

# 台灣各港區地質調查分析及資料建檔研究

計畫主持人	：	李	延	恭
協同主持人	：	謝	明	志
研究人員	：	趙	光	華
參與人員	：	陳	圭	璋
		蘇	吉	立
		陳	志	芳
技術員	：	張	阿	平
		陳	義	松
		李	春	榮
		張	惠	華

台灣省政府交通處港灣技術研究所  
中華民國八十三年六月編印

# 台灣各港區地質調查分析及資料建檔研究

## 目 錄

目錄	I
附圖目錄	II
附表目錄	V
致謝	VII
摘要	VIII
壹、前言	李延恭.....1
貳、資料搜集	李延恭、趙光華...2
參、自然環境	李延恭、趙光華...5
肆、地震資料分析	李延恭.....23
伍、地質概況	李延恭.....41
陸、地層分佈情況、大地工程性質及地下水資料分析	李延恭.....59
柒、資料建檔研究	謝明志、趙光華...101
捌、結論及建議	李延恭.....164
附錄 各港區鑽探孔位置圖	165

# 附圖目錄

圖3.1	各港區月平均氣溫比較。.....	9
圖3.2	各港區月平均風速變化比較。.....	12
圖3.3	侵台颱風路徑分類統計.....	16
圖3.4	各港區月降雨量變化比較。.....	17
圖4.1	台灣主要地震帶及二十世紀強烈地震震央分佈情況。.....	24
圖4.2	台灣地區1900至1935年間地震震央分佈情形。.....	25
圖4.3	台灣地區1936至1973年間地震震央分佈情形。.....	26
圖4.4	台灣地區1973至1993年間地震震央分佈情形。.....	27
圖4.5	歷年來造成災害之地震分佈。.....	28
圖4.6	台灣震度區分圖。.....	29
圖4.7	台灣地區之等震度圖。.....	30
圖4.8	回復週期為50年之預期最大地震加速度分佈圖。.....	31
圖4.9	地震規模與回復週期之關係。.....	34
圖4.10	台中港區最大地震加速度與回復週期之關係。.....	35
圖4.11	高雄港地震最大加速度與回復週期之關係。.....	38
圖4.12	適用於高雄港之地震加速度反應譜。.....	39
圖5.1	台灣活斷層的分佈。.....	42
圖5.2	與地震災害有關之斷層分佈。.....	43
圖5.3	基隆港區附近之地質斷層分佈圖。.....	46
圖5.4	台灣北部地區活斷層分佈。.....	47
圖5.5	台中港附近斷層位置示意圖。.....	50
圖5.6	大肚台地活斷層分佈資料。.....	51
圖5.7	台灣南部地區活斷層分佈。.....	53
圖5.8	花蓮平原地形圖。.....	55

圖5.9	花蓮地質圖。.....	56
圖6.1	台中港區砂土層直接剪力試驗結果。.....	62
圖6.2	台中港區砂土層三軸壓縮排水試驗結果。.....	64
圖6.3	台中港區砂土層內摩擦角與土壤乾土單位重關係。.....	65
圖6.4	台中港區粘性土壤不排水剪力強度隨深度變化情形。.....	66
圖6.5	台中港區粘性土壤液性限度與塑性指數關係。.....	67
圖6.6	台中港區粘性土壤壓縮指數與自然含水量關係。.....	67
圖6.7	台中港區砂質土壤初始彈性模數與圍壓關係。.....	68
圖6.8	台中港區土壤透水性質。.....	70
圖6.9	台中港區砂質土壤剪力模數與剪應變關係。.....	71
圖6.10	台中港區砂質土壤楊氏模數與剪應變關係。.....	72
圖6.11	台中港區 SPT-N值與剪力波速和剪力模數關係。.....	73
圖6.12	台中港區地下水位觀測井埋設位置。.....	75
圖6.13	台中港區地下水位長期量測結果。.....	76
圖6.14	梧棲地區地下水位長期量測結果。.....	78
圖6.15	台中港區地下水壓分佈情況。.....	79
圖6.16	本研究在台中港區進行 LLT試驗地點之土層資料。.....	81
圖6.17	本研究在台中港區進行LLT試驗km值與SPT-N值之關係。.....	82
圖6.18	高雄港區砂質土壤內摩擦角與土壤乾土單位重之關係。.....	85
圖6.19	高雄港區粘性土壤無圍壓縮強度隨深度之變化關係.....	86
圖6.20	高雄港區粘性土壤液性限度與塑性指數之關係。.....	87
圖6.21	高雄港區砂質土壤內摩擦角與土壤乾土單位重之關係.....	87
圖6.22	高雄港區砂質土壤剪力模數與剪應變之關係。.....	88
圖6.23	本研究在高雄港區埋設之地下水位觀測井位置示意圖。.....	90
圖6.24	本研究在高雄港區地下水位長期量測記錄。.....	91
圖6.25	台灣省水利局在小港國小埋設之觀測井地下水位長期量測結果	92
圖6.26	本研究在高雄港區 LLT試驗地點之土層資料。.....	93

圖6.27	本研究在高雄港區LLT試驗km值與SPT-N值之關係。	94
圖6.28	本所在基隆港區補充地質調查鑽孔位置示意圖。	96
圖6.29	本所在基隆港區補充地質調查土層剖面圖。	97
圖6.30	本所在花蓮港區補充地質調查鑽孔位置示意圖。	99
圖7.1	壓密曲線之類別。	118
圖7.2	台灣五大港區分佈示意圖。	153
圖7.3	台中港港區地圖。	154
圖7.4	台中港區漁港附近1km*1km區域地圖。	155
圖7.5	1km*1km區域地圖及鑽孔群圖。	156
圖7.6	所選取鑽孔之柱狀圖。	157
圖7.7	區域地區及鑽孔群圖。	158
圖7.8	區域地區及所選取鑽孔之柱狀圖。	159
圖7.9	二向度地層剖面圖。	160

# 附表目錄

表2.1	各港區提供之地質調查報告數量整理。.....	4
表3.1	各港區月平均氣溫統計表。.....	8
表3.2	各港區年平均及年平均最高最低氣溫。.....	10
表3.3	各港區絕對最高、最低氣溫資料。.....	10
表3.4	各港區月平均風速。.....	12
表3.5	各港區年平均風速。.....	13
表3.6	各港區最大風速、風向及發生日期。.....	13
表3.7	各港區月降水量。.....	18
表3.8	各港區年平均降水量。.....	18
表3.9	各港區一日間最大降水量及發生日期。.....	19
表3.10	各港區月平均降雨天數。.....	19
表3.11	各港區年平均降雨天數。.....	20
表3.12	各港區潮位資料。.....	22
表4.1	中部地區歷年災害地震資料。.....	33
表4.2	高雄地區歷年災害地震資料。.....	36
表4.3	花蓮、蘇澳地區歷年災害地震資料。.....	40
表7.1	現有各港區鑽孔資料.....	102
表7.2	增編後之MIPS主功能表.....	107
表7.3	修改後之MIPS主次功能項目表.....	108
表7.3	修改後之MIPS主次功能項目表.....	109
表7.3	修改後之MIPS主次功能項目表.....	110
表7.3	修改後之MIPS主次功能項目表.....	111
表7.3	修改後之MIPS主次功能項目表.....	112
表7.4	鑽孔資料抬頭(取自李咸亨, 1988).....	119

表7.5	A表格式(取自李咸亨, 1988).....	120
表7.6	B表格式(取自李咸亨, 1988).....	122
表7.7	C表格式(取自李咸亨, 1988).....	123
表7.8	C表試驗代號說明(取自李咸亨, 1988).....	124
表7.8	C表試驗代號說明(取自李咸亨, 1988).....	125
表7.9	輔助記憶體內資料貯存架構.....	127
表7.10	地質資料庫圖文索引資料組織架構.....	129
表7.11	地層剖面柱狀圖展示系統架構.....	151
表7.12	土岩層代號及剖面圖案對照表.....	161
表7.13	柱狀圖文字解釋資料.....	162

# 誌 謝

本研究計劃在研究期間承蒙基隆港務局吳俊雄先生、蘇澳港務局陳春生先生、花蓮港務局柯登福先生、台中港務局王世文先生、高雄港務局蘇文彬先生等協助搜集或提供各港區相關的地質調查及土壤試驗資料，使得本研究計劃得以順利完成。同時感謝台灣電力公司、省水利局、亞新工程顧問公司、中興工程顧問社、中華顧問工程司等提供相關資料及國立台灣技術學院營建工程系李咸亨教授提供地質資料建檔許多寶貴意見，使得本研究內容更為充實，在此衷心感謝。

# 摘 要

本研究計劃廣泛搜集各港區土壤鑽探資料，地質調查及土壤試驗報告，地球物理探測資料等做有系統的整理分析，分析項目包括基地現況、氣象海象、地質概況、地層分佈情況、地震資料及大地工程性質研討、地下水位及水壓分佈情況研討等，大地工程性質研討包括土壤強度特性、體積壓縮特性、透水性、土壤動態特性及土壤其他工程性質等。

資料建檔電腦軟體採用美國Micro Image公司所發展的地圖及影像處理系統(The Map and Image Processing System，簡稱MIPS)第3.33版來作為資料處理及主要軟體，該項軟體功能表層次分明、操作方便，配合個人電腦可直接提供各港埠單位配合適當軟體使用，各港區鑽探及土壤試驗資料均已建檔儲存，可提供工程界之參考利用。

# 壹、前 言

## 1.1 計劃目的

地質問題對港灣結構物之影響極大，而基礎工程又佔港灣工程之主要部份，過去因地質不良或地質調查資料不確實而導致港灣工程結構不勘使用或損毀的例子時有所聞，良好之工程設計在規劃初期便應有完善的考慮，尤其國內工程規劃人員往往忽略地質調查之重要性，常於工程規劃完成，甚或設計階段進行詳細地質調查後，才發現地質條件不佳，原先之規劃構想或設計理念有重新考慮的必要，此不僅曠日廢時，且增加工程預算，推究造成此種現象之主因大都緣於可供規劃工程師參考之地質資料不足所致。

其實國內各港區至目前為止，已有許多地質資料可供參考利用，可惜這些資料散見於各有關單位，非但缺乏專人管理，且有逐漸遺失之虞，是故本研究計劃擬廣泛搜集各港區及其鄰近地區現有地質資料，進行有系統的整理分析與儲存，有效地提供工程界規劃及設計之參考。

本研究擬有計劃的整理與儲存各港區地質調查及分析資料以建立完整的大地工程資料庫，其目的有三：

- (1)提供港灣規劃，設計及工程研判上所需的數據。
- (2)提供學術研究所需的基本資料。
- (3)對各港區地質調查資料作有系統的儲存和建檔。

## 1.2 計劃內容

本研究計劃主要工作內容如下：

- (1)資料搜集與整理。
- (2)地質資料補充調查。
- (3)大地工程研討。
- (4)資料建檔研究。

## 貳、資料搜集

為提供各港區地質大地工程分析及資料建檔之需要，本研究計劃向各港務局、工程顧問公司、各學術研究單位、鑽探公司及工程單位等搜集相關資料如土壤鑽探報告、地質調查分析報告、土壤試驗資料、地震資料、地球物理探測資料，或打樁動力分析、安全監測分析資料等。

### 2.1 一般資料搜集

包括基地地理位置、氣象、海象、水文資料、港區配置及碼頭基礎結構型式等，本項資料搜集在提供初步的港區情況以便於進行以下資料之研究。

### 2.2 地質調查資料

搜集地質調查資料可研判各港區的地質組成情況，地層變化情形及土壤大地工程性質等，本項資料搜集的主要項目如下：

- (1)地表地質概況 -- 包括各港區及其鄰近地區地質組成，年代，不穩定地層及斷層分佈等。
- (2)土層鑽探資料 -- 包括鑽孔位置、深度、高程、鑽孔柱狀圖，地下水變化及土壤取樣資料等，本項資料可做為研判土層分佈及地層層次變化的依據。
- (3)土壤試驗資料

包括室內土壤試驗及現地土壤試驗，其主要目的在測定土壤的工程性能，如土壤強度、體積變化及透水性等，一般可歸納如下：

- ①一般物理性質 -- 包括土壤密度、比重、含水量、阿太堡限度等。
- ②土壤強度性質 -- 包括土壤凝聚值、內摩擦角、無圍壓縮強度，不排水剪力強度等，可根據土壤直接剪力試驗，三軸壓縮試驗及無圍壓縮強度試驗結果等推求。

- ③體積壓縮性、透水性等 -- 包括壓密係數，壓縮指數和體積變化係數、過壓密比等，可由單向度壓密試驗或應力徑試驗等結果推求。
- ④土壤動態性質 -- 如剪力模數，阻尼比，循環剪力強度等，可根據共振柱試驗，動三軸試驗，簡單剪力試驗結果等推求。
- ⑤地下水調查資料 -- 包括地下水位和水壓變化資料，可由觀測井和水壓計長期性的觀測資料研判，此外地下水位、水壓，地區性、季節性的變化情況，及影響地下水變化的因素等均應加以考慮。

## 2.3 地震資料

台灣位於地震活動最為活躍的環太平洋地震帶上，地震頻繁，每年平均產生有感地震250次，震央距離、強度、規模、出現次數等隨地區有極大的不同，由世界地震活動的統計研究上顯示，每十個破壞性的大地震中，有一個是發生於台灣或其鄰近，由本地區累積的地震資料顯示在過去的七十年中，平均而言，台灣每年發生破壞性地震一次，因此在重大工程設施之設計上應考慮地震因素，以免造成嚴重的損害。

地震原因係由於地球內部物質急劇變動，地殼彈性物質部份裂開或陷落，尤其在台灣西部地震的發生屬於斷層作用因素較多，且大部分為淺源地震，即震源在地表下50公里以內發生，極易釀成嚴重災害，地震發生目前尚無法做有效預測，本研究報告係分由二方面來分析各港區之地震資料，即一方面根據以往地震資料研判未來地震對各港區可能的影響，另一方面則搜集微地動試驗或強震試驗資料以研判各港區附近地盤之振動特性，藉以與過去地震資料相印證，俾供設計之參考。

本基本研究至目前止共搜集相關地質資料131冊，其中土壤鑽探報告佔大部份，由於很多原始資料已遺失，故資料搜集甚感吃力，已搜集之資料統計如表2.1所示。

表2.1 各港區提供之地質調查報告數量整理

報告分類	地質調查	土 壤 鑽探報告	地震調查	樁 荷 重 試驗報告	港 擴 建 規劃報告	沉陷觀測	小 計
港 區							
基隆港	0	8	1	0	0	0	9
蘇澳港	0	19	0	1	0	0	20
花蓮港	1	3	1	0	1	0	6
台中港	2	20	0	3	0	1	26
高雄港	0	0	0	0	0	0	70
合 計	3	117	2	4	1	1	131

## 參、自然環境

### 3.1 基地現況

#### 3.1.1 基隆港

基隆港位於北緯25度10分，東經121度14分，地處台灣本島北端，適在富貴角與鼻頭角之間，港之東、西、南三面層巒環抱，港口朝向西北方向開敞，港之外海基隆島在本港港外2.5浬處為最佳陸標之一，和平島為港口東側最大之島嶼，桶盤嶼為入口東北角之低平島嶼，在形勢上具有天然屏障之利。

基隆港為向西南灣形成一長約二千公尺，寬約四百公尺之狹長水路，主航道寬度250至360公尺，現有碼頭58座，包括深水碼頭37座淺水碼頭21座。

港區對外交通主要有中山高速公路，北基公路及縱貫鐵路通往台北，並有濱海公路及北迴鐵路通往東部蘭陽平原到達蘇澳港。

#### 3.1.2 蘇澳港

蘇澳港位於本省東北部之蘇澳灣，東經121度51分，北緯24度35分，亦即宜蘭縣蘇澳鎮東南方2公里處，係由北方澳、蘇澳、南方澳匯集形成，水路北距基隆港50浬，南距花蓮港約40浬，北、西、南三面環山，東南灣口向太平洋展開，水域面積達四百萬平方公尺，與基隆港水域面積相若，港口水深約在20至25公尺之間，港內水深自0.1公尺至22公尺不等，平時水面平穩，適於船隻碇泊，東北季風期間，灣內風浪較大船隻停泊困難。

蘇澳港由上游白米溪，圳頭溪，猴猴溪匯集而成，自西帽山西南向北流經蘇澳鎮後，折向東北注入蘇澳灣，為本地區惟一溪流，洪枯流量相差懸殊，港之北方越七星嶺後即為平坦廣闊之蘭陽平原，港之

南方崇山峻嶺，其間溪流縱橫切割，山形零亂，形成交通之障礙。

蘇澳港現有營運碼頭13座，總長度2608公尺，駁船碼頭338公尺，漁港碼頭292公尺及原木起水碼頭172公尺。

本地區交通運輸，係以北宜公路及宜蘭線鐵路為主，通往台北、基隆、宜蘭、羅東等地區極為便捷。

### 3.1.3 台中港

台中港位於台灣省西海岸的中部，位於北緯 $24^{\circ} 12'$ 至 $19'$ ，東經 $120^{\circ} 28'$ 至 $32'$ 之間，亦即位於台中沿海平原之南邊，距北部的基隆港和南部的高雄港航程各約110海浬，距大陸福建省晉江約為八十海浬，西臨台灣海峽，東以臨港大道為界，北自台中縣大甲溪的南岸，南至彰化大肚溪的北岸，兩端相距十五公里，港區水陸域面積共約三千九百七十公頃。

由於本港原為平直沙灘，毫無天然屏障，是一個純粹的人工港，因此必需興建大量的外廓堤防保護港口，由於整個工程計劃非常龐大，故台中港興建計劃需分期分年實施，將來台中港建港完成後大致可分為商港、工業港、漁港等三個主要部分，在商港部分預計興建七十二座深水碼頭，目前台中港之港區面積（包括陸域及水域）共4290公頃，現有主航道1500公尺、寬300公尺、深13公尺、碼頭29座、碼頭長6530公尺、深9至14公尺，港埠設施包括航道、迴船池、外廓堤防、淺水碼頭、漁業專業區及深水碼頭等六部份。

為配合台中港商漁港及將來工業港之發展，其鄰近內陸另擬訂一個新的台中港特定區都市計劃，可供五十萬人口居住，而台中港之腹地又極為廣大，新竹以南、嘉義以北的中部縣市，包括苗栗縣、台中縣、台中市、彰化縣、南投縣、雲林縣等六縣市均為台中港之理想腹地。

本港對外交通有六條主要道路和外界相聯接，北面可通至海線甲南，南面經臨港大道，跨過中彰大橋可直達彰化濱海地區，東邊有四條道路分別通往台中市及豐原，由高速公路到台中港有四處交流道，

分別為豐原、大雅、台中及南王田，從各交流道到台中港約15至25分鐘行程，鐵路方面，台中港區目前已有鐵路通往縱貫海線甲南站，將來並有鐵路到大肚站相連接，形成一個環狀系統，所以無論鐵公路都非常便捷。

#### 3.1.4 花蓮港

花蓮港位於本省東部花蓮平原東側海岸之中央，為台灣東部之唯一大型港口，乃由花蓮灣挖深，以人工開鑿，由防波堤合攏而成，港區分為內港區和外港區，內港區為航道以北之港埠設施，包括陸地面積九三六·〇〇〇平方公尺，水域面積三五四·〇〇〇平方公尺，內有深水碼頭16座，長2487公尺，外港區為航道以南第四期擴建工程範圍區域，包括陸地面積五五〇·〇〇〇平方公尺、水域面積一〇一〇·〇〇〇平方公尺，有深水碼頭4座，長1064公尺。

花蓮港腹地包括花蓮縣全部，台東縣大部份與宜蘭縣之一部份，其聯外交通，在陸路運輸方面有蘇花公路(省台9號)、中部橫貫公路(省台8號)花東公路(省台9號)及海岸公路(省台11號)。鐵路方面在東海岸之花蓮至台東間有台鐵之東線鐵路，整體而言，本港對外交通以公路運輸為主。

#### 3.1.5 高雄港

高雄港是國內最大的國際港埠，位於台灣本島西南沿海，港區因水域遼闊，波平浪靜，臨海有狹長沙洲，為港灣天然防波堤，地理條件優良，港灣形勢天成，終年氣候溫和宜人，不僅潮流平穩，地質優越，更享有腹地寬廣，交通便利之優勢，逐成為台灣地區最大且具有多功能之綜合性天然良港，目前共有九十八座碼頭，全長20846.96公尺。

本港現有航道長十八公里，可通行十萬噸級以下之船舶，碼頭102座，全長21,986.35公尺，目前正逐年擴建中，全部計劃完成後，高雄港的年吞吐量將達一億五千萬公噸。

## 3.2 氣象海象

### 3.2.1 各港區氣象資料

#### 1. 氣溫

表3.1及圖3.1為各港區月平均氣溫統計資料，統計期間在1977年至1989年間，根據該項資料各港區月平均氣溫於七月份最高，而最低氣溫基隆，梧棲發生於二月份，高雄、花蓮、蘇澳發生於一月。

表3.1 各港區月平均氣溫統計表

港區 月份	基 隆	梧 棲	高 雄	花 蓮	蘇 澳
1 月	15.6	15.6	18.7	17.5	16.0
2 月	15.5	15.5	19.5	17.8	16.2
3 月	17.5	18.1	22.2	20.0	18.2
4 月	21.0	22.2	25.3	22.7	21.2
5 月	24.0	25.2	27.3	25.0	24.3
6 月	27.0	27.5	28.4	27.0	26.5
7 月	29.1	28.9	29.1	28.5	28.4
8 月	28.8	28.6	28.4	28.1	28.0
9 月	27.0	27.2	28.0	26.9	26.3
10 月	24.2	24.3	26.5	24.7	23.8
11 月	20.7	20.8	23.3	21.7	20.4
12 月	17.2	17.0	19.8	18.6	18.9

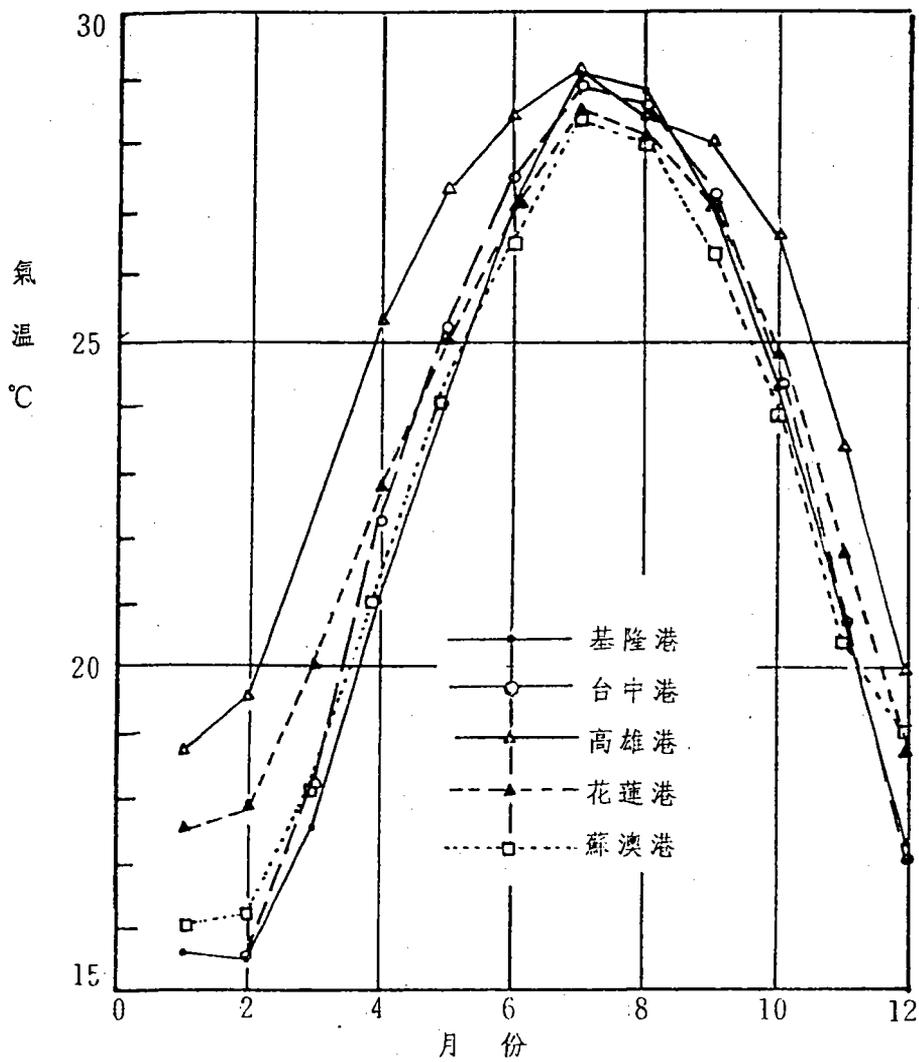


圖3.1 各港區月平均氣溫比較。

表3.2、表3.3為各港區的年平均最高、最低氣溫及絕對最高、最低氣溫統計資料，該項資料顯示年平均最高氣溫高低排列次序為高雄、花蓮、梧棲、基隆、蘇澳。而年平均最低氣溫由低而高依序為梧棲、蘇澳、基隆、花蓮、高雄，而絕對氣溫以78年6月15日發生於基隆港區之37.5℃最高，67年1月23日發生於梧棲之2.4℃為最低。

表3.2 各港區年平均及年平均最高最低氣溫

港區 \ 氣溫	年平均 ( °C )	年平均最高 ( °C )	年平均最低 ( °C )
基隆	22.3	25.0	20.0
梧棲	22.5	26.2	19.6
高雄	24.7	28.6	21.5
花蓮	23.2	26.5	20.0
蘇澳	22.2	25.0	19.7

表3.3 各港區絕對最高、最低氣溫資料

港區 \ 絕對氣溫	最高 ( °C )	發生日期 年 月 日	最低 ( °C )	發生日期 年 月 日
基隆	37.5	78.6.15	3.9	75.3.3
梧棲	36.4	77.7.19	2.4	67.1.22
高雄	37.2	69.6.22	6.6	67.2.18
花蓮	34.9	67.7.29 76.7.19	8.3	73.2.8
蘇澳	36.3	77.7.19	6.3	74.12.16

## 2. 風象

表3.4為搜集各港區月平均風速，該表資料顯示月平均風速以梧棲地區最大，而以花蓮地區最小，各港區月平均風速變化比較如圖3.2所示，資料比較結果顯示月平均風速以梧棲地區最大而以花蓮地區最小。

基隆港區風向每年九月至翌年五月多為東北風及北北東風，六月至八月為西南風及南風，冬季以東北季風較為強勁，最強有九級烈風，夏季以西南季風較強可達7至8級。

蘇澳港地區冬季因受蒙古高氣壓影響，吹北北東至東北東之季節風，風速在5m/s以下，吹風延時平均七至九天，最大延時幾達一個月，風速超過10m/s者，延時較短，最大風速有達20m/s以上。

台中港位於台灣西海岸之中部，每年受西伯利亞及蒙古高壓氣團影響吹東北及北北東季風，最大風速有超過30m/s者，冬季季風起自每年九月至翌年四月，夏季風向多為南或南南西風。風速大都低於10m/s。

花蓮港區以東北風向較強，風速四至六級約在每年一至四月及十至十二月，其次為西南風，風速一至三級。

高雄地區冬季吹東北季風，夏季則受西南季風及颱風作用，使平均風速比春、秋二季要強，最大風速亦接近30m/s。

各港區年平均風速及最大風速如表3.5、表3.6所示，年平均風速以梧棲地區最大、花蓮最小。

表3.4 各港區月平均風速 m/sec

月份 \ 港區	基隆	梧棲	高雄	花蓮	蘇澳
1月	3.7	7.4	3.1	2.5	2.9
2月	3.7	7.2	3.2	2.3	2.9
3月	3.1	5.9	2.9	2.2	2.6
4月	2.6	4.6	2.7	2.1	2.5
5月	2.4	4.0	2.7	1.8	2.2
6月	2.5	3.9	3.0	1.9	2.3
7月	2.8	3.5	3.1	2.0	2.8
8月	3.1	3.5	2.9	1.9	2.7
9月	3.3	4.6	2.7	2.0	2.8
10月	3.6	6.4	2.4	2.4	2.9
11月	4.1	7.5	2.6	2.5	2.9
12月	3.8	7.4	2.8	2.4	3.0

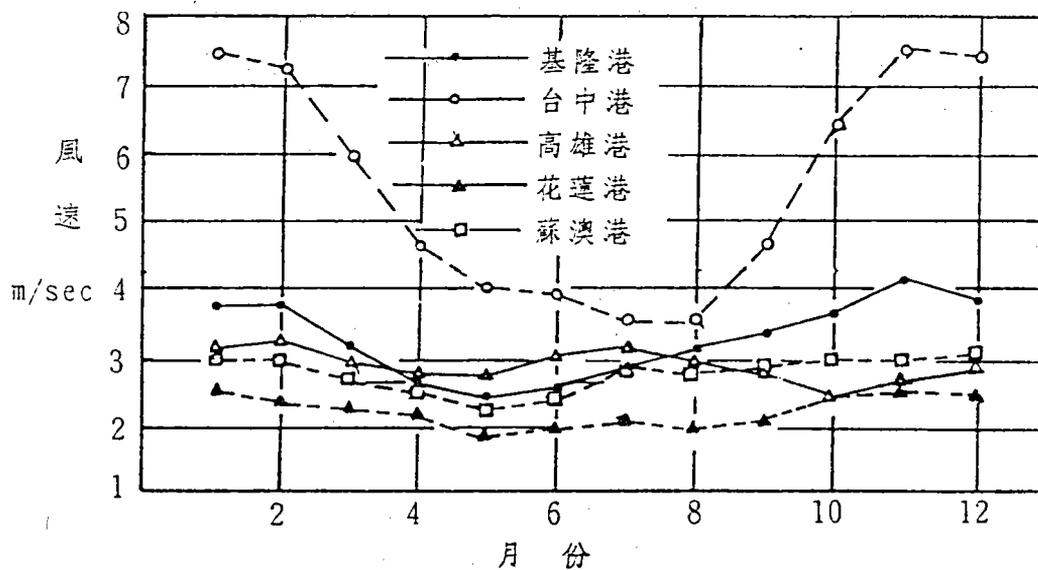


圖3.2 各港區月平均風速變化比較

表3.5 各港區年平均風速

港 區	年 平 均 風 速 (m/sec)
基 隆	3.2
梧 棲	5.5
高 雄	2.8
花 蓮	2.2
蘇 澳	2.7

表3.6 各港區最大風速風向及發生日期

港 區	最大風速	風 向	發 生 日 期
基 隆	33.3	NW	66.7.31
梧 棲	33.0	NNE	75.9.19
高 雄	29.0	W	66.7.25
花 蓮	18.4	NE	75.9.19
蘇 澳	21.6	E	75.6.24

### 3. 颱風

#### (1)基隆港風災之颱風路徑

基隆港颱風季節以八、九月最多，經過基隆港之颱風路徑主要有二：

- ①颱風中心通過台灣北部，尤其通過澎佳嶼至宜蘭間之颱風路徑，使基隆地區瞬間最大風速可達每秒60公尺左右。
- ②颱風中心由宜蘭與台東間登陸，當其通過中央山脈，進入台灣海峽時，基隆之東風與東南風最強，瞬間最大風速亦可達每秒50公尺以上，基隆位於台灣之北端，「山角地形效應」特別顯著。

