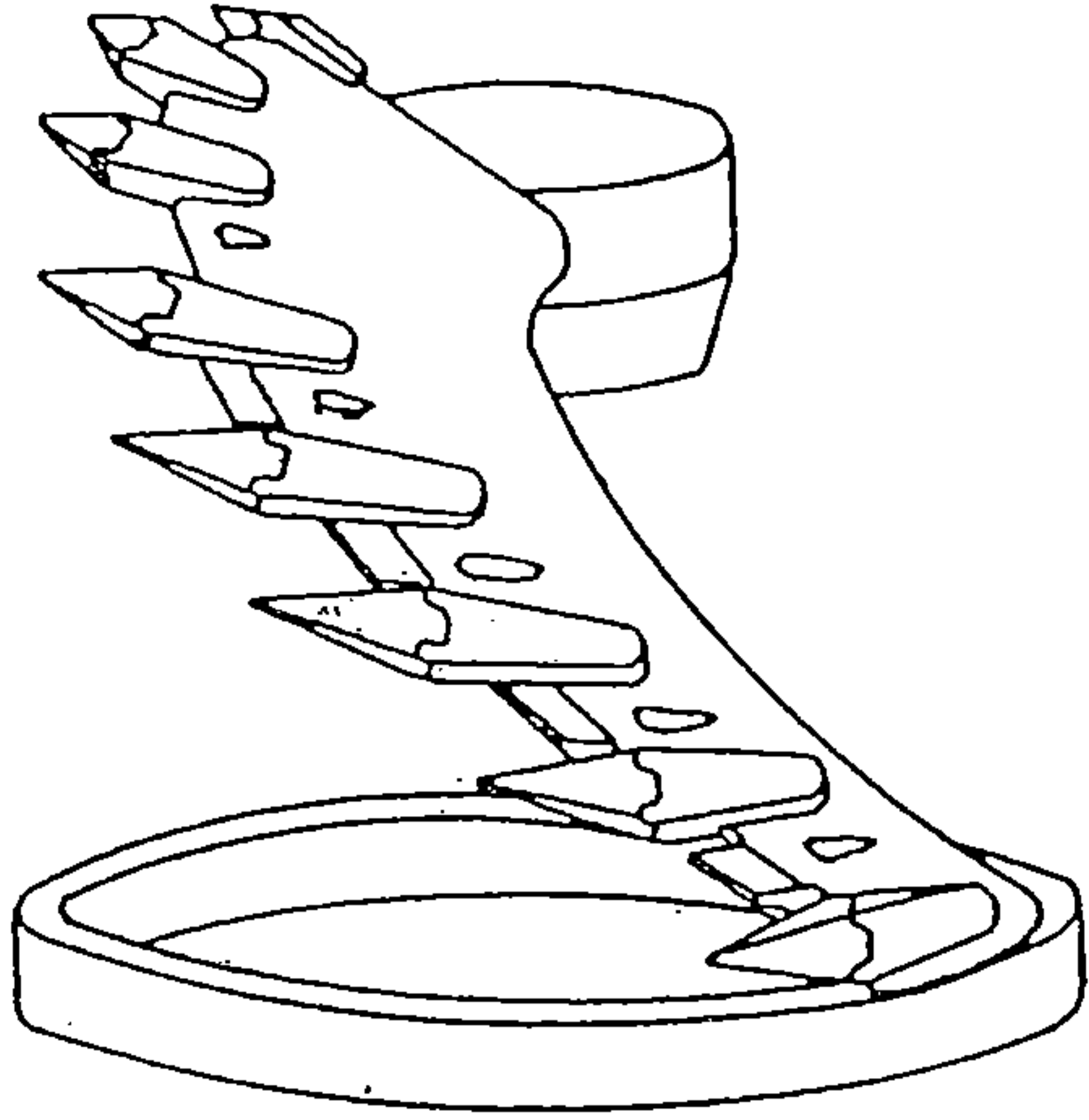


圖 6-20 絞刀頭齒臂圖

作區及工作區深度而定，若配以絞刀臂則挖泥角即可確定。一般而言，在同一平面上，錐型絞刀頭會挖得較深。

(6) 刀片

由於土質之不同，所使用之刀片亦異。一般而言，在黏土區需平面刀片，而於硬質土壤及密度緊密之砂質土壤，則以齒刀代替平面刀片，以增加其絞切力。在極硬土質實施浚挖時，則由平齒型刀片改為尖齒型刀片，使絞切力集中在齒尖上，以增加其挖泥效果。

(7) 絞刀頭齒臂位置

絞刀頭絞刀齒臂之傾斜角度將影響絞刀頭之切力，若兩齒臂間空間較小，即會增大吸口效率，同時齒臂對絞刀頭而言，將產生一軸向切力，其最適宜之絞刀頭齒臂角為 45° 。

一般使用上多選用絞刀齒臂向前傾之絞刀頭，而該類型之絞切力集中於絞刀頭頂端部份，不過另有絞刀齒臂向後傾之絞刀頭，其傾斜角為 135° 。向前傾之絞刀頭在製作上，其絞刀頭直徑可達最小，而其切力最大，故可使用於較硬之土質挖區，若配以挖泥船之前進距離，則可獲得最佳之挖泥效率，然須注意者為，其前進挖泥距離應小於絞刀長度。

6.3.3 泥耙 (Drag Head)

自航拖耙吸管式挖泥船之作業主要係藉由泥耙 (Drag Head) 在著底時，隨著船舶之慢速拖曳

以鬆動泥沙並吸入泥漿。泥耙入口設有格柵，防止石塊等雜物進入。一般而言，泥耙入口面積比吸泥管面積大三倍左右。入口之寬度大於高度，其比值最大可達1.6。入口逐漸縮小並轉變成圓形，以使與挖泥管相接。泥耙作業時，入口一段朝向底部，部份在入口下方鑲嵌耙齒或使用高壓沖水以鬆動較硬之底質，均有較好之挖泥效果。較新型之泥耙裝有真空釋放閥，在真空度過高時，會開啓灌入清水，降低真空。關於泥耙之種類，並無明確之區分標準，茲就現有之型式說明如后。

1. 安布羅斯(Ambrose)泥耙

該型泥耙側面如鞋形，又可稱鞋形泥耙，其構造如圖6-21所示。此型泥耙使用較廣，可挖掘多種泥質，但主要以挖砂為主。其底部呈稍微下凸之弧面，以適應不同之深度及潮位，不論其角度如何，均能保持與底部有一定之接觸。

此型泥耙吸口面積與吸管面積之比約為 3:1 左右時，其性能最佳。泥耙背部開有自然沖水口，上有活動蓋板可以開閉，藉以調節泥漿濃度，並可防止因泥耙被泥沙堵塞形成之高度真空，從而免使挖泥幫浦產生振動。

2. 加利福尼亞(California)型泥耙

又可稱為平形泥耙，其構造如圖6-22所示。此種泥耙之工作方式、原理均與鞋形泥耙相似；所不同者為泥耙與吸管之間採用鉸接以代替彎管，從而實現吸縫之自動調節，以使泥耙在不同浚挖深度時，對底泥之夾角儘量保持最佳工作角度。

此型泥耙有的帶有高壓沖水設備，沖水壓力可達 $103 \times 10^4 \text{Pa} \sim 206 \times 10^4 \text{Pa}$ （串聯），噴嘴分佈在泥耙入口結構上，對於挖掘硬質土壤或密實細砂效果甚佳。另外尚有於入口鑲嵌耙齒，亦可提高吸入之泥漿濃度。

3. IHC 泥耙

為帶有活動罩殼之泥耙（詳圖6-23所示），活動罩（c）與泥耙主體（a）之間，可以線鏈銷（f）滑動，例如當底床坡度與圖6-23所示相反時，則活動罩（c）在壓塊（d）之作用下向下滑動，以保持入口與底部之吻合。此型泥耙裝配在所有荷蘭IHC公司之自航泥耙挖泥船上，故稱之為IHC泥耙。

4. 文丘里泥耙

為改良型之新式泥耙（如圖6-24），特點為泥耙本體扁而寬，泥耙覆蓋在底部之吸口緊接在高壓沖水之後，首先提供高濃度之泥漿，復以上部有可動拖板，使泥耙後部進入之部份液流經強烈收縮後高速進入吸口，產生強烈紊動，保持住泥沙懸浮及泥漿之高濃度，以進入吸泥管；從吸口至吸泥管有很長而平緩之過渡帶，使水頭損失減少，從而保證吸泥管輸送高濃度泥漿之必要流速。

經過改良之文丘里泥耙其生產量比荷蘭IHC標準泥耙要高45%以上。

5. 滾刀泥耙與帶固定刀刃之泥耙

滾刀泥耙又稱之為動力切削泥耙，於泥耙內部，在圓筒四週均勻佈置切割刀刃之滾刀，並由

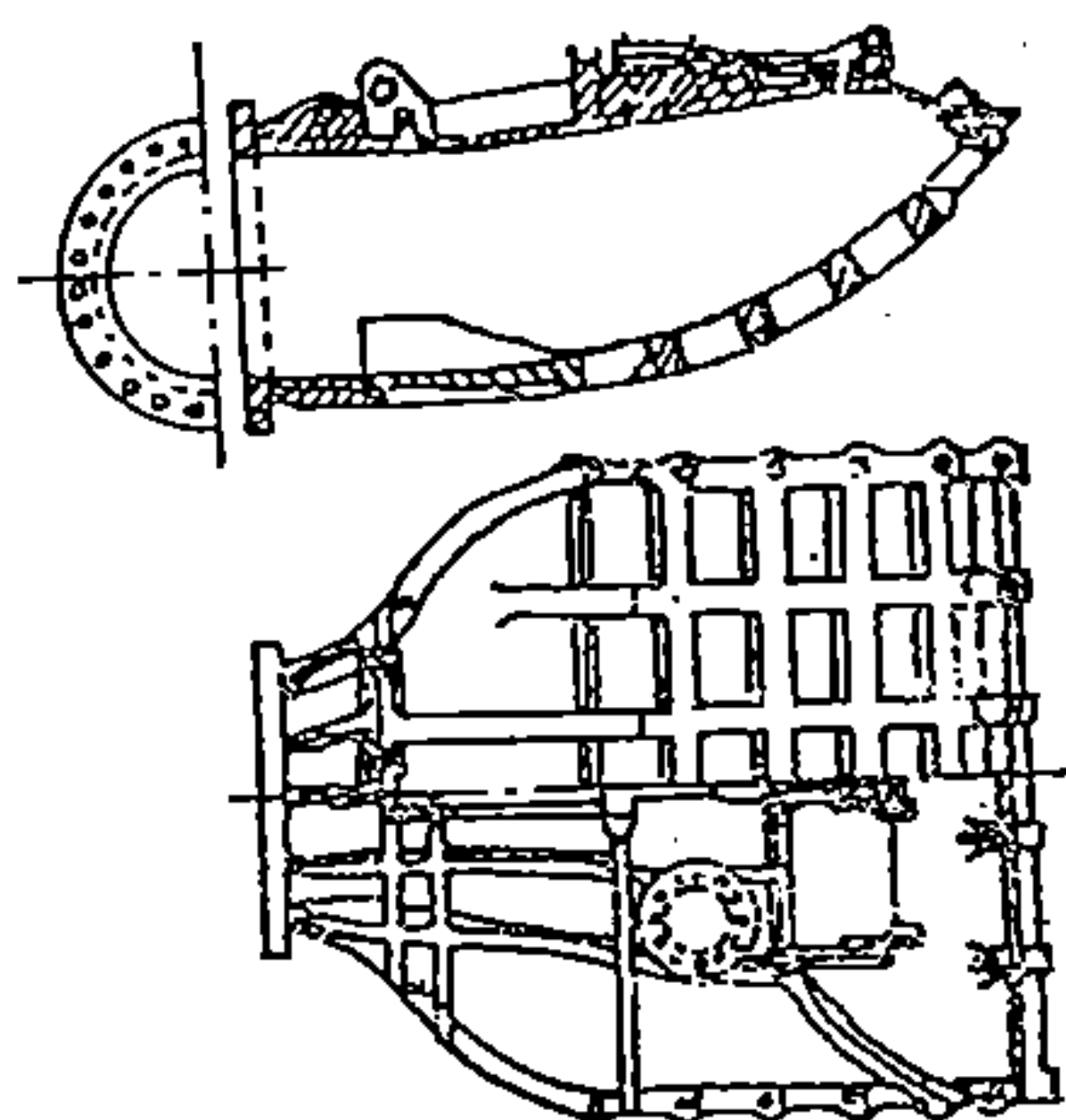


圖 6-21 安布羅斯泥耙

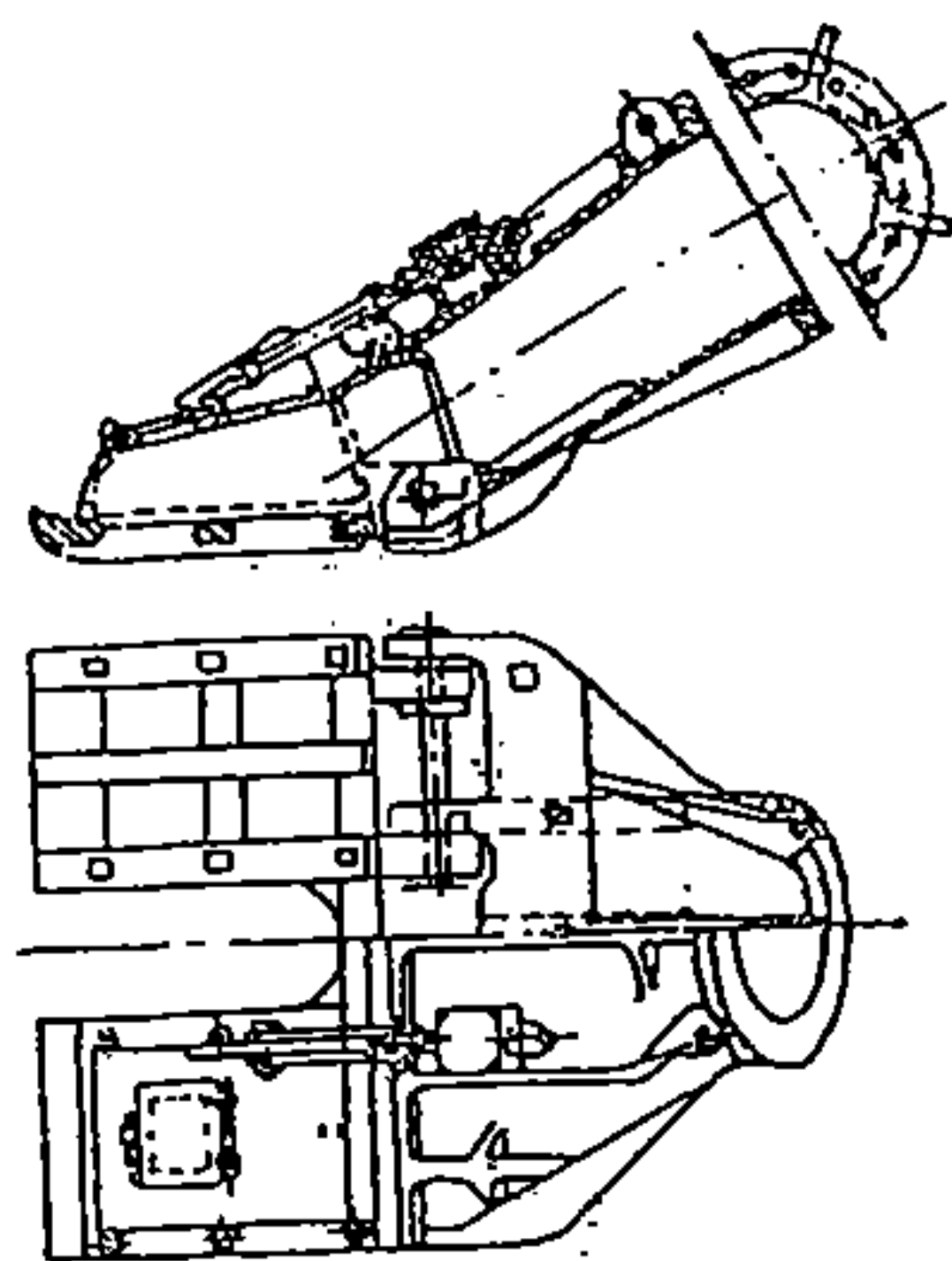


圖 6-22 加里福尼並型泥耙

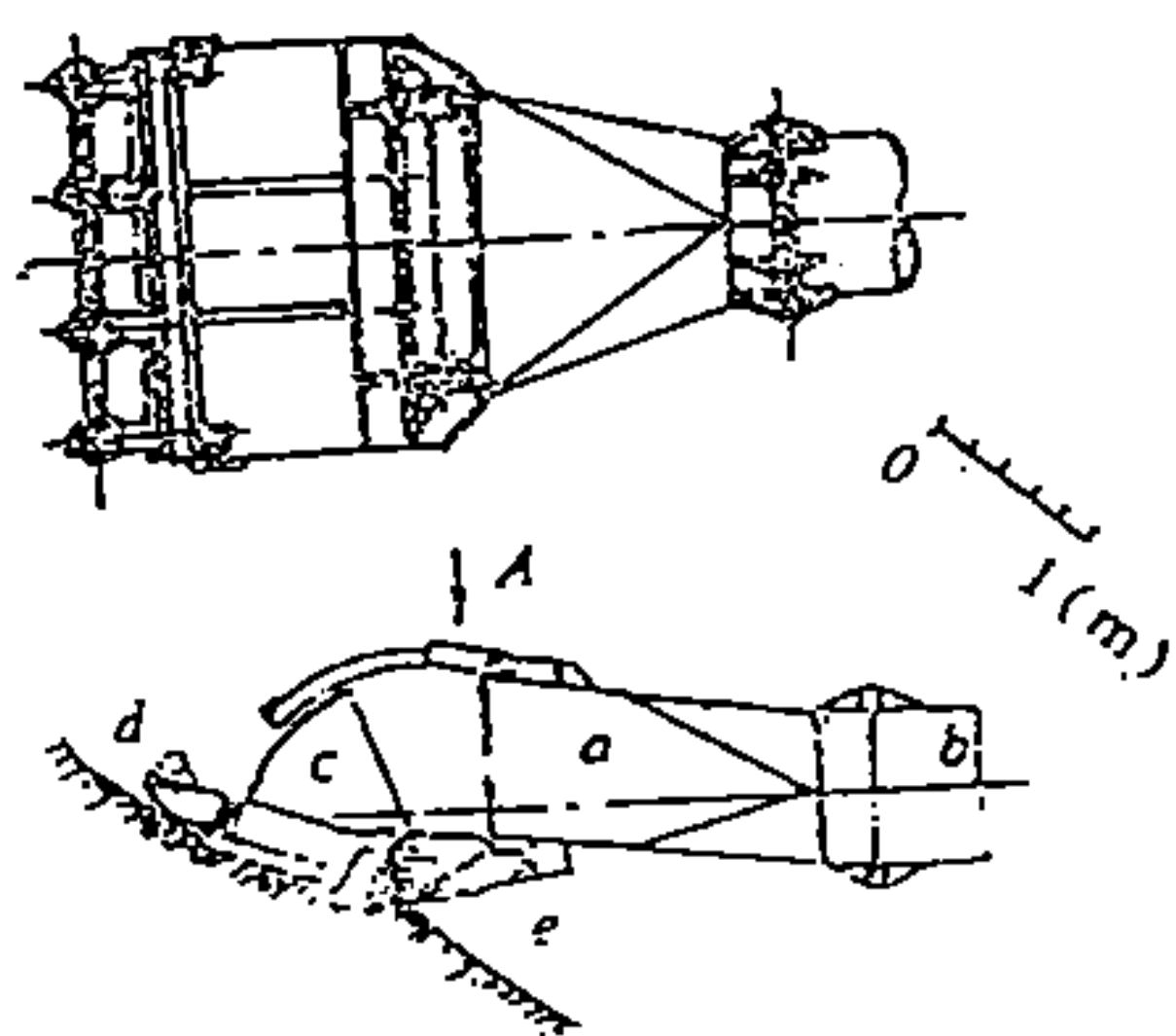


圖 6-23 IHC 泥耙

a-耙頭, b-耙臂, c-活動車, d-圓鋼壓塊,
e-安全銷, f-防磨耗板

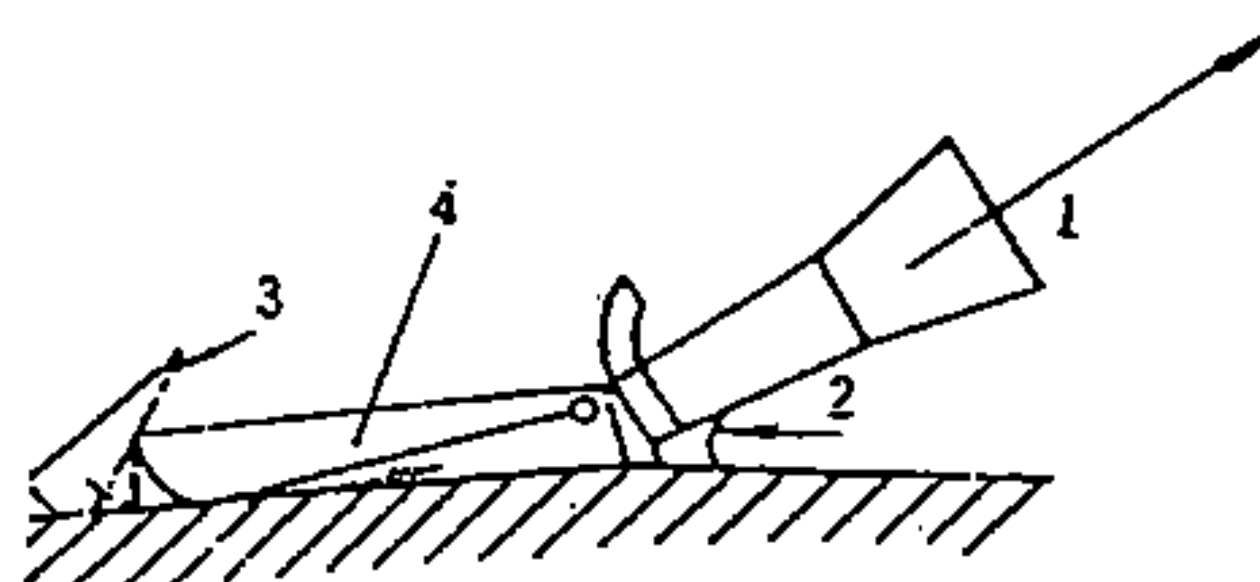


圖 6-24 文丘里泥耙

1-吸泥管, 2-高壓沖水, 3-調節車 4-可動拖板

馬達驅動，其構造詳圖6-25所示。而配有固定刀刃之IHC 泥耙則如圖6-26所示。

滾刀泥耙適於挖掘夾石黏土或黏土，對於挖掘密實砂亦能收到良好之效果。

6.4 土壤特性

6.4.1 土壤分類

水下土為疏浚挖泥船之工作對象，其土壤之性質直接影響挖泥船之效率、產能、機具磨損及疏浚成本，甚至能決定疏浚工程之成敗。由於土壤力學之發展起源於土木工程，其土壤特性之試驗研究著重於地基之承载力、沉陷以及結構物之穩定性等，而疏浚工程所探討之土壤特性則著眼於水下土壤之機械切割、破壞、掘取輸送等之難易程度，目的與前者迥然不同。且疏浚土壤之研究起步較晚，故現今一般之土壤分類法實較難反映浚挖土壤之特性。

近年來，由於對疏浚土壤之重視，新的研究報告不斷推陳出新，國際航運會議常設委員會(PIANC) 也就疏浚土壤提出其分類報告，並已獲得國際疏浚工程界之認可。該報告提出土壤、岩石之分類方法和應予描述之特性及指標，對疏浚工程相當具有參考價值。其分類法詳表6.6 所示。

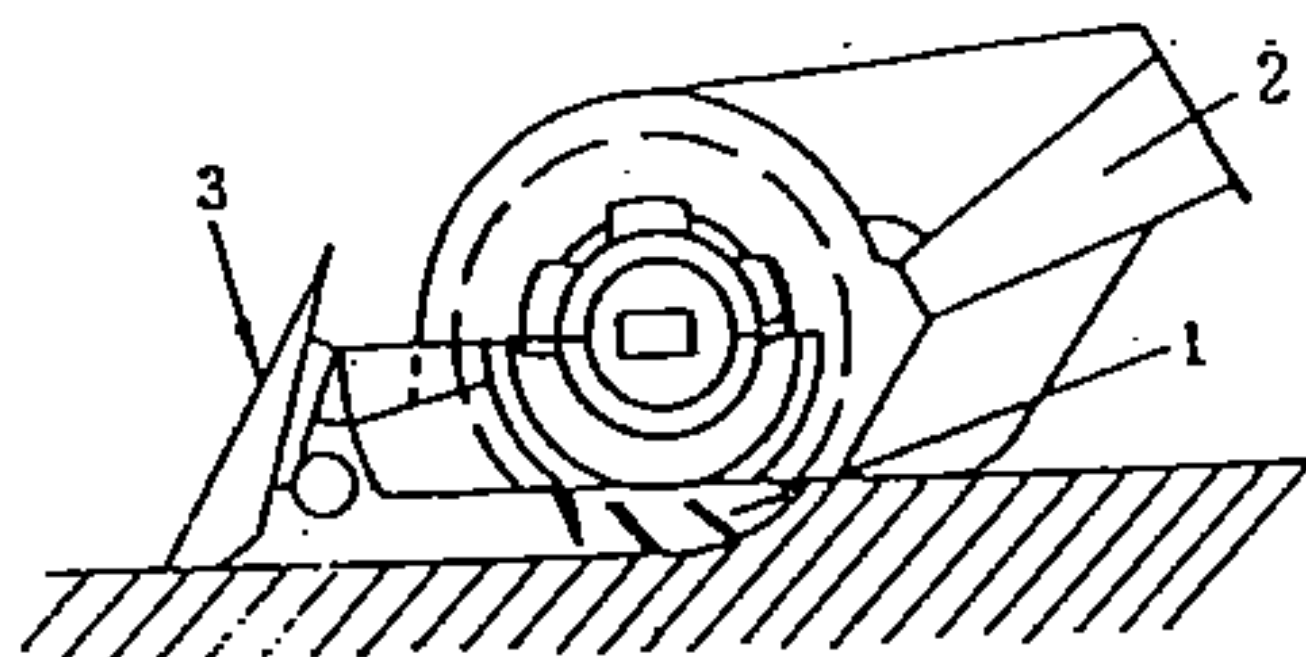


圖 6-25 滾刀泥耙

1-旋轉刀双, 2-吸泥管, 3-活動單

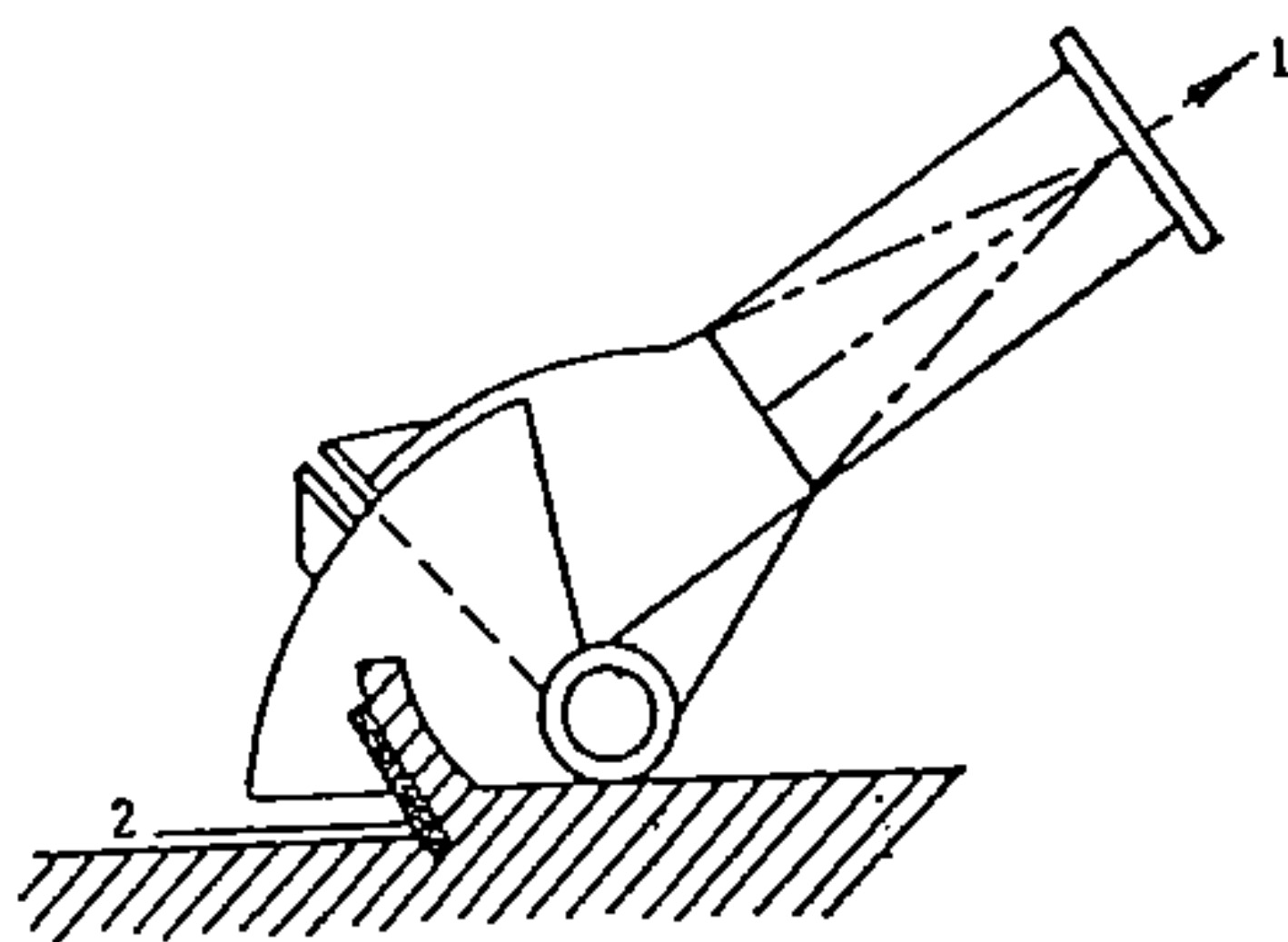


圖 6-26 固定刀IHC刃泥耙

1-吸泥管, 2-固定刀双

表 6.6 浚挖土壤分類及辨識法 (PIANC, 1984)

土壤分類	顆粒大小(mm)	辨識法	顆粒特性及塑性	強度與結構特性
巨礫(Boulders) 粗礫(Cobble)	>200mm 介於60~200mm	不同顆粒及不同大小之比例 可由眼睛辨識出	顆粒形狀: 圓滑 不規則 角狀 薄片狀 細長狀 薄片細長狀 紋理: 粗糙 平滑 光滑	不適用
礫石(Gravels)	粗 20~60mm 中 6~20mm 細 2~6mm	可由眼睛輕易辨視		<ul style="list-style-type: none"> 礫石中可能具有膠層以結合礫岩 可能混有砂質
砂 (Sands)	粗 0.6~2.0mm 中 0.2~0.6mm 細 0.06~0.2mm	顆粒可由肉眼辨視 乾燥時具有少量凝聚力		<ul style="list-style-type: none"> 鬆、密、膠狀沉積物其強度各不同 混雜有沉泥、黏土
沉泥(Silts)	粗0.02~0.06mm 中0.06~0.02mm 細0.002~0.006mm	<ul style="list-style-type: none"> 除極少部份粗沉泥可由肉眼看出外，通常均無法看出其顆粒。 最佳測定法為測試其擴容現象(dilatancy) 具有部份塑性，但沉泥於乾燥後極易用手捏碎。 	非塑性或低塑性	<ul style="list-style-type: none"> 基本為非塑性，但若原始成份為粗粒或砂則特性上與砂類似 細顆粒如與黏土類似則具塑性 與細砂或黏土常混淆
黏土(clays)	<0.002 mm 沉泥與黏土不可僅由顆粒大小加以區分，因其兩者之重要物理特性僅間接與顆粒大小相關連。	<ul style="list-style-type: none"> 黏土具高黏滯力與塑性，不具擴容現象。 潮溼黏土可黏於手指上，並具有平滑、油膩之感覺。 乾燥過程中具高乾強度。 	中塑性或高塑性	<ul style="list-style-type: none"> Soft <20 kN/m² Firm 20-40 kN/m² Stiff 40-75 kN/m² Hard 75-150 kN/m²
腐植土及有機土 (Peats and Organic Soils)	變化不定	通常由呈黑色或棕色加以辨識，並伴隨著強烈之有機味，其表面同時呈現有纖維狀或木狀。		強度與結構在水平與垂直方向均不同。

此外，在日本則習慣利用標準貫入法之N值作為判別疏浚土壤軟、硬及開挖難易之主要指標。其測定辦法係使用標準貫入器，錘重63.5公斤，落距76公分，先將貫入器打入土中15公分，而後再打入30公分（即深達45公分）之錘擊數，稱為標準貫入擊數N值。其分類標準如下：

N 值	土壤特性
$N < 2$	土壤鬆軟
$2 < N < 8$	土壤可塑鬆軟
$8 < N < 15$	土壤稍硬
$15 < N < 25$	土壤堅硬
$25 < N$	極硬

根據此N值對疏浚土壤之分類，並考量挖泥船之特性，建議於各不同土壤狀態下所通用之挖泥船種類如表 6.7 所示。由該表之建議，可就挖泥區之土壤特性選擇適宜之挖泥船，以作為疏浚作業之重要參考指標。

表 6.7 土質及適合作業船舶

土 質		適 合 挖 泥 船								N 值
分 類	狀 態	Ps	Pl	Gs	Gl	D	Dr	碎	B	
黏 土 質 土 砂	軟 質	↑	↑	↑	↑		↕		↑	N<10
	中 質			↑						N=10~20
	硬 質			↓		↑				N=20~30
	最 硬 質							↕		N>30
砂 質 土 砂	軟 質			↑			↑			N<10
	中 質			↑			↑			N=10~20
	硬 質			↓			↓			N=20~30
	最 硬 質									N>30
礫石混合 黏土質土砂	軟 質	↓		↕				↕		N<30
	硬 質						↕			N≥30
礫石混合 砂質土砂	軟 質	↕		↕						N<30
	硬 質							↕		N≥30
砂 粒	稀 鬆	↕					↕			
	緊 密		↓		↓	↓			↓	

註：Ps：未滿5000馬力之小型吸管式挖泥船

Pl：5000馬力以上之大型吸管式挖泥船

Gs：小型抓斗式挖泥船

Gl：大型抓斗式挖泥船

D：鏟斗式挖泥船

Dr：自航抽吸式挖泥船

碎：碎岩船

B：鏈斗式挖泥船

6.4.2 土壤特性與回填作業方式

不同土壤由於特性不同，其回填方式須慎加考慮，對回填新生地承载力有嚴格要求之回填工程，則需考慮以下問題：

1. 對挖掘之土壤應充份瞭解其物理特性，如為礫石、砂礫粗、中砂則為最好之回填料，排水過程快，承载力高，短時間即可作為基礎使用。
2. 對於細砂、沉泥、其排水性亦佳，可採用機械方法使之夯實。
3. 粘土，因排水較差，固結時間較長，可考慮分期回填，至於淤泥是最差之回填料，承载力弱，排水慢，一般須經7~10年以上時間才能固結，且尚必須採取一定之基礎工程改良措施方能用於承载力不大之基礎地基。
4. 對於含沙較少之填土加密時應採用振動夯實，並於孔洞中回填，以及在沙土採用振動碾壓機等均為有效之方法。

6.5 疏浚作業與環境保護

6.5.1 疏浚與水質污染

疏浚施工及其挖掘物之排放對水質之污染為近年來各界所重視之一項新課題。疏浚施工時，由於被疏浚之沉積物大多數為細顆粒之淤泥、粘土及膠體成份，一般為帶陰電荷之離子，同時由於細顆粒之總表面積較大，因而可吸附大量陽離子。一些工業廢水，常帶有大量之毒

性物質，如汞、鎘、鉛、及聚氯苯等物質，以及工廠及油輪所排出之含油沉積物、人口稠密區之大量有機物等，均沉積吸附於海(河)床泥土表面，在挖泥及排泥作業時，由於擾動水底沉積物并使之重新懸浮時，將引起二次污染。其一般污染現象有：

1. 在拋泥作業時，使水中氮及磷化物等大量釋出，造成水質“肥化”，因此引起浮游生物、藻類大量產生，將大量消耗水中溶解氧，嚴重影響魚類之生長。
2. 各種有機物、油類污染物、氧化物等，經過擾動後均需大量消耗溶解氧，進一步使水質缺氧產生無氧分解過程，即“腐敗作用”，尤其夏天水溫較高時更甚。
3. 有害物質重新翻起，如鉛、汞、鎘及農藥等，將直接毒害水質。
4. 泥沙懸浮，水質渾濁，影響用水品質。

6.5.2 防止疏浚污染之措施

1985年美國陸軍工程兵團公佈之一項報告中指出，人們將“疏浚”與“污染”視為同義詞，認為凡疏浚就有污染產生。事實上，其疏浚挖掘土方絕大部份經化驗後並不附帶污染物。同理，在環保意識日益高漲之臺灣，如欲使浚挖工程得以順利推展，其防止污染措施不得不慎。根據目前研究報告，認為於疏浚作業時，可採取下列措施，以減少對附近環境生態之污染：

1. 在挖泥時採取措施，不使泥漿及有害氣體擴散，並保證在高濃度情況下抽吸沉積物，即能有效去除沉積物，且不污染附近水體。為此，應在吸頭安裝活動封口，阻止外面水向內流動，同時並安裝氣體吸引裝置，及時對水體渾濁度及疏浚後污染物進行測定。
2. 採用“沙簾(Sand Curtain)”之方法，於挖泥區或圍堤排水口約一定範圍內用封閉式網簾數層，使渾水不得外流，同時網簾將帶動滯流泥沙下沉及過濾等作用。
3. 建立不滲漏之拋泥區，以容納廢棄物，使水能在圍堰中保存一定時間，排出清水。
4. 採用化學固定法，以少量之凝固劑，將疏浚泥土變成不污染之填充料。

6.6 填地方式探討

6.6.1 概述

一般而言，填地方式可概分為二種方式，一種稱之為水力回填(Hydraulic filling)，另一種則為乾式回填(Dry filling)。簡單而言，水力回填即將砂、水混合物經由排泥管運送至填築區，而乾式回填則以卡車、挖溝機或其他工具直接將砂運至填築區之方法均稱之。其主要分別可由表 6.8 比較而得。

表 6.8 水力回填與乾式回填比較表

項 目	水 力 回 填	乾 式 回 填
1. 設備 —機具動員、復原 —工作能量 —機動性 —零件故障	時間長、費用高 大 小 更換難，停工時間長	時間短、費用低 小 大 更換易，停工時間短
2. 人員需求	少，但專業性高	多，但專業性低
3. 對環境影響	衝擊較小	衝擊較大

惟就深水港計畫而言，由於其填築料源需求龐大，其主要來源仍將以外海抽砂為主，方法則以水力回填為之；故本節將以水力回填方式為探討主題。

6.6.2 填地作業影響因素探討

1960年代開始，從事浚挖工程之專家學者便一致認為，外海抽砂回填作業將成浚挖業者之主要市場，因此，在當時有識之士便建議應朝深海挖泥船之設備及運送方式等方面加以深入研究。事實証明，外海抽砂回填作業在目前確實佔有十分重要之地位。然而影響抽砂回填作業之因素十分繁多，Richardson(1976)及Noppen(1980)曾加以分類說明(詳表6.9所示)，以作為填地作業之參考。

表 6.9 填地作業影響因素分析表

影 響 因 素	影 響 層 面
1. 計畫需求及限制 — 填築方式及填築量 — 工作期限 — 運輸距離 — 挖泥區環境限制	— 輸泥方之選擇(如直接以排泥管排放或船舶拋放) — 施工機具數量及型式 — 運輸方式 — 挖泥方式
2. 挖泥區條件 — 挖泥區至拋泥區運輸距離 — 海象狀況(風、浪、流) — 水深	— 運輸方式 — 工作能力 — 挖泥船之選擇
3. 挖泥區土壤特性 — 空隙率、凝聚力 — 挖泥厚度 — 粒徑分佈	— 挖泥方式、挖泥設備 — 挖泥船型式 — 抽砂設備之產能

6.6.3 水力回填作業方式探討

根據上節所述，可知影響外海抽砂作業之因素相當的多，因此如何根據當地條件及需求，研擬最合適且經濟可行之作業方式，為本計畫之重要課題。本節將就各種抽砂回填方式進行初步探討分析，以為後續作業之參考依據。

1. 方式一：以自航抽吸式挖泥船直接拋放

本法係採用自航抽吸式挖泥船(Trailing Suction Hopper Dredger) 於挖土區將砂吸至泥艙滿載後載運至填築區直接拋放，其作業方式詳圖6-27所示。

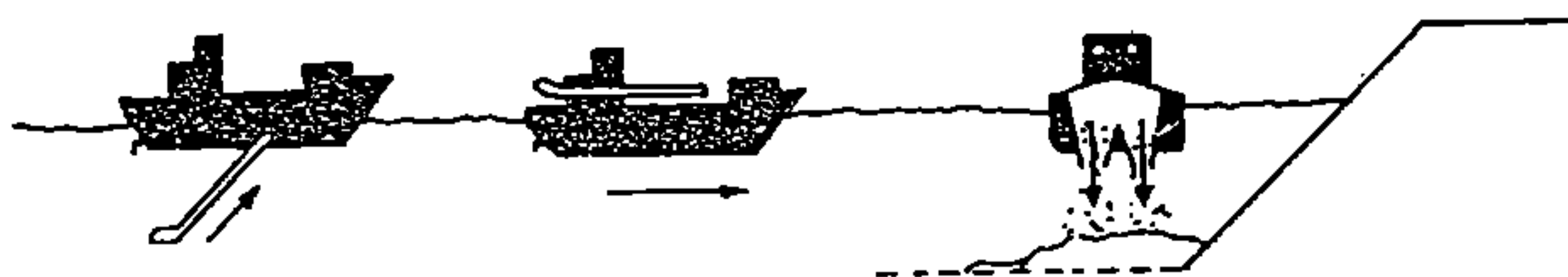


圖 6-27 自航抽吸式挖泥船直接拋泥作業示意圖

由於本法係以底開式挖泥船將泥艙中之泥砂直接拋放於回填區，因此對於水深之要求須十分注意，以免艙門開啓時接觸海底，影響拋泥作業之進行。

良好的天氣狀況對於此一方式之效率將更提高。其中尤以潮位之變化及拋泥區之水深影響尤鉅。一般而言，採用吃水淺之挖泥船拋泥水深至少須有4m水深，然而，如海象條件允許，底開式船舶拋泥時，其水深可降至2m左右。

作業能量之高低完全決定於航行距離、底泥性質及當地環境而定，採用此方式通常一週之工作量可達30萬方左右。

2. 方式二：以船上幫浦直接將泥泵送至拋泥區

本法與方式一相同，均以自航抽吸式挖泥船於抽砂區將砂裝滿泥艙後，運至拋泥區拋放。惟一不同者，方式一係直接拋放，而本法則以船上幫浦加壓後直接將砂泵送至拋泥區，其作業方式詳圖6-28所示。

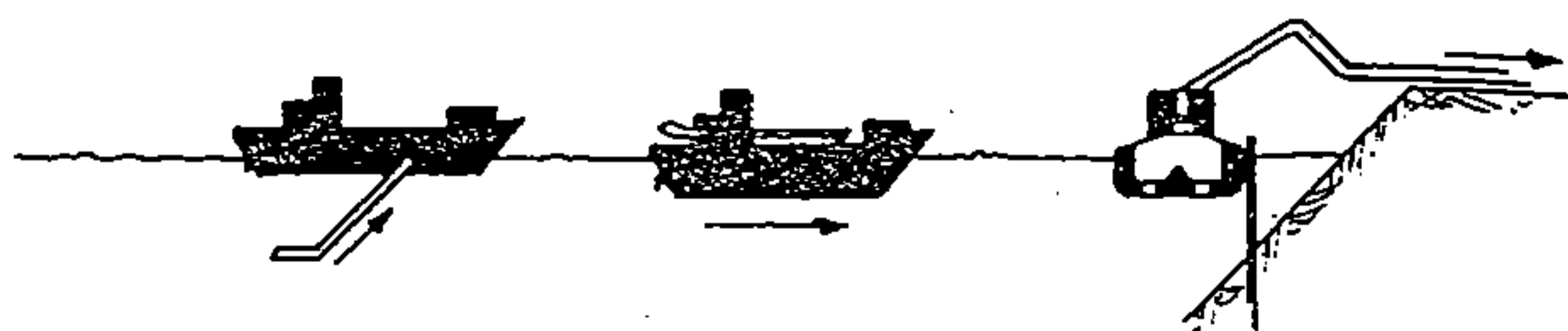


圖 6-28 以幫浦直接將泥泵送至拋泥區作業示意圖

採用自航抽吸式挖泥船作業時，由於其機動性高，因此挖泥範圍較大，且挖泥區可能不只一區，在航行距離愈長時，愈可顯現其經濟性。因此，若能配合採取多處拋泥點(discharge point)作業方式時，其效果將益形顯著。

拋泥點之選擇及與陸上排泥管接駁方式需視當地波浪、潮位、海流及氣象條件而定。在平靜海面作業時，挖泥船可以浮筒(pontoon) 錨碇或以棒錨(spud)固定。陸上管與挖泥船排泥管之連接方式可以用可撓式浮式排泥管或快速接頭(quick-coupling)連接。當加壓距離過長時(如超過2500公尺)，且不允許產能降低時，可以浮式加壓站(floating booster station)取代浮筒，以增加其泵送能力。圖6-29所示為粒徑 $300\mu\text{m}$ 之泵送距離與產能關係圖，由該圖可知，當泵送距離愈長時，其排泥量愈低。

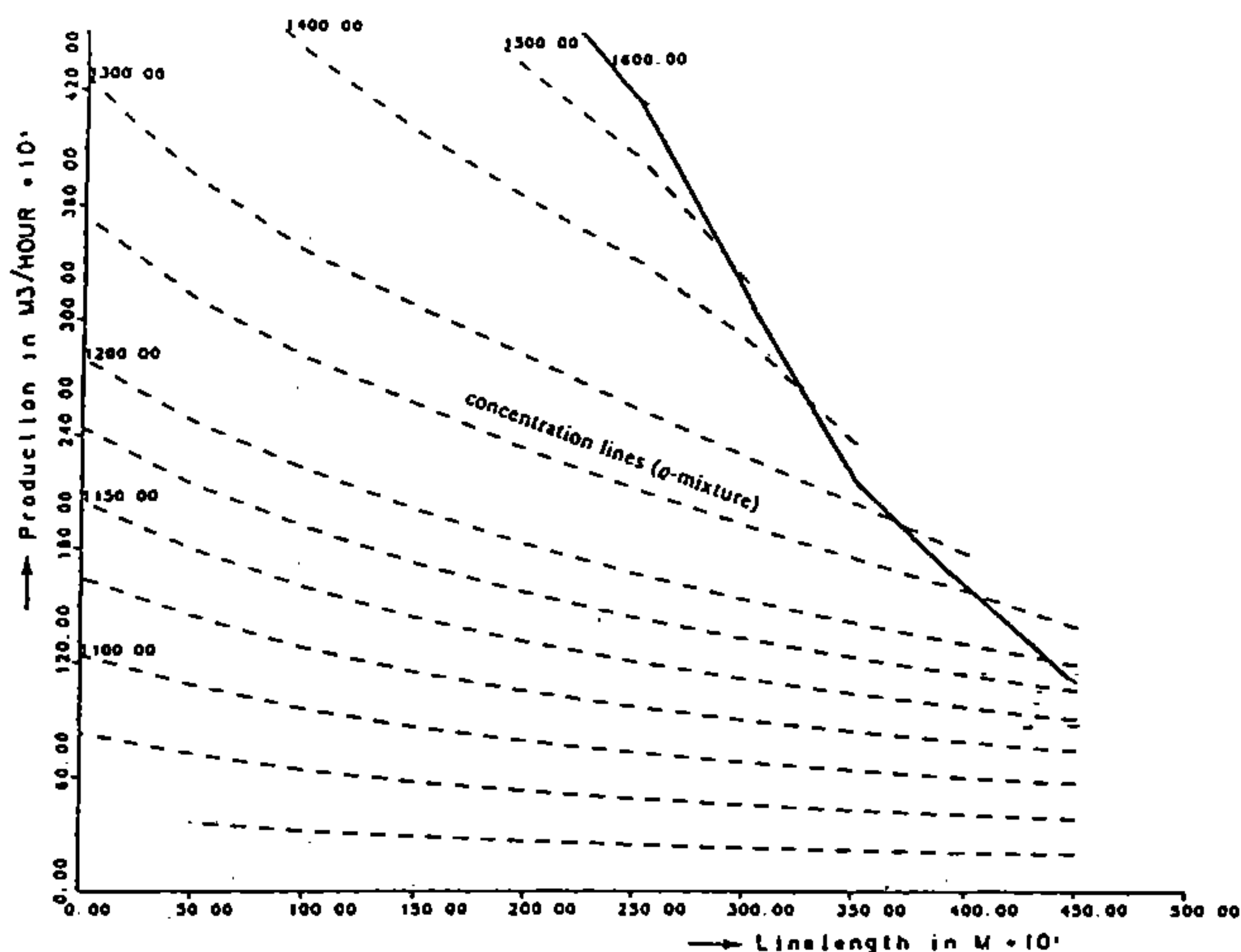


圖 6-29 泵送距離與排泥量關係曲線圖(粒徑=300 μ m 時)

當海象條件不佳時，靠泊浮筒排泥之方式則不予採納，而改以可撓式浮式排泥管連接方式排泥。採用此方法時，挖泥船可在海象條件不佳時，將此接頭連接並與排泥管直接連通。在此情況下，若泵送馬力不足時，可於挖泥船甲板上設置加壓站輔助之。

當排泥量及填區範圍大時，建議多設幾處排泥點，以避免泵送距離過長影響作業效率。採用此方式作業時，其平均工作量約可達每週25萬方左右。

3. 方式三：以自航式挖泥船拋泥於再處理坑 (Rehandle Pit)

本法係以自航式挖泥船將泥艙中之泥傾卸於預先挖好之再處理坑中，再以固定式挖泥船將再處理坑中之泥砂泵送至拋泥區中，其作業方式詳圖6-30所示。

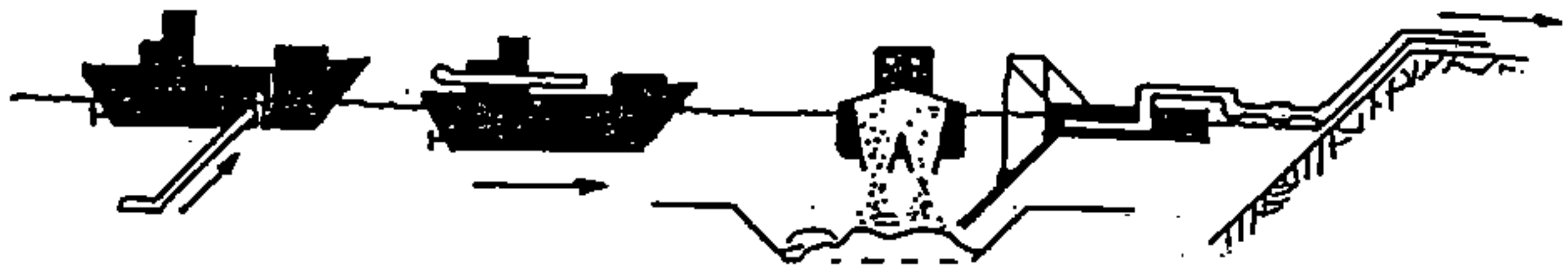


圖 6-30 以自航式挖泥船拋泥於再處理坑作業示意圖

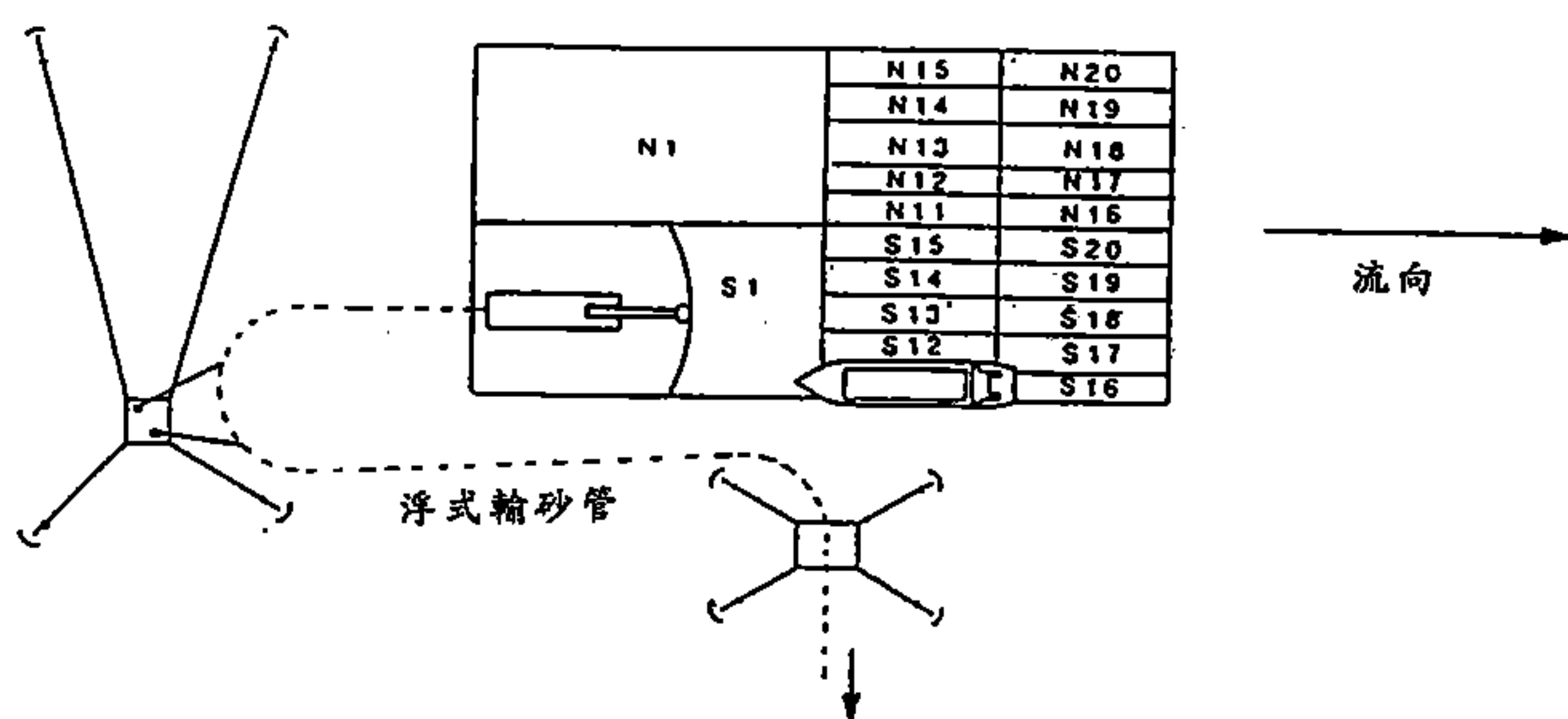
當自航式挖泥船缺乏自卸設備或需要更大泵送馬力及排泥量需求高時，採用本方法為一相當有效之解決方式，尤其在天氣良好且挖泥距離超過 2 海浬時，此一作業系統更是經濟可行。

一般而言，再處理坑之固定式挖泥船其工作效率較自航式高，因此，採用此一作業方式時，可同時使用多艘挖泥船繼續不斷地將砂拋放於再處理坑，讓再處理坑之抽砂船抽送至拋泥區，以配合該抽砂船之高工作能量。

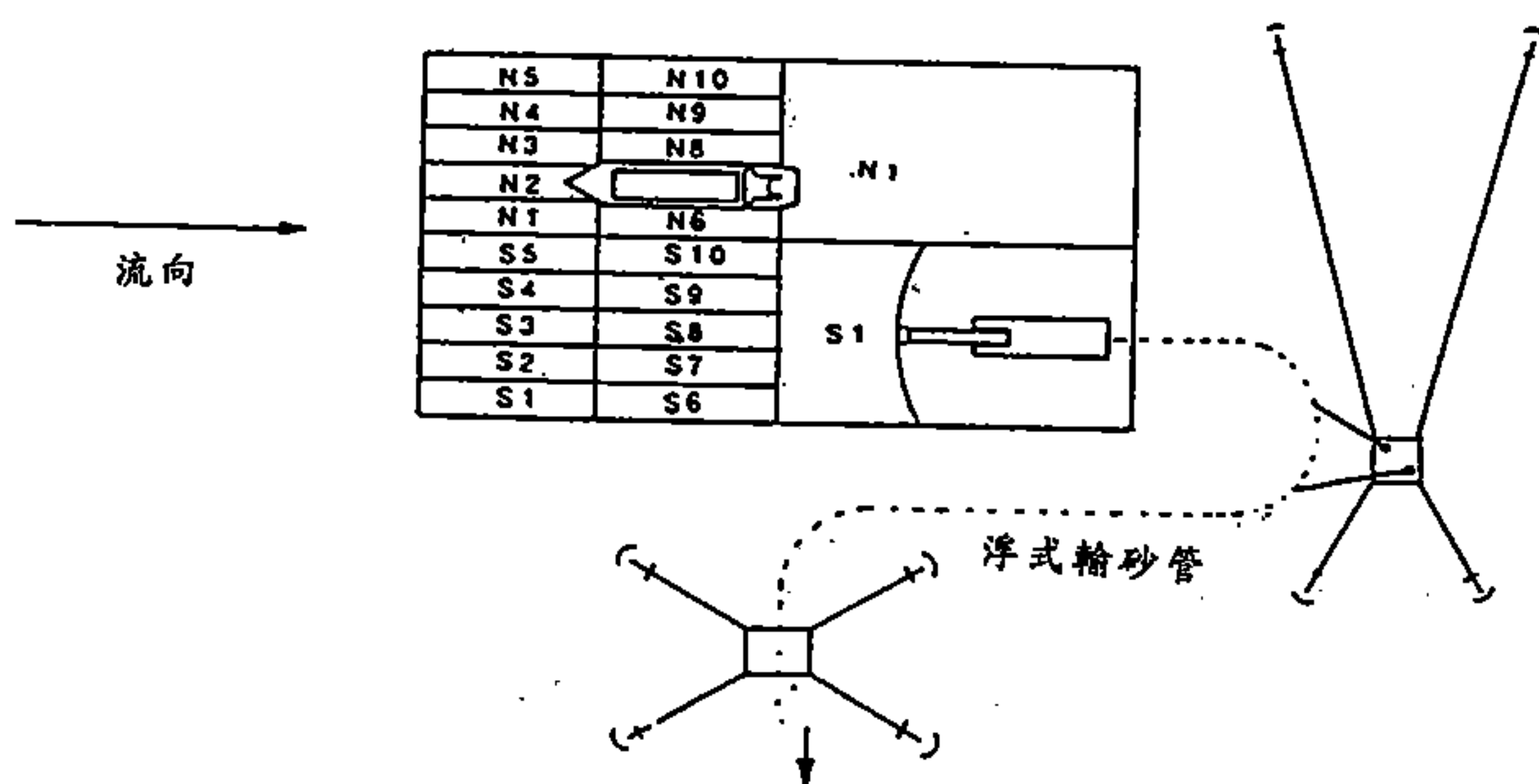
再處理坑與拋泥區之距離應愈短愈好，同時其坑洞之容量應能配合挖泥船之最適處理能量，方可使該方式之效率達至最高。同時，再處理坑之範圍需有足夠空間，以供自航式挖泥船安全地拋泥，避免因空間不夠而產生船隻互撞之現象。

採用此一作業方式時，再處理坑需分為二大部份作業，一為自航式挖泥船之拋泥作業；另一則為固定式挖泥船之抽砂作業。其作業步驟需如圖 6-31 所示，以避免互相干擾，而影響該方式之作業效率及安全性。

自航式拋泥厚度至少需保持 3~4 公尺間，如



步驟1 固定式挖泥船為順流向作業時，拋泥船直接將沙拋放於S 1 1 ~ 2 0
N 1 1 ~ N 2 0 區域即可。



步驟2 固定式挖泥船為逆流向作業時，則作業程序又分

- ①固定式挖泥船於S 1 區作業時，拋泥船將沙拋放於N 1 ~ N 1 0 區。
- ②固定式挖泥船於N 1 區作業時，拋泥船將砂拋放於S 1 ~ S 1 0 區。

圖 6-31 固定式挖泥船作業步驟

此方可保持固定式抽砂船之高排泥量。此外，由於作業期間，因泥砂擴散現象較大，對於排泥量之效果將有所影響。

通常再處理坑工作完成後，遺留之坑洞將由自航式挖泥船填平至原有高程。而固定式挖泥船（如絞刀式）之產能將依處理厚度、泥質、挖泥船之特性、運送距離及浚挖深度而定。大型絞刀式或dustpan挖泥船其能力可達每週30萬至50萬方。

此一系統另一優點為泥砂之處理經過二次淘洗，其粒徑通常不小於 $63\mu\text{m}$ 。然而更多之泵送馬力及更多之磨損（損耗）將會發生。若減少泵送距離，可增加再處理坑之範圍，以增加產能。

4. 方式四：駁船載泥至再處理坑

本法係以駁船將挖泥區所抽吸之泥砂拋放送再處理坑中（詳圖6-32）。此一作業方式僅限於海象條件十分良好之條件下，允許駁船能安全航行於挖泥區及再處理坑之間，並保證抽砂船能在長時間內安全無慮工作。

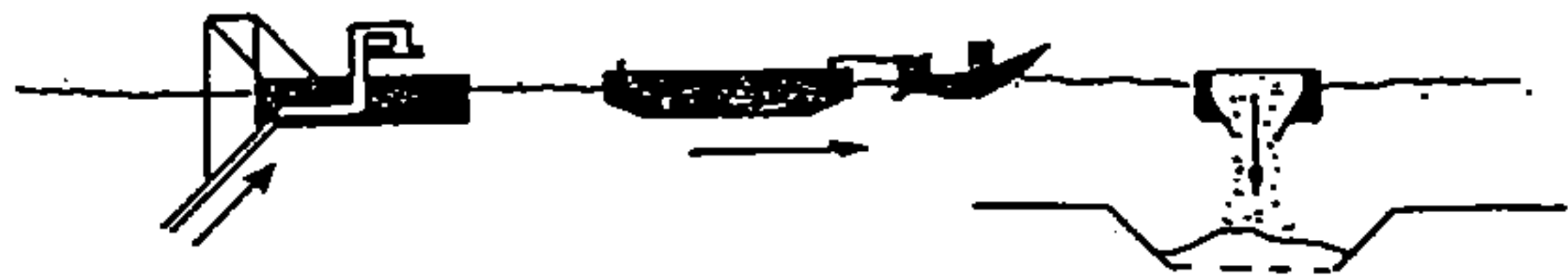


圖 6-32 以駁船載泥至再處理坑作業示意圖

駁船所載之砂係由挖泥區之挖泥船（如固定

抽吸式、dustpan、絞刀式、bucket、及自航式等)卸得。通常第一艘挖泥船均配備有駁船卸泥設備，例如 spray arms。Dustpan 及絞刀式挖泥船則需一可撓式浮式輸泥管及一分離之 Spider barge，如此一來駁船便可靠近裝載。至於 bucket 挖泥船則需一 chute 以將砂泵送入駁船。而自航式挖泥船卸泥駁船，僅在天氣良好時，同時一次僅能作業一艘船。

上述每一種卸泥設備，所產生之細砂不盡相同。完全視卸砂設備之種類、船舶大小、輸泥率及濃度而定。然而由於經過二次洗砂處理，小於 $63\mu\text{m}$ 之細砂將流失，使再處理坑之水不致過於污濁。

再處理坑之挖泥作業如同 3 節所述，再處理坑之產能及借土區之產能需互相配合。當考慮挖泥過程中可能之損失，便可簡單計算出所需船舶之種類及數量。

由於利用駁船取代自航式挖泥船作為運送媒介，其水深不需太深，因此再處理坑位置之選擇應儘量靠近填土區，此一結果將使沉埋管距離更短，泵送距離亦降低，其工作能量將相對提高。

5. 方式五：利用駁船載泥至拋泥點直接泵送至拋泥區

本法係以駁船將抽砂區之泥砂載運至拋泥點後，利用拋泥點之幫浦直接將砂泵送至拋泥區，其作業方式詳圖 6-33 所示。

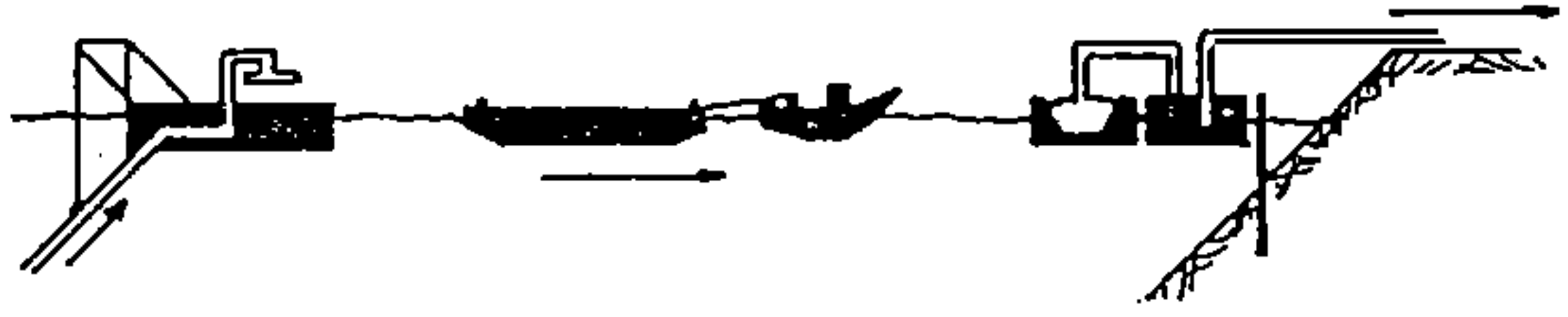


圖 6-33 以駁船載泥至拋泥點作業示意圖

駁船之載泥方式同 4 節所述。當再處理坑無法使用之情況下(如底床坡度不穩)，則以 reclamation dredger (或稱駁船卸泥船) 替代之。此卸泥船緊臨泊於拋泥區，使用此一系統時，由於一次僅能卸泥一條船舶，不規則之泵送過程因此發生。由於泵送之不規則性，不可能保持一個固定高濃度之泥流，因此較再處理坑方式處理能量為小。以大型挖泥船而言，其每艘每週生產量約 20 萬至 25 萬方之間。由於卸泥船通常具高馬力之幫浦，故其運送距離可加長。

6. 方式六：直接將泥經由排泥管泵送至拋泥區

此方法係以挖泥船直接將砂經由排泥管泵送至拋泥區，其作業方式詳圖 6-34 所示。

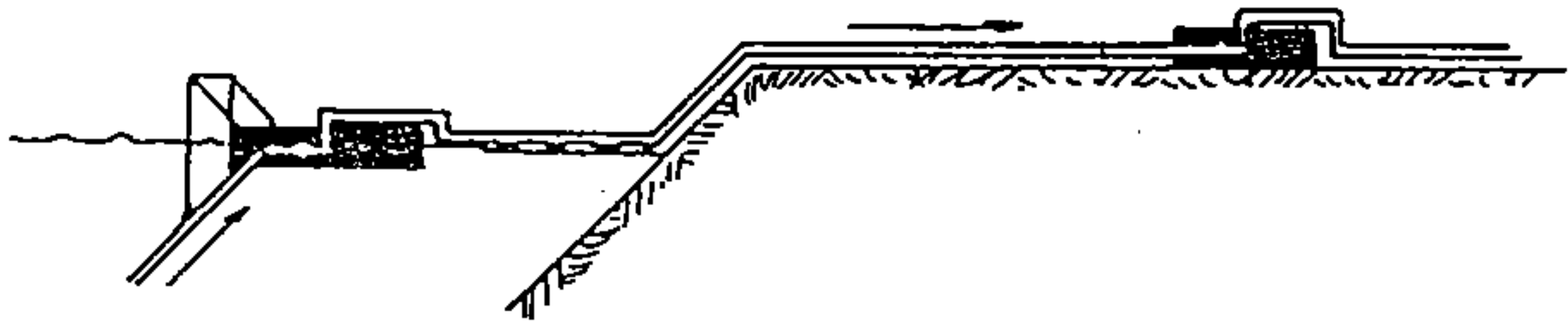


圖 6-34 直接將泥經由排泥管泵送至拋泥區作業示意圖

採用此法時通常其挖泥區即位於拋泥區附近。所使用之挖泥船則視當地條件及底質狀況而定。由於挖泥區緊臨其附近，因此可設置多處抽砂區，以減少其泵送距離。

本法唯一缺點則為細砂可能侷限於填土區一角，而產生不均勻之沉陷。

7. 方式七：以噴嘴直接噴砂

本法係以自航抽吸挖泥船將所抽吸之砂載運至拋泥區後，直接以船身之噴嘴噴砂，其作業方式詳圖6-35所示。該方式又稱之為彩虹式(Rainbow System)。



圖 6-35 以噴嘴直接噴砂之作業示意圖

採用此方式主要係用於緊急填砂或養灘時，並且多數在天氣狀況良好時為之。由於其流失率過高，相對費用亦高。其噴砂距離視風向、風力、幫浦能力而定，一般均在25~75公尺之間。

「出島號」爲日本最大型之深水抽砂船，其船機尺寸
以及施工例如表7.1 及7.2 所示。

表 7.1 「出島號」尺寸表

船機尺寸：全長×船長×船幅×深度
 $136.2\text{m} \times 90.0\text{m} \times 22.0\text{m} \times 6.5\text{m}$
 滿載吃水..... 約5.1 m
 排水量..... 8,434 t
 浚渫深度..... 80 m
 標準運轉時間排水量..... $7,200\text{ m}^3/\text{H}$

表 7.2 「出島號」施工例

工 事 名	工 期	浚渫土量(m^3)	摘 要
扇島東埋立深層 海砂採取工事	1974.11～ 1975.11	4,850,000	埋立
東扇島埋立第Ⅲ工區 護岸下部工事	1976.2～ 1978.10	10,199,880	埋立
浮島地先東護岸下部 (その1)工事	1977.12～ 1978.3	599,460	バージロー ディング
幕張C地區埋立 その3工事	1978.12～ 1979.1	333,000	埋立
大分(大在地區) 6號地埋立工事	1981.1～ 1982.3	2,824,600	埋立