#### (2)蘇澳港風災之颱風路徑

蘇澳港亦面向太平洋，太平洋之狂風暴雨，蘇澳港也和花蓮一樣首當其衝，且所受颱風浪潮之影響亦與花蓮不相上下，影響蘇澳地區之颱風路徑如下：

- ①由蘇澳花蓮間登陸之颱風路徑，由蘇澳風向變化呈順轉，當其颱風中心接近而將登陸時，蘇澳港由東北風轉東風，東風可直搗蘇澳港，且蘇澳地區為一袋形地帶，更可助長狂風暴雨之加強，以及颱風浪潮所造成之海水倒灌。
- ②颱風中心由宜蘭與基隆間登陸之颱風路徑，雖亦影響蘇澳港，但颱風中心係通過蘇澳之北方，風向呈逆轉由東北風轉為西北風，西北風受中央山脈阻擋風力不強，且蘇澳港由東北風轉為西北風時，係處於「背風面」，蘇澳港風雨將迅速轉弱，天氣好轉。

#### (3)台中港風災之颱風路徑：

- ①颱風中心由東部登陸時，因台中港受中央山脈天然地形的屏障，其出現之瞬間最大風速均較各港為小，但強烈颱風中心由花蓮附近登陸穿過中央山脈並由台中港附近出海時，台中港之瞬間最大風速可超過每秒40公尺。
- ②颱風中心由澎湖向東北東進行，直接登陸中部。(如75年8月的韋恩颱風)所造成的瞬間最大風速超過每秒50公尺。

(4)高雄港風災之颱風路徑：

- ①颱風中心通過鵝鑾鼻附近海面或經巴士海峽而直接登陸高屏地區之颱風路徑，其最大風速超過每秒50公尺。
- ②颱風中心登陸台東大武一帶橫過中央山脈經台南、高雄附近進入台灣海峽之颱風路徑，其瞬間最大風速可達每秒40公尺左右。

(5)花蓮港風災之颱風路徑

按中央氣象局將侵台颱風路徑分為七類中(如圖3.3)以第二、三及四路徑對本港較具威脅，第一路徑颱風中心由花蓮與蘇澳間登陸，因通過台灣北部及北部海面，花蓮港適在其左半圈，北面並有高山屏障，故影響不大，因登陸花蓮以北的颱風，使花蓮風向變化呈逆轉，即由東北風轉為西北風受中央山脈阻擋而減弱。

根據1897至1974年七十八年間侵台颱風之統計結果，第三路徑佔第一位共八十八次，第二路徑佔第三位，共三十七次，第四路徑佔第四位，共三十二次，其中以第二路徑對本港威脅較大，因本港靠近颱風中心，且處於其右半圈強風及強浪範圍內，颱風期瞬間最大風速超過每秒60公尺，花蓮港區由東北風轉為東風，東風由花蓮東方海面吹入，因無地形屏障可以長驅直入，不但風力最強，且颱風之浪潮亦最猛，而颱風登陸後風向轉為東南風，花蓮仍為"向風面"依然風狂雨急。

4. 降水量

各港區之降水量資料如表3.7至表3.11及圖3.4所示，基隆港地區降雨量以冬季最多，七至八月為乾早期，年平均降雨量約3900公釐，年雨量最大曾達5173公釐。

蘇澳港因受季風影響，雨量充沛，年平均降雨量在4000公釐以上，年雨日超過200日，故終年潮濕，較宜蘭其他地區之降雨量為高。

台中港區平均降雨量為1280公釐，每月平均降雨量以五、六月較多在200公釐以上，十月至十二月為乾旱季節。

花蓮港平均降雨量約為2000公釐，月平均降雨量達392公釐發生於九月，年平均降雨天數182天，一月至四月為乾旱季節，本港一日

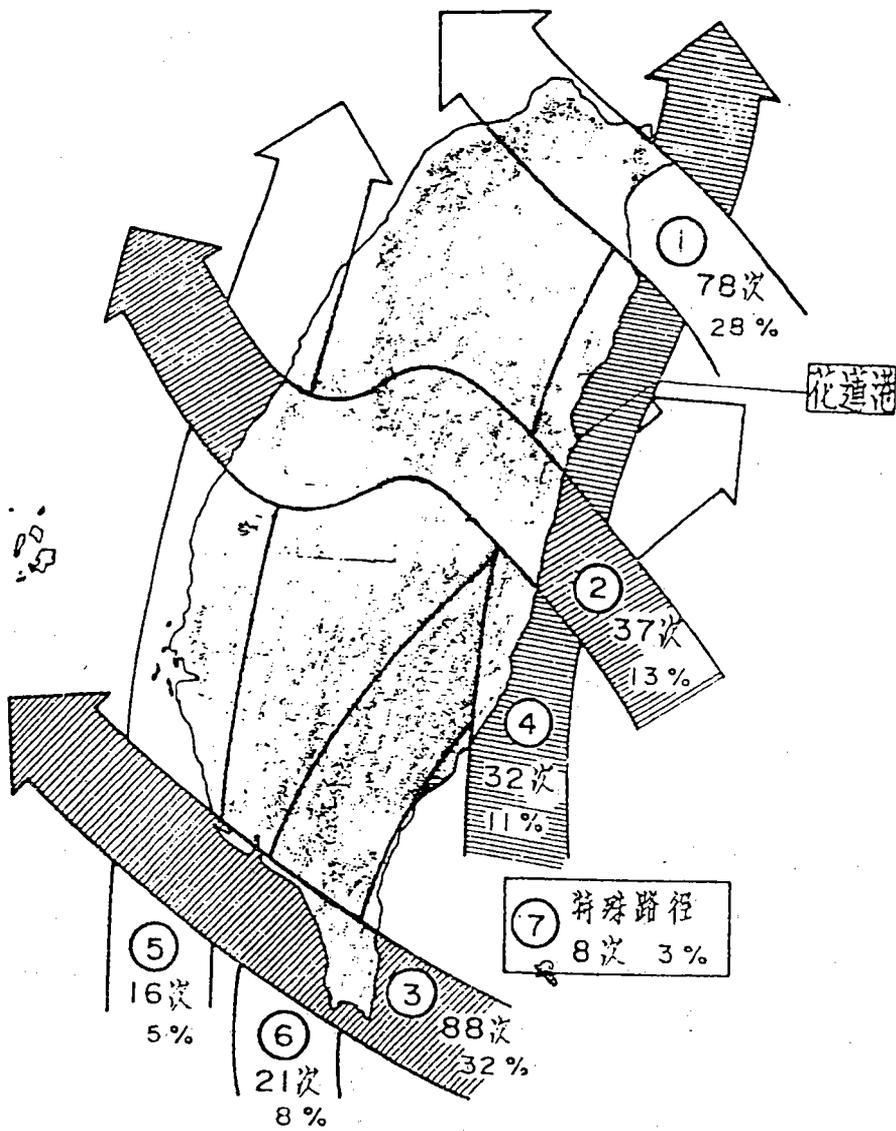


圖3.3 侵台颱風路徑分類統計

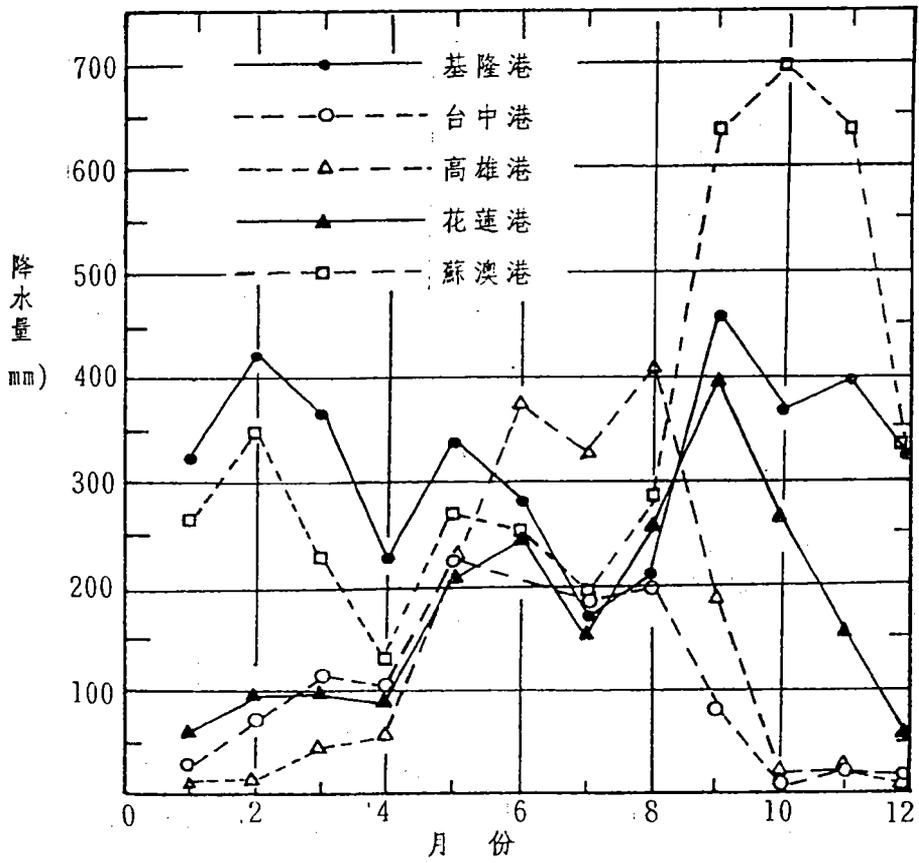


圖3.4 各港區月降雨量變化比較。

最大降雨量發生於七月，達465mm，一小時最大降雨量110mm見於十一月。

高雄港年平均降雨量約1717公釐，月平均降雨量最高408公釐發生於八月，最少發生於十二月，僅8公釐。

表3.7 各港區月降水量

單位：mm

港區 月份	基隆	梧棲	高雄	花蓮	蘇澳
1月	324.8	28.7	15.7	63.8	266.5
2月	424.9	75.5	18.9	94.9	351.2
3月	370.3	116.8	47.4	98.0	231.1
4月	228.9	105.3	55.8	88.3	130.2
5月	336.2	229.5	228.1	211.6	269.7
6月	285.2	208.1	373.7	244.1	256.8
7月	169.4	179.9	330.4	150.9	190.1
8月	214.0	199.0	408.3	255.4	275.8
9月	457.4	85.4	187.0	392.3	633.1
10月	367.9	4.0	21.9	267.1	695.9
11月	393.2	22.5	21.2	159.7	633.6
12月	326.0	19.8	8.0	54.5	301.3

表3.8 各港區年平均降水量

港區	年平均風速 (M/M)
基隆	3902.1
梧棲	1282.6
高雄	1716.5
花蓮	2084.7
蘇澳	4237.8

表3.9 各港區 - 日間最大降水量及發生日期

港	區	一日間最大降水量 (M M)	發 生 日 期 年 月 日
基	隆	351.3	69.9.23
梧	棲	281.0	74.8.23
高	雄	304.3	66.7.25
花	蓮	422.0	73.10.26
蘇	澳	355.6	77.10.26

表3.10 各港區月平均降雨天數

港區 月份	基 隆	梧 棲	高 雄	花 蓮	蘇 澳
1 月	22	8	4	16	20
2 月	21	12	4	19	22
3 月	23	14	6	20	21
4 月	20	12	6	17	16
5 月	22	14	11	20	19
6 月	16	11	14	16	15
7 月	10	9	13	9	10
8 月	12	12	18	12	12
9 月	18	7	11	14	18
10 月	19	3	3	14	21
11 月	22	5	4	14	20
12 月	22	5	2	13	20

表3.11 各港區年平均降雨天數

港	區	年平均降雨天數
基	隆	227
梧	棲	111
高	雄	95
花	蓮	182
蘇	澳	214

## 5. 海象

各港區潮位資料理如表3.12所示，茲說明如下：

### (1)基隆港

基隆港最大潮升0.8公尺，平均海面約0.6公尺，港入口外方漲潮時之流向多為向西，落潮時多為向東，最高潮位+2.19公尺，最低潮位0公尺，平均潮位+1.11公尺，高潮及低潮後1至2小時之流速最強，靠近入口處漲潮時潮流流向西南，落潮時潮流流向東北流速每小時約1.25浬。

### (2)蘇澳港

蘇澳港區之天文潮汐現象大致與西海岸相同，每日有高低潮兩次，惟日潮不等程度較大，平均海水面在一年中變化不大，而以夏秋之際水位較高，春冬較低，相差約10至30公分之間。

本地區近海水流均甚弱，流速多在1.5節左右，流向為東北，遠海有黑潮流過，流速在1-2節左右，蘇澳灣內潮流根據實測資料顯示，漲潮時係由北方澳向西經蘇澳溪口南流，流速甚弱，每小時僅488公尺，退潮時分兩路，一路環北方澳灣內向南流，一路環南方澳向南流，在港外合流，流速較漲潮時為低，每小時約300公尺。

本港季節風波浪主要為北北東向及東北向，因此側有北方澳屏障，故季節風波浪，僅東北波浪對港池具有影響，根據推算結果，季風波浪其波高在一至二公尺者所佔比率較大，最大浪高可達六至七公尺。

### (3)台中港

台中港海岸流況主要由沿岸流，吹送流，潮流及黑潮所組成，根據觀測結果，冬季季節風時，在碎波帶內所測之沿岸流狀況，表面流均為自西北向東南流動，流速約在0.4m/s左右，底層流則部份與表面流同向，部份與表面流異向，其流速為0.5至0.7m/s，夏季之沿岸流則純屬潮流，方向自南向北，其底層流速亦甚小約0.1m/s左右，故可知夏季時除颱風期外，幾無漂沙活動。

### (4)高雄港

高雄港外波浪主要是由東北季風造成的湧浪傳入所致，而有颱風通過時，颱風波更爲驚人，根據高雄港務局所測得的最大波高爲9.29米，週期9秒，發生於民國六十二年十月十日、當時係由於娜拉颱風經過。

(5)花蓮港

本港面對遼闊之太平洋，平均每年都要經歷二到三次颱風的威脅，是故港區受波浪之影響殊鉅，防波堤、港口及碼頭等之佈置應以波浪爲重要考慮因素之一。

根據本所長期觀測結果，花蓮港海流是以長週期海流及潮流所組合而成，長週期海流主要是沿著北北東與北方向附近運動，亦即大致平行於海岸方向，長週期海流是由大範圍的海流運動（如黑潮）和由中尺度天氣系統所造成的風驅流運動所合成。

表3.12 各港區潮位資料

港名	基隆港	蘇澳港	台中港	高雄港	花蓮港	備註
潮位資料						
平均潮差			3.74	1.67		
最高潮位	2.19	2.25	5.64	-0.04	2.55	
最低潮位	0	-0.20	0.32	0.97	-0.78	
平均高潮位		1.40	4.64	0.50	1.31	
平均低潮位		0.48	0.90	0.74	0.34	
平均潮位	1.11	0.93	2.77		0.83	
大潮平均高潮位			4.91			
大潮平均低潮位			0.32			
大潮潮差			4.59			

單位：公尺

## 肆、地震資料分析

地震資料調查的目的在根據以往的地震資料研判各港區附近主要活性斷層位置及推測未來地震可能的影響，並提供各港區地震設計所需要的資料。

各港區地震資料之搜集擬分三個時期，即

- (1)有儀器記錄以前之地震活動(1897年以前)。
- (2)簡單儀器裝設後之地震活動(1897 - 1935年)。
- (3)有比較完善觀測網後之地震活動(1936年以後)。

蔡義本等(1977)根據過去測得之微小地震資料將台灣劃分成三個地震帶，即東北部、東部及西部地震帶，其分布如圖4.1所示。此外中央研究院根據二十世紀以前，1900年至1974年間美國國家地震資料中心及1975年以後由我國中央氣象局所蒐集之台灣地震震央分佈情形如圖4.2至圖4.4所示。由搜集之地震資料得知，不管任何階段之地震記錄均顯示台灣東部花蓮宜蘭地區地震活動極為頻繁。

歷年來造成災害之地震分佈如圖4.5所示，資料顯示除高雄港外各主要港區附近，歷年來均有災害地震發生，圖4.6為徐明同(1975)建議之台灣震度區分。花蓮港區在強烈地震區，台中港、基隆港區屬稍強震度區，高雄港區則屬輕度地震區。

由徐明同(1975)；茅聲燾等(1978)之分析、統計台灣地區之等震度及回復週期為50年之預期最大地震加速度分佈資料如圖4.7及圖4.8所示。

以下各節將就各港區及其鄰近地區之地震資料分析加以說明。

### 4.1 基隆港及其鄰近地區地震資料分析

台灣地震記載之史實有關於基隆地區的大地震發生於1867年(同治六年)12月18日，此次地震在淡水廳誌及Davidson(1903)的論文內有詳細的記述，此次為荷人據台以來災情最為嚴重的地震，全島均有感而以基隆一帶受災最

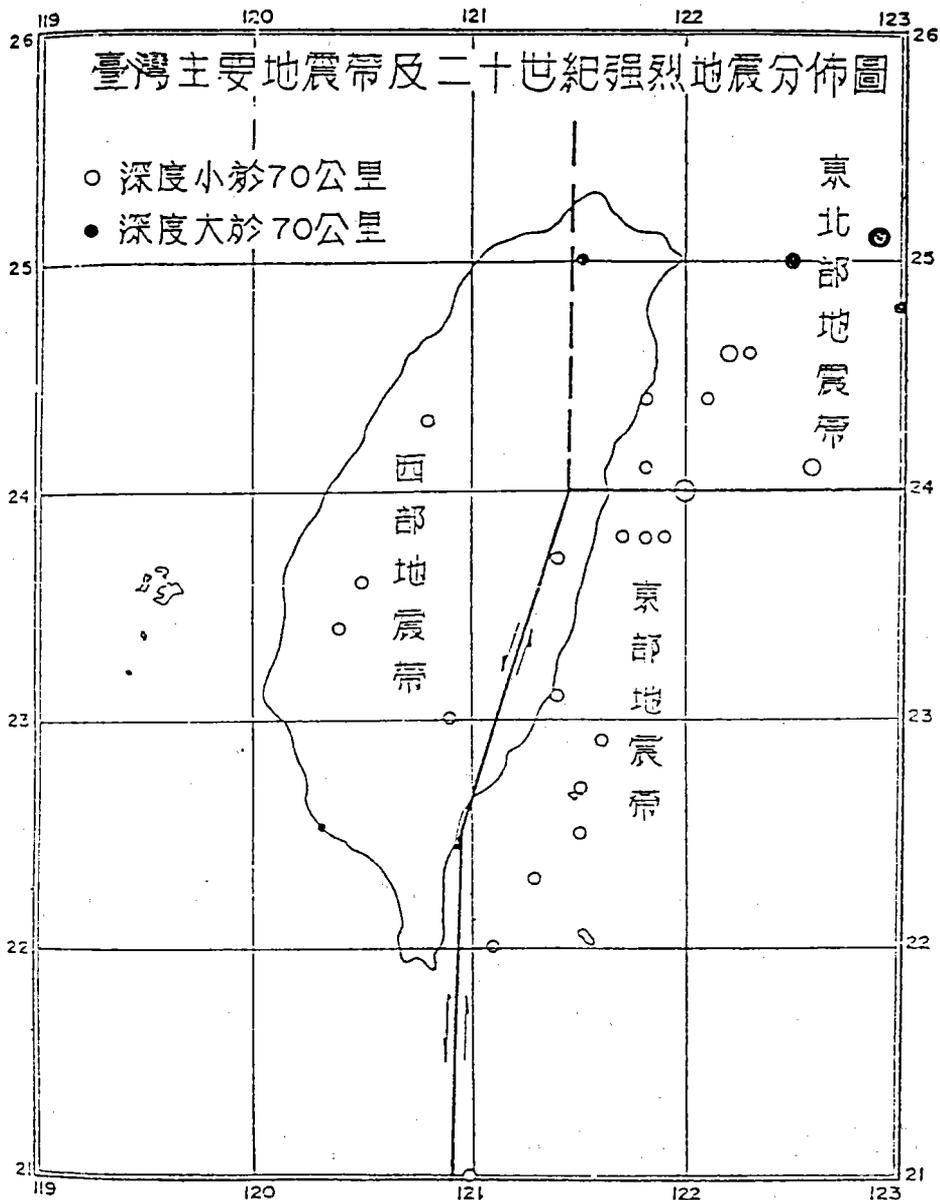


圖4.1 台灣主要地震帶及二十世紀強烈地震震央分佈情況。

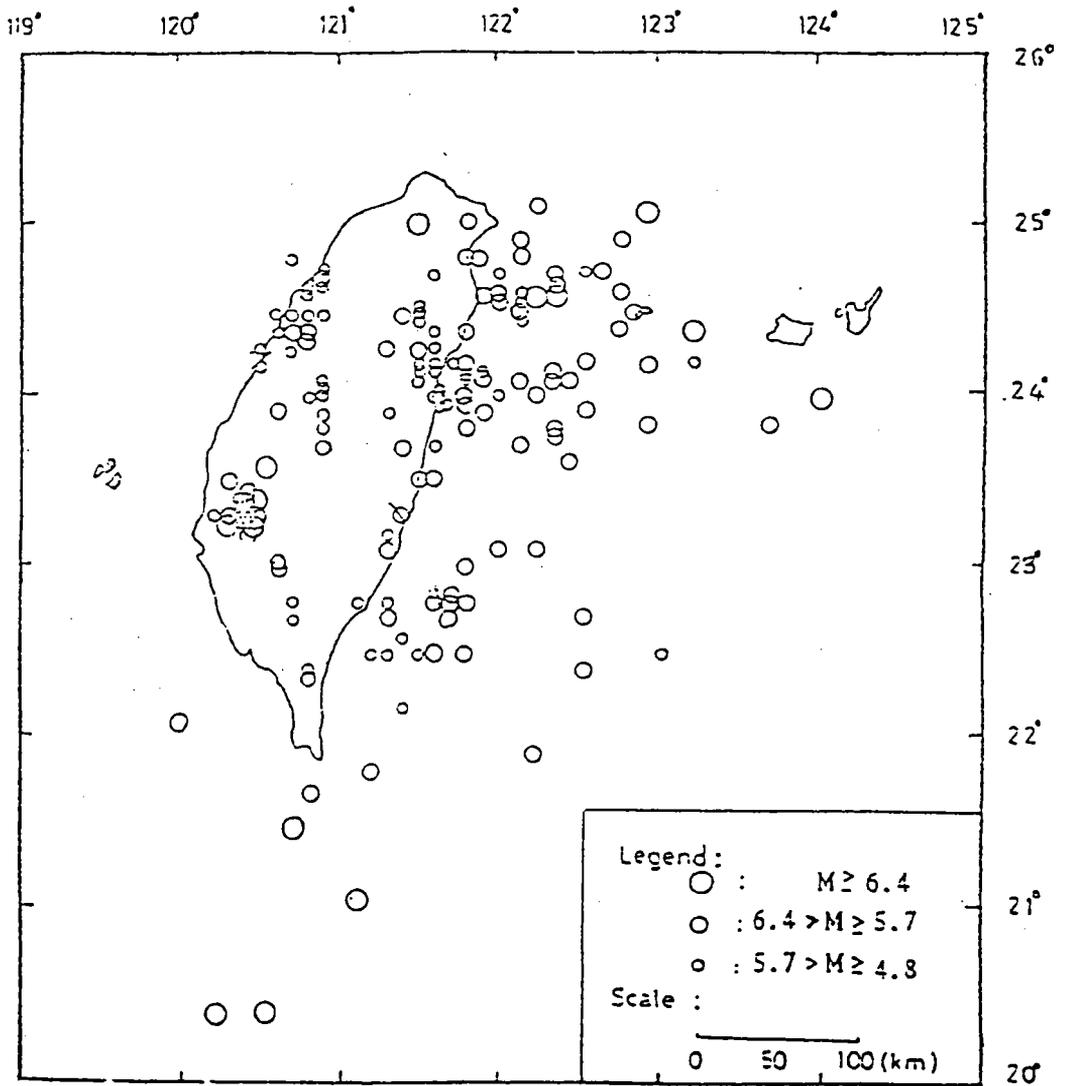


圖4.2 台灣地區1900至1935年間地震震央分佈情形。

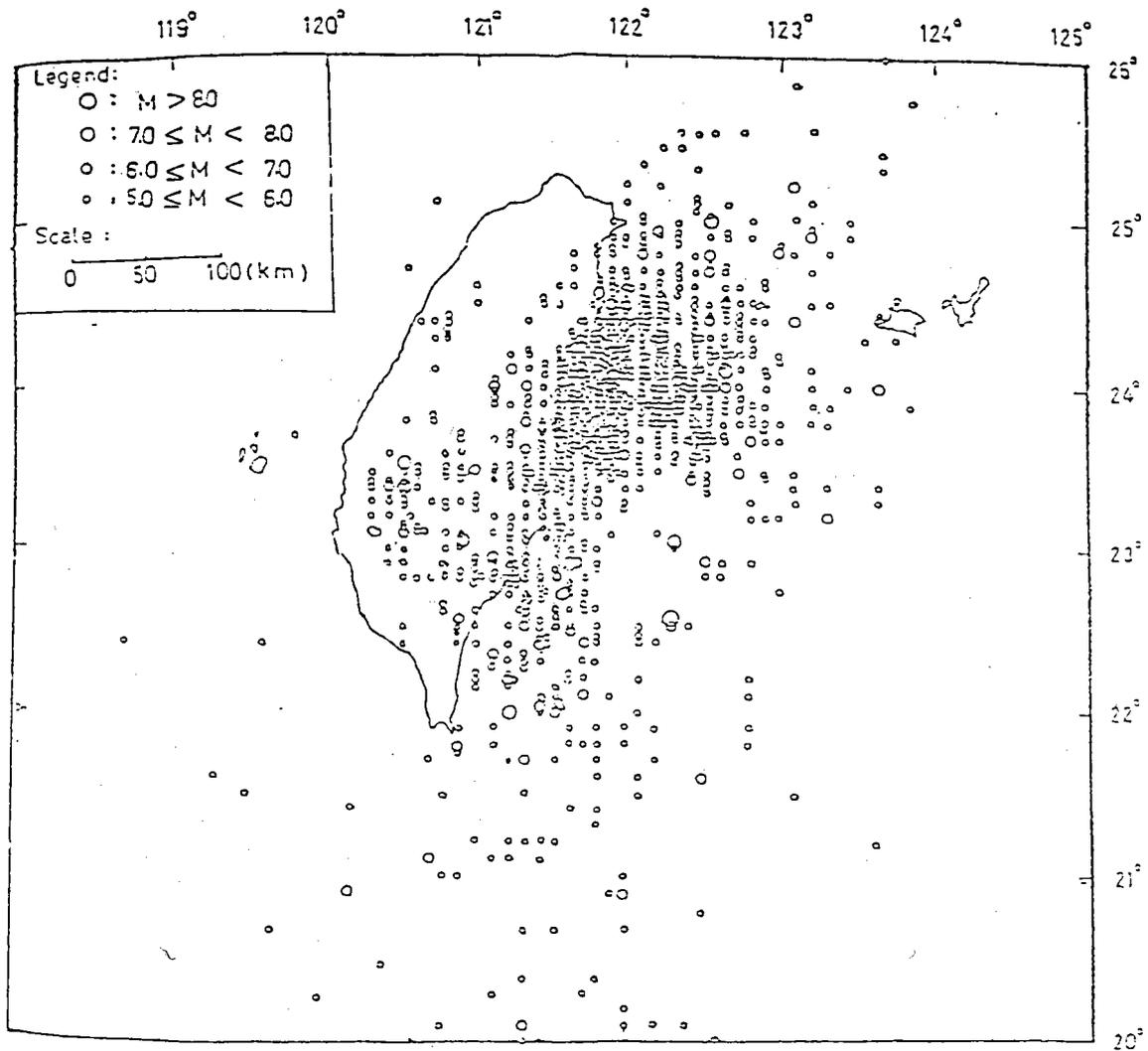


圖4.3 台灣地區1936至1973年間地震震央分佈情形。

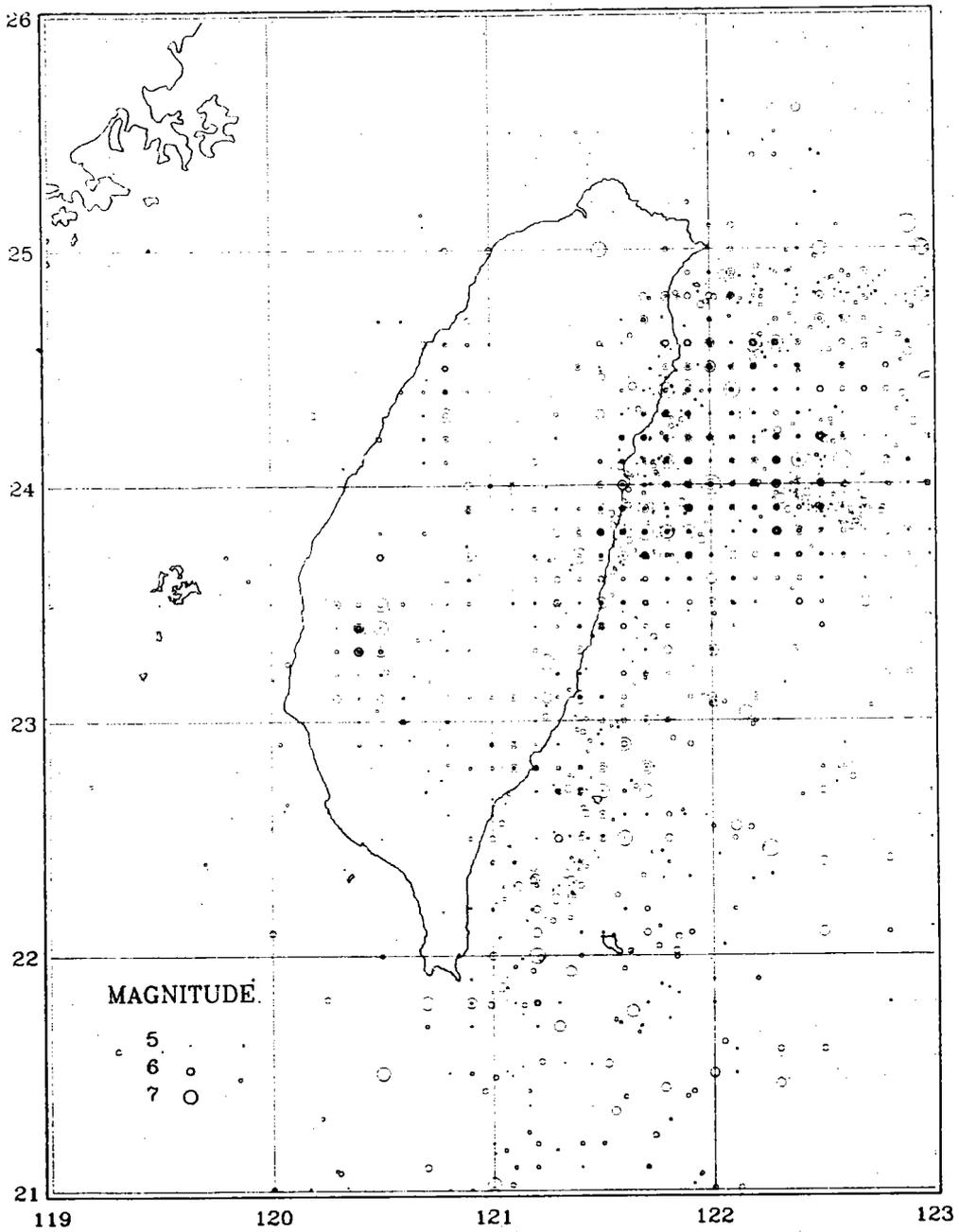


圖4.4 台灣地區1973至1993年間地震震央分佈情形。

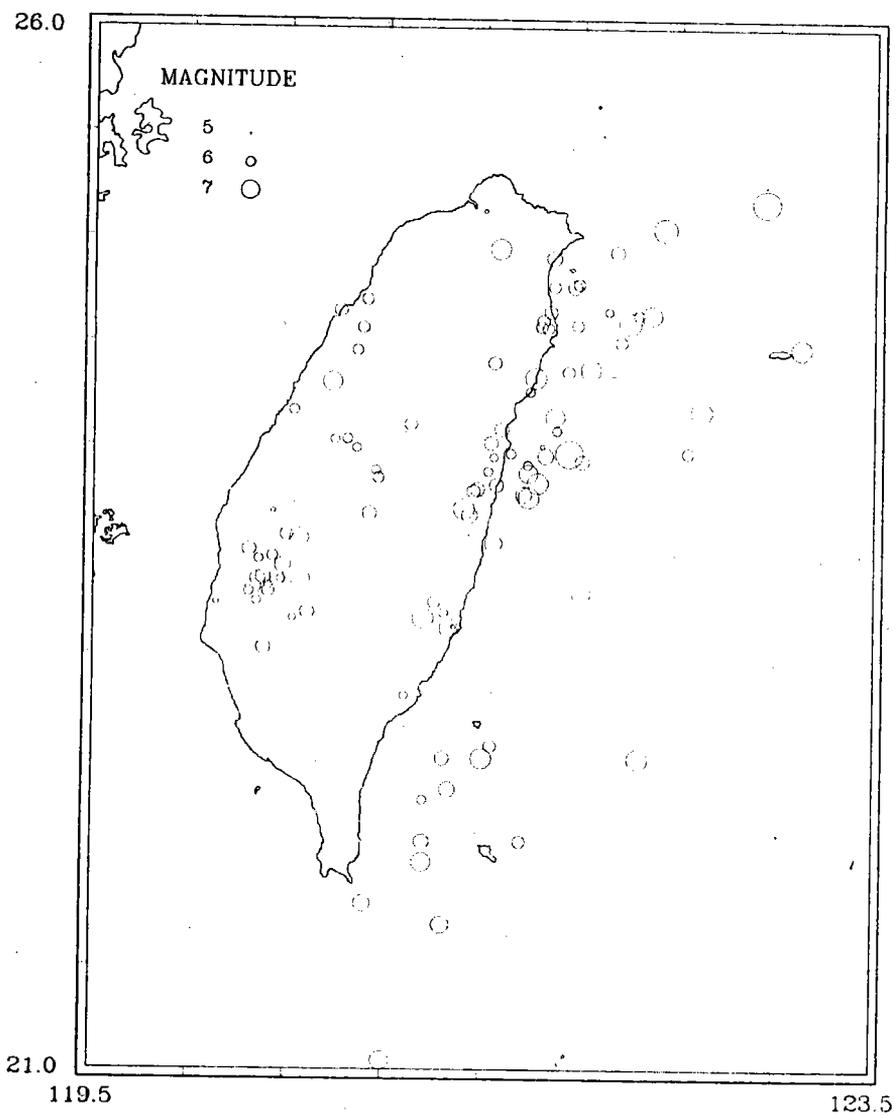
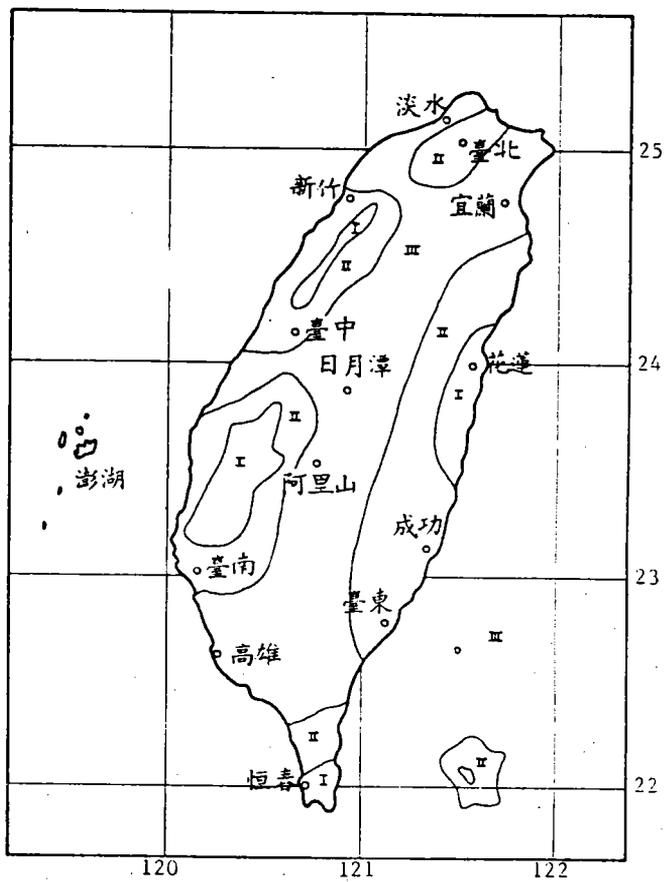


圖4.5 歷年來造成災害之地震分佈。



說明：I 強烈地震區域  
 II 稍強震度區域  
 III 輕度地震區域

圖4.6 台灣震度區分圖。

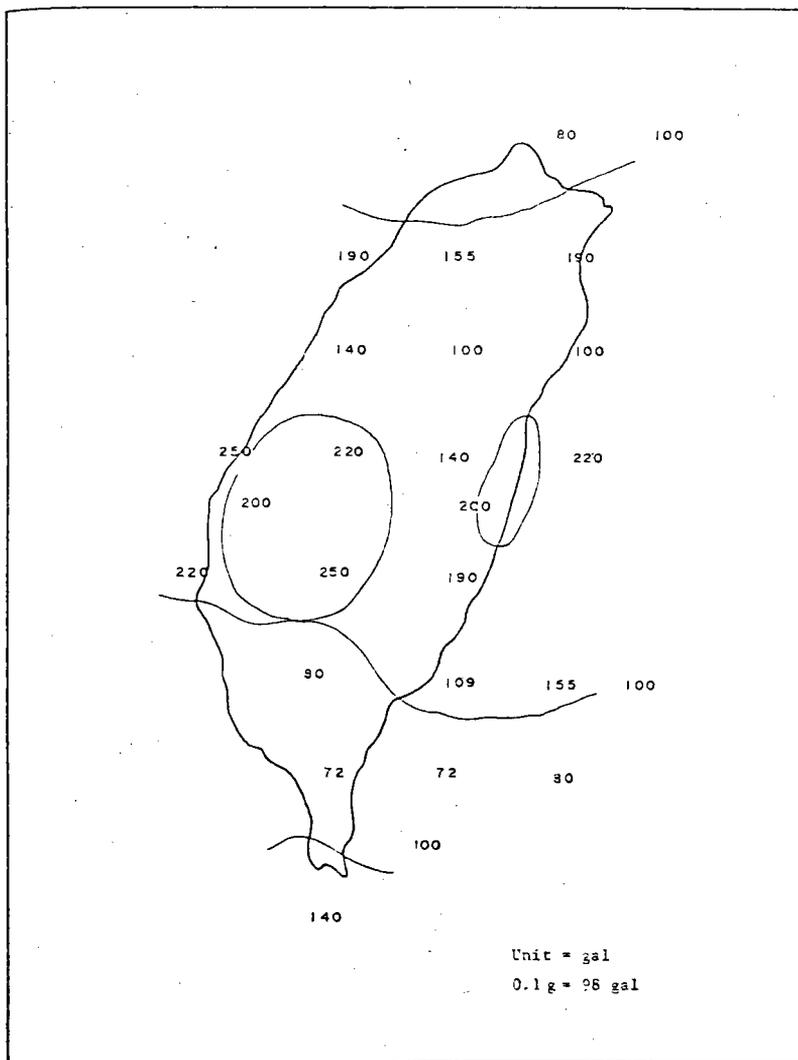


圖4.7 台灣地區之等震度圖。

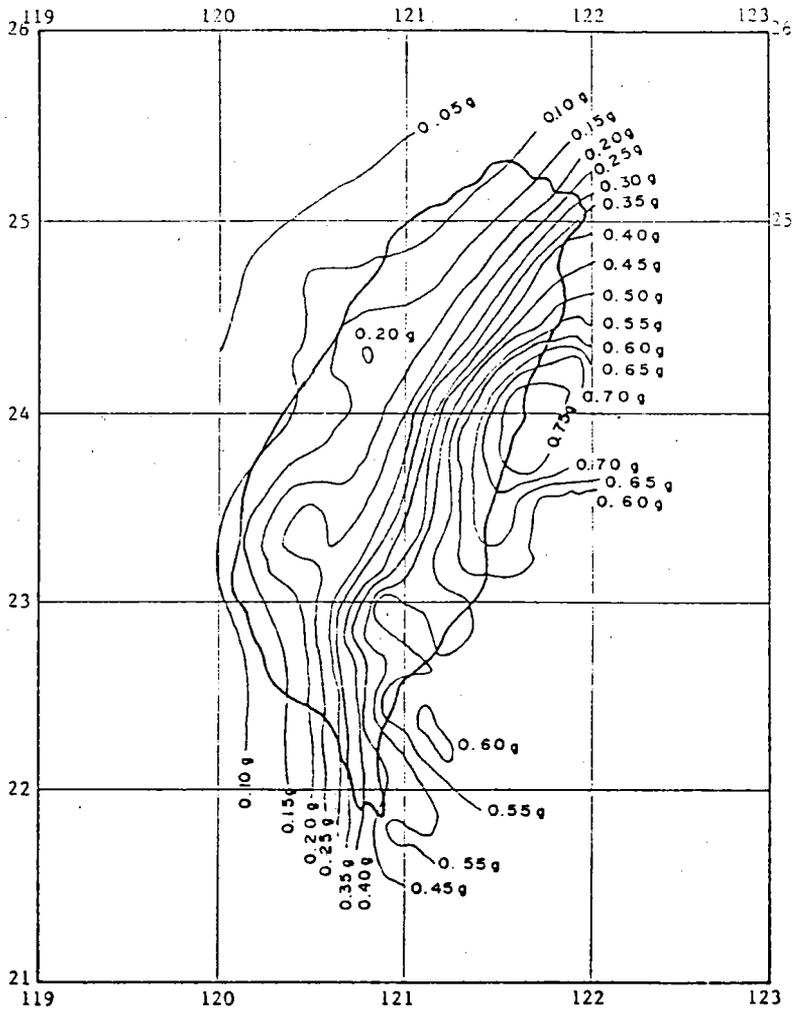


圖4.8 回復週期為50年之預期最大地震加速度分佈圖。

重，當天曾15次有感地震，災害主要由第一次地震所造成，有海嘯地裂死亡約數百人。

根據國科會支持成立的現代化台灣地震觀測網，觀測資料顯示單單在1973至1978，五年間規模1.0以上之微小地震達一萬餘次，台灣北部地區測得金山一帶有微震密集區，距基隆尚不逾20公里，故推測1867年12月18日基隆大地震之震央可能在金山近海處。

距基隆20公里半徑範圍內存在兩震源帶，一為淺層地震帶位於基隆西方之金山附近，一為中等深度地震帶位於基隆南方及東南方，此兩地震帶均曾發生超過芮氏規模7.0之強烈地震，尤以淺層地震所引起者最為激烈，其地震加速度可能在0.2g以上。

## 4.2 台中港及其鄰近地區地震資料分析

台中港區之地震 - 地殼構造特性十分複雜，地震亦十分頻繁，本地區較大的地震發生在1916年11月15日，震央在台中東南方，地震規模6.0造成1人死亡，20人受傷及一千多棟房屋受損。1935年4月21日台灣中部地區發生芮氏7.1級大地震，其震央位於台中市北北東約30公里大安溪中游；關刀山東南南約3公里處，距台中港約40公里，同年發生一連串的地震包括1935年4月21日獅潭附近，地震規模6.2。1935年5月5日及30日發生於苗栗南方及台中東方，地震規模分別為6.2及5.9。同年6月7日及7月17日發生於大肚溪河口及後龍溪河口，地震規模6.0及6.4，該年地震造成台灣地區三千多人死亡，一萬餘人受傷，房屋受損高達二萬戶，為台灣本世紀以來最大之地震災變，並產生三條所謂"1935年地裂"。其中之一屯子腳地震斷層即位於本基地東北側沙鹿附近沿北偏東約60°方向向上延伸至台鐵泰山火車站附近。斷層因地震開裂了12公里。自1935年震災後，新竹 - 台中地區雖未再有災害性的地震發生，然而歷年來台灣地區之地震分佈及其他研究均顯示該斷層區仍有相當顯著的地震活動。中部地區歷年災害地震記錄資料如表4.1所示

根據過去地震記錄及蔡義本等人(1977)之研究，台中港區位屬西部地震帶之中央區域，於1897至1978年間，地震規模大於7.0以上之震央，有三處

落在西部地震帶上，其中台灣有史以來地震最大的一次，距本基地約40公里，就中央研究院及中央氣象局之地震記錄，選取中部地區自1935年至1978年間，地震規模大於5.0之強震資料，可發現后里、卓蘭地區附近，地震相當活躍，地震規模及加速度亦大，故威脅台中港區之地震可能來自該區，又由中央氣象局歷年地震記錄，分別就1935至1900年及1900至1977年之地震資料加以統計分析，繪製地震規模與回復周期關係如圖4.9所示，資料顯示台中港區50年回復週期之地震規模分別為7.0及6.5。

另根據蔡義本等(1975)之分析統計，台中港區50年回復週期可能發生之最大地表加速度為0.15g如圖4.10所示。

表4.1 中部地區歷年災害地震資料

發震時間 年月日時分	震央			深度 (公里)	地震 規模 (M)	災害				地殼變動
	地名	北緯	東經			死	傷	房屋全倒	房屋損害	
1905 8 28 0 22	清水東南方(海)	24-12.00	121-42.00		5.9				9	
1915 11 15 6 31	台中東南方	24-2.00	120-48.00		6.0	1	20	97	972	
1935 4 21 6 2	卓蘭附近	24-18.00	120-48.00	5	7.1	3276	12053	17907	36781	斷層、山崩 地裂
1935 4 21 6 26	獅潭附近	24-42.00	120-54.00	淺層	6.2					
1935 5 5 7 2	苗栗南方	24-30.00	120-48.00	淺層	6.2		38	28	571	
1935 5 30 3 43	台中東方	24- 6.00	120-48.00	淺層	5.9			2	24	
1935 6 7 10 51	大肚溪河口	24-12.00	120-30.00	淺層	6.0		2	5	190	
1935 7 17 0 19	後龍溪河口	24-36.00	120-42.00	30	6.4	44	391	1734	5887	
1939 11 7 11 53	三義附近	24-24.00	120-48.00	淺層	6.1			4	20	

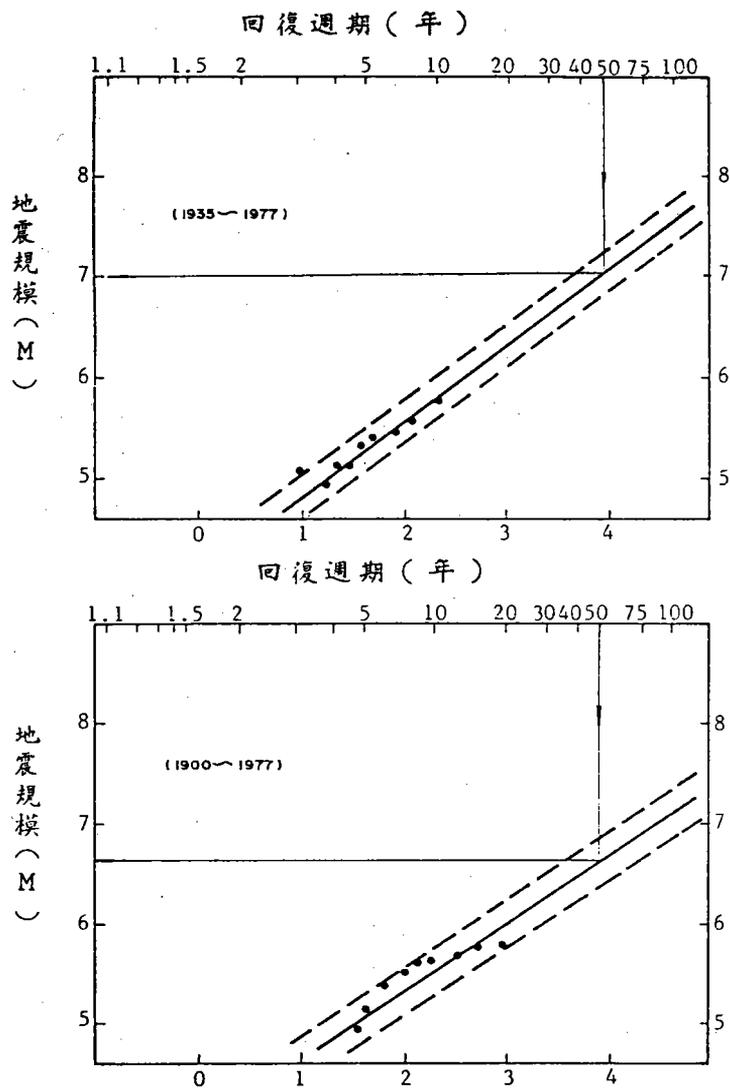


圖4.9 地震規模與回復週期之關係。

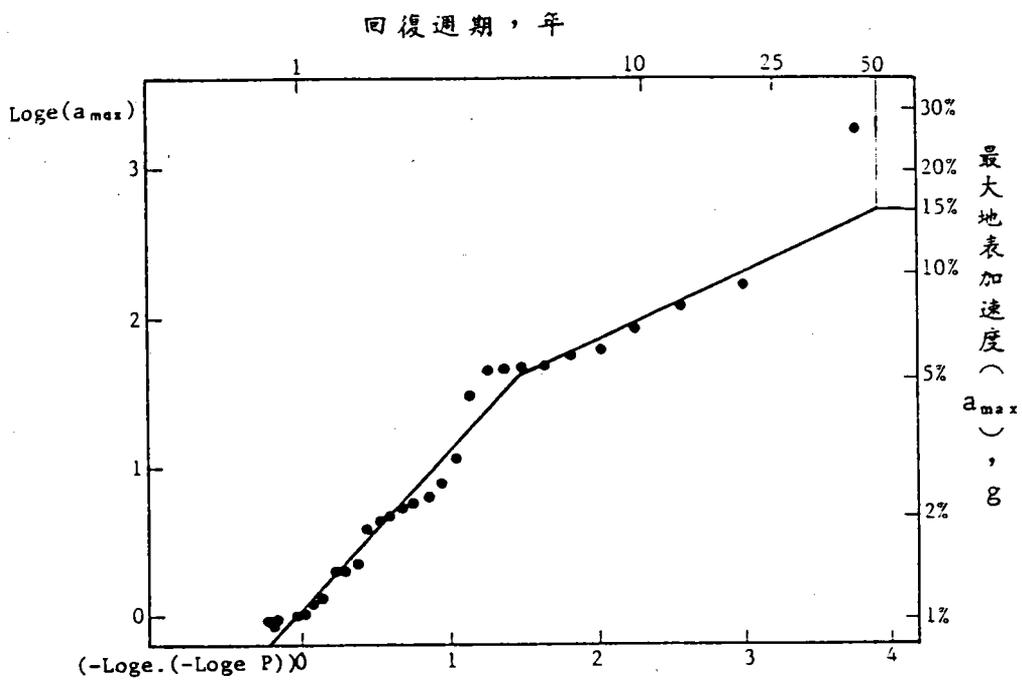


圖4.10 台中港區最大地震加速度與回復週期之關係。

### 4.3 高雄港地區地震資料分析

根據"二十世紀以前台灣地震記錄彙考"一文(方豪教授著),在二十世紀以前高屏地區所發生過的地震中比較有詳細記載的有四次,分別發生在西元1720、1786、1792及1882年,其中1720年(康熙五十九年)大地震依當時震災描述推估,地震規模約在7.0以上,1786年(乾隆五十一年)地震曾發生餘震連續月餘,但未造成顯著災害,而1792年(乾隆五十七年)大地震震央判斷大概在嘉義,彰化一帶由於距離高雄甚遠,損害亦輕微,1882年(光緒八年)大地震雖造成數間房屋倒坍,但災害亦不嚴重,且福建亦有感,故其震央推估當在台灣東部之花蓮,台東一帶或以東之太平洋海底,其規模可能超過8.0。

二十世紀高雄地區發生大災害地震的次數不多,較大的地震發生於1964年2月17日,震央在高雄甲仙附近,震源深度33公里,地震規模5.7,造成3人傷亡,四千多間房屋受損,其餘鄰近地區之地震記錄如表4.2所示。

表4.2 高雄地區歷年災害地震資料

發震時間 年月日時分	震央		深度 (公里)	地震 規模 (M)	災害				地殼變動	
	地名	北緯			東經	死	傷	房屋全倒		房屋損害
1923 5 4 18 41	新營附近	23-18.00	120-18.00		6.0			1	小損害	
1927 8 25 2 9	新營附近	23-18.00	120-18.00		6.6	11	63	214	1209	地裂、噴砂
1930 12 8 14 20	新營附近	23-18.00	120-24.00		6.3	4	25	49	614	地裂、噴泥砂
1930 12 8 16 1		23-18.00	120-24.00		6.6					
1930 12 22 7 52		23-18.00	120-24.00		6.6					
1930 12 22 8 8	新營附近	23-18.00	120-24.00		6.6		14	121	2719	山崩、噴砂
1930 12 22 12 18		23-18.00	120-24.00		5.9					
1931 1 24 23 2	嘉義西南方	23-24.00	120-24.00		5.9				698	
1941 12 17 4 19	嘉義中埔附近	23-24.00	120-30.00	10	7.1	358	733	4520	11086	山崩
1946 12 5 8 47	新化東南方	23-6.00	120-18.00	0	6.5	74	482	1954	2084	山崩
1955 4 4 10 12	恆春東南方	21-48.00	120-54.00	5	6.8		7	22	171	
1959 8 15 16 57	恆春東南方	21-42.00	121-18.00	20	6.9	17	68	1214	1375	山崩地裂噴泥
1959 9 25 10 37	恆春東方	22-6.00	121-12.00	10	6.6		3	3	65	
1964 1 18 20 4	台南浦西附近	23-12.00	120-36.00	20	6.5	106	650	10502	25818	山崩地裂噴砂
1964 2 17 13 50	高雄甲仙附近	23-6.00	120-36.00	33	5.7		3	422	4223	

由圖4.2至圖4.4之地震震央分佈資料得知以高雄港為中心在20公里半徑範圍內並無地震發生，在20公里半徑圓周上有規模為5~6之地震，其震央位置在東港，林邊一帶，20公里至60公里間，地震主要發生於東北方，其最大規模有超過7者，其他更遠的地震則發生於台灣東部台東外海地區及台灣南部嘉南一帶。

綜合以上資料，高雄港周圍地區之地震活動如下：

- (1)在高雄港四周20公里半徑範圍內，沒有活性斷層存在之跡象，因此發生破壞性地震之可能性極微。
- (2)在距高雄港20至60公里半徑範圍內，1720年曾發生過一次規模可能超過7.0之強烈地震，現有各種儀器觀測之地震資料均顯示該次地震之震央區至今仍頗活躍，該處距高雄港約為50公里，係屬西部地震帶之一部份，根據本世紀西部地震所發生之最大地震有三次規模均為7.1，故推測該處可能發生之最大地震規模可達7.1，另一距離較遠之可能震源區為位於高雄港西北方約60公里之曾文溪口附近，該處在1661年亦曾發生過一次規模可能超過7.0之強烈地震，而在1975年7月間曾出現一密集微震群。
- (3)在距高雄港60至120公里半徑範圍內主要震源區位於東部地震帶南端之台東及其以東之海域，該震源區過去所發生距高雄港最近之大地震規模為7.3，距離約80公里。

蔡義本(1978)建議高雄港地震最大加速度與回復週期之關係，及適用於高雄港之地震加速度反應譜如圖4.11及圖4.12所示。

#### 4.4 蘇澳、花蓮地區地震資料分析

花蓮位於琉台地震帶與東部地震帶相交處，地震活動最為頻繁。由圖4.5台灣歷年有災害地震之分佈資料顯示有三分之一位於花蓮附近，且地震規模有大於8者，而就歷年地震震央分佈情形亦大都集中在花蓮附近，且均屬淺層地震。

台灣利用儀器觀測地震，始於1895年，而在觀測期間發生對花蓮造成重

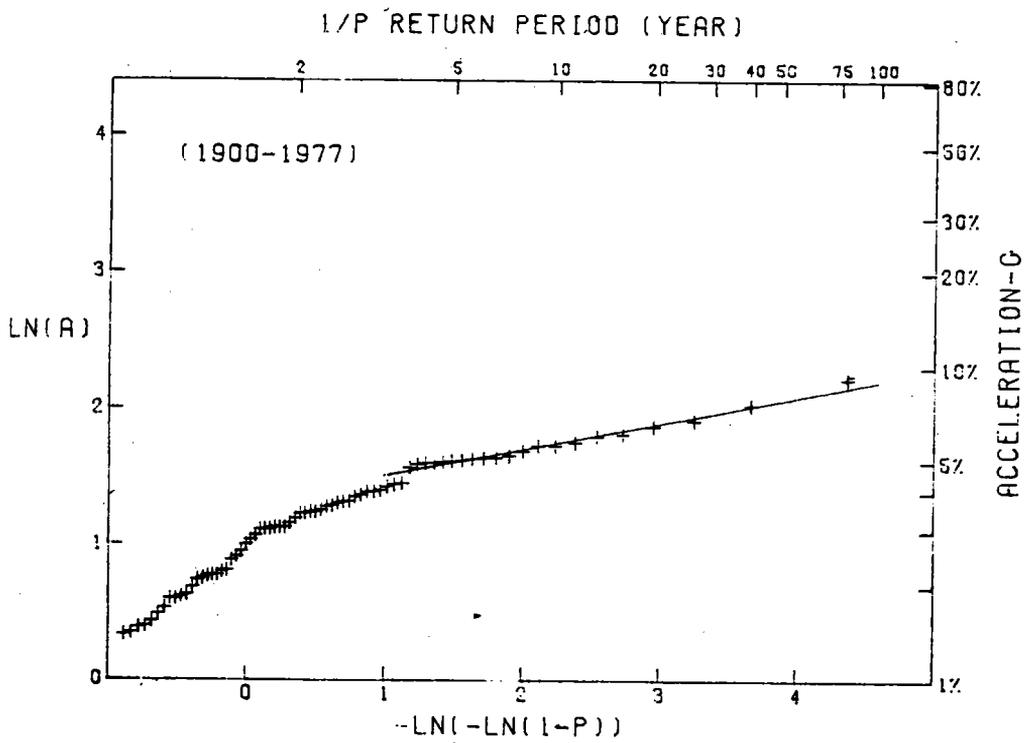


圖4.11 高雄港地震最大加速度與回復週期之關係。

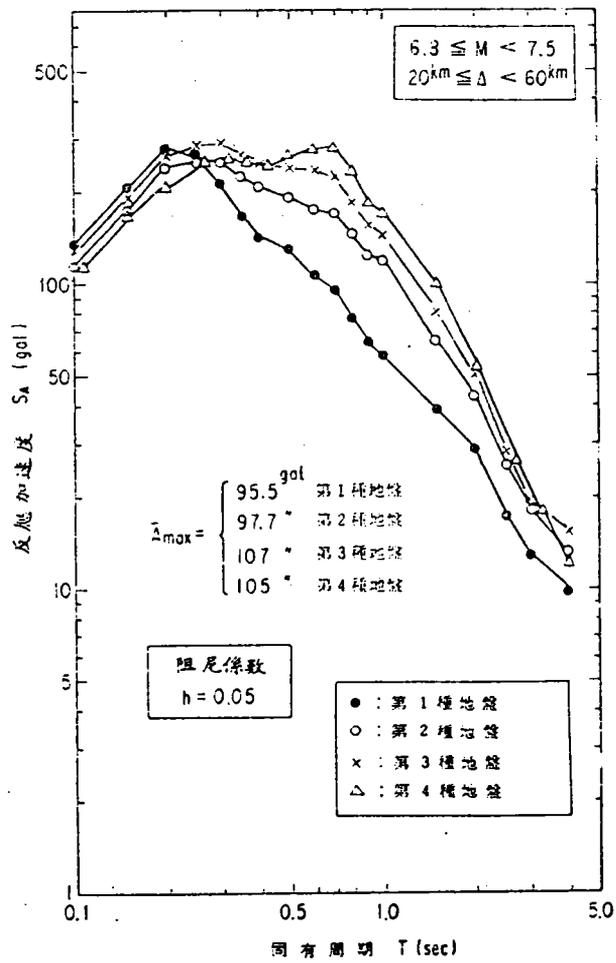


圖4.12 適用於高雄港之地震加速度反應譜。

大損失之地震達十餘次(見表4.3)，其中以1951年10月22日所發生者最為嚴重，該次震央在花蓮東南東海上，離花蓮約15公里，震源深度約10公里，造成山崩、地陷、斷層等現象，花蓮港南濱堤防因下陷而損毀，港區鐵道受震彎曲移位等，又根據潮位記錄變化顯示，海底可能有60公分之隆起。

表4.3 花蓮蘇澳地區歷年災害地震資料

發震時間	震央		深度 (公里)	地震 規模 (M)	災害				地殼變動		
	年月日時分	地名			北緯	東經	死	傷		房屋全倒	房屋損害
1908 1 11 11 35	花蓮萬榮附近	23-42.00	121-24.00	淺層	7.3	2		3	5	地震、山崩	
1909 11 21 15 36	南澳南方(海)	24-24.00	121-48.00	淺層	7.3		4	14	39		
1910 3 26 2 38	花蓮南方	23-54.00	121-36.00		5.8				1	地裂	
1913 1 8 6 50	花蓮附近	24-0.00	121-36.00		6.5			2	小損害		
1918 3 27 11 52	蘇澳東方(海)	24-36.00	121-54.00		6.4		3		6	山崩	
1920 6 5 12 22	花蓮東方(海)	24-0.00	122-0.00	淺層	8.1	5	20	273	1257		
1922 9 2 3 16	蘇澳東方(海)	24-36.00	122-12.00	淺層	7.5	5	7	14	161		
1922 9 15 3 32	蘇澳東方(海)	24-38.00	122-18.00	淺層	7.2		5	24	389		
1922 9 17 6 44	花蓮東方(海)	23-54.00	122-30.00		6.2		1	6	197		
1922 10 15 7 47	蘇澳東方(海)	24-38.00	122-18.00		6.1	6	2		14		
1922 12 2 11 46	蘇澳東方(海)	24-38.00	122-0.00		6.2	1	2	1	33		
1922 12 13 19 26	蘇澳東方(海)	24-36.00	122-6.00		5.8		1		13		
1925 6 14 13 38	花蓮東方(海)	22-6.00	121-48.00		5.9		1		339		
1938 9 7 12 3	花蓮東南方(海)	23-48.00	121-48.00		7.0				小損害		
1943 10 23 0 1	花蓮風林附近	23-48.00	121-30.00	5	6.4	1	1	1			
1943 10 23 0 15	花蓮南方	23-54.00	121-36.00		5.0				148		
1943 11 3 0 51	花蓮東方(海)	24-0.00	121-48.00		5.4				87		
1943 11 24 5 51	花蓮東方(海)	24-0.00	121-42.00	0	6.0				479		
1944 2 6 1 20	花蓮萬林附近	23-48.00	121-24.00	5	6.5			2	388		地裂
1951 10 22 5 34	花蓮東南方(海)	23-48.00	121-42.00	0	7.3	68	858		2382		山崩地裂
1951 10 22 11 29	花蓮北方(海)	24-6.00	121-48.00	20	7.1				4		
1957 2 24 4 26	花蓮東南方(海)	23-48.00	121-48.00	30	7.3	11	12	44	64	山崩	
1959 4 27 4 41	宜蘭東方(海)	25-0.00	122-10.00	150	7.8	1		9	4	山崩	
1966 3 13 0 31	花蓮東方(海)	24-6.00	122-36.00	83	7.4	7			小損害		
1967 10 25 8 50	宜蘭南方(海)	24-30.00	122-12.00	65	6.3	2	2	23	2	山崩	
1978 9 2 9 57	宜蘭東方(海)	24-46.59	121-58.98	87	6.2		10		小損害		
1978 12 23 19 23	玉里東方(海)	23-17.82	122-0.28	4	7.0	2	3		2	山崩	
1981 1 29 12 51	南澳東方(海)	24-25.75	121-53.78	11	6.3				小損害		
1983 5 10 8 15	太平山附近	24-27.49	121-30.44	1	6.4				小損害		
1986 1 16 21 4	龜山島附近(海)	24-45.77	121-57.67	13	6.5				小損害		
1986 5 20 13 25	花蓮附近	24-4.90	121-35.49	16	6.5	1	5		小損害		
1988 7 30 19 31	花蓮附近	24-37.73	121-47.65	2	6.2				小損害		
1988 11 15 5 20	花蓮東方(海)	23-59.51	121-49.99	14	6.7	15	62	35	32		
1988 7 21 7 18	花蓮東南方(海)	23-54.65	121-43.55	32	5.9	1	1				