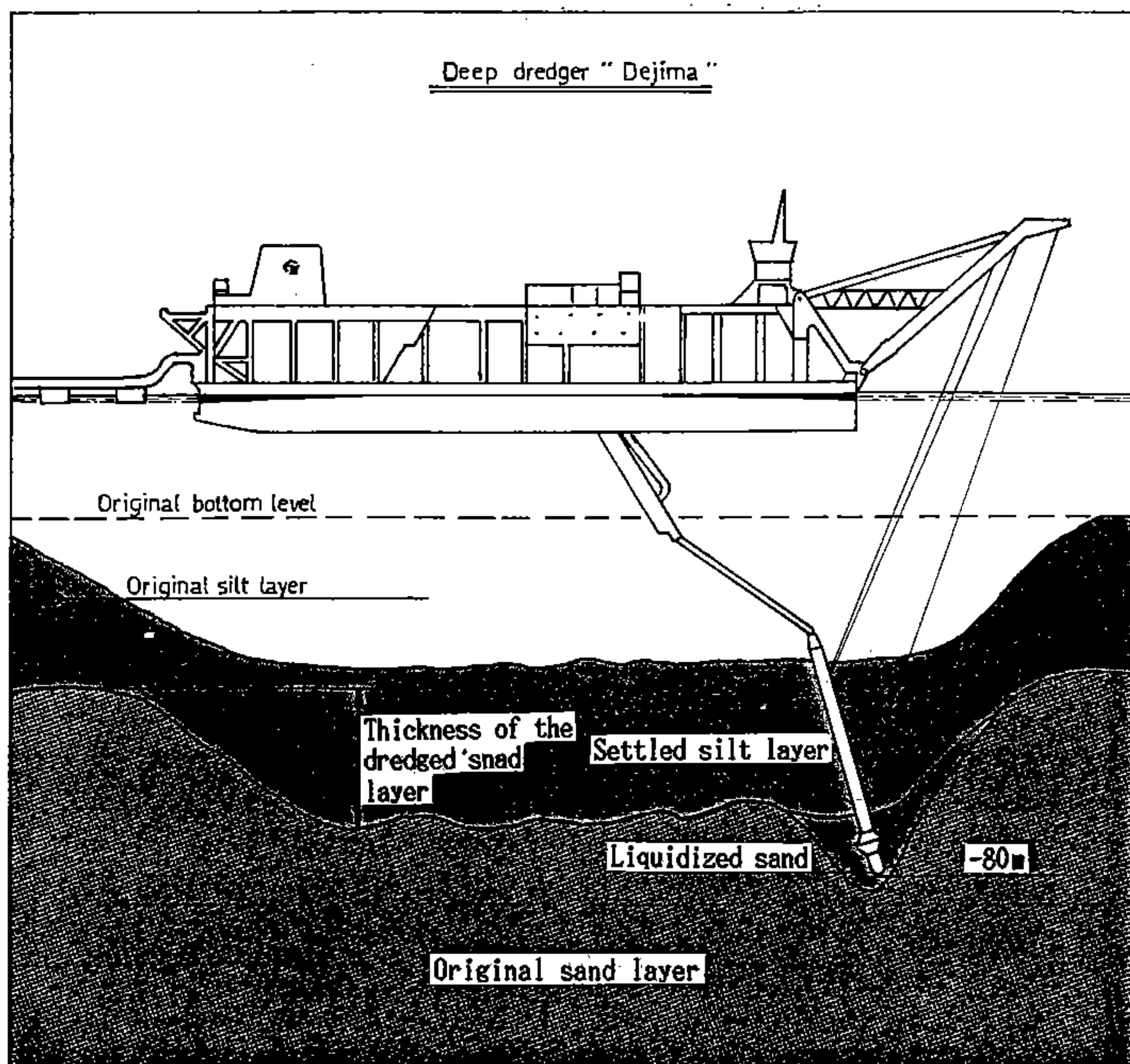


圖 7-2 大深度浚挖船「出島號」施工示意圖

「出島號」施工示意圖詳見圖7-2，其浚深深度能夠達80m深，主要決定於其抽砂管之作業方式與作業能力，現對抽砂管前端施工方式說明如下(參見圖7-3)：

1. 抽砂管前端首先以高壓水柱沖擊軟弱粘土層，使粘土層呈液化狀態，俾順利抽砂管通過並到達適用之良質砂層進行抽砂作業。
2. 高壓水柱繼續沖擊良質砂層，使邊坡上之良質砂崩陷，經抽砂管抽送至水面上。
3. 抽砂管藉由高壓水柱之沖擊繼續深入良質砂層，最深可達80m，兩側邊坡亦繼續隨水柱沖擊而崩落。
4. 抽砂能量之效率有一定之含泥率，當低於此含泥率時，崩陷區內已呈圓弧形，可提供之砂源減少，為免降低抽砂效率，應將抽砂管端移至他處繼續抽砂作業。
5. 移動抽砂管端應考慮前一次作業抽砂區之範圍曲率，並將上一次抽砂外圍與下一次抽砂相互配合，以減少因抽砂管移位造成之漏失。

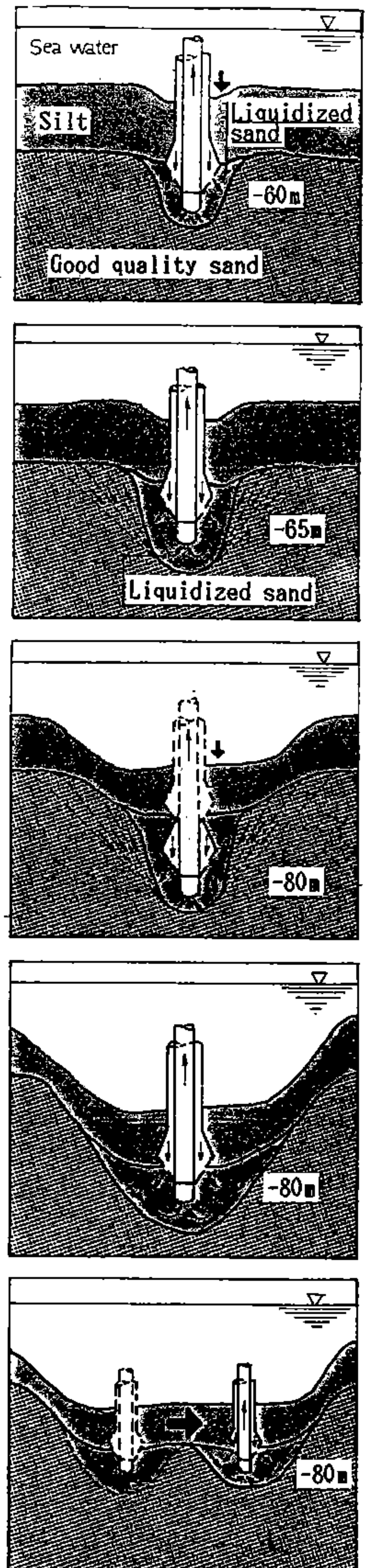


圖 7-3 抽砂管作業程序

7.2 可移動海上平台式抽砂船

海洋施工技術如海上鑽油平台、人工島填築等作業，海域常須於嚴峻之施工條件下作業，目前外洋浚渫船採用昇降步行式(SEP 方式)以及半潛步行式(Semi-Sub 方式)浚渫船以克服施工上之困難。

7.2.1 昇降步行式浚渫船 (SEP方式浚渫船·Self Elevating and Walking Dredger)

SEP 方式浚渫船設有昇降式作業台，採昇降步行方式，其抽砂機具藉由昇降腳行進於海面上，可減輕波浪對浚渫船之影響，以增加抽砂效率與工作時間。圖7-4 為日本建造“Al-Bassl 號”作業狀況，圖 7-5則為“Al-Bassl-Bay”構造概念圖，浚渫船尺寸則詳見表7.3。

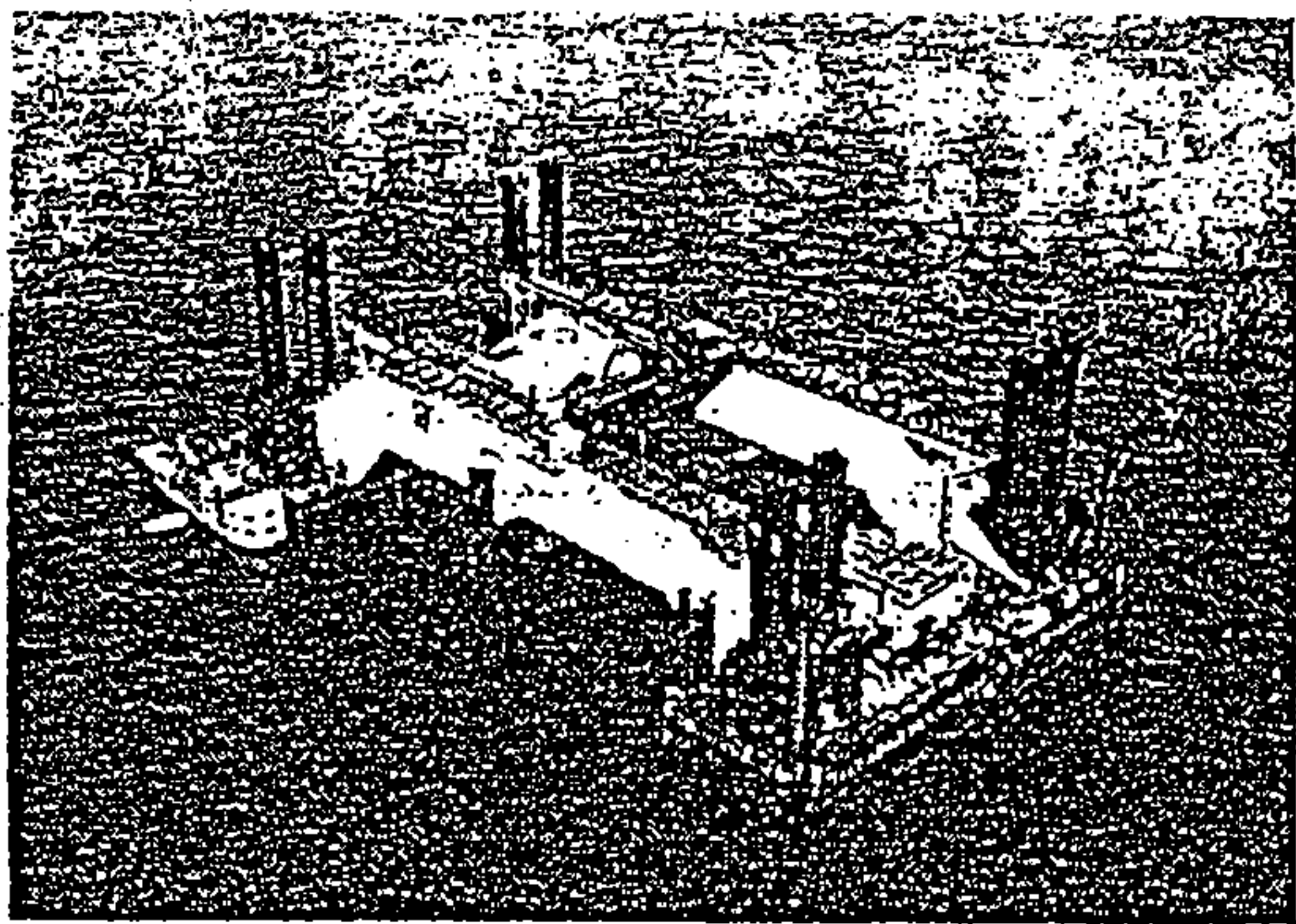


圖 7.4 Al-Bassl-Bay 作業狀況

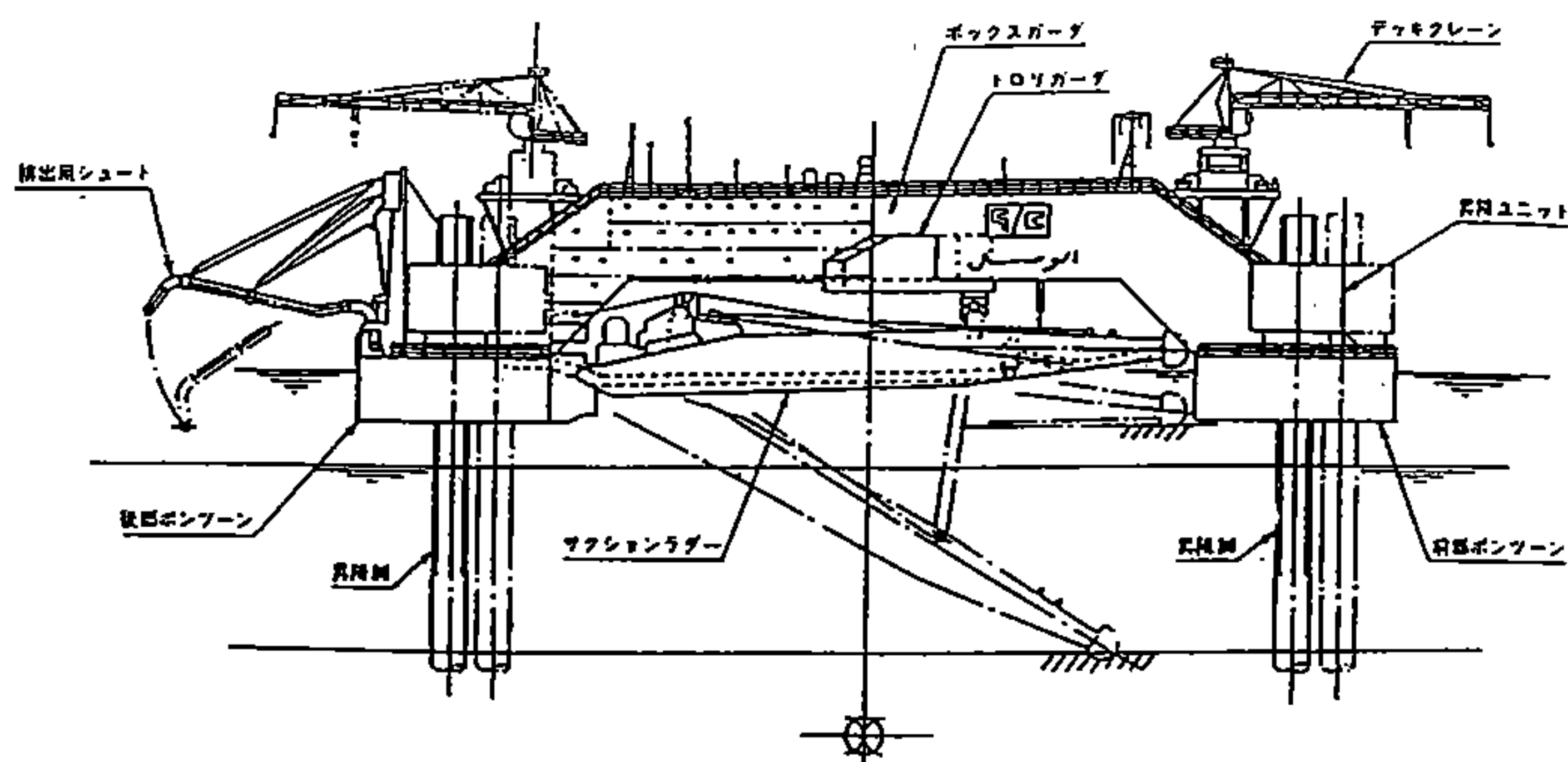


圖 7-5 Al-Bassl-Bay 構造概念圖

表 7.3 外海浚渫船主要尺寸表

浚渫型式		SEP 方式	Semi-Sub 方式
船名		Al Bassl Bay	SIMON STEVIN
全長×台船(長×幅)×全幅		94×(18×53)×57m	190×102(台船長)×67.2m
最大浚渫深度		17m	32m~50m
幫浦馬力		1040PS×2台(水中)	5,000PS×3台
幫浦能力		10,800m ³ /h×23/34mTH	
吸泥幫浦		—	5,000PS
浚渫時 作業條件	最大波高	4.5m(設計)	5.0m
	潮流	0.5m/sec	1 m/sec
	風速	18m/sec	20 m/sec
浚渫土質		砂,砂岩,さんご礁等硬土盤	砂~硬岩(500kg/cm程度以上)
重量		5,396 (G.T)	29,000 (M.T)
建造造船所		三菱重工業(株)(日本)	Phine Schelde Verolme
支持脚		2,400ton/基×8基(浚渫時4基)	8 基(浚渫時4基)

7.2.2 半潛步行式浚渫船(Semi-Submersible Walking Cutter Platform)

半潛步行式浚渫船其建造目的、浚渫方法、船體固定和移動方式均類似於SEP方式，其最大差異在於船體一部份係沒於海中抵抗波浪之影響，因而其可承受之浪高、潮流以及風速均較SEP方式較高。圖7-6為“SIMON STEVIN”作業狀況，圖7-7為“SIMON STEVIN”構造概念圖，其船機諸元亦詳表7.3。

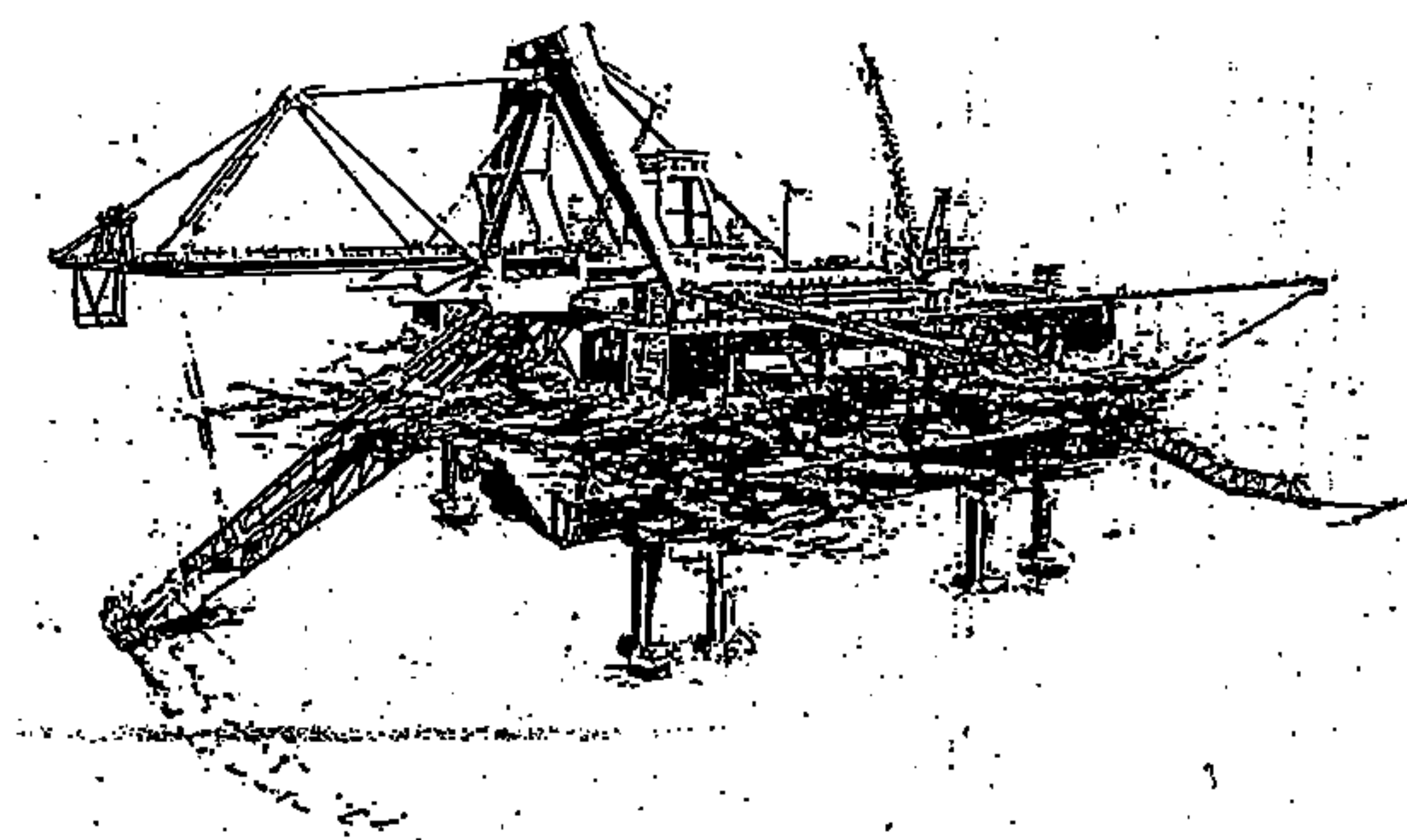


圖 7-6 “SIMON STEVIN” 作業狀況

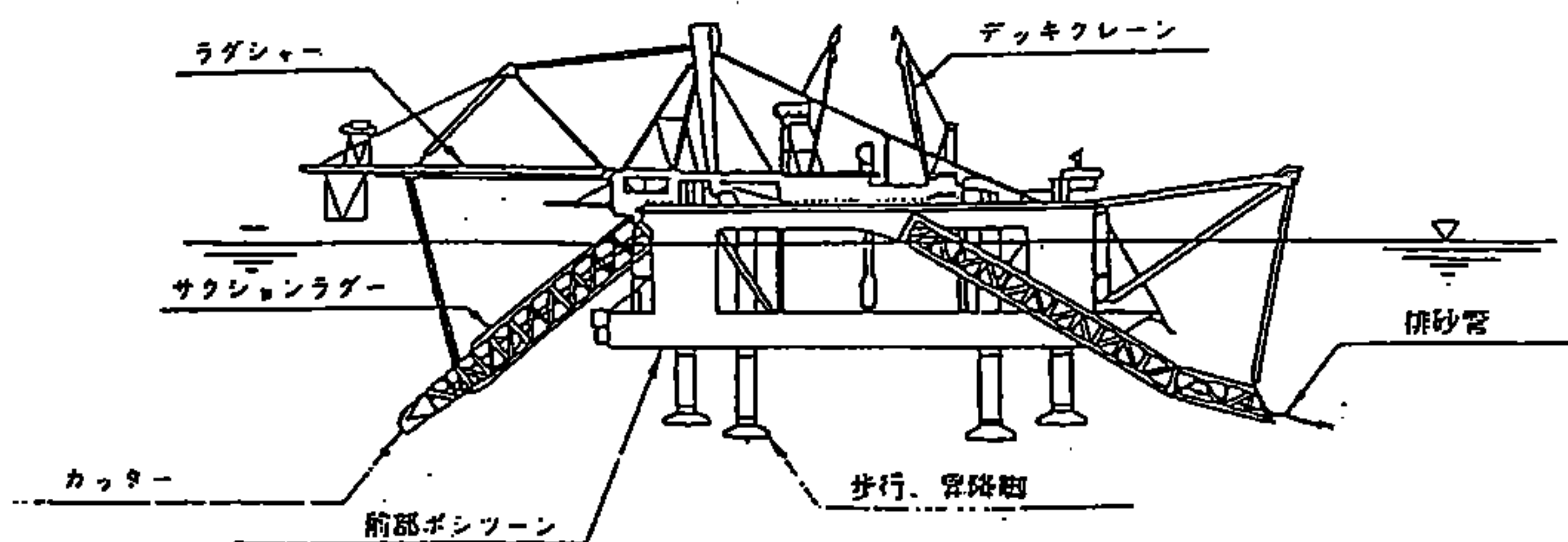


圖 7-7 “SIMON STEVIN” 構造概念圖

7.3 真空式抽砂船

7.3.1 氣送式挖泥船(Pneuma Dredge)

氣送式抽砂船之主要設備——氣送系統(Pneuma System)，係由義大利SIRSI公司研發而得，為第一套使用壓縮空氣替代傳統離心式幫浦泵送泥漿之裝置，在歐洲及日本許多抽砂計畫中均獲得良好之評價。

氣送系統係由一套幫浦主體（由三個圓柱體組成）、壓縮機、鏟機及一個能自動控制輸送壓縮空氣至圓柱體中之分配系統組合而成（詳圖7-8所示）。當幫浦潛入水中時，泥砂及水便經由進口閥吸入其中一個空圓柱體內，直至圓柱體充滿泥砂及水時，壓縮空氣便進入圓柱體內將進口閥關閉，同時壓縮圓柱體內之泥砂及水經由出口閥進入輸泥管內排送。當圓柱體內之泥砂及水排送完畢時，柱體內壓力將降至一般大氣壓力，此時出口閥將關閉而進口閥再度開啓準備進行下一次抽砂作業（詳圖7-9所示）。由於吸泥過程中三個圓柱體均反覆進行上述吸、送動作，為使吸泥效率充份發揮，三圓柱體間之循環相位必須控制得宜，此一控制作業便由氣送系統中之分配系統完成，經由分配系統之控制，三個圓柱體在操作中只有一組係執行輸泥，而其他二組則為吸泥，如此周而復始反覆循環，使其效益達至最高。

氣送系統最大挖泥深度可達水下50公尺深，同時，其另一最大優點則為吸泥過程中因擾動而產生之懸浮質其量甚微。

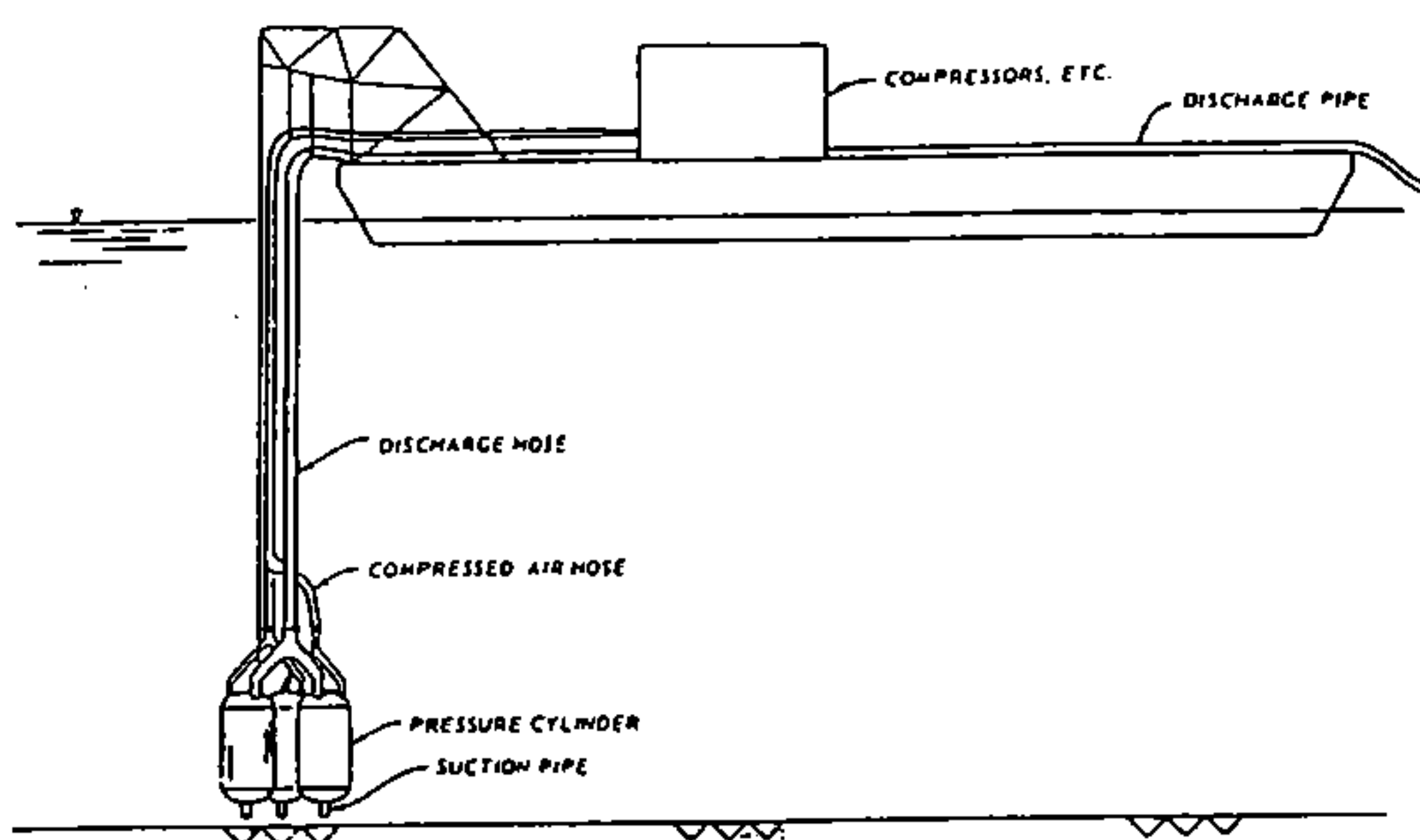


圖 7-8 Pneuma Dredge 系統示意圖

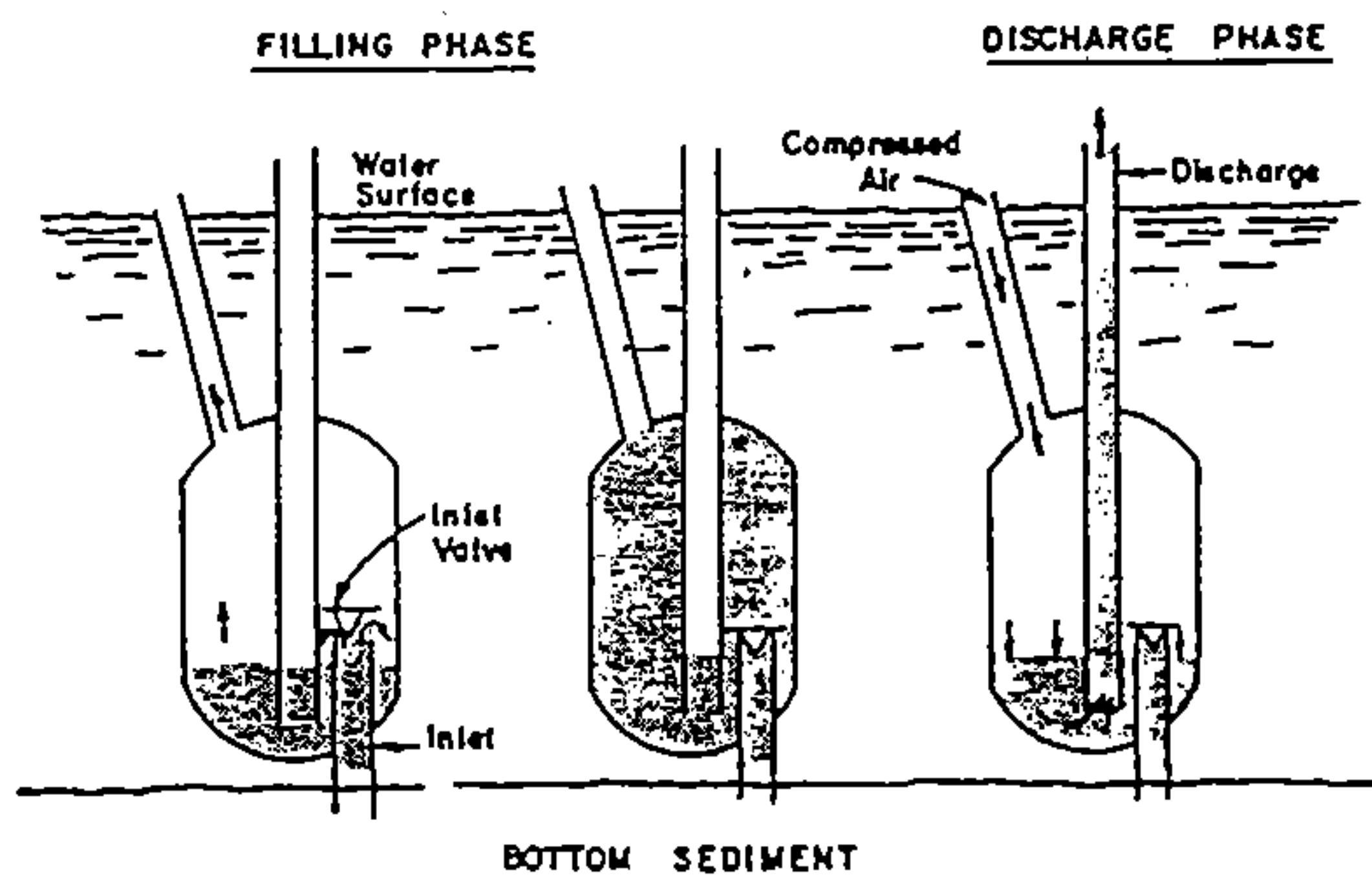


圖 7-9 Pneuma Dredge 作業示意圖

7.3.2 “Oozer” 挖泥船

“Oozer” 幫浦係由日本TOYO建設公司研發而得，其幫浦作業方式與前述氣送式大致相同，惟其僅有二個圓柱體（氣送式為三個），而其中一個在吸泥過程中，係以真空方式存在以加速其吸泥作業。Oozer 幫浦通常安裝於梯架末端，並視底泥性質而裝置特殊之吸頭或鉸刀頭。在整個挖泥過程中，若欲瞭解挖泥狀況，如挖泥厚度、挖泥後之海底高程以及所產生之懸浮質，均可藉由高頻率聲納及水下電視照相機立即偵測而得。大型 Oozer 幫浦其挖泥效果可達 $300 \sim 500 \text{ m}^3/\text{hr}$ 之境界。圖7-10為Oozer挖泥船之示意圖，而圖7-11則為Oozer挖泥系統“DREX”之吸泥部位說明圖。

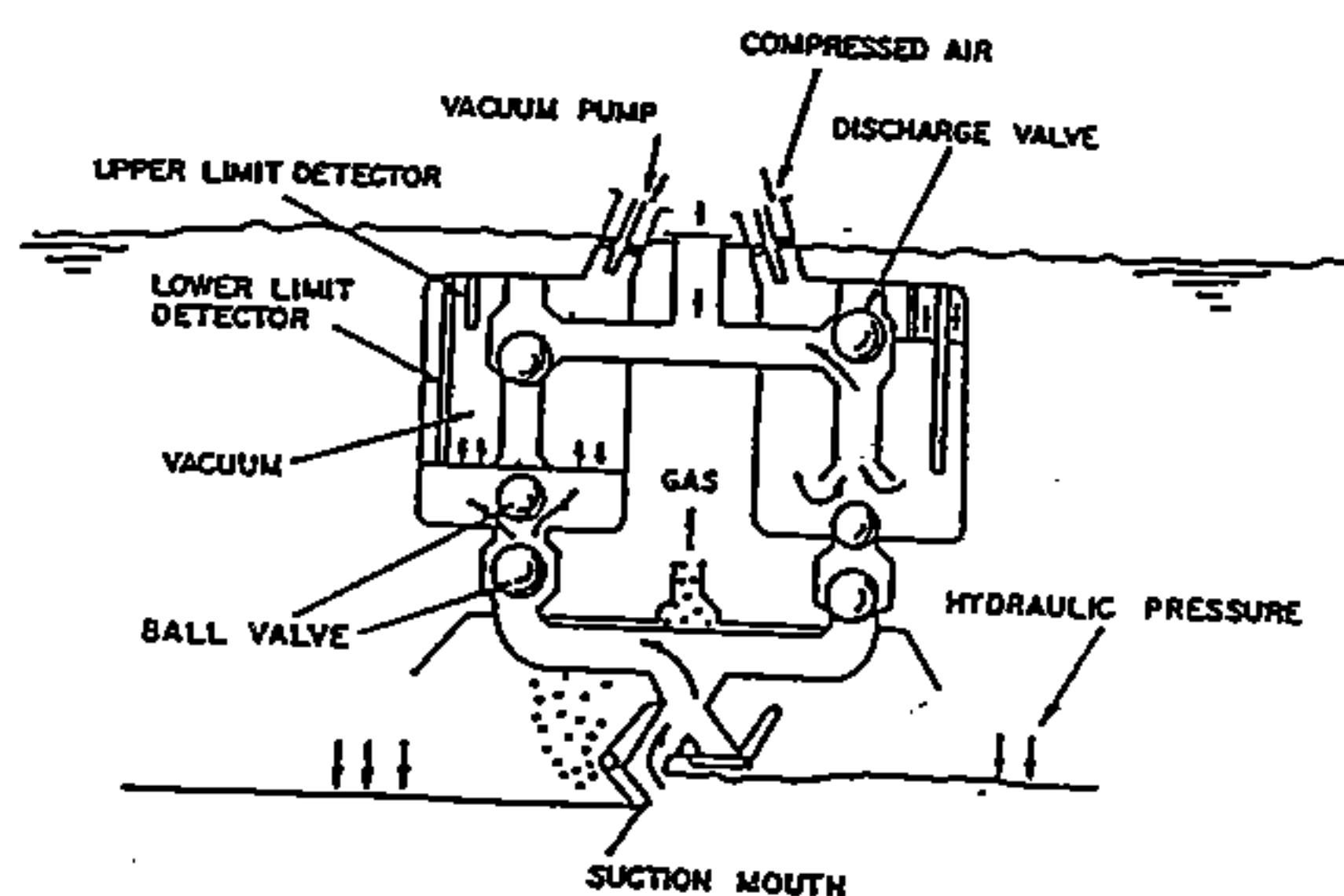


圖 7-10 Oozer 挖泥船示意圖

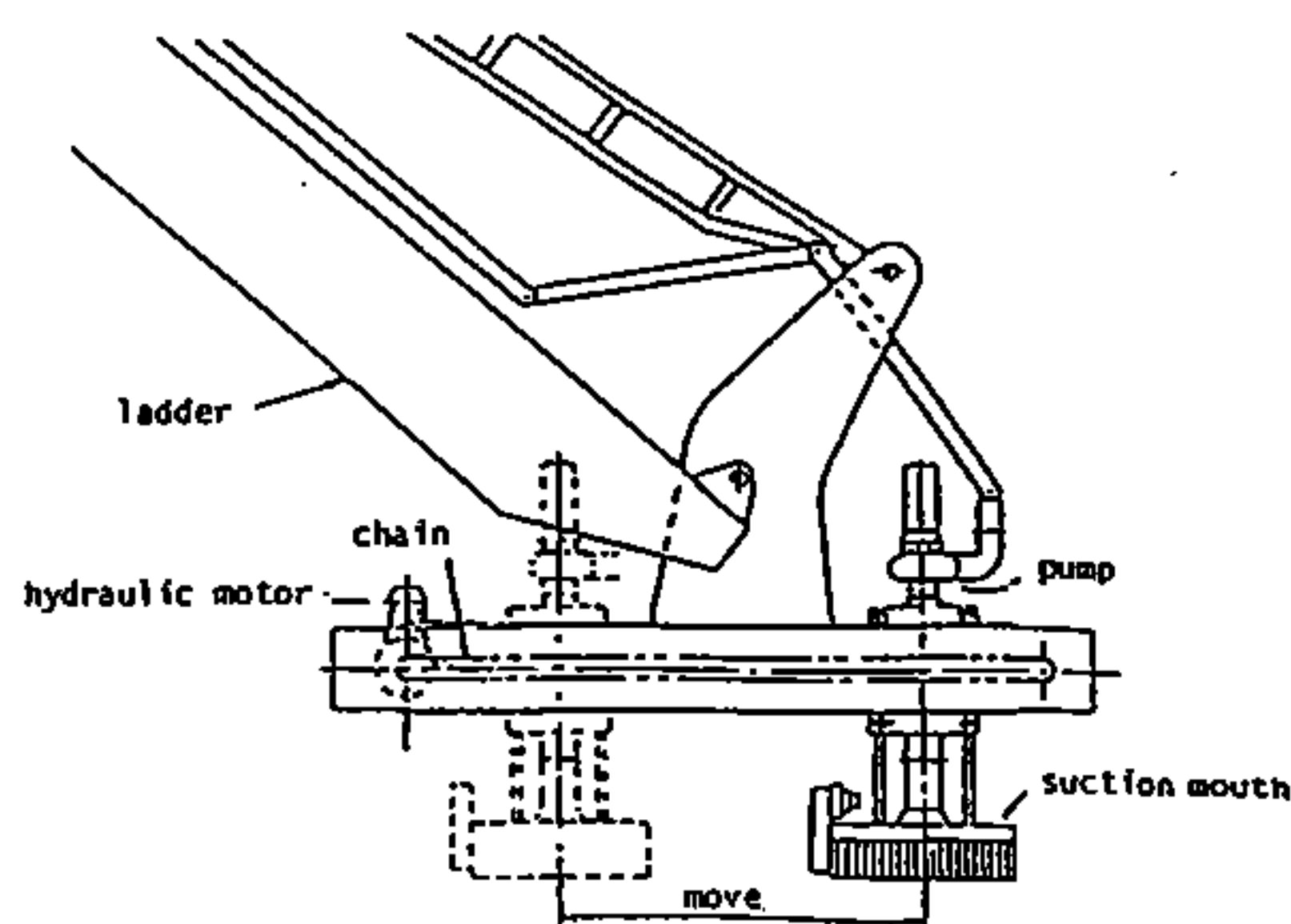


圖 7-11 Oozer 挖泥系統“DREX”吸泥部位說明圖

其船機主要設備如下：

1. 空壓機(Air compressors)

- 型式：Screw rotary system
- 能量： $34.2\text{ m/min} \times 7\text{ kg/cm} \times 1700\text{ rpm}$
- 驅動發電機： $190\text{ kw} \times \text{AC}440\text{ v} \times 60\text{ Hz} \times 4\text{ P}$

2. 真空幫浦(Vacuum pump)

- 型式：Roots system
- 能量： $-400\text{ mmHg} \times 44.8\text{ m/min}$
- 驅動發電機： $110\text{ kw} \times \text{AC}440\text{ v} \times 60\text{ Hz} \times 9\text{ P}$

3. 發電機(Main generator)

- 型式：Horizontal drip-proof rest self-excite
- 能量： $450\text{ KVA} \times 3\phi \times 60\text{ Hz} \times 445\text{ V} \times 8\text{ P}$
- 連續輸出： $530\text{ ps} \times 900\text{ rpm}$

4. 鋼纜(Winch)

- 梯形鋼纜： $12\text{ t} \times 24\text{ m/min} \times 75\text{ kw} \times 6\text{ P}$
- 旋轉鋼纜： $15\text{ t} \times 0.12\text{ m/min} \times 70\text{ kw}$
- 錨式鋼纜： $12\text{ t} \times 17\text{ m/min} \times 50\text{ kw} \times 6\text{ P}$

7.4 特殊抽砂船機對本工程之適用性

如前所述特殊抽砂船機之考量乃為因應特殊浚填工程，深水港第一期浚填工程填築面積3317公頃，需填方6.8億萬方，抽砂區水深最深為50m且為一般砂土，應屬於浚填數量龐大之一般浚填工程，針對傳統抽砂船機與特殊抽砂船機對本工程之適用性評量如表7.4。

表 7.4 傳統抽砂船機與特殊抽砂船機評量

作業船機 評量因子	傳統抽砂船機	特殊抽砂船機
船機數量	數量多。	專為特殊工程而用，船機數量少。
可提供浚填量	因可供作業船機多，相對的可提供之浚填量亦多。	船機數量少，且浚挖能力不一定較傳統船機強，因此可提供之浚填量相對減少。
費 用	一般作業船機費用。	為因應特殊工程須向國外租借，甚或新建，則費用高。
動 復 員	一般。	須向國外租借，動復員耗費時日。
操 作 難 易 度	一般。	特殊抽砂機具操作須有受過訓練之操作員，困難度高。
維 護 費 用	一般。	特殊抽砂船機因造價昂貴，因之維護費用亦相對提高。

如表7.4 結果顯示，第一期工程因浚挖數量大，所須動員之抽砂船機數目多，實不適於船機數量少，可提供之浚填量寡之特殊抽砂船機，因此第一期工程所考量採用之抽砂船機將以一般傳統抽砂船機為主，特殊抽砂船機則不予採用。

第八章 抽砂回填作業循環時間分析

依民國79年運研所「台灣地區籌建深水港計畫可行性研究及先期規劃」報告結果，深水港預定地點為高雄港二港口南側至高屏溪口之水域，預定填地面積為6,177公頃（詳圖2-1）。工期預計20年，分二期實施，其中第一期為11年，預計填方6.8億立方公尺，第二期為9年，預計填方3.6億立方公尺。依據此一規劃結果，所須回填之土方數量為單一計畫中之最大者，而其中第一期工程更佔所有填方量之 $\frac{2}{3}$ ，平均每年需回填約6200萬立方公尺，若含10%之漏失量，則平均每年需回填約6800萬立方公尺，其所需挖泥船隊之挖泥能量將十分可觀。基此，本報告將把第一期工程之挖泥計畫作為研究之重點，以作為深水港計畫之施工參考。

8.1 挖泥船型式及船機作業方式

考慮深水港第一期工程6.8億立方公尺之填土量及11年必須完工之時程考量，其挖泥船隊每年至少需完成6800萬立方公尺之填土量，復以借土區距離最遠需達25公里等種種因素考量，其挖泥船之選擇自以機動性大，泥艙容量大且浚挖深度深之自航抽吸式挖泥船最為適合。然因借土區I區距離較近，得考慮使用鉸刀固定抽吸式挖泥船，因此採用挖泥船之原則為：當借土區距離遠時採用自航式，借土區距離近時考慮自航式或鉸刀式，分別對此兩種挖泥船說明如下：

8.1.1 自航抽吸式挖泥船

自航抽吸式挖泥船其作業方式又可分為：

1. 以自航式挖泥船拋泥於再處理坑(Rehandle pit)

本法係以自航式挖泥船將泥艙中之泥傾卸於預先挖好之再處理坑中，再以固定式挖泥船將再處理坑中之泥砂泵送至拋泥區中，其作業方式詳圖6-30所示。

當自航式挖泥船缺乏自卸設備或需要更大泵送馬力及排泥量需求高時，採用本方法為一相當有效之解決方式，尤其在天氣良好且挖泥距離超過2海浬時，此一作業系統更是經濟可行。

一般而言，再處理坑之固定式挖泥船其工作效率較自航式高，因此，採用此一作業方式時，可同時使用多艘挖泥船繼續不斷地將砂拋放於再處理坑，讓再處理坑之抽砂船抽送至拋泥區，以配合該抽砂船之高工作能量。

再處理坑與拋泥區之距離應愈短愈好，同時其坑洞之容量應能配合挖泥船之最適處理能量，方可使該方式之效率達至最高。同時，再處理坑之範圍需有足夠空間，以供自航式挖泥船安全地拋泥，避免因空間不夠而產生船隻互撞之現象。

採用此一作業方式時，再處理坑需分為二大部份作業，一為自航式挖泥船之拋泥作業；另一則為固定式挖泥船之抽砂作業。

以自航式及定位式挖泥船各一艘配合作業，其年產量(億立方公尺)：

土壤 \ 運距	10 公里	25 公里
甲類	0.05	0.04
乙類	0.15	0.10

2. 以噴嘴直接噴砂

本法係以自航抽吸挖泥船將所抽吸之砂載運至拋泥區後，直接以船身之噴嘴噴砂，其作業方式詳圖6-35所示。該方式又稱之為彩虹式(Rainbow System)，其施工圖如圖8-1。

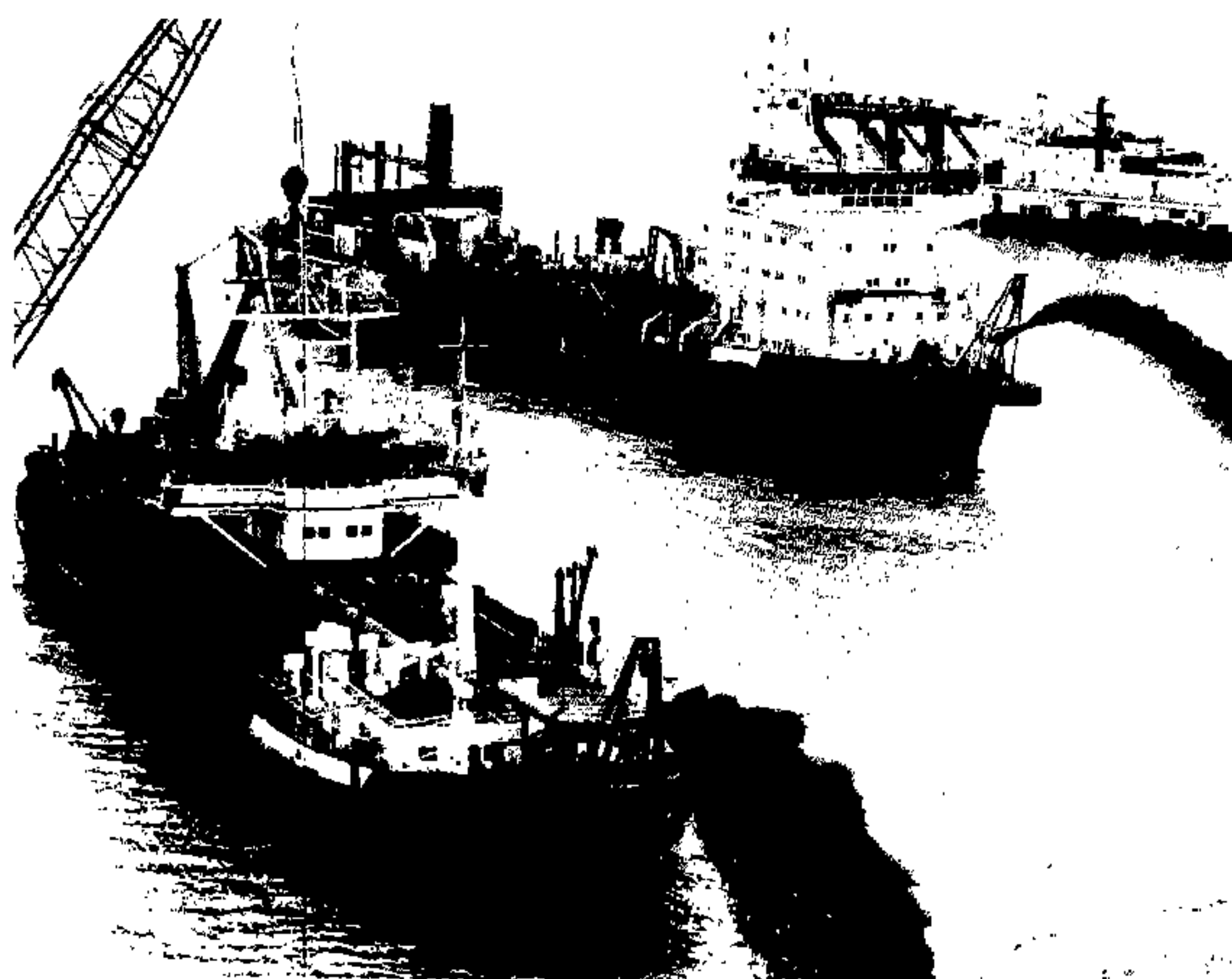


圖 8-1 以噴嘴方式施工圖

採用此方式主要係用於緊急填砂或養灘時，並且多數在天氣狀況良好時為之。由於其流失率過高，相對費用亦高。其噴砂距離視風向、風力、幫浦能力而定，一般均在25~75公尺之間。

3. 以自航式挖泥船接岸側固定輸砂管輸砂

本法係以自航抽吸式將所抽吸之砂載運至回填區側，接上岸側之輸砂管進行輸砂回填作業，其施工圖如圖 8-2 所示。

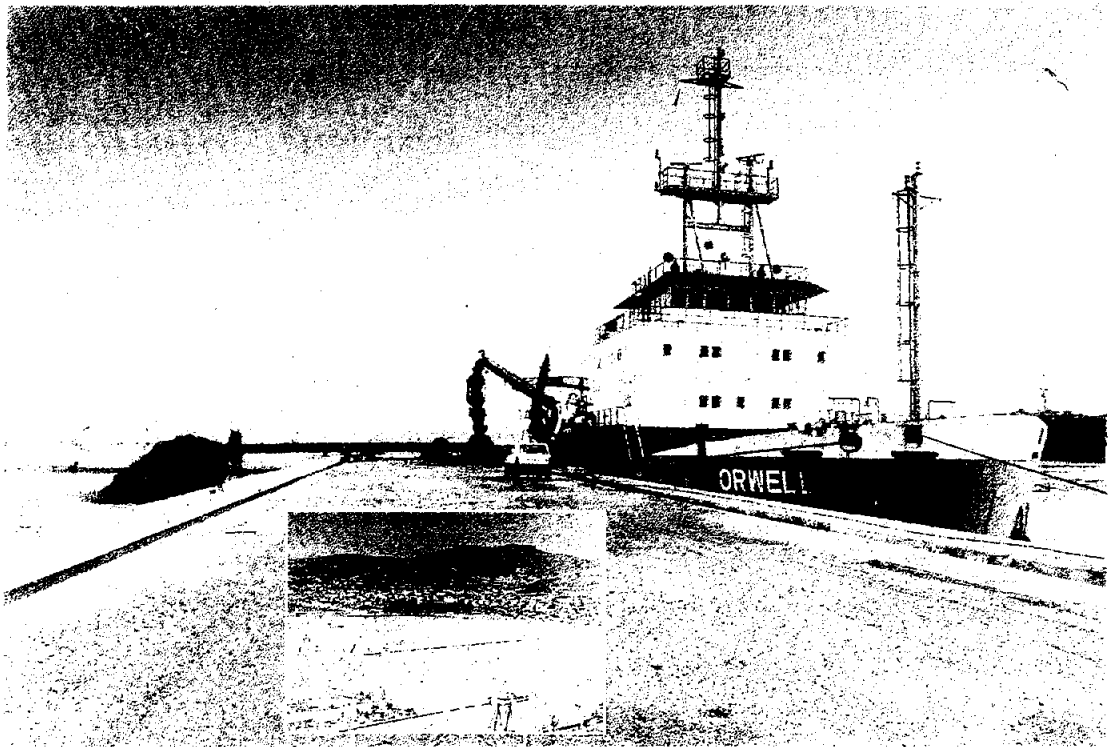


圖 8-2 自航式挖泥船接陸上固定輸砂管施工圖

採用此方式時必須考慮抽砂船與輸砂管之銜接方式，通常所築之海堤需有固定碼頭設施，以使抽砂船停靠，同時為考慮其輸送距離，必要時得輔以加壓設備，由於其接駁管花費時間，回填效率低，費用將相對提高。

8.1.2 鉸刀固定抽吸式挖泥船

配合鉸刀固定抽吸式挖泥船之作業方式：

1. 駁船載泥至再處理坑

本法係以駁船將挖泥區所抽吸之泥砂拋放送至再處理坑中(詳圖6-32)。此一作業方式僅限於海象條件十分良好之條件下，允許駁船能安全航行於挖泥區及再處理坑之間，並保證抽砂船能在長時間內安全無慮工作。

由於利用駁船取代自航式挖泥船作為運送媒介，其水深不需太深，因此再處理坑位置之選擇應儘量靠近填土區，此一結果將使沉埋管距離更短，泵送距離亦降低，其工作能量將相對提高。

2. 利用駁船載泥至拋泥點直接泵送至拋泥區

本法係以駁船將抽砂區之泥砂載運至拋泥點後，利用拋泥點之幫浦直接將砂泵送至拋泥區，其作業方式詳圖6-33所示。

3. 直接將泥經由排泥管泵送至拋泥區

此方法係以挖泥船直接將砂經由排泥管泵送至拋泥區，其作業方式詳圖6-34所示。

採用此法時通常其挖泥區即位於拋泥區附近。所使用之挖泥船則視當地條件及底質狀況而定。由於挖泥區緊臨其附近，因此可設置多處抽砂區，以減少其泵送距離。

本法唯一缺點則為細砂可能侷限於填土區一角，而產生不均勻之沉陷。由於借土區Ⅰ區之距離約在8公里左右，配合絞刀式挖泥船作業方式，如以管線輸送方式，直接將泥經由排泥管泵送至回填區，為避免影響航運安全，輸砂管應以海底管通過抽砂區至回填區以水面管接陸上管填築

，並於其中設加壓站以補輸送距離能力之不足。

8.2 自航式挖泥船泥艙之容量與絞刀式作業能力

如前所述，本工程挖泥船之選擇係以泥艙容量大之自航抽吸式挖泥船最為適合，據統計世界上目前泥艙容量超過8000立方以上之自航式挖泥船，約有11艘，平均時速約15海浬，平均滿載吃水約9m(詳表3.3所示)。總輸出功率超過15,000HP之定位式挖泥船則約有21艘，其中7艘有自航能力(詳表8.1所示)。本工程擬採用之自航式抽吸船其泥艙之容量為10,000立方公尺，浚挖深度一般為35公尺，最深為50公尺。絞刀式挖泥船因以駁船或輸砂管線輸運，無泥艙容量之考量，而與其作業能力和駁船受泥能力有關，我國挖泥船與受泥船統計表詳見表3.1和表3.2。本工程擬採用作業能力 $1000\text{m}^3/\text{hr}$ ，浚挖深度28公尺之絞刀式挖泥船與 1000m^3 之受泥船。

8.3 抽砂區地質影響

深水港第一期工程於11年內需挖泥達6.8億立方公尺，平均每年需挖泥約6800萬立方公尺(含10%漏失量)，如以泥艙容量 8000m^3 以上之自航式挖泥船為主要挖泥設備，運距不超過25km，航速14海浬/時為考量，若以底質粒徑 d 為0.1mm及0.2mm為可能粒徑，則甲類土壤(即 $d=0.1\text{mm}$)與乙類土壤(即 $d=0.2\text{mm}$)，粒徑分佈詳圖8-3所示。每艘船之年產能分別為400萬立方公尺及1000萬方公尺(詳圖8-4)。由此一資料顯示，由於顆粒細之砂質取泥作業較困難，沉降泥艙速率慢，影響船隻作業效率，且漏失量大，對於新生地之承载力亦較差，經費又高，故於選擇抽砂地點時，應

表 8.1 輸出功率超過15000 HP 定位式挖泥船統計表

Cutter Suction Dredgers	Dimensions (m) length x width x draught	GRT	Dredging depth (m)		Machinery output (Hp)			Pipeline diameter (mm)	Speed (knot)	year made	year Re-built	Owner
			normal	max.	total output	dredge pumps	cuttér output					
Vlaanderen 19	99.9x18.5x4.8	2,305	30.0		18,100	11,450	2,400	900	8.0	1978		Decloedt
Rubers	101.0x17.0x4.0		25.0		15,550	10,900	1,800	850		1977		DI
Leonardo Da Vinci	121.5x22.4x5.2	5,760	30.0		27,520	16,920	6,000	900	10.8	1986		JDN
Marco Polo	116.5x19.0x4.8	3,228	30.0		20,090	13,320	4,000	900	11.0	1979		JDN
Bilberg 1	115.8x20.0x5.6	3,890	25.0		21,830	9,900	2,950	900	13.5	1986		B&B
Castor	104.5x18.0x4.5		25.0	31.5	15,600	7,600	2,400	850		1984		Broekhoven
Oranje	132.0x19.2x5.6	3,606	27.5		20,300	8,500	3,600	850	10.0	1978		Boskalis
Aquarius	106.0x19.0x4.9	2,094	25.0		17,500	7,500	2,700	850	11.5	1977		Boskalis
Taurus	112.6x19.0x4.8	2,405	29.5		21,320	12,200	5,000	850	11.5	1983		Boskalis
Libra	107.0x19.0x4.9		25.0		17,550		3,200	850				Boskalis

Typical grain size distribution curves for sand 100 μ m and 200 μ m

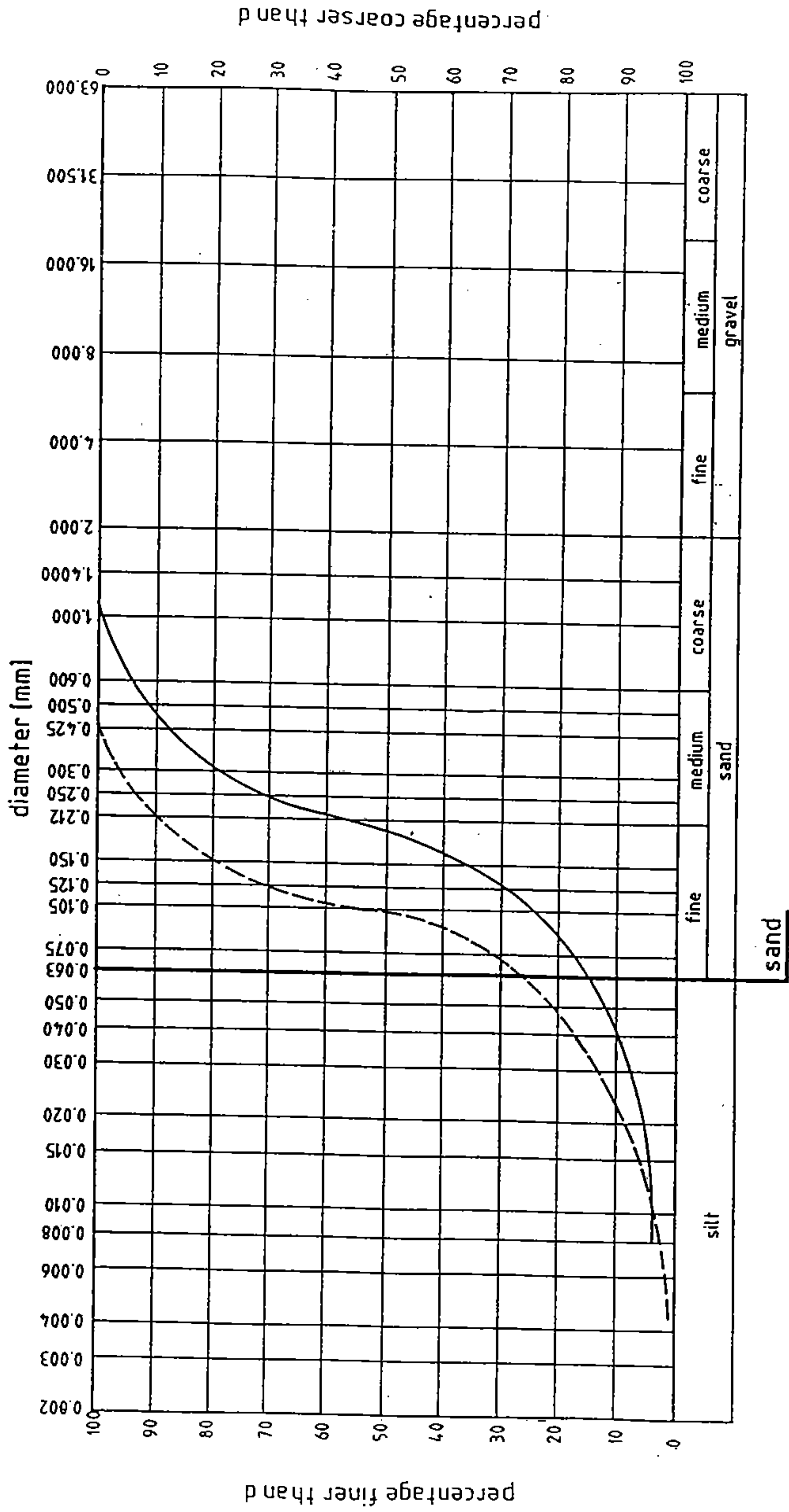


圖 8-3 甲、乙類土壤粒徑分佈曲線圖

--- Sand distribution curve for sand-type D₅₀ = 100 μ m (class A)
 — Sand distribution curve for sand-type D₅₀ = 200 μ m (class B)

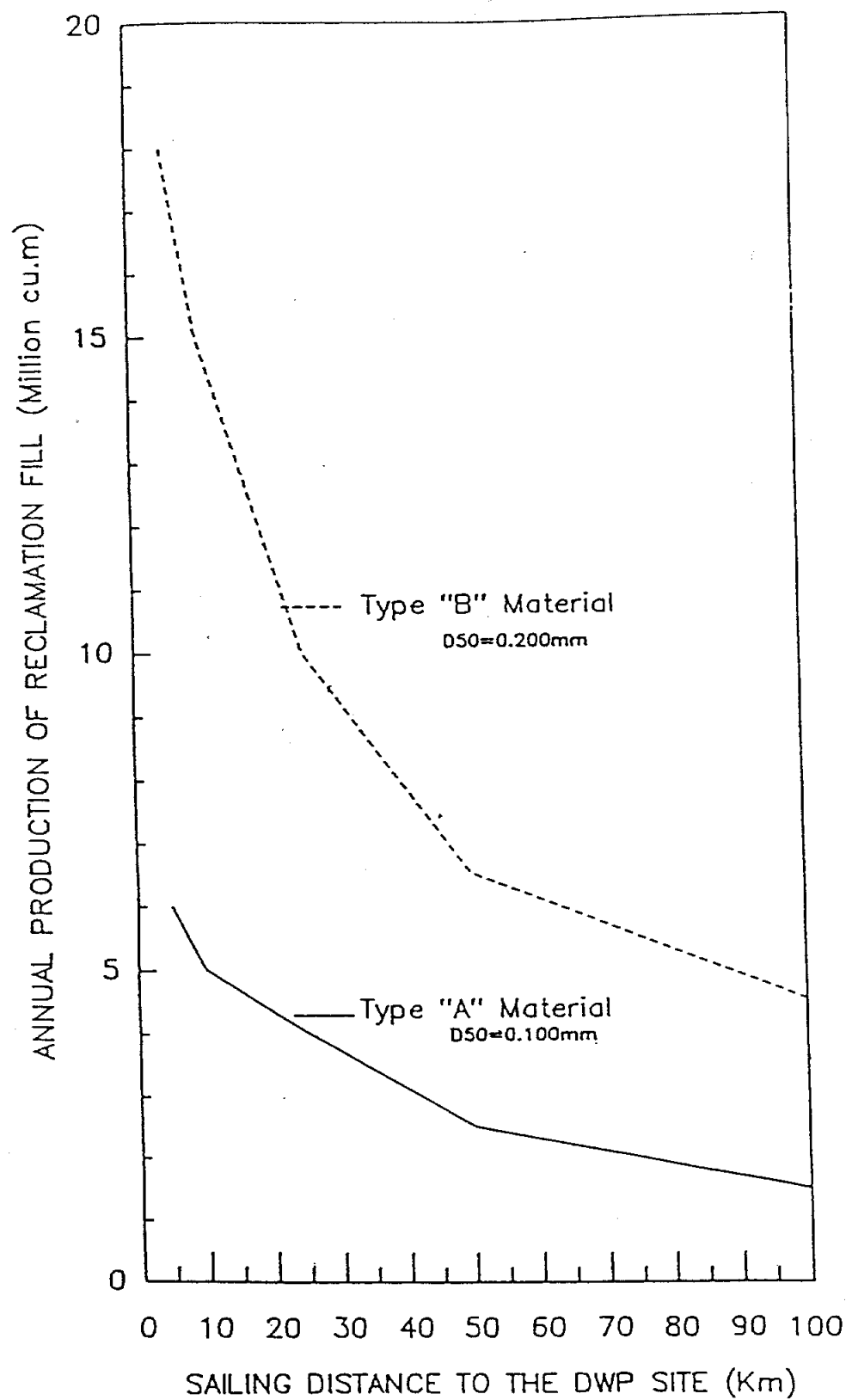


圖 8-4 自航抽吸式挖泥船 (泥艙容量8000m³) 年產能預估

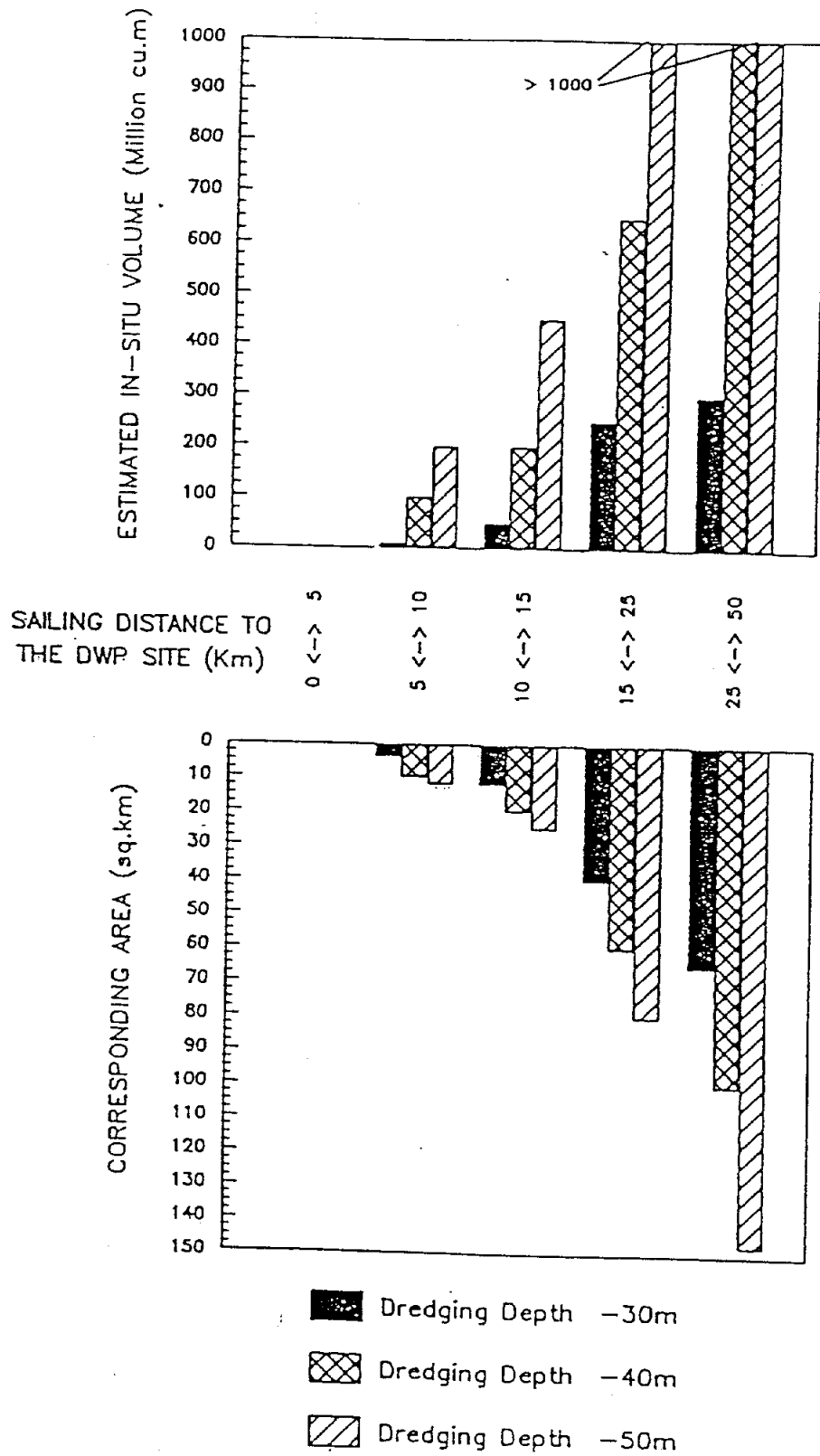


圖 8-5 借土區挖泥數量統計表

2. 鉸刀吸管式挖泥船

依其作業深度達28m，而I區水深分佈由-25m~-50m，則所能提供浚挖之土方將相當有限，以範圍8公里×0.5公里計算，則可提供之土源為：

$30 \times 500 / 2 \times 8000 = 60,000,000 \text{ m}^3$ 。與第一期工程所需6.8億萬立方公尺相較差距甚大，因此借土區I區實亦不適鉸刀吸管式抽砂船，惟本報告仍針對其作業方式與作業循環時間分析，以與自航抽吸式抽砂船作一全盤考量。

8.7 回填高程

回填高程之考量，可參考高雄港務局裝設於旗后外海及二港口內港之驗潮站，民國55年至70年之實測紀錄統計分析。由潮位紀錄統計分析顯示，最高潮位發生於夏季朔望日左右，潮位為2.6公尺，最低潮位大都發生在冬季朔望日，水位幾近於零，平均潮位約在0.7公尺左右。經整理分析後得本區各種設計潮位如下：

H. H. W. L.	+2.60 M
H. W. O. S. T.	+1.22 M
M. H. W. L.	+1.13 M
M. W. L.	+0.75 M
M. L. W. L.	+0.44 M
L. W. O. S. T.	+0.39 M
L. L. W. L.	-0.03 M
* 水準零點高程	-0.47 M