## 伍、地質概況

地質資料有助於研判各港區的地質年代，地質組成情況，地層變化情形及土層大地工程性質，不穩定地層及斷層分佈等，尤其台灣位處歐亞板塊接壤處，且受劇烈板塊運動影響，地質構造複雜、地震活動頻繁，全島地區斷層構造無所不在，其中不乏屬於活動斷層。

由於災害性地震與斷層活動關係密切，尤其台灣西部港區地質多屬砂土層，地震時砂土液化引起之災害更應特別重視。根據石再添(1993)之研究結果，台灣之活斷層分佈如圖5.1所示，而根據中央研究院之研究顯示台灣有七條重要的斷層(見圖5.2)曾經引起災情慘重的地震，統稱為地震斷層。以下各節將就各港區地質概況加以說明：

### 5.1 基隆港及其鄰近地區地質概況

#### 1. 地形

本省北部海岸地形，大致以第三紀之粘板岩層，砂岩頁岩互層，與火山岩而成，海岸線方向與地層走向或主要地質構造相交，雖近期稍有隆起，但過去曾發生相當規模之沉降，海岸線因此齟齬凹凸，突角與海灣交互發育，呈所謂Rias式之沉降海岸。

本區地形大體呈沉降性海岸，但如和平島與本港西方燈塔附近則有方狀節理之砂岩為海蝕而形成，所謂「高人堆」之茸岩群者，乃係較軟質之砂岩中含硬質之石灰質砂岩，受海蝕後硬岩部份殘餘於軟岩之上，狀似人頭，此等海蝕地形，現已隆起至15公尺左右處，成為最近地盤上升之證明，和平島與小基隆嶼乃早幼年期沉降海岸特有之沿海島嶼，附近亦有尖山鼻及中山子島等顯礁(Chimney)。

野柳半島之延長方向與地層之走向一致，以岩質堅硬之大寮層(第三紀中世紀)所成，對海蝕之抵抗較大形成半島，其東南側為中部夾煤

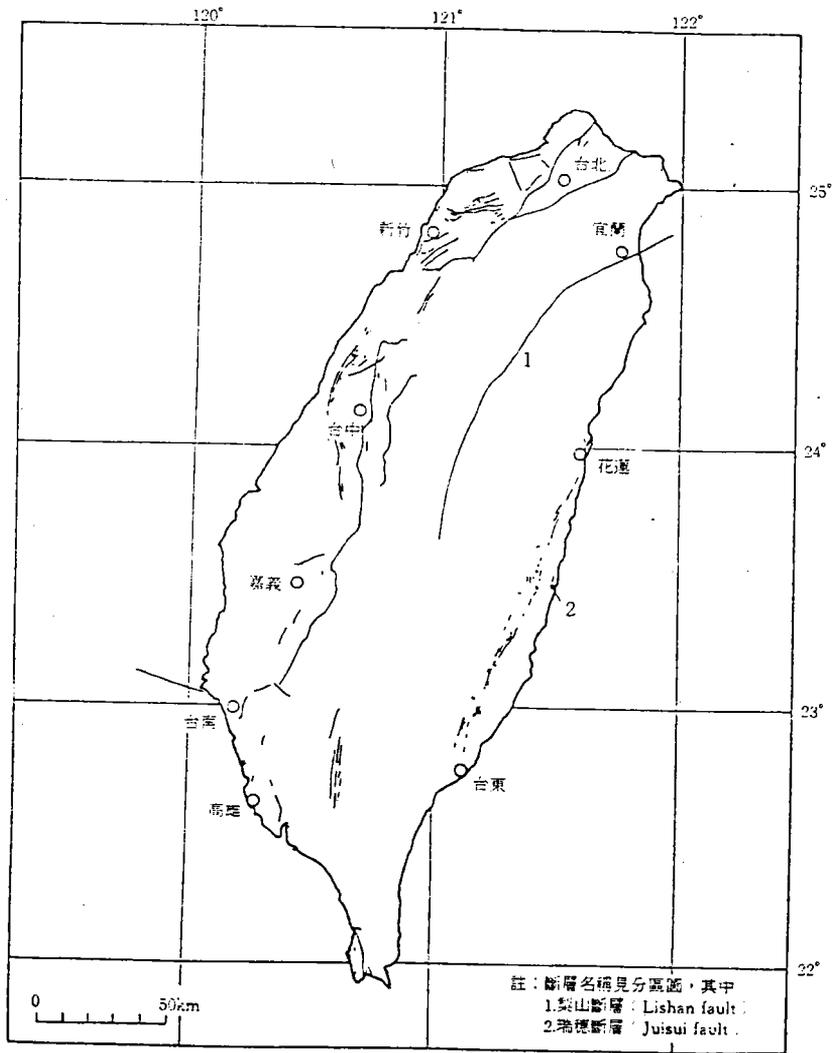


圖5.1 台灣活斷層的分佈。

1. 紙湖斷層  
(獅潭斷層)
2. 屯子腳斷層
3. 梅山斷層
4. 觸口斷層
5. 新化斷層
6. 玉里斷層
7. 美崙斷層

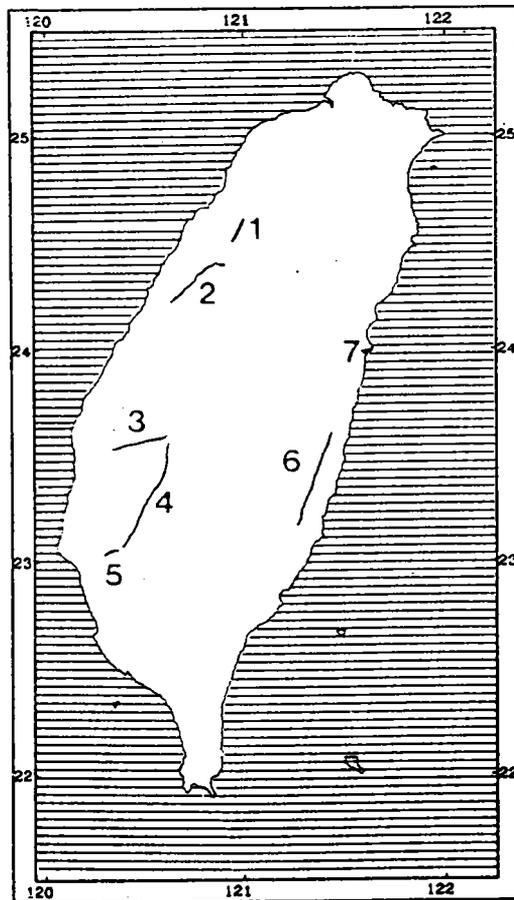


圖5.2 與地震災害有關之斷層分佈。

層，北西側為下部夾煤層，岩質較軟，受海蝕而呈海灣，本區海岸係屬斷層沉降海岸，但因波浪之侵蝕呈早幼年期之沉降海岸型式，至於最近地質時代(中壠期及以後)發生地盤之隆起，形成海岸段丘，隆起海層及其他隆起海蝕地形，但因地質構造線與海岸線相交，故地盤運動各地略有不同，同時部份屬於週期性之運動，部份係繼續性之運動。

## 2. 地質

本區地質主要屬中新世早期之野柳群及中新世中期之瑞芳群，野柳群由厚層石灰質砂岩所構成，包含五指山層、木山層及大寮層；五指山層以塊狀、厚層、白色、細粒及粗粒砂岩為主要特徵，砂岩之主要部份為正石英砂岩或原石英砂岩，另一部份為長石質砂岩。本層上、下部夾有中層礫岩狀砂岩，中部夾有灰色至青灰色亞混濁砂岩，深灰色頁岩及砂頁岩之互層常夾於砂岩中，中部則為海綠石頁岩和砂岩，最厚剖面於五指山與大武崙之間，約厚1,200公尺，但仍未達底部，木山層整合覆蓋於五指山層之上，彼此漸變，其岩性與五指山層甚為相似，正石英砂岩或原石英砂岩仍佔主要部份，砂岩內具有交錯偽層，其他岩層為黑灰色頁岩或岩質頁岩和砂岩與頁岩所成薄頁互層，並含少量海相化石，本層總厚度約為650公尺，大寮層則為唯一之海相地層單位，直接位於木山層之上，由單調厚層塊狀砂岩和不同層厚的頁岩或粉砂質頁岩之互層所構成，砂岩和頁岩之比例為1:1或1:1.5之間。砂岩大部為淡灰色至淡青灰色細粒之亞混濁砂岩或混濁砂岩，另有一部份為原石英砂岩，形成數公尺至數十公尺厚之山脊或岩壁，頁岩則為深灰色，在本層下部較為發育，本層含有孔蟲，貝類和海膽類等化石，最常見化石為*Ditrupe*。

本層最北端之中部為石灰質砂岩段，厚約50-60公尺。此段常呈明顯之同斜山脊；沿北部海岸成突出之海岬，野柳海岬即為其例，此段厚度約為500~550公尺。

瑞芳群(Mj)為岩石代表中新世中間之沈積循環，於本區包含石底層及南港層。

石底層由砂岩、粉砂岩、頁岩和薄煤層構成，常見之特殊岩層為層

厚數公厘數公分由黑灰色頁岩和白色砂岩或粉砂岩所成之條紋狀薄葉互層，此為海岸潮汐平原或潟湖相沈積環境之產物，頁岩為深灰或灰黑色，含炭質。砂岩則為長石質、淡灰色及白色，細粒到中粒，位於本層之下部屬厚層塊狀白砂岩常構成顯著之懸崖峭壁，地形上特色，至為明顯。

南港層覆蓋於石底層之上，由厚層至薄層青灰色細粒石灰質砂岩和深灰色頁岩或粉砂岩構成，其中含有豐富之有孔蟲及貝類化石，沈積環境為淺海相，於本區本層有顯著之厚層塊狀砂岩，形成陡壁懸崖，砂岩為石屑質之混濁砂岩(lithic graywack)或亞混濁砂岩(Subgraywacke)。由於顯著岩相變化和所含砂岩與頁岩百分比之不同，每段均呈不同岩性，本區部份分為五段：二塊狀砂岩和三砂岩及頁岩互層段，本區南港層厚度約700~750公尺。

### 3. 斷層

台灣西部受造山運動影響，發生一系列東北-西南走向之逆掩斷層，各逆掩斷層生成之順序，可能自西開始，愈東之斷層形成時代愈晚，根據中央研究院地球科學研究所所收集的地震資料顯示，有部份小地震的發生與這些斷層相關，圖5.3為基隆港區附近之地質斷層分佈圖。

另外與地震活動關係較密切的為活斷層，台灣北部的活斷層主要分佈於桃園台地群和竹東台地，其次分佈於大屯火山群和林口台地如圖5.4所示。

圖5.4顯示較靠近基隆地區之活斷層為台北斷層。

## 5.2 蘇澳港及其鄰近地區地質概況

### 1. 地形

蘇澳港位於台灣東北部蘭陽平原最南端，海岸線齟齬，係沉水內灣，港的北、西、南三面環山，東南灣口面向太平洋，灣之南側是為南方澳，北側則為北方澳與七星嶺。

由於每年受颱風侵襲及海底伏流強勁之影響，同時地層為板岩或硬

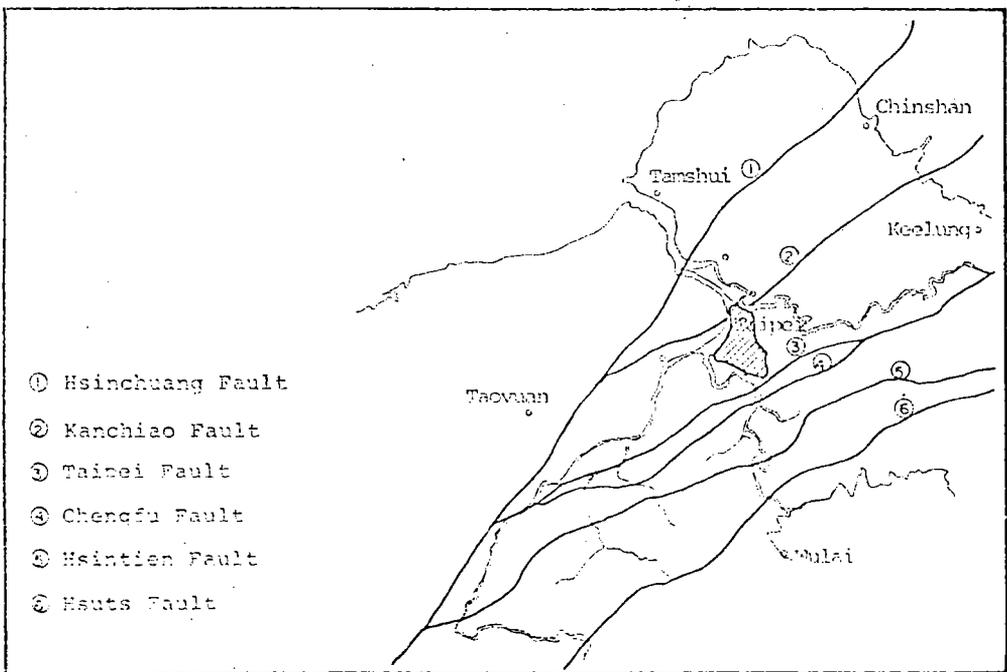


圖5.3 基隆港區附近之地質斷層分佈圖。

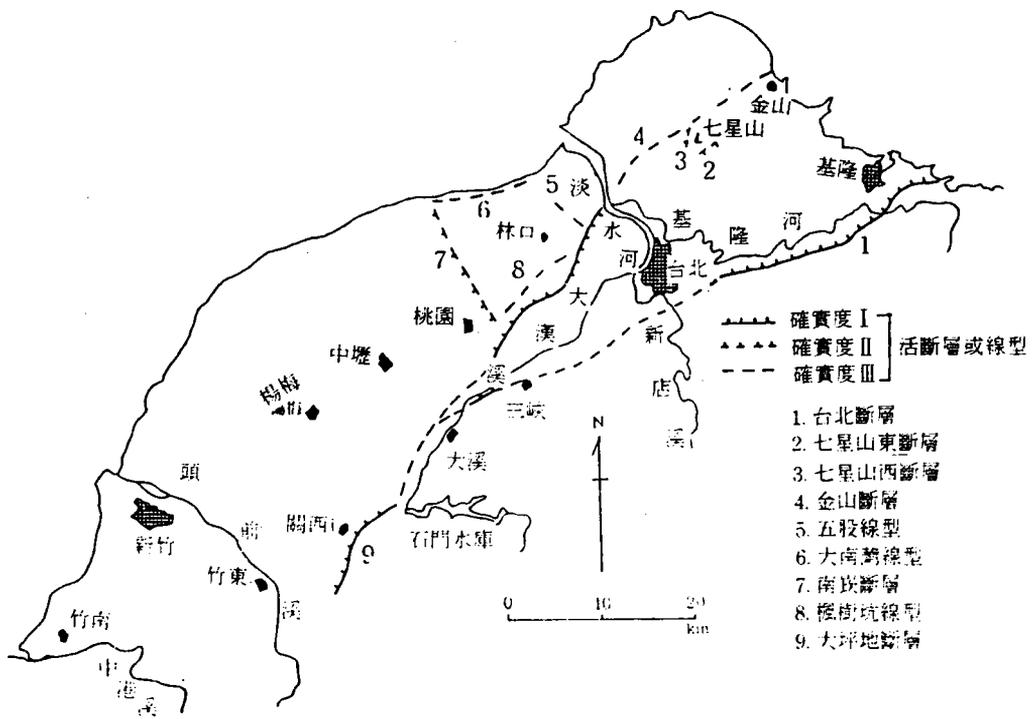


圖5.4 台灣北部地區活斷層分佈。

頁岩等易受侵蝕之岩層，遂造成海岸線迫近山腳及呈細帶狀之侵蝕海岸地形，依據現有資料顯示，20公尺水深線逼近灣口，甚至進入灣內，而50公尺水深線距灣口不及3公里。

## 2. 地質

宜蘭地區背負中央山脈之北端，東臨太平洋，地質史上屬第三系蘇澳統，其岩層包括大南澳片岩，蘆山層，現代沖積層，自南方澳起西北向延伸為南方澳斷層，附近一帶包括十三份山、蕃薯山、糞箕糊山、白米甕等，屬蘇澳層係漸新世至始新世之粘板岩質頁岩，夾有一至二公尺之石英砂岩，蘇澳層之南方有東西走向之帶狀地區為壁哮層，自此以南則均屬於變質岩，在西帽山，猴椅山一帶為結晶石灰岩與東澳山之綠泥片岩鄰接，係由基性噴出岩與火山碎屑岩轉變而成。

南方澳斷層以北之宜蘭平原係近代濁水溪諸河流之沖積扇，基層係屬漸新世紀至中新世之烏來統，平原與山脈相交之處即為蘇澳，南方澳與北方澳。根據地質鑽探資料分析，灣內地質在水深3公尺至10公尺之深度為砂層，海底上層除靠近蘇澳溪出口及南方澳防沙堤附近為較厚之河川輸沙沈積層外，其餘多係灰色岩層，中心礁附近則在水深5公尺以下，為灰色頁岩層，蘇澳灣北、西南各山地質多屬頁岩及粘板岩，表面部份且多已呈風化現象。

## 5.3 台中港區及其鄰近地區地質概況

### 1. 地質特性

台中港區原地形為由大甲溪和大肚溪沖積形成之西部海岸平原，基地地盤構造屬台灣新第三紀地槽盆地中之台西 - 台中構造盆地，地表為現代沖積層所覆蓋。

台中 - 台西構造盆地於第三紀早期原為兩個個別獨立之構造盆地，其間為北港高地所分離，漸新世晚期由於北港高地下陷，使台中、台西兩構造盆地合而為一，此後由於間歇性之海進、海退現象持續至上新世

晚期，而使台西 - 台中構造盆地形成數個含煤相及海相互層之沉積，上新世晚期之造山運動，一直延續到現在為台灣最主要之造山運動，屬間歇性之造山運動並伴隨間歇性之海進及海退現象，致使本構造盆地中心軸由東向西漸移，而形成本構造盆地上部之第四紀沉積（更新世及全新世），由於海侵及海退現象，致使平均海水面因時而異，海侵時期平均海水面曾高於目前平均海水面約180公尺(大南灣海侵期)，而15000年前之海退期平均海水面低於目前平均海水面約140公尺，顯示本基地之地層所經歷之沉積環境及應力過程極為複雜。

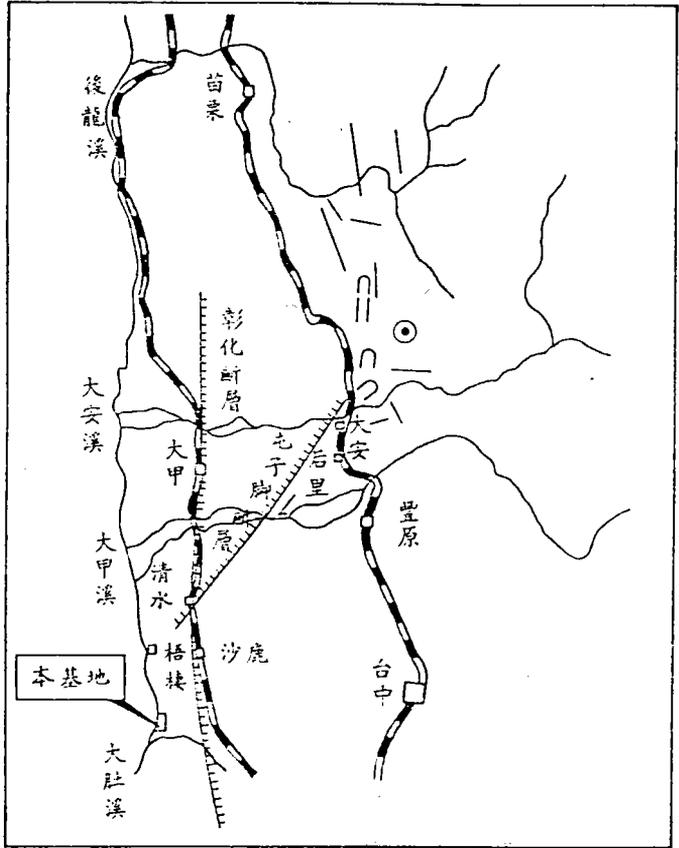
本基地近地表之地層為由河川沖積及海洋沖積雙重作用所形成之巨厚現代沖積層所覆蓋，其下依次為上新世及更新世未固結之頭料山層，上新世之卓蘭層及錦水頁岩層等，現代沖積層主要由粘土、沉泥、砂和礫石所組成，厚度甚厚，由鑽探結果顯示，地表下100至130公尺內大多為沉泥質砂層間夾沉泥或粘土薄層，其下始有礫石出現。

## 2. 斷層分佈

台中港及其鄰近地區共有三條斷層，包括屯子腳地震斷層位於台中港東北側沙鹿附近沿北偏東約 $60^{\circ}$ 方向向上延伸20公里至台鐵泰山火車站附近，據調查顯示，本斷層目前仍有持續之活動，亦即屬活動斷層，是台灣少數曾經引起災情慘重的地震斷層。

台中港以東約4公里存在一北偏東約 $30^{\circ}$ 走向之彰化斷層(中國石油公司，台灣西部地質圖，1971)，亦屬可能之活動斷層。而台中港以東20公里外之車籠埔斷層距離本基地甚遠，影響不明顯。圖5.5為台中港附近地區之斷層分佈情形

另外，中部地區的活斷層分佈情形，如圖5.6所示，中部地區的活斷層主要分布於后里、大肚、八卦等台地與新社、草屯、車籠埔等河階群，其次分布於苗栗、豐原、南投等丘陵。圖5.6顯示中部地區的活斷層有清水斷層、橫山斷層、西勢斷層、屯子腳斷層、南勢斷層及龍井斷層等。



圖例：

⊙ 震央 (1935, 4, 21)

—— 鐵路

—— 斷層

圖5.5 為台中港附近斷層位置示意圖。

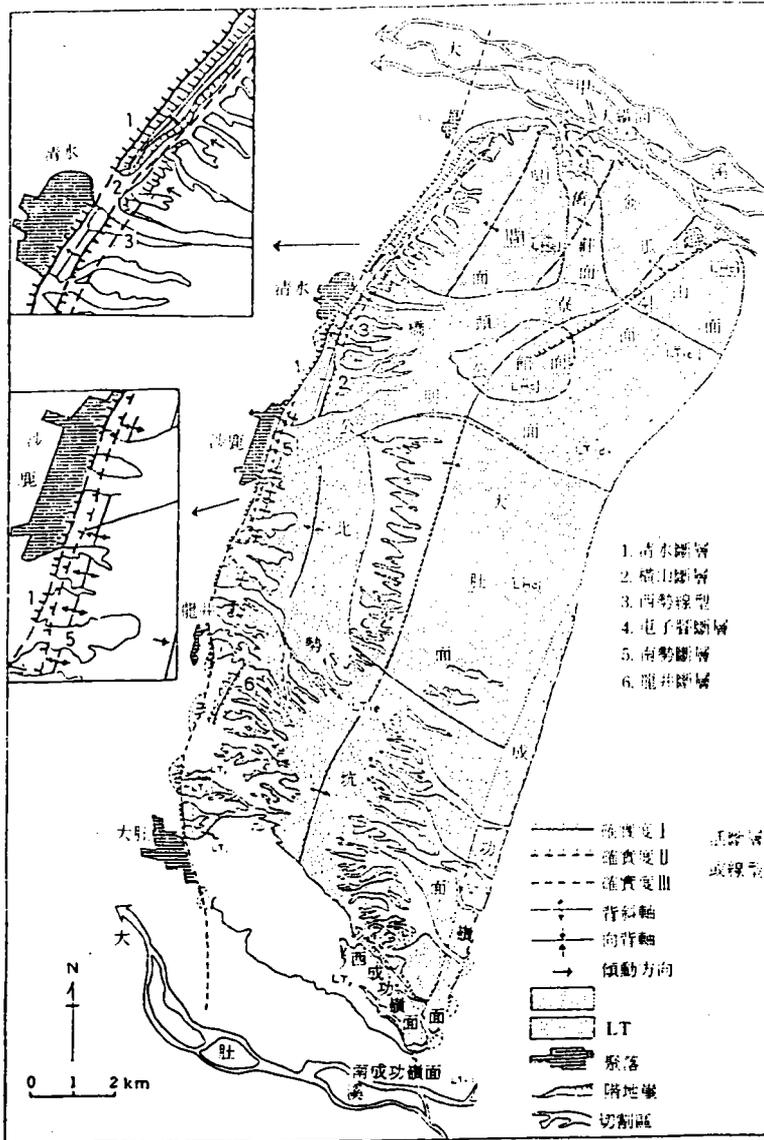


圖5.6 大肚台地活斷層分佈資料。

## 5.4 高雄港及其鄰近地區地質概況

### 1. 地形

高雄地區屬於台灣西南部海岸平原之一部份為幼年期，故瀕海地區尚為卑溼之地，沼澤甚多，海岸遠而淺，沿海砂洲甚為發達，平原面除有少數新成河與延長河切割成漸淺河溝外，地面尚稱完整，地勢平坦且低窪，除一小部份屹立於平原如島嶼之隆起珊瑚礁外，坡度均在百分之一以下。

### 2. 地質

高雄地區地質大多屬於第四紀中之沖積層，層位平舖，未曾受過變動，此平坦海岸平原，大部份屬於潟湖及沼澤沉積環境，其位置在濱外沙洲之後，為較寧靜的沉積環境，沙洲外由於海浪潮汐影響，粘土、沉泥、細砂懸浮於海水中，一旦受潮汐海浪影響而進入潟湖或沼澤、細砂、沉泥及粘土即依次沉積下來。因此本區地質組成主要為沉泥質砂或砂質沉泥或砂質粘土及沉泥質細砂交互而成。

高雄地區除前述平坦海岸平原外尚有隆起之珊瑚礁，其高約數公尺至數十公尺，其他如石灰岩中之珊瑚石灰岩，在本區內最為普遍，如半屏山、萬壽山等均屬之，且底部多由珊瑚礁組成。此外還有小部份第三系之頁岩、砂質頁岩、砂岩等，因組織鬆軟、頗易風化而遭剝蝕。

### 3. 斷層

台灣南部的活斷層主要分布於潮州扇階群和恆春地區，其次分佈於嘉南隆起海岸平原和斗六、嘉義、新化等丘陵，圖5.7顯示高雄港區附近之活斷層包括螺底山斷層、右昌斷層、仁武斷層及鳳山斷層等。

## 5.5 花蓮港



圖5.7 台灣南部地區活斷層分佈。

## 1. 地形

花蓮平原發育在中央山脈之東，面臨太平洋，外形如弓形之三角洲，實際上為一隆起海岸平原，數公尺至數十公尺高之海崖分佈在平原的東側。海崖之頂部為未膠結之沉積物，其下為半膠結之基盤岩層。花蓮隆起海岸平原依地形大致作如下之分區(見圖5.8)。

- (1)加禮宛平原
- (2)米崙溪洪涵原
- (3)沙婆嘴沖積扇
- (4)木瓜溪沖積扇
- (5)米崙台地(包括米崙山)
- (6)花蓮灣

## 2. 地層層序及分佈：

花蓮地區之第四系地層，其分佈情形詳見圖5.9，茲分述于次：

### (1)米崙鼻礫岩層，米崙山礫岩層及青灰色含礫泥層：

此三層同屬花蓮地區基盤岩層，在成岩程度上以米崙鼻礫岩層最強，米崙山礫岩層次之，青灰色含礫泥層又次之。米崙鼻礫岩分佈區域主要在米崙鼻附近海崖上。米崙山礫岩則位于米崙山。由九至十五號碼頭地址以及挖深中之航道沿著海岸向南至米崙溪口之連續海崖及海灘均為青灰色含礫泥層分佈區，此含礫泥層乃台大地質系林朝棨教授所命名，實際泥層所佔比例以接近米崙溪口之海崖上發現者較多，愈往北則以含礫砂層或砂層礫石層為主。此層為擴建工程地基之基盤。

青灰色含礫泥層有局部性層狀結構但不連續，時常發現泥層，砂質礫石層(礫徑10~30公分)與含礫砂層(礫徑5~15公分)交替出現或泥層呈凸透鏡狀夾雜砂質礫石層或含礫砂層中，在花蓮中學下之海崖上，走向呈北偏東30°，傾斜向西北約20°~30°，礫石及卵石之種類為變質岩及綠色岩包括綠泥片岩、蛇紋岩、石英岩、石灰岩、雲母石黑片岩、角閃岩等。礫石大都受過壓力，有碎裂面存在，本層中保



圖5.8 花蓮平原地形圖。

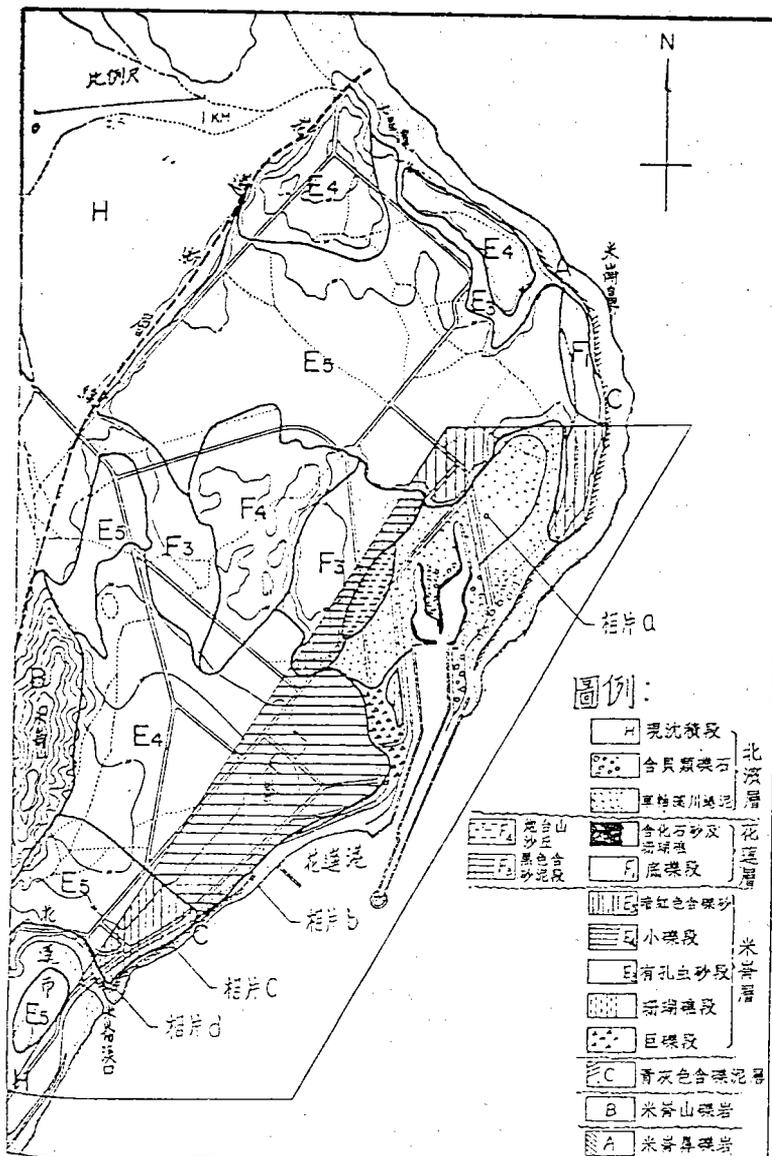


圖5.9 花蓮地質圖。

存有落差甚小的斷層面，因其年代古老，且經過成岩作用，故土質堅硬，且不透水。

## (2)米崙層

米崙層構成米崙台地表面之大部份與加禮宛平原面，多參雜掩蓋在米崙鼻礫岩及青灰色含礫泥層上，在米崙台地本層由下而上再分為(1)巨礫(礫徑1~2公尺)(2)米崙珊瑚礁(3)有孔蟲砂(4)米崙小礫(5)暗褐色含礫砂土等五段，其總厚度為十餘公尺至二十餘公尺。

## (3)花蓮層

花蓮層分佈於花蓮港區及港區西方之窪地，古時，前者為海灣，後者為米崙湖，本層並可細分為(1)底礫石段(礫徑20-30公分) (2)花蓮珊瑚礁段 (3)含化石砂段 (4)炮台山及民本里沙丘砂及(5)古米崙湖黑色沉泥，花蓮層形成時期較米崙層為晚，二者分佈地區完全不同，前者構成花蓮灣，後者構成米崙台地，由花蓮層分佈之面積觀之，古時花蓮灣有現在之兩倍廣，大花蓮層之總厚度為十餘公尺至二十餘公尺。

米崙層及花蓮層未經成岩作用，為未膠結之沉積物，其堅硬度當不及基盤岩層，米崙層形成於花蓮層之先，故硬度較大，米崙層土質均為粗粒土壤，花蓮層則粗細均有。

## (4)北濱層

北濱層土質鬆軟，係指現海中及海濱之沉積，海岸沙丘，米崙溪洪涵原之現河床沉積，沖積扇之扇面沉積等，均由最近之地質時代不斷沉積至今，其厚度由數公尺至十餘公尺不等。

# 3. 構造運動及斷層

米崙台地係海岸山脈之延長，基盤岩層與構成海岸山脈者屬於同期沉積，海岸山脈之水漣礫岩(在花蓮地區為米崙鼻礫岩)堆積後，發生地震，東部海岸崛起呈褶皺山脈，並形成大斷層崖。此縱貫東台灣之大斷層崖由蘇澳延長至花蓮，然後進入台東縱谷西緣，再向南延伸至台東南方海岸，其在花蓮平原位置，則通過米崙台地西緣，民國四十年大地震

時，曾沿此斷層線再活動，稱為活動斷層，依花蓮港務局之記錄，花蓮港內平均潮位自民國四十年地震後下降60公分，即陸地及海底上升60公分。

由頻繁之地震，顯示花蓮外海尚有一大斷層通過，其詳細位置未明，此兩斷層均在港區之外，距離尚遠。

# 陸、地層分佈情況，大地工程性質及地下水資料分析

## 6.1 台中港區

### 6.1.1 地層分佈情況

台中港區地表地層為由河川沖積及海洋沖積雙重作用所形成之巨厚現代沖積層所覆蓋，主要為沉泥質砂，砂質沉泥，粘土質沉泥及沉泥質粘土等互相交雜而成。有關於沉積土層之厚度，根據台中港務局在台中港區內進行的鑽探資料顯示，鑽探深度至60公尺時仍為沉積砂土層，而根據台灣電力公司在台中火力電廠的地質調查資料顯示，鑽探深度在150公尺時，僅在深度115公尺處發現0.6公尺厚之卵礫石層，在深度147公尺至150公尺間，偶含礫石，礫石粒徑在6公分以下，故現代沖積層為厚層砂土層，其詳細厚度未知，惟根據鑽探資料可確定沖積層厚度應在150公尺以上。

根據已搜集之鑽探資料研判，台中港地區之土層層次變化在深度150公尺範圍內，大致可分為六個次層，茲自上而下說明如下：

#### (1) 細中砂、沉泥質砂(SP、SM)

自地表至高程-10公尺之間為灰色細中砂或沉泥質細砂，尤其靠近地表處大都屬不良級配中細砂，平均厚度約為3公尺，而自地表3公尺以下至高層-10公尺間為沉泥質細砂偶夾砂質沉泥或粘土質沉泥薄層，惟數量不多。

根據現地標準貫入試驗結果，本層次標準貫入試驗N值變化甚大，在5至30間，屬疏鬆至中等緊密程度，土壤平均含水量23%至30%，土壤單位重在1.90至2.0t/m<sup>3</sup>間。

#### (2) 沉泥質細砂夾粘土質沉泥或沉泥質粘土薄層(SM、ML、CL)。

本層次呈灰色，其分佈範圍在高程-10m至-22m之間為沉泥質細砂含粘土質沉泥或沉泥質粘土薄層，薄層厚約2公尺，大約分佈在高程

-12m至-16m間，此層並非均勻分佈，大致斷斷續續出現，從一號碼頭到台中火力發電廠均有發現。

根據現地標準貫入試驗結果，本層砂性土壤N值變化平均在15至40之間，屬疏鬆至中等緊密程度，土壤單位重及含水量平均約為 $1.91 \pm 0.05 \text{t/m}^3$ 及 $28 \pm 3\%$ ，沉泥質粘土薄層N值約在7至15間。土壤單位重 $1.90 \pm 0.07 \text{t/m}^3$ ，自然含水量及液性限度分別為 $28 \pm 5\%$ 及 $30 \pm 4\%$ 。

### (3)沉泥質粘土及沉泥質細砂層(CL、SM)

高程-22m至-40m之間為灰色沉泥質粘土層及沉泥質細砂層，在台中港現有碼頭區此兩層次交互出現，平均厚度約在2至5公尺之間，而在火力發電廠區則幾乎全為厚層沉泥質粘土，僅在厚層粘土間夾一層厚1至3m之沉泥質細砂次層。

本層次砂性土壤標準貫入試驗N值在20至55間屬中等緊密至緊密程度，粘性土壤N值在6至32間屬中等堅實至極堅硬稠度，土壤一般物理性質試驗結果砂性土壤，土壤單位重 $1.97 \pm 0.05 \text{t/m}^3$ ，自然含水量 $25 \pm 5\%$ ，粘性土壤、土壤單位重 $1.91 \pm 0.04 \text{t/m}^3$ ，自然含水量 $29 \pm 4\%$ ，液性限度 $29 \pm 4\%$ 。

### (4)沉泥質砂層含砂質沉泥或沉泥質粘土薄層(SM, CL)

本層次呈灰色分佈高程約在-40m至-80m間，以沉泥質砂土層為主，夾有許多沉泥質粘土或粘土質沉泥薄層，薄層厚度約1m至2m，本層次特色為砂層標準貫入試驗N值平均在50至80間，屬極緊密程度，粘性土壤薄層N值，則顯著降低，約在8至30之間。

一般物理性質試驗結果，砂性土壤土壤單位重 $2.04 \pm 0.05 \text{t/m}^3$ ，自然含水量 $19 \pm 4\%$ ，粘土薄層土壤單位重 $1.99 \pm 0.04 \text{t/m}^3$ ，自然含水量及液性限度分別為 $24 \pm 5\%$ 及 $24 \pm 1\%$ 。

### (5)沉泥質粘土(CL)

高程-80m至-100m間為灰色沉泥質粘土層，此層以厚層沉泥質粘土為主，間夾沉泥質細砂薄層，偶含有機質，標準貫入試驗N值變化範圍亦甚大，在19至100間，屬極堅硬稠度，平均自然含水量及土壤單位重分別為 $27 \pm 4\%$ 及 $1.98 \pm 0.03 \text{t/m}^3$ 。

## (6) 沉泥質細砂夾沉泥質粘土薄層(SM、CL)

本層次大致分佈於高程-100m至-150m之間，呈灰色，並於高程-105m至-105.6m及-137m至-140m間偶夾卵礫石，最大粒徑約在4至6cm之間，本層次標準貫入試驗N值，大部份均大於100，屬極緊密程度之砂土層，其自然含水量及土壤單位重約為 $19 \pm 3\%$ 及 $2.03 \pm 0.03 \text{t/m}^3$ 。

本層次在鑽探過程發現含有大量沉泥質粘土薄層，其厚度約在1m至6m之間，標準貫入試驗N值在30至100以上，屬極堅硬稠度，土壤自然含水量及單位重平均約為 $26 \pm 3\%$ 及 $1.96 \pm 0.03 \text{t/m}^3$ 。

總結台中港區地層分佈以沉泥質砂土層為主，間夾有許多沉泥質粘土薄層或厚層，但常不延續而間斷出現，頗為複雜，鑽探資料顯示標準貫入試驗N值，在同一深度中分佈甚為散亂，可見本區土層有交錯沉積之現象，一般而言，大致在高程-25m以下N值大多高於30，屬中等緊密以上程度，而高程-80m以下，其N值大都高於100為極緊密堅硬之層次，可提供比較可靠的承載力。

### 6.1.2 大地工程性質研討

根據搜集台中港務局、各工程顧問公司、各鑽探營造公司及港灣技術研究所等在台中港及其鄰近地區進行之地質調查及土壤試驗資料，經整理分析後，就本區的土壤工程特性說明如下：

#### 1. 土壤強度特性

##### (1) 砂質土壤強度性質

台中港區地層主要以厚層砂土層為主，砂質土壤之剪力強度與其緊密度，初始孔隙比，顆粒大小，形狀及分佈狀況等有關，一般以直接剪力試驗結果推求其剪力強度，惟直接剪力試驗在應用上有其缺點，即其破壞面係強迫在某預定平面發生，而實際上破壞面並非在該特定平面上，且極可能為一曲面。其次實際發生破壞時土樣是否保持在完全排水狀況下無從得之，是故為獲得更確實的土壤強度資料，需再進行三軸壓縮強度試驗。

圖6.1為綜合整理台中港區砂土層直接剪力試驗結果，資料顯

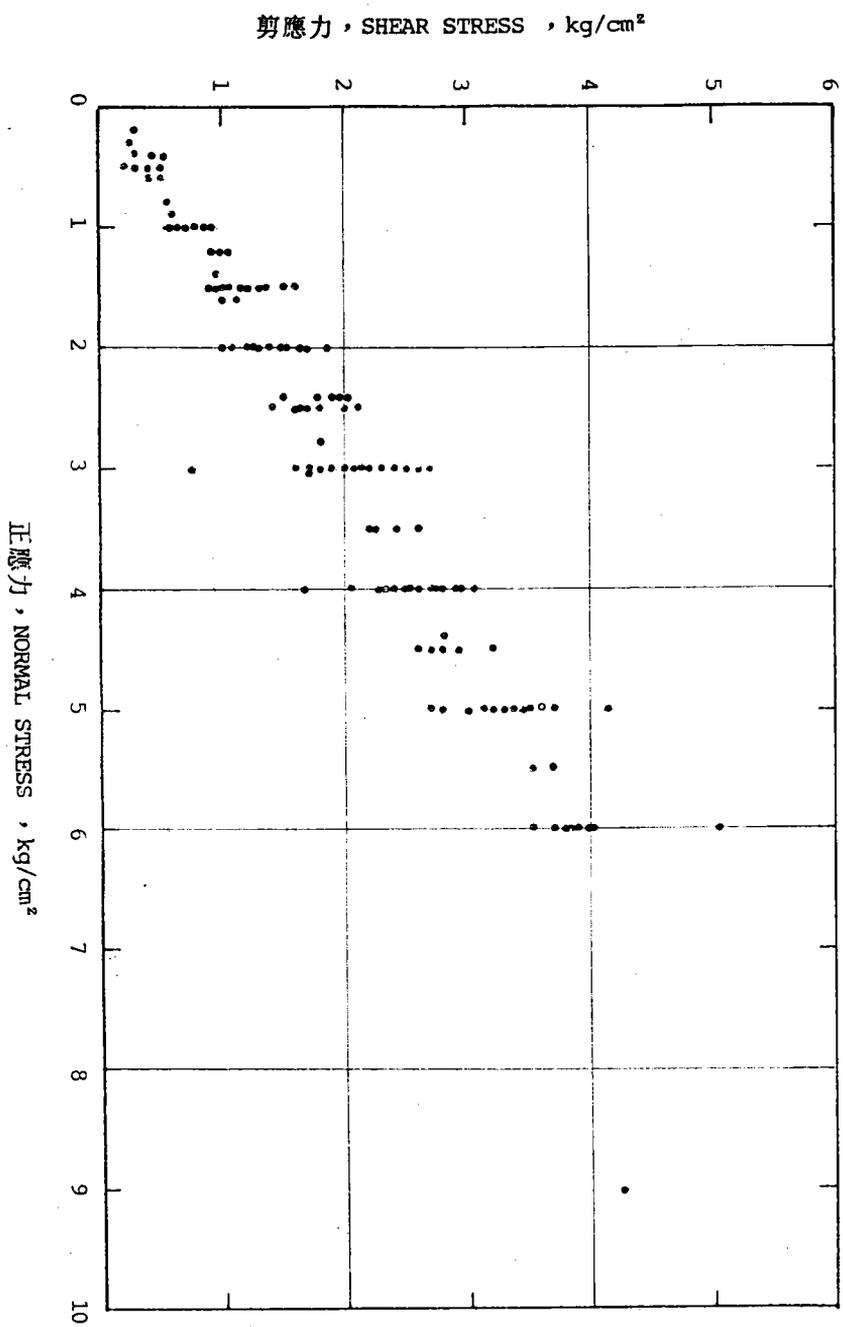


圖6.1 台中港區砂土層直接剪力試驗結果。

示台中港區砂土層有效內摩擦角 $\phi$ 值介於28度至39度之間，而根據三軸壓縮排水剪力試驗結果之應力徑資料如圖6.2所示， $\alpha$ 角在27度至34度之間，若換算為有效內摩擦角 $\phi$ 則在30度至42度間，比直接剪力試驗結果稍高。

圖6.3係整理砂質土壤乾單位重與有效內摩擦角的變化情形，資料顯示有效內摩擦角大致隨土壤乾土單位重之增加而增加，惟其間關係不明顯。

## (2)粘質土壤強度性質

台中港區除在高程-22m至-40m及高程-80m至-100m間有較厚的沉泥質粘土層外，各深度砂土層均含有厚度不等的粘性土壤薄層。

圖6.4為粘性土壤無圍壓縮強度試驗之單軸抗壓強度 $q_u$ 值，靈敏度 $S_r$ ，及飽和不壓密不排水試驗之軸差應力 $(\sigma_1 - \sigma_3)$ 隨深度之變化關係，資料顯示接近地表因受風化或過壓密影響，無圍壓縮強度較高，約在10至30t/m<sup>2</sup>間，隨深度而漸減，大約在高程-15m處之粘性土壤強度最低，約在2至5t/m<sup>2</sup>之間，而後再隨著深度逐漸增加。

## 2. 土壤體積變化特性分析

基礎土壤之穩定性分析可從兩方面加以考慮，即對土壤剪力破壞之抵抗及在外力作用下之變位情形，土壤因載重作用而引起之應力應變關係極為複雜，大致與土壤的組織，孔隙比，應力歷史及應力作用方式等有關，本節擬就台中港區土壤單向度壓密試驗結果及三軸壓縮試驗結果分析土壤之應力應變關係。

圖6.5為台中港區粘性土壤液性限度與塑性指數關係，該資料顯示台中港區粘性土壤液性限度在20%至45%之間，塑性指數在20%以下，屬低塑性土壤，統一土壤分類以CL、HL及ML為主，根據單向度壓密試驗結果，壓縮指數 $C_c$ 與自然含水量之關係如圖6.6所示，根據Nishida建議壓縮指數與自然含水量之關係數 $C_c = 0.0054(2.6w_n - 35)$ 亦示於圖6.6上可供設計參考。

圖6.7為根據三軸壓縮試驗結果整理之砂質土壤初始彈性模數與均勻圍壓之關係，資料顯示台中港區砂土層初始彈性模數大致隨圍壓

軸差應力,  $q$  ,  $(\sigma_1 - \sigma_2)/2$  ,  $\text{kg/cm}^2$

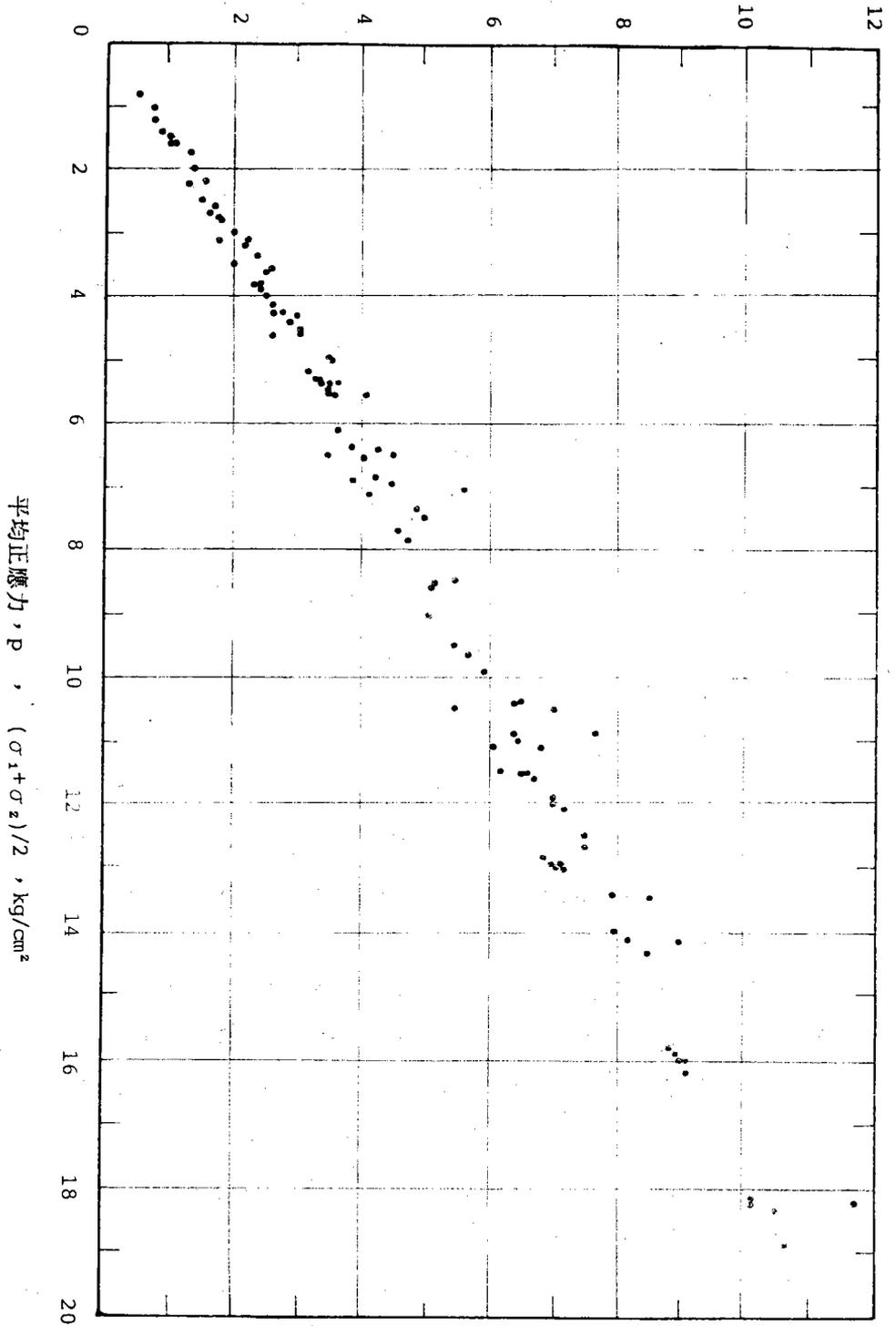


圖 6.2 台中港區砂土層三軸壓縮排水試驗結果。

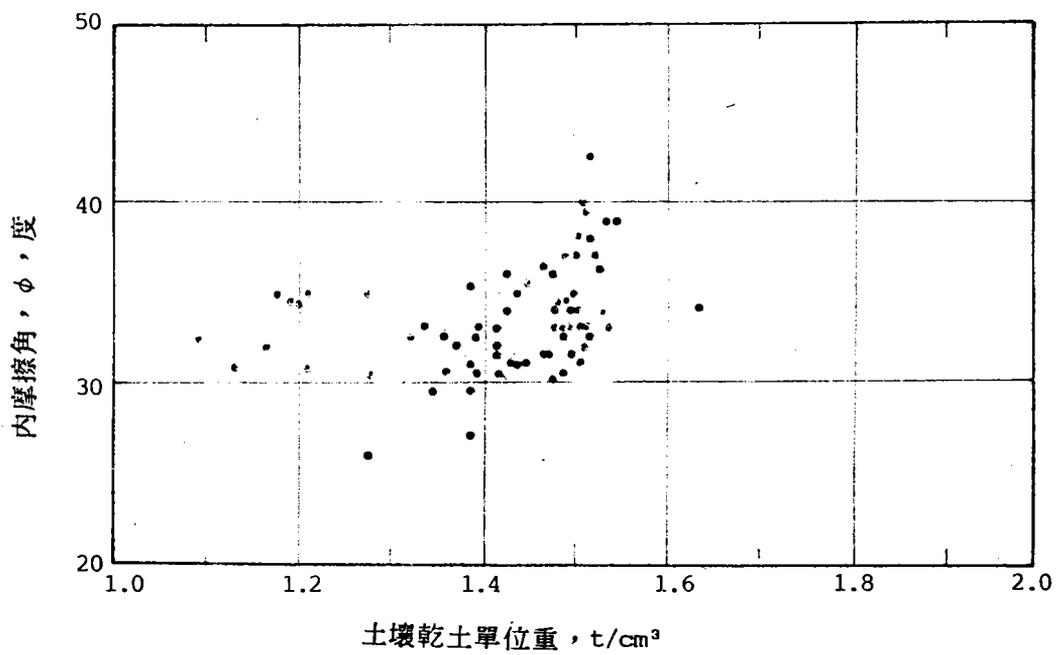


圖6.3 台中港區砂土層內摩擦角與土壤乾土單位重關係。

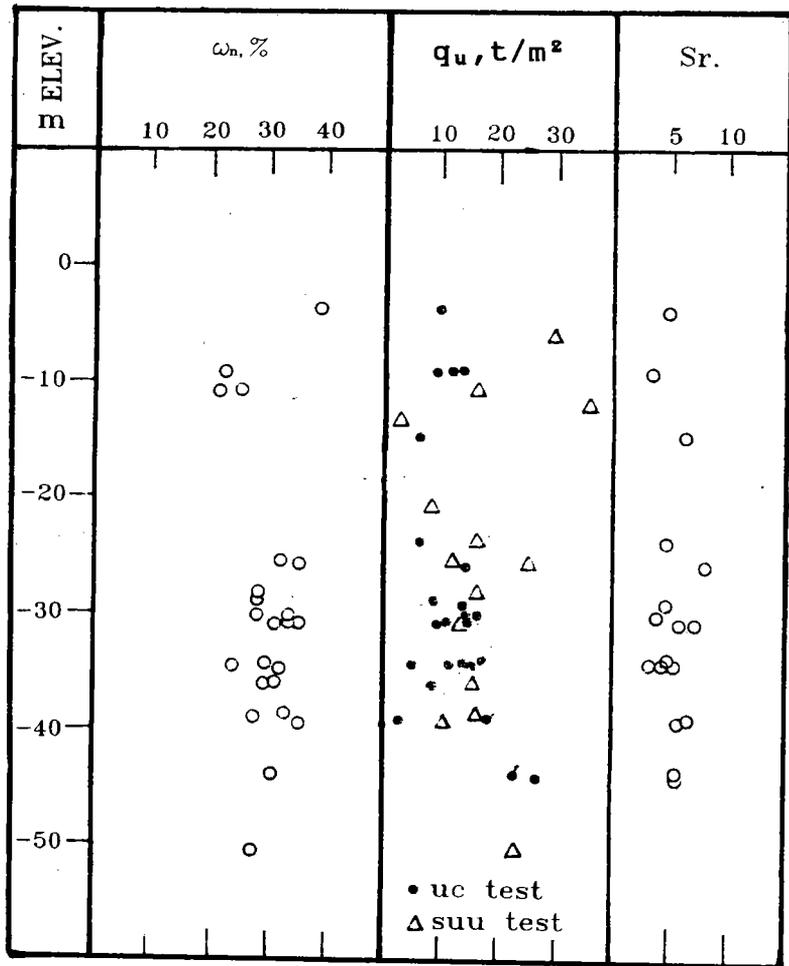


圖6.4 台中港區粘性土壤不排水剪力強度隨深度變化情形。

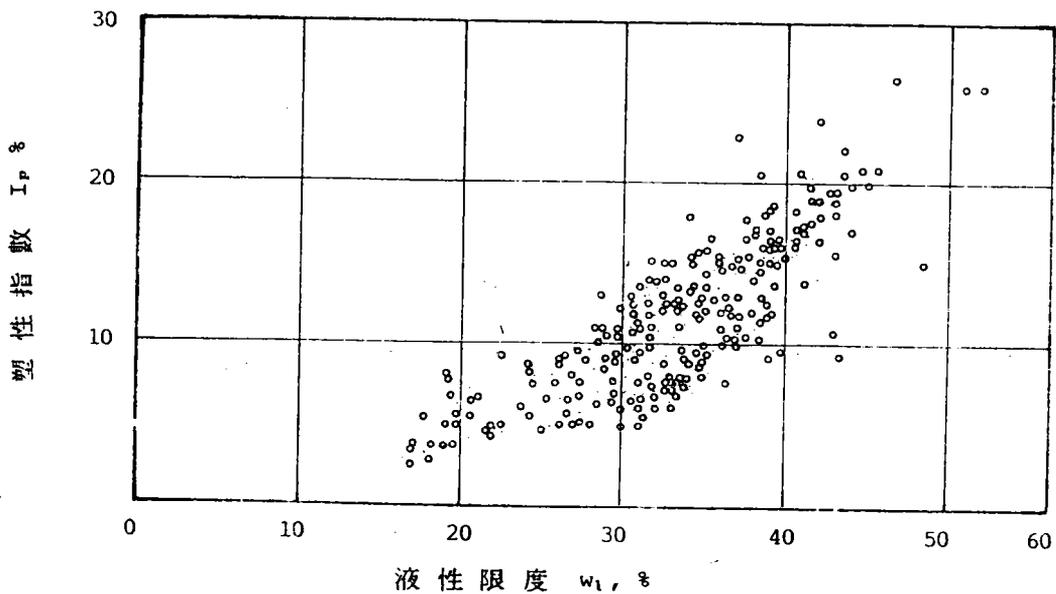


圖6.5 台中港區粘性土壤液性限度與塑性指數關係。

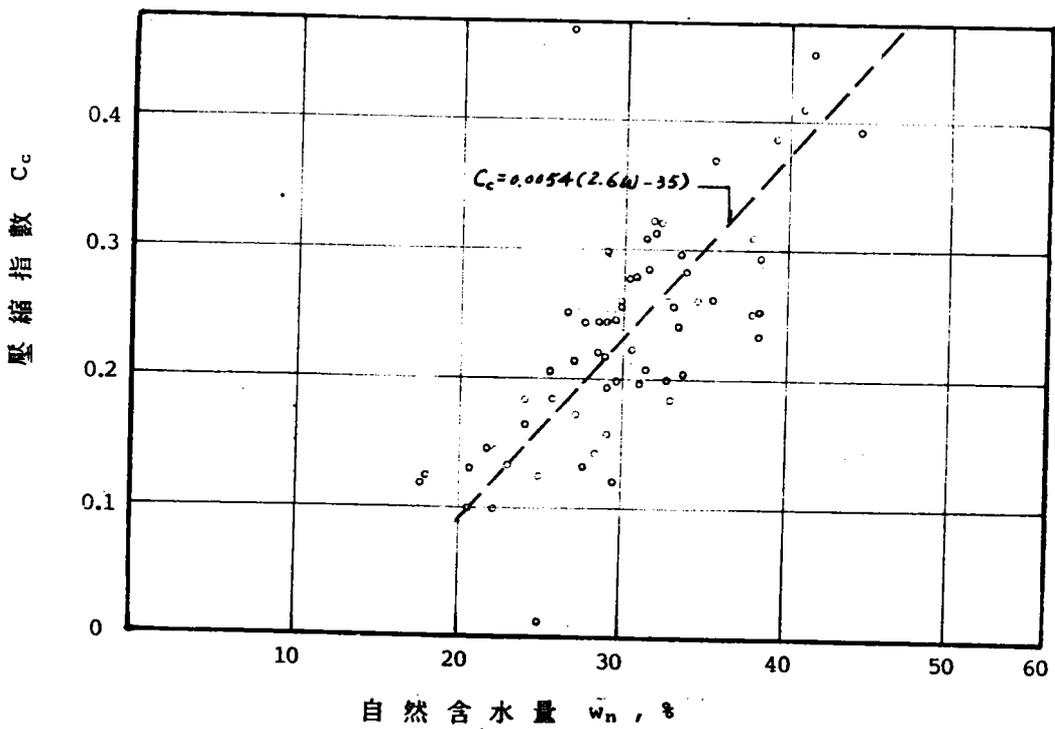


圖6.6 台中港區粘性土壤壓縮指數與自然含水量關係。

初始彈性模數

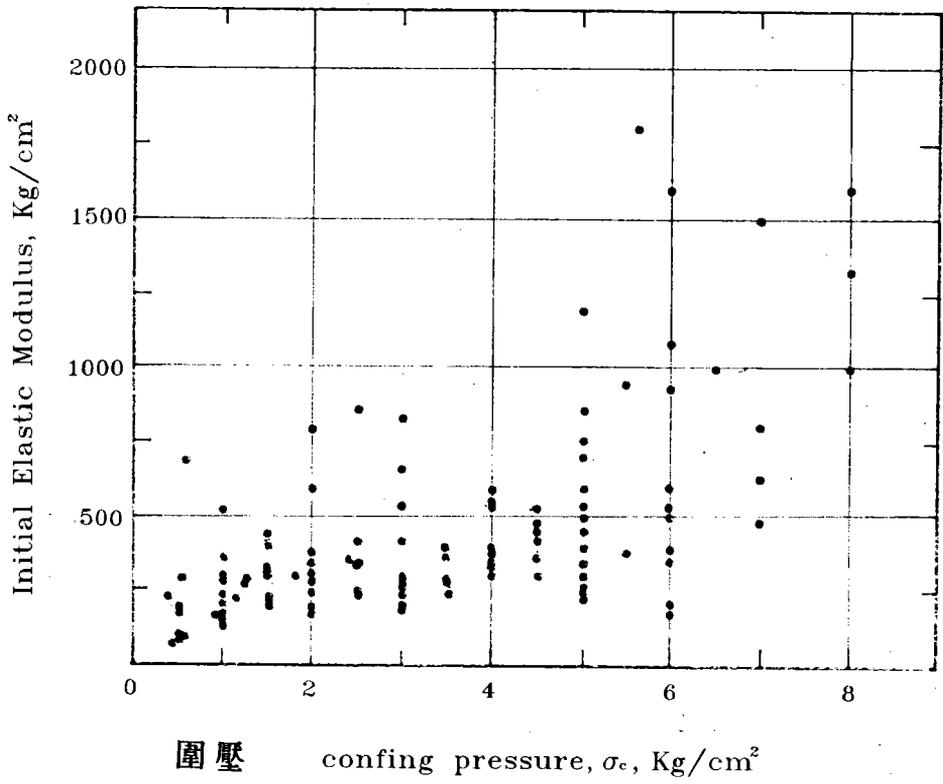


圖6.7 台中港區砂質土壤初始彈性模數與圍壓關係。

均勻圍壓之關係，資料顯示台中港區砂土層初始彈性模數大致隨圍壓之增加而增加，圍壓 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 時，初始彈性模數平均約為 $1500\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