回填高程之決定以最高潮位+2.6m再加上0.8m之餘裕，即回填高程為EL.+3.4，又因本工程擬採用15cm厚之覆蓋土，覆蓋土來源係自陸上採得，因此本

工程抽砂回填之高程與回填量之計算概以 $EL. + 3.25$ 為基準。

8.8 回填作業方式

海域新生地產生方式，一般均以圍堤填砂（土、廢棄物...）為之，而填砂方式則因工程進度、施工難易度及對環境之影響而有所謂封閉式與開放式兩種（詳圖8-6）。

由於封閉式之填土方式其漏失量其微，對環境之影響程度也較輕微，故目前台灣海域新生地之產生均以先圍堤後填土（砂）之方式為之，如大林蒲填海計畫、台中港北側淤砂區整治計畫等均屬之。惟上述新生地填築計畫其填方數量及工程進度之急迫均無法與本計畫相較，因此，如欲在短短11年間完成6.8 億立方公尺之填方量，即使其漏失量相當龐大（約可達10%），對環境之衝擊也無可避免之情況下仍以採開放式填土方式最為可行，其預定築堤方式及填土量之關係詳圖 8-7 所示。

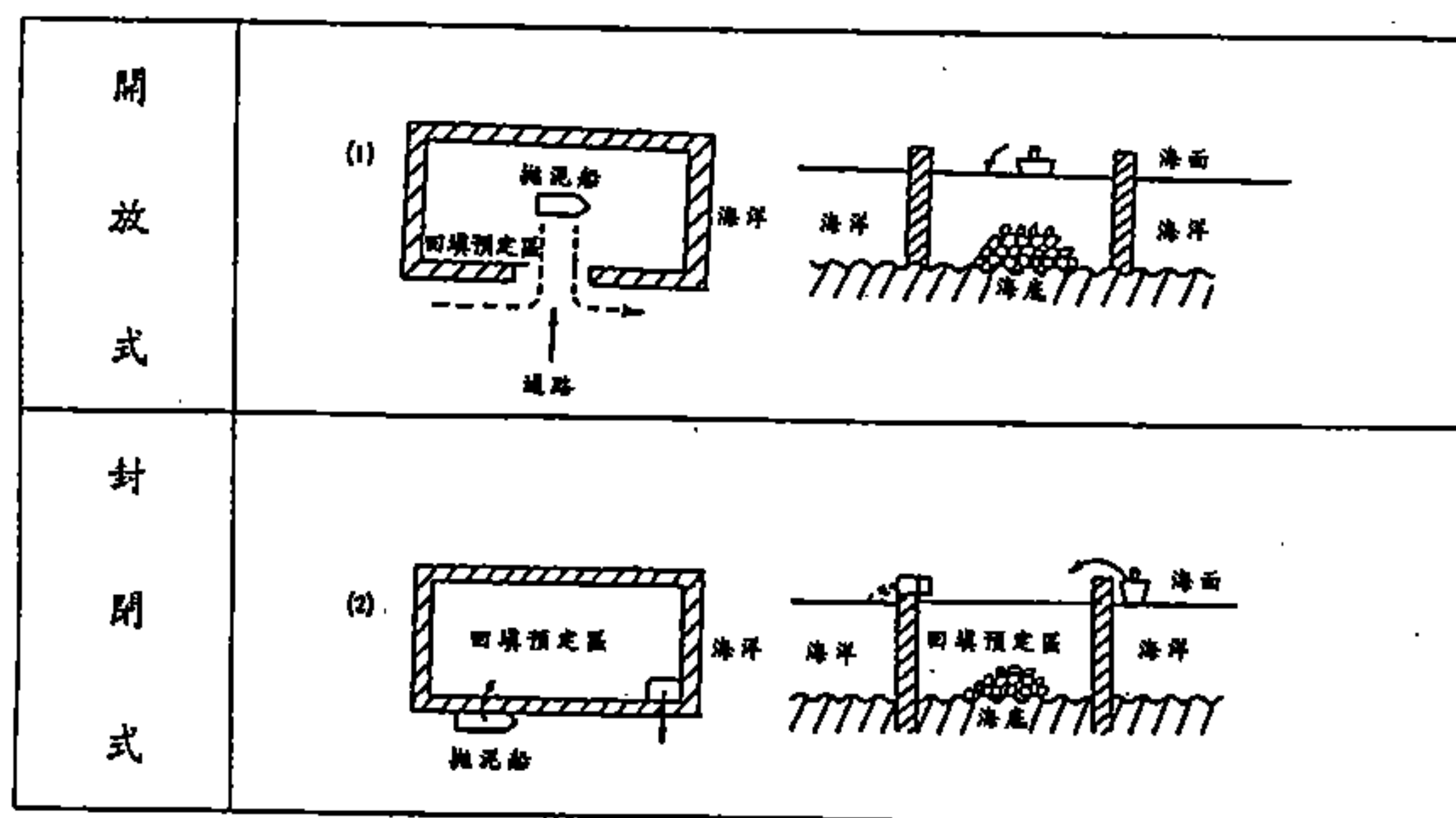
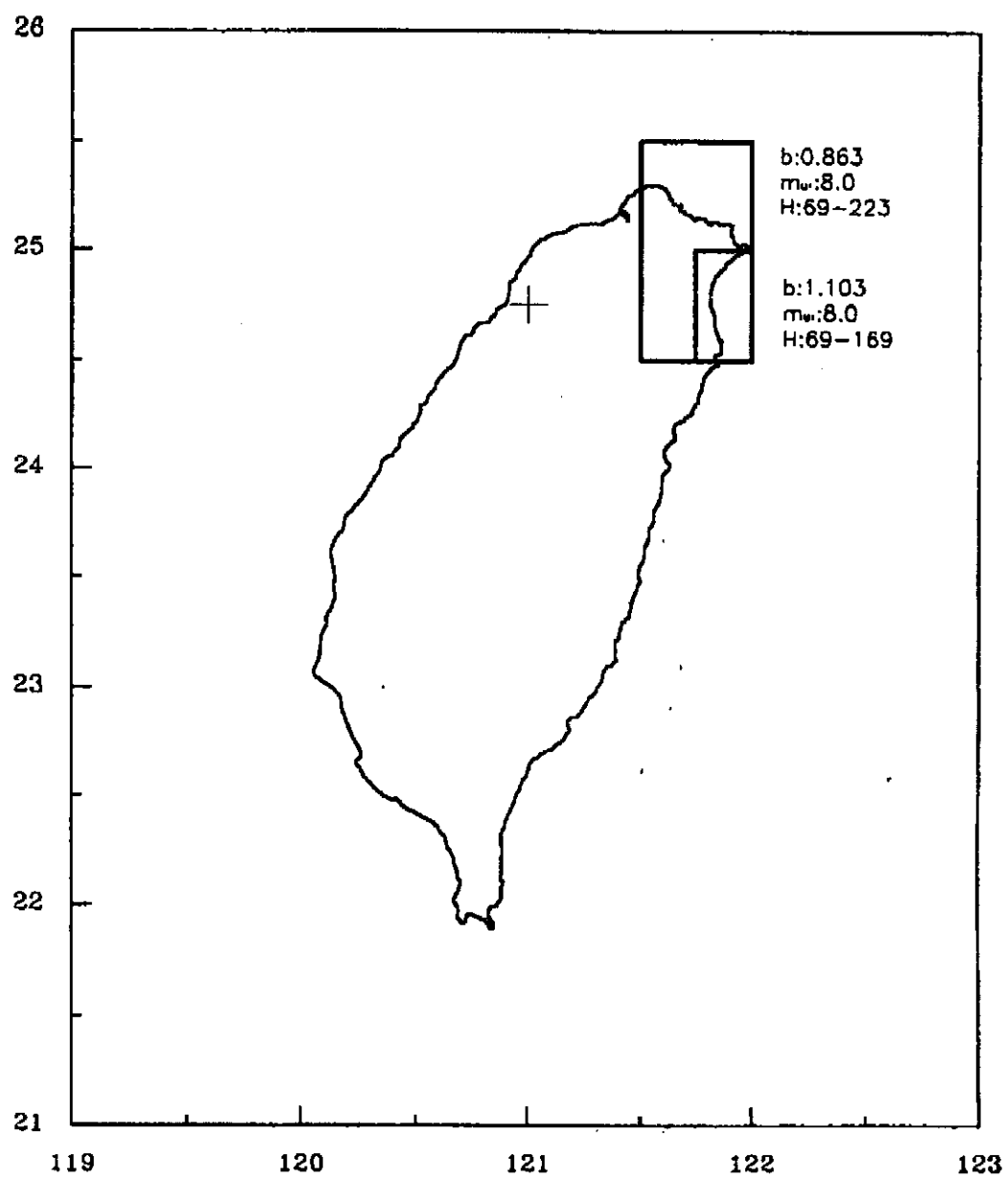


圖 8-6 填砂方式示意圖



(c) 深層震區

圖2.3 (續)

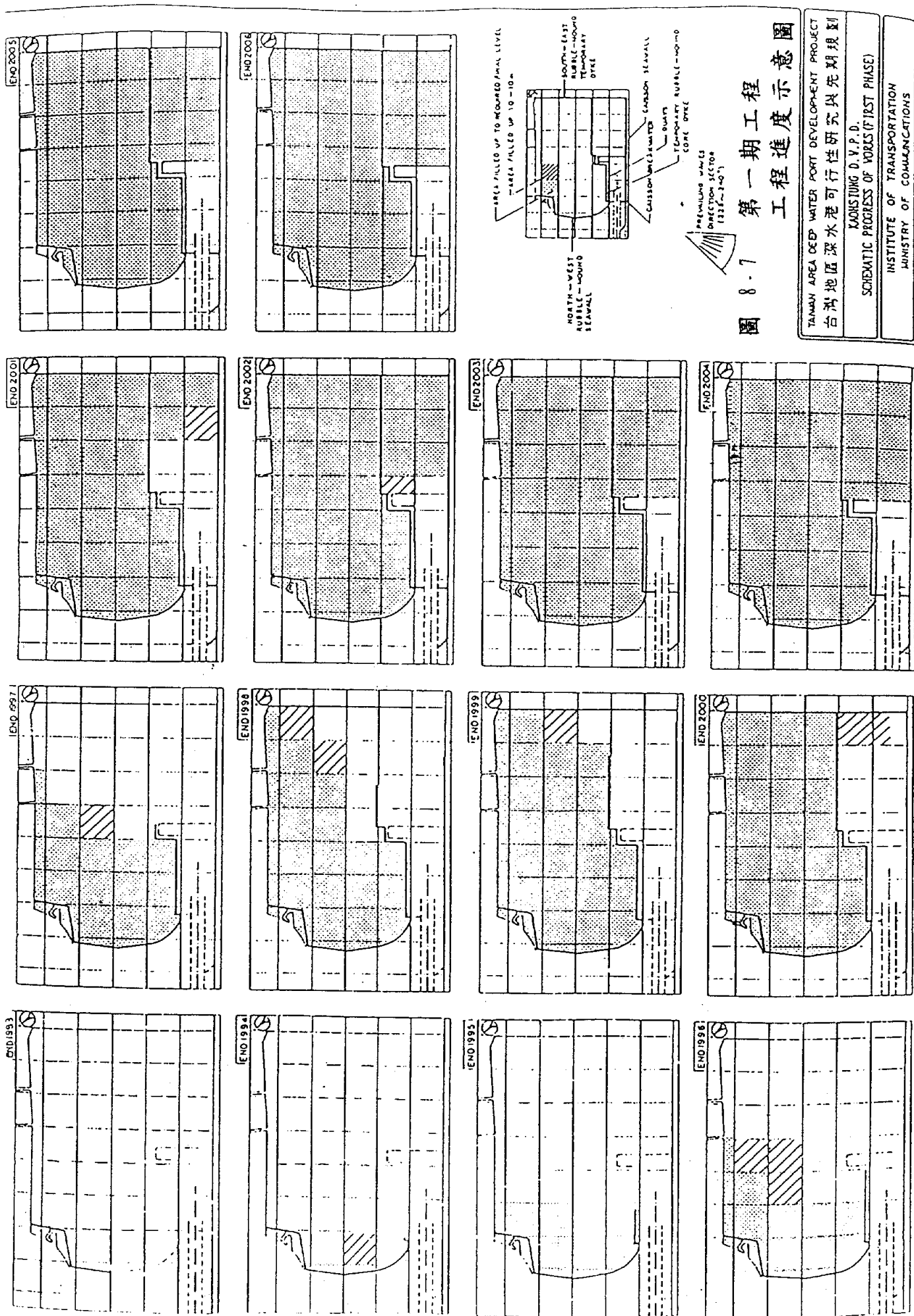


圖 8-7 第一期工程
工程進度示意圖

TANAN AREA DEEP WATER PORT DEVELOPMENT PROJECT
台灣地區深水港可行性研究與先期規劃
KAOHSIUNG D. V. P. D.
SCHEMATIC PROGRESS OF WORKS (FIRST PHASE)
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION

表 3.14 1997 香港地區各月份預定抽砂量

月份	01/97	02/97	03/97	04/97	05/97	06/97	07/97	08/97	09/97	10/97	11/97	12/97
各 計 畫 月 抽 砂 量 (M ³)	101176 162712 486111 215151 275652 113888 34048 65289 118889	101176 162712 486111 215151 275652 113888 34048 65289 118889	101176 162712 486111 215151 113888 34048 65289 118889	101176 162712 486111 215151 113888 34048 65289 118889	101176 162712 486111 215151 113888 34048 65289 118889	101176 162712 486111 215151 113888 34048 65289 118889	101176 162712 486111 215151 113888 34048 65289 118889	101176 162712 486111 215151 113888 34048 65289 118889	101176 486111 215151 113888 34048 65289 118889	101176 486111 215151 113888 34048 65289 118889	101176 486111 215151 113888 34048 65289 118889	101176 486111 215151 113888 34048 65289 118889
小計	1572916	1572916	1297264	1297264	1297264	1743545	1743545	1580833	1580833	1580833	1580833	1580833
全年總計 18,428,879M ³												

註：1. 本資料來源為香港政府土木工程規劃部門81年出版之「主要抽砂區及回填來源」之圖說。

2. 各計畫之月抽砂量係以預計抽砂量除以預計施工期限所得。

本計畫填築區大部份在水中，其水下填築作業無法由機具滾壓達到增加土壤壓密之效果，故水下部份之填築完全以pumping ashore法逐步推進傾倒，以達到平均潮位(EL.+0.75)之高度為止；而水上部份可藉由填築方式改良土壤承載。

水上部份土壤改良之方式乃依填築料土質之不同而作不同之處理，以達到最佳之土壤承載，一般而言，乃在尋得所填之土方具有相當之密度。因此除填築料性質不同將影響土壤承載外，填築後壓密之作業亦甚為重要，為期所填土方達到緊密堅實之目標，則填土方式必須分層填築、逐層壓實，而土方之是否易於壓實又與其含水量有關，因此在壓實時最好使土方具有最適量之含水量，以求得最佳之土壤承載。另壓實所用之機具又受土壤之材料性質有關，亦影響土壤之壓密情況，宜慎重選定。

初步建議水上部份之填築方式如下：

1. 機具壓實法改良

(1) 每層填築厚度之擬定

依填築整地之原則，為期使所填土方達到緊密堅實之目標，所有填方採分區填築，並逐層壓實之方式；一般填築厚度係與填方之土壤性質有關，越細顆粒之土壤，其每層填築之厚度愈少，顆粒愈大則層厚愈大。另考慮施工之時間及經費，建議每層填築厚最大以不超過50公分為宜。

(2) 壓實機具種類

壓實機具之種類與填方土壤之性質有關，各

表 8.2 各種土壤適用之壓路機

A - 1

A - 7

AASHTO

土壤分類

砂礫 砂 砂黏土 沉泥 黏土



(土壤範圍)

農作土壤不適宜建築

壓路機類型

橡膠輪型

主要面層及薄層填土

羊腳滾型
振動型

厚層填土亦可

平輪

厚層填土亦可

突緣輪

厚層填土亦可

鐵輪

僅適用面層

表 8.3 各種壓路機對不同性質之土壤適當滾壓趟數

滾壓設備類型	適 應 土 壤	到標準最大密度為95~100%時之條件				
		滾壓土層厚度(cm)	滾壓趟數	滾 壓 設 備 尺 寸 及 重 量		
羊 腳 滾	適用於細粒徑土壤，尤其適合於土壩等工程中之不透水層土壤。 潔淨之粗顆粒土壤極不適宜，但其中含通過#200篩之細顆粒超過20%者亦可適用。	15	細顆粒土壤需4~6趟。 可適用之粗顆粒土壤需6~8趟		羊腳接觸面 cm ²	羊腳接觸面 壓力kg/cm ²
				細顆粒土壤 其 P I > 30	32~77	17~34
				細顆粒土壤 其 P I < 30	45~90	14~28
				適用粗顆粒土壤	65~90	10~17
膠 輪 滾	適用於潔淨粗顆粒土壤，其含通過#200篩之細顆粒僅在4~8%者。 適用於細顆粒土壤或級配良好之粗顆粒土壤其含通#200篩之細顆粒超過8%者。	25	3~5	輪重8200kg~11400kg 稜角顆粒土壤之滾壓，其輪胎氣壓空在4~5.5kg/cm ² 之間。		
		15~20	4~6	高塑性細顆粒土壤之滾壓，其輪胎氣壓應超過4.5kg/cm ² 。 均勻淨砂或泥砂等土壤之滾壓，其輪胎氣壓應在2.8~3.5kg/cm ² 之間。		
鐵 輪 滾	適用於具有良好級配之砂礫混合粒之滾壓。 除土壩外，其他細顆粒土壤亦可適用。不適用於潔淨級配砂料或均勻泥砂料。	20~30	4	兩輪滾適用於底層及路基滾壓，其機重為10~15T，而後輪之壓力為54~80kg/cm ²		
		15~20	6	三輪滾適用於細顆粒土壤、低塑性者，機重可為5~6T，高塑性者應達10T。		
振 動 滾	適用於含通過#200篩之細顆粒在12%左右之粗顆粒土壤。	20~25	3	在滾壓於潔淨粗顆粒土壤時，其振動頻率不得小於每分鐘1,600循環。		

註：P I 為土壤之塑性指數(plastic index)。

種壓路機具對其適用之土質種類如表8.2及表8.3所示。總之，較有黏性之土壤以使用羊腳滾壓機為主，而其面層再以鐵輪或橡膠輪壓實整平，顆粒較粗且較少黏性之土壤，應以振動壓路機施壓為宜。

2. 預壓法改良

凡填土不能以分層填築施壓，或雖分層填築但施壓程度不足，或填妥後須等待長時間（指一年以上）後始使用之填方工程，多施行預壓法進行土壤壓實。

預壓之方法係將土方填完後，整理其地面，然後於其上均勻堆置相當重量之物體，使此重量長期作用於填土之內部。將土壤中之空氣及水份緩慢擠壓而出，使土方逐漸緊密，其荷重持續之時間愈長，壓實之程度愈高。通常此種預壓法至少需一年以上方可奏效，惟此法壓實之效果較遜於機械壓實，故對於承受壓力較大之基礎填方不宜使用，通常多於堆料場、儲料倉、輕建築及公路路基等工程使用，故對於特殊載重大之建築物則需另行從事改良基礎。

預壓之材料仍以入場填築之土方為主，另由於預壓法適用之土質僅限於細顆粒土壤，如泥質黏土、軟性沉泥及砂層等等。而預壓法通常多限於填方高度在5公尺以內之處所施行，過高之填方常須輔以垂直排水法（vertical drain method）加速土中水份之排逸。

8.9 抽砂回填作業循環時間分析

本節將針對一艘自航抽吸式挖泥船與一艘鉸刀吸管式挖泥船及其配合作業方式，抽砂回填作業所需循環時間作一分析。如前所述，無論是自航式或鉸刀式，借土區 I 區無法提供第一期工程所需填方，均得至借土區 II 區浚挖所不足之土方，因此在分析其作業時間，由於 I 區與 II 區之運距不同，則將有不同之循環時間。同時如前所述，借土區 II 區因運距遠只適用於自航式，借土區 I 區則限於挖泥船浚挖深度能力，亦僅適用於自航式，惟本節對鉸刀式作業循環時間仍然作一考量分析以供參考。茲將自航式與鉸刀式其作業循環時間分析如后：

8.9.1 自航抽吸式挖泥船

採用之自航式挖泥船其泥艙容量為 $10,000\text{m}^3$ ，航速15海浬($15 \times 1.853 = 27.8$ 公里)，一天作業20小時。

1. 以自航式挖泥船拋泥於再處理坑再經由固定吸管式抽砂船抽送至回填區回填，其作業循環時間分析如下：

(1) 借土區 I 區

運距為8公里，往返需0.58hr，回填區卸泥(包括迴船)需0.5 hr，抽砂作業如甲類砂土需3hr，乙類砂土需1hr，則一次作業循環時間如下：

$$\text{甲類砂土 } 0.58 + 0.5 + 3 = 4.08 \text{ hr}$$

$$\text{乙類砂土 } 0.58 + 0.5 + 1 = 2.08 \text{ hr}$$

則每天可浚挖砂土量為：

$$\text{甲類砂土 } 10000 \times 20 / 4.08 \times 0.8 = 39215 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 10000 \times 20 / 2.08 \times 0.8 = 76923 \text{ m}^3$$

但因本工程範圍係為高雄港之錨區，因此如港務局不同意夜間浚填施工，則作業時間以12小時計算，則每天可浚挖砂土量為：

$$\text{甲類砂土 } 10000 \times 12 / 4.08 \times 0.8 = 23529 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 10000 \times 12 / 2.08 \times 0.8 = 46154 \text{ m}^3$$

式中0.8係為工作效率因子，因自航式抽砂船其作業能量須扣除其加油、加水、補給等時間。

(2) 借土區 II 區

運距為25公里，往返需1.8 hr，回填區卸泥(包括迴船)需0.5 hr，抽砂作業甲類砂土需3 hr，乙類砂土需1 hr，則一次作業循環時間為：

$$\text{甲類砂土 } 1.8 + 0.5 + 3 = 5.3 \text{ hr}$$

$$\text{乙類砂土 } 1.8 + 0.5 + 1 = 3.3 \text{ hr}$$

則每天可浚挖砂土量為：

$$\text{甲類砂土 } 10000 \times 20 / 5.3 \times 0.8 = 30189 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 10000 \times 20 / 3.3 \times 0.8 = 48485 \text{ m}^3$$

如夜間不能施工，以12小時計，則每天可浚挖砂土量為：

$$\text{甲類砂土 } 10000 \times 12 / 5.3 \times 0.8 = 18113 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 10000 \times 12 / 3.3 \times 0.8 = 29091 \text{ m}^3$$

2. 以自航抽吸式挖泥船抽砂後直接以噴嘴回填作業，其作業循環時間分析如下：

(1) 借土區 I 區

運距為 8 公里，往返需 0.58 hr，抽砂作業甲類砂土需 3 hr，乙類砂土需 1 hr，噴嘴卸砂時間採 1.5 hr，則一次作業循環時間如下：

$$\text{甲類砂土 } 0.58 + 1.5 + 3 = 5.08 \text{ hr}$$

$$\text{乙類砂土 } 0.58 + 1.5 + 1 = 3.08 \text{ hr}$$

則每天可浚挖砂土量為：

$$\text{甲類砂土 } 10000 \times 20 / 5.08 \times 0.8 = 31496 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 10000 \times 20 / 3.08 \times 0.8 = 51948 \text{ m}^3$$

若一天作業 12 小時，則為：

$$\text{甲類砂土 } 10000 \times 12 / 5.08 \times 0.8 = 18898 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 10000 \times 12 / 3.08 \times 0.8 = 31169 \text{ m}^3$$

(2) 借土區 II 區

運距為 25 公里，往返需 1.8 hr，抽砂作業甲類砂土需 3 hr，乙類砂土需 1 hr，噴嘴卸砂時間 1.5 hr，則一次作業循環時間如下：

$$\text{甲類砂土 } 1.8 + 1.5 + 3 = 6.3 \text{ hr}$$

$$\text{乙類砂土 } 1.8 + 1.5 + 1 = 4.3 \text{ hr}$$

則每天可浚挖砂土量為：

$$\text{甲類砂土 } 10000 \times 20 / 6.3 \times 0.8 = 25397 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 10000 \times 20 / 4.3 \times 0.8 = 37209 \text{ m}^3$$

若一天作業12小時，則為：

$$\text{甲類砂土 } 10000 \times 12 / 6.3 \times 0.8 = 15238 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 10000 \times 12 / 4.3 \times 0.8 = 22326 \text{ m}^3$$

3. 以自航抽吸式挖泥船抽砂作業後，回至回填區接上輸砂管回填作業，其作業循環時間分析如下：

(1) 借土區 I 區

運距為8 公里，往返需0.58 hr，抽砂作業甲類砂土需3 hr，乙類砂土需1 hr，輸砂管輸砂作業時間與抽砂作業一致，接駁管作業時間與挖泥船分離時間以 1 小時計，則一次作業循環時間如下：

$$\text{甲類砂土 } 0.58 + 3 + 3 + 1 = 7.58 \text{ hr}$$

$$\text{乙類砂土 } 0.58 + 1 + 1 + 1 = 3.58 \text{ hr}$$

則每天可浚挖砂土量為：

$$\text{甲類砂土 } 10000 \times 20 / 7.58 \times 0.8 = 21108 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 10000 \times 20 / 3.58 \times 0.8 = 44693 \text{ m}^3$$

若一天作業12小時，則為：

$$\text{甲類砂土 } 10000 \times 12 / 7.58 \times 0.8 = 12665 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 10000 \times 12 / 3.58 \times 0.8 = 26816 \text{ m}^3$$

(2) 借土區 II 區

運距爲25公里，往返需1.8 hr，抽砂作業甲類砂土需3 hr，乙類砂土需1 hr，輸砂管輸砂作業時間與抽砂作業一致，接駁管作業時與挖泥船分離時間以1小時計，則一次作業循環時間爲：

$$\text{甲類砂土 } 1.8 + 3 + 3 + 1 = 8.8 \text{ hr}$$

$$\text{乙類砂土 } 1.8 + 1 + 1 + 1 = 4.8 \text{ hr}$$

則每天可浚挖砂土量爲：

$$\text{甲類砂土 } 10000 \times 20 / 8.8 \times 0.8 = 18182 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 10000 \times 20 / 4.8 \times 0.8 = 33333 \text{ m}^3$$

若一天作業12小時，則爲：

$$\text{甲類砂土 } 10000 \times 12 / 8.8 \times 0.8 = 10909 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 10000 \times 12 / 4.8 \times 0.8 = 20000 \text{ m}^3$$

8.9.2 鉸刀式吸管挖泥船

本工程參照國內現有鉸刀式挖泥船船機，擬採用之挖泥船其浚挖深度最深爲28m³，作業能力爲1000 m³/hr，配備之受泥船受泥能力以1000 m³爲例。如前所述，借土區I區可供鉸刀式挖泥船浚挖之量甚少，僅佔第一期工程所需填方量0.88%，而借土區II區因運距遠不適鉸刀式挖泥船作業，因此以經濟考量觀點而言，本工程實不適用現有國內鉸刀式挖泥船，如考量浚挖深度深之特殊挖泥船機，則又牽涉到動員費用與有無合適之現有船機等等因素(已於第七章詳述)。現仍就鉸刀吸管式挖泥船作業循環時間作分析，以做參考之用。

1. 鉸刀式挖泥船作業後卸在受泥船，載運至再處理坑，每日作業以12小時計(夜間不能作業)，其作業循環時間如下：

(1)借土區 I 區

運距為 8 公里，受泥船受泥甲類砂土 2 hr，乙類砂土 1 hr，拖船速度以 8 海浬計，一趟往返採 1.2 hr，因採用開底式受泥船，卸砂時間併入往返時間計算，則駁船一次循環時間為：

$$\text{甲類砂土 } 2 + 1.2 = 3.2 \text{ hr}$$

$$\text{乙類砂土 } 1 + 1.2 = 2.2 \text{ hr}$$

每日作業12小時，每一艘鉸刀式挖泥船以配備 3 艘受泥船(甲類砂土)或3 艘受泥船(乙類砂土)為最經濟，且其每日可運送航次分別為 8 航次(甲類砂土)或10 航次(乙類砂土)，則每日浚挖量概為(考慮15% 損耗)：

$$\text{甲類砂土 } 8 \times 1000 \times 85\% = 6800 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 10 \times 1000 \times 85\% = 8500 \text{ m}^3$$

2. 鉸刀式挖泥船作業後卸在駁船，載運至回填區再泵送至回填區內填築，此作業方式每日作業亦以12小時計，其作業循環時間如下：

(1)借土區 I 區

運距為 8 公里，受泥船受泥甲類砂土 2 hr，乙類砂土 1 hr，拖駁船往返1.2 小時，駁船泵送輸泥作業時間與受泥所需時一致，則駁船一次循環時間為：

$$\text{甲類砂土 } 2 + 1.2 + 2 = 5.2 \text{ hr}$$

$$\text{乙類砂土 } 1 + 1.2 + 1 = 3.2 \text{ hr}$$

每日作業12小時，每一艘鉸刀式挖泥船以配備 4艘受泥船(甲類砂土)或3艘受泥船(乙類砂土)為最經濟，且其每日可運送航次分別為 6航次(甲類砂土)或 8航次(乙類砂土)，則每日浚挖量概為(考慮15% 損耗)：

$$\text{甲類砂土 } 6 \times 1000 \times 85\% = 5100 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 8 \times 1000 \times 85\% = 6800 \text{ m}^3$$

3. 鉸刀式挖泥船直接以排泥管輸送至回填區填築，其作業時間為每日24小時，因鉸刀頭可依砂土之性質而更換，故與砂土粒徑大小無關，詳第六章所述。每日浚挖量(考慮15% 損耗) 概為：

$$24 \times 1000 \times 15\% = 20400 \text{ m}^3$$

由鉸刀式挖泥船之配合作業方式可知，以駁船載運每日浚挖量與以排泥管線輸送每日浚挖量相差甚鉅，因此如用於需大量浚填量之工程時，管線輸送應是較可行之方式。惟因為鉸刀式挖泥船其浚挖深度受限，且因浚挖數量龐大，所需挖泥船數目十分可觀，則其管線排列將嚴重影響高雄港頻繁之航運，如為避免影響航運而採用海底管線，則又牽涉到管線沉放施工，且需以浮標警示來往船隻，故鉸刀式挖泥船並不適用於本工程。

第九章 抽砂及回填能量分析

9.1 挖泥船所需工作日分析

本節將就前章所述抽砂作業循環時間及每日浚挖量，推估為完成第一期工程6.8 億立方公尺之每艘挖泥船所須工作日數，其分析涵蓋自航抽吸式挖泥船配合不同作業方式，且以借土區 I 區可提供300,000,000 m^3 ，借土區 II 區需提供剩餘之380,000,000 m^3 來衡量，並做為決定挖泥船船隻數目依據之考量。

9.1.1 自航式挖泥船拋泥於再處理坑再經由固定吸管式抽砂船抽送至回填區，其所需工作日數如下：

1. 借土區 I 區(300,000,000 m^3)

一天作業20小時

甲類砂土 $300,000,000 \div 39,215 = 7,650$ 工作天

乙類砂土 $300,000,000 \div 76,923 = 3,900$ 工作天

若一天作業12小時

甲類砂土 $300,000,000 \div 23,529 = 12,750$ 工作天

乙類砂土 $300,000,000 \div 46,154 = 6,500$ 工作天

2. 借土區 II 區(380,000,000 m^3)

一天作業20小時

甲類砂土 $380,000,000 \div 30,189 = 12,587$ 工作天

乙類砂土 $380,000,000 \div 48,485 = 7,837$ 工作天

若一天作業12小時

甲類砂土 $380,000,000 \div 18,113 = 20,979$ 工作天

乙類砂土 $380,000,000 \div 29,091 = 13,063$ 工作天

則總工作天數爲：

一天作業20小時

甲類砂土 $7,650 + 12,587 = 20,237$ 工作天

乙類砂土 $3,900 + 7,837 = 11,737$ 工作天

若一天作業12小時

甲類砂土 $12,750 + 20,979 = 33,729$ 工作天

乙類砂土 $6,500 + 13,063 = 19,563$ 工作天

9.1.2 自航抽吸式挖泥船抽砂後直接以噴嘴回填作業，
其所需工作日數如下：

1. 借土區 I 區(300,000,000 m³)

一天作業20小時

甲類砂土 $300,000,000 \div 31,496 = 9,525$ 工作天

乙類砂土 $300,000,000 \div 51,948 = 5,775$ 工作天

一天作業12小時

甲類砂土 $300,000,000 \div 18,898 = 15,875$ 工作天

乙類砂土 $300,000,000 \div 31,169 = 9,625$ 工作天

2. 借土區 II 區 ($380,000,000 \text{ m}^3$)

一天作業20小時

甲類砂土 $380,000,000 \div 25,397 = 14,962$ 工作天

乙類砂土 $380,000,000 \div 37,209 = 10,213$ 工作天

一天作業12小時

甲類砂土 $380,000,000 \div 15,238 = 24,938$ 工作天

乙類砂土 $380,000,000 \div 22,326 = 17,021$ 工作天

則總工作天數為：

一天作業20小時

甲類砂土 $9,525 + 14,962 = 24,487$ 工作天

乙類砂土 $5,775 + 10,213 = 15,988$ 工作天

一天作業12小時

甲類砂土 $15,875 + 24,938 = 40,813$ 工作天

乙類砂土 $9,625 + 17,021 = 26,646$ 工作天

9.1.3 自航抽吸式挖泥船抽砂後接陸上輸砂管輸運作業
，其所需工作日數如下：

1. 借土區 I 區 ($300,000,000 \text{ m}^3$)

一天作業20小時

甲類砂土 $300,000,000 \div 21,108 = 14,213$ 工作天

乙類砂土 $300,000,000 \div 44,693 = 6,713$ 工作天

一天作業12小時

甲類砂土 $300,000,000 \div 12,665 = 23,688$ 工作天

乙類砂土 $300,000,000 \div 26,816 = 11,188$ 工作天

2. 借土區 II 區($380,000,000 \text{ m}^3$)

一天作業20小時

甲類砂土 $380,000,000 \div 18,182 = 20,900$ 工作天

乙類砂土 $380,000,000 \div 33,333 = 11,400$ 工作天

一天作業12小時

甲類砂土 $380,000,000 \div 10,909 = 34,834$ 工作天

乙類砂土 $380,000,000 \div 20,000 = 19,000$ 工作天

則總工作天數為：

一天作業20小時

甲類砂土 $14,213 + 20,900 = 35,113$ 工作天

乙類砂土 $6,713 + 11,400 = 18,113$ 工作天

一天作業12小時

甲類砂土 $23,688 + 34,834 = 58,522$ 工作天

乙類砂土 $11,188 + 19,000 = 30,188$ 工作天

9.2 可工作天分析

本工程主要為抽砂回填造地工程，所採用之機具為自航抽吸式挖泥船或鉸刀式吸管抽砂船進行作業，工程之進行順利與否端賴當地之海象條件及施工計畫之研擬是否適切，故可工作天之分析關係著本工程填築之進度與安全甚鉅，茲將影響本工程之海象條件分析如后：

9.2.1 颱風

颱風為威脅台灣地區最嚴重之自然災害，歷年來因颱風而損失之生命財產實不可勝數，尤其當颱風直接襲擊時不僅影響海上船隻之作業，更對海岸結構物造成極大之衝擊，故對颱風之各項資料及特性，需詳予蒐集分析。

1. 颱風之發生

熱帶地區發生之強烈低氣壓稱為熱帶性低氣壓，其與寒帶發生者不同，常挾帶豪雨與強風，破壞力極大。凡介於東經 $115^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 、北緯 $5^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，即西太平洋海面自菲律賓東方迄日本南方海面所發生熱帶性低氣壓均稱為颱風，其發源地多在馬利安納群島與菲律賓群島之間，南海地區次之。

2. 颱風侵台之頻率

一般颱風多見於夏、秋兩季，冬、春期間則較少發生。過去92年間(1897~1988)西太平洋各月颱風發生次數及頻率如表9.1所示。由表可知西太平洋上颱風每年平均發生23次，其中以8、9兩個月最多，各約佔總數之20%。

表 9.1 92 年來西太平洋上各月颱風發生次數及頻率

(1897~1988 年)

月 份	總 數	平均次數	頻 率 %
1	35	0.38	1.7
2	18	0.20	0.9
3	24	0.26	1.1
4	51	0.55	2.4
5	83	0.90	3.9
6	130	1.41	6.2
7	339	3.68	16.0
8	421	4.58	19.9
9	391	4.25	18.5
10	308	3.35	14.6
11	206	2.24	9.8
12	105	1.14	5.0
合 計	2111	22.94	100

資料來源：中央氣象局

侵台颱風最早出現於4 月，最晚為11月，各月侵台颱風總次數及頻率見表 9.2 。由表可知1897~1990 年之94 年間，侵台颱風總數為340 次，其中以 8 月份佔 103 次為最高，約佔總數之30.29%；7 月份居次，約佔總數之25.00%；再次為 9 月份。又因9 月份起颱風多轉向日本之故，每年12 月至翌年3 月間尚無侵台之記錄。

表 9.2 94 年來各月侵台颱風之次數及頻率統計表

(1897~1990 年)

月 份	侵台次數	佔總數百分比	每平均次數
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	2	0.59	0.02
5	13	3.82	0.13
6	26	7.65	0.27
7	85	25.00	0.86
8	103	30.29	1.09
9	77	22.65	0.81
10	27	7.94	0.28
11	7	2.06	0.07
12	0	0	0
合 計	340	100	3.56

資料來源：中央氣象局

每年颱風侵台次數，自零次至 8 次不等，其中以民國 3 年(1914 年)之 8 次為最多，而 1941 及 1964 兩年則無颱風侵台，表 9.3 為一年中侵台颱風次數之年數統計，由表可見一年中侵台 3~4 次居絕對多數，其次 2 次及 5 次。

部份颱風雖未直接侵襲台灣地區，但其由近海通過時，仍足以影響海上船隻作業，茲統計近 15 年(1976~1990)來中央氣象局發佈颱風警報概況，詳如表 9.4，由表可知實際上每年約 7.0 個颱風影響台灣附近海域，其強度以中度颱風較多。

3. 平均每年影響高雄附近之颱風個數

侵台颱風路徑大致可劃分為7類，據以統計過去94年(1897~1990)間之侵台颱風，詳如圖9-1。

高雄位於台灣西海岸之南端，除第5與第6路徑之颱風將直接侵襲本區外，第3路徑亦有影響；依圖9-1之統計結果，侵台颱風約有45.0%將直接影響本區海域，即平均每年約1.60個颱風將影響高雄附近海域。以每年2個颱風，每個颱風影響5日計，則因颱風造成之不可工作天為10天。

表 9.4 近15年(1976~1990)中央氣象局發佈颱風警報概況統計表

階級類別 年 度	輕 度	中 度	強 烈	海 上	海上陸上	侵 台	合 計
6 5	1	2	4	5	2	1	7
6 6	3	3	2	2	6	3	8
6 7	2	4	0	1	5	3	6
6 8	1	2	4	2	5	2	7
6 9	4	1	2	2	5	2	7
7 0	3	3	1	1	6	6	7
7 1	1	2	4	3	4	3	7
7 2	0	0	4	2	2	2	4
7 3	4	2	1	1	6	3	7
7 4	1	6	0	2	5	5	7
7 5	2	6	1	1	6	4	7*
7 6	0	3	4	2	5	2	7
7 7	3	3	2	5	3	1	8
7 8	3	1	3	6	1	1	7
7 9	2	6	1	3	6	3	9
總 計	30 (28.0%)	44 (41.1%)	33 (30.9%)	38 (36.2%)	67 (63.8%)	41	105
平 均	2.0	2.9	2.2	2.5	4.5	2.7	7.0

註：1.* 表民國75年韋恩颱風發佈三次颱風警報。

2. 資料來源：中央氣象局

9.2.2 霧日

統計中央氣象局高雄測候站1977年至1990年間全年各月之有霧日數如表 9.5 所示，由表知高雄地區全年之霧日約10天，且大部份發生於每年之10月至翌年之4月，約佔全年有霧日數之95.79%。

表9.5 高雄地區有霧日數統計表

月 份	平均有霧日數	百 分 比	月最多有霧日數
1	2.43	23.8	7
2	1.71	16.75	5
3	1.86	18.22	12
4	1.07	10.48	7
5	0.36	3.52	4
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0.07	0.69	1
10	0.36	3.52	3
11	0.64	6.27	7
12	1.71	16.75	9
合 計	10.21	100	

註：1. 資料來源：中央氣象局

2. 統計範圍：民國66年～民國79年

9.2.3 波高

本工程採用之自航抽吸式挖泥船與絞刀式吸

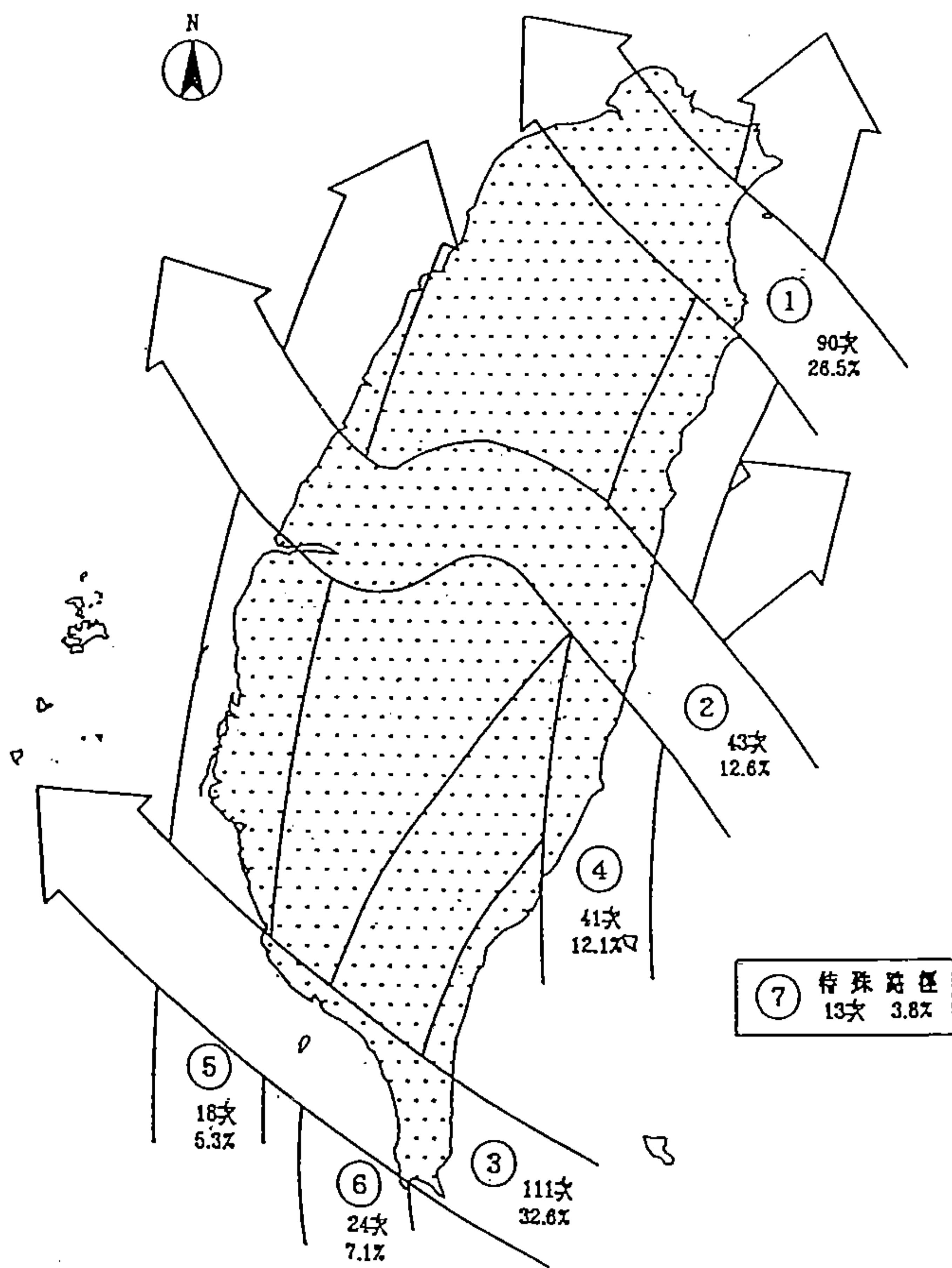


圖 9-1 侵台颱風路徑分類圖 (1897~1990)

管抽砂船其可工作天與其容許波高有絕對關係，現參考大鵬灣民國67年9月至71年10月之實測波高紀錄，所統計各月波高分佈如表9.6。

表 9.6 各月波高分佈

波高 月份	0.5	0.5 0.6	0.6 0.7	0.7 0.8	0.8 1.0	1.0 1.2	1.2 2.0	2.0 3.0	3.0 4.0	4.0 以上
1	13	8	4	3	3					
2	8	7	4	2	5	1	1			
3	11	9	5	3	2		1			
4	16	5	4	2	3					
5	15	4	4	2	2	1	2	1		1
6	12	4	2	2	3	2	3	1		
7	6	2	3	2	6	2	6	2	1	1
8	6	3	3	2	3	4	7	2		
9	14	4	2	2	3	1	2		1	1
10	17	6	2	2	2		1	1		
11	16	6	3	1	2	1		1		
12	17	8	3	1	1	1				
合計	151	66	39	24	35	13	23	8	2	3

註：資料來源：大鵬灣實測波浪資料
統計年份：67.9~71.10

9.2.4 可工作天

本工程作業方式為大型自航抽吸式挖泥船在借土區抽砂後再回至填土區卸砂，自航抽吸式挖泥船其作業限制除容許波高外，尚受限於颱風及霧日影響，而絞刀式吸管抽砂船則以容許波高為最主要之限制。現若採用之自航式吸管抽砂船其容許波高為 $3.0m^0$ 及絞刀式吸管抽砂船其容許波高為 $0.7m^0$ （詳見表9.7），則其每年可工作天分別計算如下：

1. 自航抽吸式挖泥船

波高 $> 3.0 \text{ m}^3 = 5$ 天

颱風 = 10 天

霧日 = 11 天

每年可工作天 = $365 - 5 - 10 - 11 = 339$ 天

2. 絞刀式吸管抽砂船

波高 $< 0.7 \text{ m}^3 = 256$ 天

每年可工作天 = 256 天

表 9.7 波高與可作業工程種類之關係

風 浪		湧 浪	
波 高	可作業工程種類	波 高	可作業工程種類
0.5m以下	護趾方塊之吊放(利用起重船吊放), 鋼管樁之打設	0.4m以下	同左
0.7m以下	吸管挖泥船浚挖、抓斗挖泥船浚挖、濾布敷設	0.5m以下	吸管挖泥船浚挖、抓斗挖泥船浚挖、濾布鋪設
1.0m以下	沉箱填充, 以拌合船灌鑄混凝土	0.7m以下	以拌合船灌鑄混凝土, 濾布鋪設
1.1m以下	沉箱拖放、拋石基礎之整平	0.9m以下	沉箱拖放、拋石基礎整平、沉箱填充
1.3m以下	拋石拋放、拋方塊吊放	1.1m以下	同左
1.4m以下	危險大	1.2m以下	同左

9.3 挖泥船工作年與挖泥船所需數目

依據大型自航抽吸式挖泥船其每年可工作天數為 339 天，則為完成第一期工程 6.8 億立方公尺，一艘挖泥船依其配合作業方式所需之工作年計算如下：

9.3.1 自航抽吸式挖泥船＋固定吸管式抽砂船

一天作業 20 hr

$$\text{甲類砂土 } 20,237 \div 339 = 60 \text{ 工作年}$$

$$\text{乙類砂土 } 11,737 \div 339 = 34.6 \text{ 工作年}$$

一天作業 12 hr

$$\text{甲類砂土 } 33,729 \div 339 = 99.5 \text{ 工作年}$$

$$\text{乙類砂土 } 19,563 \div 339 = 57.7 \text{ 工作年}$$

9.3.2 自航抽吸式挖泥船直接噴嘴

一天作業 20 hr

$$\text{甲類砂土 } 24,487 \div 339 = 72.2 \text{ 工作年}$$

$$\text{乙類砂土 } 15,988 \div 339 = 47.2 \text{ 工作年}$$

一天作業 12 hr

$$\text{甲類砂土 } 40,813 \div 339 = 120.4 \text{ 工作年}$$

$$\text{乙類砂土 } 26,646 \div 339 = 78.6 \text{ 工作年}$$

9.3.3 自航抽吸式挖泥船＋陸上固定輸砂管

一天作業20hr

甲類砂土 $35,113 \div 339 = 103.6$ 工作年

乙類砂土 $18,113 \div 339 = 53.4$ 工作年

一天作業12hr

甲類砂土 $58,522 \div 339 = 172.6$ 工作年

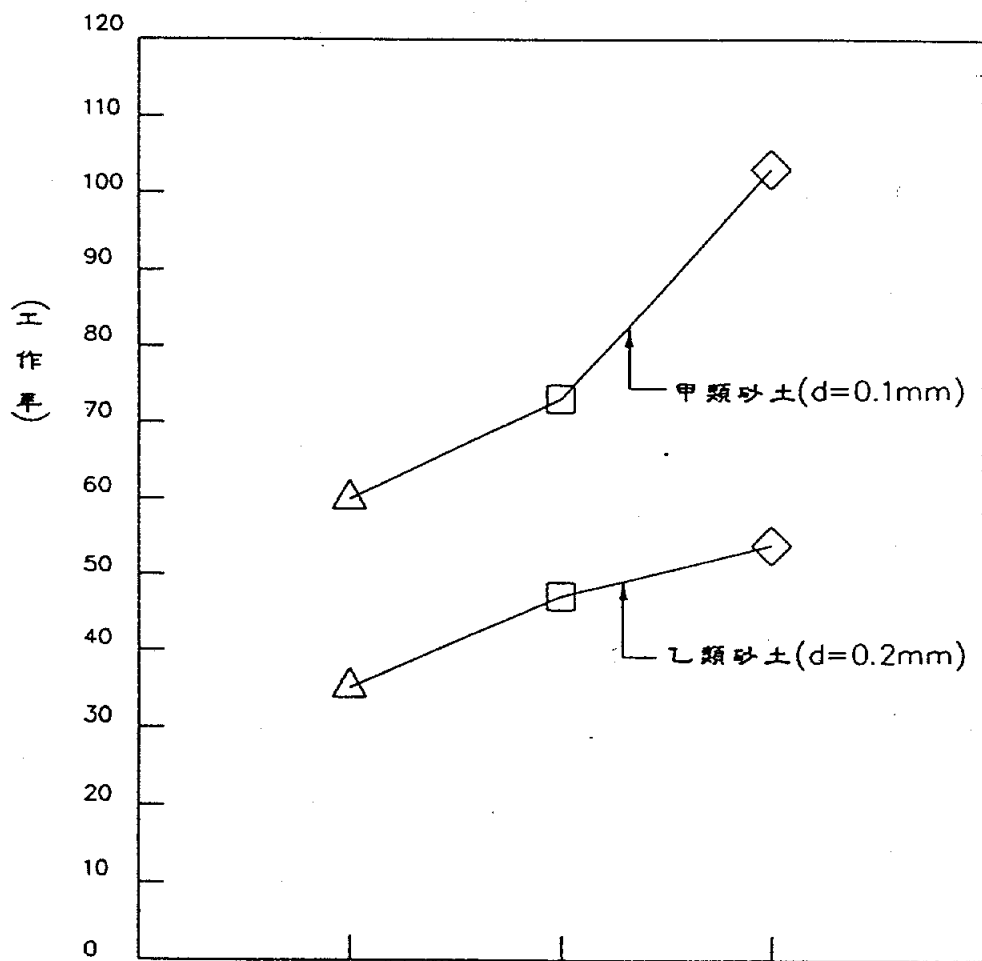
乙類砂土 $30,188 \div 339 = 89.1$ 工作年

爲完成第一期工程 6.8 億立方公尺，每艘自航抽砂式挖泥船依其配合作業方式不同，所需之工作年如圖9-2 及9-3 所示。

第一期工程6.8 億立方公尺預計在11年內完成，設若挖泥船數目與其浚挖量成線性關係，則在11年內浚挖6.8 億立方公尺，所需不同配合作業方式之自航抽吸式挖泥船數目如圖9-4 及9-5 所示。

9.4 挖泥船作業型式之決定

由前面章節所提及，適用於本工程浚填之船機蓋爲自航抽吸式挖泥船，而其配合作業方式有三種，現將就此三種作業方式做一全盤評量分析，以決定採用之配合作業方式，同時亦列入絞刀吸管式抽砂船(以管線輸送方式)供參考。茲列表9.8 比較如下(以11年工期完成浚填量6.8 億立方公尺)：



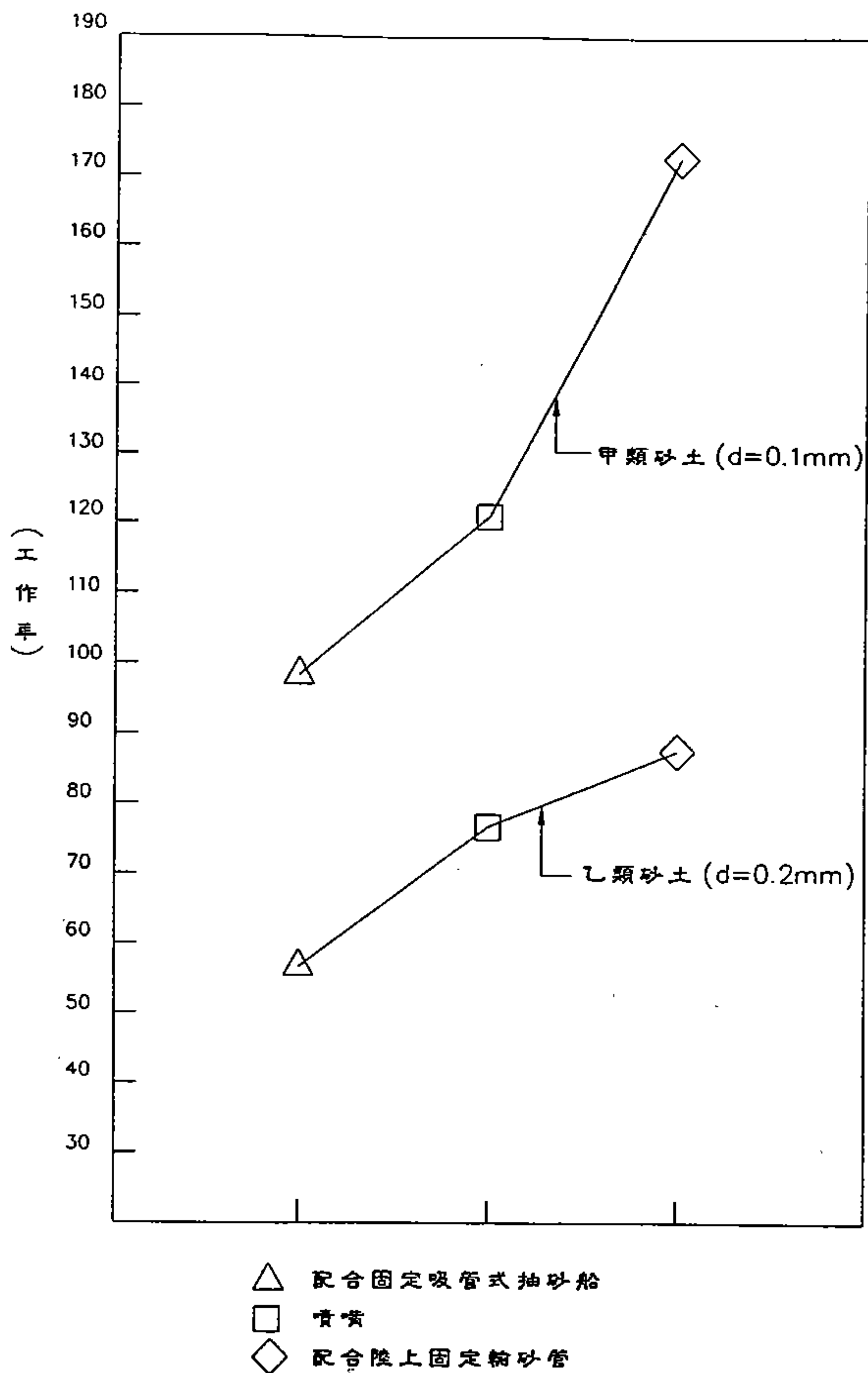
△ 配合固定吸管式抽砂船

□ 噴嘴

◇ 配合陸上固定輸砂管

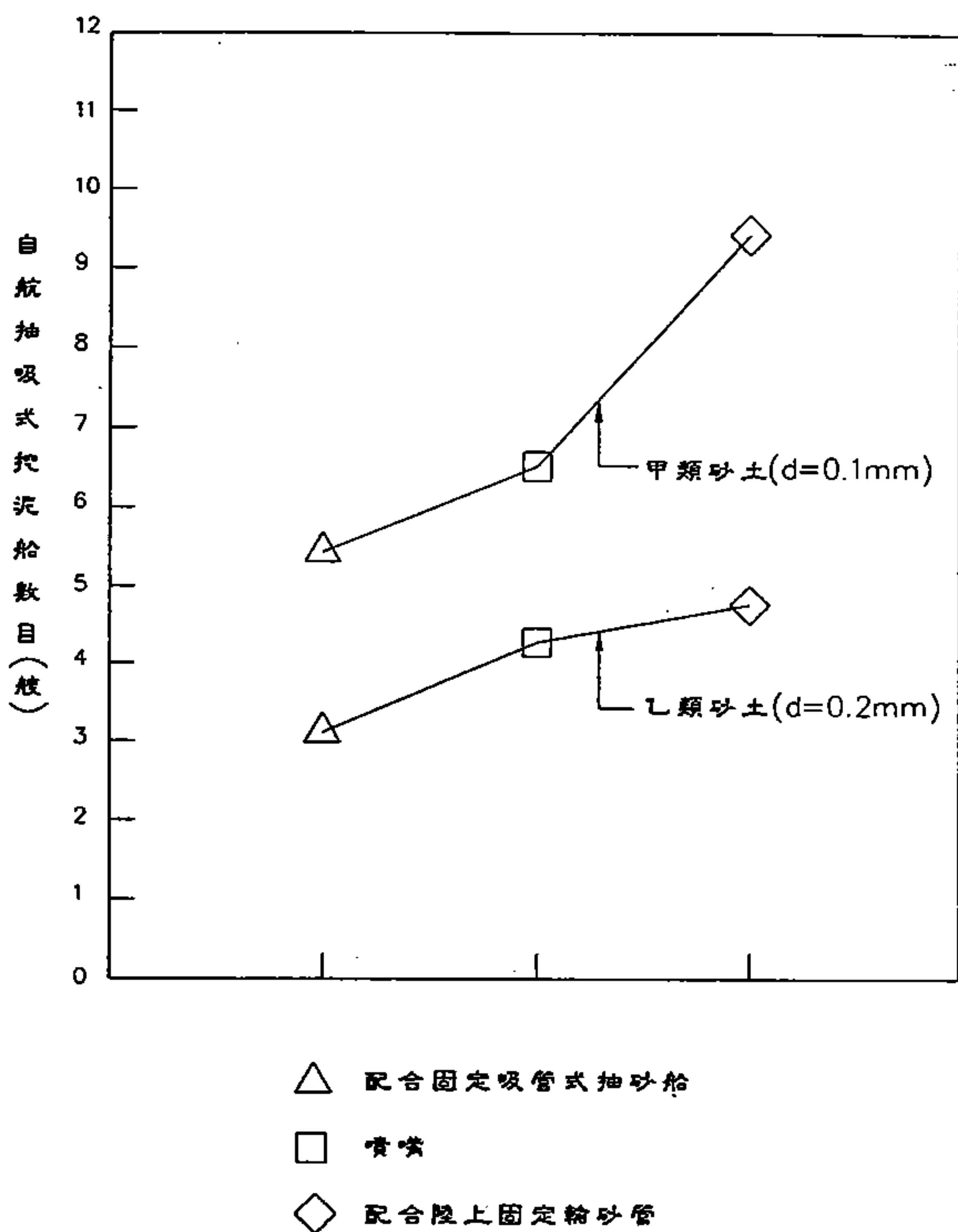
自航抽吸式挖泥船配合不同作業方式

圖 9-2 每艘自航抽砂式挖泥船配合不同作業方式
浚挖 6 億 8 千萬方所需工作年數
(一天作業 20 小時)



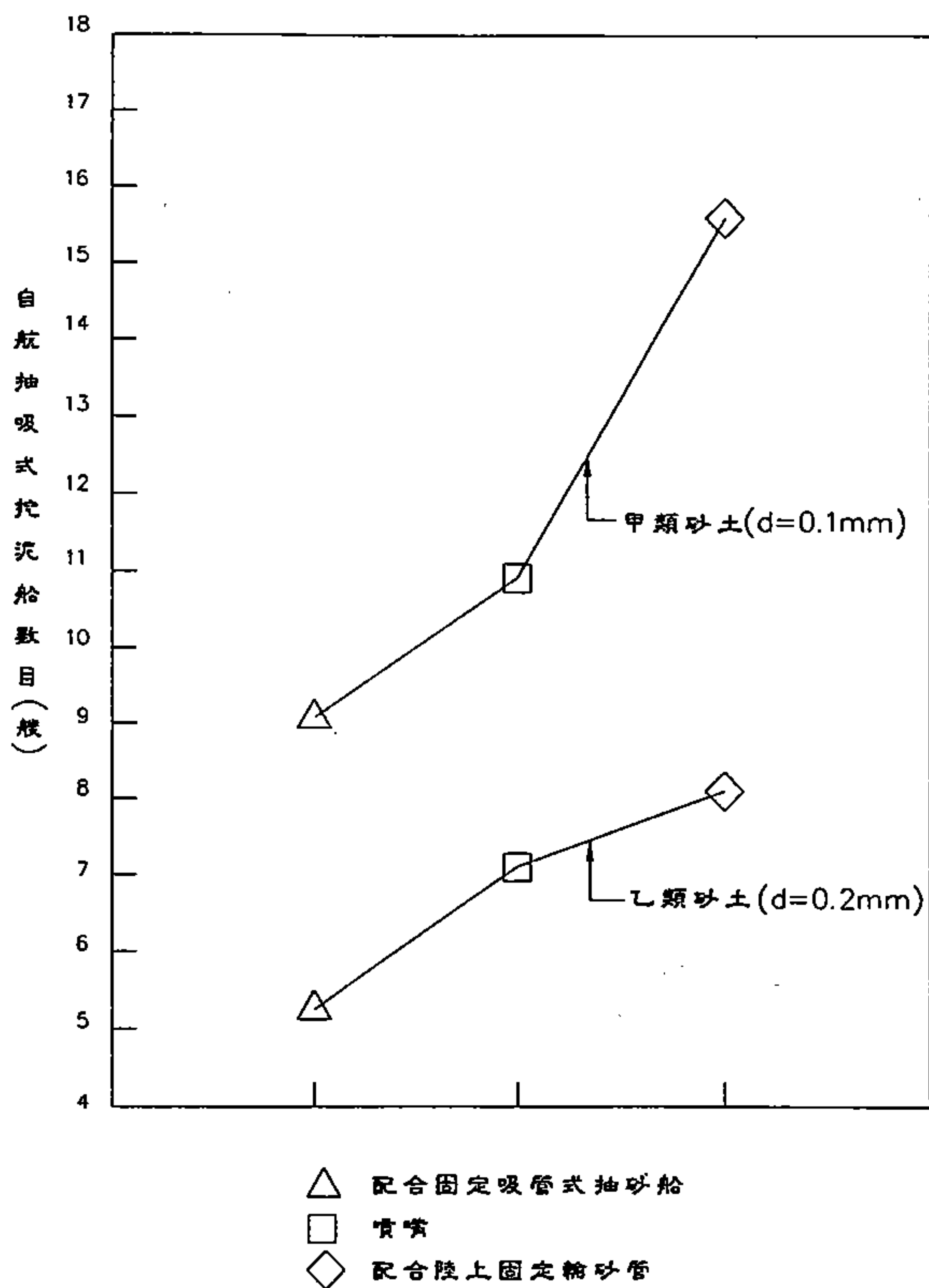
自航抽吸式挖泥船配合不同作業方式

圖 9-3 每艘自航抽砂式挖泥船配合不同作業方式
浚挖 6 億 8 千萬方所需工作年數
(一天作業 12 小時)



自航抽吸式挖泥船配合不同作業方式

圖 9-4 每艘自航抽砂式挖泥船配合不同作業方式
 浚挖 6 億 8 千萬方所需工作年數
 (一天作業 20 小時)



自航抽吸式挖泥船配合不同作業方式

圖 9.5 每艘自航抽砂式挖泥船配合不同作業方式
浚挖 6 億 8 千萬方所需工作年數
(一天作業 12 小時)

表 9.8 自航抽吸式挖泥船不同配合作業方式比較

項次	作業方式 評量因子	自航抽吸式挖泥船 + 固定吸管式抽砂船	自航抽吸式挖泥船 + 噴嘴回填	自航抽吸式挖泥船 + 陸上固定輸砂管	絞刀式吸管抽砂船 + 管線輸送
1.	挖泥船數目(艘) (甲類砂土)	10.2	13.1	16.9	
2.	挖泥船數目(艘) (乙類砂土)	6.45	7.4	9.3	
3.	需要配合作業 碼頭設施	挖泥船直接卸於再 處理坑，毋須碼頭 配合作業。	直接噴嘴回填，毋 須碼頭配合作業。	需有碼頭配合挖泥 船與輸砂管之連接 作業。	毋須碼頭配合
4.	海堤	一般海堤	為方便及噴嘴作業 可及，海堤外側應 以垂直面為之。	為挖泥船與輸砂管 連接作業，海堤應 設置固定碼頭外側 應以垂直面。	一般海堤
5.	加壓設備	如固定吸管式抽砂 船輸送距離遠時， 需設加壓設備，一 般並無此需要。	回填作業區範圍大 ，常需於回填區內 再以輸砂管輔以加 壓設備以達噴嘴所 不及之處。	陸上固定輸砂管係 固定於海堤碼頭上 ，與回填區相隔較 遠，需輔以加壓設 備。	長距離需輔以加壓 設備。
6.	環境考量	挖泥船直接棄置於 再處理坑，易影響 鄰近海域。	噴嘴作業易影響回 填區。	輸砂管線輸送，影 響層面小。	輸砂管線輸送，影 響層面小。
7.	操作難易度	操作容易，作業循 環時間最少。	操作容易，作業循 環時間次之。	挖泥船與固定輸砂 管接駁費時，作業 循環時間長。	操作容易。
8.	機動性與抽砂區 距離	機動性高，不受抽 砂區遠近限制。	機動性高，不受抽 砂區遠近限制。	機動性高，不受抽 砂區遠近限制。	適用於近距離之抽 砂區，動復員耗時 。
9.	影響航運	挖泥船數量最少， 且配合作業之吸管 式抽砂船係位於回 填區內，影響航運 最低。	挖泥船所需數量稍 多，對航運有些影 響。	所需挖泥船數量多 ，影響航運較大。	如以海底管通過抽 砂區與回填區之海 域，則對航運無影 響。
10.	工程費用	挖泥船數量少，需 再加上固定吸管式 抽砂船之費用。	挖泥船數量稍多， 需加上二次輸砂管 作業及垂直面海堤 施作之費用。	挖泥船數量最多， 且需加上垂直面海 堤及固定碼頭設施 ，費用高。	海底管線長且價格 高昂，尤其施工費 用高。
11.	維護費用	挖泥船數量少，一 般海堤維護費用較 低廉。	挖泥船數量稍多， 垂直面海堤維護費 用稍高。	挖泥船數量最多， 垂直面海堤及固定 碼頭設施維護費用 高。	海底管線長，維護 不易。

說明：以上挖泥船數目係為平均值，實際挖泥船數目則隨每年預定挖泥進度而增減。

現就此三種不同作業方式評分如表9.9：

表 9.9 不同配合作業方式評分

作業方式 評量分子	自航抽吸式挖泥船 + 固定吸管式抽砂船	自航抽吸式挖泥船 + 噴嘴回填	自航抽吸式挖泥船 + 陸上固定輸砂管
挖泥船數目 20	20	18	15
配合作業碼頭 10	10	9	8
海堤 10	10	8	7
加壓設備 10	10	9	9
環保考量 10	7	8	10
操作難易度 10	9	9	7
機動性 10	10	10	10
影響航運 10	9	8	7
工程費用 20	18	16	13
維護費用 10	9	8	7
得分小計	112	103	93
名次	1	2	3
以100為滿分之得分	93.3	85.8	77.5

由表9.9 可知本工程採用之作業方式應為自航抽吸式挖泥船配合固定吸管式抽砂船進行浚填作業。

9.5 分區回填數量預定進度與挖泥船數目

爲方便抽砂回填作業，第一期工程擬分區分期填築，分區平面圖示於圖 9-6，其中並不包括大林蒲已填築至水深 -8m^3 之範圍，各分區所需回填土方數量如表 9.10。

表 9.10 第一期工程分區回填數量表

分 區	需回填量(m^3)	分 區	需回填量(m^3)
1	14,542,500	17	20,550,000
2	14,050,000	18	20,550,000
3	14,050,000	19	18,850,000
4	13,350,000	20	18,150,000
5	12,650,000	21	19,050,000
6	12,850,000	22	19,762,500
7	13,350,000	23	26,350,000
8	23,687,500	24	25,150,000
9	18,750,000	25	19,480,000
10	17,950,000	26	23,150,000
11	15,750,000	27	21,350,000
12	15,750,000	28	22,150,000
13	15,950,000	29	26,950,000
14	16,750,000	30	26,850,000
15	25,465,000	31	26,050,000
16	21,650,000	32	26,050,000
合 計	626,987,500		

以上回填數量並不包括大林蒲已回填至 -8m^3 深之回填數量 25,487,500 m^3 。

第一期工程預定11年內填築完成，其每年預計填築數量(已扣除大林蒲填土量)及所需自航抽吸式挖泥船之數目如表 9.11 所示。

表 9.11 挖泥數量預定進度表 (一年可工作天339天)

年 度	萬方/年	累積挖方(萬方)	自航抽吸式挖泥船			
			一天作業20小時		一天作業12小時	
			甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土
1993	0	0	0	0	0	0
1994	4570	4570	4	2	6	3
1995	6270	10840	5	3	8	4
1996	7970	18810	6	4	10	6
1997	7970	26780	6	4	10	6
1998	9670	36450	9	5	13	8
1999	9670	46120	10	6	16	10
2000	6270	52390	7	4	11	7
2001	4570	56960	5	3	8	5
2002	2870	59830	3	2	5	3
2003	2870	62700	3	2	5	3

其中累積挖方前30000萬立方公尺係由借土區 I 區取得。

9.6 深水港計畫可能替代方案研擬與分析

9.6.1 替代方案

由以上分析資料顯示，第一期工期欲在11年內填築 6.8 億立方公尺，即每年須填築6 仟2 百萬立方公尺，其所須動員之船機、人員及資金將十分龐大，同時因回填地之用途至今仍未明確，對於資金之籌措以及施工過程將橫生阻力；因此針對較確切需要土地之單位研擬出可能之替代方案如下：

1. 方案 A

台電用地650公頃(包括台電預計以煤灰填築之300公頃)，中油用地550公頃，計1200公頃(包括大林蒲填土範圍)，所需浚填量為114,272,000 m^3 (不包括台電煤灰填築之48,175,000 m^3)，平面佈置圖及預定抽砂區範圍詳圖9-7。

2. 方案 B

台電用地 650 公頃 (包括台電預計以煤灰填築之 300 公頃)，中油用地 550 公頃，計1200公頃 (不包括大林蒲填土範圍)，所需浚填量為122,078,250 m^3 ，平面佈置圖及預定抽砂區範圍詳圖9-8。

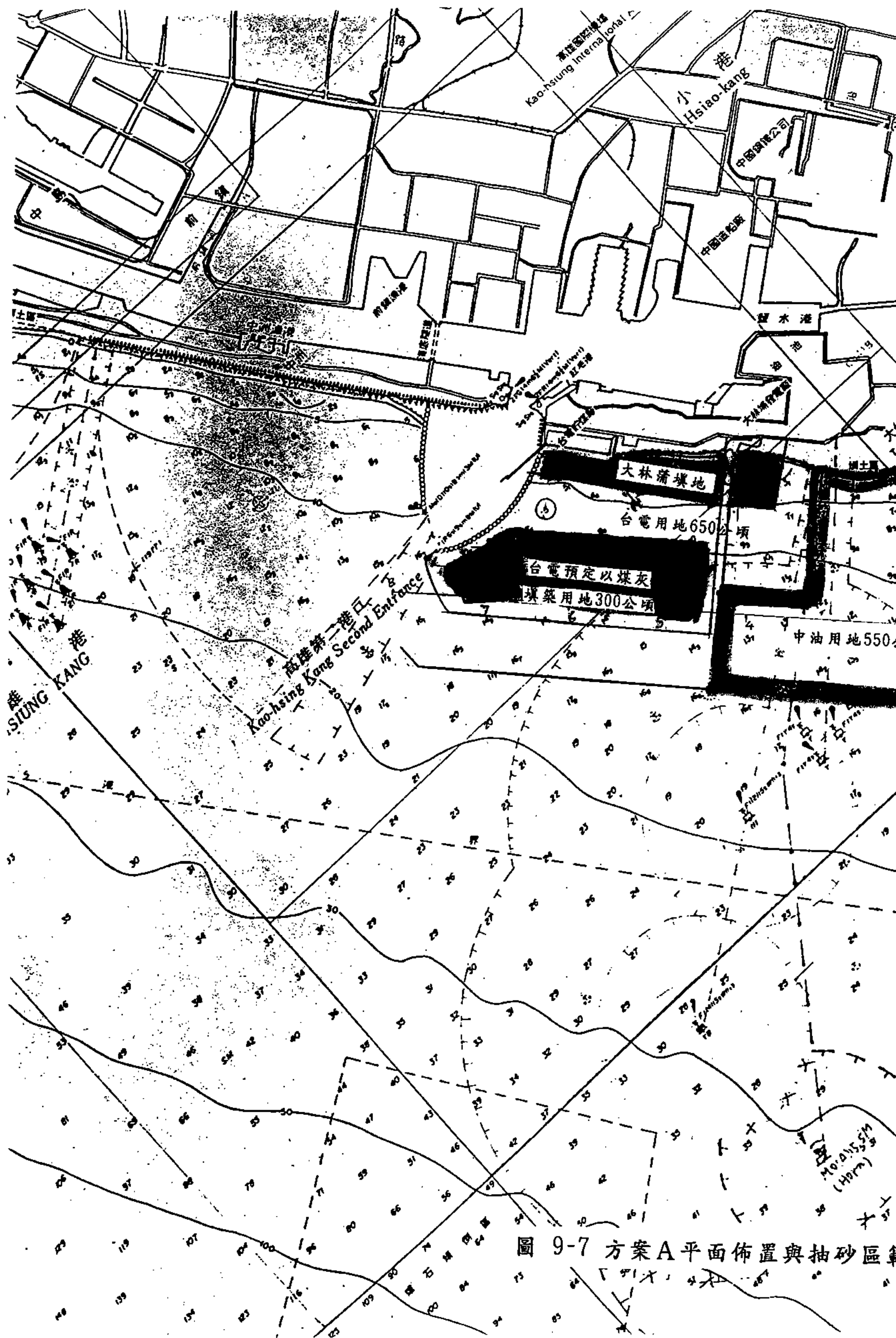
3. 方案 C

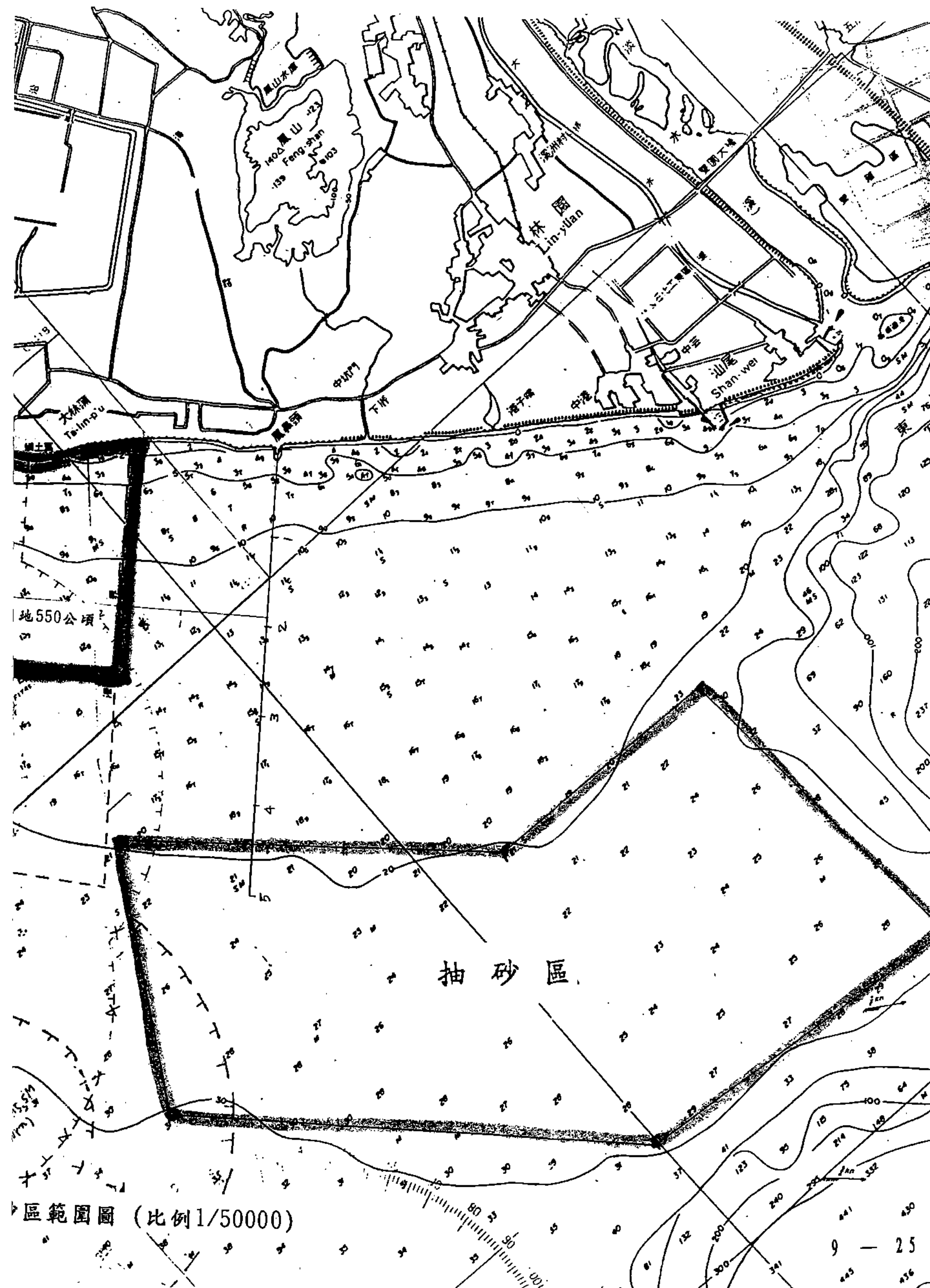
台電用地650公頃(包括台電預計以煤灰填築之300公頃)，中油用地550公頃，加上未來因應高雄港擴建需要之貨櫃碼頭1434公頃，計2634公頃(不包括大林蒲填土範圍)，所需浚填量為329,893,250，平面佈置圖及預定抽砂區範圍詳圖9-9。

以上方案之平面佈置為概略位置，詳細佈置則有賴各單位協調，同時為方便比較分析，方案C之台電用地與中油用地範圍採與方案B同一佈置。

9.6.2 工期考量與分期目標

各方案工期之決定在於各單位所需用地之時程，其中台電之650公頃用地係基於2020年之考

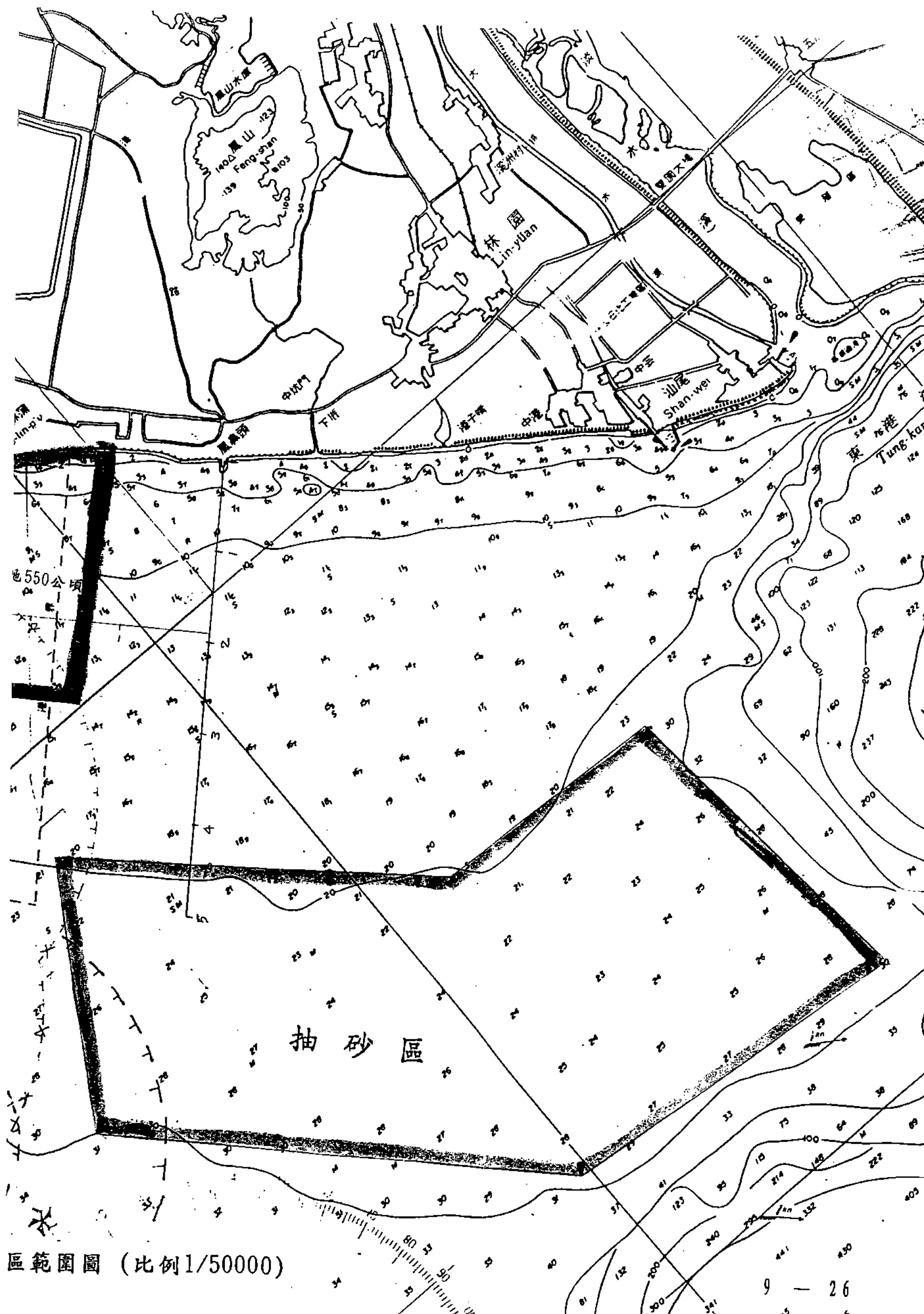




抽砂區範圍圖 (比例1/50000)



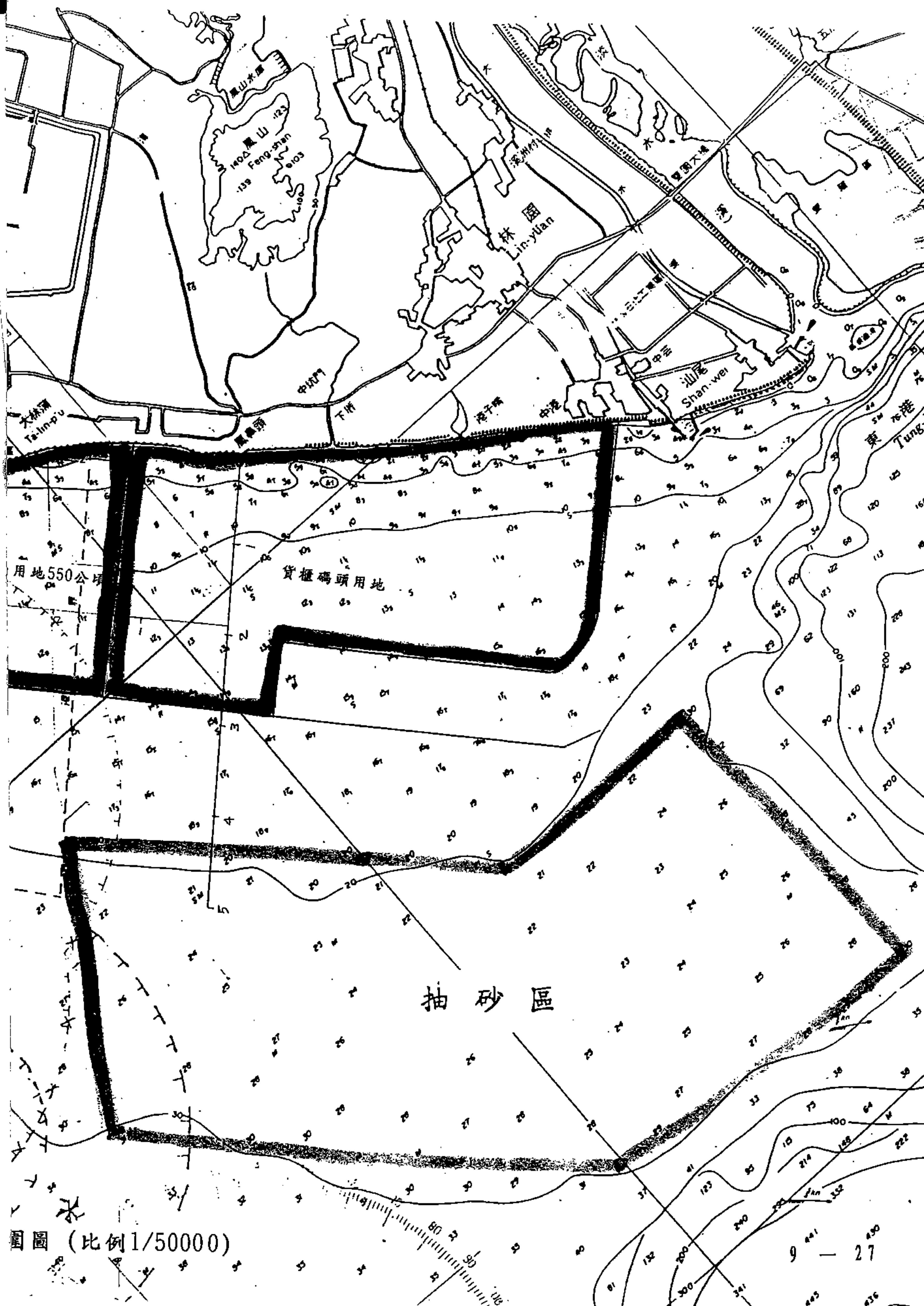
圖 9-8 方案 B 平面佈置與抽砂區



區範圍圖 (比例1/50000)



圖 9-9 方案 C 平面佈置與抽砂區範圍



圖圖 (比例1/50000)

量，但由於其中 300 公頃為預定煤灰填築用，故方案中台電用地以填築 350 公頃為考量。而中油 550 公頃用地則分為三期，分別應於 2005 年取得 220 公頃，2010 年取得 400 公頃(累計)，於 2015 年完成 550 公頃之需求，而方案 C 之貨櫃碼頭需求係針對 2020 年高雄港貨櫃運量而定，其年限自亦以 2020 年為主，因此工期之決定便由中油用地需求所控制。現對此三方案之工期考量如下：

由 1995～2014 年計 20 年，其中分期目標為：
(台電預計以煤灰填築之 300 公頃由該公司自行統籌)

1. 2004 年

方案 A 預計達成台電 350 公頃，中油 220 公頃。
方案 B 預計達成台電 350 公頃，中油 220 公頃。
方案 C 預計達成台電 350 公頃，中油 220 公頃，
貨櫃碼頭 650 公頃。

2. 2009 年

方案 A 預計累計達成中油 400 公頃。
方案 B 預計累計達成中油 400 公頃。
方案 C 預計累計達成中油 400 公頃，
貨櫃碼頭 1000 公頃。

3. 2014 年

方案 A 預計達成中油 550 公頃。
方案 B 預計達成中油 550 公頃。
方案 C 預計達成中油 550 公頃，
貨櫃碼頭 1434 公頃。

9.6.3 土源與運距

替選方案係植基於深水港原有計畫之架構下，因此其借土區亦與原規劃區雷同，然因替選方案回填面積縮小及填方減少，則其借土區可供作業之範圍將增大許多，且因工期長，分年填築數量減少很多，因此擬將自航抽吸式挖泥船分為泥艙 10000m^3 、 5000m^3 及 3000m^3 來考量（泥艙 5000m^3 及 3000m^3 大小之自航式挖泥船可參見表9.12及表9.13）。

1. 方案A

方案A所需填築之區域與預計之借土區範圍如圖9-7所示，所需填方數量為 $162,477,000\text{m}^3$ ，借土區之範圍約為9公里長，3公里帶寬內，水深在 $-20\text{m} \sim -30\text{m}$ ，運距依中心點與回填區中心點計算為9公里，可提供之土源依自航抽吸式挖泥船（浚挖深度 $-35\text{m} \sim -50\text{m}$ ）與絞刀吸管式抽砂船（浚挖深度 28m ）計算得：

(1) 自航抽吸式挖泥船

依其作業借土區內可抽得之砂將隨水深不同而呈楔形分佈，則可提供之土源為：

①泥艙為 10000m^3 之大型自航式挖泥船，其最大浚挖深度可達 -50m ，則可提供之土源為：

$$1/2 \times (30+20) \times 9000 \times 3000 = 675,000,000 > 114,272,000\text{m}^3$$

②泥艙為 5000m^3 之自航式挖泥船，其最大浚挖深度可達 -32m ，則可提供之土源為：

表 9.12 泥艙容量5000 m³ 左右之自航式挖泥船資料

Trailing Suction Hopper Dredgers	Dimensions (m) Length×Width ×Draught	GRT	Capacity (m ³)	Dredging depth (m)		Out Put characteristic (HP)			pipeline diameter (mm)	loaded speed (knot)	Year Made	Year Rebuilt	Owner
				normal	max.	total out put	dredger pumps	propulsion					
Sanderus	103×18.3×8.2		5,338	25		9,212	2,380	5,740	2×900	12.5	1968		JDN
Antwerpen IV	113.5×19.0×8.59		5,200	29.47		9,738	3,200	5,424	2×900	14.2	1967		Dredging
HAM 308	117×18.8×8.96	6,024	4,736	32		9,776	3,000	7,320	2×1000	16.4	1968	1972	HAM
HAM 309	119.4×19.6×6.49	5,550	4,600	30		11,158	2,966	7,200	2×800	14.8	19812		HAM

表 9.13 泥艙容量3000 m³ 左右之自航式挖泥船資料

Trailing Suction Hopper Dredgers	Dimensions (m)		GRT	Capacity (m ³)	Dredging depth (m)		Out Put characteristic (HP)			pipeline diameter (mm)	loaded speed (knot)	Year Made	Year Rebuilt	Owner
	Length×Width × Draught	normal			max.	total out put	dredger pumps	propulsion						
Amerigo Hopper Dredgers		91.2×17.1×6.2			3,500	30		7,290	1,500	5,550	2×900	12.5	1986	
James Ensor	105.2×18.2×6.0			3,600	30		9,987	2,600	7,200	2×800	12.8	1979		JDN
Galilei 2000	83.5×14.5×4.5			2,339	20		3,964	940	2,176	2×750	9.0	1980		JDN
Kramkeloon	94.19×17.44×6.49			2,700	30		8,220	1,200	4,800	2×700	12.5	1980		Dredging

$$1/2 \times (12+2) \times 9000 \times 3000 = 189,000,000 > 114,272,000 \text{ m}^3$$

③泥艙為 3000 m^3 之自航式挖泥船，其最大浚挖深度可達 -30 m ，則可提供之土源為：

$$1/2 \times 10 \times 9000 \times 3000 = 135,000,000 > 114,272,000 \text{ m}^3$$

足夠方案A所需之浚填量。

(2) 鉸刀吸管式抽砂船

其最大浚挖深度為 -28 m ，則可提供之土源為：

$$1/2 \times 8 \times 2500 \times 9000 = 90,000,000 < 114,272,000 \text{ m}^3$$

不足方案A所需之浚填量。

2. 方案B

方案B所需填築之區域與預計之借土區範圍如圖9—8所示，所需填方量為 $122,078,250 \text{ m}^3$ ，借土區之範圍，土源與運距同方案A，即以自航抽吸式挖泥船作業所能獲得之砂土量足夠於本方案之用，而鉸刀吸管式抽砂船則不足。

3. 方案C

由於方案C需填築面積與填方量 $329,893,250 \text{ m}^3$ ，借土區水深由 $-20 \text{ m} \sim -50 \text{ m}$ ，範圍約長9公里，寬3公里，運距依借土區中心點與回填區中心點計算為8公里，可提供之土源如下：

(1) 自航抽吸式挖泥船

- ①泥艙為 10000m^3 之大型自航式挖泥船，其最大浚挖深度可達 -50m ，則可提供之土源為：

$$1/2 \times (30+20) \times 9000 \times 3000 = 675,000,000 > 329,893,250\text{m}^3$$

- ②泥艙為 5000 之自航式挖泥船，其最大浚挖深度可達 -32m ，則可提供之土源為：

$$1/2 \times (12+2) \times 9000 \times 3000 = 189,000,000 < 329,893,250\text{m}^3$$

- ③泥艙為 3000m^3 之自航式挖泥船，其最大浚挖深度可達 -30m ，則可提供之土源為：

$$1/2 \times 10 \times 9000 \times 3000 = 135,000,000 < 329,893,140\text{m}^3$$

(2) 絞刀吸管式抽砂船

其作業最大深度僅可達 -28m ，因此其所能浚得之砂同方案A與方案B，即遠少於方案C所需浚填量。

由此分析可知方案C之借土區所能提供之土源僅適用於泥艙 10000m^3 浚挖深度較深之大型自航式挖泥船作業，如以泥艙較小浚挖深度較淺之挖泥船勢必得另尋一借土區，如此將增加運距，不符經濟效益。

9.6.4 抽砂船型式與作業方式

由前所述借土區所能提供之土源與運距之分析，替選方案所應採用之抽砂船型式亦與深水港第一期工程相同，即採用機動性大，泥艙容量大且浚挖深度深之自航抽吸式挖泥船為適宜，而其

配合作業方式依第一期工程之考量結果，亦將採卸泥於再處理坑，再經由固定吸管式抽砂船將砂土輸送至回填區之作業方式。

9.6.5 方案A作業規劃

1. 挖泥船作業循環時間與能量

因方案A回填工期長，相對每年之回填量少，故對於挖泥船泥艙容量大小亦須作一考量，同時為不影響高雄港船隻錨區，夜間不擬作業，即一天作業時數以12小時計算。

(1)採用泥艙 10000m^3 航行速度15海浬(27.8公里)之大型自航抽吸式挖泥船，借土區運距9公里往返需0.65hr，卸泥作業(包括迴船)0.5hr，抽砂作業甲類砂土3hr，乙類砂土1hr，則一次循環作業時間為：

$$\text{甲類砂土 } 0.65 + 0.5 + 3 = 4.15 \text{ hr}$$

$$\text{乙類砂土 } 0.65 + 0.5 + 1 = 2.15 \text{ hr}$$

則每一工作天可浚填量為：

$$\text{甲類砂土 } 10000 \times 12 / 4.15 \times 0.8 = 28,916 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 10000 \times 12 / 2.15 \times 0.8 = 44,651 \text{ m}^3$$

式中0.8為工作效率因子，因自航式抽砂船其作業能量須扣除加油、加水補給等之損耗。

(2)採用泥艙 5000m^3 ，航行速度12海浬之自航抽吸式挖泥船，借土區運距9公里，往返需0.8hr，卸泥作業(包括迴船)0.5hr，抽砂作業甲類砂土2.4hr，乙類砂土0.8hr，則一次作業循

環時間為：

$$\text{甲類砂土 } 0.8 + 2.4 + 0.5 = 3.7 \text{ hr}$$

$$\text{乙類砂土 } 0.8 + 0.8 + 0.5 = 2.1 \text{ hr}$$

則每一工作天可浚填量為：

$$\text{甲類砂土 } 5000 \times 12 / 3.7 \times 0.8 = 12,973 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 5000 \times 12 / 2.1 \times 0.8 = 22,857 \text{ m}^3$$

(3)採用泥艙 3000m^3 ，航行速度12海浬之自航抽吸式挖泥船，借土區運距9公里，往返需0.8 hr，卸泥作業(包括迴船)0.5 hr，抽砂作業甲類砂土需2.1 hr，乙類砂土0.7 hr，則一次作業循環時間為：

$$\text{甲類砂土 } 0.8 + 0.5 + 2.1 = 3.4 \text{ hr}$$

$$\text{乙類砂土 } 0.8 + 0.5 + 0.7 = 1.2 \text{ hr}$$

則每一工作天可浚填量為：

$$\text{甲類砂土 } 3000 \times 12 / 3.4 \times 0.8 = 8,471 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 3000 \times 12 / 1.2 \times 0.8 = 14,400 \text{ m}^3$$

2. 分區回填面積與數量

為方便抽砂回填作業方案A，擬採分區分期並以開放式填築，分區平面圖示如圖9—10，各區面積及所需回填土方數量如表9.14。

3. 預定進度與挖泥船數目

方案A預定於20年內填築完成，其每年預計

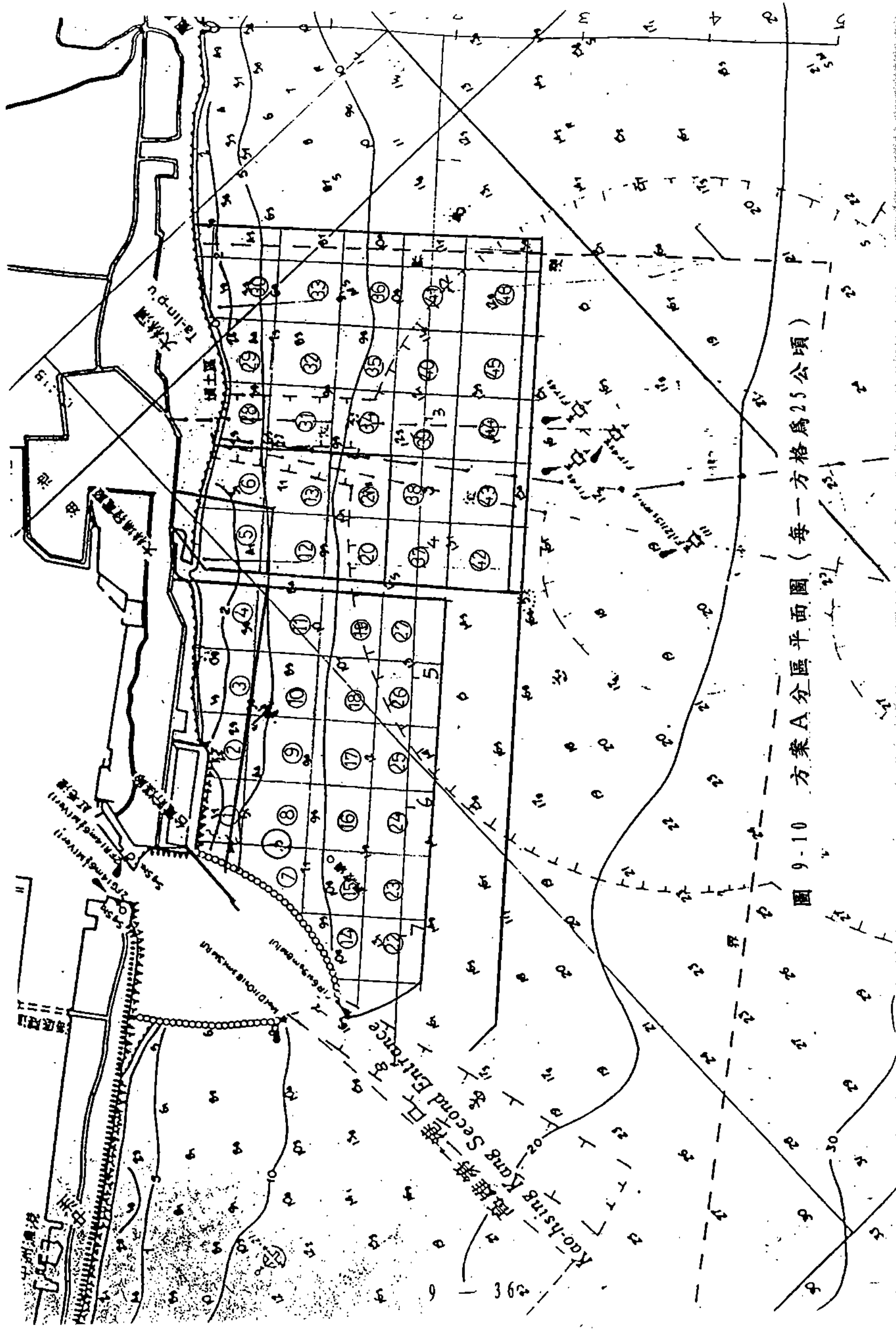


圖 9-10 方案 A 分區平面圖 (每一方格為 25 公頃)

表 9.14 方案 A 分區回填數量表 (回填高程 EL. +3.25)

分區	面積 (ha)	需回填數量 (m ³)	分區	面積 (ha)	需回填數量 (m ³)
1	25	1,637,500	*24	25	4,112,500
2	20	1,250,000	*25	25	4,112,500
3	24	1,428,000	*26	25	4,112,500
4	25	1,587,500	*27	25	4,112,500
5	25	1,637,500	28	17.5	1,163,750
6	25	1,787,500	29	22.5	1,743,750
7	16	1,544,000	30	46.5	3,371,250
8	25	2,812,500	31	25	2,712,500
9	25	2,812,500	32	25	2,962,500
10	25	2,962,500	33	37.5	4,406,250
11	25	2,937,500	34	25	3,687,500
12	25	2,937,500	35	25	3,312,500
13	25	2,862,500	36	37.5	5,118,750
*14	25	3,562,500	37	25	3,987,500
*15	25	3,562,500	38	25	4,062,500
*16	25	3,462,500	39	25	1,062,500
*17	25	3,562,500	40	25	3,937,500
*18	25	3,612,500	41	37.5	5,643,750
*19	25	3,737,500	42	30	5,325,000
20	25	3,562,500	43	30	5,235,000
21	25	3,612,500	44	30	5,415,000
*22	35	6,037,500	45	30	5,325,000
*23	25	4,187,500	46	37.5	7,447,500
合 計 : 面 積 : 926.5 公頃 (不包括*)					
需回填數量 : 114,292,000 m ³ (不包括*)					
* 台電煤灰預計填築面積 : 300 公頃					
* 台電煤灰需回填數量 : 48,175,000 m ³					

表 9.15 方案 A 挖泥數量、填築面積進度與挖泥船數目（一年可工作天339 天，一天作業12小時）

年 度	浚填區域	萬方／年	累積挖方(萬方)	累積填築面積(公頃)		自航抽吸式挖泥船數目(艘)							
						泥艙10000m³		泥艙5000m³		泥艙3000m³			
				台 電	中 油	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	1、2、7	443.15	443.15	61	0	1	1	1	1	2	1	2	1
1996	3、30	479.925	923.075	85	46.5	1	1	2	1	2	1	2	1
1997	28、29	290.75	1213.825	85	86.5	1	1	1	1	1	1	1	1
1998	8、4、5	603.75	1817.575	160	86.5	1	1	2	1	3	2	3	2
1999	9、10、6	756.25	2573.825	235	86.5	1	1	2	1	3	2	3	2
2000	33、11	734.375	3308.20	260	124	1	1	2	1	3	2	3	2
2001	36、32	808.125	4116.325	280	186.5	1	1	2	1	3	2	3	2
2002	12、13、31	851.25	4967.575	310	211.5	1	1	2	1	3	2	3	2
2003	34、16	725.00	5692.575	335	236.5	1	1	2	1	3	2	3	2
* 2004	35、21	692.50	6385.075	* 360	* 261.5	1	1	2	1	3	2	3	2
2005	41	564.375	6949.45		299	1	1	2	1	2	2	2	2
2006	40	393.755	7343.20		324	1	1	1	1	2	1	2	1
2007	46	744.75	8087.95		361.5	1	1	2	1	3	2	3	2
2008	45	532.50	8620.45		391.5	1	1	2	1	2	2	2	2
* 2009	39	106.25	8726.70		* 416.5	1	1	1	1	1	1	1	1
2010	44	541.50	9268.20		446.5	1	1	2	1	2	2	2	2
2011	43	523.50	9791.70		476.5	1	1	2	1	2	1	2	1
2012	42	532.50	10324.20		506.5	1	1	2	1	2	2	2	2
2013	38	406.25	10730.45		531.5	1	1	1	1	2	1	2	1
* 2014	37	398.75	11129.20		* 556.5	1	1	1	1	2	1	2	1

本表不包括台電預定以煤灰填築之300公頃，*表分期目標預定年。

填築區域數量、面積以及所需挖泥船數目詳如表 9.15。

9.6.6 方案B作業規劃

方案B回填面積及回填數量與方案A相若，對於挖泥船之泥艙容量之大小亦須考慮。

1. 挖泥船作業時間與能量

回填數量與抽砂區同方案A，故挖泥船之作業循環時間亦同。

(1) 泥艙 10000 m^3 之挖泥船一工作天作業能量：

甲類砂土 $28,916\text{ m}^3$

乙類砂土 $44,651\text{ m}^3$

(2) 泥艙 5000 m^3 之挖泥船一工作天作業能量：

甲類砂土 $12,973\text{ m}^3$

乙類砂土 $22,857\text{ m}^3$

(3) 泥艙 3000 m^3 之挖泥船一工作天作業能量：

甲類砂土 $8,471\text{ m}^3$

乙類砂土 $14,400\text{ m}^3$

2. 分區回填面積與數量

方案B之分區平面圖示於圖 9-11，各區面及所需回填土方如表 9.16。

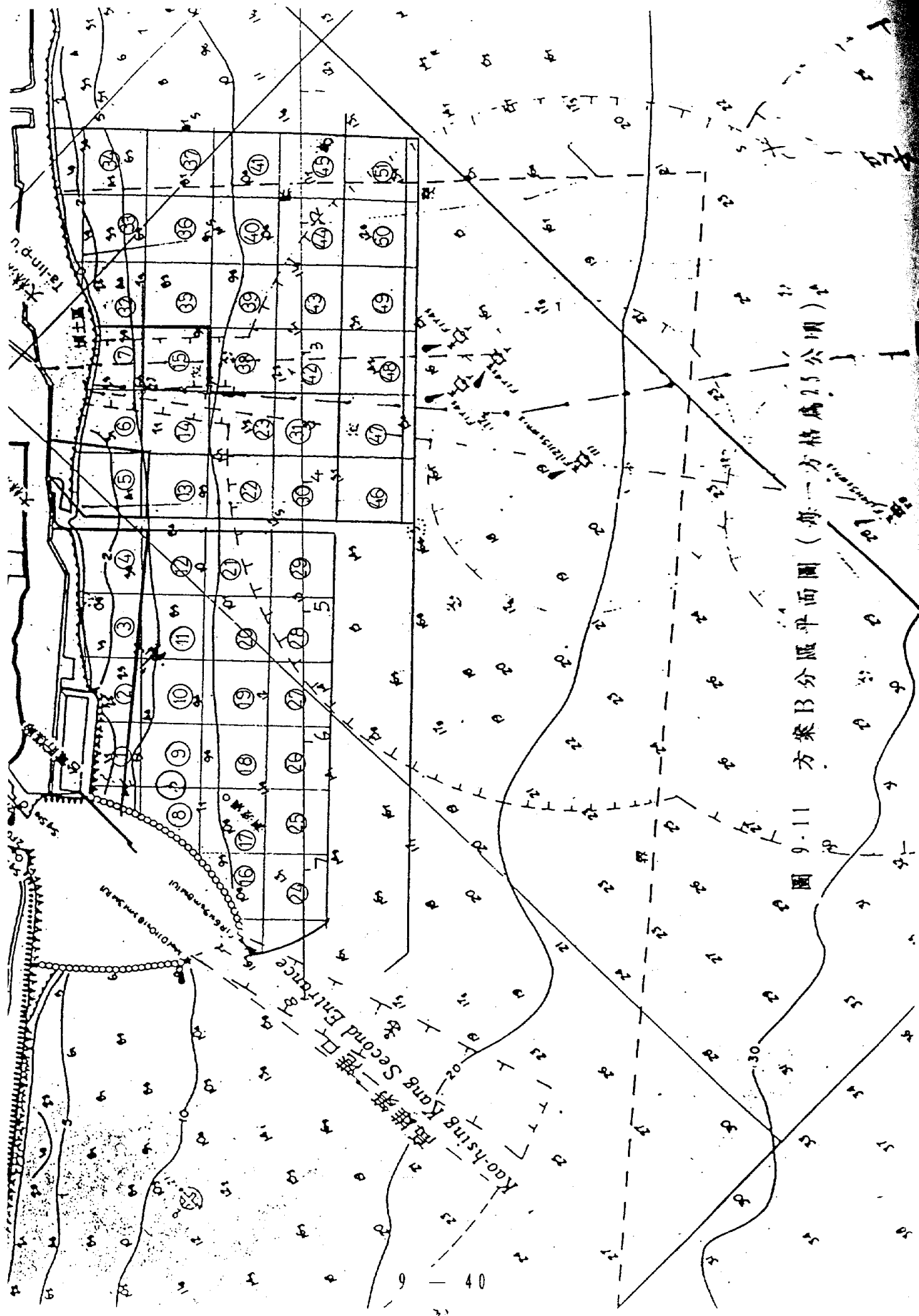


表 9.16 方案B分區回填數量表 (回填高程EL.+3.25)

分區	面積 (ha)	需回填數量 (m³)	分區	面積 (ha)	需回填數量 (m³)
1	25	1,637,500	*27	25	4,112,500
2	20	1,250,000	*28	25	4,112,500
3	24	1,428,000	*29	25	4,112,500
4	25	1,587,500	30	25	3,987,500
5	25	1,637,500	31	25	4,062,500
6	25	1,787,500	32	22.5	1,743,750
7	17.5	1,163,750	33	37.5	2,831,250
8	16	1,544,000	34	42	3,700,000
9	25	2,812,500	35	25	2,962,500
10	25	2,812,500	36	25	2,762,500
11	25	2,962,500	37	25	3,012,500
12	25	2,937,500	38	25	3,687,500
13	25	2,937,500	39	25	3,312,500
14	25	2,862,500	40	25	3,437,500
15	25	2,712,500	41	25	3,437,500
*16	25	3,562,500	42	25	4,062,500
*17	25	3,582,500	43	25	3,937,500
*18	25	3,462,500	44	25	3,887,500
*19	25	3,562,500	45	25	3,812,500
*20	25	3,612,500	46	25	5,325,000
*21	25	3,737,500	47	30	5,235,000
22	25	3,562,500	48	30	5,415,000
23	25	3,612,500	49	30	5,325,000
*24	35	6,037,500	50	30	5,025,000
*25	25	4,187,500	51	30	5,085,000
*26	25	4,112,500			
合 計 : 面 積 : 1,017.5 公頃					
需回填數量 : 122,078,250 m³					
* 台電煤灰預計填築面積 : 300 公頃					
* 台電煤灰需回填數量 : 48,175,000 m³					

表 9.17 方案B 挖泥數量、填築面積進度與挖泥船數目（一年可工作 天339 天，一天作業12小時）

年 度	浚填區域	萬方／年	累積挖方(萬方)	累積填築面積(公頃)		自航抽吸式挖泥船數目(艘)							
				台 電	中 油	泥艙10000m³				泥艙5000m³		泥艙3000m³	
						甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	1、2、3、8	595.95	585.95	85	0	1	1	2	1	2	1	2	2
1996	4、5、34	892.50	1278.45	135	42	1	1	2	1	3	1	2	2
1997	6、7、33	578.25	1856.70	169	88	1	1	2	1	2	1	2	2
1998	37、36	577.50	2434.20	169	138	1	1	2	1	2	1	2	2
1999	9、10、32	768.875	3203.075	219	160.5	1	1	2	1	3	1	2	2
2000	11、12、13	883.75	4086.825	294	160.5	1	1	2	1	4	2	2	2
2001	14、15、41	901.25	4988.075	331.5	198	1	1	3	2	4	2	2	2
2002	40、35	640.00	5628.075	331.5	248	1	1	2	1	3	1	2	2
2003	22、23、38	717.50	6345.575	394	260.5	1	1	2	1	3	1	2	2
* 2004	30、31、42	1211.25	7556.825	* 456	* 273	2	1	3	2	5	2	3	3
2005	45	381.25	7938.075		298	1	1	1	1	2	1	1	1
2006	44	388.75	8326.825		323	1	1	1	1	2	1	1	1
2007	39	331.25	8658.075		348	1	1	1	1	2	1	1	1
2008	43	393.75	9051.825		373	1	1	1	1	2	1	1	1
* 2009	51	508.50	9560.325		* 403	1	1	2	1	2	1	1	1
2010	50	1502.50	10062.825		433	1	1	2	1	2	1	1	1
2011	49	532.50	10595.325		463	1	1	2	1	2	1	2	2
2012	48	541.50	11136.825		4493	1	1	2	1	2	1	2	1
2013	47	523.50	11660.325		523	1	1	2	1	2	1	2	2
* 2014	46	532.50	12192.825		* 553	1	1	2	1	2	1	2	1

本表中台電應扣除大林補填地，且不包括以煤灰填築之預定300公頃，*表分期目標預定年。

3. 預定進度與挖泥船數目

方案B其每年預計填築區域、數量以及面積和所需挖泥船數目詳如表9.17。

9.6.7 方案C作業規劃

方案C所需填築面積為2634公頃(不含大林蒲填地)，需填方為3.3億立方公尺，比上述方案A與方案B超出甚多，且因借土區分為兩區，作業規劃將更形複雜，現為方便進行方案比較，本方案內之台電與中油用地佈置同方案B，作業規劃概為將台電與中油劃為一大區，面積1200公頃(不含大林蒲填地)，貨櫃碼頭1434公頃為另一大區，各大區內再分小區分期填築，規劃如下：

1. 挖泥船作業循環時間與能量

(1)採用泥艙 10000 m^3 ，航行速度15海浬(27.8公里)之大型自航抽吸式挖泥船，借土區運距8公里往返需0.58hr，卸泥作業(包括迴船)0.5hr，抽砂作業甲類砂土3hr，乙類砂土1hr，則一次作業循環時間為：

$$\text{甲類砂土 } 0.58 + 3 + 0.5 = 4.08 \text{ hr}$$

$$\text{乙類砂土 } 0.58 + 1 + 0.5 = 2.08 \text{ hr}$$

則每一工作天可浚填量為：

$$\text{甲類砂土 } 10000 \times 12 / 4.08 \times 0.8 = 23,530 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 10000 \times 12 / 2.08 \times 0.8 = 46,154 \text{ m}^3$$

式中0.8 如前已提及為工作效率因子。

(2)採用泥艙 5000 m^3 ，航行速度12海浬之自航抽吸式挖泥船，借土區運距8 公里，往返需0.72 hr，卸泥作業(包括迴船)0.5 hr，抽砂作業甲類砂土2.4 hr，乙類砂土0.8 hr，則一次作業循環時間為：

$$\text{甲類砂土 } 0.72 + 0.5 + 2.4 = 3.62 \text{ hr}$$

$$\text{乙類砂土 } 0.72 + 0.5 + 0.8 = 2.02 \text{ hr}$$

則每一工作天可浚填量為：

$$\text{甲類砂土 } 5000 \times 12 / 3.62 \times 0.8 = 13,260 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 5000 \times 12 / 2.02 \times 0.8 = 23,762 \text{ m}^3$$

(3)採用泥艙 3000 m^3 ，航行速度12海浬之自航抽吸式挖泥船，借土區運距 8 公里，往返需0.72 hr，卸泥作業(包括迴船)0.5 hr，抽砂作業甲類砂土2.1 hr，乙類砂土0.7 hr，則一次作業循環時間為：

$$\text{甲類砂土 } 0.58 + 2.1 + 0.5 = 3.18 \text{ hr}$$

$$\text{乙類砂土 } 0.58 + 0.7 + 0.5 = 1.78 \text{ hr}$$

則每一工作天可浚填量為：

$$\text{甲類砂土 } 3000 \times 12 / 3.18 \times 0.8 = 9,057 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 3000 \times 12 / 1.78 \times 0.8 = 16,180 \text{ m}^3$$

2. 分區回填面積與數量

為方便進行抽砂回填作業，方案C擬採兩大

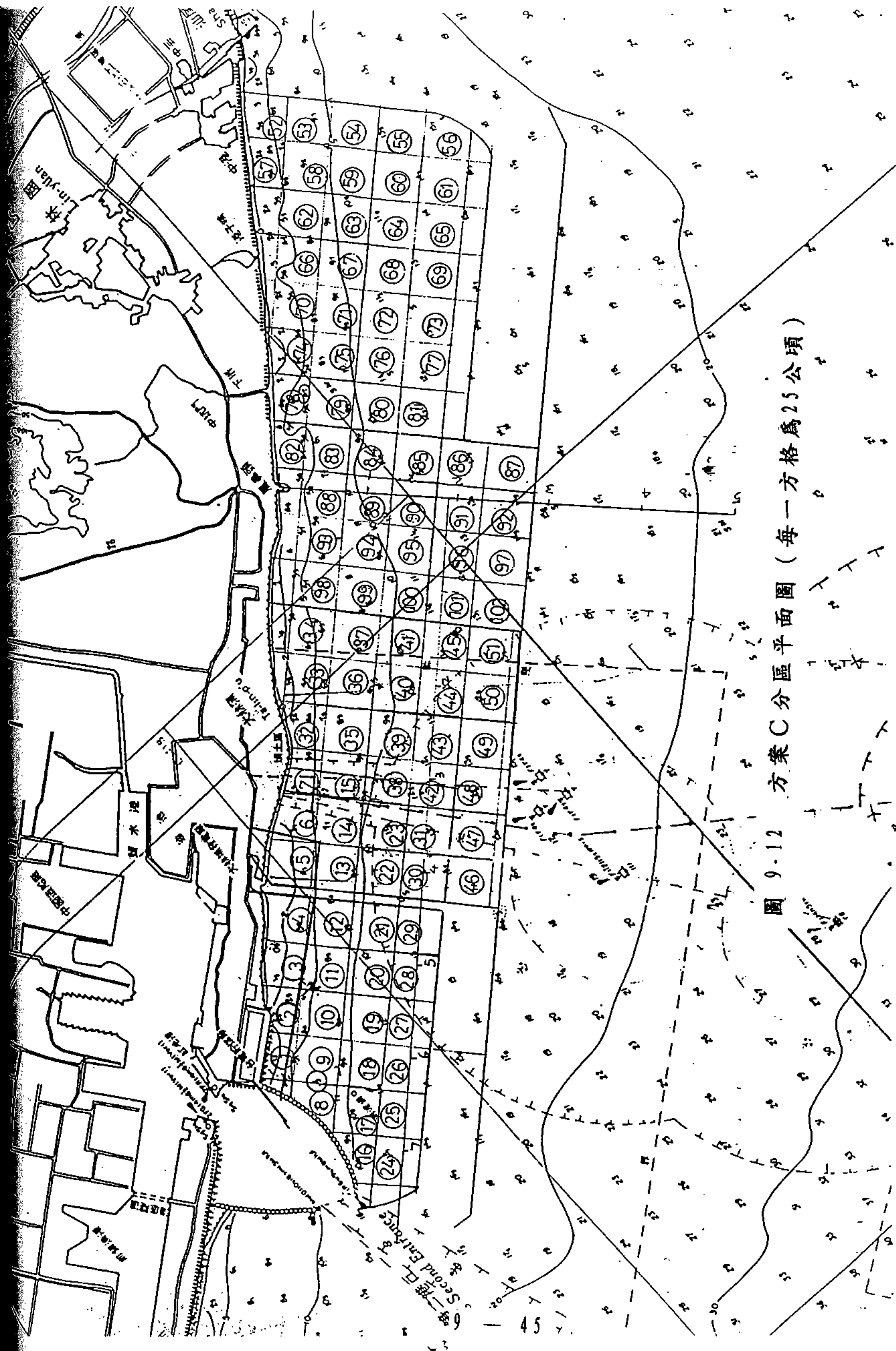


圖 9.12 方案C分區平面圖(每一方格爲25公頃)

表 9.18 方案C分區回填數量表 (回填高程EL.+3.25)

分區	面積 (ha)	需回填數量 (m³)	分區	面積 (ha)	需回填數量 (m³)
52	25	2,362,500	78	21.5	2,081,250
53	25	3,212,500	79	25	2,987,500
54	25	4,137,500	80	25	3,562,500
55	25	4,562,500	81	37.5	6,468,750
56	30	5,925,000	82	15	1,117,500
57	20	1,570,000	83	25	2,812,500
58	25.5	3,262,500	84	25	3,487,500
59	25	3,987,500	85	25	3,812,500
60	25	4,212,500	86	25	4,237,500
61	37.5	7,331,250	87	30	5,475,000
62	40	4,340,000	88	40	4,180,000
63	25	3,612,500	89	25	3,462,500
64	25	4,012,500	90	25	3,887,500
65	37.5	7,143,750	91	25	4,262,500
66	35	3,937,500	92	30	5,325,000
67	25	3,362,500	93	37.5	3,468,750
68	25	3,987,500	94	25	3,187,500
69	37.5	6,656,250	95	25	3,787,500
70	32.5	3,428,750	96	25	4,112,500
71	25	3,237,500	97	30	5,205,000
72	25	3,937,500	98	40	3,700,000
73	37.5	6,468,750	99	25	3,062,500
74	27.5	2,158,750	100	25	3,562,500
75	25	3,312,500	101	25	4,012,500
76	25	3,737,500	102	30	5,265,000
77	37.5	6,393,750			
面積	小計	1,017.5 公頃 (同方案B)	合計	2,452.5 公頃	
		1,462.5 公頃 (52~102)			
需填回量	小計	122,078,250 (同方案B)	合計	329,893.250 m³	
		207,815,000 (52~102)			
* 台電煤灰預計填築面積：300 公頃					
* 台電煤灰需回填數量：48,175,000 m³					

表 9.19 方案 C 挖泥數量、填築面積進度與挖泥船數目 (一年可工作天 339 天, 一天作業 12 小時)

年 度	浚 填 區 域			萬方/年	累積挖方(萬方)	累積填築面積(公頃)			自航抽吸式挖泥船數目(艘)						
	台電中油 分 區	貨櫃碼頭 分 區	台電中油 分 區			貨櫃碼頭 分 區	台 電	中 油	貨櫃碼頭	泥艙10000m³		泥艙5000m³		泥艙3000m³	
										甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1995	1、2、3、8	52、57、	585.95	979.20	85	0	45	2	1	3	2	4	2	2	
1996	4、5、34	53、58、	692.50	2319.20	135	42	95	2	1	3	2	5	3	3	
1997	6、7、33	98、62	578.25	3701.45	169	88	172.5	2	1	4	2	5	3	3	
1998	37、36	93、88、82	577.50	5155.575	169	138	265	2	1	4	2	5	3	3	
1999	9、10、32	83、78、74	788.875	6629.70	219	160.5	340	2	1	4	2	5	3	3	
2000	11、12、13	54、66、70	883.75	8663.825	294	160.5	432.5	3	2	5	3	7	4	4	
2001	14、15、41	79、75、71	901.25	10518.825	331.5	198	507.5	3	2	5	3	6	4	4	
2002	40、35	59、63、67	640.00	12255.075	331.5	248	582.5	3	2	4	3	6	4	4	
2003	22、23、38	99、94	717.50	13597.575	394	260.5	632.5	2	1	3	2	5	3	3	
* 2004	30、31、42	89、84、80	1210.25	15880.075	* 458.5	* 273	* 707.5	3	2	5	3	5	3	3	
2005	45	55、56	381.25	17290.075		298	762.5	2	1	4	2	4	2	2	
2006	44	60、64	388.75	18501.325		323	812.5	2	1	3	2	3	2	2	
2007	39	76、72、68	331.25	19998.825		348	887.5	2	1	3	2	3	2	2	
2008	43	100、95、101	393.75	21528.825		373	962.5	3	1	3	2	3	2	2	
* 2009	51	61、90、85	508.50	23540.45		* 403	* 1050	3	2	3	2	3	2	2	
2010	50	65、69	502.50	25422.95		433	1125	3	2	3	2	3	2	2	
2011	49	102、96、91	532.50	27319.45		463	1235	3	2	3	2	3	2	2	
2012	48	86、81、77	541.50	29570.95		493	1335	3	2	3	2	3	2	2	
2013	47	97、92	523.50	31247.45		523	1395	3	2	3	2	3	2	2	
* 2014	46	87、73	532.50	32974.325		* 553	* 1462.5	3	2	3	2	3	2	2	

*表分期目標預定年。

區並分各小區分期填築，分區平面圖示於圖9-12，各區面積及所需回填土方數量如表9.18。

3. 預定進度與挖泥船數目

方案C預定於20年內填築完成，其每年預計填築區域數量以及面積和所需挖泥船數目詳如表9.19。

9.7 配合自航抽吸式挖泥船作業之固定吸管式抽砂船分析

由前面章節所述，本報告中深水港第一期工程以及可能替代方案中之抽砂回填作業均是採用自航抽吸式挖泥船卸泥於再處理坑，再經由固定吸管式抽砂船抽送至回填區填築，因此分期填築之數量除應正確估算自航抽吸式挖泥船之數目外，亦應求出配合其作業之固定吸管式抽砂船數量，以方便抽砂回填之作業順利進行。本節即針對自航抽吸式挖泥船作業能力估算須配合固定吸管式抽砂船之數量，其中依據前面章節分析，自航式挖泥船之每年可工作以339天計，固定吸管式抽砂船則以因位於回填區內，且因本工程採開放式填築，則回填區內波高較小，故可工作天應較絞刀式挖泥船多，以300天計，且吸管式抽砂船之作業能力以1000 m³/hr估算，自航抽吸式挖泥船作業能量則隨泥艙容量大小以及運距距離長短而有所不同，分析如下：

9.7.1 深水港第一期工程需配合之固定吸管式抽砂船數目

第一期工程預計採泥艙容量10000 m³之大型自航抽吸式挖泥船，因借土區分為I、II兩區，須配合之固定吸管式抽砂船如下：

1. 借土區 I 區

由 8.9 節知，當挖泥船天作業 20 hr，甲類砂土為 39,215 m³，乙類砂土 76,923 m³；當挖泥船一天作業 12 hr，甲類砂土為 23,529 m³，乙類砂土為 46,154 m³，依每年可工作天 339 天計算，則每年之作業能量為：

一天作業 20 hr

$$\text{甲類砂土 } 39,215 \times 339 = 13,293,885 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 76,923 \times 339 = 26,076,897 \text{ m}^3$$

一天作業 12 hr

$$\text{甲類砂土 } 23,529 \times 339 = 7,976,331 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 46,154 \times 339 = 15,646,206 \text{ m}^3$$

固定吸管式抽砂船之作業能力 1000 m/hr，每天作業 24 hr，每年可工作天 300 天，工作效率以 0.8 計(考慮漏失量及移位耗費時間)，則配合一艘自航式挖泥船作業之固定吸管式挖泥船數目為：

一天作業 20 hr

$$\text{甲類砂土 } 13,293,885 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 2.31 \text{ 艘}$$

$$\text{乙類砂土 } 26,076,897 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 4.53 \text{ 艘}$$

一天作業 12 hr

$$\text{甲類砂土 } 7,976,331 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 1.38 \text{ 艘}$$

$$\text{乙類砂土 } 15,646,206 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 2.7 \text{ 艘}$$

2. 借土區 II 區

一天作業 20 hr，每年作業能量為：

$$\text{甲類砂土 } 30,189 \times 339 = 10,234,071 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 48,485 \times 339 = 16,436,415 \text{ m}^3$$

一天作業 12 hr，每年作業能量為：

$$\text{甲類砂土 } 18,113 \times 339 = 6,140,307 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 29,091 \times 339 = 9,861,849 \text{ m}^3$$

則配合之固定吸管式抽吸船數量為：

$$\text{甲類砂土 } 10,234,071 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 1.78 \text{ 艘}$$

$$\text{乙類砂土 } 16,436,415 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 2.85 \text{ 艘}$$

現將第一期工程每年須自航抽吸式挖泥船與固定吸管式抽砂船數目列如表 9.20 及表 9.21。

表 9.20 第一期工程每年配合自航式挖泥船之固定吸管式抽砂船數量(一天作業 20 hr)

年 度	自航抽吸式挖泥船(艘)		固定吸管式抽砂船(艘)	
	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土
1993	0	0	0	0
1994	4	2	9	9
1995	5	3	12	12
1996	6	4	14	14
1997	6	4	14	14
1998	9	5	21	21
1999	10	6	23	23
2000	7	4	16	16
2001	5	3	12	12
2002	3	2	7	7
2003	3	2	7	7

表 9.21 第一期工程每年配合自航式挖泥船之固定吸管式抽砂船數量(一天作業12hr)

年 度	自航抽吸式挖泥船(艘)		固定吸管式抽砂船(艘)	
	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土
1993	0	0	0	0
1994	6	3	10	10
1995	8	4	14	14
1996	10	6	15	15
1997	10	6	15	15
1998	13	8	21	21
1999	16	10	23	23
2000	11	7	16	16
2001	8	5	12	12
2002	5	3	7	7
2003	5	3	7	7

由表知，無論甲類砂土或乙類砂土，因其所需浚挖總量是一致，因此配合之固定吸管式抽砂船之數目應為一致。

9.7.2 方案A需配合之固定吸管式抽砂船數目

方案A採用之自航抽吸式挖泥船分別採泥艙容量 10000m^3 、 5000m^3 及 3000m^3 來考量，則需固定吸管式抽砂船之數目將因而有所差異。

1. 泥艙容量為 10000m^3 之自航抽吸式挖泥船，由 9.6 節知其每年作業能量為：

$$\text{甲類砂土 } 28,916 \times 339 = 9,802,524 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 44,651 \times 339 = 15,136,689 \text{ m}^3$$

則配合之固定吸管式抽砂船之數目為：

$$\text{甲類砂土 } 9,802,524 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 1.7 \text{ 艘}$$

$$\text{乙類砂土 } 15,136,689 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 2.63 \text{ 艘}$$

2. 泥艙容量為 5000m^3 之自航抽砂式挖泥船，其每年作業能量為：

$$\text{甲類砂土 } 12,973 \times 339 = 4,397,847 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 22,857 \times 339 = 7,748,523 \text{ m}^3$$

則配合之固定吸管式抽砂船之數目為：

$$\text{甲類砂土 } 4,397,847 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 0.76 \text{ 艘}$$

$$\text{乙類砂土 } 7,748,523 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 1.35 \text{ 艘}$$

3. 泥艙容量為 3000m^3 之自航抽砂式挖泥船，其每年作業能量為：

$$\text{甲類砂土 } 8,471 \times 339 = 2,871,669 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 14,400 \times 339 = 4,881,600 \text{ m}^3$$

則配合之固定吸管式抽砂船之數目為：

$$\text{甲類砂土 } 2,871,669 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 0.5 \text{ 艘}$$

$$\text{乙類砂土 } 4,881,600 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 0.85 \text{ 艘}$$

以上分析配合之固定吸管式抽砂船數目是以自航抽吸式挖泥船全年作業之能量計算而出，然因本方案之工期長，每年填築之數量少，即使以一艘自航式挖泥船其作業亦須全年運轉，因而配合之固定吸管式抽砂船之數目，自不能依據挖泥船數目，而應以浚填數量來決定，首先要了解一艘固定吸管式抽砂船其每年之作業能量，計算如下：

$$1000 \times 24 \times 300 \times 0.8 = 5,760,000 \text{ m}^3$$

表 9.22 方案 A 每年配合自航抽吸式挖泥船之固定吸管式抽砂船數量

年 度	自航抽吸式挖泥船 (艘)						固定吸管式抽砂船 (艘)					
	泥艙 10000m³		泥艙 5000m³		泥艙 3000m³		配合泥艙 10000m³		配合泥艙 5000m³		配合泥艙 3000m³	
	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1996	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1997	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1998	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
1999	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
2000	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
2001	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
2002	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
2003	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
2004	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
2005	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1
2006	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2007	1	1	2	1	2	3	2	2	2	2	2	2
2008	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1
2009	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2010	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1
2011	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1
2012	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1
2013	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
2014	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1

因此針對方案A、方案B和方案C工期長，每年浚挖數量較少之例子，計算配合自航抽吸式挖泥船之固定吸管式抽砂船數目，將依據以下兩原則：

- (1)當自航抽吸式挖泥船係全年作業時，則以其全年挖泥量計算吸管式抽砂船需配合數量。
- (2)當自航抽吸式挖泥船全年作業多於回填區需填築數量時，則以回填區填築數量之多寡來決定需配合之吸管式抽砂船數量。

依據此兩原則，A方案每年須配合自航抽吸式挖泥船之數量列如表9.22所示。

9.7.3 方案B需配合之固定吸管式抽砂船數目

方案B填築之面積與填方數量與方案A相去不遠，採用之自航抽吸式挖泥船亦以泥艙容量分別為 10000m^3 、 5000m^3 及 3000m^3 為考量，且借土區之運距亦相同，則其每年作業能量亦一致，現以上述兩原則估算方案B每年須配合自航抽吸式挖泥船之數量列如表9.23所示。

9.7.4 方案C配合之固定吸管式抽砂船數目

方案C之填築面積與回填數量超出方案A、方案B甚多，估算配合作業之固定吸管式抽砂船，分析如下：

1. 泥艙容量為 10000m^3 之自航抽吸式挖泥船，由9.6

節知其每年作業能量為：

$$\text{甲類砂土 } 23,530 \times 339 = 7,976,670 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 46,154 \times 339 = 15,646,206 \text{ m}^3$$

則配合之固定吸管式抽砂船之數目爲：

$$\text{甲類砂土 } 7,976,670 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 1.38 \text{ 艘}$$

$$\text{乙類砂土 } 15,646,206 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 2.72 \text{ 艘}$$

2. 泥艙容量爲 5000m^3 之自航抽砂式挖泥船，其每年作業能量爲：

$$\text{甲類砂土 } 13,260 \times 339 = 4,495,140 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 23,762 \times 339 = 8,055,318 \text{ m}^3$$

則配合之固定吸管式抽砂船之數目爲：

$$\text{甲類砂土 } 4,495,140 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 0.78 \text{ 艘}$$

$$\text{乙類砂土 } 8,055,318 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 1.40 \text{ 艘}$$

3. 泥艙容量爲 3000m^3 之自航抽砂式挖泥船，其每年作業能量爲：

$$\text{甲類砂土 } 8,675 \times 339 = 2,940,825 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 15,000 \times 339 = 5,085,000 \text{ m}^3$$

則配合之固定吸管式抽砂船之數目爲：

$$\text{甲類砂土 } 2,940,825 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 0.51 \text{ 艘}$$

$$\text{乙類砂土 } 5,085,000 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 0.88 \text{ 艘}$$

現將方案C每年須配合作業之固定吸管式抽砂船列如表9.24。

$$\text{甲類砂土 } 23,530 \times 339 = 7,976,670 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 46,154 \times 339 = 15,646,206 \text{ m}^3$$

則配合之固定吸管式抽砂船之數目為：

$$\text{甲類砂土 } 7,976,670 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 1.38 \text{ 艘}$$

$$\text{乙類砂土 } 15,646,206 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 2.72 \text{ 艘}$$

2. 泥艙容量為 5000m^3 之自航抽砂式挖泥船，其每年作業能量為：

$$\text{甲類砂土 } 13,260 \times 339 = 4,495,140 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 23,762 \times 339 = 8,055,318 \text{ m}^3$$

則配合之固定吸管式抽砂船之數目為：

$$\text{甲類砂土 } 4,495,140 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 0.78 \text{ 艘}$$

$$\text{乙類砂土 } 8,055,318 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 1.40 \text{ 艘}$$

3. 泥艙容量為 3000m^3 之自航抽砂式挖泥船，其每年作業能量為：

$$\text{甲類砂土 } 8,675 \times 339 = 2,940,825 \text{ m}^3$$

$$\text{乙類砂土 } 15,000 \times 339 = 5,085,000 \text{ m}^3$$

則配合之固定吸管式抽砂船之數目為：

$$\text{甲類砂土 } 2,940,825 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 0.51 \text{ 艘}$$

$$\text{乙類砂土 } 5,085,000 / 300 / 24 / 1000 / 0.8 = 0.88 \text{ 艘}$$

現將方案C每年須配合作業之固定吸管式抽砂船列如表9.24。

表 9.23 方案B 每年配合自航抽吸式挖泥船之固定吸管式抽砂船數量

年 度	自航抽吸式挖泥船(艘)						固定吸管式抽砂船(艘)					
	泥艙10000m³		泥艙5000m³		泥艙3000m³		配合泥艙10000m³		配合泥艙5000m³		配合泥艙3000m³	
	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
1996	1	1	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2
1997	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
1998	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
1999	1	1	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2
2000	1	1	2	2	4	2	2	2	3	3	3	3
2001	1	1	3	2	4	2	2	2	2	2	2	2
2002	1	1	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2
2003	1	1	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2
2004	2	1	3	2	5	3	3	3	3	3	3	3
2005	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
2006	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
2007	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
2008	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
2009	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
2010	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
2011	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1
2012	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
2013	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1
2014	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1

表 9.24 方案 C 每年配合自航抽吸式挖泥船之固定吸管式抽砂船數量

年 度	自航抽吸式挖泥船 (艘)						固定吸管式抽砂船 (艘)					
	泥艙 10000m³		泥艙 5000m³		泥艙 3000m³		配合泥艙 10000m³		配合泥艙 5000m³		配合泥艙 3000m³	
	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土	甲類砂土	乙類砂土
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	2	1	3	2	4	2	3	3	3	3	3	3
1996	2	1	3	2	5	3	3	3	3	3	4	4
1997	2	1	4	2	5	3	3	3	4	4	4	4
1998	2	1	4	2	5	3	3	3	4	4	4	4
1999	2	1	4	2	5	3	3	3	4	4	4	4
2000	3	2	5	3	7	4	5	5	5	5	5	5
2001	2	2	5	3	6	4	3	3	4	4	4	4
2002	3	2	4	3	6	4	5	5	5	5	4	5
2003	2	2	3	2	5	3	3	3	4	4	4	4
2004	3	2	5	3	5	3	4	4	4	4	4	4
2005	3	2	4	2	4	5	5	5	5	5	4	5
2006	3	2	3	2	3	2	4	4	4	4	4	4
2007	4	2	4	2	5	5	5	5	5	5	4	5
2008	3	2	5	3	5	5	5	5	5	5	4	5
2009	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5
2010	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5
2011	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5
2012	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
2013	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5
2014	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5

第十章 配合措施

新生地回填作業除了在完全不受風浪影響之區域，如湖中可直接進行填築作業，勿須興建相關設施外，大都必須依回填作業之特性，構築不同之設施以配合填築作業之進行。本計畫第一期抽砂回填區域約3177公頃，由於回填區域規模甚大，回填時間亦分為不同期限(詳見第九章)，如圖10-1回填區平面示意圖，其主要之配合設施概述如后。

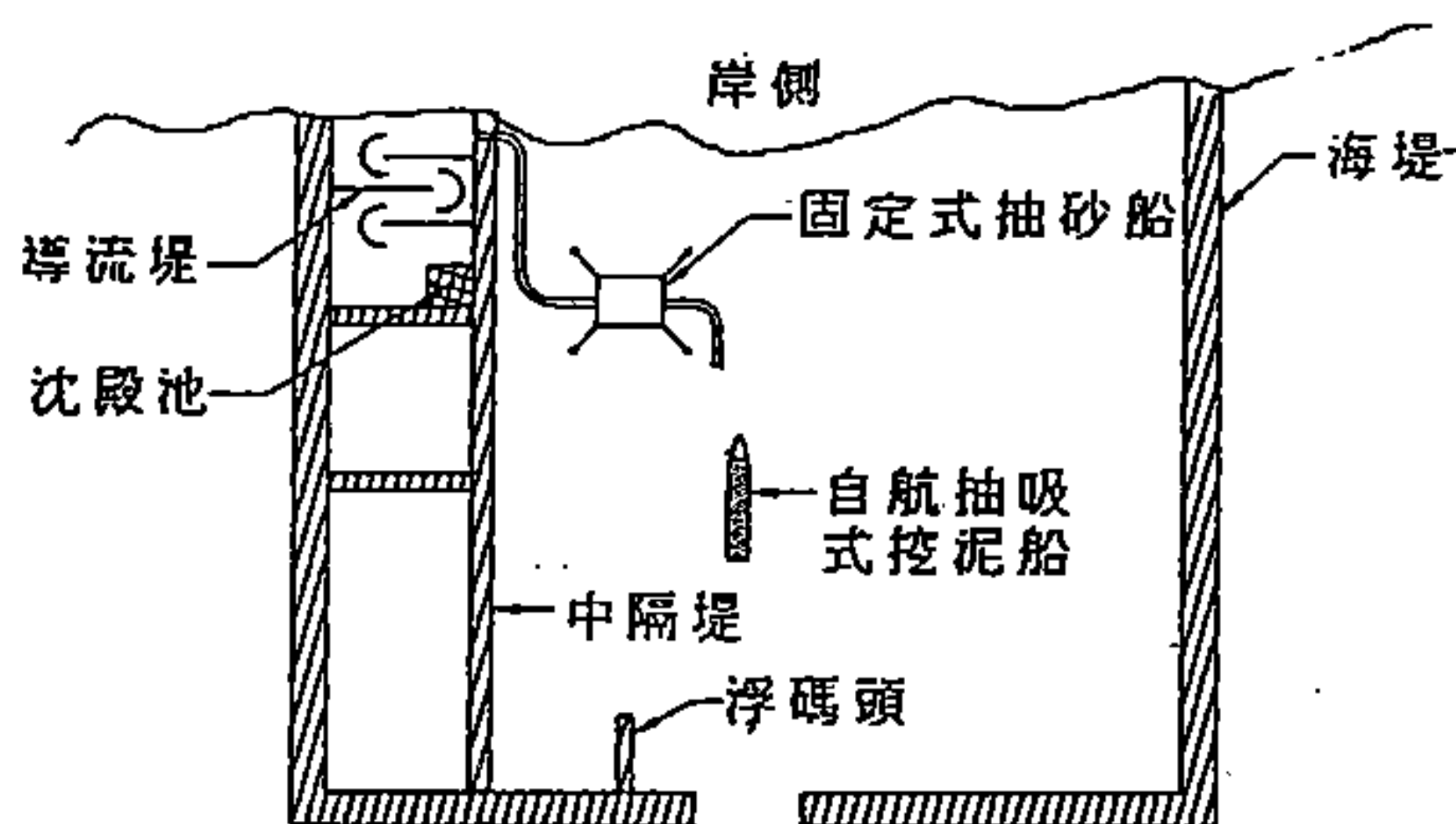


圖 10-1 回填區平面示意圖

10.1 海堤防波堤

海堤工程主要之功能為：

1. 提供一遮蔽區域供施工機具作業。
2. 作為回填砂土之擋土設施，防止砂土流失。

因此，以水力回填之海堤在設計興建時須特別考量之因素如下：

1. 海堤在興建初期由於並無背填，故設計時須以防波堤考量。
2. 海堤背後之土壤之回填係採用水力回填，堤防本身須具防止漏砂之功能。
3. 海堤設計時須考量對附近海岸地形、船隻航行、海域生態之衝擊，並設法降低其影響。
4. 由於填築作業未來可能全往外擴充，因此設計海堤儘可能採用可回收之材料。