### 3. 土壤透水性分析

土壤透水性質一般以土壤透水係數 $k$ 值表示，透水係數 $k$ 值可用以研判水流在土壤中通過難易的程度，舉凡水在土壤中之滲流問題，土壤受動力載重作用時孔隙水壓之增高和消散，土工結構之排水問題等均與土壤之透水性有關。

土壤之透水係數受土壤顆粒大小、水流之性質、土壤孔隙比、孔隙的形狀和排列、飽和度及所受之壓力等因素之影響，可由現地取不擾動土樣進行試驗室透水試驗或現地抽水試驗以推求透水係數值。

圖6.8為台中港區試驗室土壤透水試驗結果，資料顯示台中港區沉泥質細砂或砂層之透水係數 $k$ 值在 $10^{-4}\text{cm}/\text{sec}$ 至 $10^{-3}\text{cm}/\text{sec}$ 之間，砂質沉泥在 $10^{-7}\text{cm}/\text{sec}$ 至 $10^{-5}\text{cm}/\text{sec}$ ，沉泥質粘土透水係數值為 $10^{-7}\text{cm}/\text{sec}$ 以下。

### 4. 土壤動態性質

根據本所在台中港區進行的土壤動態性質試驗，包括動三軸試驗，共振柱試驗及現場震測試驗等所得土壤動態性質如圖6.9至圖6.11所示。

圖6.9及圖6.10為本區砂質土壤剪力模數，楊氏模數與土壤剪應變的關係，圖6.11為砂土層土壤剪力波速及剪力模數特性。

## 6.1.3 台中港區地下水情況

地下水調查資料可提供基礎開挖時地下水對基礎底版上舉力分析，開挖穩定性分析，及地盤下陷或地下水流向之調查等，地下水調查資料包括地下水位及地下水壓之變化情形，由於地下水受四周環境的影響極大，例如長期雨季，鄰近地區施工抽水，或養殖漁業抽水等均會造成地下水變動現象，是故長期性之地下水量測對港灣工程基礎設計及分析等，極具參考價值，茲就台中港區地下水情況說明如下：

### (1) 地下水位變動情況

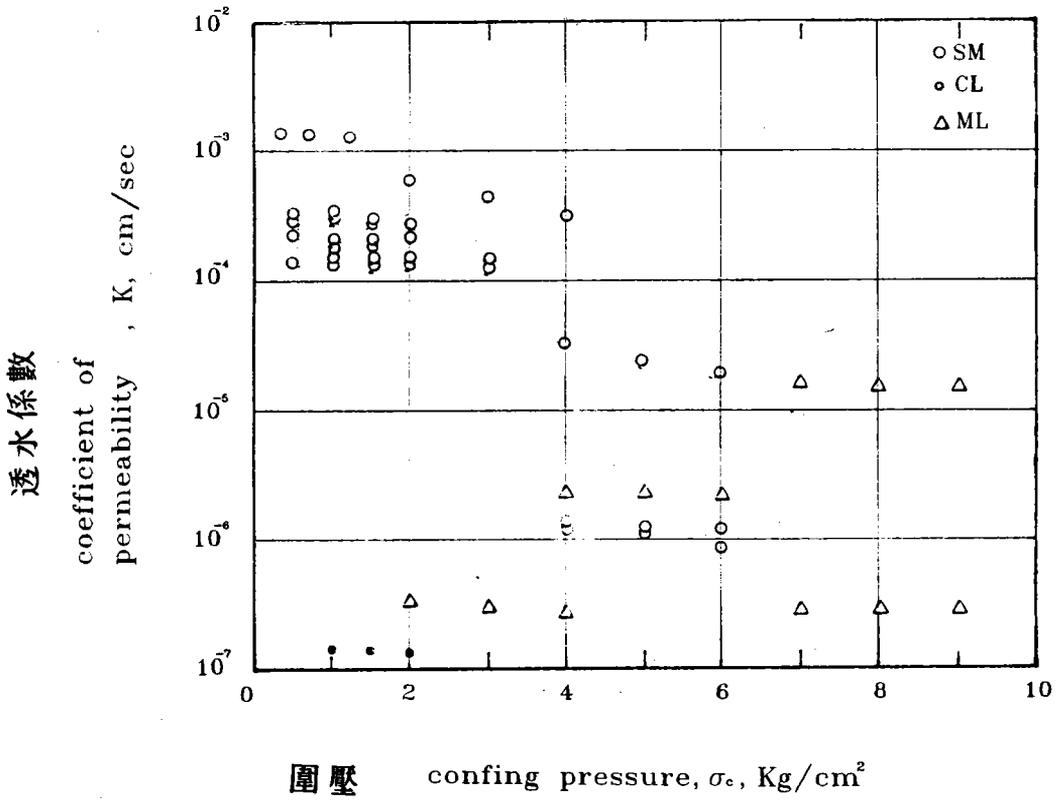


圖6.8 台中港區土壤透水性質。

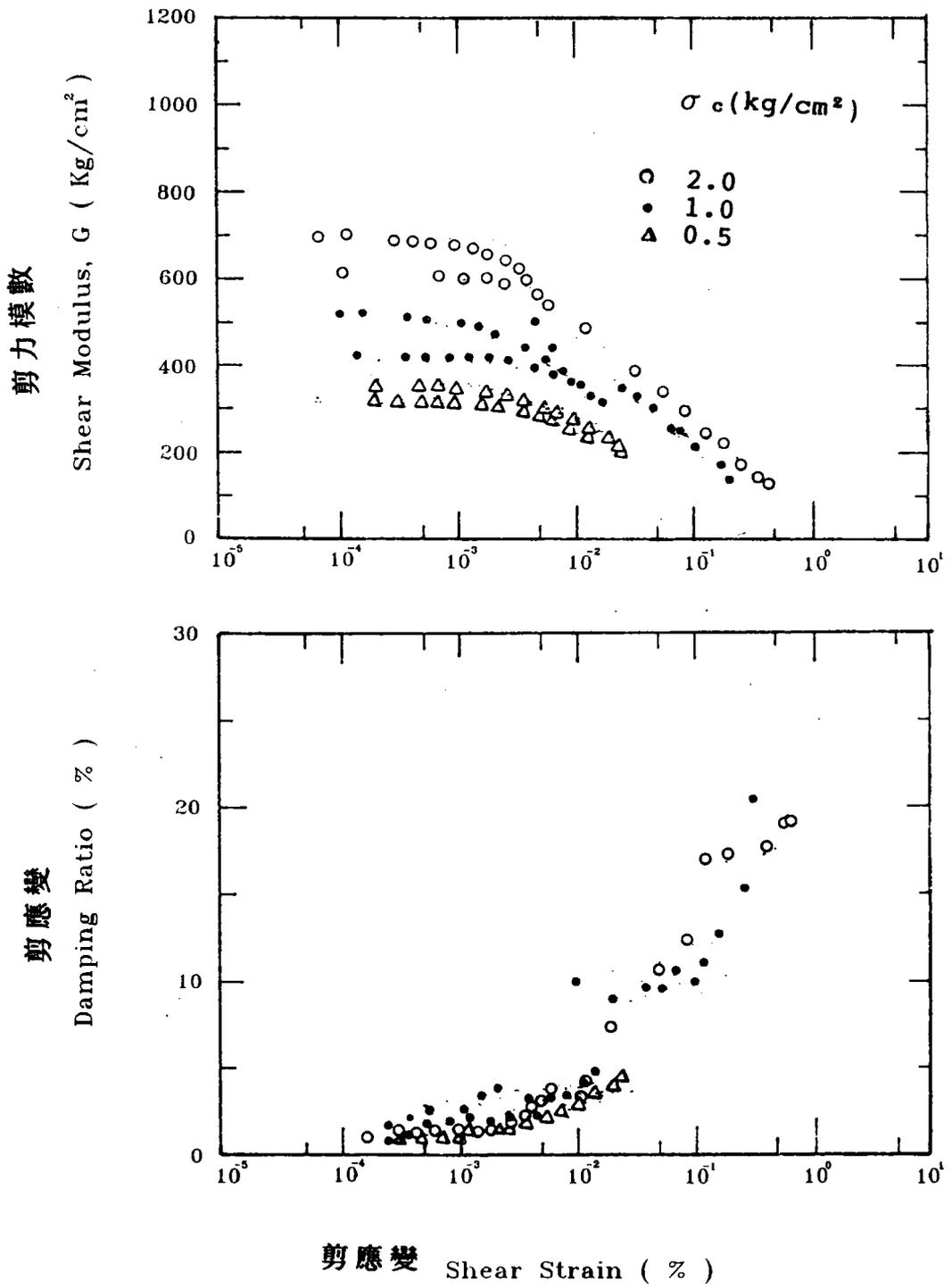
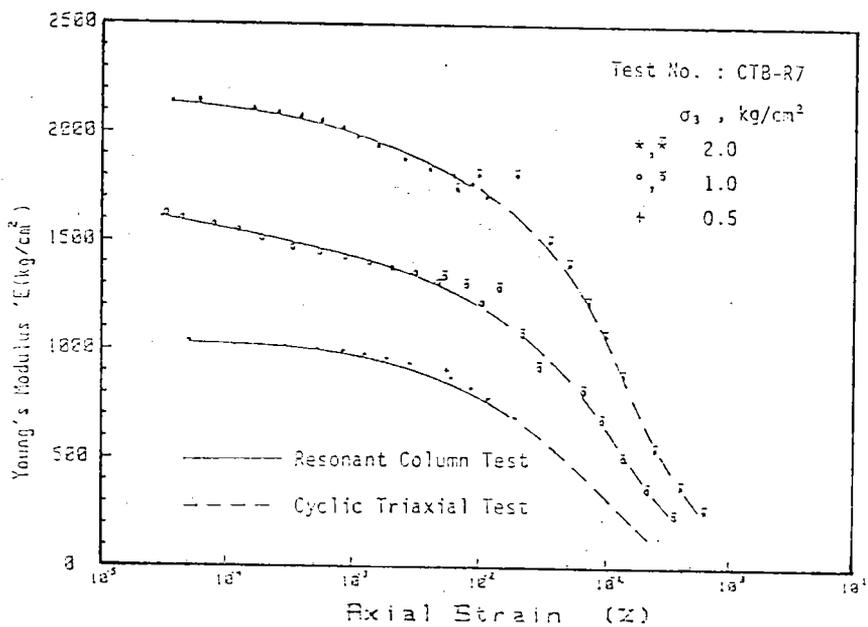
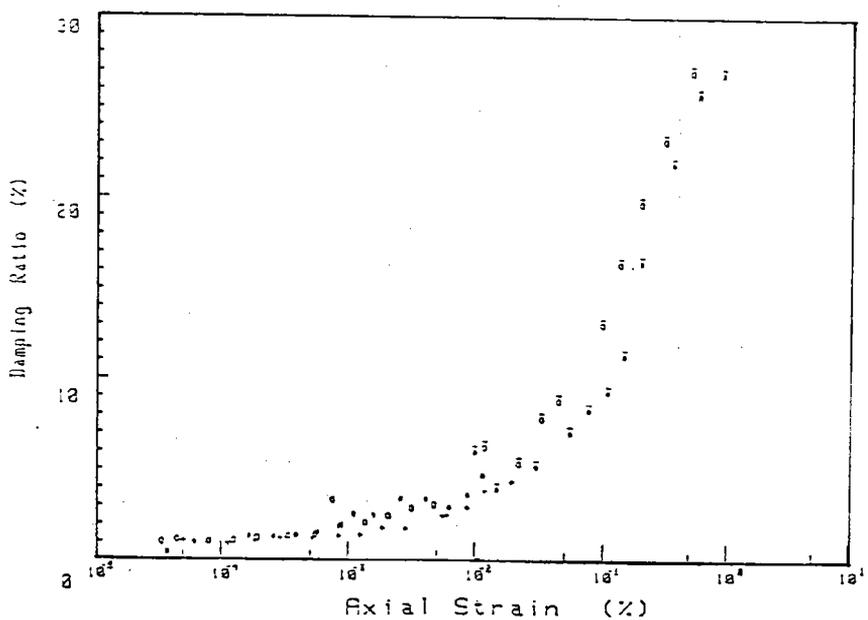


圖6.9 台中港區砂質土壤剪力模數與剪應變關係。

楊氏模數



阻尼比



軸向應變

圖6.10 台中港區砂質土壤楊氏模數與剪應變關係。

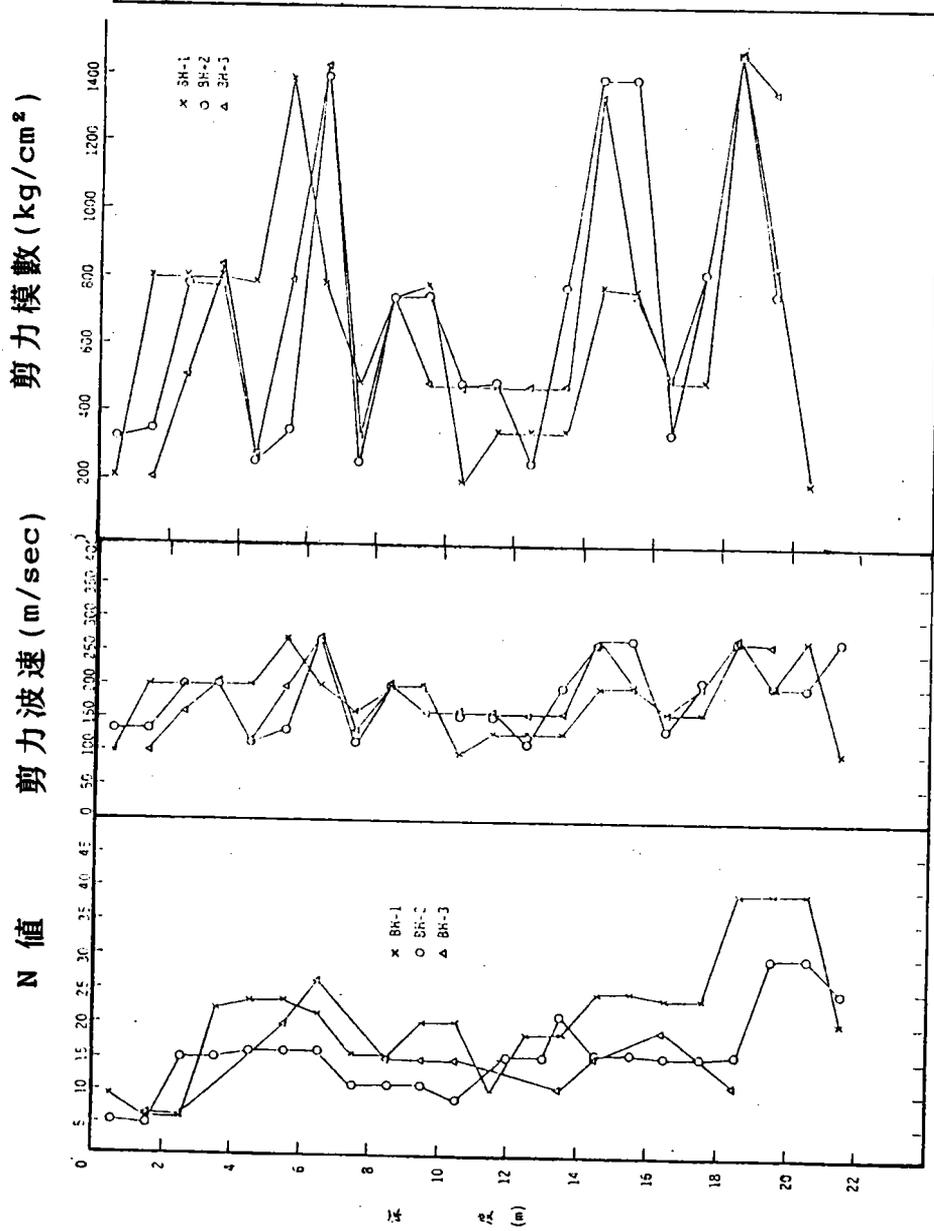


圖 6.11 台中港區 SPT-N 值與剪力波速和剪力模數關係。

本研究在台中港區埋設 4 口觀測井以便長期量測地下水季節性的變動現象，觀測井埋設位置如圖 6.12 所示，觀測井口徑 1 吋，深 10 公尺。地下水位量測期間自民國 80 年 9 月至 82 年 6 月止，圖 6.13 為地下水位長期量測結果，資料顯示台中港區淺層地下水位變動範圍在高程 + 2.5m 至 4.5m 之間，地下水位季節性的變化在 2 公尺以內，就一年之變化情形研判，以五月至八月雨季期間地下水位最高，而以 12 月至 2 月間之乾早期間地下水位最低，顯示地下水位受季節性的影響極大。

本區地下水高程是以台中港務局提供之平均最低潮位高程為基準，與平均海水面高程相差約 2.5 公尺。

## (2) 梧棲地區地下水位變動情況

為瞭解大台中港區地下水位之長期變化情況，台灣省水利局在梧棲地區埋設兩口觀測井，其測站資料如下：

站名	測站位置		站址	井管	
	北緯 N	東經 E		口徑(吋)	深度 m
梧棲	24° 15' 18"	120° 31' 24"	梧棲國小	2	70
梧棲	24° 14' 42"	120° 31' 28"	梧棲鎮港埠里 (梧棲大排邊)	6	300

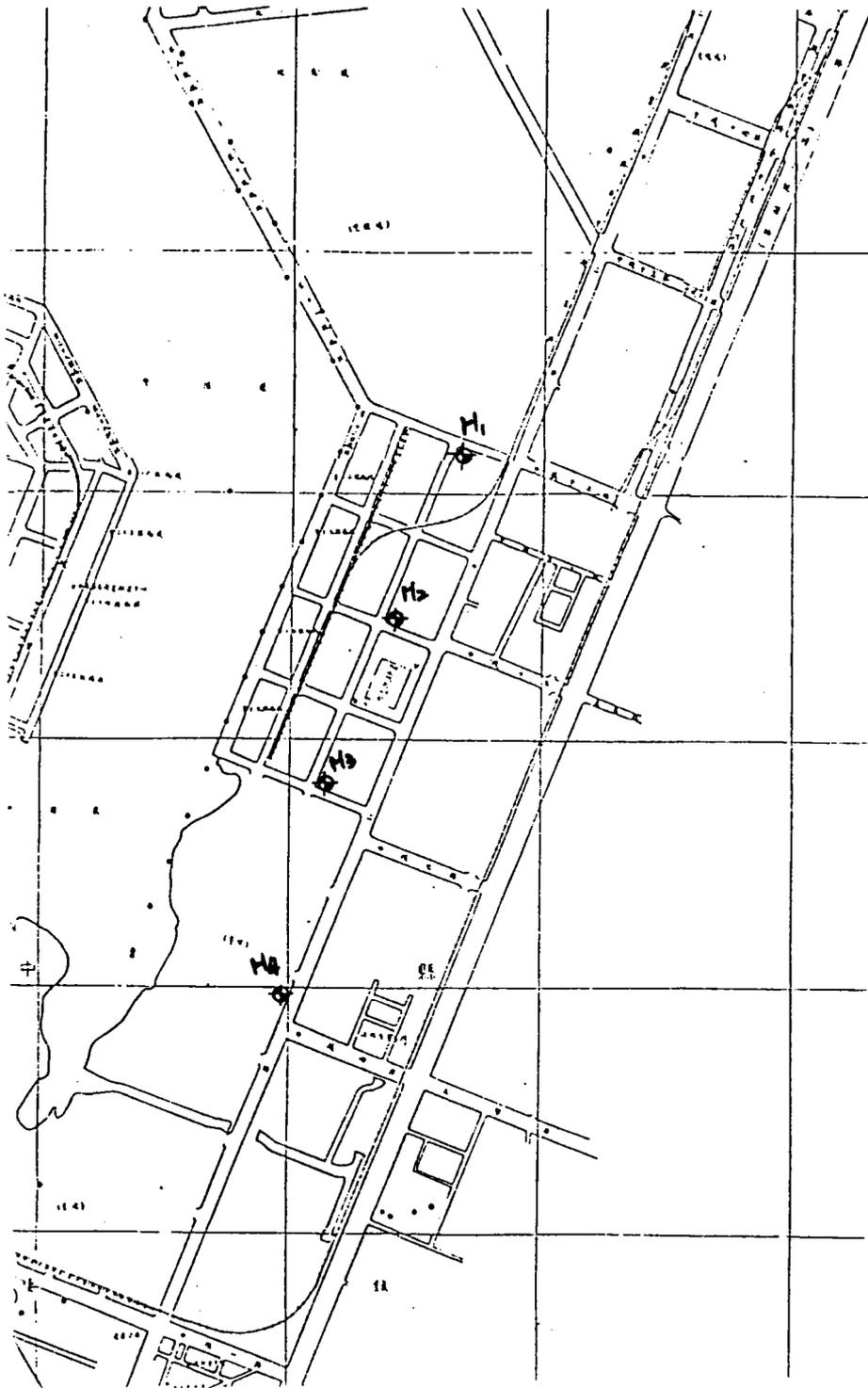


圖6.12 台中港區地下水觀測井埋設位置。

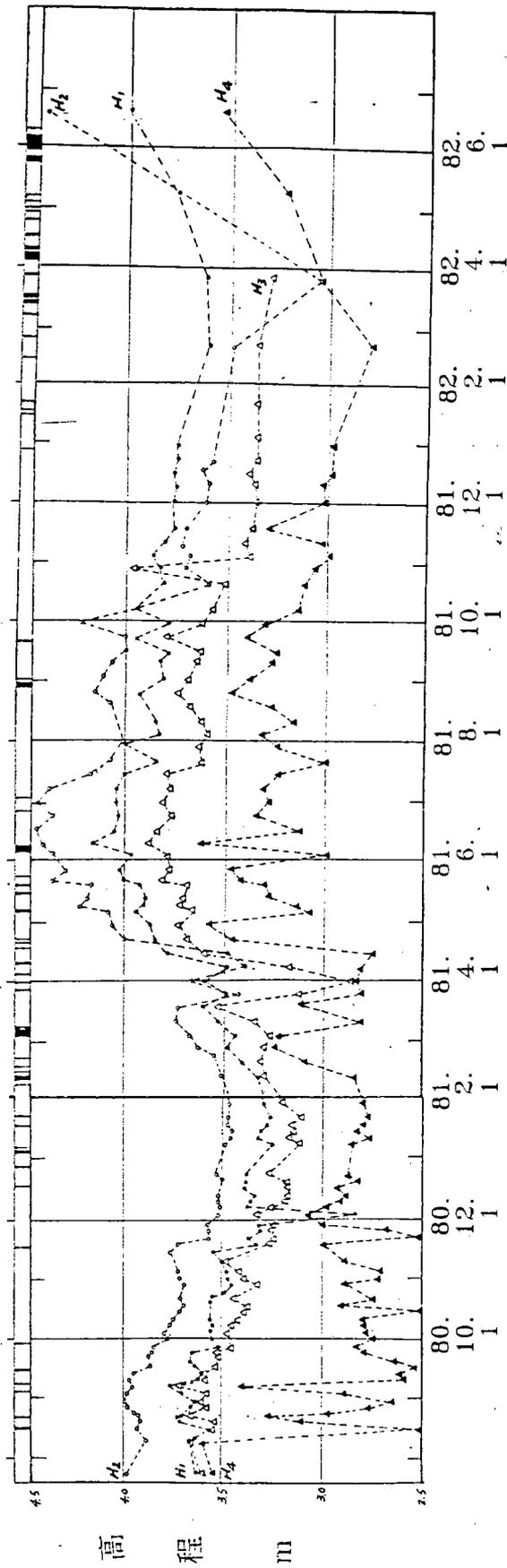


圖6.13 台中港區地下水位長期量測結果。

上述兩口觀測井長期量測記錄如圖6.14所示，埋設於梧棲國小的觀測井量測期間係自民國63年起至民國76年止，量測期間長達13年，資料顯示量測期間地下水位的變動約在高程-3m至+3m間，其中以民國71年至民國73年間地下水位較高，變動約在高程+2至+3m間，民國73年以後則有顯著降低現象，地下水位高程變化約在-1至-3m間。

另埋設於梧棲鎮港埤里(關連工業區內)之大口徑觀測井量測期間自民國73年至81年，目前仍繼續量測中，量測資料顯示地下水位變動在高程0至2m之間。

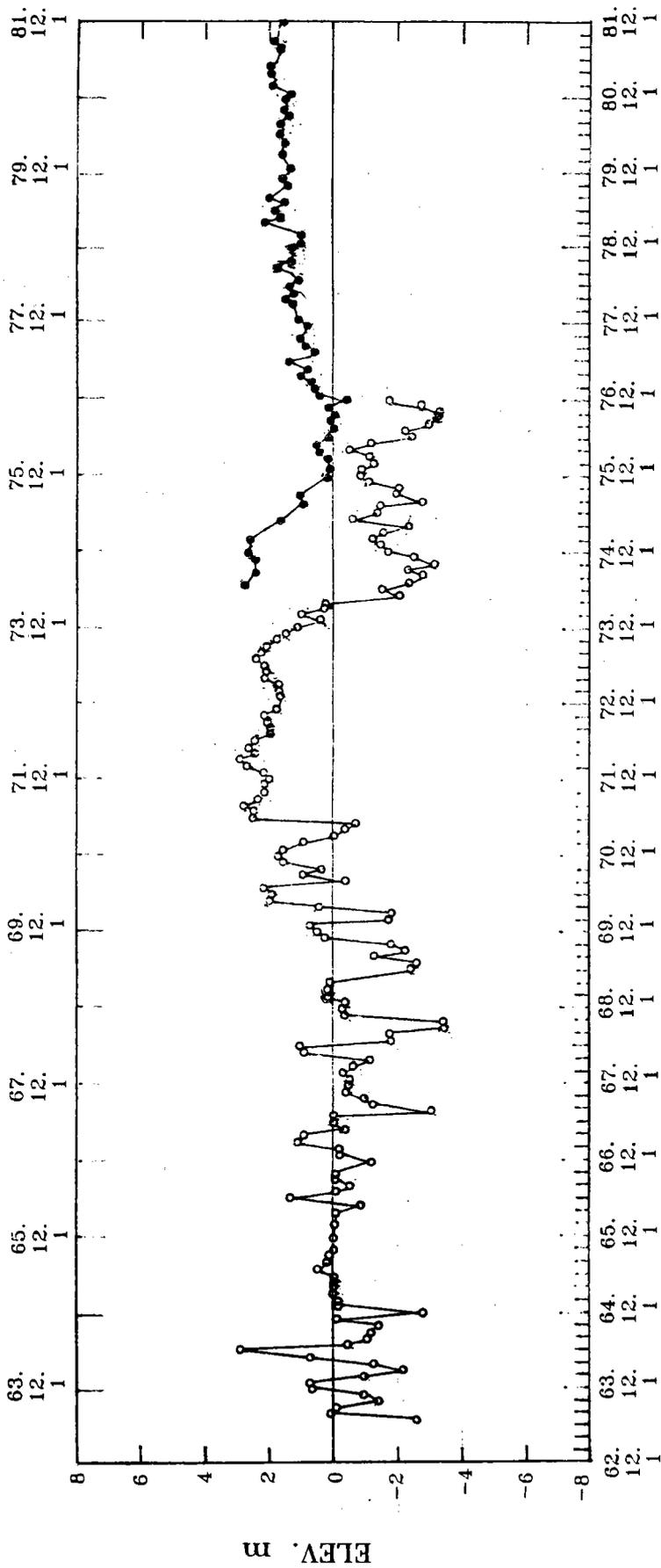
若以本研究所埋設觀測井量測資料之參考高程換算成平均海水面高程，則地下水位變動約在0至+2m之間，此與省水利局觀測井在民國八十年至八十一年間量測值接近。

### (3)地下水壓分佈情況

台中港區地層雖以厚層沉泥質砂土層為主，但依據鑽探資料顯示砂層間含有許多厚度不等的沉泥質粘土薄層，尤其在高程-22m至-40m間及高程-80m至-100m之間，粘土夾層出現的次數最密，厚度也最厚，雖然到目前為止，尚無充分證據顯示各地區同一粘土薄層有連續均勻分佈現象，但是根據此種類型之地層分佈情況研判，若地下水大量抽取極可能造成地下水壓呈非靜態分佈現象。

本研究因限於經費無法對深層地下水壓之分佈情況進行研究，惟亞新工程顧問公司在台中火力電廠所進行的地下水壓分佈情況調查可提供參考。根據亞新工程顧問公司的調查資料(如圖6.15)顯示地下水壓在高程-12m以下即有較靜態水壓為低的現象，而高程-12m至-15m間恰有一層沉泥質粘土層阻隔，為造成地下水壓較靜態水壓低的原因，且隨著深度地下水壓逐漸遠離靜水壓力。由於高程-12m以下粘土夾層即逐漸增加，是故深層土層中若有抽水現象，則水壓極難在短期內回補而造成地下水壓下降現象。如果持續大量抽水則地下水壓下降勢將加驟，可能發生大規模之地盤下陷現象，故有關當局對地下水之抽取應有效的管制監督。

### (4)潮汐對地下水位及地下水壓之影響。



Date

圖6.14 梧棲地區地下水長期量測結果。

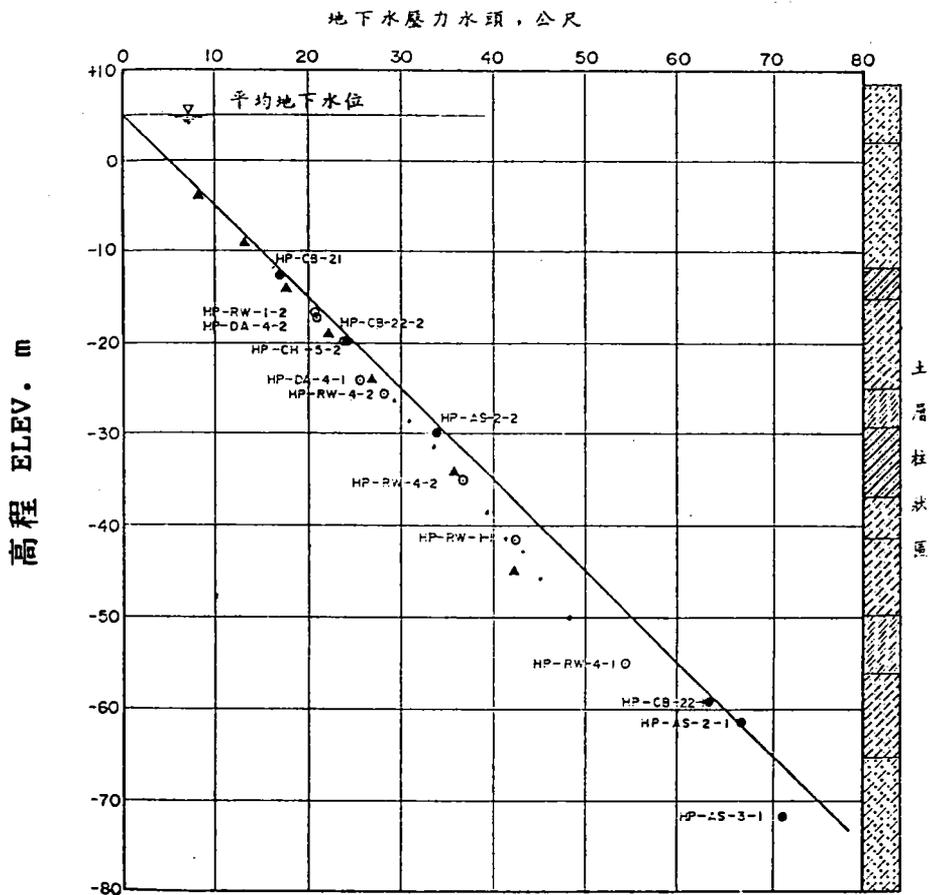


圖6.15 台中港區地下水壓分佈情況。

台中港附近之沿岸潮水起伏極大，一月份平均之最大潮差即達5公尺之多，故潮汐對地下水位及水壓之影響有研討的必要，本研究曾對同一支觀測井每二小時量測一次，同時每月最高潮及最低潮時均進行量測，結果發現地下水位之變動在10公分以內，而根據亞新工程顧問公司在台中火力電廠之密集觀測資料顯示地下水壓，地下水位均不受潮汐之影響。