基此，根據高雄地區之海象條件，研擬海堤、防波堤之斷面如圖10-2、圖10-3及圖10-4，其設計主要在22m至28m之水深採用50年迴歸期之設計波高 $H_s = 8.5\text{m}$ ，而防波堤海堤於海上施工最爲重要之考慮因素是波浪狀況，施工中可靠的氣象和海象之預測是最基本之條件。

10.2 中隔堤

中隔堤係採用分區填築時，爲隔離各填築區所興建之堤防，中隔堤本身並非一永久之構造物，且位於遮蔽區內，故一般均採用較經濟之斷面或施工材料較易回收之重力式構造物，如填築前經適當之規劃，亦可以拋石堤興建中隔堤，而將堤防預留作爲道路用地或綠帶，以免未來土木工程施工時，基礎工程施工之困擾。

本計畫於海堤構築後施行抽砂回填工作，其分期分區詳見第九章說明，海堤內側構築1000m 正方中隔堤(斷面詳見圖10-5)，使用自航抽吸式挖泥船及固定式抽砂船構築內側1:10，外側 1:5的邊坡，高度填築

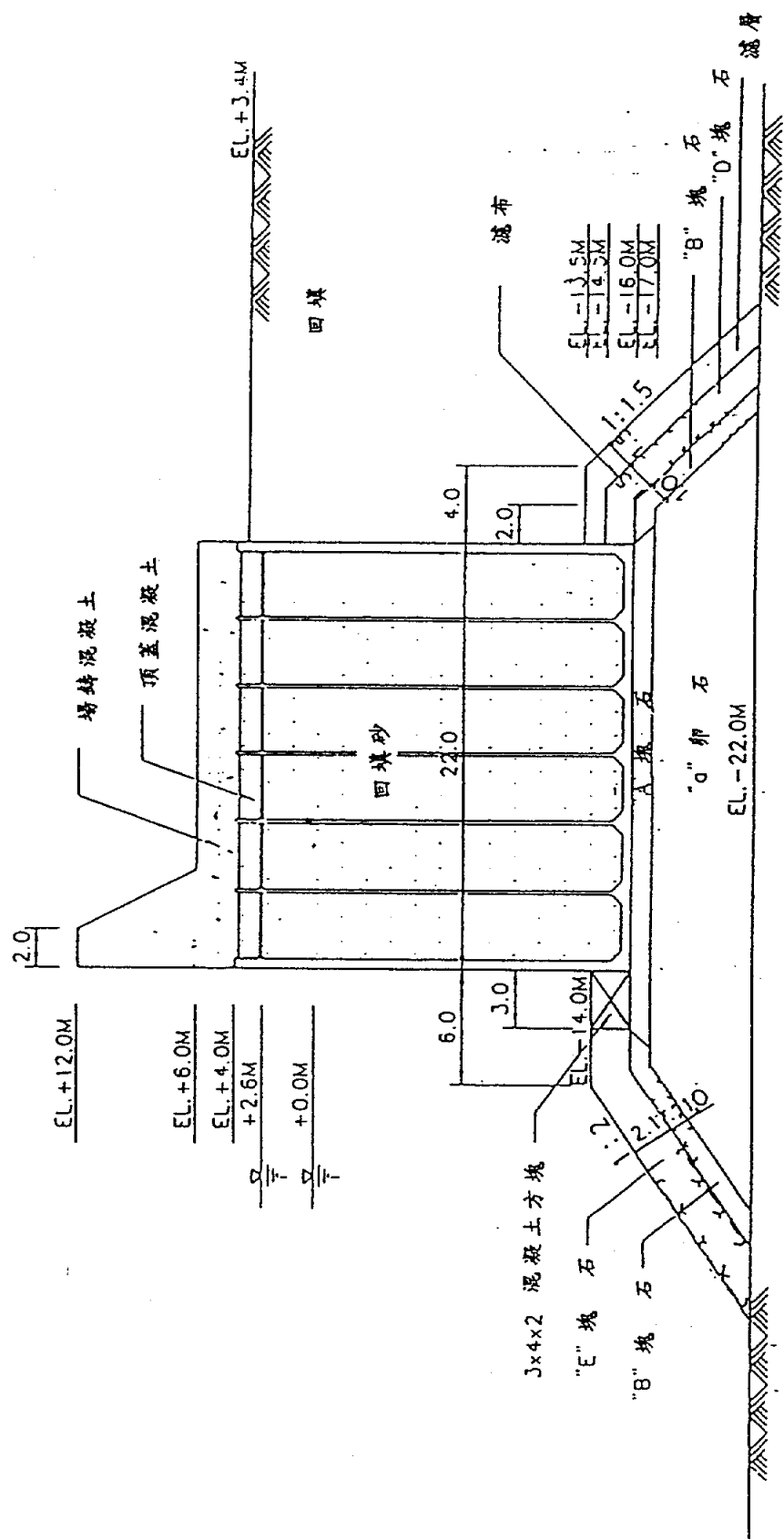


圖 10-3 合成式海堤標準斷面

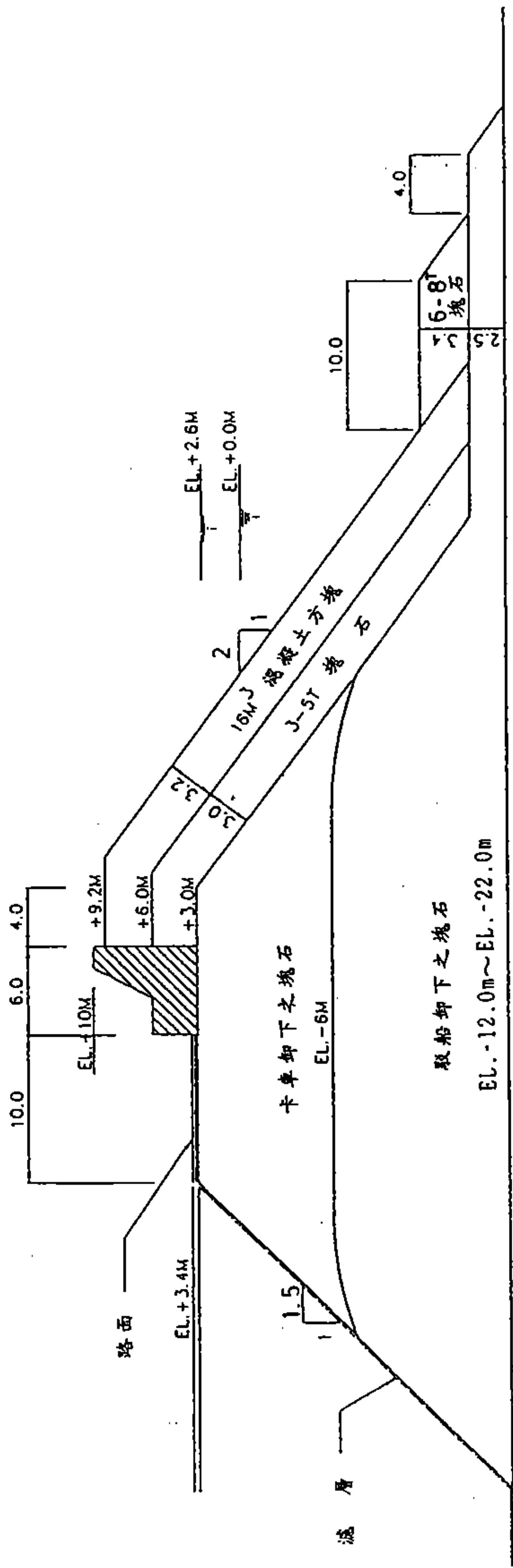


圖 10-4 拋石海堤標準斷面

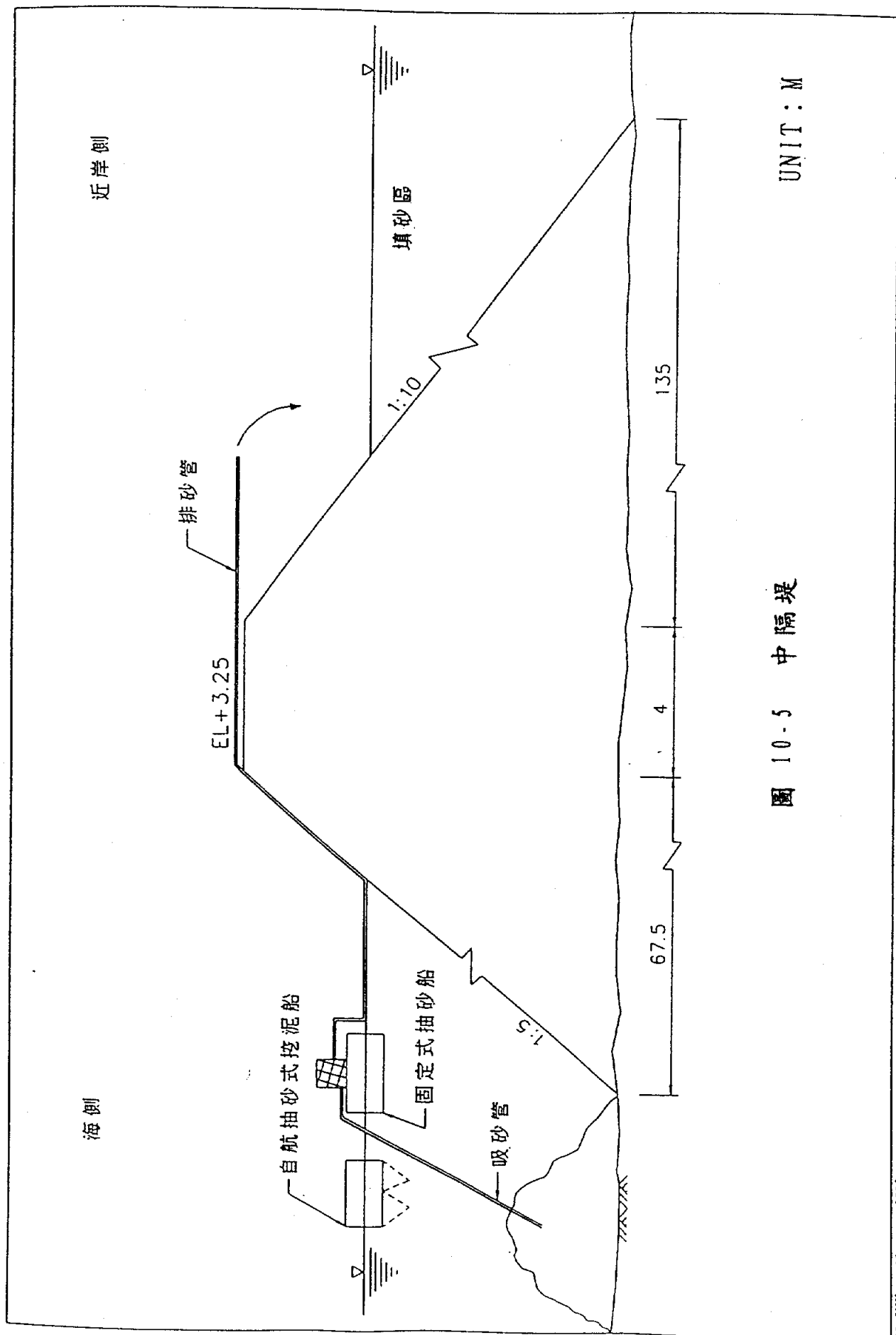


图 10-5 中隔堤

至EL. +3.25m 之中隔堤。

中隔堤全由回填砂構築，雖其邊坡可能因海堤內波浪沖刷，但回填砂流失之範圍仍在回填區內並不影響本工程之回填總量。

於中隔堤外側由自航抽吸式挖泥船將回填砂放置於固定式抽砂船旁(詳見圖10-6)，回填砂雖因海流會將小部份，比重較輕之砂石流失，但大部份比重較重之良質砂仍留於原預定處(詳見圖10-6)。

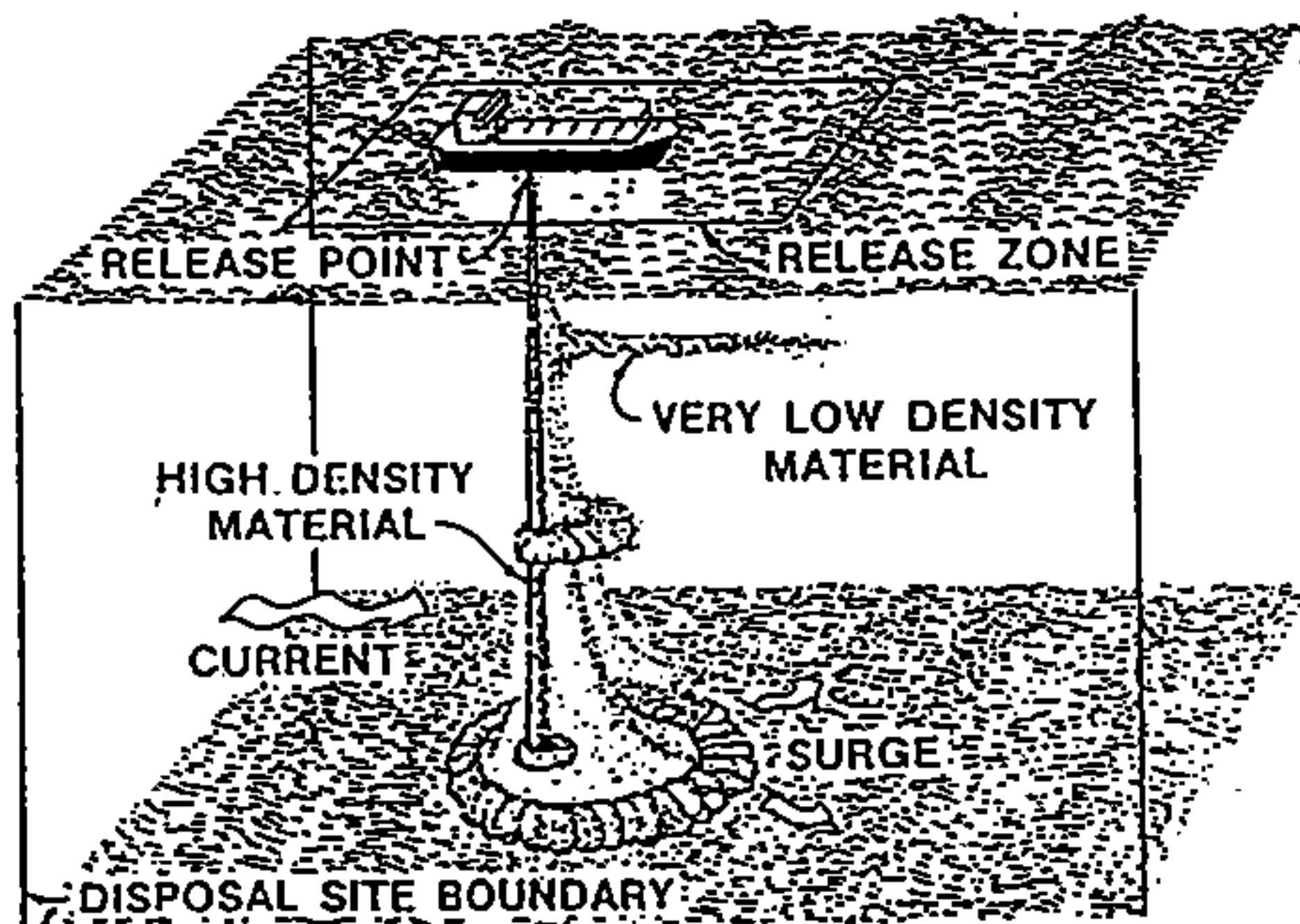


圖 10-6 卸泥時比重不同之砂質沉降示意圖

10.3 導流堤

為延長回填砂之沉降時間，擬於中隔堤構築後再行施作導流堤，其構築材料亦完全由回填砂構築其斷面如下圖10-7所示。

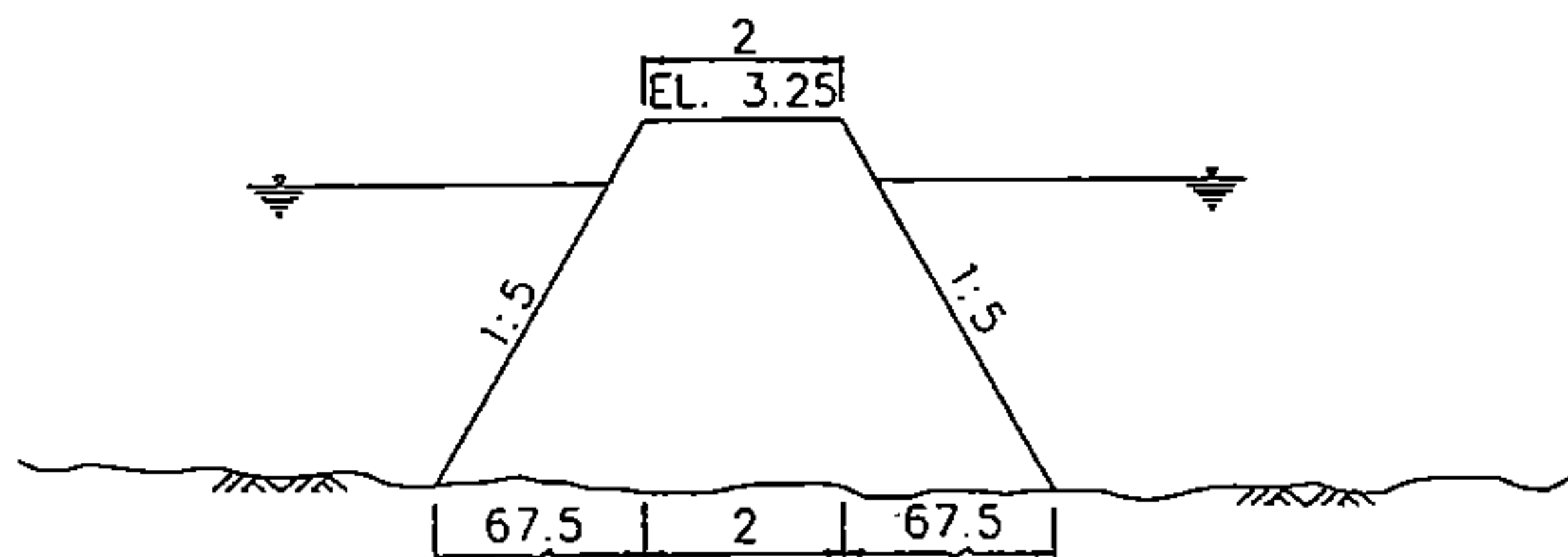


圖 10-7 導流堤斷面示意圖 UNIT: M

導流堤係將中隔堤內(1000m×1000m)分隔為四區，自航抽吸式挖泥船首先將回填砂運至固定式抽砂船旁放置再由固定式抽砂船將回填砂送至導流堤上游段，如下圖10-8所示。

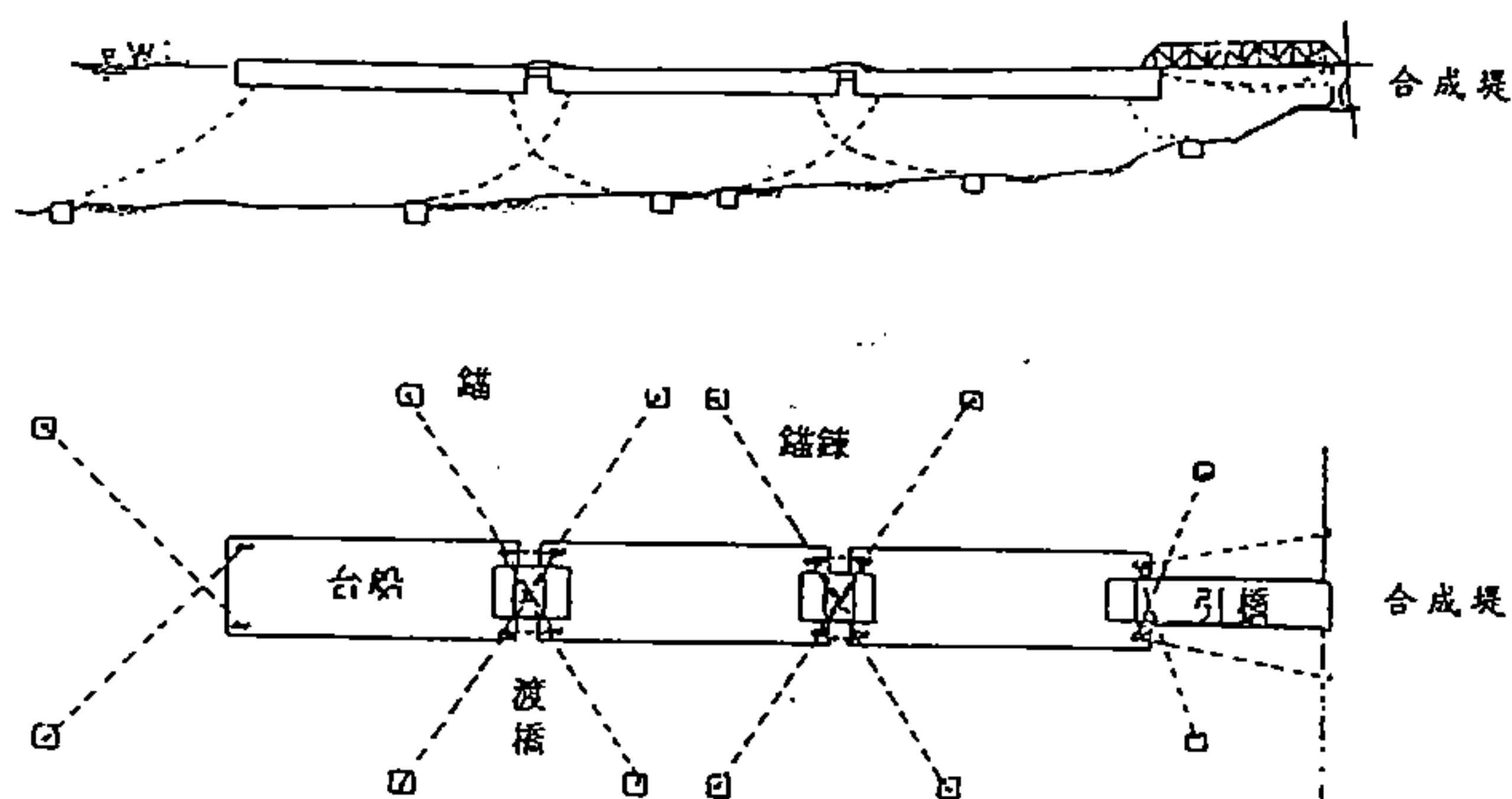
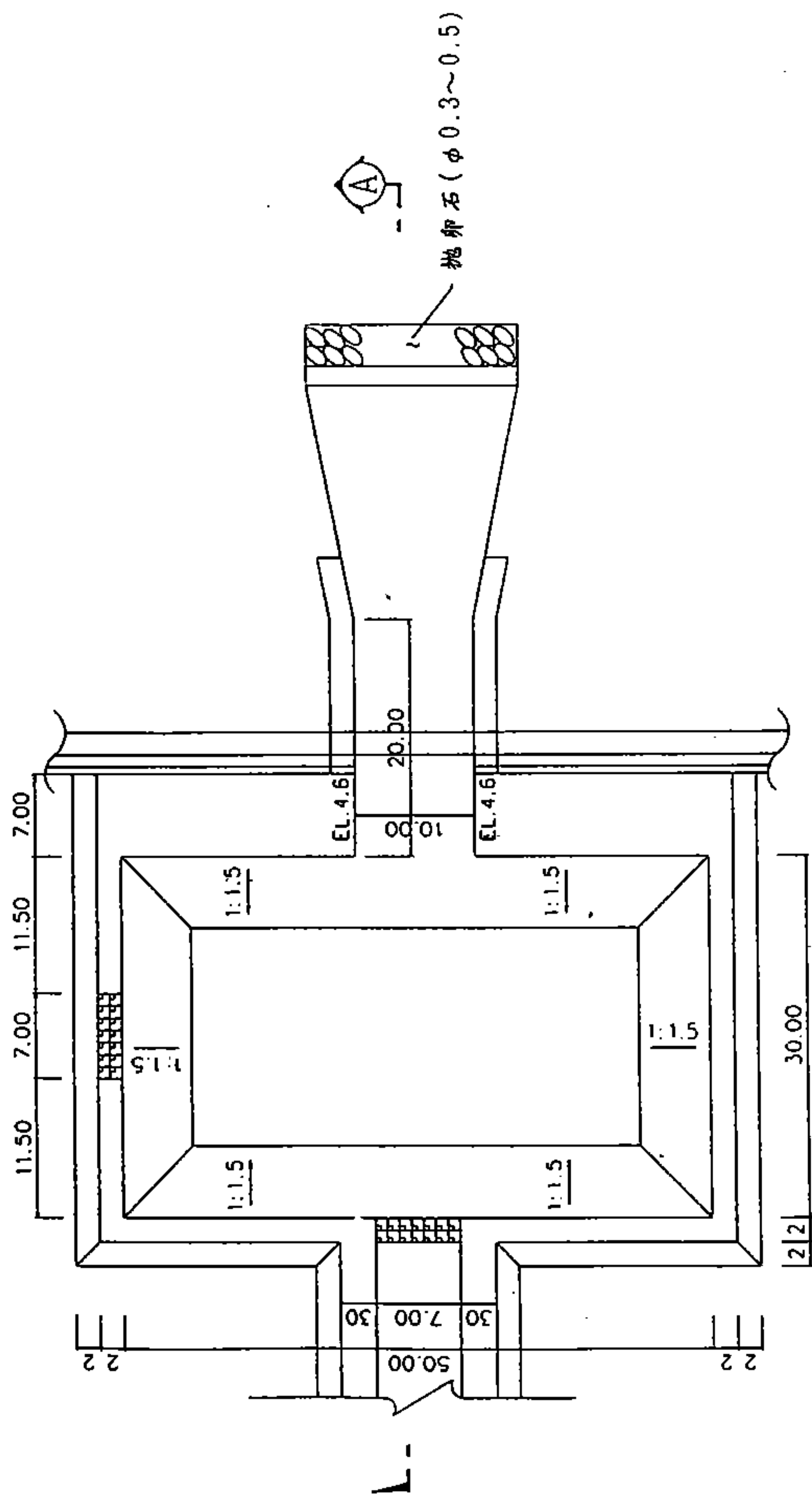


圖 10-8 導流堤平面示意圖 UNIT: M

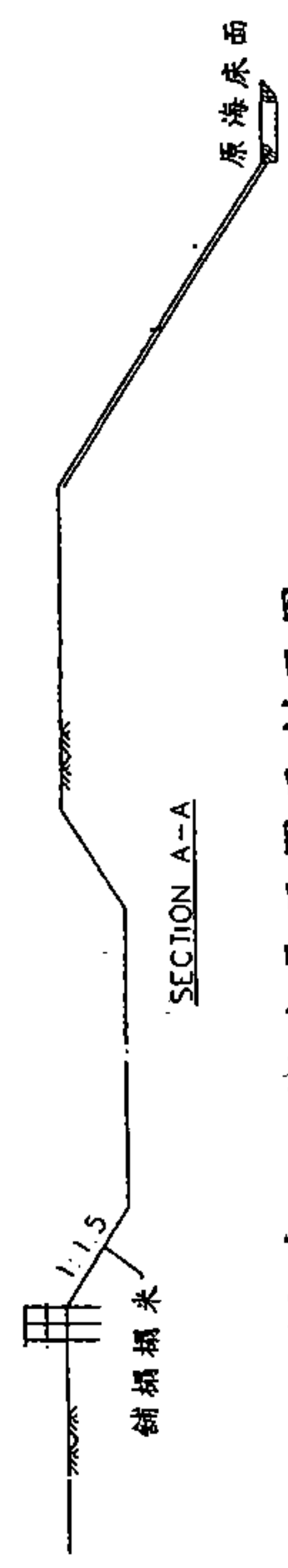
10.4 沉澱池

為防止抽砂回填之海水，直接流入附近海域而產生污染，於排水時須將海水引導到沉澱池中，經沉澱水中之細泥砂後，再排至外海。沉澱池之設置應置於高程最低處，其大小視排水量及含砂量大小而定。一般沉澱池大小為30m×50m，其構造如圖10-9所示。



A

拋卵石 ($\phi 0.3 \sim 0.5$)



SECTION A-A

圖 10-9 沉澱池平面圖及剖面圖

10.5 船舶避難及維護設施

1. 平時維護設施

海堤未封堤之前於其堤側設置一浮碼頭(如圖10-1回填區平面示意圖)提供船舶平常停泊用，於浮碼頭上設置平時用油料、水及基本維修設備。浮碼頭配置如下圖10-10所示：

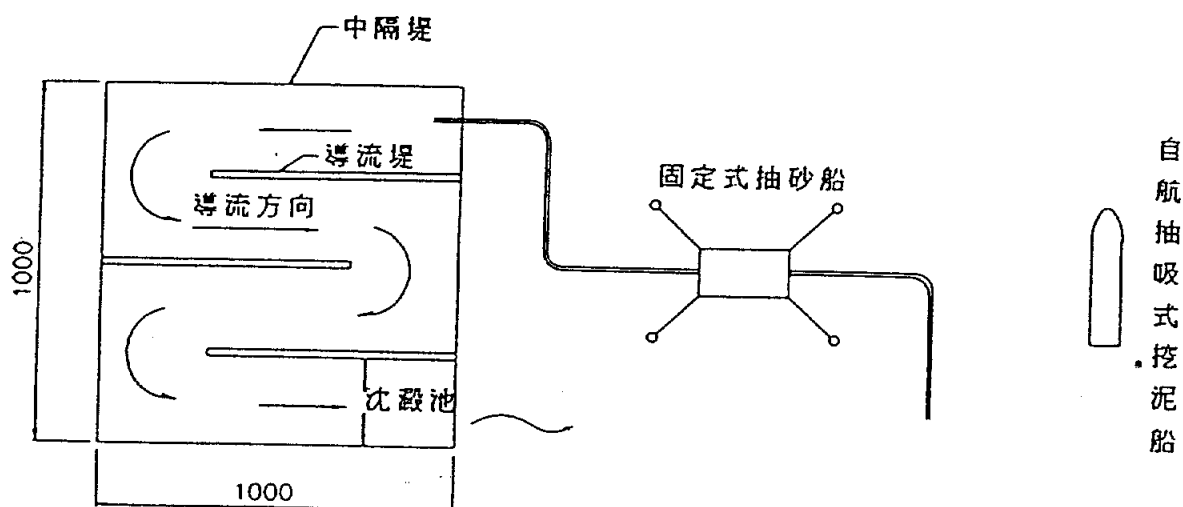


圖 10-10 浮碼頭配置圖

2. 船舶緊急避難

本計畫區緊臨高雄港二港口南側，於施工期間如颱風來臨或氣、海象條件惡劣致船機無法施工時，以進入高雄港內避難為最佳選擇，故應於施工前即與高雄港務局取得協議，以提供施工船機之緊急避難。

10.6 防颱保護措施

颱風期間由於回填區內未封堤前波浪可能破壞區內中隔堤及導流堤，雖回填砂將可能流失，但仍在回填區內，不會影響總回填量，但海堤未封堤處必須加強其基礎，拋放消波塊石以防止海堤遭波浪破壞。

第十一章 單價分析及工程費估算

11.1 抽砂回填造地工程費之估算要領

抽砂回填造地工程施工項目包括港灣工程中之各項工作；如防波堤、海堤、中隔堤、導流堤、臨時碼頭、挖泥船抽砂及回填．．．等工作。工程費之估算則因工程目的、施工方式、施工機具、施工規範和施工條件不同變化甚大，故單價分析宜參酌已往相似工程之實際情形，定出基準單價以作為估價之參考。

估價基本要領

一般而言，工程費之估價係以下列四個步驟估算：

- (1) 估價原則
- (2) 數量計算
- (3) 施工規範
- (4) 單價分析

估價時，估價者應憑其經驗，依地形、地質、氣象、海象等條件勘估，並決定適合之施工方法、工作船舶、機具和操作時間，以防失誤。

11.2 估價項目

1. 自航抽吸式挖泥船作業費單價分析

依第九章之分析，抽砂時須使用大型自航式抽吸挖泥船，泥艙容量為 10000m^3 ， 5000m^3 ， 3000m^3 三種，又依3.12節之分析此種大型挖泥船以歐洲荷蘭、比

利時之挖泥公司所擁有，因此有關本節單價之分析係依據荷蘭 Vereniging Grootbedrijf Bouwnijverheid 1989 年版“施工機具作業費” (Operating Cost standards for Constraction) 估算。

此標準之估算準則如下：

①折舊及利息

折舊及利息之百分比以下列公式表之

$$A_n = \frac{P^n (P-1)}{P^n - 1} \times 100$$

式中

A_n ：每年之折舊及利息負擔，以百分比表之

$$P = 1 + \left(\frac{r}{100} \right)$$

n ：使用時間，以年表之。

r ：利息之利率，設為 7 %。

決定折舊及利息之標準為假設船舶建造成本在使用年限最後有 5% 之殘餘值。

則每週折舊及利息之成本為

$$K = \frac{A_n}{b_n} \left(W - \frac{0.05 W}{P^n} \right)$$

b₁：每年之使用時間，以週表為單位。

W：船舶建造成本

②維護及操作成本

本項考慮之因素有

- a. 操作人員和船員
- b. 油料、水和機油
- c. 閒置時間
- d. 保險
- e. 損壞免除程度
- f. 工作鋼索
- g. 備用品
- h. 修理廠之動員及撤員
- i. 工作之特別條款
- j. 技術人員在施工现场之臨時服務

按照前述之分析，則有關自航抽吸式挖泥船在荷蘭境內之作業費用如下表11-1。

表 11-1 抽吸式挖泥船每週作業費用

泥艙 容量(m ³)	自重 (t)	幫浦 能量(kw)	推進 能量(kw)	建造成本 (f)	折舊及利息 (f)	操作及維修 (f)
10000	4400	2400	4900	58,700,000	200,754	111,530
5000	2600	1300	2700	35,200,000	120,384	73,920
3000	1800	900	1700	24,900,000	85,158	54,780

註：1. 操作及維修工作每天以2班計，每週88共小時

2. 表中之f為荷幣

由第九章之分析挖泥船每天之作業時間分爲20小時和12小時二種，表11-1之作業費用必須加以修正。

修正公式如下：

$$C = 1 + 0.8 \left(\frac{T - \kappa}{\kappa} \right)$$

式中

C：修正係數

T：實際工作小時

κ ：每天以一班計，每週工作44小時

修正後之作業費用如表11-2

表 11.2 抽吸式挖泥船修正後之每週作業費用（荷幣）

泥艙 容量(m ³)	每週作業時間 (hr)	修正 係數	折舊及利息 (f)	操作及維修 (f)
10000	88(每天2班)	1.8	200,754	111,530
10000	140(每天12小時)	2.75	200,754	170,393
10000	84(每天20小時)	1.73	200,754	107,193
5000	88(每天2班)	1.8	120,384	73,920
5000	84(每天12小時)	1.73	120,384	71,045
3000	88(每天2班)	1.8	85,158	54,780
3000	84(每天12小時)	1.73	85,158	52,650

表11.2之標準是基於挖泥船在荷蘭作業並以荷幣為基礎，如作業船在本計畫地點施工，則需考慮作業人員海外薪資，保險加成，機具動員及維修成本之增加，故表11.2之操作及維護成本單價以3倍計算，並將荷幣折合為台幣(15:1)，則每日之作業費用如表11.3

表 11.3 抽吸式挖泥船實際之每日作業費用 (台幣)

泥艙容量(m^3)	每日作業時間(hr)	折舊及利息	操作及維修	合計(NT)
10000	20	430,187	1,095,384	1,525,571
10000	12	430,187	689,098	1,119,285
5000	12	257,966	456,718	714,684
3000	12	182,481	338,464	520,945

2. 第一期工程抽砂單價分析

依據第九章之分析第一期工程預計採泥艙容量10000 m^3 之大型自航式挖泥船，借土區分I、II兩區，挖泥船作業分20hr、12hr作業，土壤種類分甲類砂土、乙類砂土，則其抽砂單價如表11.4、11.5所示。

表 11.4 第一期工程抽砂單價表 (每日作業20hr)

挖泥船作業費用 (日)	借 土 區 I		借 土 區 II	
	甲類砂土(日)	乙類砂土(日)	甲類砂土(日)	乙類砂土(日)
1,525,571(NT)	39,215(m^3)	76,923(m^3)	30,189(m^3)	48,485(m^3)
抽砂單價(m^3)	38.9(NT)	19.8(NT)	50.5(NT)	31.5(NT)

表 11.5 第一期工程抽砂單價表 (每日作業12hr)

挖泥船作業費用 (日)	借 土 區 I		借 土 區 II	
	甲類砂土(日)	乙類砂土(日)	甲類砂土(日)	乙類砂土(日)
1,119,285(NT)	23,529(m^3)	46,154(m^3)	18,113(m^3)	29,091(m^3)
抽砂單價(m^3)	47.6(NT)	24.3(NT)	61.8(NT)	38.5(NT)

3. 替代方案 A 抽砂單價分析

依據第九章之分析，方案A採用之自航式挖泥船分別採用泥艙容量 $10000m^3$ ， $5000m^3$ 及 $3000m^3$ ，每天作業時間為12hr，則其抽砂單價如表11.6所示。

表 11.6 替代方案 A 抽砂單價分析表

(每日作業12hr)

挖泥船泥艙容量	$10000 m^3$	$5000 m^3$	$3000 m^3$
挖泥船作業費用(日)	1,119,285(NT)	714,654(NT)	520,945(NT)
每日抽砂能量(甲類砂土)	28,916(m^3)	12,973(m^3)	8,471(m^3)
每日抽砂能量(乙類砂土)	44,651(m^3)	22,857(m^3)	144,000(m^3)
甲類砂土抽砂單價	38.7(NT)	55.1(NT)	61.5(NT)
乙類砂土抽砂單價	25.1(NT)	31.3(NT)	36.2(NT)

4. 替代方案 B 抽砂單價分析

依據第九章之分析，方案B填築之面積、填方數量與方案A相去不遠，採用之自航抽吸式挖泥船亦以泥艙容量分別為 $10000m^3$ ， $5000m^3$ ， $3000m^3$ ，借土區之運距亦相同，則其每年作業能量亦一致，故方案B之抽砂單價如同方案A。

5. 替代方案C抽砂單價分析

依據第九章之分析，方案C採用之自航式挖泥船分別採用泥艙容量 10000 m^3 ， 5000 m^3 ， 3000 m^3 每天作業時間為12hr，則其抽砂單價如表11.7所示。

表 11.7 替代方案C抽砂單價分析表

(每日作業12hr)

挖泥船泥艙容量	10000 m^3	5000 m^3	3000 m^3
挖泥船作業費用(日)	1,119,285(NT)	714,654(NT)	520,945(NT)
每日抽砂能量(甲類砂土)	23,530(m^3)	13,260(m^3)	8,675(m^3)
每日抽砂能量(乙類砂土)	46,154(m^3)	23,762(m^3)	15,000(m^3)
甲類砂土抽砂單價	47.6(NT)	53.9(NT)	60.1(NT)
乙類砂土抽砂單價	24.3(NT)	30.1(NT)	34.7(NT)

6. 固定吸管式抽砂船抽砂單價分析

依第九章 9.7.1 節分析，固定吸管式抽砂船之作業能力為每小時 1000 m^3 ，每天作業24小時，每年工作天300天，作業率0.8，則每艘固定吸管式抽砂船之作業能量為

$$1000(\text{m}^3/\text{hr}) \times 24(\text{hr}) \times 300(\text{天}) \times 0.8 = 5,760,000\text{ m}^3$$

本項固定吸管式抽砂船曾有施工實例，則其單價分析如下：

①作業能量： $1000\text{ m}^3/\text{hr}$ ， $5,760,000\text{ m}^3/\text{年}$

②使用船舶：11,400 PS 32 ϕ 挖泥船

1,200 PS 起錨船

90 PS 交通船

③使用管線：平均1050公尺，其使用材料如下

	浮筒	排泥管	橡膠管
3 2" ϕ 海上浮管 7 0 0 m	8 0	8 0	8 0
3 2" ϕ 陸上管 3 5 0 m	0	5 0	1 5
合 計	8 0	1 3 0	9 5

④使用人員：挖泥船：3 0 人
起錨船：6 人
交通船：2 人
陸上施工所人員：6 人
填區管尾：6 人

合 計：5 0 人

⑤單價分析表如表11.8

7. 覆蓋土單價分析

依第八章分析，本計畫最上層採用15cm厚之覆蓋土，覆蓋土主要為防止季風吹蝕，故土質須規定為夾卵石、石碴及赭土之材料，其 $\gamma_d > 1.44 \text{ t/m}^3$ ， $9 < I_p < 20$ ，粒徑 $< 7 \text{ cm}$ ，鋪蓋後每公頃需做二次夯實度(AASHTO-180C方法)試驗，其最大乾密度在85%以上。其單價分析如表11.9。

表 11.8 固定吸管式抽砂船抽砂單價分析
(元 / m^3)

項 目	單位	數量	單 價
一、作業費			
1 · 船機使用費	m^3	1	27.95
2 · 燃料費	m^3	1	15.75
3 · 人件費	m^3	1	5.53
4 · 管線使用費	m^3	1	6.96
5 · 堆平費	m^3	1	0.97
小 計			57.16
二、動復員費	式		4,181,000
三、管線架拆費	m^3		1,500,500
四、工地雜支費	m^3		12,180,000
小 計			17,861,500
每 m^3 單價： $17,861,500 / 5,760,000 = 3.10$			
一、二 合 計	m^3		60.30

表 11.9 覆蓋土單價分析

(元/ m³)

項 目	單 位	數 量	單 價	複 價
覆 蓋 土	m ³	1.25	200	250
小 工	工	0.1	500	50
壓 路 機	時	0.05	400	20
工 具 損 耗	式	1		10
合 計				330

8. 配合措施單價分析

① 合成式防波堤

其斷面尺寸明細詳圖10—2，其單價分析則如表 11.10

表 11.10 合成式防波堤單價分析

(元/m)

項 目	單位	數量	單 價	複 價
堤基100~500KG塊石採拋	m ³	1,050	2,300.00	2,415,000.00
護基500~1T塊石採拋	m ²	1,170	2,650.00	3,100,500.00
"A"級石採拋	m ³	875	2,300.00	2,012,500.00
"a"級石採拋	m ³	8,500	1,750.00	14,875,000.00
水下基礎整平	m ²	864	350.00	302,400.00
沉箱製造儲存及安放	座	1	22,600,000.00	22,600,000.00
沉箱填砂	m ³	11,500	650.00	7,475,000.00
沉箱封頂	m ³	560	2,300.00	1,288,000.00
護基方塊製造及吊排	塊	14	65,000.00	910,000.00
1~3 T塊石採拋	m ³	1,500	2,850.00	4,275,000.00
沈箱上部P.C澆置	m ³	1,250	2,850.00	3,562,500.00
消波胸牆製作	M	300	3,000.00	900,000.00
合 計				63,715,900.00

(每公尺造價) $63,715,900.00(\text{元}) / 25(\text{公尺}) = 2,548,636.00(\text{元})$

②合成式海堤：

其斷面尺寸詳圖 10—3，其單價分析則如表 11.11。

表 11.11 合成式海堤單價分析

(元/m)

項 目	單位	數 量	單 價	複 價
堤基100~500KG塊石採拋	m ³	600	2,300.00	1,380,000.00
濾布鋪設	m ²	520	385.00	200,200.00
護基500~1T塊石採拋	m ³	550	2,650.00	1,457,500.00
'A'級石採拋	m ³	800	2,300.00	1,840,000.00
'a'級石採拋	m ³	4,500	1,750.00	7,875,000.00
水下基礎整平	m ²	750	350.00	262,500.00
沉箱製造儲存及安放	座	1	19,550,000.00	19,550,000.00
沉箱填砂	m ³	10,500	650.00	6,825,000.00
沉箱封頂	m ³	500	2,300.00	1,150,000.00
護基方塊製造及吊排	塊	7	65,000.00	455,000.00
1~3 T塊石採拋	m ³	1,000	2,650.00	2,650,000.00
3~5 T塊石採拋	m ³			
沉箱上部P.C澆置	m ³	1,100	2,850.00	3,135,000.00
消波胸牆製作	M	525	3,000.00	1,575,000.00
合 計				48,355,200.00

(每公尺造價) 48,355,200.00(元)/25(公尺) = 1,934,208.00(元)

③拋石海堤

根據海圖水深標示來判斷，拋石海堤施工區域之海底地形依其坡度不同可分為三段；第一段水深為 $-12\text{m} \sim -17\text{m}$ ，長度約為 $1,209$ 公尺，第二段水深為 $-17\text{m} \sim -19\text{m}$ ，長度約為 $2,484$ 公尺，第三段水深為 $-19\text{m} \sim -22\text{m}$ ，長度約為 $1,307$ 公尺，合計 $5,000$ 公尺，工程費約 211 億 $5,100$ 萬元，其各別之單價分析如下表：

表 11.12(a) 拋石海堤單價分析(第一段)

(元)

項 目	單位	數 量	單 價	複 價
100~500KG塊石採購海拋	m ³	564	2,300.00	1,297,384.00
100~500KG塊石採購陸拋	m ³	340	1,200.00	408,000.00
護基3~5 T塊石採拋	m ³	131	3,650.00	478,150.00
濾布鋪設	m ³	45	350.00	13,650.00
"a"級石採拋	m ³	15	750.00	11,250.00
堤面基礎整平	m ²	20	100.00	2,000.00
胸牆製作	m ³	30	2,850.00	85,500.00
16 P.C方塊製作及吊放	塊	16	45,000.00	720,000.00
堤面P.C澆置	m ³	5	2,300.00	11,500.00
6~8TP.C方塊製作及吊放	塊	5	25,000.00	125,000.00
小 計	m	1		3,152,434.00
合 計	式	1		3,811,000,000

表 11.12(b) 拋石海堤單價分析(第二段)

(元)

項 目	單位	數 量	單 價	複 價
100~500KG塊石採購海拋	m ³	938	2,300.00	2,158,596.00
100~500KG塊石採購陸拋	m ³	340	1,200.00	408,000.00
護基3~5 T塊石採拋	m ³	169	3,650.00	616,850.00
濾布鋪設	m ²	51	350.00	17,850.00
"a"級石採拋	m ³	15	750.00	11,250.00
堤面基礎整平	m ²	20	100.00	2,000.00
胸牆製作	m ³	30	2,850.00	85,500.00
16 P.C方塊製作及吊放	塊	20	45,000.00	900,000.00
堤面P.C澆置	m ³	5	2,300.00	11,500.00
6~8TP.C方塊製作及吊放	塊	5	25,000.00	125,000.00
小 計	m	1		4,336,546.00
合 計	式	1		10,771,000,000

表 11.12(c) 拋石海堤單價分析(第三段)

(元)

項 目	單位	數 量	單 價	複 價
100~500KG塊石採購海拋	m ³	1,148	2,300.00	2,642,332.00
100~500KG塊石採購陸拋	m ³	340	1,200.00	408,000.00
護基3~5 T塊石採拋	m ³	188	3,650.00	686,200.00
濾布鋪設	m ²	56	350.00	19,600.00
'a'級石採拋	m ³	15	750.00	11,250.00
堤面基礎整平	m ²	20	100.00	2,000.00
胸牆製作	m ³	30	2,850.00	85,500.00
16 P.C方塊製作及吊放	塊	23	45,000.00	1,035,000.00
堤面P.C澆置	m ³	5	2,300.00	11,500.00
6~8TP.C方塊製作及吊放	塊	5	25,000.00	125,000.00
小 計	m	1		5,026,382.00
合 計	式	1		6,569,000,000

④ 中隔堤

中隔堤單價分析如表 11.13

表 11.13 中隔堤單價分析

(元/ m)

項 目	單位	數 量	單 價	複 價
抽砂	m ³	1,500	120.00	180,000.00
坡面推整	m ²	204	80.00	16,320.00
合 計	m			196,320.00

(每公尺造價) 196,320.00(元)

⑤ 浮碼頭

浮碼頭單價分析如表 11.14

表 11.14 浮碼頭單價分析

(元/ 座)

項 目	單位	數量	單 價	複 價
引 橋 (鋼製)	式	1	2,000,000	2,000,000
浮台船及護舷 (鋼製 1=50 公尺)	座	3	17,000,000	51,000,000
渡 橋 (鋼製)	段	2	500,000	1,000,000
錨 鍊	條	12	400,000	4,800,000
合 計				58,800,000

9. 環境監測費

爲確切掌握施工階段及完工運轉階段之環境影響程序，須針對顯著而重要之環境影響事項監測，其每年所需環境監測費如表 11.15

表 11.15 環境監測費

(元/年)

監測系統	監測單價	點數	次數	監測經費
空氣品質	每點次 40,000	10	6	2,400,000
水體品質	每點次 15,000	15	4	900,000
海域生態	每點次 20,000	15	2	600,000
小計				3,900,000

11.3 第一期工程工程費估算

1. 回填土方數

從 9.5 節之表 9.10 知第一期工程回填土方數 $626,987,500\text{m}^3$ 借土區 I 可得挖泥量 $300,000,000\text{m}^3$ ，其餘挖泥量 $326,987,500\text{m}^3$ 從借土區 II 取得， -8m 以下之回填土方，可直接使用自航抽吸式挖泥船開艙拋放，而不必使用固定吸管式抽砂船，經估算其數量約佔第一期回填土方之 55%。即需使用固定吸管式抽砂船之土方數約佔水力回填數之 45%，則其爲：

$$626,987,500 \text{ m}^3 \times 0.45 = 282,144,375 \text{ m}^3$$

2. 覆土量為15cm，本期填土面積約35,000,000 m²則總覆土量為5,250,000 m³

3. 配合措施：港灣工程

- ①合成式防波堤 6,000公尺
- ②合成式海堤 7,200公尺
- ③拋石海堤 5,000公尺
- ④中隔堤 6,600公尺
- ⑤浮碼頭 1座

4. 第一期工程費估算如下：

①一天作業20hr，假設土壤全部為甲類土壤，其總工程費如下表。

項次	工程項目	單位	數量	單價	複價	備註
1	借土區I挖泥量	m ³	360,000,000	38.9	14,004,000,000	預計有20%之流失沉陷
2	借土區II挖泥量	m ³	392,385,000	50.5	19,815,442,500	
3	固定式挖泥船拋泥量	m ³	338,573,250	60.3	20,415,966,980	
4	覆蓋土	m ³	5,250,000	330	1,732,500,000	
5	合成式防波堤	m	6,000	2,548,636	15,291,816,000	
6	合成式海堤	m	7,200	1,934,208	13,926,297,600	
7	拋石海堤	m	5,000		21,151,000,000	
8	中隔堤	m	66,000	196,320	12,957,120,000	
9	浮碼頭	座	1	58,800,000	58,800,000	
10	環境監測費	年	11	3,900,000	42,900,000	
11	雜項工程	式	1	1,000,000,000	1,000,000,000	
12	勞工安全衛生費	%	0.8		944,998,745	
13	工程保險費	%	1		1,190,698,418	
14	包商利潤	%	12		14,431,264,830	
15	調查規劃設計監造費	%	5		6,734,590,253	
16	工程預備金	%	5		6,734,590,253	
17	營業稅		5		7,408,049,279	
	合計				157,840,034,800	

每立方公尺單價 $157,840,034,800(\text{元}) / 680,000,000(\text{m}^3) = 232.12(\text{元})$

②一天作業20hr，假設土壤全部為乙類土壤，其總工程費如下表。

項次	工 程 項 目	單位	數 量	單 價	複 價	備 註
1	借土區 I 挖泥量	m ³	360,000,000	19.8	7,128,000,000	預計有20%之流失沉陷
2	借土區 II 挖泥量	m ³	392,385,000	31.5	12,360,127,500	
3	固定式挖泥船拋泥量	m ³	338,573,250	60.3	20,415,966,980	
4	覆蓋土	m ³	5,250,000	330	1,732,500,000	
5	合成式防波堤	m	6,000	2,548,636	15,291,816,000	
6	合成式海堤	m	7,200	1,934,208	13,926,297,600	
7	拋石海堤	m	5,000		21,151,000,000	
8	中隔堤	m	66,000	196,320	12,957,120,000	
9	浮碼頭	座	1	58,800,000	58,800,000	
10	環境監測費	年	11	3,900,000	42,900,000	
11	雜項工程	式	1	1,000,000,000	1,000,000,000	
12	勞工安全衛生費	%	0.8		830,348,225	
13	工程保險費	%	1		1,040,238,764	
14	包商利潤	%	12		12,680,413,810	
15	調查規劃設計監造費	%	5		5,917,526,447	
16	工程預備金	%	5		5,917,526,447	
17	營業稅		5		6,509,279,091	
	合 計				138,965,860,900	

每立方公尺單價 $138,965,860,900(\text{元}) / 680,000,000(\text{m}^3) = 204.36(\text{元})$

③一天作業20hr，假設甲類土壤佔 60%，乙類土壤佔 40%，則借土區 I 抽砂單價為：

$$38.9(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.60 + 19.8(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.40 = 30.1(\text{元}/\text{m}^3)$$

借土區 II 抽砂單價為

$$50.5(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.60 + 31.5(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.40 = 42.9(\text{元}/\text{m}^3)$$

其總工程費如下表：

項次	工 程 項 目	單位	數 量	單 價	複 價	備 註
1	借土區 I 挖泥量	m ³	360,000,000	30.1	10,836,000,000	預計有20%之流失沉陷
2	借土區 II 挖泥量	m ³	392,385,000	42.9	16,833,165,000	
3	固定式挖泥船拋泥量	m ³	338,573,250	60.3	20,415,966,980	
4	覆蓋土	m ³	5,250,000	330	1,732,500,000	
5	合成式防波堤	m	6,000	2,548,636	15,291,816,000	
6	合成式海堤	m	7,200	1,934,208	13,926,297,600	
7	拋石海堤	m	5,000		21,151,000,000	
8	中隔堤	m	66,000	196,320	12,957,120,000	
9	浮碼頭	座	1	58,800,000	58,800,000	
10	環境監測費	年	11	3,900,000	42,900,000	
11	雜項工程	式	1	1,000,000,000	1,000,000,000	
12	勞工安全衛生費	%	0.8		895,797,737	
13	工程保險費	%	1		1,128,705,148	
14	包商利潤	%	12		13,679,906,400	
15	調查規劃設計監造費	%	5		6,383,956,318	
16	工程預備金	%	5		6,383,956,318	
17	營業稅		5		7,022,351,949	
	合 計				149,740,390,900	

每立方公尺單價 $149,740,390,900(\text{元}) / 680,000,000(\text{m}^3) = 220.21(\text{元})$

④一天作業12hr，假設土壤全部為甲類土壤，其總工程費如下表

項次	工 程 項 目	單位	數 量	單 價	複 價	備 註
1	借土區 I 挖泥量	m ³	360,000,000	47.6	17,136,000,000	預計有20%之流失沉陷
2	借土區 II 挖泥量	m ³	392,385,000	61.8	24,249,393,000	
3	固定式挖泥船拋泥量	m ³	338,573,250	60.3	20,415,966,980	
4	覆蓋土	m ³	5,250,000	330	1,732,500,000	
5	合成式防波堤	m	6,000	2,548,636	15,291,816,000	
6	合成式海堤	m	7,200	1,934,208	13,926,297,600	
7	拋石海堤	m	5,000		21,151,000,000	
8	中隔堤	m	66,000	196,320	12,957,120,000	
9	浮碼頭	座	1	58,800,000	58,800,000	
10	環境監測費	年	11	3,900,000	42,900,000	
11	雜項工程	式	1	1,000,000,000	1,000,000,000	
12	勞工安全衛生費	%	0.8		1,005,526,349	
13	工程保險費	%	1		1,266,963,199	
14	包商利潤	%	12		15,355,593,970	
15	調查規劃設計監造費	%	5		7,165,943,855	
16	工程預備金	%	5		7,165,943,855	
17	營業稅		5		7,882,538,240	
	合 計				167,804,303,000	

每立方公尺單價 $167,804,303,000(\text{元}) / 680,000,000(\text{m}^3) = 246.77(\text{元})$

⑤一天作業12hr，假設土壤全部為乙類土壤，其總工程費如下表

項次	工 程 項 目	單位	數 量	單 價	複 價	備 註
1	借土區 I 挖泥量	m ³	360,000,000	24.3	8,748,000,000	預計有20%之流失沉陷
2	借土區 II 挖泥量	m ³	392,385,000	38.5	1,510,682,500	
3	固定式挖泥船拋泥量	m ³	338,573,250	60.3	20,415,966,980	
4	覆蓋土	m ³	5,250,000	330	1,732,500,000	
5	合成式防波堤	m	6,000	2,548,636	15,291,816,000	
6	合成式海堤	m	7,200	1,934,208	13,926,297,600	
7	拋石海堤	m	5,000		21,151,000,000	
8	中隔堤	m	66,000	196,320	12,957,120,000	
9	浮碼頭	座	1	58,800,000	58,800,000	
10	環境監測費	年	11	3,900,000	42,900,000	
11	雜項工程	式	1	1,000,000,000	1,000,000,000	
12	勞工安全衛生費	%	0.8		865,281,784	
13	工程保險費	%	1		1,690,255,049	
14	包商利潤	%	12		13,213,891,190	
15	調查規劃設計監造費	%	5		6,166,482,555	
16	工程預備金	%	5		6,166,482,555	
17	營業稅		5		6,783,130,810	
	合 計				144,716,747,000	

每立方公尺單價 $144,716,747,000(\text{元}) / 680,000,000(\text{m}^3) = 212.82(\text{元})$

⑥一天作業12hr，假設甲類土壤佔 60%，乙類土壤佔 40% 則借土區 I 之抽砂單價為

$$47.6(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.60 + 24.3(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.40 = 38.3(\text{元}/\text{m}^3)$$

借土區 II 抽砂單價為

$$61.8(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.60 + 38.5(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.40 = 52.5(\text{元}/\text{m}^3)$$

則其總工程費表

項次	工 程 項 目	單位	數 量	單 價	複 價	備 註
1	借土區 I 挖泥量	m ³	360,000,000	38.3	13,788,000,000	預計有20% 之流失沉陷
2	借土區 II 挖泥量	m ³	392,385,000	52.5	20,650,212,500	
3	固定式挖泥船拋泥量	m ³	338,573,250	60.3	20,415,966,980	
4	覆蓋土	m ³	5,250,000	330	1,732,500,000	
5	合成式防波堤	m	6,000	2,548,636	15,291,816,000	
6	合成式海堤	m	7,200	1,934,208	13,926,297,600	
7	拋石海堤	m	5,000		21,151,000,000	
8	中隔堤	m	66,000	196,320	12,957,120,000	
9	浮碼頭	座	1	58,800,000	58,800,000	
10	環境監測費	年	11	3,900,000	42,900,000	
11	雜項工程	式	1	1,000,000,000	1,000,000,000	
12	勞工安全衛生費	%	0.8		949,548,904	
13	工程保險費	%	1		1,196,431,620	
14	包商利潤	%	12		14,500,751,230	
15	調查規劃設計監造費	%	5		6,767,017,241	
16	工程預備金	%	5		6,767,017,241	
17	營業稅		5		7,443,718,966	
	合 計				158,589,098,300	

每立方公尺單價 $158,589,098,300(\text{元}) / 680,000,000(\text{m}^3) = 233.22(\text{元})$

11.4 替代方案A工程費估算

1. 回填土方數

依表9.14需回填數量 $114,292,000\text{m}^3$ ，如預計20%之流失和沉陷，則需浚挖量

$$114,292,000(\text{m}^3) \times 1.20 = 137,150,400(\text{m}^3)$$

8m以下之回填土方，可直接使用自航抽吸式挖泥船開艙拋放，而不必使用固定吸管式抽砂船，經估算約佔填方數之40%，即需使用固定吸管式抽砂船之方數為

$$137,150,400(\text{m}^3) \times 0.60 = 82,290,240(\text{m}^3)$$

2. 覆土量為15cm，本案填土面積為926.5公頃則覆土土方數為

$$9,265,000\text{m}^2 \times 0.15\text{m} = 1,389,750\text{m}^3$$

3. 配合措施：港灣工程

①合成式海堤	6,300公尺
②拋石堤	2,700公尺
③中隔堤	25,000公尺
④浮碼頭	一座

4. 工程費估算

①一天作業12hr，假設土壤全部為甲類砂土依表9.15，泥艙為 10000m^3 ， 5000m^3 ， 3000m^3 挖泥船之工作量比例約為40%，30%，30%。

故挖泥之單價為

$$38.7(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.4 + 55.1(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.3 + 61.5(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.3 = 50.5 \text{ 元}$$

其工程費如下表

項次	工 程 項 目	單位	數 量	單 價	複 價	備 註
1	挖泥量	m^3	137,150,400	50.5	6,926,095,200	
2	固定式挖泥船拋泥量	m^3	82,290,240	60.3	4,962,101,472	
3	覆蓋土	m^3	1,389,750	330	458,617,500	
4	合成式海堤	m	6,300	1,934,208	12,185,510,400	
5	拋石海堤	m	2,700		10,276,000,000	
6	中隔堤	m	25,000	196,320	4,908,000,000	
7	浮碼頭	座	1	58,800,000	58,800,000	
8	環境監測費	年	21	3,900,000	81,900,000	
9	雜項工程	式	1	1,000,000,000	1,000,000,000	
10	勞工安全衛生費	%	0.8		326,209,796	
11	工程保險費	%	1		411,024,344	
12	包商利潤	%	12		4,981,615,045	
13	調查規劃設計監造費	%	5		2,324,753,688	
14	工程預備金	%	5		2,324,753,688	
15	營業稅	%	5		2,557,229,057	
	合 計				53,782,610,190	

每立方公尺單價 $53,782,610,190(\text{元}) / 680,000,000(\text{m}^3) = 79.09(\text{元})$

②一天作業12hr，假設土壤全部為乙類砂土依表9.15，泥艙為10000m³，5000m³，3000m³挖泥船之工作量比例約為50%，25%，25%。

故挖泥之單價為

$$25.1(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.5 + 31.3(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.25 + 36.2(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.25 = 29.4 \text{ 元}$$

其工程費如下表

項次	工 程 項 目	單位	數 量	單 價	複 價	備 註
1	挖泥量	m ³	137,150,400	29.4	4,032,221,760	
2	固定式挖泥船拋泥量	m ³	82,290,240	60.3	4,962,101,472	
3	覆蓋土	m ³	1,389,750	330	458,617,500	
4	合成式海堤	m	6,300	1,934,208	12,185,510,400	
5	拋石海堤	m	2,700		10,276,000,000	
6	中隔堤	m	25,000	196,320	4,908,000,000	
7	浮碼頭	座	1	58,800,000	58,800,000	
8	環境監測費	年	21	3,900,000	81,900,000	
9	雜項工程	式	1	1,000,000,000	1,000,000,000	
10	勞工安全衛生費	%	0.8		303,058,809	
11	工程保險費	%	1		381,854,099	
12	包商利潤	%	12		4,628,071,686	
13	調查規劃設計監造費	%	5		2,159,766,787	
14	工程預備金	%	5		2,159,766,787	
15	營業稅	%	5		2,375,743,466	
	合 計				49,971,412,278	

每立方公尺單價 $49,971,412,278(\text{元}) / 680,000,000(\text{m}^3) = 73.49(\text{元})$

③一天作業12hr，假設甲類土壤佔 60%，乙類土壤佔 40%泥艙為 10000m³，5000m³，3000m³挖泥船之工作比例約為40%，30%，30%。

故挖泥之單價為

$$\begin{aligned} & [(38.7 \times 0.6 + 25.1 \times 0.4)] \times 0.4 + [(55.1 \times 0.6 + 31.4 \times 0.4)] \\ & \times 0.3 + [(61.5 \times 0.6 + 36.2 \times 0.4)] \times 0.3 = 42.4 (\text{元} / \text{m}^3) \end{aligned}$$

其工程費如下表

項次	工程項目	單位	數量	單價	複價	備註
1	挖泥量	m ³	137,150,400	42.4	5,815,176,960	
2	固定式挖泥船拋泥量	m ³	82,290,240	60.3	4,962,101,472	
3	覆蓋土	m ³	1,389,750	330	458,617,500	
4	合成式海堤	m	6,300	1,934,208	12,185,510,400	
5	拋石海堤	m	2,700		10,276,000,000	
6	中隔堤	m	25,000	196,320	4,908,000,000	
7	浮碼頭	座	1	58,800,000	58,800,000	
8	環境監測費	年	21	3,900,000	81,900,000	
9	雜項工程	式	1	1,000,000,000	1,000,000,000	
10	勞工安全衛生費	%	0.8		317,322,450	
11	工程保險費	%	1		399,826,288	
12	包商利潤	%	12		4,845,894,609	
13	調查規劃設計監造費	%	5		2,261,417,484	
14	工程預備金	%	5		2,261,417,484	
15	營業稅	%	5		2,487,559,233	
	合計				52,319,543,890	

每立方公尺單價 $52,319,543,890(\text{元}) / 680,000,000(\text{m}^3) = 76.94(\text{元})$

11.5 替代方案B工程費估算

1. 回填土方數

依表9.16需回填數量 $122,078,250\text{ m}^3$ ，如預計20%之流失和沉陷，則需浚挖量

$$122,078,250(\text{m}^3) \times 1.20 = 146,493,900(\text{m}^3)$$

·8m以下之回填土方，可直接使用自航抽吸式挖泥船開艙拋放，而不必使用固定吸管式抽砂船，經估算約佔填方數之40%，即需使用固定吸管式抽砂船之方數為

$$146,493,900(\text{m}^3) \times 0.60 = 87,896,340(\text{m}^3)$$

2. 覆土量為15cm，本案填土面積為1,017.5公頃則覆土土方數為

$$10,175,000\text{ m}^2 \times 0.15\text{ m} = 1,526,250\text{ m}^3$$

3. 配合措施：港灣工程

①合成式海堤	6,600公尺
②拋石堤	2,800公尺
③中隔堤	29,000公尺
④浮碼頭	一座

4. 工程費估算

①一天作業12hr，假設土壤全部為甲類砂土，因其作業方式與方案A相同，抽砂單價如同方案A每 m^3 為50.5元其工程費如下表：

項次	工程項目	單位	數量	單價	複價	備註
1	挖泥量	m^3	146,493,900	50.5	7,397,941,950	
2	固定式挖泥船拋泥量	m^3	87,896,340	60.3	5,300,149,302	
3	覆蓋土	m^3	1,526,250	330	503,662,500	
4	合成式海堤	m	6,600	1,934,208	12,765,772,800	
5	拋石海堤	m	2,800		10,710,000,000	
6	中隔堤	m	29,000	196,320	5,693,280,000	
7	浮碼頭	座	1	58,800,000	58,800,000	
8	環境監測費	年	21	3,900,000	81,900,000	
9	雜項工程	式	1	1,000,000,000	1,000,000,000	
10	勞工安全衛生費	%	0.8		346,994,452	
11	工程保險費	%	1		437,213,010	
12	包商利潤	%	12		5,299,021,682	
13	調查規劃設計監造費	%	5		2,472,876,785	
14	工程預備金	%	5		2,472,876,785	
15	營業稅	%	5		2,720,164,463	
	合計				57,260,653,730	

每立方公尺單價 $57,260,653,730(\text{元}) / 680,000,000(m^3) = 84.21(\text{元})$

②一天作業12hr，假設土壤全部為乙類砂土，因其作業方式與方案A相同，抽砂單價如同方案A，每 m^3 為29.4元，其工程費如下表：

項次	工 程 項 目	單位	數 量	單 價	複 價	備 註
1	挖泥量	m^3	146,493,900	29.4	4,306,920,660	
2	固定式挖泥船拋泥量	m^3	87,896,340	60.3	5,300,149,302	
3	覆蓋土	m^3	1,526,250	330	503,662,500	
4	合成式海堤	m	6,600	1,934,208	12,765,772,800	
5	拋石海堤	m	2,800		10,710,000,000	
6	中隔堤	m	29,000	196,320	5,693,280,000	
7	浮碼頭	座	1	58,800,000	58,800,000	
8	環境監測費	年	21	3,900,000	81,900,000	
9	雜項工程	式	1	1,000,000,000	1,000,000,000	
10	勞工安全衛生費	%	0.8		322,266,282	
11	工程保險費	%	1		406,055,515	
12	包商利潤	%	12		4,921,392,847	
13	調查規劃設計監造費	%	5		2,296,649,995	
14	工程預備金	%	5		2,296,649,995	
15	營業稅	%	5		2,526,314,995	
	合 計				53,189,814,890	

每立方公尺單價 $53,189,814,890(\text{元}) / 680,000,000(m^3) = 78.22(\text{元})$

③一天作業12hr，假設甲類土壤佔 60%，乙類土壤佔 40%其作業方式與替代方案A相同，則抽砂單價與 A 案相同，每 m^3 為42.4元，其工程費如下表：

項次	工 程 項 目	單位	數 量	單 價	複 價	備 註
1	挖泥量	m^3	146,493,900	42.4	6,211,341,360	
2	固定式挖泥船拋泥量	m^3	87,896,340	60.3	5,300,149,302	
3	覆蓋土	m^3	1,526,250	330	503,662,500	
4	合成式海堤	m	6,600	1,934,208	12,765,772,800	
5	拋石海堤	m	2,800		10,710,000,000	
6	中隔堤	m	29,000	196,320	5,693,280,000	
7	浮碼頭	座	1	58,800,000	58,800,000	
8	環境監測費	年	21	3,900,000	81,900,000	
9	雜項工程	式	1	1,000,000,000	1,000,000,000	
10	勞工安全衛生費	%	0.8		337,501,647	
11	工程保險費	%	1		425,252,076	
12	包商利潤	%	12		5,154,055,162	
13	調查規劃設計監造費	%	5		2,405,225,742	
14	工程預備金	%	5		2,405,225,742	
15	營業稅	%	5		2,645,748,317	
	合 計				55,697,914,650	

每立方公尺單價 $55,697,914,650(\text{元}) / 680,000,000(m^3) = 81.91(\text{元})$

11.6 替代方案C工程費估算

1. 回填土方數

依表9.18 需回填量 $329,893,250 \text{ m}^3$ ，因使用自航抽吸式挖泥船泥艙容量之不同，而區分三階段回填量之土方，並考慮 20%之流失沉陷。則需浚挖量如下：