#### 6.1.4 台中港區砂質土壤水平反力係數之研究

台灣地處地震頻繁的環太平洋地震帶及西太平洋颱風常經過之路徑上，故土木工程結構物除須承受上部結構傳下的垂直荷重外，也承受地震力、風力、土壓力等不同來源的水平荷重，尤其港灣工程結構，由於海流、波浪、船停泊及繫留繩等產生的衝擊力或拉力，均會傳遞側向力至基礎結構上。故港灣工程使用深基礎之情況極多，工程在設計時應考慮側向力之影響。

結構基礎在承受側向荷重時應考慮的安全因素包括下列兩項：

- (1)基礎周圍土壤是否有足夠的側向抵抗力，
- (2)基礎結構在水平荷重作用下之水平變位是否在容許範圍內。

上述第(1)項與土壤剪力強度特性有關，第(2)項問題可利用基礎土壤之水平地層反力係數(Coefficient of Horizontal Subgrade Reaction)加以分析求解。由於基礎土壤側向強度大小與基礎設計之安全與工程經濟有關，而土壤水平地層反力係數為推求土壤側向抵抗強度的重要參數之一。

本研究在台中港區進行土壤側向載重試驗(Lateral Load Test，簡稱LLT)標準貫入試驗及荷式錐貫入試驗。圖6.16為試驗地點之土層資料，圖6.17為LLT試驗結果 $k_m$ 值與SPT-N值關係，資料顯示 $k_m$ 值大致與SPT-N值成正比。

## 6.2 高雄港區

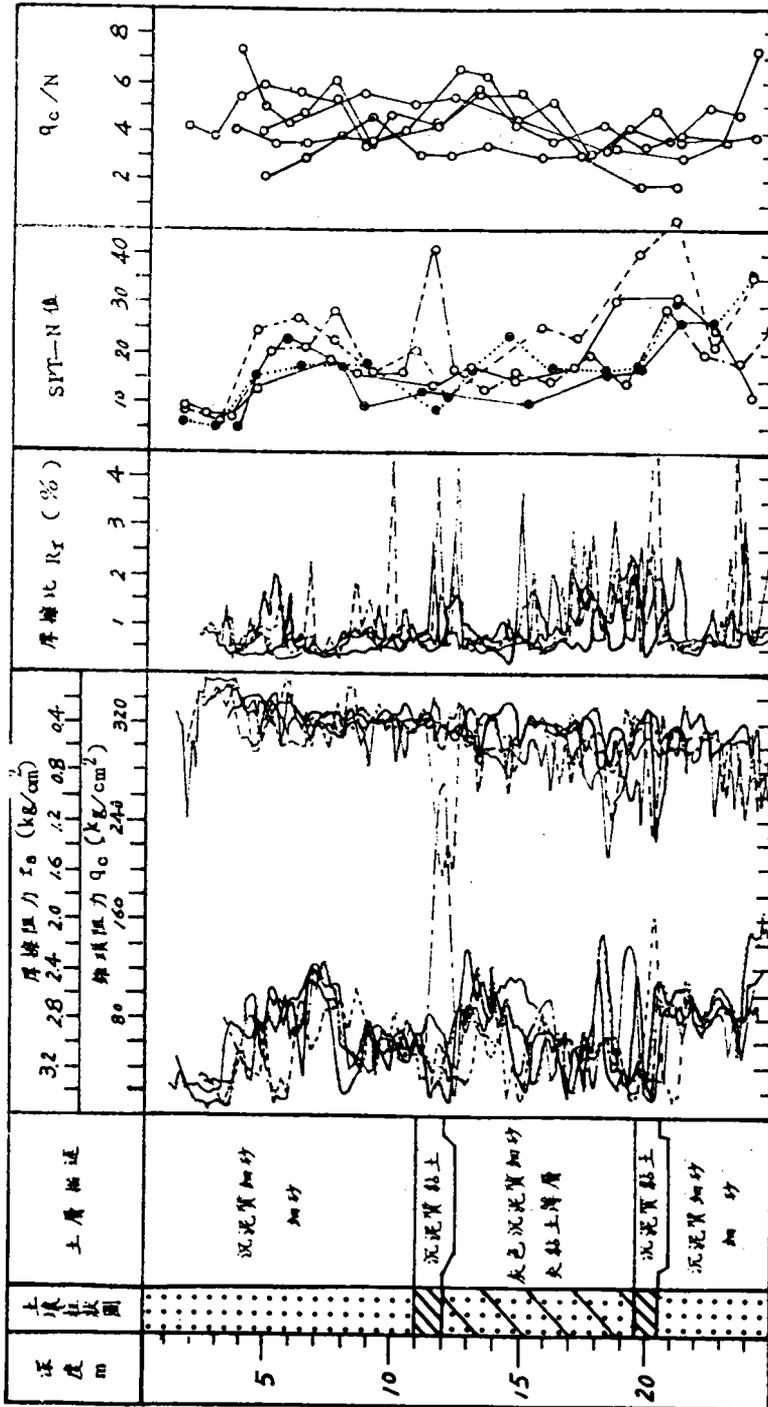


圖 6.16 本研究在台中港區進行 LLT 試驗地點之土層資料

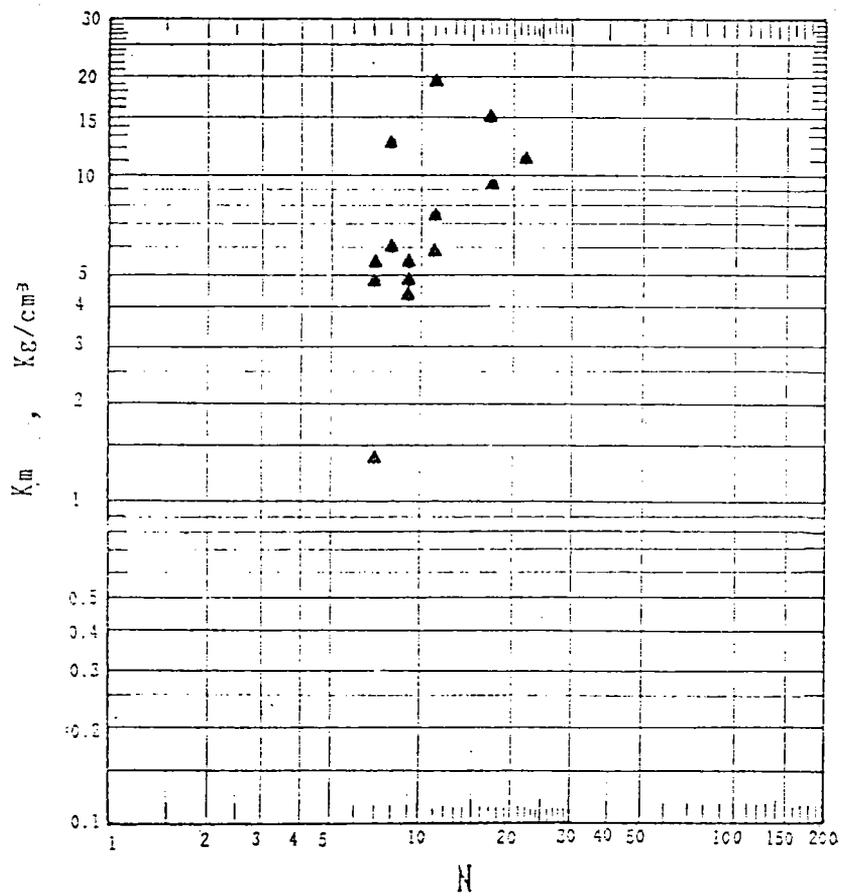


圖 6.17 本研究在台中港區進行LLT試驗 $k_m$ 值與SPT-N值之關係

## 6.2.1 地層分佈概況

高雄港區原屬於瀉湖及沼澤沉積環境，由於受潮汐海浪影響，細砂、沉泥及粘土進入瀉湖或沼澤即依次沉積下來，故本區地質組成爲砂、沉泥質砂、砂質沉泥或砂質粘土交互而成，各層次分佈厚度變化極大且極不均勻。

歷年來高雄港務局於港區進行許多地質鑽探及土壤試驗工程，並將歷年的地質調查資料及中鋼、中船、中油等提供的地質調查資料，加以整理分析，並於民國六十九年七月出版"高雄港土壤特性之研究"對高雄港區地質情況之瞭解極具參考價值。

高雄港由於建港極早，港區經不斷的浚挖結果原地形已有很大的變化，而早期地質調查，鑽探孔位多無地面高程，加以港區遼闊，故港區的地層分佈情況無法整理出較具代表性的剖面。就高雄港務局提供之地質調查資料研判，高雄港自第一港口出海口至加工出口區亦即台肥三廠附近之間的地層分佈大致自地表至深度25公尺爲粗中砂或沉泥質砂，而深度25m以下爲厚層砂質沉泥層。

自台肥三廠附近一直到大林蒲石油化學工業區之間大部份之地質鑽探資料均顯示接近地表有一層厚度約5至10公尺之沉泥質粘土層，越往大林蒲方向粘土層次越多，在高雄造船廠至大林蒲之間於接近地表，深度15至25公尺和深度35至45公尺間分別有層厚約5公尺厚之粘土層。

經查高雄苓雅區三民區之鑽探資料均顯示於接近地表有一層厚度不等的沉泥質粘土層，故研判此層粘土層原先可能均勻分佈於整個港區，其後由於建港浚挖將此粘土層挖除而呈斷斷續續出現，局部甚至呈囊狀存在，另外高雄港區接近海底面地層因受工業廢污影響局部發現含有機物腐植土。

## 6.2.2 大地工程特性

### 1. 土壤強度特性

高雄港區由於土層變化複雜，很難整理出一具有代表性之土層特性，根據現地標準貫入試驗結果，沉積土層N值大都在30以下。整體而言，接近地表5公尺部份土質極為鬆軟，平均N值為8，屬極疏鬆程度，其下則視土壤性質而定，沉泥質砂層N值隨深度而增加，至高程-50m以下N值有高於30者，但一遇砂質沉泥層或粘土質沉泥層即有明顯降低現象，故對高雄港整體地層變化而言，在目前最大鑽探深度80公尺範圍內並無明顯的承載層，深基礎承載力以土壤之摩阻抵抗為主。

圖6.18為整理高雄港區砂質土壤內摩擦角與土壤乾土單位重之關係，資料顯示高雄港區砂質土壤內摩擦角約在30度至40度間，大致隨土壤乾土單位重之增加而增加，惟其間關係不明顯。

粘性土壤無圍壓縮強度隨深度之變化情形如圖6.19所示，資料顯示在地表深度10m以內之粘性土壤，無圍壓縮強度 $q_u$ 值在2至7t/m<sup>2</sup>之間，屬極軟弱至軟弱稠度，而深度30m以下 $q_u$ 值介於7t/m<sup>2</sup>至20t/m<sup>2</sup>間，屬中等堅實至堅硬稠度之粘土。

## 2. 土壤體積變化特性

圖6.20為高雄港區粘性土壤液性限度與塑性指數關係，該資料顯示高雄港區粘性土壤液性限度在20%至50%間，塑性指數平均約介於10至30%間，屬低至中等塑性粘土，統一土壤分類以CL及CH、ML為主。

根據單向度壓密試驗結果，壓縮指數 $C_c$ 與自然含水量的關係如圖6.21所示，粘性土壤壓縮指數大致隨含水量之增加而增加。

## 3. 土壤其他工程性質

高雄港區由於沉積土層層次變化複雜，故土壤工程性質無法歸納出代表性的結果，根據試驗室透水試驗結果，砂質土壤之透水係數在 $10^{-4}$ cm/sec至 $10^{-5}$ cm/sec之間，砂質沉泥或粘土質沉泥透水係數在 $10^{-5}$ cm/sec至 $10^{-7}$ cm/sec間，粘質土壤則在 $10^{-7}$ cm/sec以下。

土壤動態性質剪力模數與土壤所受之圍壓有關，圖6.22為本區砂質土壤剪力模數及阻尼比與剪應變之變化關係。

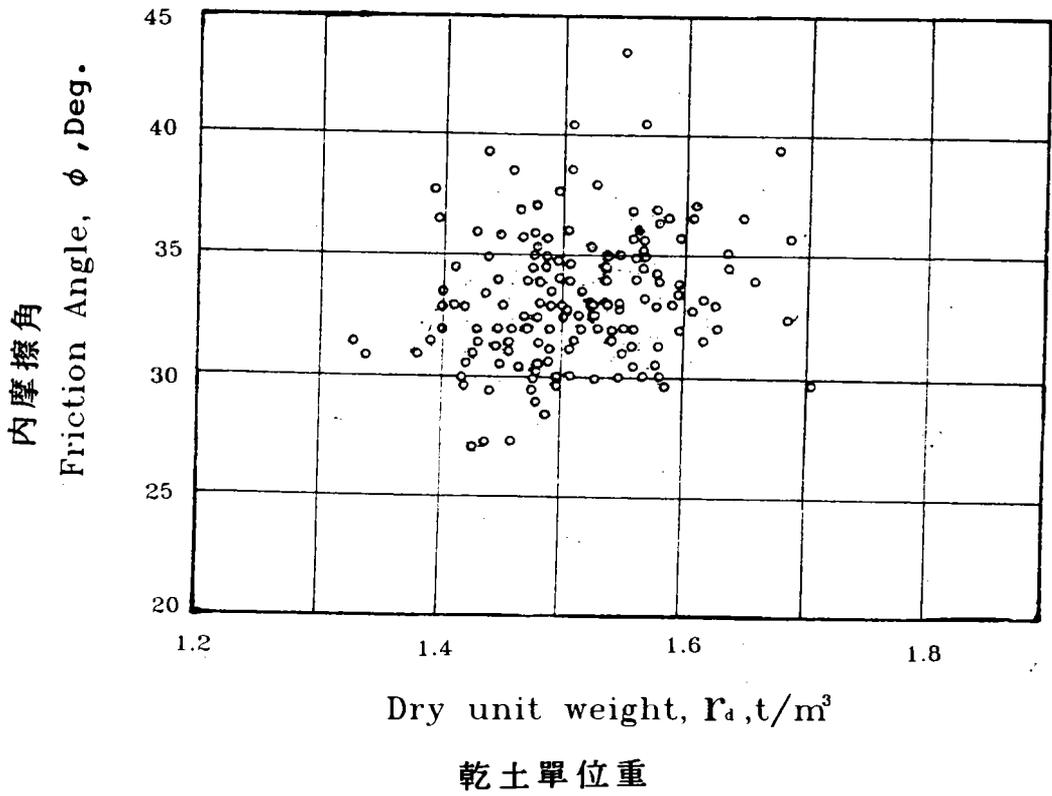


圖 6.18 高雄港區砂質土壤內摩擦角與土壤乾土單位重之關係

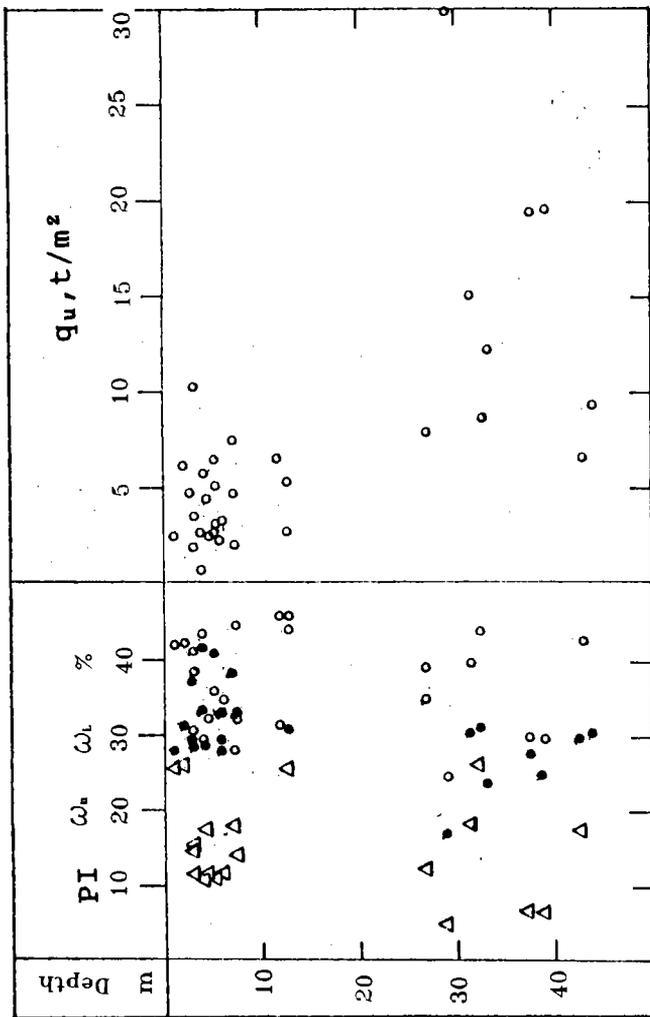


圖 6.19 高雄港區粘性土壤無圍壓縮強度隨深度之變化關係

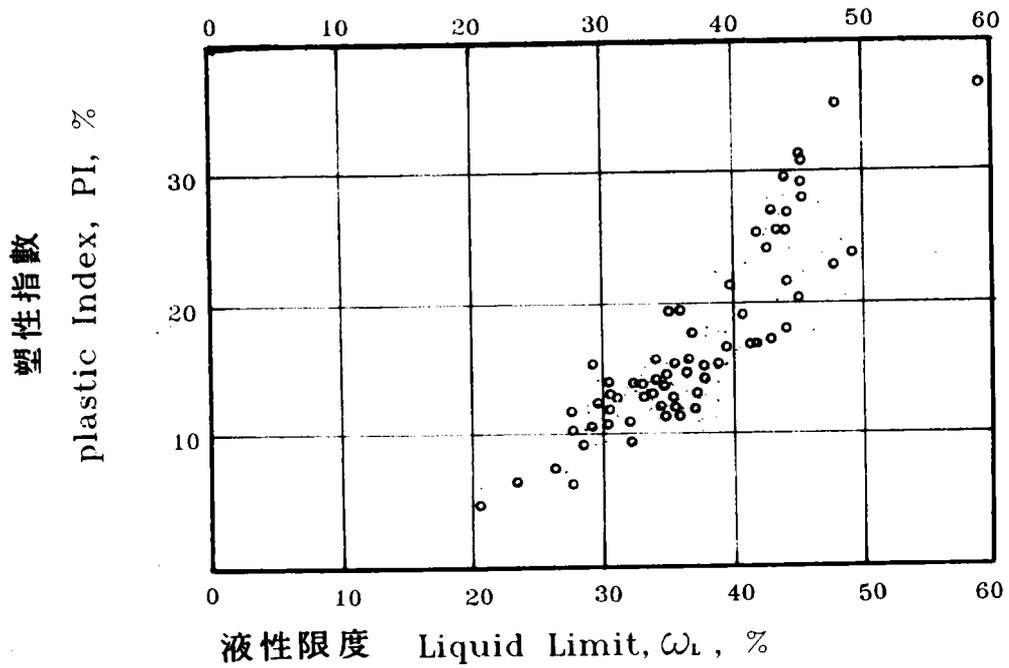


圖6.20 高雄港區粘性土壤液性限度與塑性指數之關係

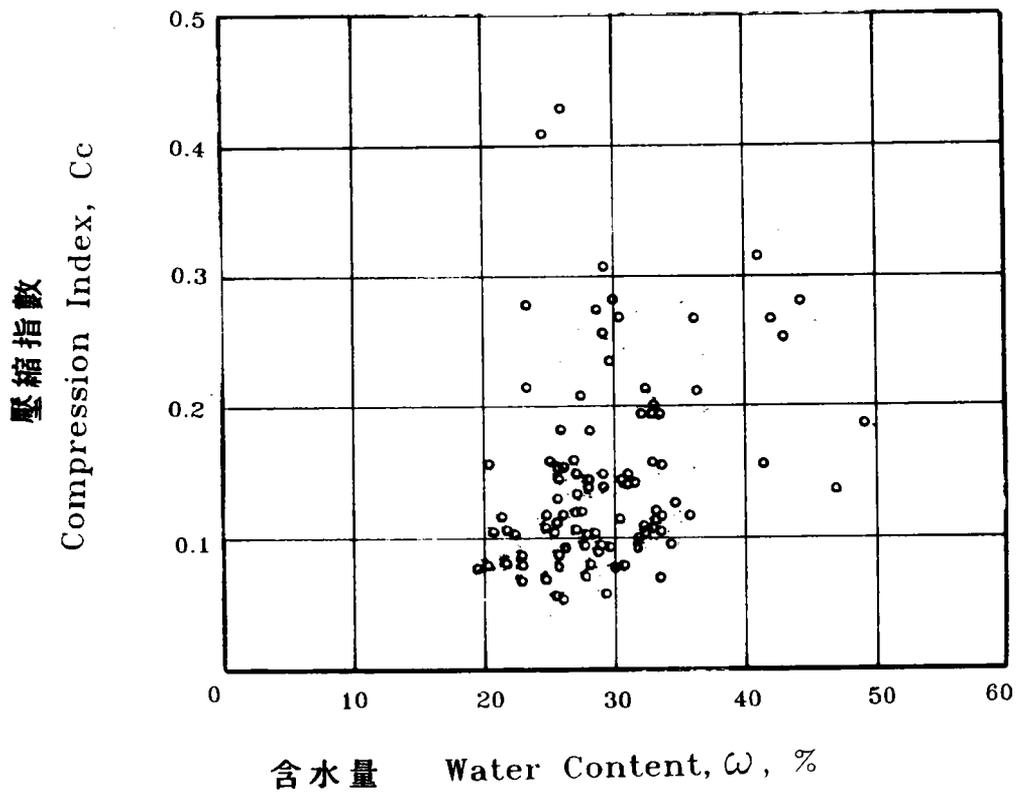


圖6.21 高雄港區砂質土壤內摩擦角與土壤乾土單位重之關係

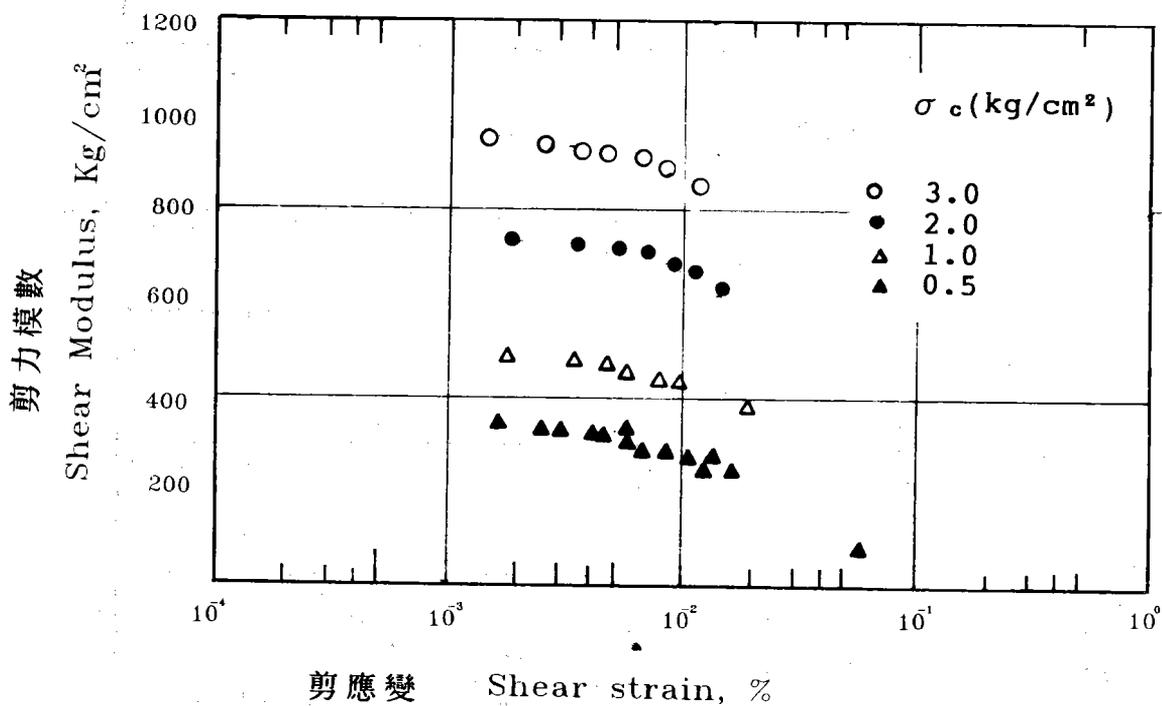


圖 6.22 高雄港區砂質土壤剪力模數與剪應變之關係

### 6.2.3 高雄港區地下水情況

本研究在高雄港第五貨櫃儲運中心預定地理設五支觀測井，其埋設位置如圖6.23所示。觀測井口徑1吋，長度在10公尺以上，地下水量測期間自民國81年2月至82年8月，圖6.24為該區地下水位長期量測結果，資料顯示地下水位變動範圍在高程0m至高程-1.0m之間，變化極小，就一年觀測期間之變動情形研判，以2月至7月之雨季期間地下水位較高，其餘時間則呈緩慢下降而趨穩定狀態，與最高水位相差在1公尺以內。

此外台灣省水利局在小港區小港國小內(北緯22° 31' 01" 東經120° 19' 48")埋設的觀測井長期量測之地下水位資料亦可和本研究埋設之觀測井地下水位資料做個比較，水利局埋設之觀測井口徑為2"，深度42公尺，地下水位量測期間自民國64年至民國79年，觀測期間地下水位之變動情形如圖6.25所示。資料顯示地下水位之變動高程在+1.4m至-2.1m之間，最大高差3.5m，以民國67年至民國72年間之地下水位較低，惟並無跡象顯示大量抽取地下水現象，平時地下水位高程大致維持在高程-0.5m至+0.5m之間。

### 6.2.4 高雄港區砂質土壤水平地層反力係數之研究

本所在高雄港第五貨櫃儲運中心基地進行多組土壤側向載重試驗，標準貫入試驗及荷式錐貫入試驗等，圖6.26為試驗地點之土層資料，圖6.27整理 $k_m$ 值與SPT-N值之關係。資料顯示 $k_m$ 值大致與SPT-N值成正比。

## 6.3 基隆港區地層分佈情況及大地工程性質

基隆地區由於海岸線方向與地層走向或主要地質構造相交，海岸線因此齟齬凹凸，突角與海灣交互發育形成所謂Rias式之沉降海岸，是故基隆港區海底岩盤出現的高差變化極大，根據已搜集的地質鑽探資料及地質震波物理探測資料顯示，基隆港區內岩盤面起伏甚大，最淺