1994 年～2003 年

$$135,975,750 \text{ m}^3 \times 1.2 = 163,170,900 \text{ m}^3$$

2004 年～2006 年

$$49,037,500 \text{ m}^3 \times 1.2 = 58,845,000 \text{ m}^3$$

2009 年～2014 年

$$144,880,000 \text{ m}^3 \times 1.2 = 173,856,000 \text{ m}^3$$

· 8 m 以下之回填土方，可直接使用自航抽吸式挖泥船開艙拋放，而不必使用固定吸管式抽砂船，經估算須使用固定吸管式抽砂船之土方數

1994 年～2003 年

$$163,170,900 \text{ m}^3 \times 1.2 = 97,902,540 \text{ m}^3$$

2004 年～2006 年

$$58,845,000 \text{ m}^3 \times 1.2 = 29,272,500 \text{ m}^3$$

2009 年～2014 年

$$173,856,000 \text{ m}^3 \times 1.2 = 69,542,400 \text{ m}^3$$

$$\text{合 計} = 196,717,440 \text{ m}^3$$

2. 覆土量為 15cm，本案填土面積為 2,452.5 公頃，則覆土土方數為

$$24,525,000 \text{ m}^2 \times 0.15 \text{ m} = 3,678,750 \text{ m}^3$$

3. 配合措施之港灣工程

① 合成式海堤	12,400 公尺
② 拋石堤	3,000 公尺
③ 中隔堤	53,250 公尺
④ 浮碼頭	1 座

4. 工程費估算

① 一天作業 12hr，假設土壤全部為甲類砂土，則依表 9.19 泥艙為 10000 m^3 ， 5000 m^3 ， 3000 m^3 挖泥船之工作比例如下：

(a) 1994 年～2003 年約為 40%，30%，30%

則挖泥之單價為

$$47.6 (\text{元}/\text{m}^3) \times 0.35 + 53.9 (\text{元}/\text{m}^3) \\ \times 0.35 + 60.1 (\text{元}/\text{m}^3) \times 0.3 = 53.6 (\text{元}/\text{m}^3)$$

(b) 2004 年～2006 年約為 50%，50%，0%

則挖泥之單價為

$$47.6(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.5 + 53.9(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.5 = 50.8(\text{元}/\text{m}^3)$$

(c) 2007年~2014年約為 100%, 0%, 0%

則挖泥之單價為 47.6(元/m³)

其工程費如下表

項次	工 程 項 目	單位	數 量	單 價	複 價	備 註
1	挖泥量 1	m ³	163,170,900	53.6	8,745,960,240	1994年~2003年
2	挖泥量 2	m ³	58,845,000	50.3	2,959,903,500	2004年~2006年
3	挖泥量 3	m ³	173,856,000	47.6	8,275,545,600	2007年~2014年
4	固定式挖泥船拋泥量	m ³	196,717,440	60.3	11,862,061,630	
5	覆蓋土	m ³	3,678,750	330	1,213,987,500	
6	合成式海堤	m	12,400	1,934,208	23,984,179,200	
7	拋石海堤	m	3,000		11,577,000,000	
8	中隔堤	m	53,250	196,320	10,454,040,000	
9	浮碼頭	座	1	58,800,000	58,800,000	
10	環境監測費	年	21	3,900,000	81,900,000	
11	雜項工程	式	1	1,000,000,000	1,000,000,000	
12	勞工安全衛生費	%	0.8		639,715,021	
13	工程保險費	%	1		806,040,927	
14	包商利潤	%	12		9,769,216,034	
15	調查規劃設計監造費	%	5		4,558,967,483	
16	工程預備金	%	5		4,558,967,483	
17	營業稅	%	5		5,014,864,231	
	合 計				105,561,148,900	

每立方公尺單價 $105,561,148,900(\text{元}) / 680,000,000(\text{m}^3) = 155.24(\text{元})$

②一天作業12hr，假設土壤全部為乙類砂土，則依表9.19，泥艙為 10000m^3 ， 5000m^3 ， 3000m^3 挖泥船之工作比例如下：

(a) 1994年~2003年約為 35%，35%，30%

則挖泥之單價為

$$\begin{aligned} &24.3(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.35 + 30.1(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.35 \\ &+ 34.7(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.3 = 29.5(\text{元}/\text{m}^3) \end{aligned}$$

(b) 2004年~2006年約為 50%，50%，0%

則挖泥之單價為

$$\begin{aligned} &24.3(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.5 + 30.1(\text{元}/\text{m}^3) \times 0.5 \\ &= 27.2(\text{元}/\text{m}^3) \end{aligned}$$

(c) 2007年~2014年約為 100%，0%，0%

則挖泥之單價為 $24.3(\text{元}/\text{m}^3)$

其工程費如下表

項次	工 程 項 目	單位	數 量	單 價	複 價	備 註
1	挖泥量 1	m ³	163,170,900	29.3	4,813,541,550	1994 年~2003 年
2	挖泥量 2	m ³	58,845,000	27.2	1,600,584,500	2004 年~2006 年
3	挖泥量 3	m ³	173,856,000	24.3	4,224,700,800	2007 年~2014 年
4	固定式挖泥船拋泥量	m ³	196,717,440	60.3	11,862,061,630	
5	覆蓋土	m ³	3,678,750	330	1,213,987,500	
6	合成式海堤	m	12,400	1,934,208	23,984,179,200	
7	拋石海堤	m	3,000		11,577,000,000	
8	中隔堤	m	53,250	196,320	10,454,040,000	
9	浮碼頭	座	1	58,800,000	58,800,000	
10	環境監測費	年	21	3,900,000	81,900,000	
11	雜項工程	式	1	1,000,000,000	1,000,000,000	
12	勞工安全衛生費	%	0.8		561,974,358	
13	工程保險費	%	1		711,867,690	
14	包商利潤	%	12		8,627,836,408	
15	調查規劃設計監造費	%	5		4,026,323,657	
16	工程預備金	%	5		4,026,323,657	
17	營業稅	%	5		4,428,956,023	
	合 計				93,257,076,470	

每立方公尺單價 $93,257,076,470(\text{元}) / 680,000,000(\text{m}^3) = 137.14(\text{元})$

- ③一天作業12hr，假設甲類土壤佔 60%，乙類土壤佔 40%依表9.19泥艙為 10000m^3 ， 5000m^3 ， 3000m^3 挖泥船之工作比例約為40%，30%，30%。

故挖泥之單價為

(a) 1994年～2003年約為 35%，35%，30%

則其平均單價為

$$\begin{aligned} & \left[(47.6 \times 0.6) + (24.3 \times 0.4) \right] \times 0.35 \\ & + \left[(53.9 \times 0.6) + (30.1 \times 0.4) \right] \times 0.35 \\ & + \left[(60.1 \times 0.6) + (34.7 \times 0.4) \right] \times 0.3 \\ & = 43.9 (\text{元}/\text{m}^3) \end{aligned}$$

(b) 2004年～2006年約為 50%，50%，0%

則其平均單價為

$$\begin{aligned} & \left[(47.6 \times 0.6) + (24.3 \times 0.4) \right] \times 0.5 \\ & + \left[(53.9 \times 0.6) + (30.1 \times 0.4) \right] \times 0.5 \\ & = 41.3 (\text{元}/\text{m}^3) \end{aligned}$$

(c) 2007年～2014年約為 100%，0%，0%

則其平均單價為

$$(47.6 \times 0.6) + (24.3 \times 0.4) = 38.3 (\text{元}/\text{m}^3)$$

其工程費如下表

項次	工 程 項 目	單位	數 量	單 價	複 價	備 註
1	挖泥量 1	m ³	163,170,900	43.9	7,163,202,510	1994 年~2003 年
2	挖泥量 2	m ³	58,845,000	41.3	2,430,298,500	2004 年~2006 年
3	挖泥量 3	m ³	173,856,000	38.3	6,658,684,800	2007 年~2014 年
4	固定式挖泥船拋泥量	m ³	196,717,440	60.3	11,862,061,630	
5	覆蓋土	m ³	3,678,750	330	1,213,987,500	
6	合成式海堤	m	12,400	1,934,208	23,984,179,200	
7	拋石海堤	m	3,000		11,577,000,000	
8	中隔堤	m	53,250	196,320	10,454,040,000	
9	浮碼頭	座	1	58,800,000	58,800,000	
10	環境監測費	年	21	3,900,000	81,900,000	
11	雜項工程	式	1	1,000,000,000	1,000,000,000	
12	勞工安全衛生費	%	0.8		609,881,233	
13	工程保險費	%	1		768,450,353	
14	包商利潤	%	12		9,313,618,287	
15	調查規劃設計監造費	%	5		4,346,355,201	
16	工程預備金	%	5		4,346,355,201	
17	營業稅	%	5		4,780,990,721	
	合 計				100,649,805,100	

每立方公尺單價 $100,649,805,100(\text{元}) / 680,000,000(\text{m}^3) = 148.01(\text{元})$

11.7 建造單價分析比較

茲將本研究第一期工程及各替代方案與雲林離島式基礎工業區五個計畫區（蓄水區、海豐區、新興區、四湖區及口湖區）、外傘頂洲工業區及基隆新港可行性再研究中，各案的土地開發規模、建造經費及單位成本整理如表 11.16，由表中分析可知，本研究案中以第一期工程開發規模最大，單位成本也最高，而各替代方案開發規模雖見稍減，但也確實有降低成本，縮短工期之效。而三個替代方案中，以替代方案 C 規模最大，單位建造成本卻也是最低，是較為可行且符合未來需求之工程建造初步計畫。

若與雲林離島式基礎工業區及外傘頂洲工業區的比較來看，則由表中可發現深水港抽砂回填工程之單位成本為前者的兩倍，與後者之差距也頗大，這是因為深水港抽砂回填工程之施工地點大部份在大水深範圍，而雲林離島式基礎工業區則僅於水深五米內的淺灘上構建，外傘頂洲工業區更是在已淺露的沙洲上開發，工程困難度不可同日而語。

基隆新港可行性再研究的港灣建設部份，其相關工程規模與本研究較為接近，如填土區水深—20 米，防波堤構築地點，水深更達—50 米，工期幾達 18 年，故建造單價與本研究之替代方案相近。

表 11.16 土地開發成本分析

		土地面積 (公頃)	建造經費 (百萬元)	單位成本 百萬元/公頃	
雲林離島式 基礎工業區	第一期	3,932	74,385	18.92	
	第二期	2,154	46,719	21.69	
	第三期	2,074	48,620	23.44	
	第四期	1,500	38,552	25.70	
外傘頂洲工業區		12,000	325,080	27.09	
基隆研究 新港可行性	方案一	56.7	2,344	41.34	
	方案二	75.6	2,782	36.80	
	方案三	64.7	2,637	40.75	
	方案四	78.5	3,024	38.52	
深水港 抽砂 回填	第一期總工程費	狀況①	3,177	157,840	49.68
		狀況②		138,966	43.74
		狀況③		149,740	47.13
		狀況④		167,804	52.82
		狀況⑤		144,716	45.55
		狀況⑥		158,589	49.92
	替代方案A	狀況④	1,200	53,783	44.82
		狀況⑤		49,971	41.64
		狀況⑥		52,319	43.60
	替代方案B	狀況④	1,200	57,260	47.72
		狀況⑤		53,190	44.32
		狀況⑥		55,698	46.41
	替代方案C	狀況④	2,634	105,561	40.08
		狀況⑤		93,257	35.40
		狀況⑥		100,650	38.21

表 12.1 深水港址附近海域水質及分析表

項 目	濃 度 範 圍	測 站 平 均 濃 度 範 圍	乙 類 海 域 水 質 標 準
溶 氧	6.42~7.60	6.95~7.18	5.0 以上
水 溫	22.0~29.6		—
PH	8.13~8.33		7.5~8.5
生化需氧量	0.54~2.74	1.03~1.64	3.00 以下
酚 類	0.0025~0.1733	0.028~0.0765	0.01
硝酸鹽—氮	0.155~0.1774	0.0811~0.105	—
磷酸鹽—磷	0.0005~0.0451	0.0093~0.0227	—
銅	<0.0016~0.030	0.0032~0.0093	0.02
六價格	0.0083~0.0289	0.0083~0.0124	0.05
鎘	0.0003~0.0045	0.0009~0.0016	0.01
鎳	0.0017~0.0283	0.0066~0.0099	—
鋅	0.0018~0.135	0.0289~0.0578	0.04
鉛	0.006~0.0656	0.0125~0.0236	0.1
汞	0.0005~0.0159	0.0005~0.0032	0.002

註：除水溫及PH外單位為mg/l

資料來源：高雄市環保局，77年4月。

表 12.2 深水港址附近海域海水中農藥殘留量

農 藥 名 稱	殘 留 量 mg /l	偵測界限 mg /l
D D T	ND*	0.081
D D T 代謝物	ND	0.043
丁基拉草	ND	1.587
丁基滅必蝨	ND	2.200
大 滅 松	ND	0.789
五 氯 粉	ND	1.101
加 保 利	ND	1.302
加 保 法	ND	2.314
巴 拉 刈	ND	2.500
巴 拉 松	ND	0.475
安 丹	ND	1.508
安 剎 番	ND	0.188
安 特 靈	ND	0.036
地 特 靈	ND	0.034
拉 草	ND	0.724
阿 特 靈	ND	0.045
飛 佈 達	ND	0.029
飛佈達代謝物	ND	0.006
亞 素 靈	ND	1.311
美 文 松	ND	0.551
納 乃 得	ND	0.428
滅 必 蝨	ND	2.450
福 瑞 松	ND	5.555
達 馬 松	ND	0.475
歐 殺 松	ND	2.033
靈 丹	ND	0.046

*ND：偵測不到

資料來源：國立中山大學海洋科學研究中心，77年8月。
(本研究整理)

4. 省環保局檢測結果：銅含量超過限值，且不斷惡化，鋅含量亦偏高，以鳳鼻頭地區較為嚴重，鉛含量有二次不合標準，

其餘均在限值以下，其他鎘、鎘、鎳、汞含量均合乎標準限值。

5. 台電公司檢測結果：

油脂在 $11 \sim 20 \text{ mg/l}$ 之間，大於乙類海域水質 2 mg/l 以上，銅含量在77年9月所測資料大於乙類海域水質標準。

6. 中華顧問工程司檢測結果：

(1) 潮間帶

除78年5月3日外，其餘三次採得樣品溶氧量均偏低，BOD、礦物性油脂均偏高，重金屬方面，銅、鎘含量均大於限值，其餘項目皆符合標準限值。

(2) 外海部份

77年11月、78年2月所測溶氧量大部份低於標準，顯示在冬季有偏低之嫌，礦物性油脂幾乎全大於乙類海域水質標準，重金屬方面，銅含量偏高，以二港口北防波堤外海域最嚴重，其餘鎘、鉛、鉻，均有部份測站超出標準限值。

7. 本海域之水質狀況如下：

(1) 鹽 度

32.2%~33.1%之間，鹽度變化不大。

(2) 酸鹼質

PH值符合乙類海域水質標準。

(3) 溶氧量

夏季水質溶氧量較高，高於乙類海域水質標準，冬季水質溶氧量較低，低於標準以下，究其原因為夏季海藻行光合作用分解出溶氧量較大。

(4) 透明度

2公尺以下。

(5) 硝酸鹽及亞硝酸鹽

為植物性浮游生物之基礎營養鹽，硝酸鹽介於0.33~15.06mg/l之間，以二港口附近含量最大。亞硝酸鹽介於0.01~1.02mg/l之間。

(6) 矽酸鹽

介於0.015~16.51mg/l之間。

(7) 重金屬

儘量避免細顆粒海砂之借土區。採用絞刀吸管式挖泥船受砂土粒徑大小之影響，則依其配合作業方式而異，如以駁船輸運，則砂土沉降速率將影響駁運，若以管線輸運，則無上述之困擾。

8.4 挖泥深度

第一期工程所需 6.8 億立方公尺之挖方量，仍以 79 年報告書之借土區(詳圖 2-2) 為主要填方來源，其水深約介於 -25 ~ -50 公尺間，可挖土方及所佔面積依浚挖深度及航行距離之不同詳如圖 8-5 所示。

由該統計圖知，若航行距離以不超過 25 公里為原則，則第一期工程所需 6.8 億立方公尺之土方，其取砂深度 I 區需深達 -25 ~ -50 公尺之間再加上 II 區土方足所需，此點為選擇挖泥船時之重要指標，需審慎考量。(因若以挖泥深度為 -30 m 為挖泥船之選擇考量，則即使航行距離到達 50 公里遠，其挖泥量亦無法滿足第一期工程所需，因此，以航行距離 25 公里為作業循環時間之上限考量應屬最經濟之選擇，至於挖泥深度 -25 ~ -50 m 間之土方數量可藉改善挖泥船之抽砂設備改良之)。

8.5 抽砂區之範圍與距離

依前所界定抽砂區與回填區距離不超過 25 公里為原則，則距深水港預定港址 25 公里可供抽砂之地點如下：

1. 預定港址外海側水域

距深水港預定港址向外海延伸且距外廓堤防 500 公尺以下之區域，目前中油公司正興建 3 號及 4 號卸

以銅量最高， $0.0032 \sim 0.092 \text{ mg/l}$ 普通高過乙類海域水質標準，以二港口附近濃度較高。另鋅、汞、鉻含量除偶而偏高外，大部份均符合乙類海域水質標準。

(8) S S

介於 $1 \sim 243 \text{ mg/l}$ 之間，目前海域水體水質標準並未規定限值。

綜合以上各項分析，可知深水港址附近海域水質現況逐年劣化，夏季水質優於冬季，油脂及含銅量偏高。

12.1.2 海底底泥

海底底質之特性，對海洋工程設施安全之規劃、設計而言，為極重要的參考準據。抽砂區附近海岸現有高雄市建築廢棄物填海場，將廢棄物直接倒在海邊，再以推土機推入海中，由於其中含有許多泥及塵土，在推入海中後，容易受海流或波浪的動力作用而翻滾造成了漂砂的移動，並影響附近海域之底質組成，且由於底泥可能因攪動、擴散、溶解而影響水質狀況，本海域底泥測站如圖12-1。

底泥分析之結果列於表12.3中，其PH值分佈於7.69至8.27之間。其值大小分佈並無特別明顯之地理差別，其電導度及 Cl^- 含量以中油第三浮筒附近較小，而在第三浮筒管線鋪埋位置則較大些。 SO_4^{2-} 含量則為浮筒附近較大，而管線鋪埋位置稍小些。而由其中四站所測定之

鋅、銅、鉛及汞等重含量中，鋅之含量由93～125 $\mu\text{g/g}$ ，銅之含量為16.2～20.1 $\mu\text{g/g}$ ，鉛之含量由12.5～20.6 $\mu\text{g/g}$ ，汞之含量為0.31～0.55 $\mu\text{g/g}$ ，其中在B-1測站，即第三浮筒位置，其鋅、銅及汞之含量均偏高，但與一般河川沈積物中所含重金屬含量比較並不算偏高。

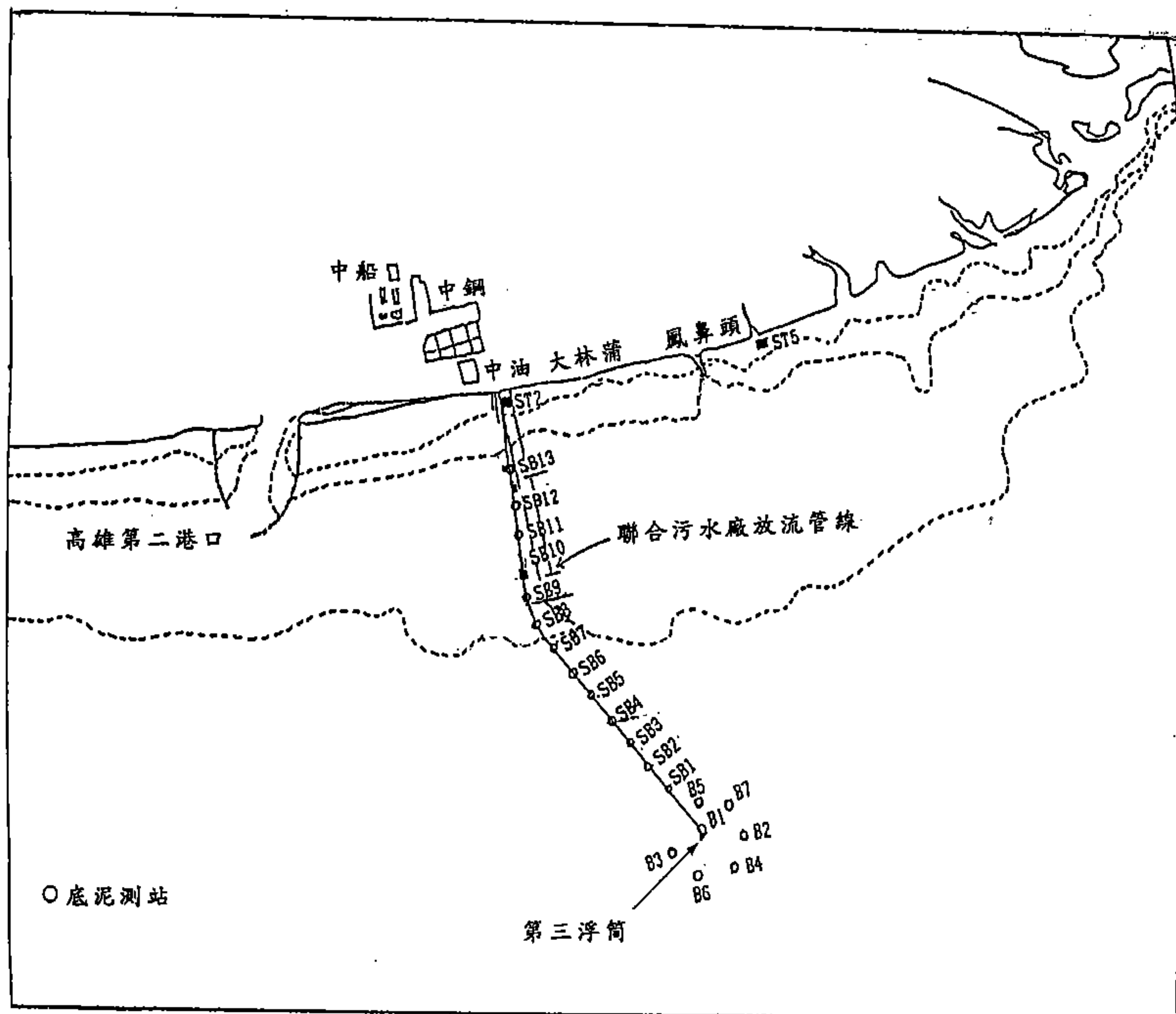
12.1.3 空氣品質

高雄市環境保護局在高雄市各個行政區共設立12個人工空氣品質監測站及五個自動測站，測定項目有落塵量、懸浮微粒、煤塵濃度、二氧化硫、氮氧化物、臭氧、一氧化碳、硫化氫等。根據歷年來定期採樣分析之資料統計顯示（如圖12-2），高雄市空氣品質由民國70年後有逐漸好轉之趨勢，不過以上結果乃就高雄市整體平均而言，且落塵量和碳氫化物最近有顯著惡化之趨勢。

表 12.3 深水港址附近海域底泥樣品分析結果

測 站	PH	電導度 ms/cm	SO = (%)	Cl ⁻ (%)	Zn (μg/g)	Pb (μg/g)	Cu (μg/g)	Hg (μg/g)
B-1	8.01	8.97	0.087	0.50	125	17.1	20.1	0.55
B-2	7.94	6.87	0.118	0.59				
B-3	7.93	6.91	0.080	0.46				
B-4	7.98	7.20	0.090	0.52				
B-5	7.99	5.62	0.072	0.48				
B-6	7.97	6.29	0.080	0.47				
B-7	7.93	6.39	0.092	0.48				
SB-1	7.94	7.12	0.069	0.46				
SB-2	7.86	7.02	0.088	0.46				
SB-3	8.11	5.40	0.076	0.37				
SB-4	8.01	9.57	0.061	0.45	99	20.6	16.5	0.46
SB-5	8.14	8.46	0.069	0.42				
SB-6	8.16	7.63	0.078	0.39				
SB-7	7.98	10.48	0.079	0.41	101	19.8	16.2	0.31
SB-8	7.73	9.74	0.070	0.47				
SB-9	8.27	7.87	0.035	0.46				
SB-10	7.96	9.36	0.097	0.53				
SB-11	7.93	9.84	0.064	0.51	93	12.5	17.2	0.38
SB-12	7.69	9.70	0.082	0.54				
SB-13	7.87	10.28	0.074	0.52				

資料來源：中華顧問工程司，78年12月。



資料來源：中華顧問工程司 78 年 12 月

圖 12-1 深水港附近海域底泥採樣位置圖

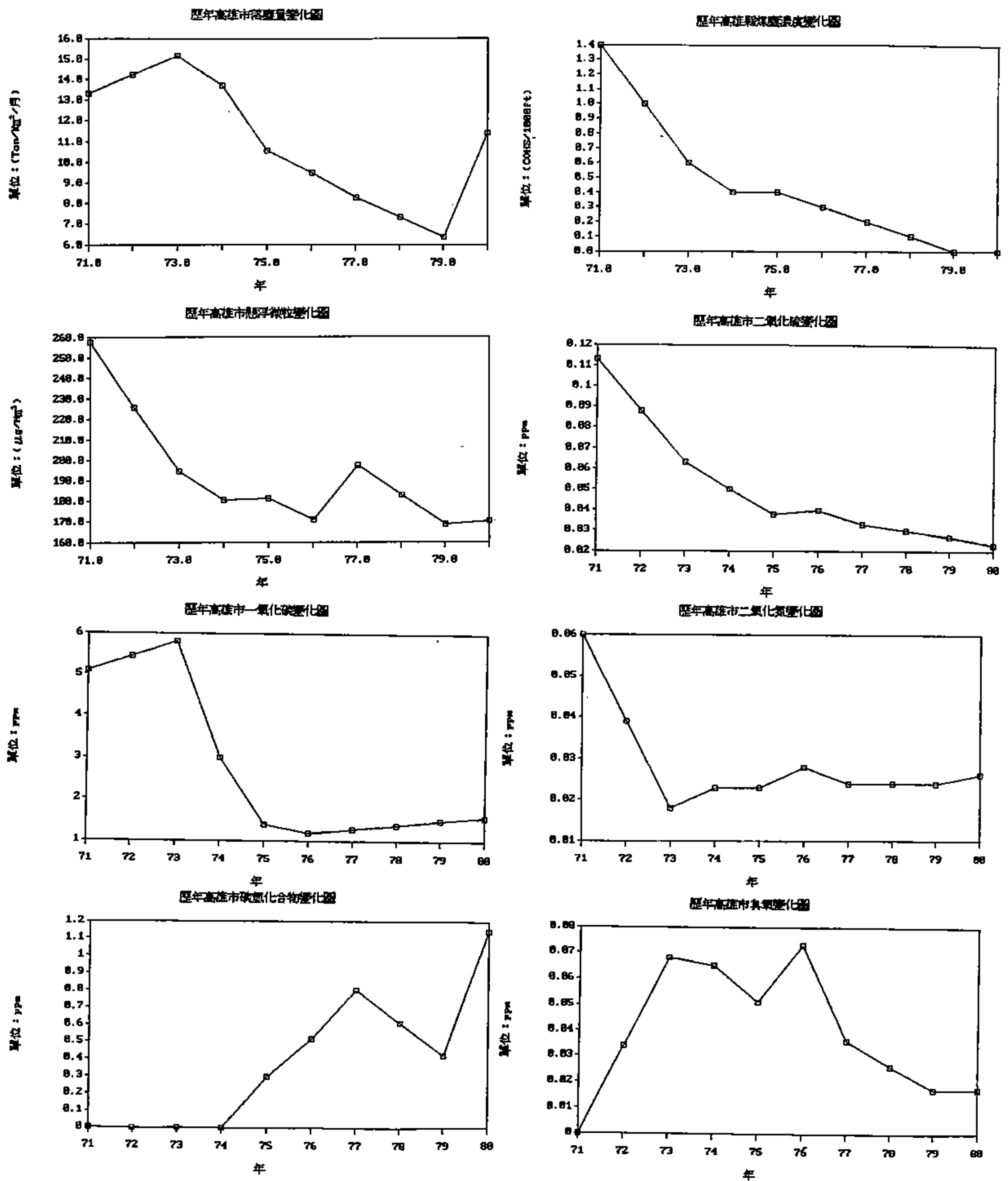


圖 12-2 高雄市歷年空氣品質變化圖

12.1.4 噪音、振動

依據環境噪音品質標準及民國74年4月25日公告之「高雄市噪音管制分類」高雄市管制區分類現況如表12.4及圖12-3，本區位於二港口之水域屬第四類噪音管制區，表12.5為大林蒲附近及高雄市地區背景噪音測定值。本研究地區位於大林蒲附近，依實測值均低於噪音管制標準。

表 12.4 環境噪音品質標準

一、一般地區

時 段 管 制 區	均 能 音 量 (Leq)			日 夜 音 量 (Leq)
	早、晚	日 間	夜 間	
第 一 類	45	50	40	50.5
第 二 類	55	60	50	60.5
第 三 類	60	65	55	65.5
第 四 類	70	75	65	75.5

二、路邊地區

時 段 管 制 區	均 能 音 量 (Leq)			日夜音量 (Leq)
	早、晚	日 間	夜 間	
第一類 (緊鄰二車道及二車道以上馬路)	50	55	45	55.5
第二類 (緊鄰二車道馬路)	60	65	55	65.5
第二類 (緊鄰二車道以上馬路)	65	70	60	70.5
第三類 (緊鄰二車道馬路)	65	70	60	70.5
第三類 (緊鄰二車道以上馬路)	70	75	65	75.5
第四類 (緊鄰二車道及二車道以馬路)	70	80	70	80.5

說 明：1. 時段區分

早：指上午五時至上午七時

晚：指晚上八時至晚上十時

日間：指上午七時至晚上八時

夜間：指晚上十時至翌日上午五時

2. 管制區分類

依據噪音管制法施行細則第七條之分類規定。

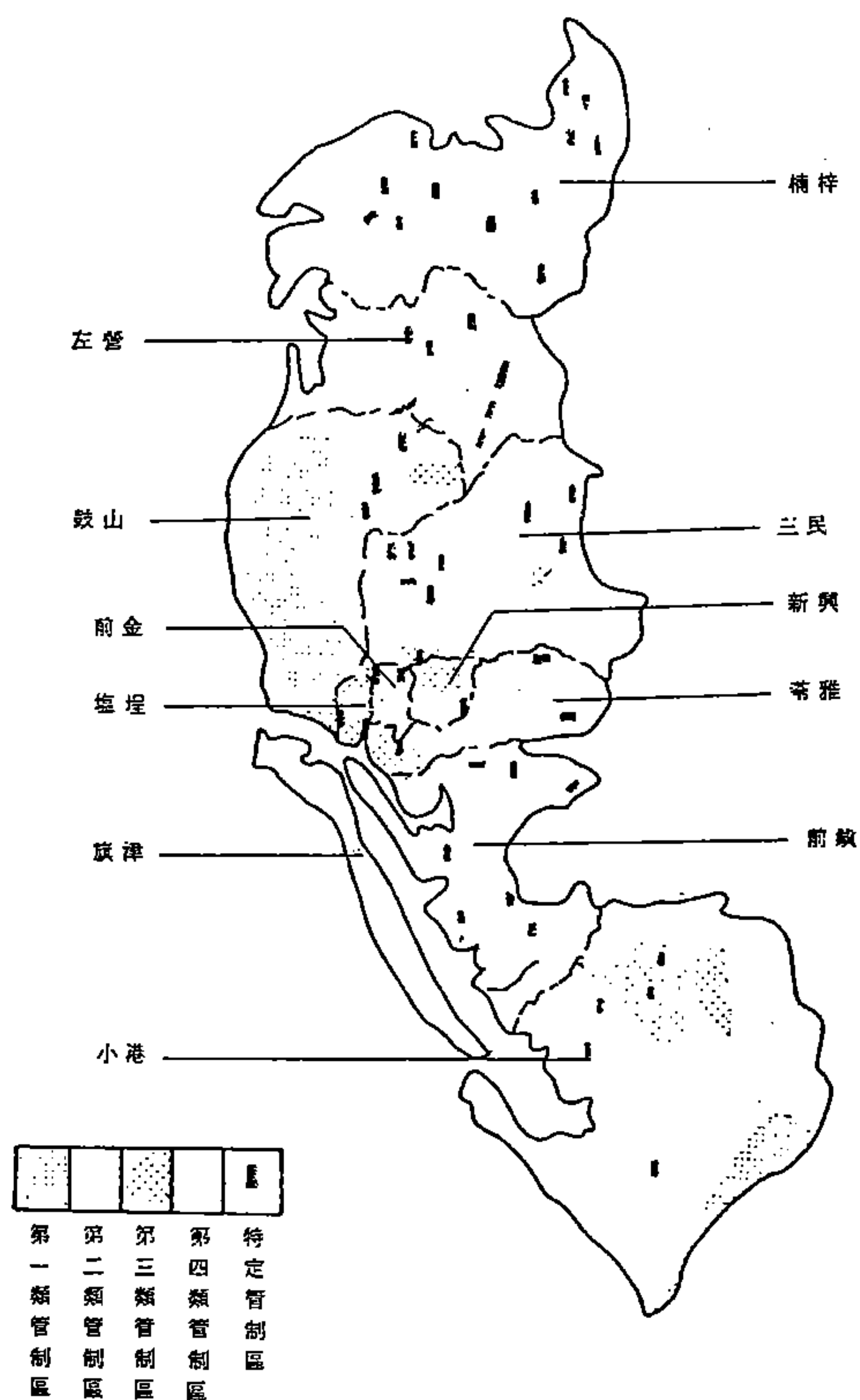


圖 12-3 高雄市噪音管制區簡圖

表 12.5 大高雄地區背景噪音測定值

單位：dB(A)

背 景 噪 音 測 定 點		早、晚	日 間	夜 間
大 林 蒲 附 近*	鳳北路及中林路交叉口	64.9	71.8	50.8
	大林蒲廢棄物處理場入口	59.3	66.9	56.5
	中油附近福林壇	64.8	71.0	61.5
	海汕路(海澄里附近)	66.6	66.6	63.8
	海汕路(海豐里附近)	64.0	66.8	58.1
高 雄 其 他 地 區 **	高雄市文化中心旁	62.8	64.9	57.1
	高雄市環保局二樓	65.1	68.8	64.9
	鼓山區內惟路531號3樓	58.2	66.7	59.3
	文化路78號之34樓	66.2	72.7	68.5
	三民區山東街5巷13號4樓	63.8	61.6	57.7
	苓雅區苓雅二路88號	68.2	71.9	67.2
	前鎮區自強二路66巷11號3樓	66.6	69.6	65.0
	新興區六合二路75號5樓	64.7	74.8	70.2
	鼓山三路台泥廠	78.4	77.6	77.8
	高雄加工出口區香港柚木廠	80.4	83.2	79.7

資料來源：* 中華顧問工程司

** 行政院環保署

12.1.5 海岸地形

深水港址附近海岸線呈東南走向，屬侵蝕性海岸，因高雄港第二港口之開闢，港內浚渫土方大量堆積於二港口南側之紅毛港海堤外圍，造成灘地大幅外展。此外，大林蒲鳳林國小附近，亦有一長約1,100公尺，寬約250公尺之人造灘地，再往東南則淺灘內移，可看出海岸受波浪侵蝕情形。由於海岸為東南走向，不受冬季東北季風影響，但易於受夏季西南氣流及颱風之侵襲。

本抽砂海域位於高屏溪、東港溪、林邊溪等三河流河口匯流處附近，圖 12—4 示三河流之含砂量測站，表 12.6 示三河流年總輸砂量，總計三溪之年輸砂量為 42,148 千噸，可供本抽砂區供給之砂源。

表 12.6 河川輸砂量統計

河川名稱	類別	流域面積 Km ²	懸移質輸 沙量(百 萬公噸)	推移質輸 沙量(百 萬公噸)	總輸沙量 (百萬公 噸)	單位面積 輸沙量 公噸/Km ²	平均年沖 蝕深度 (公厘)
高屏溪	主要	3256.85	33.500	5.025	38.525	11829	7.886
東港溪	次要	472.20	1.550	0.233	1.783	3776	2.517
林邊溪	主要	343.97	1.600	0.240	1.840	5349	3.566

資料來源：經濟部水資源委員會

12.1.6 遊憩環境

深水港抽砂回填工程施工期間所造成之濁泥與水質污染可能影響附近海岸之遊憩活動，而完工後營運期間之垃圾與污水等亦可能影響沿岸海域活動以及水質之潔淨，使遊憩者之興趣大減。深水港址附近之海岸遊憩場所（如圖 12—5 所示）自北而南如下所列：

- ① 彌陀海濱遊樂園
- ② 西子灣海水浴場
- ③ 旗津海水浴場
- ④ 海濱遊樂園
- ⑤ 青州遊樂區
- ⑥ 海鷗遊樂園
- ⑦ 小琉球
- ⑧ 海口沙漠

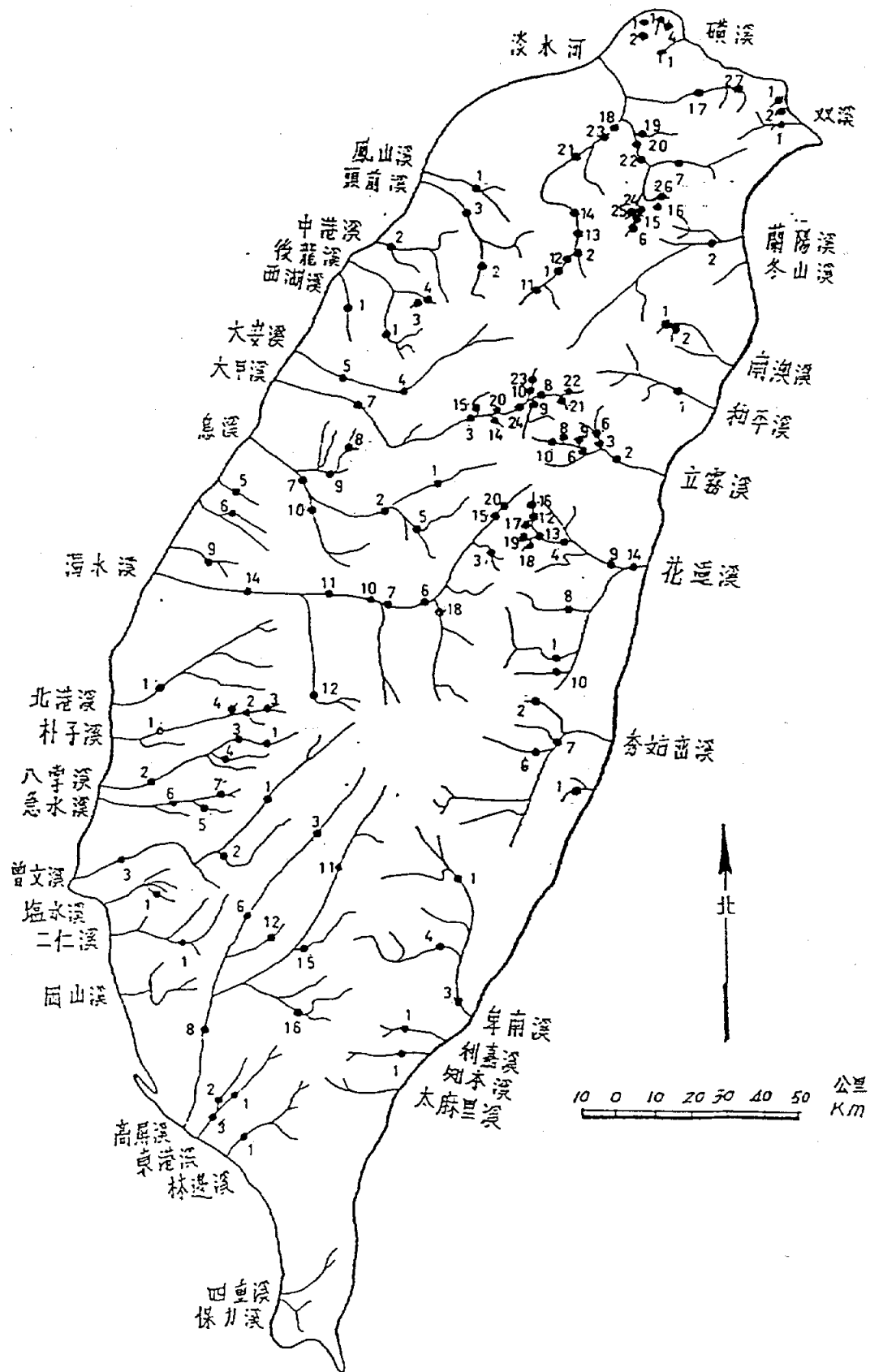


圖 12-4 臺灣地區現有含砂量測站位置圖

其中以旗津海水浴場、海濱遊樂區、青州遊樂區、海鷗遊樂園及小琉球距離深水港施工區最近，於施工期間所受影響程度較大。實際影響範圍與程度，視海流速度與污染防治措施之執行而定。

茲將這些受影響較大之海岸遊憩場所概述如下

1. 旗津海水浴場、海濱遊樂區：

此二海岸遊憩場所皆屬於旗津風景區之一部份，旗津半島位於高雄港西側，為一海外沙洲，南北長11.3公里，寬約200公尺，島上除前述二場所外尚有天后宮、旗後山、旗津燈塔、廿五淑女墓與紅樹林等觀光遊覽區，而人力三輪車更是本地人文景觀的一大特色。旗津海水浴場擁有細軟的沙質海灘，溽暑時期，遊客如蟻隊般湧到，即使在秋冬時期，浴場雖不開放，仍吸引不少遊人去享受日光浴。自銜接高雄前鎮區與旗津區兩地的過港隧道通車後，宏偉的海底隧道景觀即成為旗津重要的旅遊據點，亦使附近之廿五淑女墓、紅樹林與海濱遊樂區等成為重要觀光遊覽區。

2. 青州遊樂園：

為屏東縣東港鎮郊近海的大鵬灣及夏威夷海灘規劃而成，不但可游泳、釣魚、玩風浪板，還可烤肉、野餐、露營，是值得一遊之海岸遊憩場所，此外東港東隆宮王船祭、物美價廉的海鮮及蝦皮特產，亦名聞遐邇。

3. 海鷗遊樂區：

位在台灣南端的枋寮鄉西濱，由於區內有號稱全省第一的大片木麻黃林，在南台灣暖日和風的拂照下，長得整齊茂密，因此也擁有一個美麗的別名——維也納森林。除了森林外，還有一片長長的柔細沙灘，南部氣溫較高，春天就能下海弄潮，一直到初冬，跳進海裡仍不覺寒意。不玩水的人可相偕漫步海灘，欣賞碧濤藍天，若向西方望去，隔海的小琉球時隱時現，有如海上仙山。區內另有烤肉架、涼亭划船等設施，供遊客自由使用，而林下平坦的細砂更是露營佳地。

4. 小琉球：

隸屬於琉球鄉，是台灣附近14個屬島中唯一的珊瑚礁島嶼。整個島嶼北寬南狹，周圍12公里，面積6.8平方公里，早在清代就以「琉球曉霞」列為南台灣八景之一。小琉球的風光均由島上的環島公路串連成一線，北線多珊瑚礁地形、斷崖、銀合歡景觀，南線則以礫石、沙灘、瓊麻為主。著名的風景據點有北線環島公路上的花瓶岩、美人洞、山豬溝及烏鬼洞，南線環島公路上的倩女台、龍蝦洞；此外內陸公路沿線的風景以廟宇為主，有三隆宮及碧雲寺。此處除適宜戲水、垂釣、游泳、看海外，還可搭水晶船觀賞奇妙的海底世界奇觀，不愧有「海上樂園」之稱。

12.1.7 海域生態

海洋中的生物在整個海域中，並非是單獨存在，而是每種生物均有很微妙的互相依存的關係，由這種關係海域中的生物就構成一種很複雜的社會關係，此稱為生物群集(biological community)。這種生物群集，若是探討其食物間的依存關係時，則形成一種食物鏈關係，而若在食物鏈關係中，再加入生物數量的變數關係時，則形成食物塔關係。在此關係中，浮游植物及藻類是屬於最低階層，故一般稱基礎生物，若再更仔細追究其食性的微細構造，則事實上應是為一種食物網關連，所以海域中的生物，在各種類間均息息相關，因此當研究海域生態時，就必須對各生物種類加以調查。

海洋工程的施工，常有濁泥的產生，亦即海中懸浮物質的大量增加，此種現象常易對附近海域的海洋生物產生不利影響，這些影響有可能是濁泥等懸浮物質，阻擋光線的穿透能力，或是過多的懸浮物質阻塞海洋生物的鰓絲，妨礙正常的呼吸功能，也有可能是干擾了海洋生物的幼生發育能力，或底棲性附著生物幼生的附著等，而海水中大量濁泥的存在，最主要的影響，是阻礙水中光線之穿透能力，以及因懸浮物質的吸附作用，而減少水中的營養鹽。故對植物性浮游生物而言，高濃度的濁泥，將導致光合作用無法進行，而營養鹽的普遍缺乏，更加抑制了植物性浮游生物的生長和數量的增加，浮游生物及固著性底棲生物也直接受到影響。

海域工程的施工，是否會影響到當地及附近海域環境中生物的生存是值得注意並須加以了解的課題。

海域生態部份，共分成爲海域植物及海域動物二大項。海域植物包括有附著性藻類或大型藻類及浮游藻類；而海域動物包括有浮游動物、游泳動物、底棲生物及經濟魚、貝種類等。

1. 海域植物

本海域曾在民國77年9、11月及78年元月、4月作過植物性浮游生物調查（中油公司大林蒲浮筒擴建工程）而得下列結論：

(1) 植物性浮游生物之變化

就時間而言，植物性浮游生物分佈密度的差異並不大。就水平而言，植物性浮游生物分佈密度在北方海域靠高雄港第二港口附近，似比南方海域（鳳鼻頭附近）爲少。

從離岸距離遠近觀之，近岸處水域含植物性浮游生物密度，比遠岸處爲多。就垂直分佈而言，表層水域比中、下層水體所含之密度大。

(2) 植物性浮游組織之變化

本海域植物性浮游生物主要由矽藻類 (Diatoms)、矽質鞭毛藻類 (Silicoflagellates) 和鞭毛類 (Dinflagellates) 其中又以矽藻類爲主，這與本省其他沿岸海域之植物性浮游生物的組織相同。

植物性浮游生物在本海域之水體中，其密度及其種類之組成變化，因時間及地點之不同而有不同。時間及地點的不同，意指水體的物理性及化學性會有所不同。水體的物理性(如水溫、透光性)和水體的化學性(如酸鹼值、營養鹽及其他生長所需物質等)，均能影響這些藻類繁衍生長。又因植物性浮游生物本身的世代週期(Generation Time)非常短，任何突發性或持久性之環境因子變化，都會影響到水體內該種生物量及種類之相對變化。

2. 海域動物

(1) 浮游動物

深水港址附近海域動物性浮游生物分析結果說明本海域之動物性浮游生物種類多達十餘種(表12.7)，其樣本中之主要優勢種類為節肢動物門甲殼綱之橈腳類(Copepoda)，而枝角類Cladocera中之Evadne數量亦相當多，其它如鞭毛類、水母、矢蟲、枝角類、翼足類、尾虫、桶蟲等，數量也不少。大致而言，均呈現由北往南遞增之現象。各種生物所產的卵在整個海域之分佈甚為均勻，且數量很多，底棲生物如棘皮動物、蝦、蟹類的幼蟲也發現甚多，稚魚亦有少量。由整年個體量之分佈情況來看，可發現中油浮筒外海附近呈不穩定狀態，沿岸及亞潮帶海域之海洋生物繁殖較外海為多，顯示沿岸區為底棲性生物之產卵、哺育區。以整年之分佈情況來看，除秋季時份量較少且不穩定外，其它時間之動物性浮游生物個體不論區域分佈或季節變化均相當地穩定且均勻。

表 12.7 深水港址附近海域動物性浮游生物種類
及最大分佈密度

種 類	最 大 分 佈 密 度 (個體數/千立方公尺)
Phylum Protozoa	
Foraminifera	39,823
Flagellate	30,664
Dinoflagellata	54,026
Phylum Coelenterata	
Medusa	41,886
Phylum Annelida	
Polychaeta	23,037
Phylum Chaetognatha	
Sagittidae	146,769
Phylum Arthropoda	
Copepoda	5,560,313
Zoea	84,677
Megalop	1,000
Mysis	573,101
Podon	459,483
Evadne	15,806
Amphipoda	8,164
Phylum Mollusca	
Heteropoda	9,025
Pteropoda	16,354
Cavoliniidae	980,123
Limaciniidae	125,114
Phylum Protochordata	
Oikopleuridae	625,536
Doliolidae	8,177
Fish Larva	6,736
The other crustaceans	6,283
Larva of Echinodermata	2,094
Egg	3,422,667

(中華顧問，民國78年)

(2) 底棲生物

① 沿岸潮間帶

- a. 貯煤廠邊：底質為沉泥質細砂，亦有許多廢棄的養蚵竹架設置，沙泥底質呈黑褐色，有玉黍螺之發現。
- b. 大林蒲潮間帶：底質為沉泥質細砂，散佈許多破碎防坡堤水泥塊，少量的粗砂沉積其中，除了綠藻生長外，無其他生物發現。
- c. 鳳林國小外之海岸：為粗礫砂地，砂地底皆為礫石，有大量垃圾沖積在海岸上，除一些死去的破碎貝類，無其他生物發現。
- d. 鳳鼻頭左側海岸：底質為細砂，有許多繁殖池用以抽取海水之水管，及廢棄的養蚵竹架，此站之生物相極為豐富，種類及數量均多，尤以鳳鼻頭為珊瑚礁多岩洞，有許多蟹 (*Leptodius exaratus*)、滕壺、玉黍螺、石，紅藻、海葵等。
- e. 林園鄉中門社區堤防下：底質亦為細砂，多為垃圾及死貝沖積上岸，堤防右側為岩礁石，可發現數量極多的海蟑螂、玉黍螺、笠螺等。

本區域之生物分佈因底質之不同而有

極大差異，且發現底棲性動物之生物相頗豐富，大多以軟體動物之螺類、節肢動物之海蟑螂及滕壺為主。

②亞潮帶

本海域生物相不少，有彩虹帽螺 (*Umbonium Vestitum*)、甲殼類、腔腸動物、軟體動物、多毛類、袋形動物、紐形動物、原索動物及魚類等生物，其中以軟體動物在亞潮帶有大量出現，特別是二枚貝之台小鹿子簾蛤之數量較多，呈現優勢種之現象。

(3)游泳動物

①魚類調查

魏兆歆等民國77年於旗津海域利用沿岸流刺網船舫作業捕獲魚類生物共計57種(如表12.8)。

在九個月次被重覆漁獲者有1種，在七個月次重覆漁獲者有1種，在六個月次被重覆漁獲者5種，在五個月次被漁獲者2種，在四個月次被重覆漁獲者6種，在三個月次被重覆漁獲者有4種，在兩個月次被重覆漁獲者有9種，而其餘之26種都是在某一月次偶而漁獲而已，由此可見大多數之魚種多係洄游至本海域而已，並未在本海域棲息或長期停留。

漁獲除硬骨魚類較多外，至於其他如甲殼類、節肢動物等皆有所獲，漁民每一航次之漁獲量僅約5公斤左右，實仍入不敷出作業成本，依據當地漁民所言，本海域之魚類族群已呈顯著減少現象。

表 12.8 旗津海域捕獲之魚類生物

編號	魚 名	學 名	俗 名	漁 獲 月 份	(尾)
1	竹針魚	<i>Sphyræna jeiljo</i>	梭仔	12.6.7.8.9.10	29
2	夏威夷海魷	<i>Elops hawaiiensis</i>	刺標	12.3.6.7	21
3	高冠馬加鰨	<i>Savara keeana</i>	廣腹	12.1.7.11	18
4	長鰻魚	<i>Saurida elongata</i>	狗母	12.2.4.10	13
5	沙撈越	<i>Sillago sihama</i>	沙撈越仔、沙撈	12.3.4.6.8.9.10.11.12	103
6	花身雞魚	<i>Therapon jarbua</i>	花身	12.4.5.8.10.11.12	68
7	白帶	<i>Trichiurus lepturus</i>	白魚	12.2.7.12	19
8	吉利透	<i>Decapterus kiliche</i>		12	7
9	大眼鰻	<i>Leiognathus herbis</i>		12	15
10	曳絲鰻魚	<i>Gerres filamentosus</i>		12.4.5.9.11	58
11	烏鰻	<i>Formio niger</i>	黑鰻	1.2	13
12	眼鰻魚	<i>Mene maculata</i>	皮刀	1	16
13	巴鰻	<i>Euthynnus affinis</i>	煙仔魚	1	2
14	托爾逆鰻	<i>Scomberoides tol</i>		1.4.5.10.11.12	25
15	寒鰻	<i>Choerodon azurio</i>	紅新娘	2.4.5	12
16	扁甲鰻	<i>Megalaspis cordyla</i>	蝨甲	2.12	9
17	黑屋鰻	<i>Scatophagus argus</i>	變身苦	3.5	7
18	臭都	<i>Siganus fuscescens</i>	臭肚	3	2
19	海鰻	<i>Rachycentron canadum</i>	海鰻魚	3	2
20	大眼海鰻	<i>Megalops cyprinoides</i>	海鰻	3	1
21	黃斑石鰻	<i>Plectorhynchus flavomaculatus</i>		3	5
22	高眼絲鰻斑鰻	<i>Cirrhitus pinnulatus</i>		3	1
23	圓鰻	<i>Decapterus maruadsi</i>	廣仔、四破	3	24
24	藍母砂釘	<i>Amblyasler siru</i>		3	2
25	尖頭黃姑魚	<i>Mibea acuta</i>		3.6.7.10.11	37
26	頭帶鰻	<i>Leiognathus blochii</i>		3.4.10	23
27	台灣鰻	<i>Leiognathus splendens</i>		4.5.8.9.11.12	48
28	長吻仰口鰻	<i>Secutor insidiator</i>		4.5.11.12	51
29	網鰻	<i>Decapterus maruadsi</i>	網鰻	4.8.9.12	26
30	薄鰻	<i>Caranx leptolepis</i>		4.10.11	4
31	青花魚	<i>Herklotsichthys zunasi</i>		4	24
32	圓花鰻	<i>Auxis rochei</i>	煙管仔	5	3
33	黑尾砂釘	<i>Sardinella melanura</i>		5.6.8.9.11.12	31
34	五絲馬	<i>Polydathus plebeius</i>	午仔	6.7.11.12	16
35	六帶鰻	<i>Caranx sexfasciatus</i>		6	5
36	絲斑雞魚	<i>Pomadasys maculatus</i>		6.11	4
37	小鰻	<i>Liza parva</i>		6.8.11	6
38	海鰻	<i>Plotosus lineatus</i>		6	3
39	銀鰻水滑	<i>Clupenodon thrissa</i>		6.10	8
40	白腹砂釘	<i>Sardinella albella</i>		6	11
41	紅帶笛鰻	<i>Lutjanus rufolineatus</i>		7	3
42	四帶雞魚	<i>Pomadasys quadrilineatus</i>		7	3
43	劍角新對蝦	<i>Metapenseus ensis</i>	沙蝦	8.10	19
44	斑節蝦	<i>Penaeus canaliculatus</i>		8.10	3
45	尾斑天竺鯛	<i>Apogon thermalis</i>		8.9	9
46	點帶石斑	<i>Epinephelus akaara</i>		8	1
47	耳帶鰻魚	<i>Chaetodon auripes</i>		9	5
48	三斑蟹	<i>Portunus sanguinolentus</i>	三點	10	10
49	圓頭金線魚	<i>Hemipterus metopias</i>	金線	10.12	2
50	四線馬	<i>Eleutheronema tetradactylum</i>	午仔	11	3
51	圓頭叫姑魚	<i>Johnius amblycephalus</i>		11	1
52	高身寶刀魚	<i>Chirocentrus hypselosoma</i>		11	1
53	馬氏鞋底魚	<i>Cynoglossus gracilis</i>	藍舌	11	2
54	無絲鰻	<i>Caranx dinema</i>	瓜仔	11	3
55	狗鰻鰻	<i>Leiognathus equula</i>		11	1
56	大鰻牛尾魚	<i>Onigocia macrolepis</i>	牛尾	11	1
57	四線秋姑	<i>Upeneus quadrilineatus</i>	秋姑	12	1

② 漁業調查

a. 漁業生產結構

高雄市依民國60年至78年等十九年來漁業產量統計資料如表12.9所示，近十九年來總生產量由103,451.7公噸增至524,234.0公噸，由生產指數來看，增加了5.07倍，以遠洋漁業最多為7.09倍。近海漁業從民國69年至78年十年來產量有減少趨勢。沿海漁業與養殖漁業所佔比例則甚微。十九年來，高雄市漁業之成長率如表

12.10所示，總產量之平均成長率為10.38%，遠洋漁業為12.66%，近海漁業為3.97%，沿海漁業為2.13%，養殖漁業為2.30%。

b. 漁業勞動力

高雄市從民國60年至78年之漁戶數統計如表12.11所示，由表中可看出漁戶數從民國60年逐漸增加至73年後於74年有明顯下降，75年至78年又逐漸回升。從事遠洋漁業與近海漁業之漁戶數為最多，近年來沿海漁業漁戶數有減少趨勢，民國78年又稍增。以漁戶數來看，高雄市之漁業以遠洋漁業與近海漁業為主。漁民數統計如表12.12所示，截至民國78年為止，高雄市漁民人數85,618中，以從事遠洋漁業之41,973人與近海漁業之36,375人為主，從事養殖漁業的漁民人數有穩定成長之趨勢。高雄市從民國68年至78年漁業從業人數如表12.13所示，皆以從事遠洋漁業為最多，接著為近海漁業；近年來，從事養殖漁業之從業人員多於從事沿海漁業人員。

表 12.9 高雄市地區之漁業產量與產量結構

單位：公噸

年別	合 計	遠洋漁業	近海漁業	沿海漁業	養殖漁業
60	103,451.7 (100)	69,142.6 (66.84)	31,314.8 (30.27)	976.5 (0.94)	2,017.8 (1.95)
61	123,004.5 (100)	91,353.4 (74.27)	29,384.7 (23.89)	853.5 (0.69)	1,412.9 (1.15)
62	152,583.8 (100)	121,813.8 (79.83)	28,698.5 (18.81)	763.8 (0.50)	1,307.7 (0.86)
63	148,180.1 (100)	111,732.3 (75.40)	34,554.9 (23.32)	736.6 (0.50)	1,156.3 (0.78)
64	199,034.0 (100)	145,294.3 (73.00)	51,648.5 (25.95)	866.9 (0.44)	1,224.3 (0.62)
65	213,075.6 (100)	154,097.4 (72.32)	57,003.3 (26.75)	697.6 (0.33)	1,277.0 (0.60)
66	178,894.5 (100)	142,640.7 (79.73)	34,177.4 (19.10)	804.1 (0.45)	1,272.3 (0.71)
67	176,466.2 (100)	149,872.7 (84.93)	24,201.5 (13.71)	934.8 (0.53)	1,457.2 (0.83)
68	201,064.7 (100)	162,307.4 (80.72)	36,055.8 (17.93)	1,121.6 (0.56)	1,579.9 (0.79)
69	219,460.2 (100)	157,275.7 (71.66)	59,488.6 (27.11)	1,267.1 (0.58)	1,428.8 (0.65)
70	228,078.3 (100)	178,740.5 (78.37)	46,744.4 (20.49)	1,508.2 (0.66)	1,085.2 (0.48)
71	231,352.4 (100)	170,258.6 (73.59)	57,690.0 (24.94)	1,975.4 (0.85)	1,428.4 (0.62)
72	220,470.4 (100)	166,703.2 (75.61)	49,760.9 (22.57)	2,195.5 (1.00)	1,810.8 (0.82)
73	262,060.0 (100)	208,247.2 (79.47)	50,598.5 (19.31)	1,588.6 (0.61)	1,625.7 (0.62)
74	281,903.0 (100)	244,806.2 (86.84)	32,854.6 (11.65)	1,753.7 (0.62)	2,438.5 (0.88)
75	281,207.6 (100)	246,283.9 (87.58)	31,314.8 (11.14)	1,776.1 (0.63)	1,832.8 (0.65)
76	342,769.0 (100)	315,146.0 (91.94)	24,333.0 (7.10)	1,355.0 (0.40)	1,935.0 (0.56)
77	502,173.4 (100)	475,158.4 (94.62)	23,484.7 (4.68)	1,482.4 (0.30)	2,047.9 (0.41)
78	524,234.0 (100)	490,344.0 (93.54)	30,680.0 (5.85)	1,061.0 (0.20)	2,149.0 (0.41)
指數	506.74	709.18	97.97	108.65	106.50

註：() 內數字表示所佔百分比 (%)
資料來源：根據高雄市漁管處資料編製

表 12.10 高雄市地區漁業產量之成長率

單位：%

年別	合計	遠洋漁業	近海漁業	沿海漁業	養殖漁業
60	—	—	—	—	—
61	18.90	32.12	-6.16	-12.60	-29.98
62	24.05	33.34	-2.34	-10.51	-7.45
63	-2.89	-8.28	20.41	-3.56	-11.58
64	34.32	30.04	49.47	17.69	5.88
65	7.05	6.06	10.37	-19.53	4.30
66	-16.04	-7.43	-40.04	15.27	-0.37
67	-1.36	5.07	-29.19	16.25	14.53
68	13.94	8.30	48.98	19.98	8.42
69	9.15	-3.10	64.99	12.97	-9.56
70	3.93	13.65	-21.42	19.03	-24.05
71	1.44	-4.75	23.42	30.98	31.63
72	-4.70	-2.09	-13.74	11.14	26.77
73	18.86	24.92	1.68	-27.64	-10.22
74	7.57	17.56	-35.07	10.39	53.07
75	-0.25	0.60	-4.69	1.28	-26.35
76	21.89	27.96	-22.30	-23.71	5.58
77	46.50	50.77	-3.49	9.40	5.83
78	4.39	3.20	30.64	-28.43	4.94
平均	10.38	12.66	3.97	2.13	2.30

資料來源：根據高雄市漁管處資料編製

表 12.11 高雄市漁戶數統計

單位：戶

年別	合計	遠洋漁業	近海漁業	沿海漁業	養殖漁業
60	6,525 (100)	179 (2.74)
61	6,902 (100)	3,712 (53.78)	2,490 (36.08)	514 (7.45)	186 (2.69)
62	9,866 (100)	7,700 (78.05)	1,583 (16.05)	428 (4.34)	155 (1.57)
63	8,932 (100)	5,041 (56.44)	2,719 (30.44)	929 (10.40)	243 (2.72)
64	8,782 (100)	3,426 (39.01)	2,998 (34.14)	2,106 (23.98)	252 (2.87)
65	9,128 (100)	3,562 (39.02)	3,117 (34.15)	2,228 (24.41)	221 (2.42)
66	9,088 (100)	3,479 (38.28)	3,108 (34.20)	2,231 (24.55)	270 (2.97)
67	8,795 (100)	3,328 (37.84)	3,018 (34.31)	2,180 (24.79)	269 (3.06)
68	14,132 (100)	6,068 (42.94)	6,745 (47.73)	987 (6.98)	332 (2.35)
69	17,219 (100)	7,318 (42.50)	8,542 (49.61)	1,033 (6.00)	326 (1.89)
70	17,626 (100)	7,501 (42.56)	8,756 (49.68)	1,059 (6.01)	310 (1.76)
71	18,111 (100)	8,483 (46.84)	8,318 (45.93)	1,006 (5.55)	304 (1.68)
72	19,591 (100)	9,190 (46.91)	8,979 (45.83)	1,087 (5.55)	335 (1.71)
73	19,839 (100)	10,807 (54.47)	7,734 (38.98)	561 (2.83)	737 (3.71)
74	13,880 (100)	7,791 (56.13)	5,259 (37.89)	312 (2.25)	518 (3.73)
75	14,090 (100)	7,045 (50.00)	6,116 (43.41)	267 (1.89)	662 (4.70)
76	14,158 (100)	7,310 (51.63)	5,942 (41.97)	268 (1.89)	638 (4.51)
77	19,395 (100)	8,989 (46.35)	9,240 (47.64)	288 (1.48)	878 (4.53)
78	20,670 (100)	8,751 (42.34)	10,080 (48.77)	619 (2.99)	1,220 (5.90)

註：() 內數字表示所佔百分比 (%)
資料來源：根據高雄市建設局資料編製

表 12.12 高雄市漁民數統計

單位：人

年別	合 計	遠洋漁業	近海漁業	沿海漁業	養殖漁業
60	28,056 (100)	770 (2.74)
61	31,059 (100)	16,704 (53.78)	11,205 (36.08)	2,313 (7.45)	837 (2.69)
62	43,476 (100)	33,408 (76.84)	7,470 (17.18)	1,928 (4.43)	670 (1.54)
63	44,660 (100)	25,205 (56.44)	13,595 (30.44)	4,645 (10.40)	1,215 (2.72)
64	45,251 (100)	22,887 (50.58)	14,383 (31.78)	6,721 (14.85)	1,260 (2.78)
65	45,649 (100)	17,810 (39.02)	15,589 (34.15)	11,145 (24.41)	1,105 (2.42)
66	45,837 (100)	17,834 (38.91)	15,487 (33.79)	11,161 (24.35)	1,355 (2.96)
67	45,996 (100)	18,640 (40.53)	15,090 (32.81)	10,921 (23.74)	1,345 (2.92)
68	54,448 (100)	23,400 (42.98)	21,390 (39.29)	8,421 (15.47)	1,237 (2.27)
69	58,565 (100)	26,409 (45.09)	25,401 (43.37)	5,631 (9.61)	1,124 (1.92)
70	58,922 (100)	25,097 (42.59)	29,212 (49.58)	3,561 (6.04)	1,052 (1.79)
71	61,734 (100)	28,915 (46.84)	28,353 (45.93)	3,429 (5.55)	1,037 (1.68)
72	56,777 (100)	31,277 (55.09)	20,669 (36.40)	3,709 (6.53)	1,122 (1.98)
73	65,140 (100)	34,582 (53.09)	25,951 (39.84)	1,887 (2.90)	2,720 (4.18)
74	58,099 (100)	31,780 (54.70)	22,530 (38.78)	1,224 (2.11)	2,565 (4.41)
75	59,069 (100)	27,993 (47.39)	26,773 (45.32)	1,014 (1.72)	3,289 (5.57)
76	59,386 (100)	29,208 (49.18)	25,907 (43.62)	1,134 (1.91)	3,137 (5.28)
77	85,559 (100)	44,945 (52.53)	35,114 (41.04)	1,200 (1.40)	4,300 (5.03)
78	85,618 (100)	41,973 (49.02)	36,375 (42.49)	1,688 (1.97)	5,582 (6.52)

註：() 內數字表示所佔百分比 (%)
資料來源：根據高雄市建設局資料編製

表 12.13 高雄市漁業從業人員統計表

年 別	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
總 計											
兼 業	7,696	7,404	7,098	7,001	7,205	8,397	1,665	787	1,742	1,916	1,097
專 業	48,605	51,111	48,668	50,013	51,458	53,491	104,846	118,941	47,548	51,763	53,738
合 計	56,301	58,515	55,766	57,014	58,663	61,888	106,511	119,728	49,290	53,679	54,835
比 例	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
遠 洋											
兼 業	4,720	4,893	4,650	4,521	4,651	7,075	777	371	0	1,432	643
專 業	26,839	27,759	26,437	27,377	28,168	40,902	88,896	100,508	28,908	27,135	28,851
合 計	31,559	32,652	31,087	31,898	32,819	47,977	89,673	100,879	28,908	28,567	29,494
比 例	56.1%	55.8%	55.7%	55.9%	55.9%	77.5%	84.2%	84.3%	58.6%	53.2%	53.8%
近 海											
兼 業	2,140	1,772	1,687	1,718	1,768	1,415	134	254	288	317	193
專 業	19,826	21,421	20,344	20,722	21,321	10,371	14,507	16,947	17,736	22,197	22,466
合 計	21,966	23,193	22,031	22,440	23,089	11,786	14,641	17,201	18,024	22,514	22,659
比 例	39.0%	39.6%	39.5%	39.4%	39.4%	19.0%	13.7%	14.4%	36.6%	41.9%	41.3%
沿 海											
兼 業	441	424	404	412	426	262	527	23	24	26	12
專 業	1,517	1,560	1,486	1,505	1,696	1,564	787	510	700	769	1,149
合 計	1,958	1,984	1,890	1,917	2,122	1,826	1,314	533	724	795	1,161
比 例	3.5%	3.4%	3.4%	3.4%	3.6%	3.0%	1.2%	0.4%	1.5%	1.5%	2.1%
養 殖											
兼 業	395	325	357	350	360	92	227	139	128	141	249
專 業	423	421	401	409	420	780	656	976	1,506	1,662	1,272
合 計	818	746	758	759	780	872	883	1,115	1,634	1,803	1,521
比 例	1.5%	1.3%	1.4%	1.3%	1.3%	1.4%	0.8%	0.9%	3.3%	3.4%	2.8%

資料來源：根據高雄市漁管處資料編製

③經濟種類

本海域之魚類生物共計有57種之多，可謂魚種類豐富，但是其漁獲量皆很少，漁獲頻度較高有九種魚類（詳如表12.14所示）。

依據海底底質探測及採樣之結果顯示，本海域之底質多為泥沙質，且海底平坦，無可供魚類棲息之處，極不利底棲魚類之生長，然因地處後勁溪、高屏溪、東港溪等諸河口匯流處附近，造成低鹽度之海域，雖然潮汐漲落，擾動河口及海底之營養鹽使達表面水層，形成浮游生物的有利生長環境，且外海因位於台灣海峽南段，為黑潮支流流經之處，更為各種季節性洄游魚類群集洄游必經之路，但因底棲環境不佳，無法吸引魚類在本海域停留棲息。

表 12.14 深水港址附近海域主要魚類生物採集調查表

項 次	1	2	3	4	5	6	7	8	9
編 號	1	4	5	6	10	14	21	27	33
魚 類 名 稱	竹針魚	長蜥魚	沙 俊	花身雞魚	克餘鑽嘴魚	托爾逆鈎滸	尖頭黃姑	台灣幅	黑尾砂釘
漁獲月次數	6	5	9	7	6	6	5	6	6
標 本 數	29	13	103	60	58	25	37	48	31
最大體長(cm)	47.0	37.0	22.8	16.3	13.7	23.3	20.9	15.0	21.2
最大體重(g)	43.6	395.0	100.0	73.0	36.0	78.0	130.0	9.9	89.8
最小體長(cm)	31.7	16.7	11.2	12.7	9.0	18.4	13.0	7.8	10.9
最小體重(g)	16.3	35.0	13.0	39.0	19.0	50.0	38.0	8.0	11.0
平均體長(cm)	44.5	29.3	17.9	13.9	11.7	21.0	16.9	10.2	17.6
平均體重(g)	42.1	20.6	48.1	43.5	26.6	62.1	63.4	8.8	50.7

(魏兆欽等，民國77年)

每年 12~3 月期間，旗津沿岸尚有許多漁民從事魚苗撈捕作業，且從漁業生產量報表上顯示，本海域之魚苗生產量頗豐，其中包括了虱目魚苗、鰻苗、蝦苗、蟳苗等，可見本海域之小蝦及稚幼魚苗產量頗豐。

④特殊漁業生態

- a. 定置漁業：此種漁業大都設定有漁業權，是一種排他性漁業。本省南部海域則分佈在屏東縣沿海(如圖 12-6)，本區沿海並無該項漁業。
- b. 漁業資源保護區：保護種類計有九孔、鐘螺、文蛤、西施貝、國姓蜆貝、海膽、龍蝦、紫菜、石花菜及仔等種類。(如圖 12-7)。這些已被列入受保護的種類，在本區沿海，生產量均甚少，而沿海共 25 處保護區，在本區沿海附近有小琉球和興達港之龍蝦保護區。
- c. 沿海生態保護區：本省沿海共設有七處生態保護區，如圖 12-8 所示，均不位在本區沿海。
- d. 人工魚礁區：全省所投放之人工魚礁區的位置及分佈如圖 12-9 所示，在本區海域，共設有三處，此三處人工魚礁區為彌陀、小琉球和枋寮。

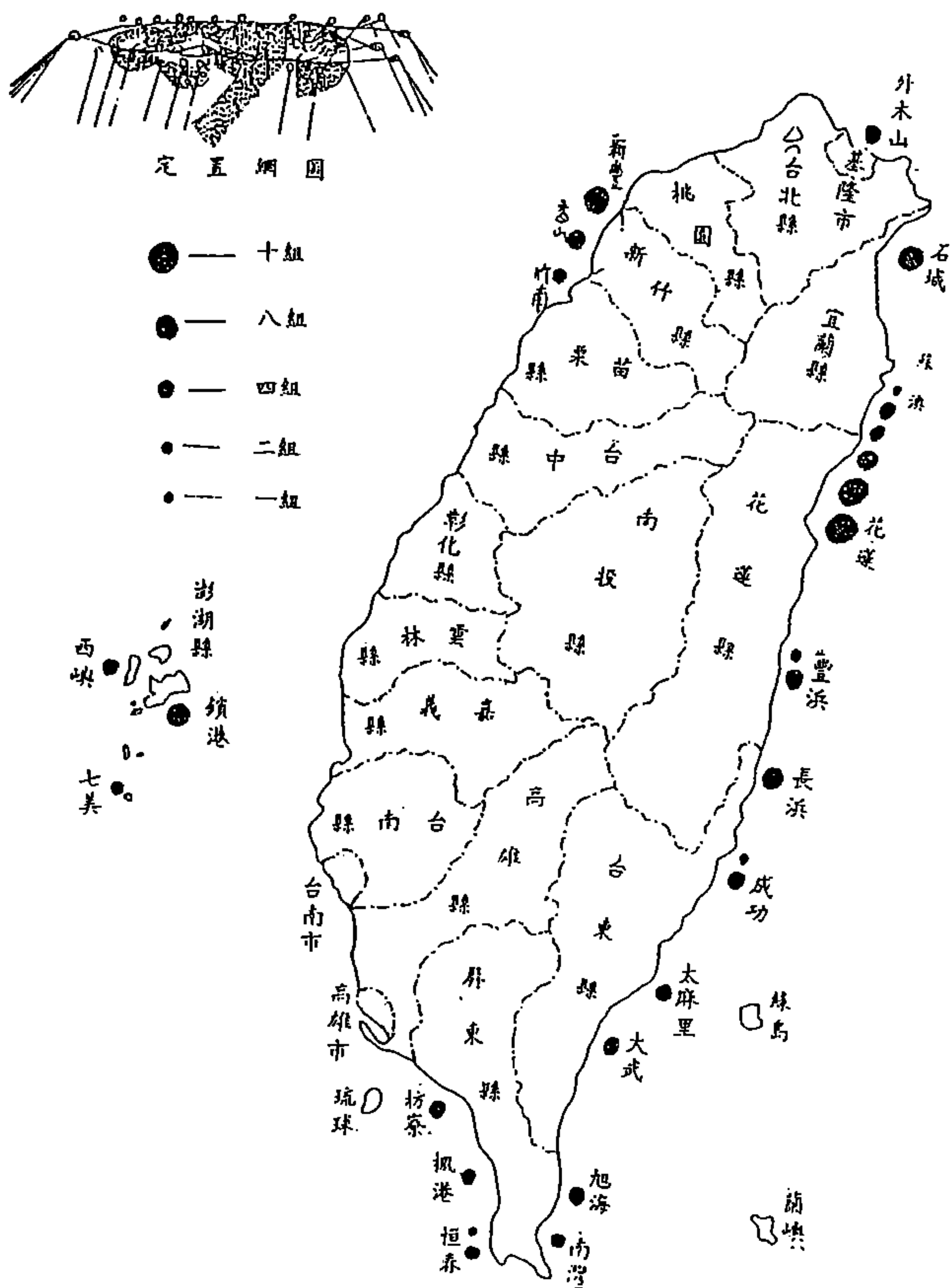


圖 12-6 台灣沿海定置網漁業位置分佈圖

九孔 龍蝦

文蛤 紫菜

石花菜 魷

西施貝 國姓蟻

鐘螺 海膽

小門

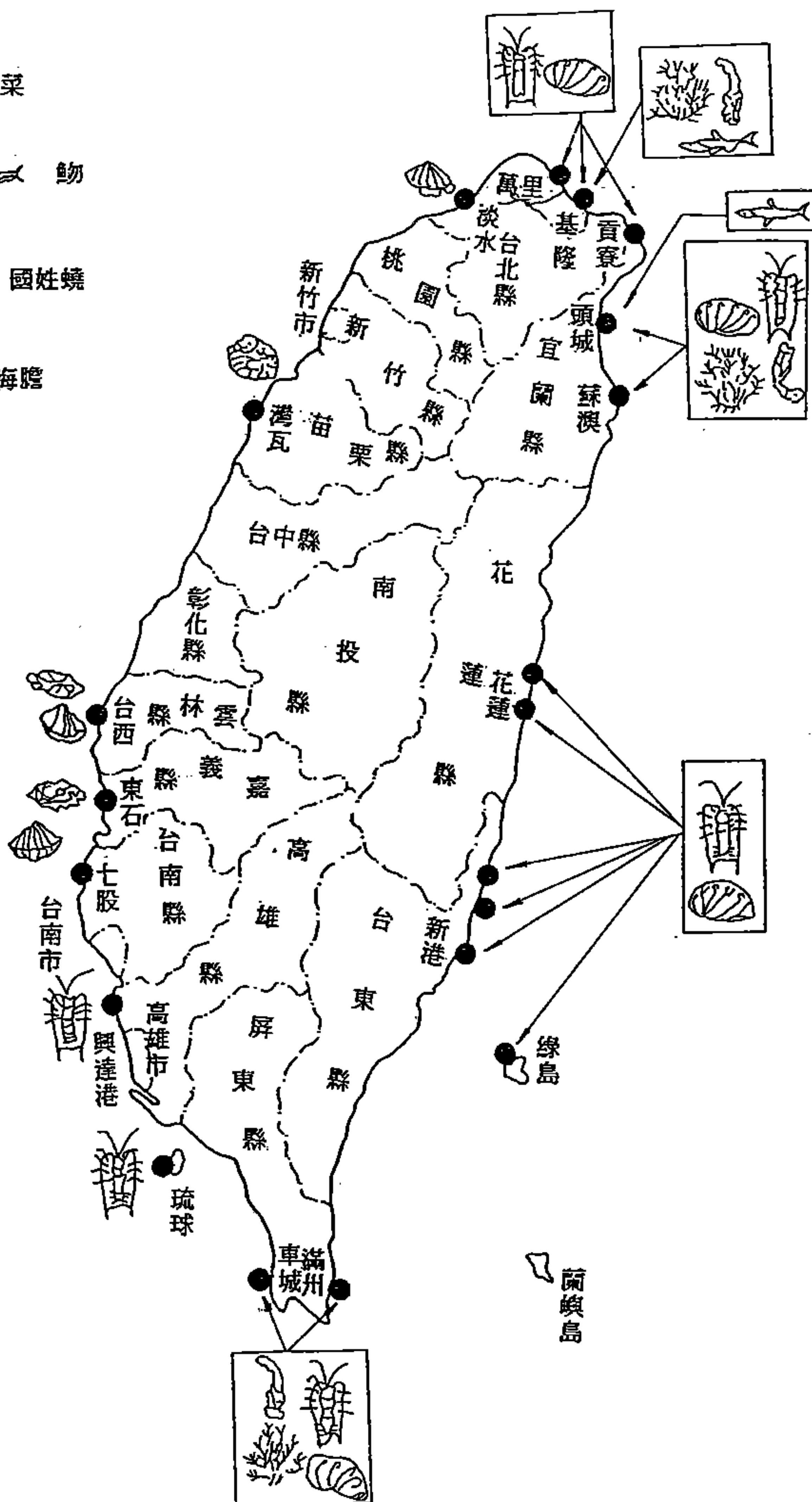


圖 12-7 台灣沿海漁業資源保育區位置及保育種類

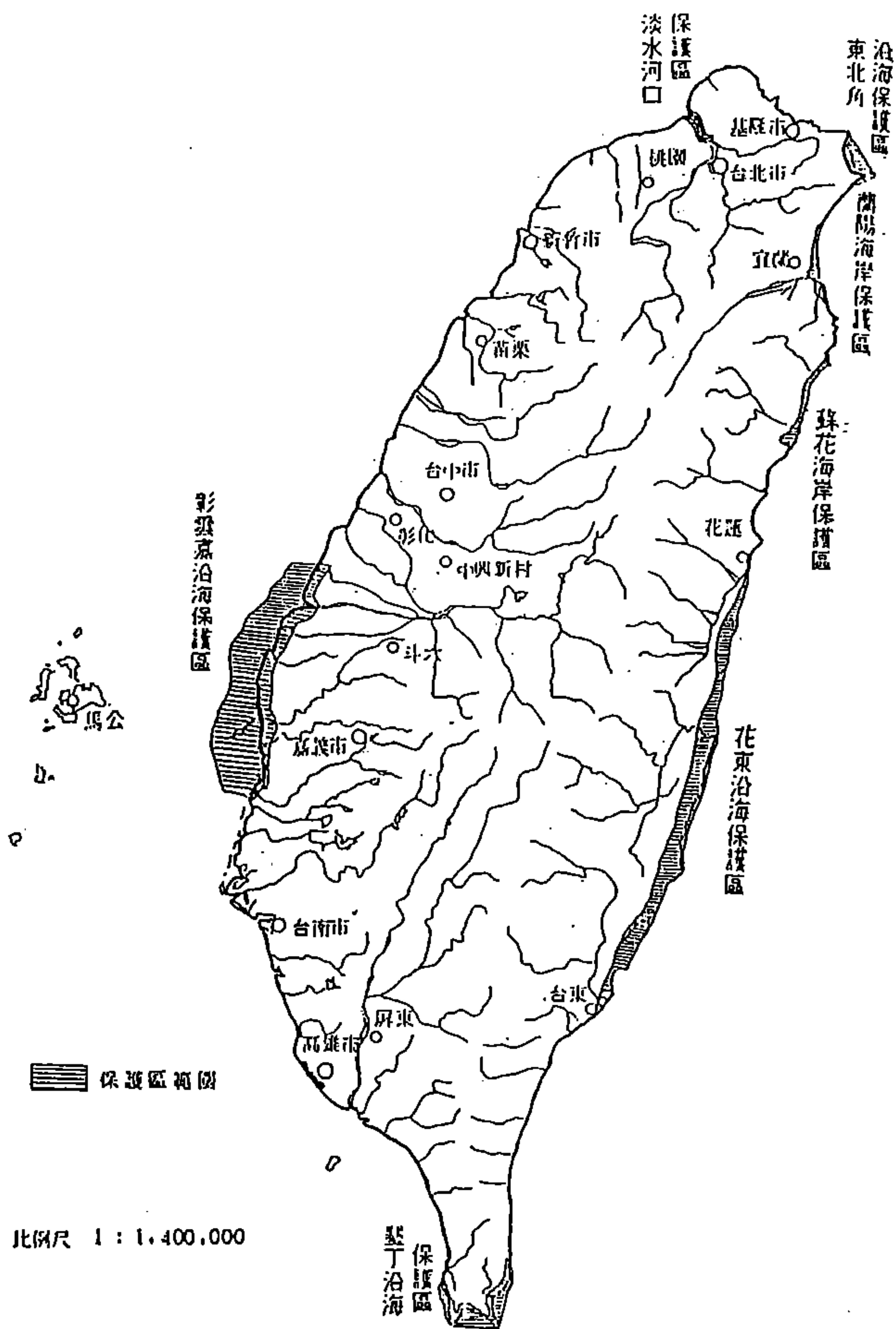


圖 12-8 台灣沿海保護區範圍分佈

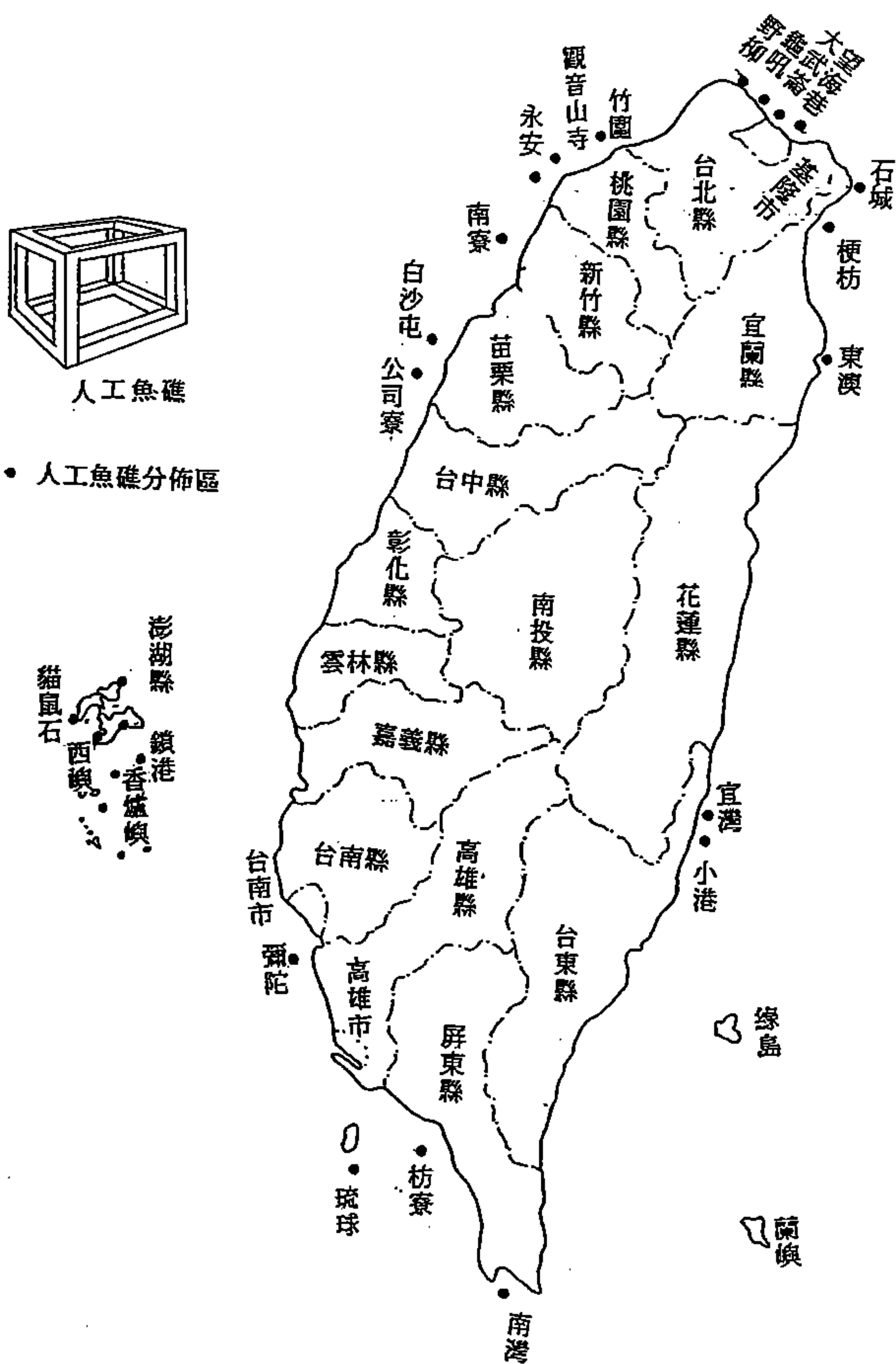


圖 12-9 全省沿海人工魚礁投放位置分佈

使用，油輪不准錨泊。二號錨地的四個端點(圖 11.6.1-1 之M、N、O、P四點)如下：

北緯 $22^{\circ} 31' 33''$	東經 $120^{\circ} 13' 30''$
北緯 $22^{\circ} 32' 08''$	東經 $120^{\circ} 16' 00''$
北緯 $22^{\circ} 31' 26''$	東經 $120^{\circ} 16' 33''$
北緯 $22^{\circ} 30' 20''$	東經 $120^{\circ} 14' 18''$

二號錨地因緊鄰油輪繫泊浮筒，繫泊的浮筒會因潮汐變化而做定點迴轉，為求安全之計，港務局已把距離浮筒和油管1.5 哩範圍內的海域劃成禁止錨泊區。

三號錨地專供油輪錨泊，位置在油輪繫泊浮筒的南方，既可避開航道及一、二號錨地，同時一般船舶又絕少航經於此，減少油輪碰撞漏油的可能性。離油輪繫泊浮筒亦有1.5 哩以上，其四個端點(圖11.6.1-1 W、X、Y、Z點)如下：

北緯 $22^{\circ} 28' 06''$	東經 $120^{\circ} 17' 00''$
北緯 $22^{\circ} 29' 20''$	東經 $120^{\circ} 18' 46''$
北緯 $22^{\circ} 26' 54''$	東經 $120^{\circ} 20' 30''$
北緯 $22^{\circ} 25' 50''$	東經 $120^{\circ} 18' 42''$

由北方來的船舶若要進入第一港口，可在航道外接迎引水人，即直接通過航道進港。若要錨泊，就必須繞過航道外端，再進入錨地，若要進入第二港口，則必須從第一港口航道及一號錨地的外側航行，離岸約5 哩遠，再到第二港口領港站迎接引水人，進入航道。由西方來的船舶則依其目的，可直接對正第一港口領港站、第二港口領港站，或任一錨地航行，不易在錨地中與錨泊船隻發生危機。由南方來的船舶若要達一號錨地或第一港口領港站，都必須繞過第二港口航道，離岸4~5 哩外航行。出港船舶則在駛出航道後，採取反向航行。

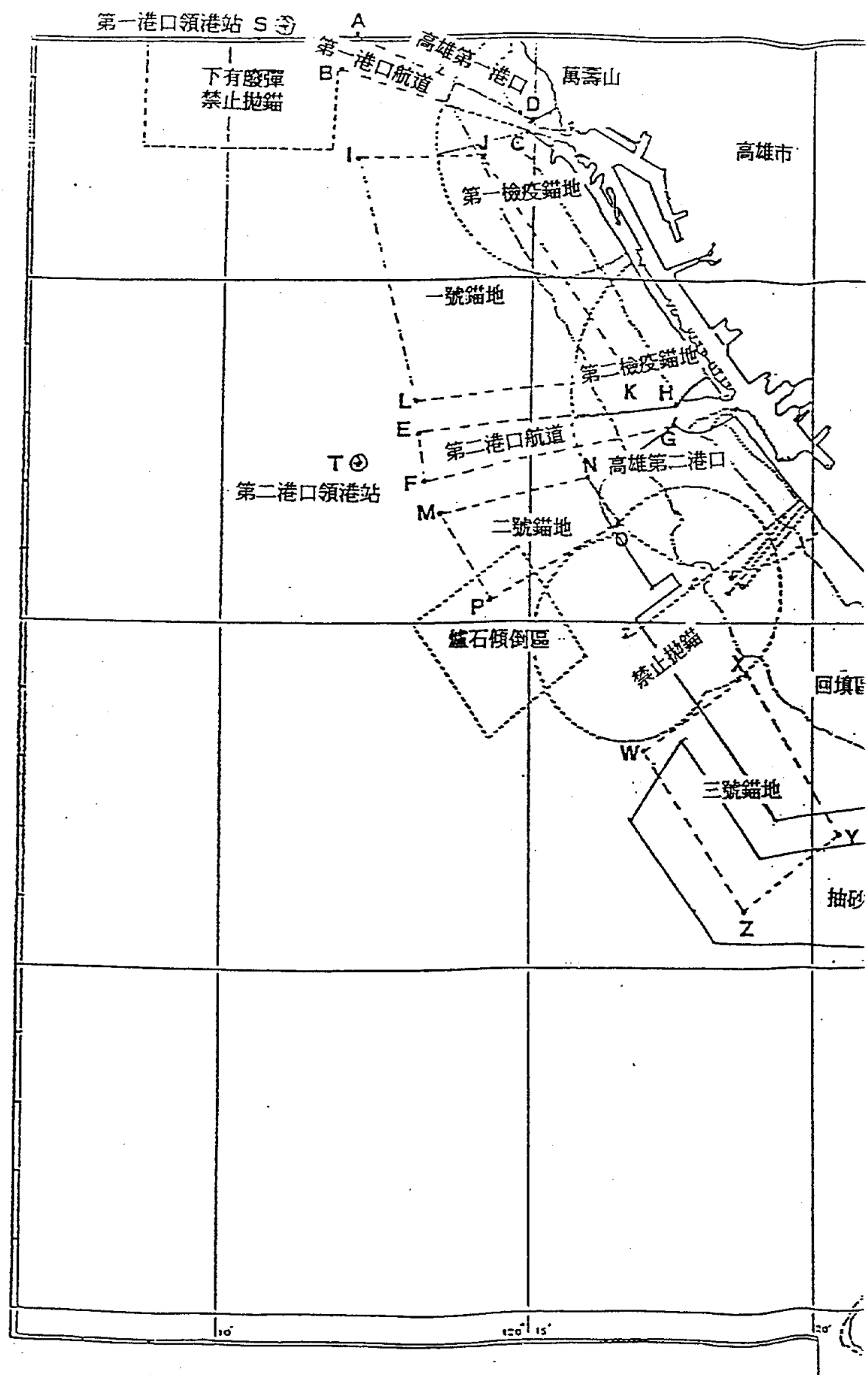
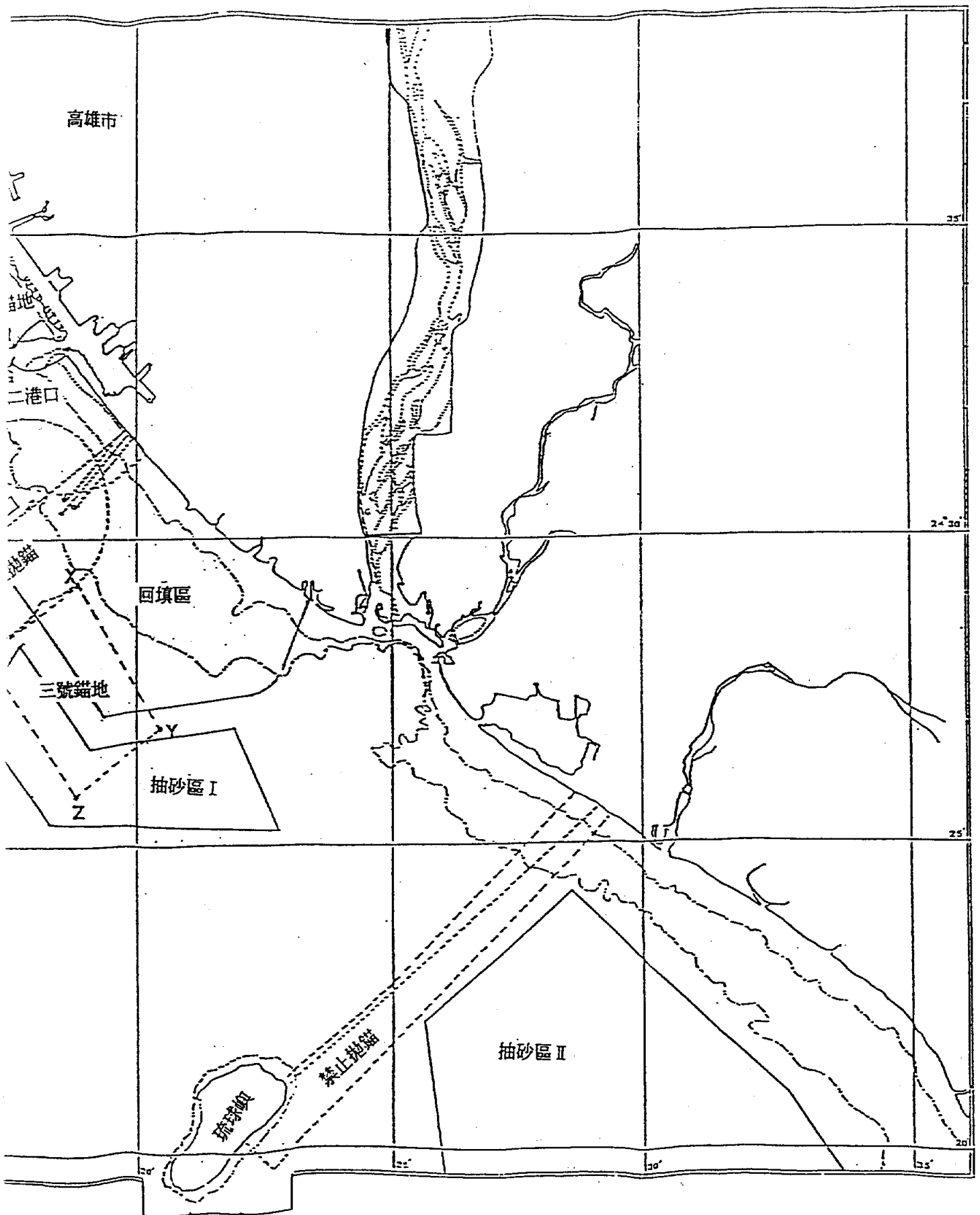


圖 12-10 深水港址附近航道與錨地



12.2 環境影響評估概況

12.2.1 水質

1. 施工影響：

本計畫主要為深水港抽砂填地計畫，浚挖期間由於海水擴散，關係而造成海水混濁之問題，在亞熱帶地區懸浮性沈積物只在相當高濃度時才對於海域生物造成直接性的傷害，據有關資料顯示大約大於 500mg/l ，較嚴重者為大於 1000mg/l 。但如此高之濃度在大部份海域很少發生，即使在進行浚挖填築時，高濁度之海水也僅局限在非常靠近施工之海域。

根據相關研究結果顯示，本計畫浚挖、抽砂及回填過程中因底泥擾動、擴散所造成懸浮固體之濃度，最保守估計，在48小時內即可達到乙類海水水質要求標準（ 40mg/l ）以下。

再依抽砂區底泥成份分析顯示，重金屬中，Pb、Cu、Cd及Hg之濃度皆小於乙類海水域水質標準（如表12-3）。

所以不論在抽砂或回填過程中，深水港址海域水質現況，因海床底泥攪動、擴散或溶解而造成環境污染之影響性極微。

此外，施工機具之清洗及保養所排放廢水、廢油、工作船滲漏之油污及船上廢棄物以及居住工地內臨時性住所之施工人員所排放之生活廢水等，雖可能污染海水水質，但其量有限，故對海

域水質之影響將屬輕微。

2. 完工後：

深水港完工營建後，進出船舶勢必增加，所帶來之廢油、污水將加種其污染量而帶來負面之影響，因本計畫開發期間甚長，所以有關海洋放流規劃至少須符合民國87年實施的各項標準為根據。至於廢污水排放限值，基於保護海域水體水質，更須擬定更嚴格之標準，以符合本區海域所允許之排放污染總量。

12.2.2 空氣品質

1. 施工期間

施工期間表面覆土之回填、整平、夯實等作業，於施工作業區附近大氣中懸浮微粒將顯著增加。雖然大部份的灰塵顆粒皆很大，極短的距離即降落地面，但仍有少部份極細之顆粒，一般小於 $30\ \mu\text{m}$ 之顆粒，常會隨風飄揚至很遠的距離，造成空氣中懸浮微粒濃度層高之現象，因為灰塵會夾雜著病原、毒物及重金屬等，所以粒徑小於 $10\ \mu\text{m}$ 的微粒易吸入肺部而危害到人體健康。此外，若工地管理不佳，掉落於路上之大顆粒灰塵亦仍可能被其他車輛碾碎而再度揚起，尤其若施工道路附近之路面因施工造成嚴重損壞未能及時修護時，情形將更為嚴重。施工時之灰塵污染雖屬短暫性的問題，但若管理不善，將使周圍住家與環境等之清潔成本大為提高，降低美感品質，並且影響人之視覺與呼吸道健康等。

油浮筒，為避免妨礙浮筒作業並考慮海底地形及挖泥船之作業限制，此一區域之可能抽砂區如圖2-2 之 I 區所示。抽砂區與回填區之距離約為 8 公里，水深在 $-25\text{m} \sim -50\text{m}$ 。

2. 高屏溪口南側之水域

高屏溪南側之水域現有通往小琉球之海底管線，為避免危及該海底管線之安全，並考量海底地形及挖泥船作業限制，本區域預定可作為抽砂區之範圍如圖 2-2 之 II 所示。抽砂區與回填區之距離約 25 公里，水深介於 $-15\text{m} \sim -50\text{m}$ 。

8.6 抽砂區可提供之土源

第一期工程需 6.8 億萬立方公尺回填量，可提供之借土區分為 I 區與 II 區，其中 I 區距回填區約 8 公里，II 區為 25 公里，因此如由 I 區浚挖所需土方最為經濟，因此本節主要針對 I 區借土區所能提供之土源作一分析，如 I 區土源不足第一期工程所需土方，則必須至 II 區浚挖所不足之土方，分析可提供之土源將分為自航抽吸式挖泥船與絞刀吸管式挖泥船，就其可浚挖深度分析如下：

1. 自航抽吸式挖泥船

依其作業深度可達 -50m ，I 區水深由 $-25\text{m} \sim -50\text{m}$ ，則所浚挖之土方將沿水深不同而呈楔形分佈，範圍約為 8 公里 \times 3 公里帶寬，則可提供之土源為：
 $25 \times 3000 \times 1/2 \times 8000 = 300,000,000\text{m}^3$ (3 億方)，此浚挖量尚不足第一期工程所需，需至借土區 II 區浚挖所需 $380,000,000\text{m}^3$ 。

除了灰塵之外，施工時亦可能帶來其空氣污染物，比如二氧化硫、一氧化碳、氮氧化物及碳氫化合物等，其直接來源包括各種燃燒汽油或柴油之施工機具等。

2. 完工後

本區濱臨海岸，填築完成後，大多為裸露地面，季風季節在強風吹襲下，飛砂造成粒狀污染物背景濃度偏高，港區內可廣植防風林，同時全面綠化及鋪面可大量降低飛砂。

12.2.3 噪音、振動

1. 施工期間

在施工活動中可能造成噪音影響之音源包括：施工船舶之運轉及往來於工地之卡車運輸噪音，各種施工機具及其噪音百分比可參考表12.15。

雖然在一般的抽砂工程中，主要之施工機具為挖泥船，並未使用到陸上機具，但在此仍以陸上打樁機之噪音量為參考，假設挖泥船之噪音量為95dB(A)，抽砂區距岸2.6公里以上，噪音衰減量為-44.8dB(A)〔依公式 $20 \log(15/2600)$ 〕，即減為50.2dB(A)，加上背景音量68.5dB(A)可得合成音量65.56dB(A)〔依公式 $10 \log(10^{50.2/10} + 10^{68.5/10})$ 〕，與原背景音量十分接近。故於抽砂工程中對陸上環境不會產生噪音問題。至於回填工程，因施工期間所需回填泥砂，不論是挖泥船直接運至回填區進行回填，或經由駁船之載運，皆

表 12.15 工業建設施工機具噪音量及其噪音百分比

施 工 機 具	噪 音 量 dB (A)	佔施工地點 噪音總量百 分比(%)	施 工 機 具	噪 音 量 dB (A)	佔施工地點 噪音總量百 分比(%)
挖 土 機	73 - 92	7.1	固定式吊車	86 - 88	1.6
推 土 機	87	8.9	移動式吊車	75 - 87	1.0
平 路 機	80 - 93	0.3	空氣壓縮機	75 - 87	10.0
裝 料 機	72 - 84	4.4	發 電 機	71 - 82	1.1
鋪 路 機	87 - 89	1.7	震動壓實機	87 - 89	5.1
滾 壓 機	72 - 74	1.3	打 樁 機	95 - 106	20.6
鏟 裝 機	80 - 93	1.7	空 壓 設 備	83 - 89	6.3
卡 車	83 - 94	11.3	鑽 岩 機	81 - 98	5.1
混凝土拌合機	75 - 88	8.9	混凝土震動器	69 - 81	0.6
混凝土泵浦	81 - 83	2.1	電 鋸	73 - 82	0.9

註：1. 資料來源：Daryl N. May, "Handbook of Noise Assessment", 1978。

2. 噪音百分比乃依噪音能量分配為基準。

3. 噪音量為距施工機具15公尺處為基準。

是在海上作業，且回填區絕大部份距離最近民宅 1 公里以上，若假設回填區施工噪音量仍為 95dB(A) ，以 1 公里之距離來計算，則噪音衰減量為 -36.5dB(A) ，即減為 58.5dB(A) ，加上背景音量 68.5dB(A) 可得合成音量 68.9dB(A) ，僅較原背景音量略高，仍低於環保署營建工程噪音管制標準 80dB(A) （表 12.16）。

2. 完工後

深水港抽砂回填完工後，仍有甚多工程將要施工，在各施工項目中所使用施工機械之種類、數量及時段，視承包工程廠商而定，為概估未來施工噪音之影響，可參考美國環境保護署根據各種代表性施工機械、施工方法進行實測之噪音資料，預估各施工階段在距噪音源 13 公尺處之均能音量約 90dBA 。

12.2.4 海岸地形

1. 施工期間

開採海砂會造成海底地形之改變，為避免海岸之侵蝕應有充分之距離。採取太深則會影響沿岸海底物質之自然運動。根據日本福岡縣之規定，離海岸距離須在 4~5 公里者方可開採，挖掘深度則限於 5 公尺以內。然而根據成大台南水工試驗所所做「安平外海抽沙對海岸安定影響之研究」試驗結果，距岸 900 公尺處之海底抽砂 10 公尺深，其海底侵蝕之影響範圍

恰及海岸線。本計劃預定抽砂區距岸超過 2 公里，海底坡度小於 $2/1000$ ，預定每年平均抽砂量爲五千五百萬立方（約爲 143,000 千噸），又因抽砂區域位於高屏溪、東港溪、林邊溪等諸河口匯流處附近，此三溪之年總輸沙量爲 42,148 千噸，可供補充，故預訂抽砂區之抽砂工程對海岸地形應不致造成嚴重影響。但爲確保海岸安全，開始抽砂後，尤其遇颱風過境或強烈季節風過後，應注意測量抽砂處近岸之海底變化，衡量實際地形之侵蝕範圍，以適當調整抽砂範圍。

2. 完工後

海域中回填區新生地面積爲 6,177 公頃，橫互外海，與原有灘岸地形有相當之差異。對原海岸形狀與地貌之改變將有影響。

表 12.16 營建工程噪音管制標準

機械名 音 量 管制區		打 樁 機	空氣壓縮機	破 碎 機 鑿 岩 機	推 土 機、 壓 路 機、 挖 土 機、 其 他
均能 音量 (L_{eq})	第一、	(1) 83	(1) 80	(1) 75	(1) 70
	二類	(2) 75 (60)	(2) 70 (50)	(2) 70 (50)	(2) 70
	第三、	(1) 86	(1) 83	(1) 80	(1) 75
	四類	(2) 80 (65)	(2) 75 (65)	(2) 75 (65)	(2) 70
最大 音量 (L_{max})	第一、 二、三 、四類	100	85	85	80

說明：

1. 時段區分

括弧內音量適用時段，在第一、二類管制區為晚上七時至翌日上午七時，在第三、四類管制區為晚上十時至翌日上午六時。未加括弧者為其他時間適用，表中 (1) 自公佈日生效，(2) 自民國七十九年七月一日生效。

2. 測量地點

以工程周界外 15 公尺位置測定之。

* 周界：有明顯圍牆等實體分隔時，以之為界。無實體分隔時，以其財產範圍或公眾不常接近之範圍為界。

12.2.5 海岸遊憩活動

1. 施工期間

(1) 旗津海水浴場、海濱遊樂區

旗津海水浴場、海濱遊樂區遶近深水港回填區，回填工程施工期間之濁泥與水污染，很可能影響此二場所之海岸遊憩活動。

(2) 青洲遊樂園

青洲遊樂園緊鄰回填區與抽砂區 I，抽砂回填工程施工期間所產生的濁泥與水質污染將發生嚴重影響。

(3) 海鷗遊樂區

海鷗遊樂園緊鄰抽砂區 II，在抽砂其間濁泥與水質污染將影響本區之水上活動，並破壞海面上原有之美麗景觀，使遊客之興趣大減。

(4) 小琉球

本區鄰近抽砂區 I、II，故於抽砂工程施工期間，若產生大量濁泥與水質污染，勢必影響本區之海上活動，尤其濁泥之產生將改變海水的透光度，降低能見度，對水晶船之觀賞海底活動將產生嚴重影響。

2. 完工後

完工後營運期間所產生之垃圾與污水若處理不當，對青洲遊樂園將產生嚴重影響，因此回填區完工後設立符合環保標準之垃圾焚化爐與污水處理廠，以期將影響降到最低程度。

12.2.6 海域生態

1. 施工期間

當海洋工程施工時，其中最易產生的嚴重污染為濁泥，而濁泥的濃度若太高時，對於海洋生物的正常生存，將具有威脅性，尤其對於底棲性生物、仔稚魚及魚苗而言，更是受害最為顯著，此因多數底棲生物為固著性不移動，而仔稚魚及魚苗移動緩慢，因而無法快速逃離污染源，不像游泳動物如魚類等可以快速游離方式遠離濁泥污染區，因此底棲生物、仔稚魚及魚苗比較容易受害。未來施工時是否會產生大量濁泥，勢必予以關切。

(1) 底棲生物

由於預定抽砂、回填施工區的範圍內所出現的底棲生物種類，以及其底棲生物相與非施工區之底棲生物相非常相近，且在施工區內所出現之主要優勢底棲生物包括多毛類、甲殼類、軟體動物、腔腸動物、袋形動物、紐形動物、原索動物等種類也都是常見的廣分佈性種，在施工區外也有分佈，另外在施工區內、外曾捕獲一些較有經濟價值之生

物。在施工區內的底棲生物，雖有可能部份因被覆蓋或浚渫而導致死亡，但這種情形對深水港地附近海域的底棲生物相不致造成有滅絕之可能。

(2) 海洋漁業

本海域為浮游生物有利生長環境，且外海因位於台灣海峽南段，為黑潮支流流經之處，故為各種季節性洄游魚類群集洄游必經之路。故未來抽砂、回填施工時，若有產生大量濁泥，部份魚類會因光線強弱的感受而自動游離混濁的海域施工區，且在大量濁泥下，因水中光線之穿透能力受到阻礙，以及因懸浮物質的吸附作用而減少水中的營養鹽，對植物性浮游生物言，高濃度的濁泥將導致光合作用無法進行，而營養鹽的普遍缺乏，更加抑制了植物性浮游生物的生長和繁殖，使得動物性浮游生物及固著性底棲生物也直接受到影響，而洄游魚類係以攝食浮游生物為主要的餌料生物來源，因此若沿岸海域有大量濁泥的存在，勢將影響洄游魚類之生存，且過多的懸浮物質有可能阻塞魚類的鰓絲，妨礙正常的呼吸功能，也有可能干擾了魚類的幼生發育能力。因此預估在抽砂和回填施工期間，洄游魚類在沿海的洄游可能會受到些微影響。

完工後若無其他影響，其海域生態可慢慢恢復正常而形成另一個新的生態環境。

(3)沿海及漁業保護區

深水港施工區附近沿海所設置的人工魚礁僅有三處，其中以琉球魚礁區與枋寮魚礁區之距離較近，而彌陀魚礁區最遠，約40公里遠。這三處人工魚礁區均與深水港預定施工區均尚有一段距離，故施工時應不致毀損或影響此些人工魚礁之聚魚功能及保育效果。

在整個深水港區沿海包括施工區在內，截至目前為止，尚無任何沿海保護區及漁業生態保護區之設立。而距離施工區北方最近之漁業保護區為興達港龍蝦漁業資源保育區，此處距離施工區距離約為40公里，距離相當遠，故抽砂、回填工程的施工絕不致影響到此處漁業保護區。至於鄰近施工區之琉球龍蝦漁業資源保護區，則可能因底泥攪動擴散或回填泥砂漂流擴散而受到輕微影響。若於施工時採用污染防止膜設施，則可減低影響程度。

2. 完工後

完工後若無其他影響，其海域生態可慢慢恢復正常而形成另一個新的生態環境。且於完工後抽砂區之底棲生物族群將陸續遷移回來或衍生新種。

由於本區沿海均為沙質海灘，故魚種也多沙質生活之種類缺乏礁石性魚類。而未來建港後，圍港灣設施，如消波塊及防波堤有略似人

工魚礁的作用，故對於聚集魚群有正面的增進效果，預計將有下列之成效。

- (1)增進礁石性魚類的產量，由於礁石魚類大多為高經濟價值之種類，故此項魚類的增產，有助於該地區漁獲價值的提高。
- (2)可使外海大型的洄游性魚類的停留期間加長，提高當地漁業的捕獲機會。由於洄游性魚類大都有靠近礁石覓食的習性，而增加停留時間，如此對漁民而言，等於提高了捕獲此些魚類的機會，而幾乎所有洄游性魚類都為高經濟價值者，故亦相對的可增加當地的漁獲價值。
- (3)由於人工魚礁的聚魚效果已是確定的一項事實，故人工魚礁區亦是良好的漁場之一，且對垂釣的人士而言，更是一個良好的釣場。因此建港後，未來的港灣設施既然有人工魚礁的功用，對於垂釣人士而言，也無形中增加了不少的良好釣場，故對於喜好遊釣的人士而言，建港一事理應會受到該些人士的歡迎。

港完成後，若發生油輪擱淺時（因建港附近沒有暗礁，故觸礁情形不可發生），致使所攜帶之部份輕原油洩漏海中，所造成之可能損害情形分析如下：

①漁業部份：

1. 養殖漁業：在受害區內的沿海養殖漁業，

因須抽取海水做為養殖用水，故可能使養殖漁產受油污之影響，而含有油臭味，致使魚貨無法出售而受到直接損害。

b. 沿岸漁業：可能應漁獲物含有異位，致使魚價下跌，遭受損失。另外魚苗採捕業也可能受到影響。

②海生物部份：

主要為受害範圍內潮間帶的海生物，因受害區內的潮間帶以沙岸為主，底棲生物含量較少，且沒有重要的經濟種類及海藻類等捕業存在。故直接受害的情形較不嚴重，但在潮間帶的種類中，以螃蟹類及多毛類因退潮後曝露於油污中，可能有部份會受害而死亡，但因底棲生物數量，不論在砂質或礁盤區，均較低，故在海域生物食物網中所佔的地位，重要性不很高，因此對整個海域的生態衝擊應不致很嚴重。

12.2.7 船舶航行

1. 施工期間

回填區與抽砂區 I 緊鄰第二港口，然而由第二港口之航道方向判斷，施工期間對進出第二港口之船舶應無甚大影響。至於第一港口，因距離回填區與抽砂區甚遠，幾無受到任何影響。

深水港工程預定回填區與抽砂區 I 之位置

與油輪繫泊浮筒之禁止拋錨區及三號錨地重疊，如圖12-10所示。在此範圍海面除中油油輪在此停泊及管道輸送油料外，一般船舶絕少航經於此，但由相關資料得知尚有少數漁船利用此範圍之航線往返於高雄港與屏東海口港經過，故抽砂回填工程對此航線之船隻可能造成影響。此外由於油輪繫泊浮筒位置在深水港預定回填區範圍內，故在深水港工程施工前，必須先解決油輪繫泊浮筒遷移問題，而油輪繫泊浮筒之遷移工程很可能對附近環境造成衝擊，因此在選定油輪繫泊浮筒之遷移位址時，必須同時對油輪繫泊浮筒附近及未來回填工程完工後深水港港區附近之航道與錨地做整體之初步規劃。

至於抽砂區II，其位置離高雄港較遠，且在琉球嶼與本島間之禁止拋錨區範圍外，因海面遼闊，船舶密度不大，故抽砂施工期間對其他船舶之航行影響不大。

2. 完工後

回填區附近之航道與泊地於回填工程完成後，應針對實際情況與需求重新規劃。

12.3 環境品質監測

為確切掌握施工階段及完工運轉階段之環境影響程序，須針對顯著而重要之環境影響事項進行監測，其目的為：

1. 根據監測結果，適時調整施工作業，以符合政府有關公害防治與環境保育法規，確保計畫之順利實施。
2. 根據監測結果，適時調整營運操作方式，維護當地

生活品質與敏感生態環境，避免引起利害關係人或興趣之陳情抗議。

3. 建立監測資訊系統，以提昇未來類似計畫環境影響預測與評估之準確度。

監測計畫就抽砂回填程序，分為：1. 施工階段，2. 完工階段，3. 港埠營運階段，茲分述如下：

1. 施工階段：其監測之主要項目包括：

- (1) 海域水質
 - (2) 噪音
 - (3) 空氣品質
 - (4) 海域生態
- 等四項。

2. 完工後階段：

此段之監測其主要目的是經由施工前後之監測資料予以分析與判斷本港區之自然生態與環境品質的改變量。其監測之主要項包括：

- (1) 海域水質
- (2) 噪音
- (3) 空氣品質
- (4) 海域生態

3. 港埠營運階段：

此階段由於商業性之交易日絡，船舶車輛機具等相對運轉更加頻繁，此時對於自然生態與環境品質之影響為何？實有賴繼續地調查觀測，才能追蹤求得污染之根源，而予以即時之補救。此階段之監測項目仍與目前兩階段相同。

表 12.17 各階段監測項目、頻率、測站數表

項 目		頻 率	測 試 項 目	測 站 數
施 工 階 段	1. 水質分析 (海域水質)	每季每處 各一次	1. PH 值 2. 溶氧量 3. 濁度 4. 色度 5. 總磷 6. 懸浮固體量 7. 總固體量 8. 生化需氧量 9. 化學需氧量 10. 氨氮 11. 亞硝酸氮 12. 硝酸氮 13. 水量及水溫 14. 氯鹽 15. 大腸桿菌	1. 本海域內選擇15個監 測站。
	2. 噪 音	每月每處 各一整天	1. L_{eq} 2. L_x 3. L_d 4. L_n 5. L_{dn}	1. 本港區附近之噪音。 2. 本港區附近道路之噪 音。 3. 相連道路處之噪音。
	3. 空氣品質	每月每次 各一次	1. 微粒 2. CH 3. CO 4. CO	1. 本港區附近 2. 本港區附近道路 3. 相連道路處
	4. 海域生態	每季每處 各一次	1. 海域植物之種類 分佈與數量、金 屬污染等。 2. 海域動物之種類 分佈與數量、金 屬污染等。	1. 本港區海域內選擇15 個監測站
完 工 後	1. 水質分析	每處一次	同施工階段之項目	同施工階段之測站數
	2. 噪音	每處一次	與施工階段同	與施工階段同
	3. 空氣品質	每處一次	與施工階段同	與施工階段同
	4. 海域生態	每處一次	與施工階段同	與施工階段同
管 運 階 段	1. 水質分析 2. 噪音 3. 空氣品質 4. 海域生態	1. 測試時間 宜持續5 ~10年惟 測試頻率 得隨時間 逐漸減少	分析項目宜隨時間 予以彈性調整	與施工階段同

12.4 防治對策

12.4.1 施工階段

1. 水污染防治對策

在本階段主要污染為抽砂、填海、沉箱回填與拋石料拋放時海水水質受懸浮固體及濁度之影響最大。次要污染源為工作船排出污水、油污及船上廢棄物以及居住工地內臨時性住所之施工人員所排放之生活廢水等，都可能污染海水水質。

此階段之防治對策為：

- (1) 在實施浚挖、回填與拋放工程時，對於可能引起之污染應減至最小，例如於適當地點設置攔沙護灘，本計畫即設置海堤防波堤，防止砂土流失。在回填區設置沉澱池，防止回填之海水，直接流入附近海域而產生污染。拋石時儘量採用抓斗式拋石船抓放拋石，而少採用底開式拋石船以防止海水混濁而導至污染。
- (2) 工作船隻定期保養檢查使排放之污染源降至最低。
- (3) 接鄰陸上部分先行完成污水排水系統與廢棄物收集系統，以減少污染。

2. 空氣污染防治系統

此階段污染主要來源主要為：

- (1)塵埃之污染即回填地、覆土或表層鬆化，於晴天時，因施工車輛或風大，致塵土飛揚。
- (2)施工船舶及車輛排放廢氣等而來。

防治對策：

- (1)針對塵土飛揚，宜於施工方法及配置上酌予調整，必要時，以水車灑水潤濕之。
- (2)針對施工船舶及車輛所排放之廢氣，則以調整運輸路線、工作時間及使用車況良好者，以降低廢氣排放源，及改善其影響範圍和時間。

3. 噪音污染及防治對策：

此階段之污染來源主要來源為：

- (1)場區施工船舶
- (2)搬運車輛

等兩種。

針對場區施工船舶而言，其主要防治對策有：

- (1)調整工作時間，日間限於高噪音之機械施工，以免干擾附近夜間之安寧。
- (2)選擇低噪音之施工船舶及施工方法，以降低音源之噪音量。

(3)儘量縮短施工期限，以減少其影響時間。

針對搬運車輛噪音而言，其主要防治對策有：

(1)調整運輸時間，運輸路線選擇避開市區及民宅較多區域之路線。

(2)車輛應依規定裝設減音器。

(3)加強車輛之維護保養及汰舊換新，以提高車況。

(4)行駛速度，不宜超過時速55公里，以降低噪音量，又因空車行駛時，車輛震動產生之噪音較載時為大，故空車時速度亦不可增加，宜予降低。

(5)進出路面，應維持最佳狀況，予以加鋪瀝青混凝土路面，並隨時維修。

(6)必要時加設遮音障或綠帶。

4. 交通影響及防治對策

施工期間由於將有大量之表面覆土，因此造成施工車輛及施工機具之進出，因此對於本區交通上，必然有某種程度上之影響與干擾。

其對策為：

(1)對於進出港區之車輛，施工機械宜作妥善之

規劃，擬訂整體交通計畫，安排進出時間、路線、以流暢交通。避開交通尖峰時刻。

- (2)場內之交通及道路除必須之寬度外，亦必須擬定場內交通計畫，以避免干擾及產生不必要之噪音及空氣污染為原則。

5. 景觀影響防治對策

現階段之景觀影響包括：

- (1)施工車輛進出沿線視覺影響。
- (2)港區填土、整地、施工之影響。

其防治對策為針對進出之施工車輛及施工機具，宜控制其行經路線、速度、時間、車種、車況，並保持車體外表潔淨，避免載運材料沿途掉落，影響道路沿途景觀。

港區因填土整地致表土露出之景觀影響較難克服，一般常於施工程序中予以控制，儘量避開視覺敏感區，同時亦儘量縮小工作面，減少其影響範圍，港區於規劃設計時，應考慮整體景觀需要，針對視覺敏感區域，植樹綠化或其他美化措施將影響程度降至最低。

6. 民眾意願影響對策

一般興建深水港，回填造地，多少對原先之自然景觀及環境品質會有所影響，為避免附

近民眾之抗議、陳情、干擾、抵制.....等現象，除因確實做好環境品質改善對策外，尚須：

- (1)利用宣傳、說明會或公聽會等，與附近居民進行意見溝通。
- (2)確實做好規劃設計及施工等工作，避免於施工過程中產生二次公害或其他意外。
- (3)做好附近公益設施，例如：協助修繕道路，延接自來水管，提供部份設施供附近民眾使用。

7. 其他影響

- (1)為防止影響公共衛生，應注意施工範圍之環境衛生。
- (2)為避免影響附近景觀，應做好施工計畫，調整其施工期間、進出道路等。

12.3.2 完工階段

此階段所受之阻力，比較於施工階段為小，但於完工後，仍必須對環境公害予以確實克服，避免造成地方之災害，此階段仍以噪音、水域、水質、廢棄物之收集與交通等問題為核心，須仰賴長時期之觀察與監測，妥善訂定出污染防治之辦法，密切追蹤污染源，以期減低污染之程度。

附錄

挖泥船相關資料表 (國外部份)

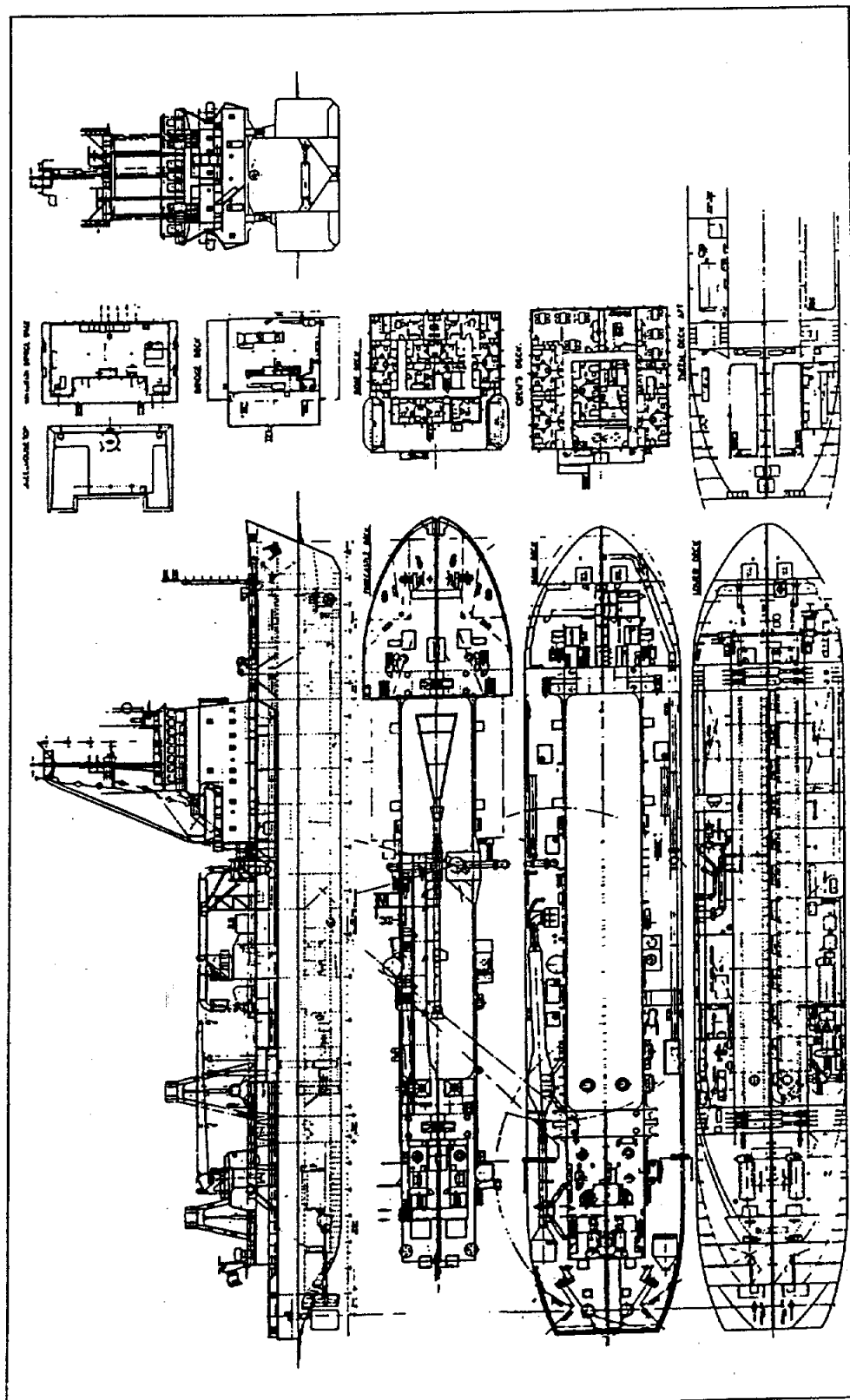
船名	泥艙容量 立方公尺	船長 (公尺)	船寬 (公尺)	浚挖深度 (公尺)	滿載吃水 (公尺)	吸管半徑 (公釐)	船速 (節)	建造年代	頁數
Karnkeloon	2,700	94.19	17.44	30.00	6.49	700	12.5	1980	附錄 2
Amerigo Vespucci	3,500	91.2	17.10	30.00	6.20	900	12.5	1986	附錄 4
James Ensor	3,600	105.2	18.20	30.00	6.00	800	12.8	1979	附錄 5
W.D. Medway II	3,650	77.68	19.00	40.00	5.74	800	10.0	1976	附錄 6
HAM 309	4,600	119.40	19.60	30.00	6.49	800	14.8	1982	附錄 7
HAM 308	4,736	117.00	18.80	32.00	8.96	1,000	16.4	1968	附錄 9
Atlantique	4,800	106.60	17.60	26.16	7.64	1,000	10.3	1964	附錄 11
Antwerpen IV	5,200	113.50	19.00	29.47	8.59	900	14.2	1967	附錄 13
Sanderus	5,338	103.00	18.30	25.00	8.20	900	12.5	1968	附錄 15
Barent Zanen	8,000	133.58	23.00	35.00	8.80	1,000	15.2	1982	附錄 16
HAM 310	8,225	133.50	23.00	60.00	9.80	1,100	15.0	1985	附錄 18
Antigoon	8,400	115.00	22.46	33.00	8.68	1,200	12.5	1989	附錄 20
Vasco da Gama	10,000	130.30	22.50	35.00	10.19	1,200	15.0	1971	附錄 22

KRANKELOON



DREDGING

INTERNATIONAL

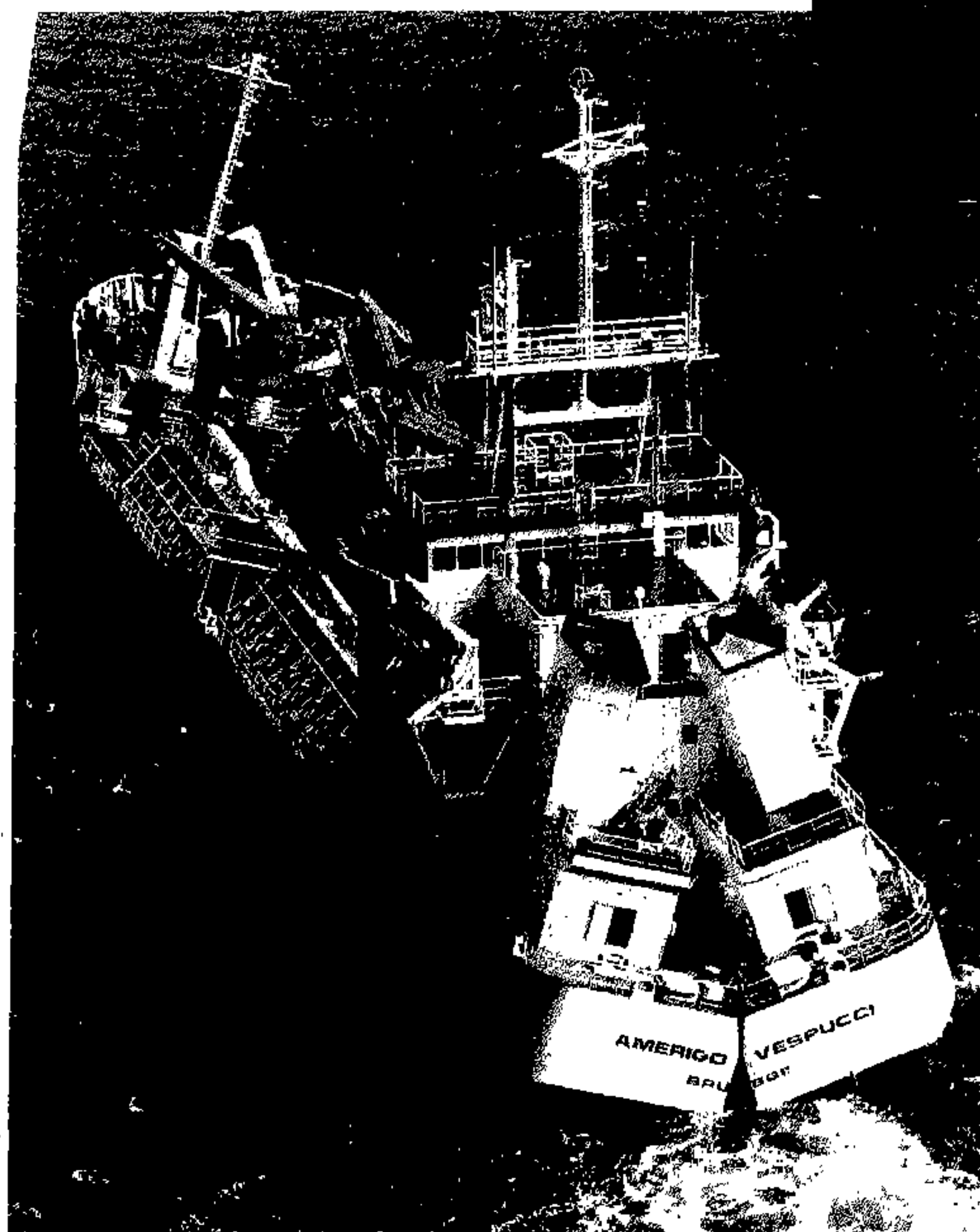
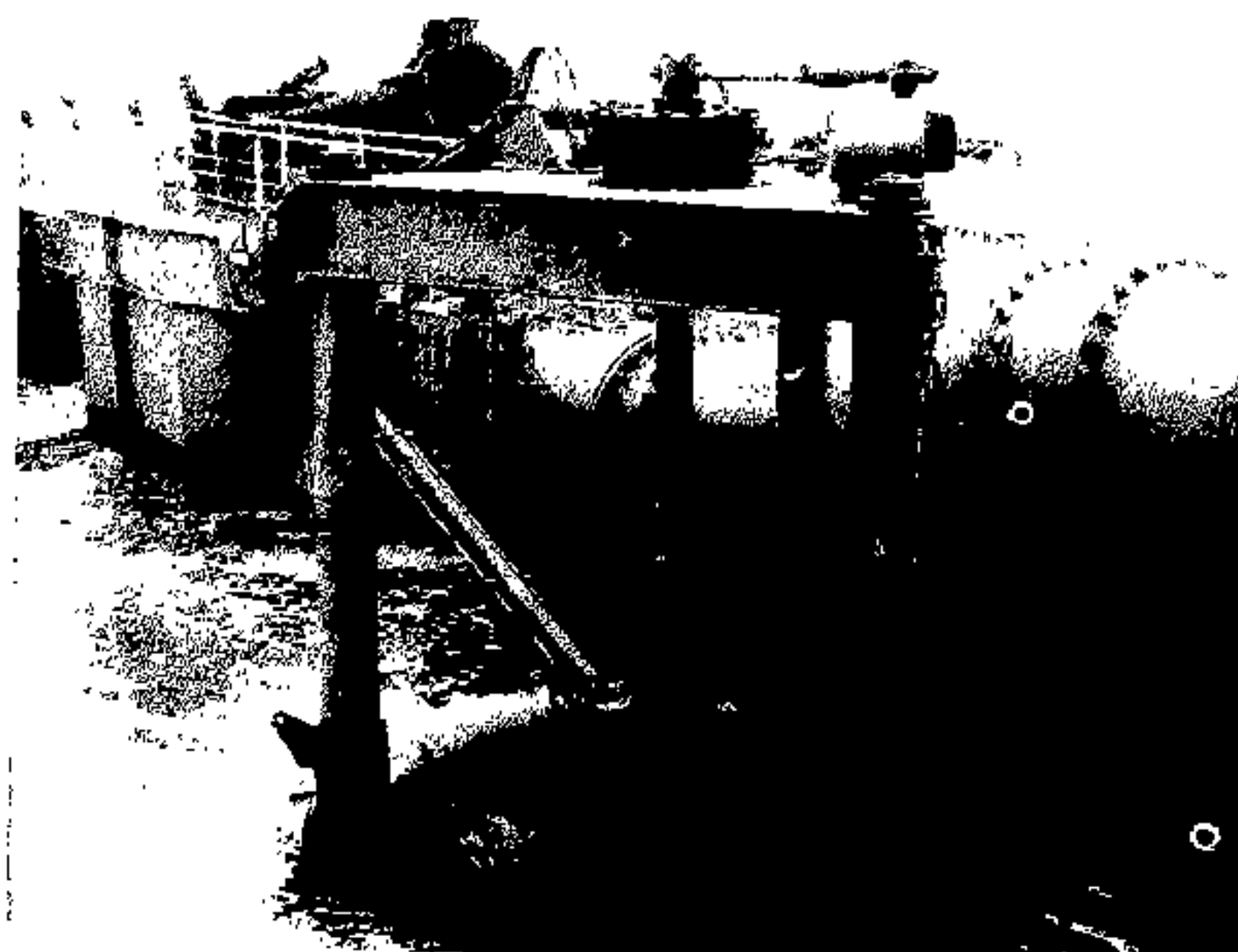


SPLIT TRAILING SUCTION HOPPER DREDGER "KRANKELOON"

Construction year:	1980	Dredging depth:	30.00 m	Power:	8220 HP (6045 kW)
Dimensions: Length overall	94.19 m	Hopper capacity:	2700 m ³	- Total installed	1200 HP (883 kW)
Breadth overall	17.44 m	(4995 m.t.)		- On pumps trailing	shore delivery 2400 HP (1765 kW)
Moulded depth,	7.30 m	Suction pipe Ø;	700/650 mm	- Propeller drive	4800 HP (3533 kW)
Draught max.:	6.49 m	Max. speed loaded:	12.50 knots		

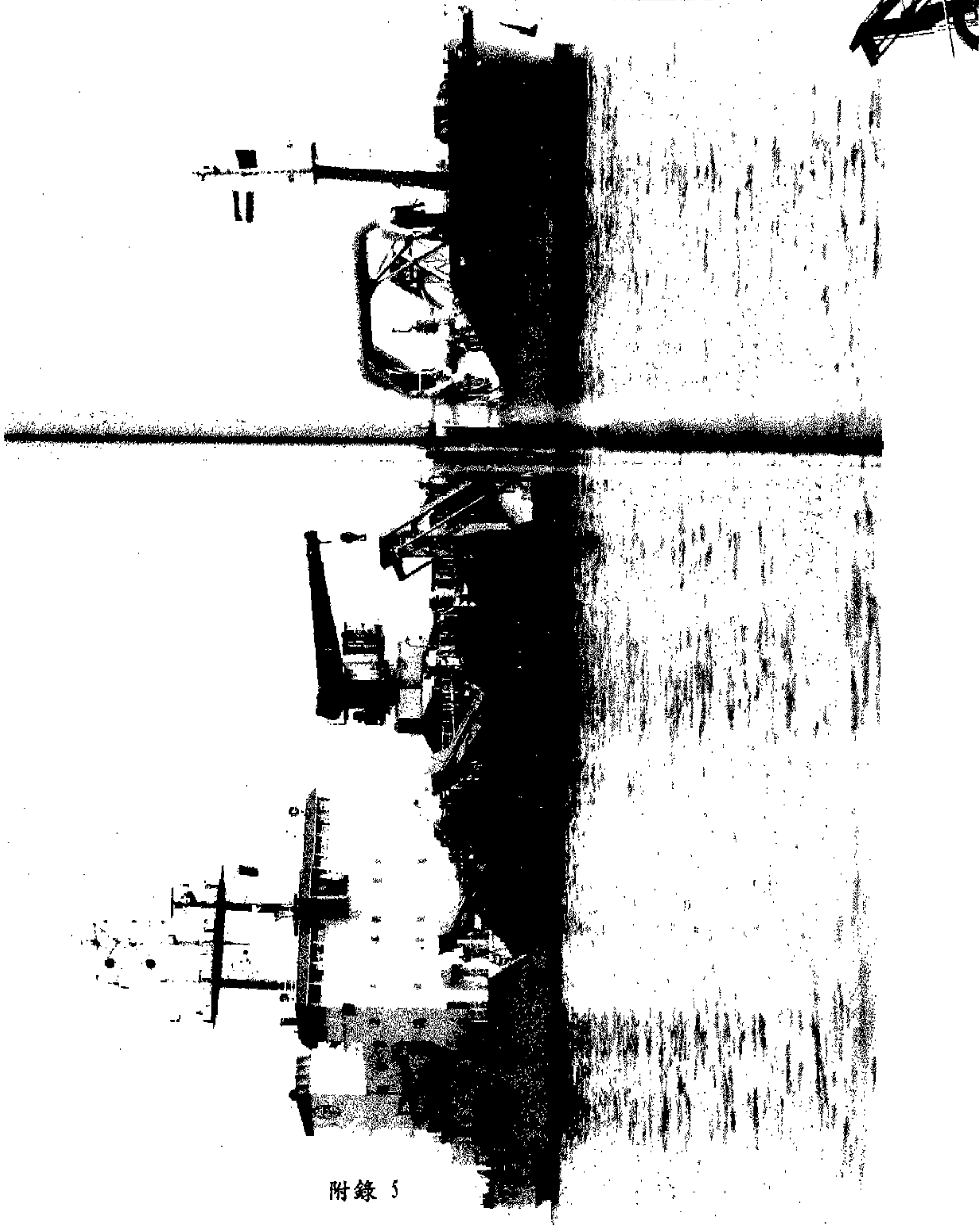
Amerigo Vespucci Splittrailer

Hoppercapacity	3.500 m ³
Length overall	91,20 m.
Breadth	17,1 m.
Dredging depth	30 m.
Draught loaded	6,2 m.
Draught unloaded	3 m.
Suction pipe diameter	900 mm.
Pump	1.500 H.P.
Pump (pumping ashore)	2.350 H.P.
Propulsion	2 x 2.775 H.P.
Auxiliary engines	1.740 H.P.
Total installed diesel power	7.290 H.P.
Speed	12,5 Kn.
Complement	21 persons
Built in	1986

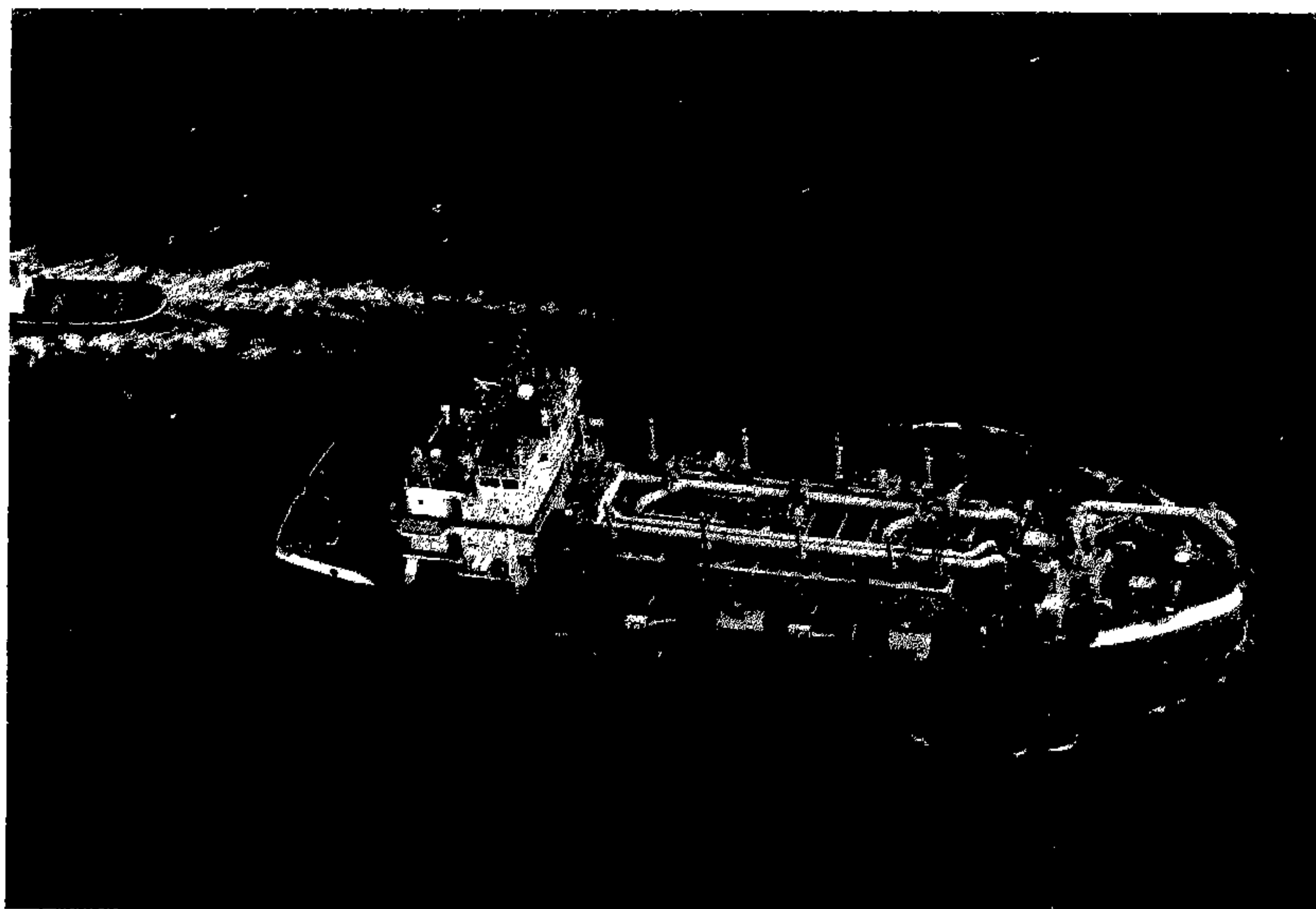


James Ensor Trailing suction hopper dredge

Hopper capacity	3,600 t
Length overall	105,2
Breadth	18,2
Dredging depth	30
Draught loaded	6
Draught unloaded	2,95
Suction pipe diameter (2)	800 m
Discharge pipe diameter	700 m
Pumps (normal trailing)	2 x 1,300 H
Pumps (pumping ashore)	2 x 2,200 H
Propulsion	2 x 3,600 H
Auxiliary engines	2,78" H
Total installed diesel engine power	9,987 H
Speed	12,8 t
Complement	41 persc
Built in	19



W.D. MEDWAY II



Main data

W.D. Medway II

Port of Registry
Classification

London
B.V. I 3/3 ⚓ Deep Sea Hopper Dredger
15 miles offshore. D.O.T. Class 7

Built in 1976 by
Converted in 1988 by

Verolme, Heusden, Netherlands
B.V. Scheepswerf en Machinefabriek
'De Merwede' v/h Van Vliet & Co.,
Hardinxveld-Giessendam, Netherlands

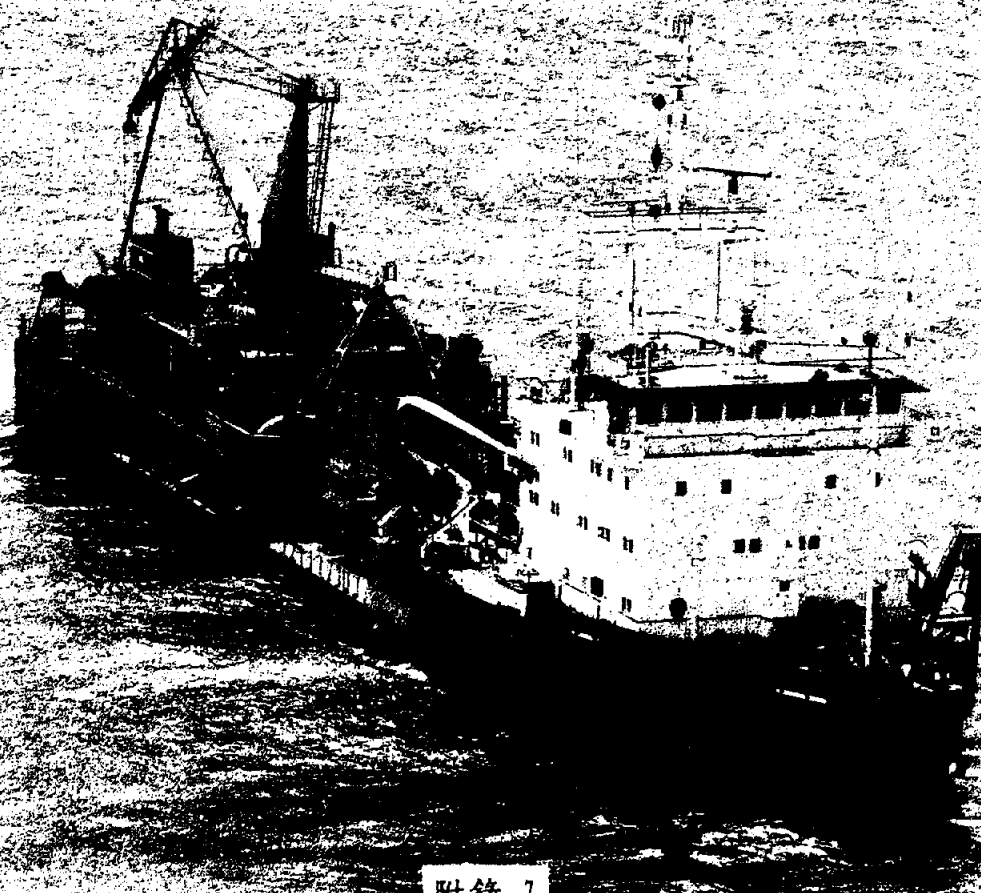
Length overall
Breadth
Depth
Draught on int. loadline (moulded)
Draught on dredging mark (moulded)
Hopper capacity
Suction pipe diameter
Dredging depth – normal
 – maximum

77.68 m
19.00 m
6.30 m
5.14 m
5.74 m
3,650 m³ /
800 mm
25 m
40 m

Speed
Propulsion power
Dredge pump power
Jet pump power
Gross tonnage
Net tonnage

10 kn
2 x 1,100 kW
2 x 850 kW
1 x 850 kW
3,122 t
1,034 t

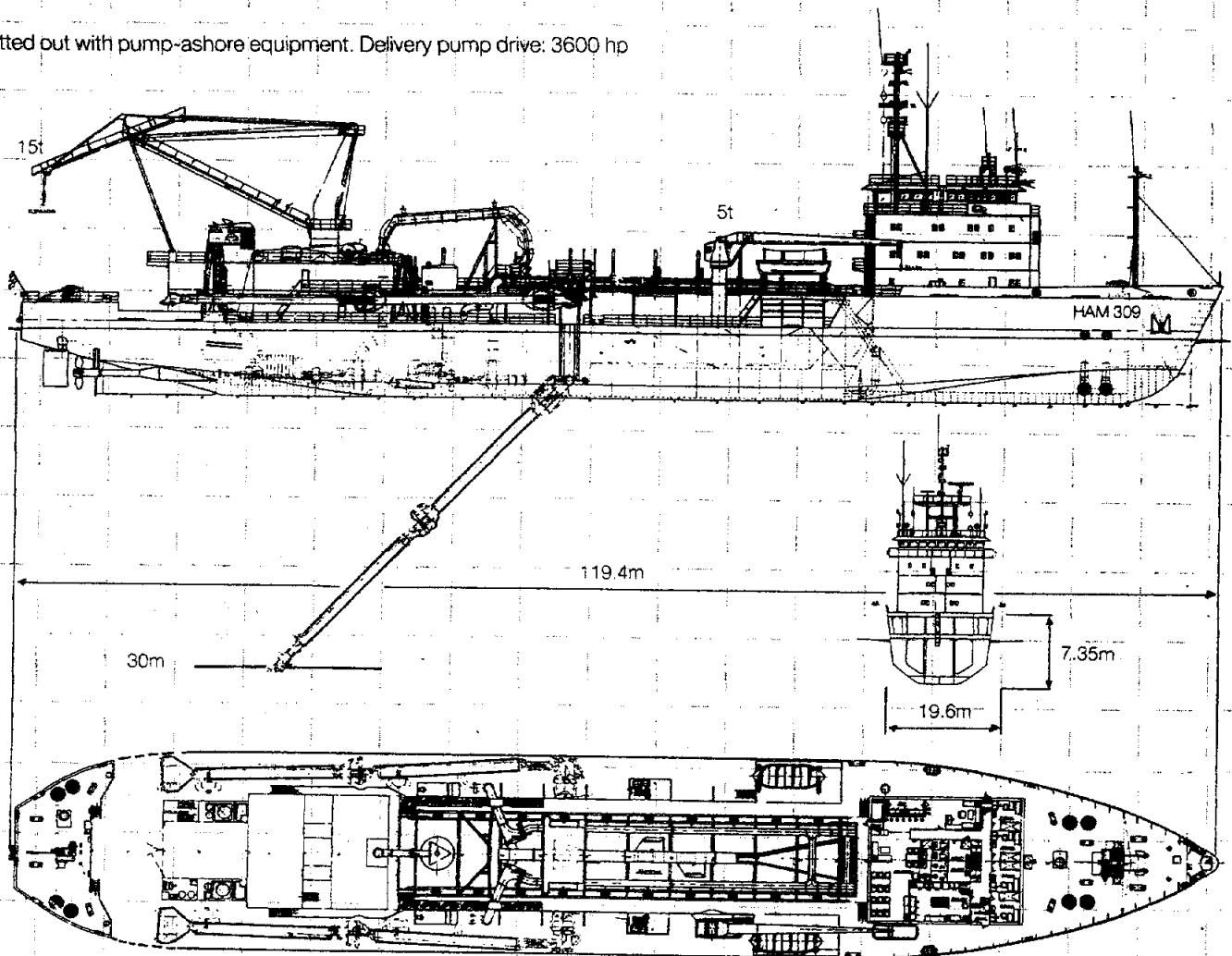
Trailing hopper suction dredger 'HAM 309'



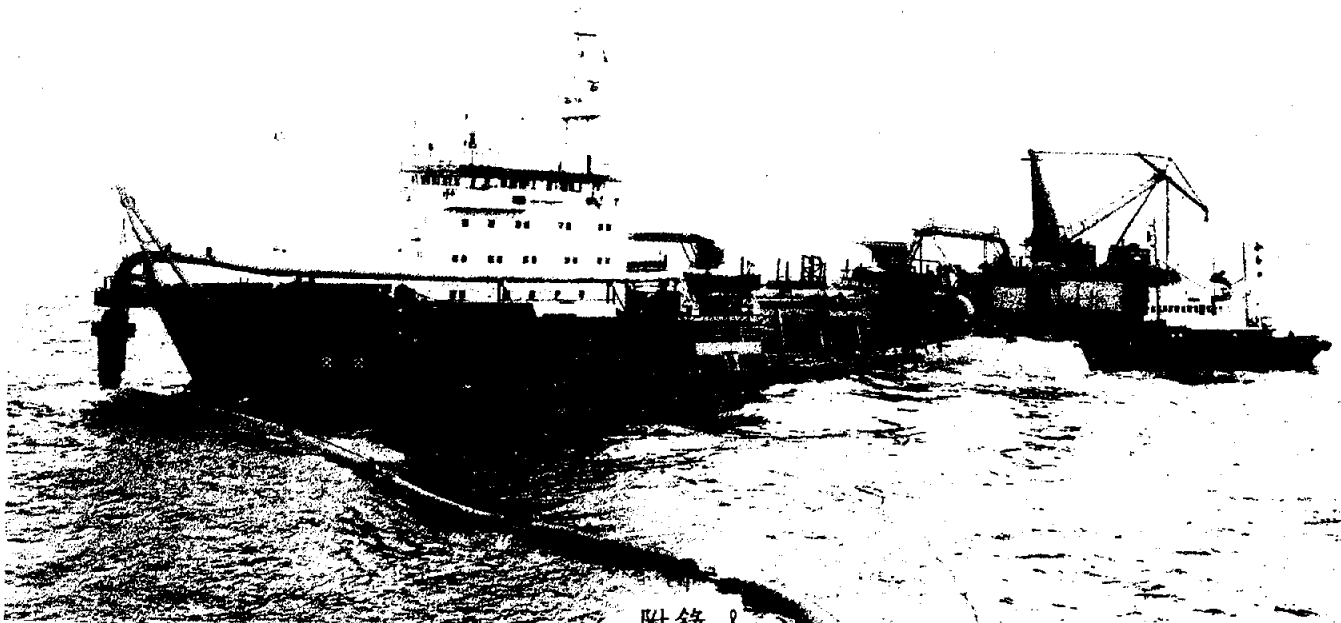
Name: HAM 309
Type: Trailing hopper suction dredger
Year of construction: 1982
Tonnage: gross: 5550 GRT
net: 1665 NRT
Dimensions: length overall: 119.4 m
beam: 19.6 m
moulded depth: 7.35 m
draught: 6.49 m

Hopper capacity: 4600 m³
Dredging depth: 30 m
Number of suction pipes: 2
Diameter of suction pipe: 800 mm
Maximum speed: 14.8 knots
Power main engines: 7200 hp
Total installed: 11158 hp
Pump drive: 2966 hp
Accommodation: 38 beds

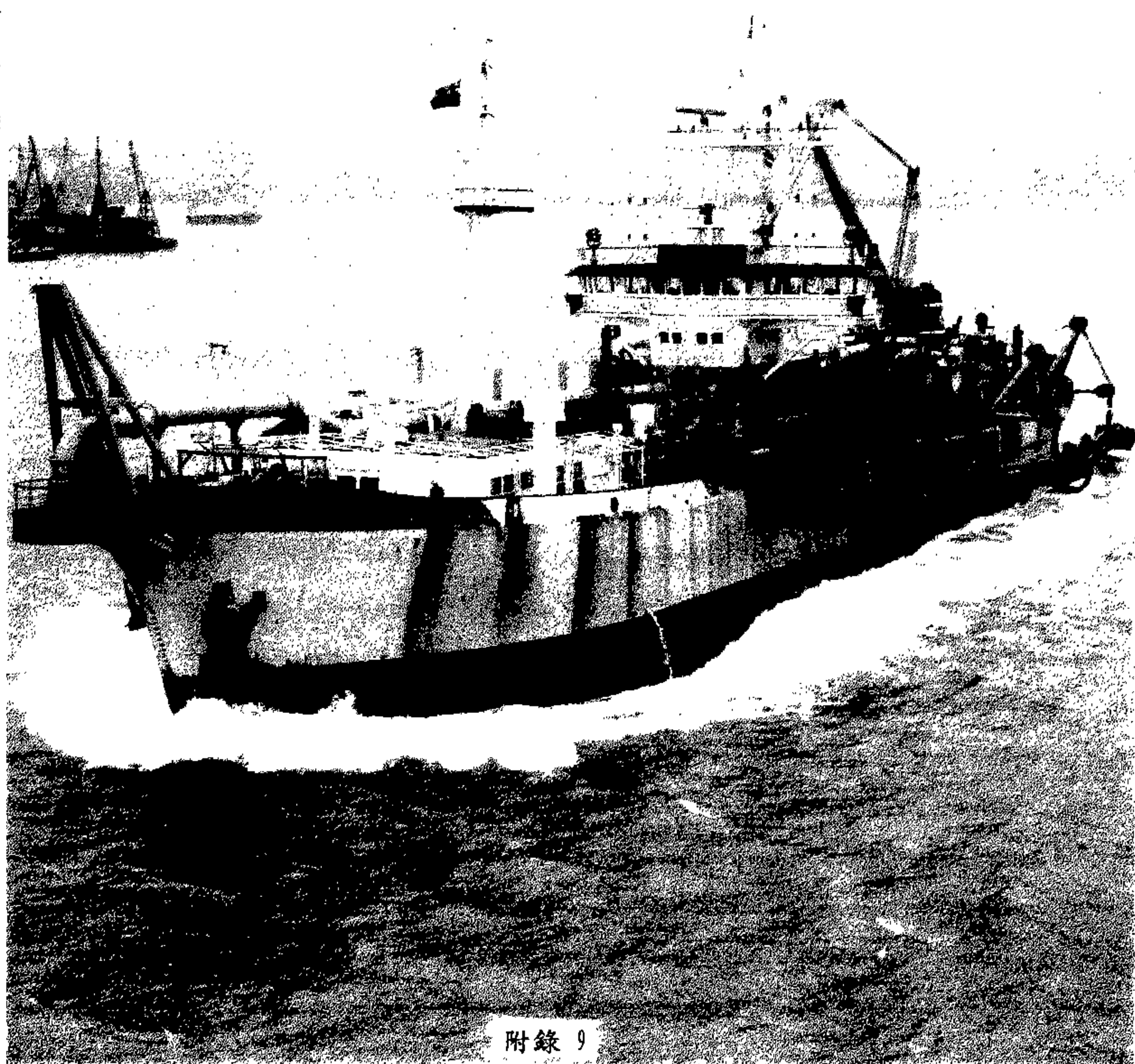
Fitted out with pump-ashore equipment. Delivery pump drive: 3600 hp



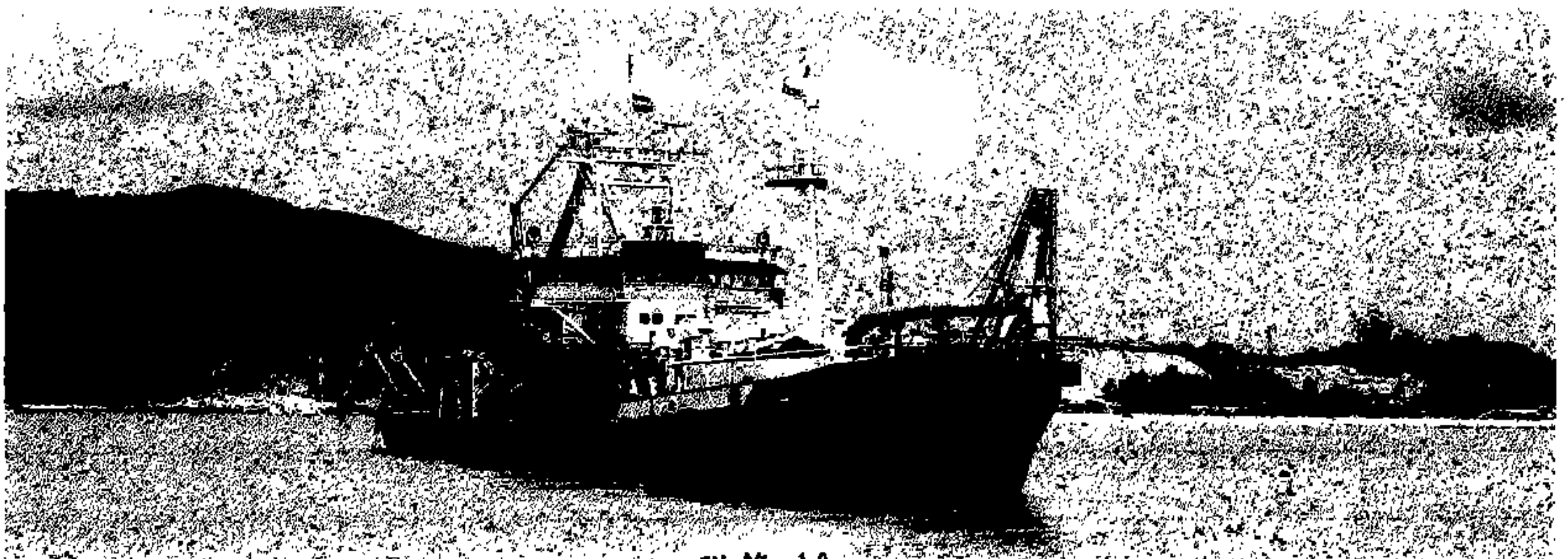
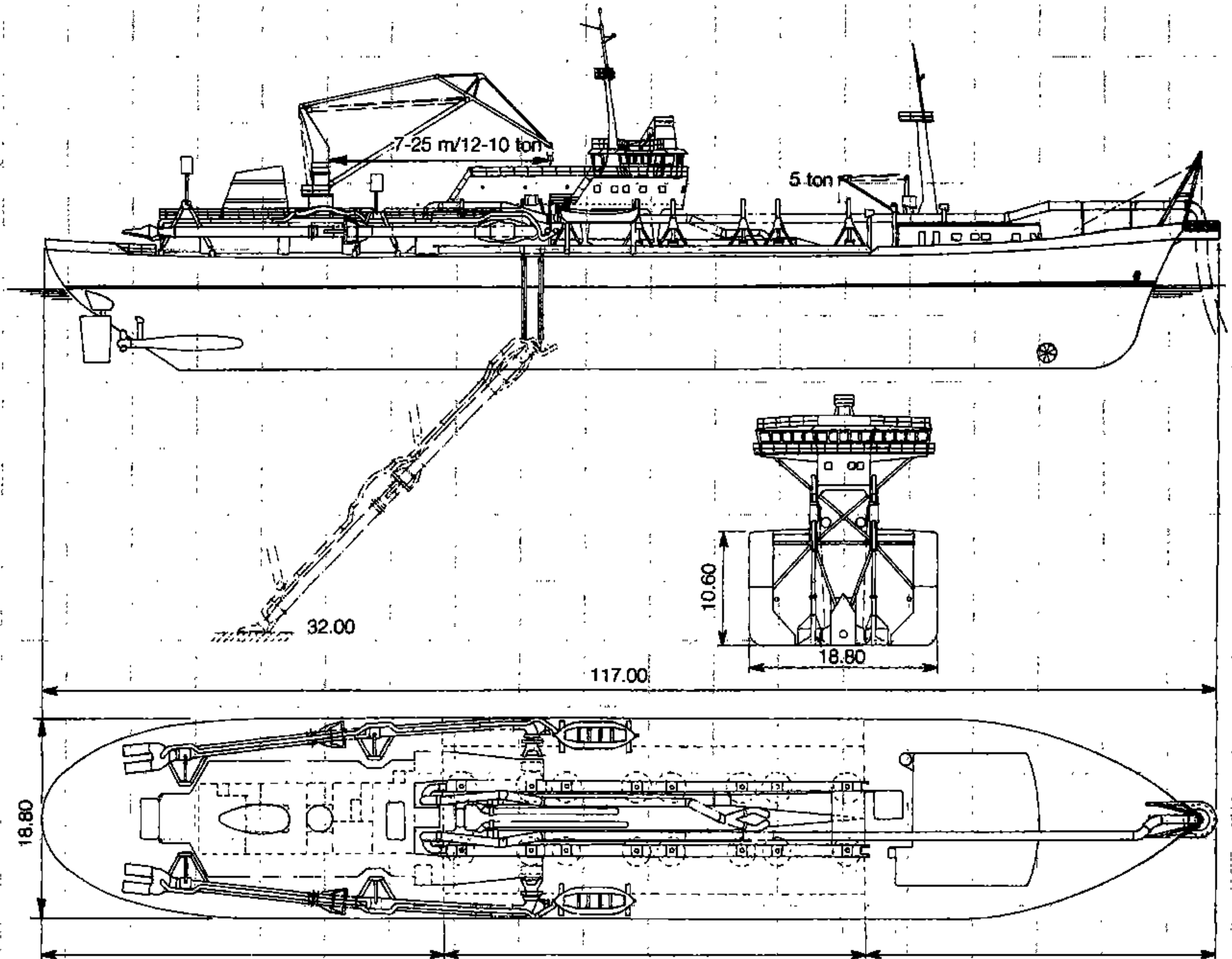
HAM, P.O. Box 166, 2280 AD Rijswijk, The Netherlands, Telephone (0)70-153933



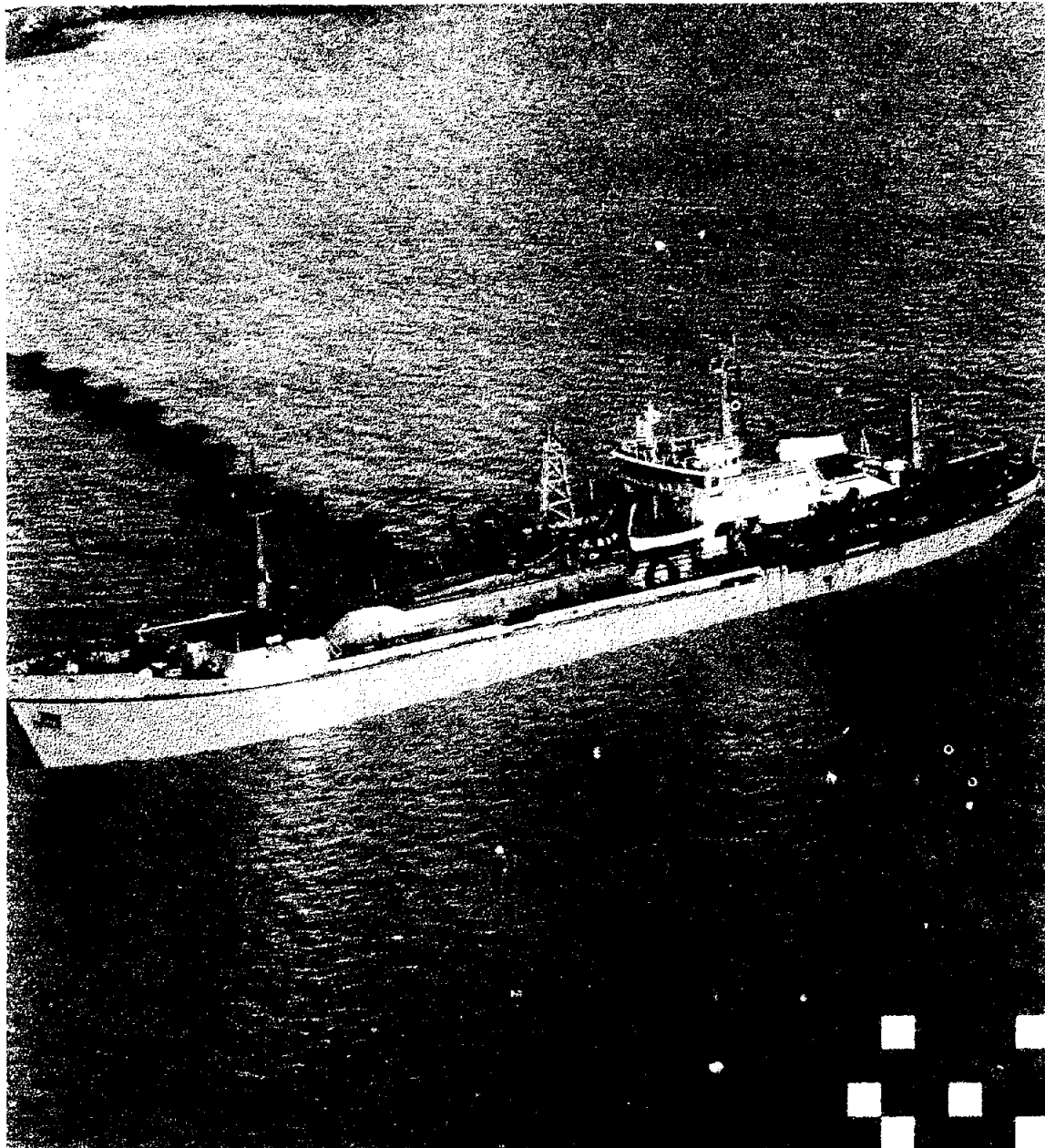
trailing hopper suction dredger 'HAM 308'



Name:	HAM 308	Hopper capacity:	4736 m ³
Type:	Twin screw motor tralling hopper suction dredger	Dredging depth:	32.00 m max.
Year of construction:	1968; rebuilt 1972	Number of suction pipes:	2
Tonnage:	6024 GRT – 3037 NRT	Ø suction pipe:	1000 mm
Dimensions:	length overall: 117.00 m	Max. speed:	16.4 knots
	breadth: 18.80 m	Power main engines:	7320 hp
	moulded depth: 10.60 m	Total installed:	9776 hp
	draught: 8.96 m max.	Pump drive:	3000 hp
		Power bow thrusters:	1110 hp
		Accommodation:	46 beds
		Number of cranes:	4
			Capacity: 5 t (2); 10 t; 12 t

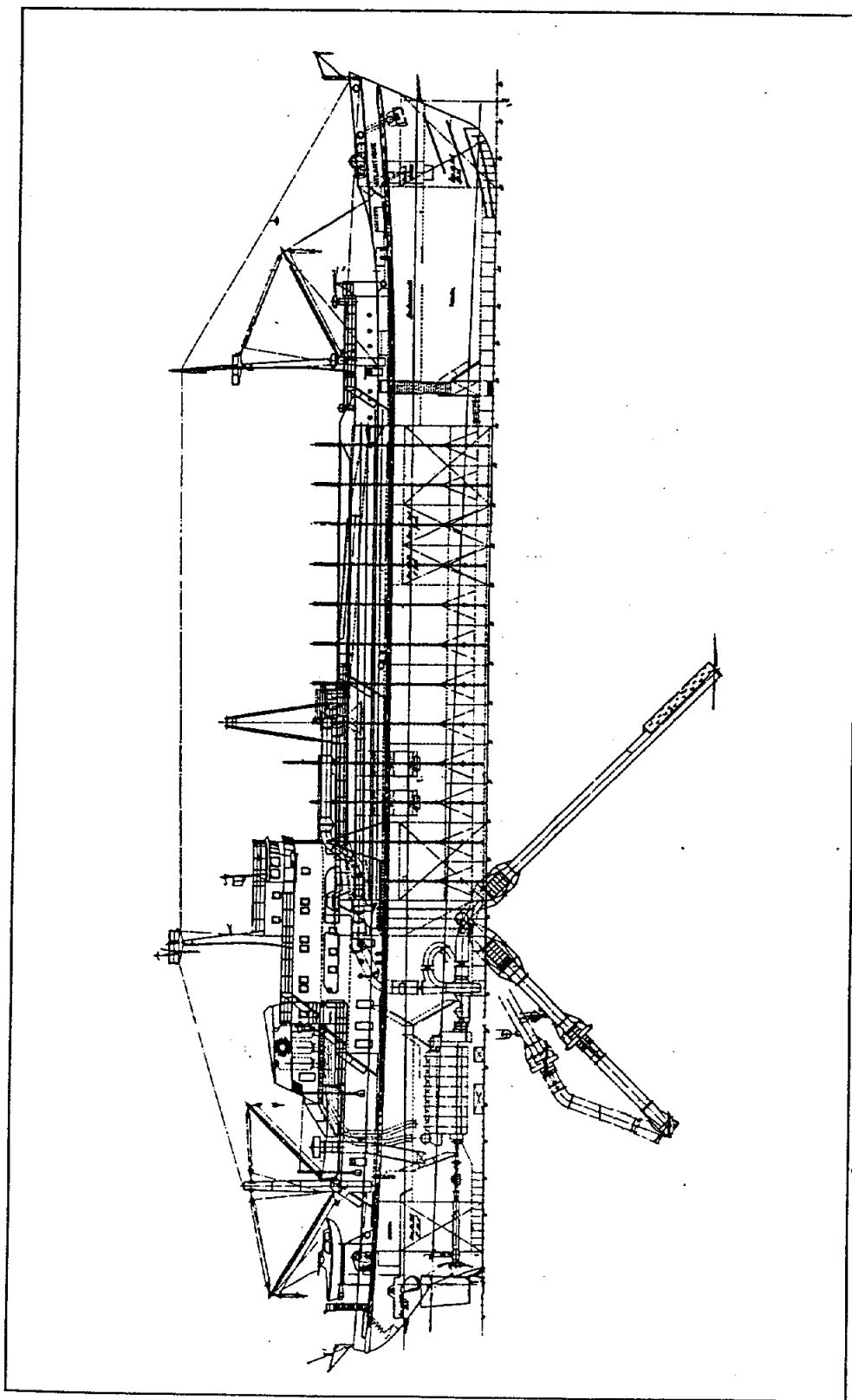


Trailing Suction Hopper Dredger ATLANTIQUE



DREDGING

INTERNATIONAL



Trailing Suction Hopper Dredger ATLANTIQUE

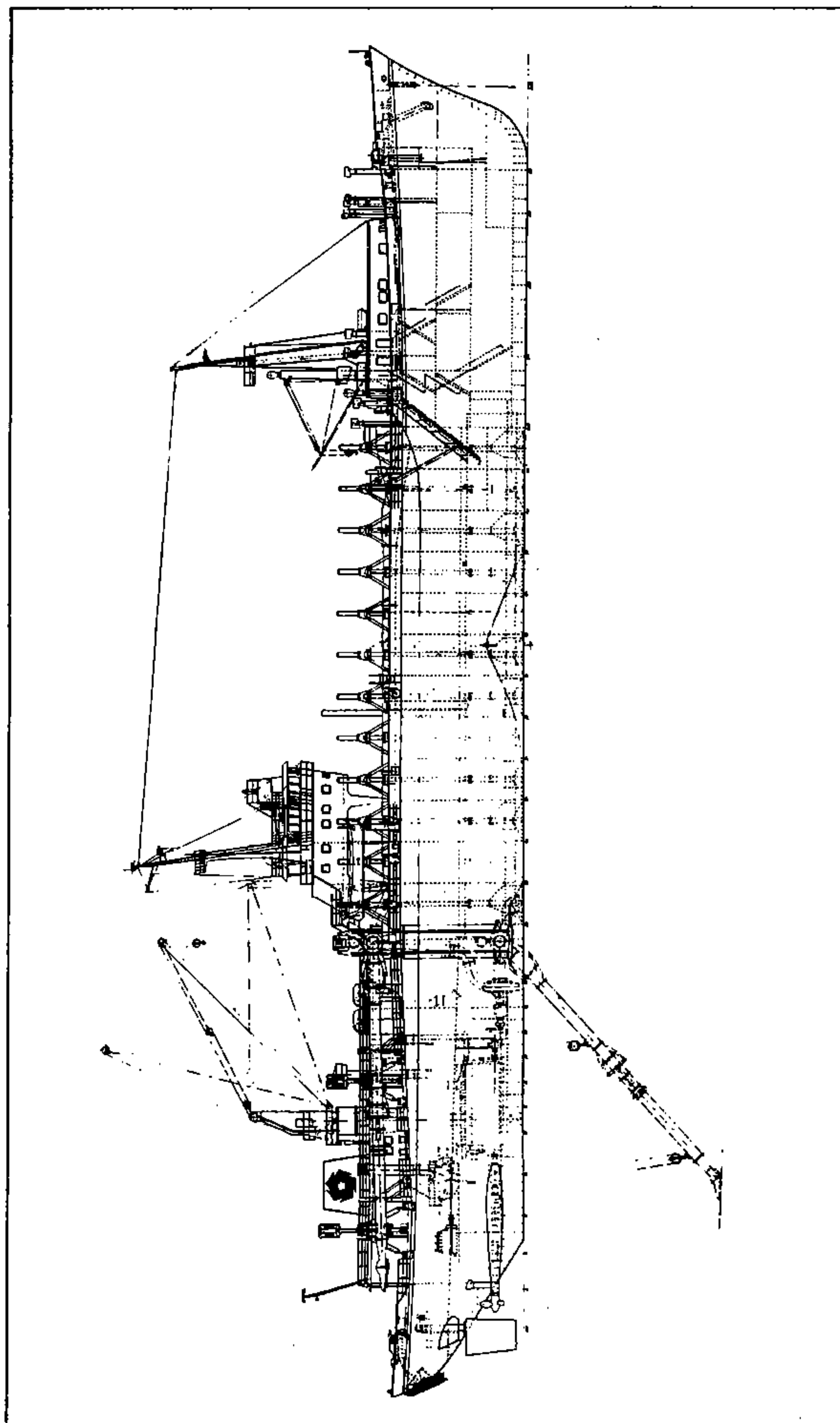
Construction year:	1964	Dredging depth:	max. 26.16 m	Power:	
Dimensions:		Hopper capacity:	4,800 m ³	- Total installed:	8,796 HP / 6,469 kW
Length o.a.:	106.60 m	Loading capacity:	7,730 tons	- On pump:	2,300 HP / 1,692 kW
Breadth o.a.:	17.60 m	Suction pipe ø:	1,000 mm	- Water jet pump:	960 HP / 706 kW
Depth:	8.65 m	Max. speed loaded:	10.30 knots	- Propulsion power:	4,600 HP / 3,383 kW
Draught:	max. 7.64 m			- Discharge equipment:	2,300 HP / 1,692 kW

Trailing Suction Hopper Dredger ANTWERPEN IV



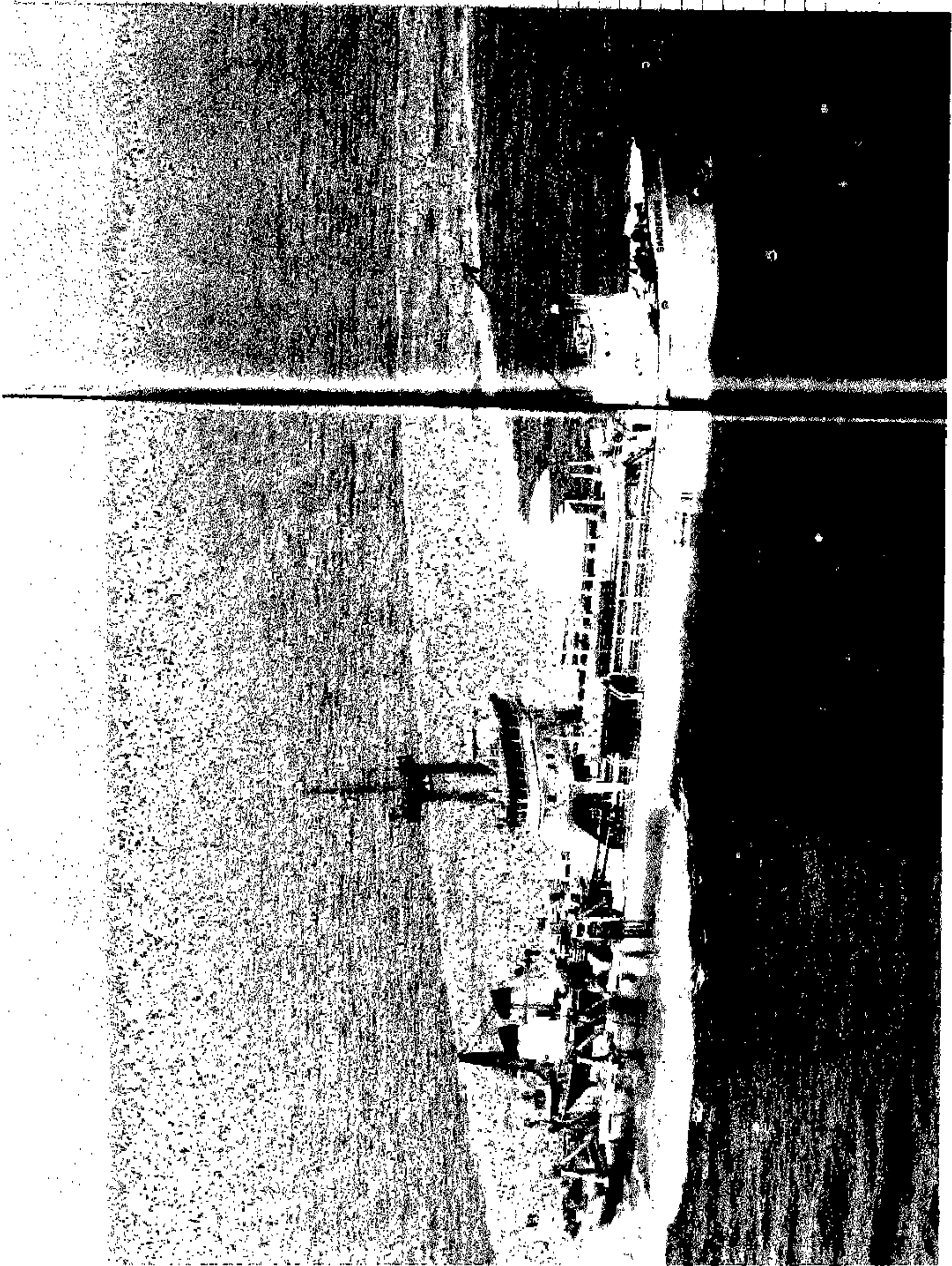
DREDGING

INTERNATIONAL



Trailing Suction Hopper Dredger ANTWERPEN IV

Construction year:	1967	Dredging depth:	29.47 m	Power:	
Dimensions:		Hopper capacity:	5,200 m ³	- Total installed:	9,738 HP (7,162 kW)
Length o.a.:	113.50 m	Suction pipes Ø	2 x 900 mm	- On pumps:	3,200 HP (2,354 kW)
Breadth o.a.:	19 m	Max. speed loaded:	14.2 knots	Propulsion power	
Depth:	10.60 m			- 2 x 4,312 HP/3,171 kW at 300 rpm sailing	
Draught:	max. 8.59 m			- 2 x 2,712 HP/1,995 kW at 300 rpm trailing	



Sanderus
Trailing suction hopper dredge

Hopper capacity	5,338 m ³
Length overall	103 m
Breadth	18.3 m
Dredging depth	25 m
Draught loaded	8.2 m
Draught unloaded	3.3 m
Suction pipe diameter (2)	900 mm
Pumps	2 x 1,190 H.P.
Propulsion (independent)	2 x 2,870 H.P.
Auxiliary engines	1,092 H.P.
Total installed diesel engine power	9,212 H.P.
Speed	12.5 Kn
Complement	38 persons
Built in	1968

'BARENT ZANEN'

TRAILING SUCTION HOPPER DREDGER

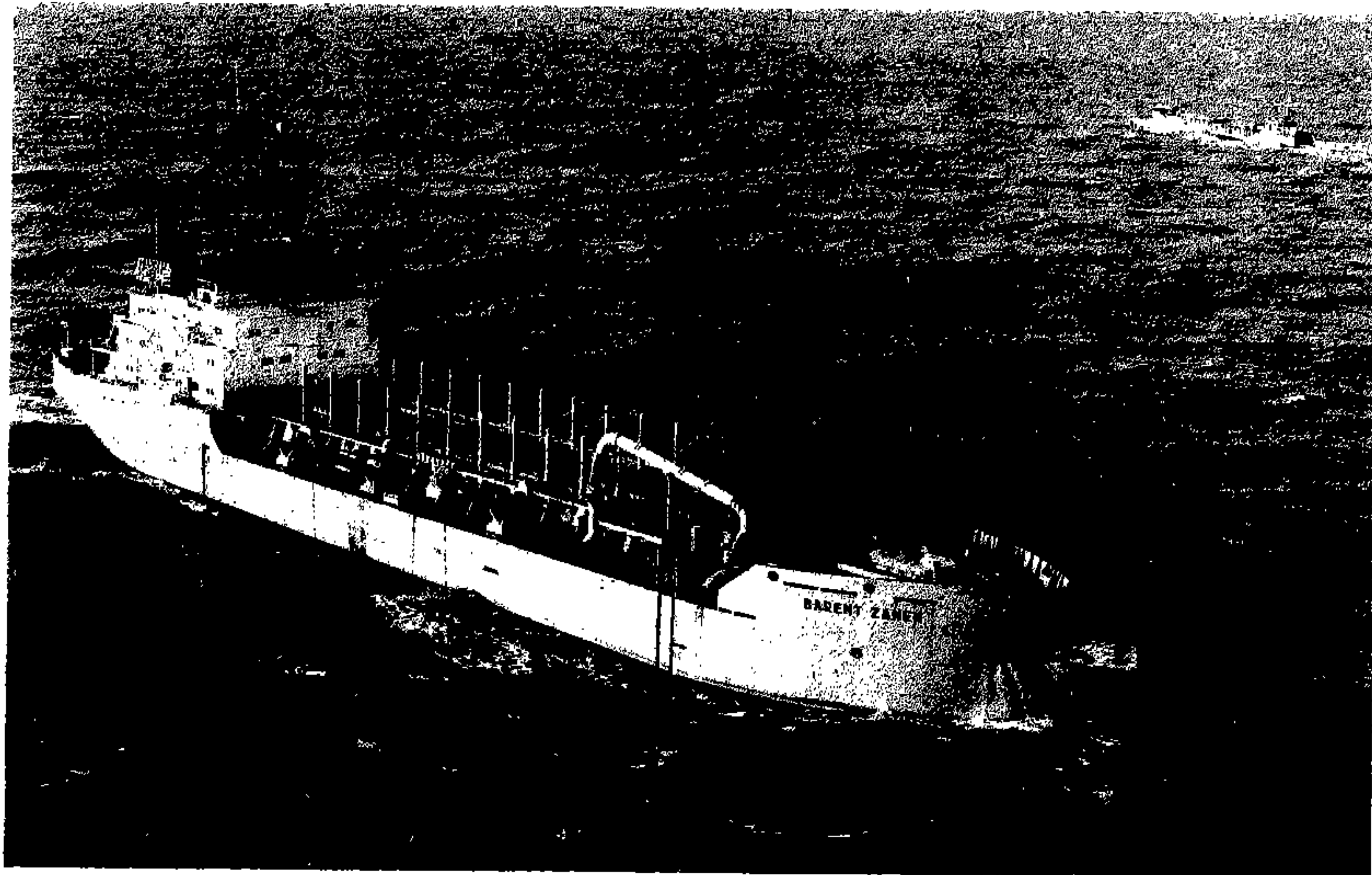
'BARENT ZANEN' sistership of the trailing suction hopper dredger 'Cornelis Zanen' built in 1982, will have approximately the same highly innovative characteristics:

- Shallow draught for the vessel's size.
- Easily manoeuvrable, with a powerful bow-thruster (735 kW) and variable pitch-propellers fitted with Kort nozzles.
- The hopper dredger can work both in tropical and arctic conditions and has been designed to meet the ice class BV 1A requirements.
- High sailing speed and very economic working speeds.
- Pump-ashore operations can be carried out with a high delivery pressure (10 bar).
- The vertical hopper walls and the very large bottom doors guarantee fast and effective dumping of sticky materials.
- The vessel is equipped with the latest computer systems to control and optimize the dredging process.
- Very fuel-efficient power system which is driven by heavy fuel diesel engines. (4,000 secs Redwood).
- Fully computerized engine room with certificate for unattended operating.
- Very modern and high-quality crew accommodation.
- Dynamic Positioning and Dynamic Tracking system (make Kongsberg Albatross)

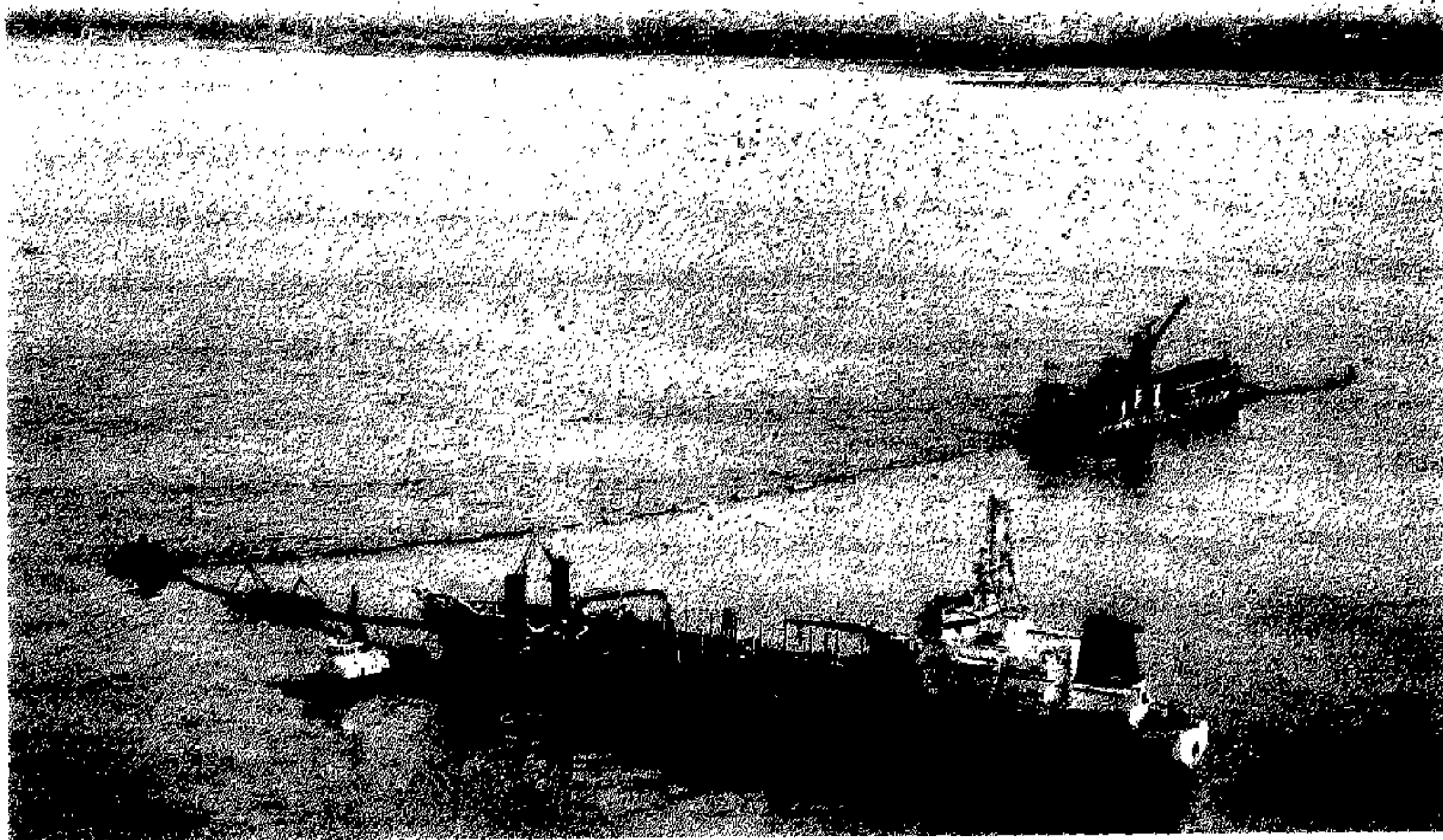
Main characteristics:

Length overall	: 133.58 m
Length l.l.	: 122.88 m
Beam	: 23.00 m
Draught to dredging mark	: 8.80 m
Hopper capacity	: 2,000 m ³
Load capacity	: 14,524 tons
Dredging depth (standard)	: 55.00 m
Dredging depth (optional)	: 65.00 m
Loaded speed	: 15.2 knots
Diameter of twin suction pipes	: 1,000 mm
Pump-ashore power	: 2 x 2,270 kW (2 x 3,080 hp)
Propulsion (max.)	: 2 x 4,560 kW (2 x 6,200 hp)
Total power installed	: 11,474 kW (15,605 hp)
Accommodation for a crew of 48	
Classification Bureau Veritas	: I 3/3 E+ Hopper Dredger Deep Sea AUT - MS lcs class 1A

Ymuden, The Netherlands deepening of access channel.

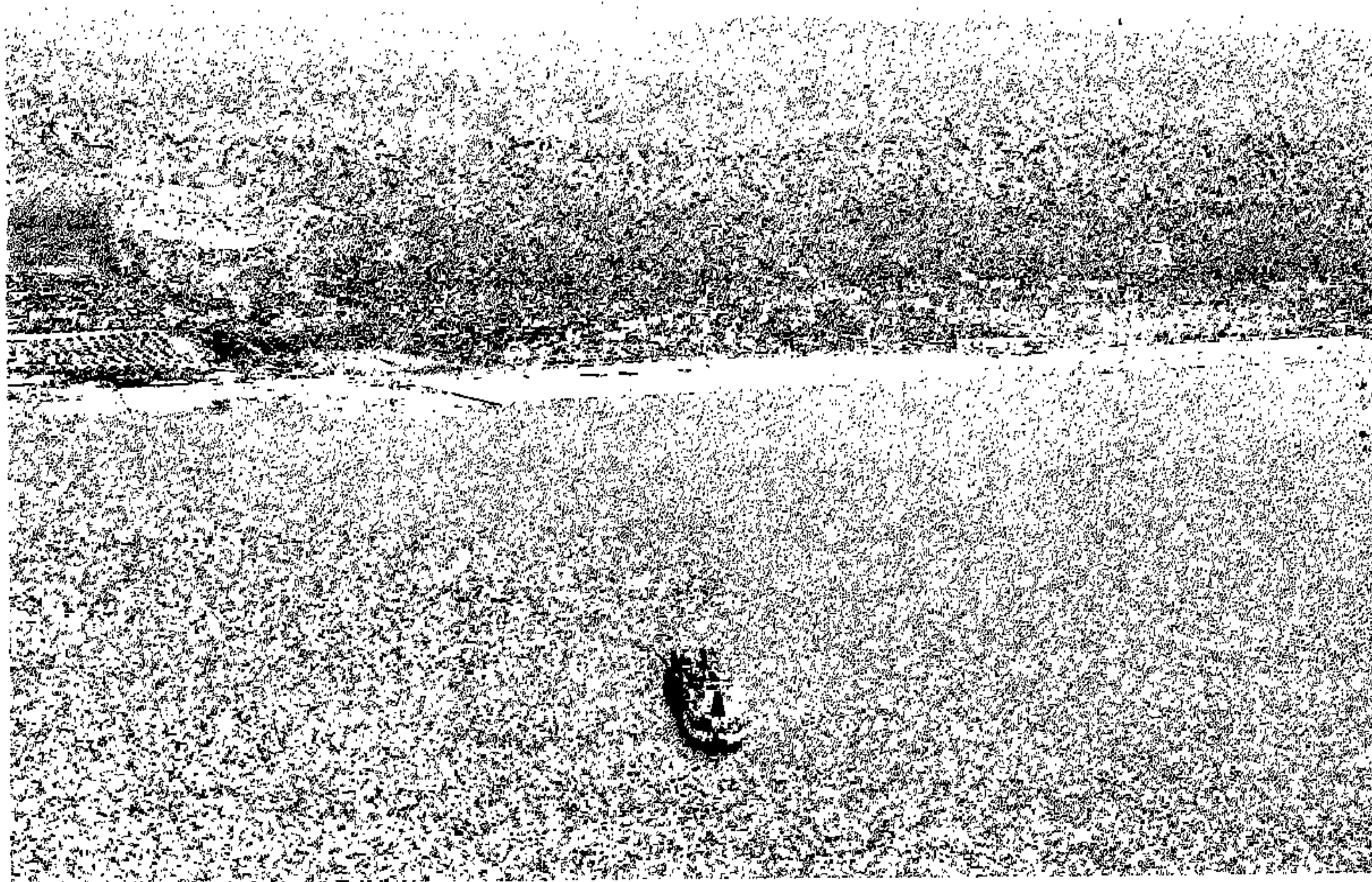


'BARENT ZANEN'
TRAILING SUCTION HOPPER DREDGER



Beach nourishment at Ter Heyde, The Netherlands.

Beach nourishment at Seaford, England.



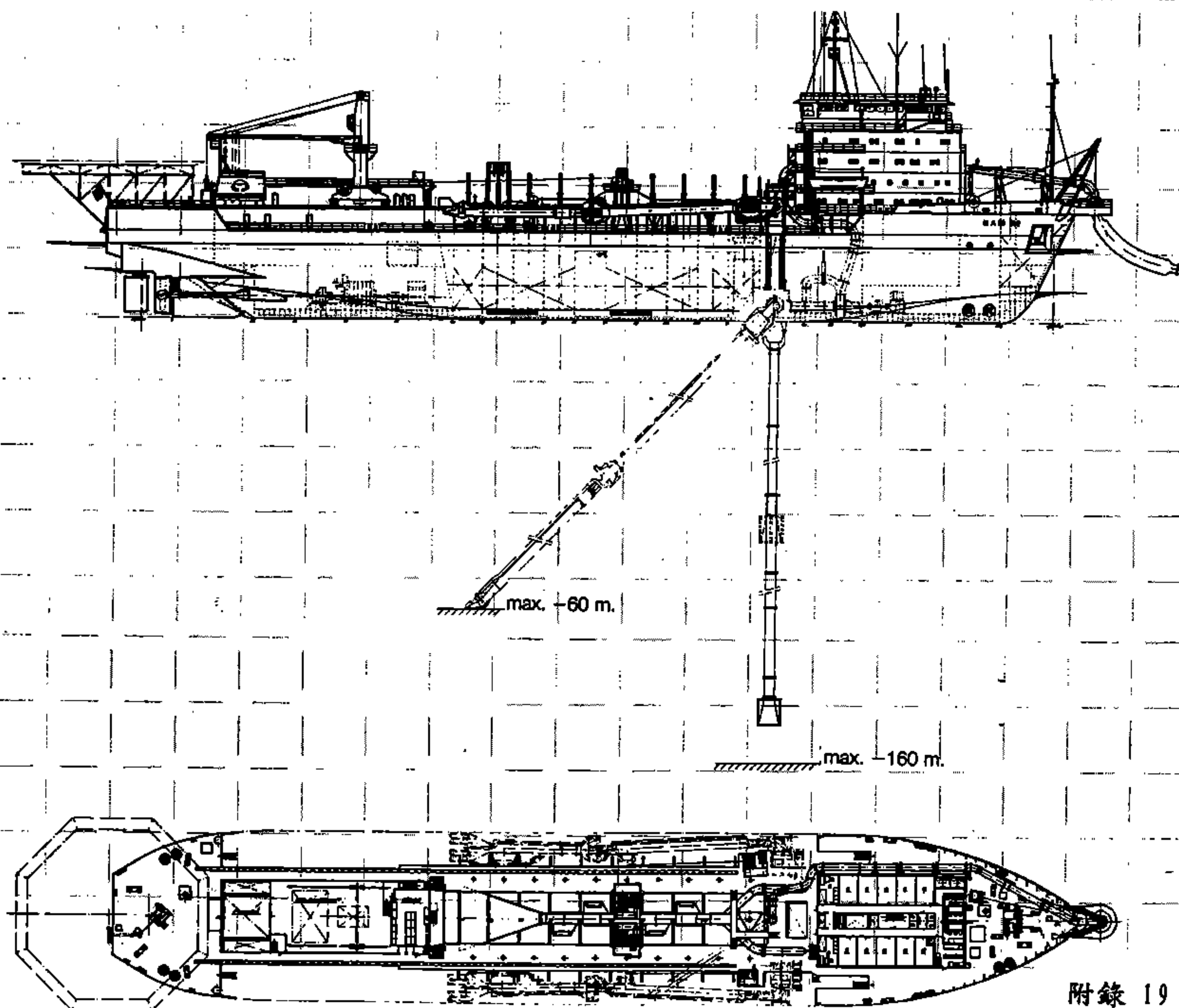


multi-purpose trailer dredger and fall-pipe vessel 'HAM 310'



Name:	HAM 310	Speed (loaded):	15 knots
Type:	multi-purpose trailer dredger and fall-pipe vessel	Accommodation:	46 beds
		Hydraulic deckcrane:	30 T (metric) 18 m reach
		Hopper capacity:	8225 m ³
Dynamic positioning system:	completely integrated DP-system connected with survey and process computer	Deadweight:	14700 T (metric)
	1 3/3 E + hopper dredger (deepsea) with the notation Ice class BV 1A (Canadian Shipping Act 'type B')	Suction pipes:	two Ø 1100 mm
Class:		Dredging depth:	up to 60 m
		Dumping depth:	up to 160 m
Year of construction:	1985	Power main engines:	14400 hp
Tonnage:	gross: 10378 GRT net: 3113 NRT	Power total installed:	16000 hp
Dimensions:	length overall: 133.50 m beam: 23.00 m moulded depth: 11.60 m draught (loaded): 9.80 m draught: 4.50 m (with empty hopper)	Power - Dredge pumps:	6000 hp
		Power - Jet pumps:	2000 hp
		Power - Bow thrusters:	1500 hp
		Pump discharge equipment:	delivery pump drive 6000 hp, capable to handle up to 150 mm (6 inch) rock

HAM, P.O. Box 166, 2280 AD Rijswijk, The Netherlands, Telephone (0) 70-153933

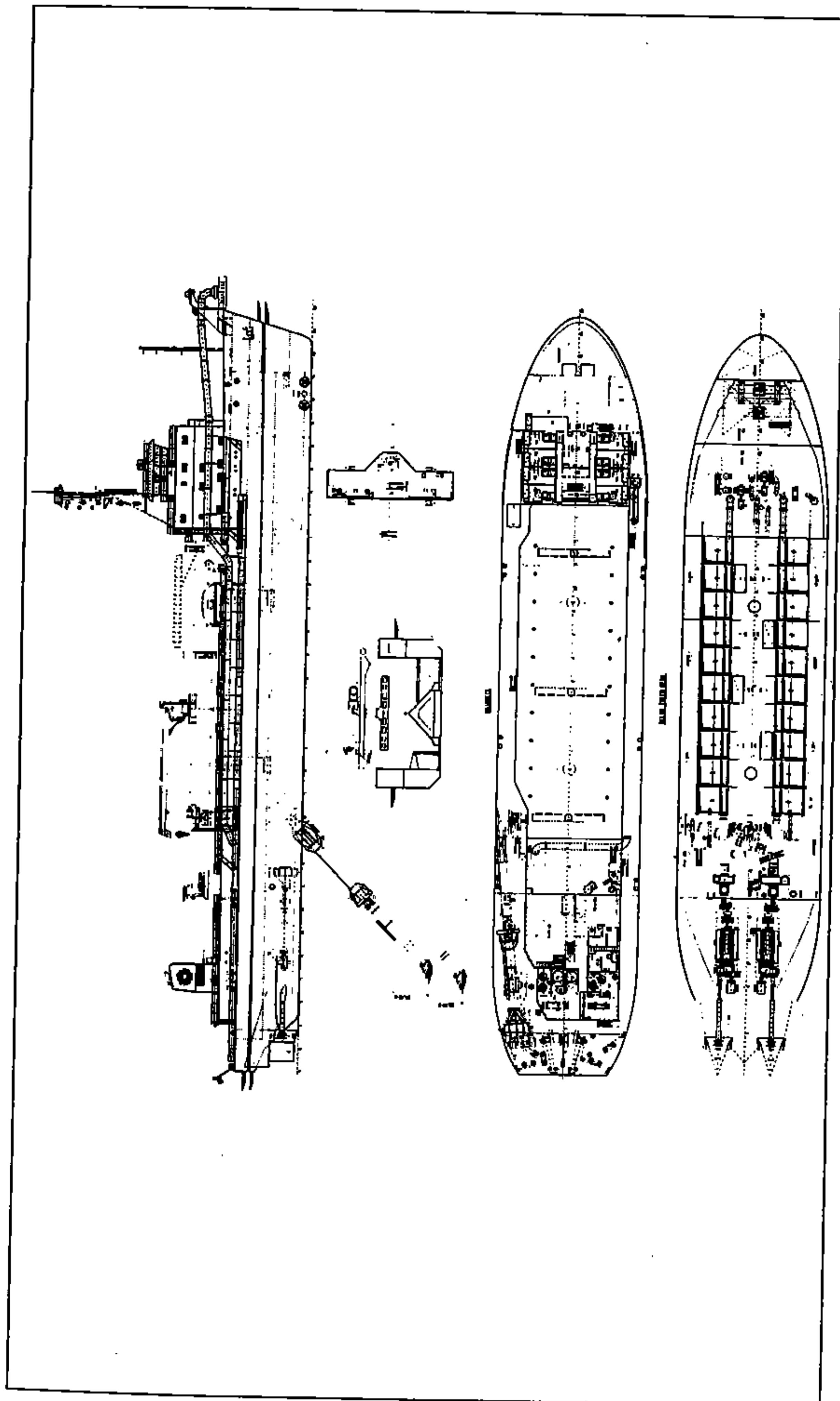


Trailing Suction Hopper Dredger ANTIGOON



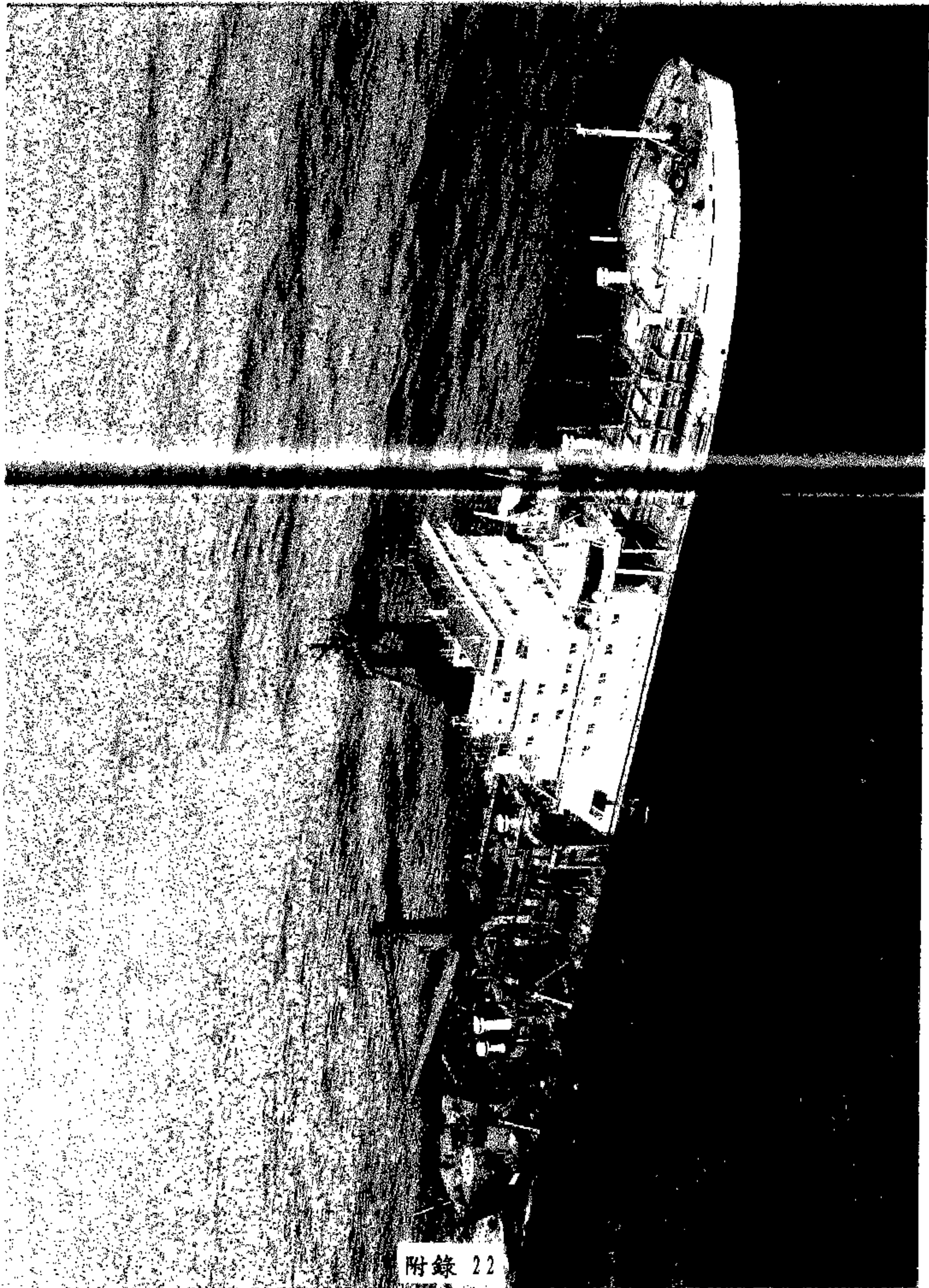
DREDGING

INTERNATIONAL



Trailing Suction Hopper Dredger ANTIGOOON

Construction year:	1989		
Dimensions:	Length o.a.: 115.00 m	Dredging depth:	33.00 m
	Breadth o.a.: 22.46 m	Hopper capacity:	8400 m ³
	Moulded depth: 9.80 m	Loading capacity:	12700 tons
Draught max.:	8.68 m	Suction pipe Ø:	1200 mm
		Max. speed loaded:	12.50 knots
		Power:	
		- Total installed:	(9,735 kW)
		- On pumps:	(2,500 kW)
			(4,000 kW)
		- Propeller drive	(6,000 kW)
		AC generators	(8,000 kW)
			(4,100 kW)
			(2 x 1,760 kVA)
			(1 x 544 kVA)
			(1 x 313 kVA)



Vasco da Gama
Trailing suction
hopper dredge

Hopper capacity	10,000
Length overall	130.3
Breadth	22.5
Dredging depth	35
Draught loaded	10.19
Draught unloaded	5
Suction pipe diameter (2)	1,200 mm
Pumps (normal trailing)	2 x 2,400 t
Propulsion	2 x 8,000 t
Auxiliary engines	2,892 t
Total installed diesel engine power	18,892 t
Speed	15
Complement	48 pers
Built in	19

參 考 文 獻

1. 交通部運輸研究所，台灣地區籌建深水港計畫可行性研究及先期規劃簡報(1990)。
2. 廖日昇、李林少華、柳志錫、廖建順、林明煌，「北港沿海地區的地盤下陷及地下水污染之調查及研究」，地盤下陷研討會(III)論文集，第129—216頁，工研院能資所(1990)。
3. 沈向白，「雲林沿海地區地盤下陷之研究(一)」，地盤下陷研討會(II)論文集，第191—212頁，工研院能礦所(1989)。
4. 經濟部工業局，彰化濱海工業區開發計畫(1990)。
5. 日本港灣協會，港灣の施設の技術上の基準・同解説，改訂版(下卷)，平成元年6月。
6. 行政院科技顧問組，荷蘭海岸地區開發與管理研討會——人工養灘手冊(1988)。
7. 沈向白、周良勳，「雲林縣沿海地區使用地下水灌溉水質之調查研究」，地盤下陷研討會(III)論文集，工研院能資所，第115—128頁(1990)。
8. 臺灣地區養殖用水與地下水之調查研究，經濟部水資源統一規化委員會(1990)。
9. 林永德，「地盤下陷防治方法」，地盤下陷研討會論文集，新竹，第17—42頁(1988)。

- 1 0. 推進工程有限公司，基礎土壤穩定施工法(下冊)
(1980)。
- 1 1. Terzaghi, K. and Peck, R. B., Soil Mechanics in Engineering Practice, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc., New York(1967).
- 1 2. 李建中，「油槽基礎沉陷分析程式使用手冊」，國立中央大學工學院技術報告，NCU—CE—7004，中壢(1982)。
- 1 3. Seed, H. B., "Final Report on Evaluation of Liquefaction Potential for Taihsi Site," July 10(1984).
- 1 4. Hou, H. S. and Chien, L. K., "Study of Soil Dynamic Property and Liquefaction in Taiwan SW Coast," 第八屆海洋工程研討會，第489—507頁(1985)。
- 1 5. Seed, H. B. and Idriss, I. M., "Analysis of Soil Liquefaction: Niigata Earthquake," Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol. 93, SM3, May(1967).
- 1 6. Gibbs, H. J. and Holtz, W. G., "Research on Determining the Relative Density of Sands by Spoon Penetration Testing," Proceedings, Fourth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering Vol. 1, p.35 (1957).

- 1 7. 林耀煌，「地盤改良工法」，地工技術雜誌，第 8 期，第 16—25 頁 (1984)。
- 1 8. 侯和雄，"人工島之開發與整體規劃"，港埠發展現代化研討會論文集，交通部運輸研究所，pp. 4—1 — 4—23 (1992)。
- 1 9. 郭金棟，"海岸保護與利用之發展趨勢"，海洋工程技術發展之展望研討會，工業技術研究院能源與資源研究所(1990)。
- 2 0. 港灣構造物設計標準，台灣省政府交通處(1981)。
- 2 1. Design Manual 7.3, NAVFAC DM—7.3, pp. 64—68 (1983).
- 2 2. Invitation to Bid and Contract Documents for Installation of Talipu SPM No. 3 and Supply and Installation of Association Pipelines, Vol. IV, Chinese Petroleum Corporation(1988).

關建深水港工程技術研究—抽砂回填工法之研究

出版者：交通部運輸研究所
發行人：張家祝
發行所：交通部運輸研究所
地址：台北市敦化北路150號7樓
電話：(02)7123121
經銷處：交通部運輸研究所運輸資訊組
地址：台北市敦化北路150號3樓
電話：(02)7123121
印刷者：文彥文具印刷有限公司
地址：台北市忠孝東路5段236巷20弄1號
電話：(02)7205591（代表線）
中華民國八十三年二月初版一刷
本書印製100冊・每冊工本費480元