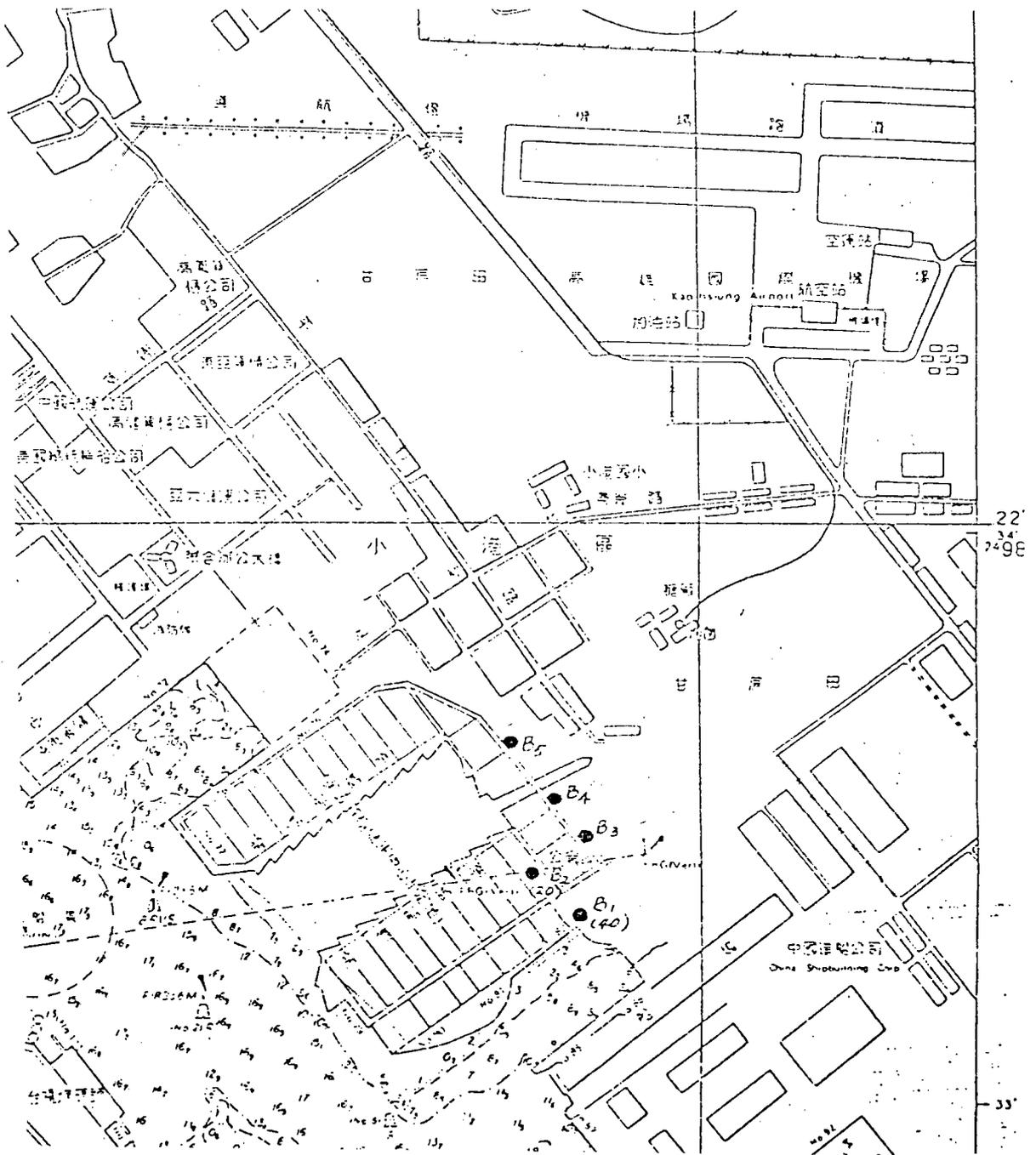


圖6.23 本研究在高雄港區埋設之地下水位觀測位置示意圖。

高程 ELEV. m

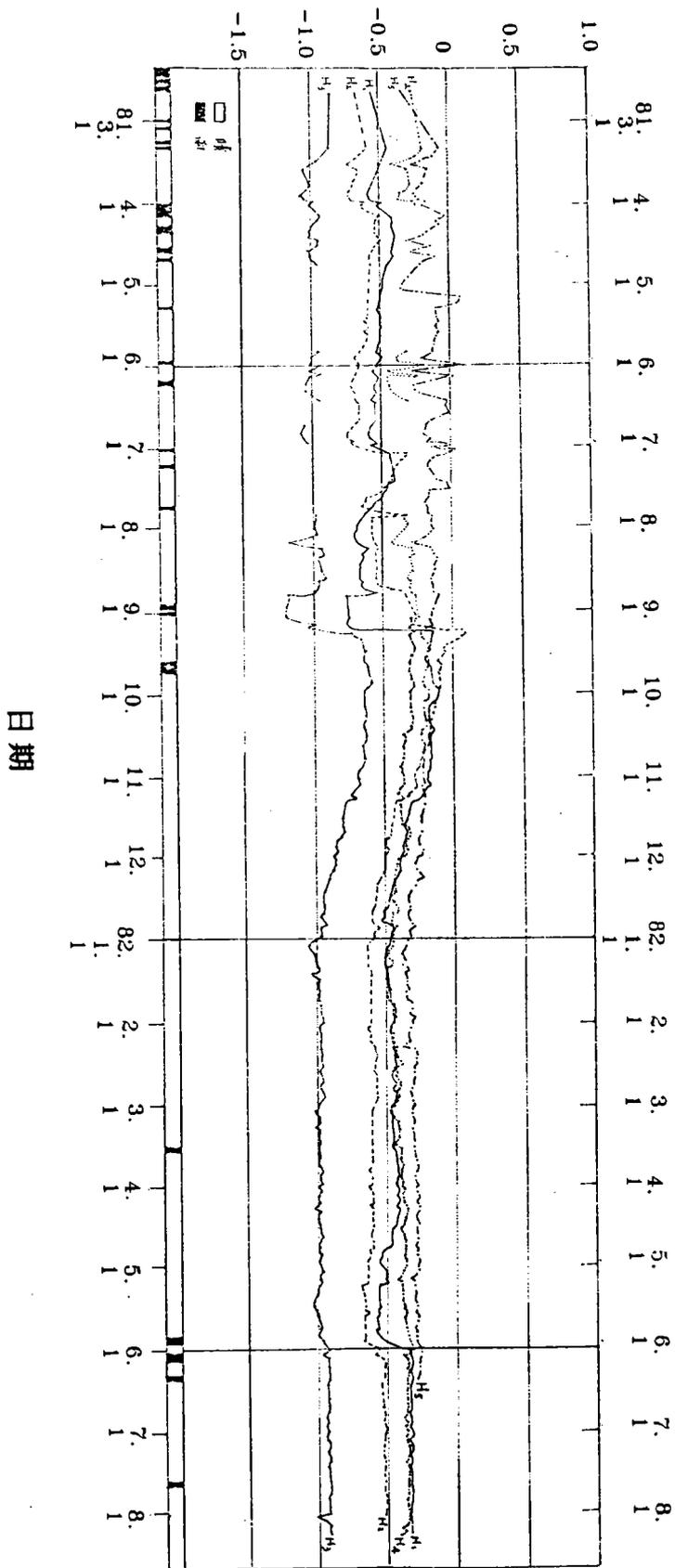


圖6.24 本研究在高雄港區地下水水位長期量測記錄。

高程 ELEV. m

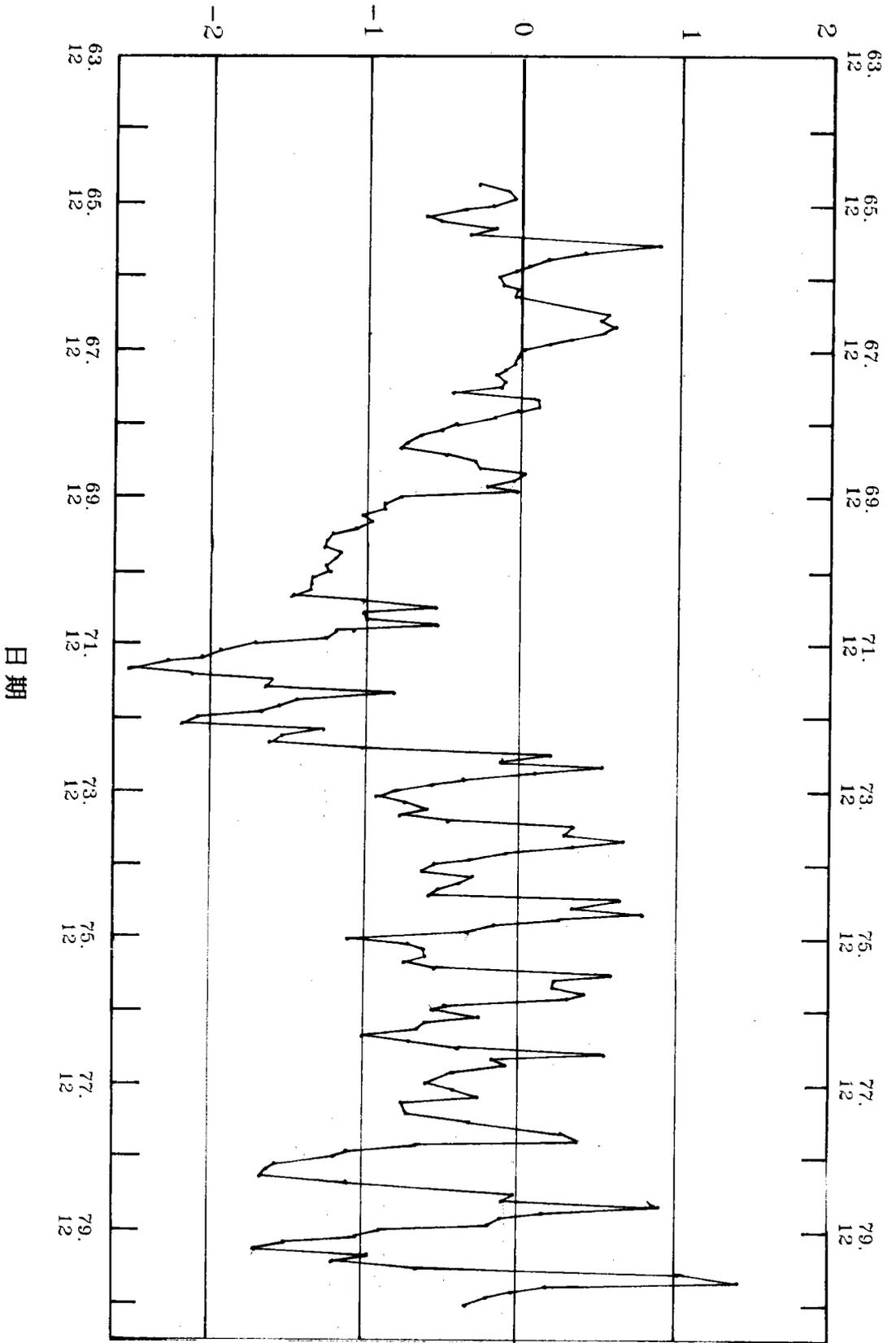


圖 6.25 台灣省水利局在小港國小埋設之觀測井地下水長期量測結果。

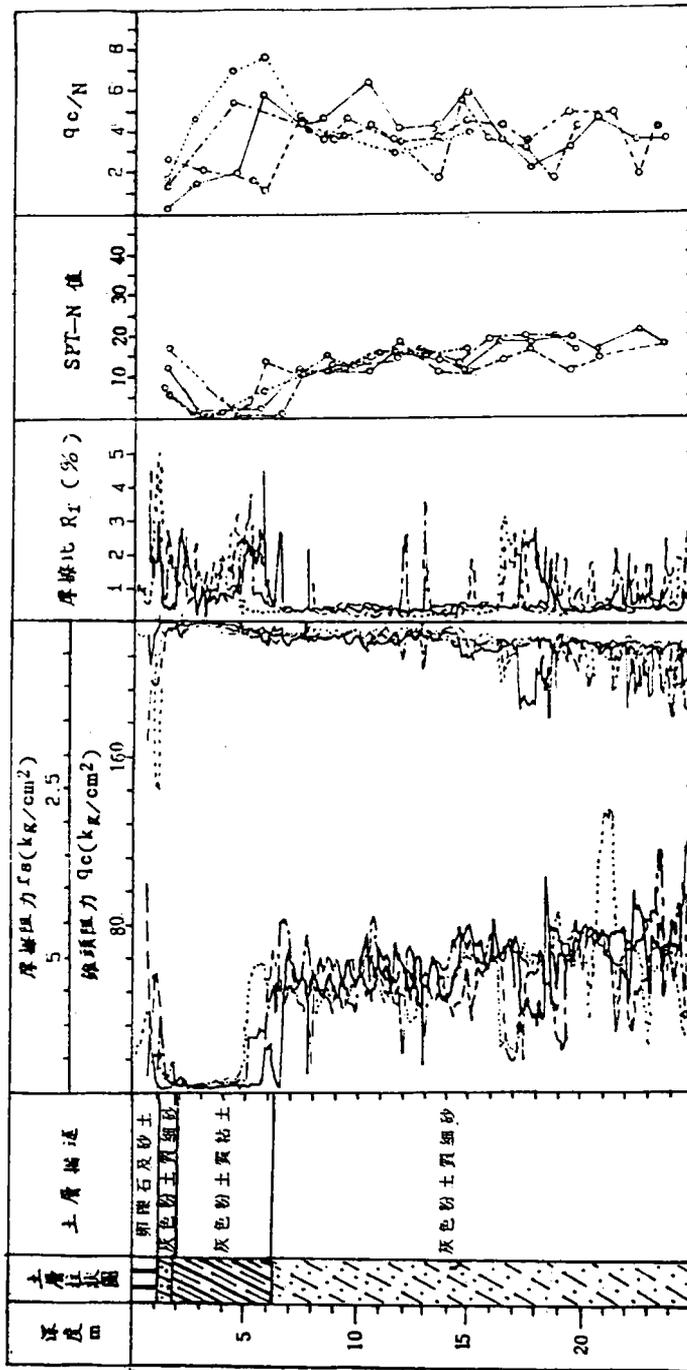


圖 6.26 本研究在高雄港區 LLT 試驗地點之土層資料。

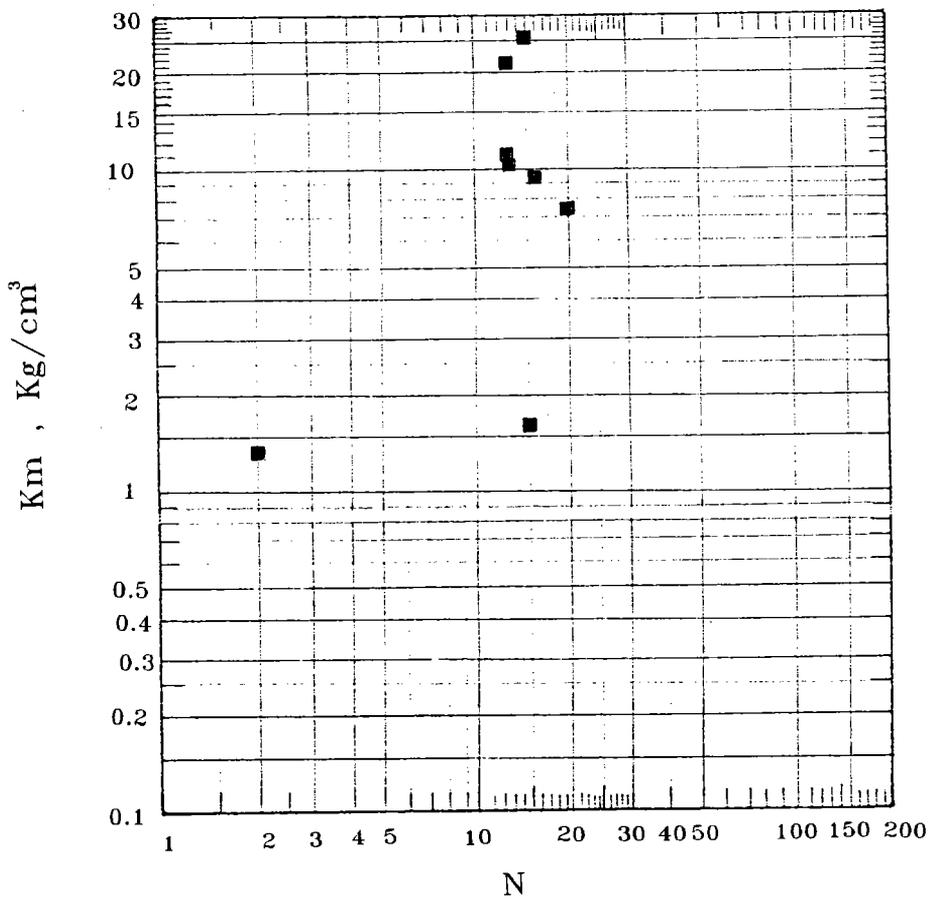


圖6.27 本研究在高雄港區LLT試驗 $k_m$ 值與SPT-N值之關係。

處距最低潮位下15公尺，岩層則以砂岩、砂頁岩為主。

岩盤面上之沉積土層，由於受地形及海流影響，沉積層次並不均勻，根據鑽探資料顯示，沉積土層以沉泥質細砂，細砂質沉泥及沉泥質粘土為主。茲說明如下：

(1)沉泥質細砂層(SM)

沉積土層最上層為沉泥質細砂層，呈灰色或棕灰色，局部含礫石，貝屑及有機物，標準貫入試驗N值在10以下屬極疏鬆程度。

(2)砂質沉泥層(ML)

本層次呈灰色含微量貝屑，並非均勻分佈於整個港區，主要分佈於東碼頭及西碼頭一帶且非連續出現，往第一突堤碼頭方向則漸少發現，本層次亦屬疏鬆程度土壤。

(3)沉泥質粘土層(CL)

本層次呈灰色，含細砂及有機物，現有鑽探資料顯示在東七號碼頭、東八號碼頭及西十六號碼頭，此層次極厚，大致自海底面至岩盤面均是，其他地點則局部出現，本層次標準貫入試驗N值平均為10，屬堅硬稠度，碼頭結構應注意此層沉陷之影響。

(4)岩層

未固結沉積層之下為風化破碎岩礫及風化頁岩，其下為良質砂岩或砂頁岩。由於已搜集之鑽探資料最大貫入深度僅至貫入岩層2公尺止，故本研究於東一號碼頭至東四號碼頭進行補充地質調查，鑽孔位置如圖6.28所示，地層剖面如圖6.29所示。資料顯示岩層以砂岩及砂頁岩為主。

## 6.4 花蓮港區地層分佈情況及大地工程特性

前已述及花蓮地區係一隆起地盤，為海岸山脈北部之延伸部份，其基盤岩層為美崙鼻礫岩層具中等程度之膠結，相當於頭料山層，其上依序堆積美崙山礫石層、紅土礫石層、青灰色含礫泥層、美崙層及花蓮層等。尤其花蓮港區之地質分佈以花蓮層為主，由於花蓮層未經成岩作用，

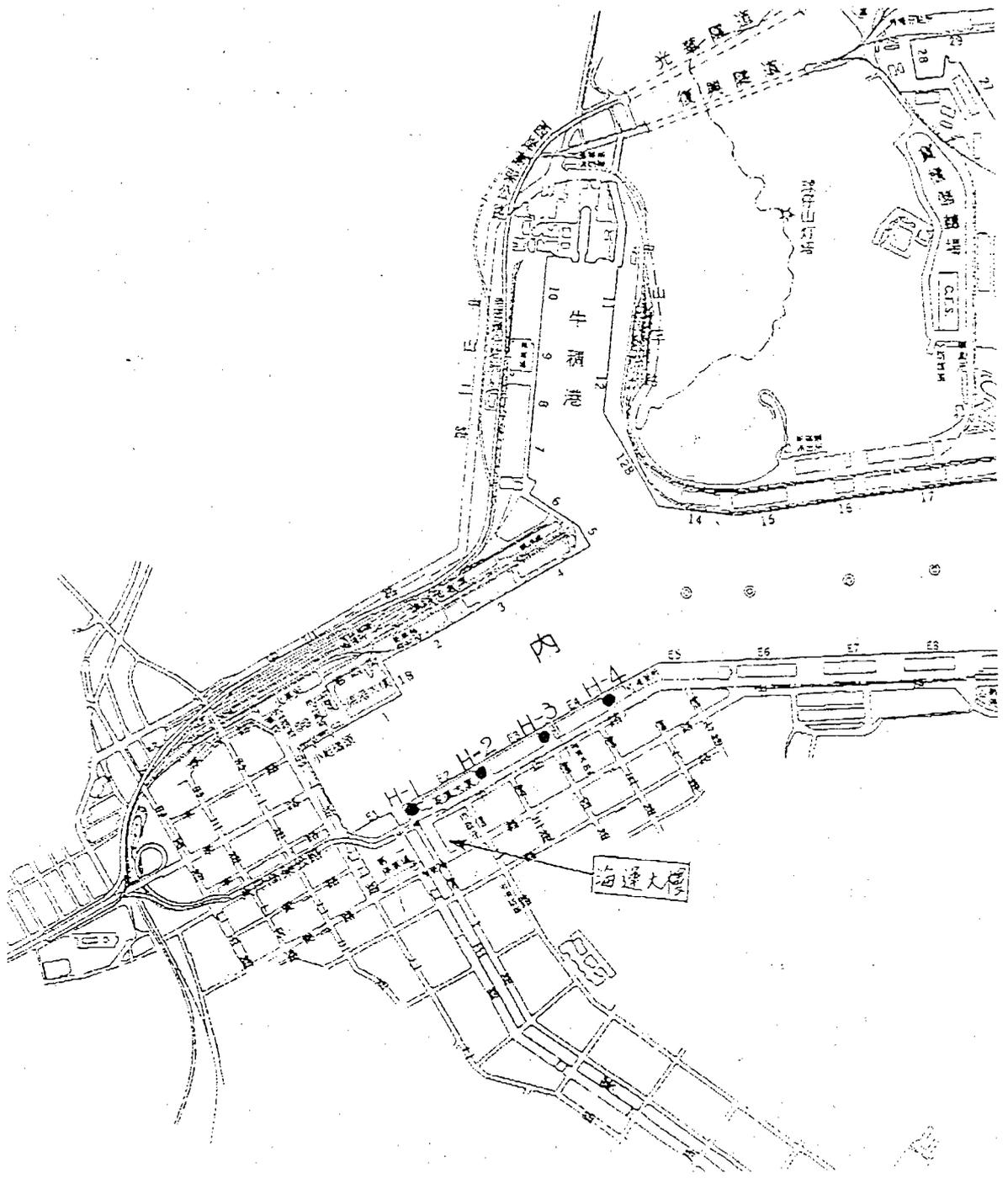


圖6.28 本所在基隆港區補充地質調查鑽孔位置示意圖。

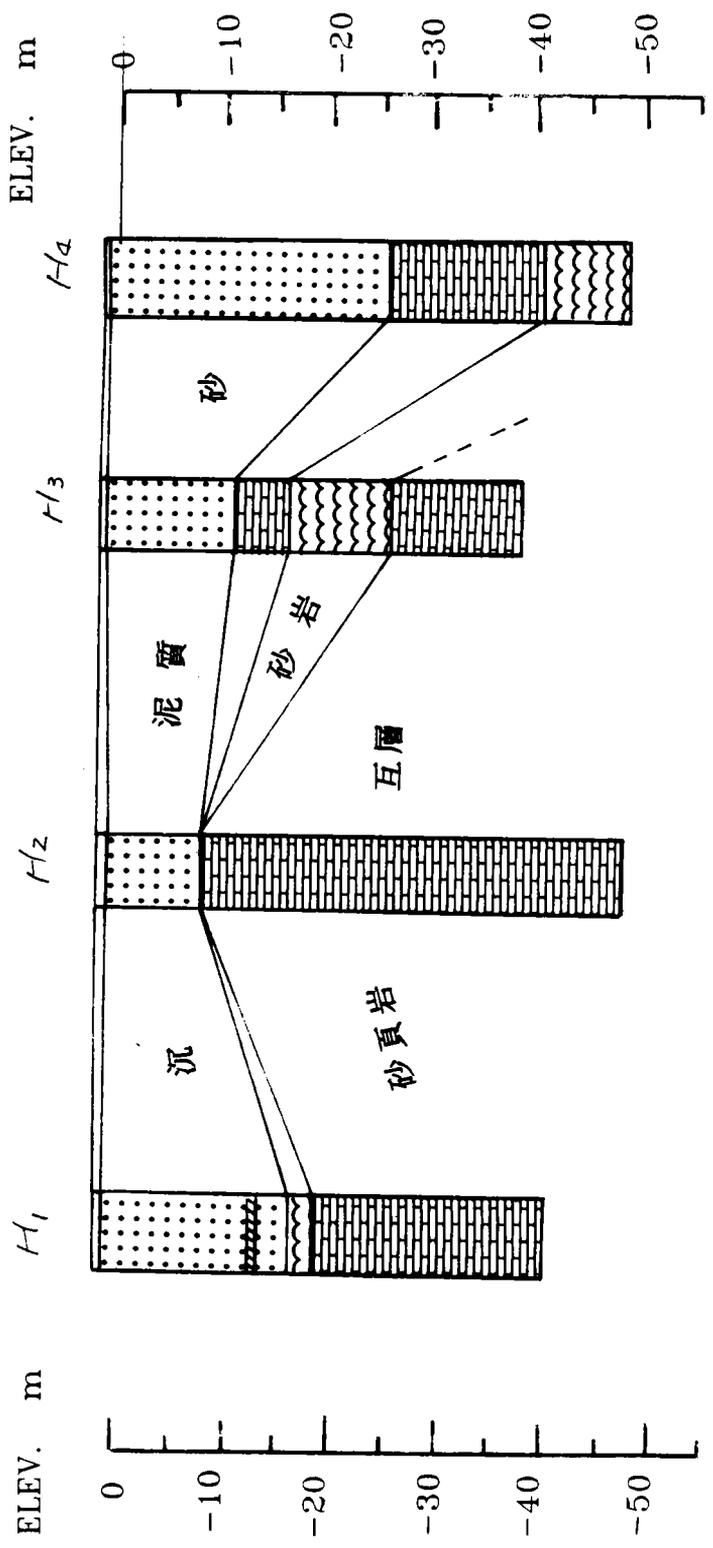


圖6.29 本所在基隆港區補充地質調查土層剖面圖。

爲未膠結之沉積物，含有豐富之礫石，直徑有達200公尺之巨者，亦有直徑在5公分或5公分以下之中礫及細礫者，其堅硬度不及基盤岩層，這些礫石乃爲海濱卵石之來源，並使花蓮灣海底佈滿礫石。

根據搜集之鑽探資料研判，在最大鑽探深度16公尺範圍內均爲卵礫石層含粗中砂之細料，上層靠近地表部份之卵礫層夯實極不均勻，卵石粒徑大小不一，最大有達1公尺者，現地標準貫入試驗N值變化極大，顯示係爲回填而成，其層厚不一，視所在位置而異。回填卵礫層之下爲原始卵礫石層，含粗中砂及粉土，呈青灰色極緊密，貫入試驗N值均大於100。

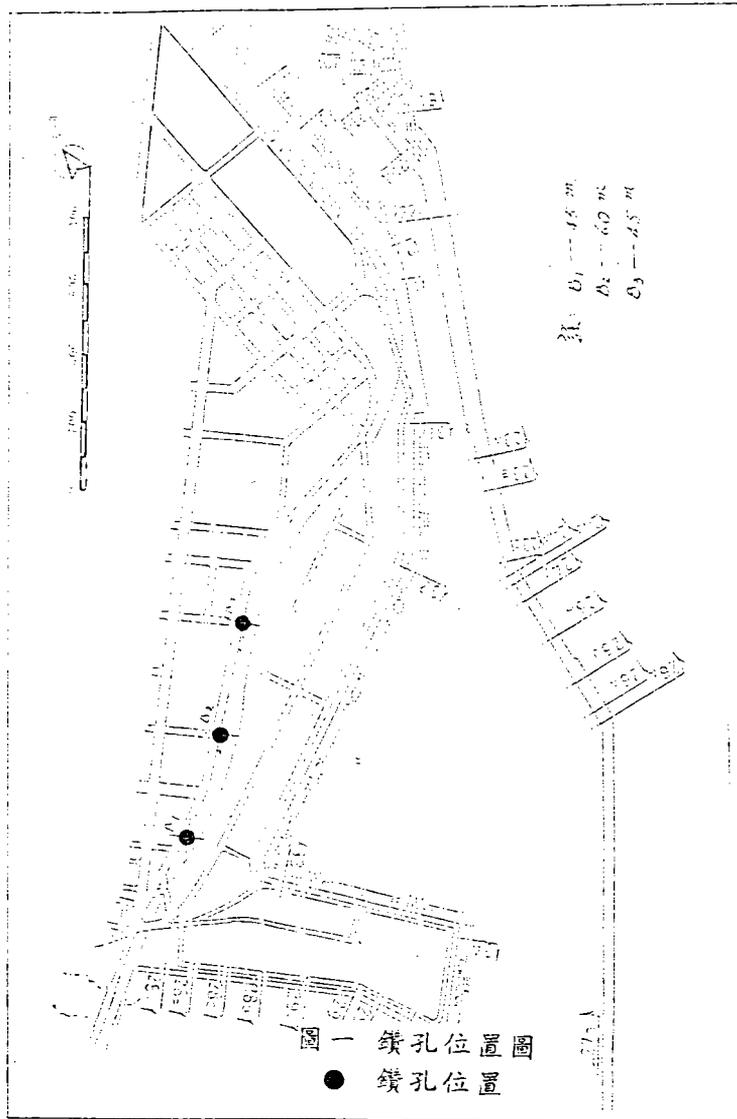
花蓮港外港擴建工程計劃時曾於花蓮港近海進行震波物理探測，經以折射法進行震波地質探測結果，顯示震波記錄剖面頗爲零亂，缺少反射面之連續性，此乃爲礫石分佈之特徵，由於海底滿佈礫石，使震波發生繞射，故卵礫石層確實厚度無法探測。惟震波物理探測顯示基底岩盤面大致向東傾斜，無明顯之斷層破碎帶。

爲確實瞭解花蓮港區卵礫石層之分佈厚度，本所於花蓮港區進行補充地質鑽探調查，共鑽三孔，其位置如圖6.30所示，鑽孔深度爲45m及60m，鑽探資料顯示接近地表約4~6公尺爲回填卵礫石，其粒徑大小不一，標準貫入試驗N值變化極大，而回填卵礫層之下一直到深度60公尺止，均爲原始卵礫石層夾灰色沉泥質粗中砂，極緊密。

## 6.5 蘇澳港區地層情況及大地工程特性

蘇澳港區地層係由近代沖積層及中新世蘇澳層所組成，根據搜集之鑽探資料顯示沖積層爲未固結的沉積砂含礫石，貝屑或破碎岩塊及沉泥質或粘土質沉泥所組成，土層層次變化極複雜，頗難歸納出一具代表性之土層層次，而基底岩盤面又崎嶇不平，導致沖積土層厚度隨地點變化極大。

就已搜集之地質調查鑽探資料得知，蘇澳港區沖積土層自上而下之地層分佈情況說明如下：



3

圖6.30 本所在花蓮港區補充地質調查鑽孔位置示意圖。

(1)沉泥質中細砂含礫石、岩屑(SM)

接近地表之沉泥質中細砂層呈灰色，除含少量礫石、岩屑外尚含有貝殼、珊瑚及爛泥塊等，厚度0至10公尺不等，本層近海底面極疏鬆，其餘則屬疏鬆至中等緊密程度。

(2)沉泥質粘土或粘土質沉泥(CL、ML)

呈灰色、層厚隨地點變化極大，本層亦含少量小礫石、貝屑、局部夾板岩屑，屬軟弱至中等堅實稠度土壤。

(3)沉泥質中細砂含大量礫石、岩屑(SM)

本層次呈灰色，所含岩層大都為棕灰色風化板岩，粒徑約3公分左右，亦含少許貝屑，現地標準貫入試驗N值因受礫石、岩屑分佈影響變化極大，惟大致在50以下，具中等至緊密程度。

(4)細砂質沉泥含腐木(ML)

本層次僅局部出現，屬軟弱稠度，由於厚度不大，鑽探時應特別注意。

(5)沉泥質粗砂含大量礫石(SM)

本層次呈黃色，屬極緊密程度。

(6)岩層

沖積土層之下為岩層，岩層主要由板岩或硬頁岩所組成，呈中度至高度風化，受鐵染且質破碎，故若為樁基承載層時應特別注意此破碎岩層受風化之影響。

# 柒、資料建檔研究

## 7.1 資料處理層次

一般對大量資料的處理可區分為三個層次，即規格化、系統化及應用性，對本研究而言，五大港區之地質調查資料因提供單位不同，其表格及內容亦有差異，是故資料處理的第一個步驟即是妥善規劃各港區的地質資料，訂定統一表格，使各種不同的地質資料經過整理而達同一規格。

就資料處理之系統化要求而言，即是要建立一個適合於管理及展示資料的資訊系統，本研究計劃所需求的資訊系統，基本上希望具有下列四項功能：

- (1)建立各港區的地圖資料系統。
- (2)建立各港區的鑽探資料系統。
- (3)能展示各港區的地層剖面資料。
- (4)能撰寫分析程式。

而本研究資料處理的第三個層次 - 應用性，乃以發揮上述第四項功能為其理想，即利用所建立的資料來撰寫分析程式推估相關工程性質，以供工程規劃參考。

## 7.2 建檔目的

由於大地工程資料之獲得均需大量的人力、物力、財力及時間，故取得不易，因此須有計劃的統整典藏各有關單位的珍貴資料，以避免因管理不善而造成資料的損毀或遺失。

電腦化的建檔方式能做大量而有系統的資料儲存工作，並可提供快速且有效的查詢作業服務，真正達到資料共用共享的益處，且未來新的地質資料又可迅速的補充使資訊的流通更為便捷，各港區的大地工程資料建檔完成後可達到下列目的：

- (1)工程依據：提供爾後港灣規劃、設計及工程研判上的需求。

(2)學術資料：可供各學術單位從事研究，分析所需的基本資料。

### 7.3 現有港區鑽孔資料

截至目前為止已搜集的各港區鑽探報告共117冊，經整理後共1432個鑽探孔，總鑽探深度達34278公尺，鑽探孔數最多者為高雄港共有587孔，其他各港區詳細鑽探孔數可參閱表7.1。

表7.1 現有各港區鑽孔資料

港 區 別	孔 數	總深度(公尺)	平均深度(公尺)
基 隆 港 區	357	5,044	14
台 中 港 區	301	10,210	34
高 雄 港 區	587	15,770	37
花 蓮 港 區	33	302	9
蘇 澳 港 區	154	2,952	19
合 計	1,432	34,278	24

### 7.4 資料建檔系統之基本需求及功能

依據上述資料處理原則及建檔目的，本研究所需之建檔軟硬體，基本上須能符合下列需求：

#### 7.4.1 硬體基本需求

(1)資料處理器：

基本需求為PC級個人電腦，且配置數學輔助運算器，以方便資料大量運算處理。目前，大部分的80386微電腦在母板上都規劃有一個空槽位，用以加裝80387輔助運算器晶片，80486-DX型微電腦不須要一個分離的輔助運算器，因為該輔助運算器為內建型，但80486-SX型微電腦不具有內建的輔助運算器，所以SX型儀器必須另外安裝該晶片。

(2)硬式磁碟機：

為貯存操作系統程式及大量地質調查資料，基本磁碟機容量至少須擁有80Mb以上，舊版的磁碟作業系統(DOS)每一磁碟機只能支援到32Mb，而目前較新的版本，在硬碟管理上已突破了該項限制，故建議採用DOS 5.0版以上的作業系統來支援本研究之建檔系統。

(3)顯示板：

顯示板係插在微電腦的擴充槽內，作業訊號線的聯結站，可提供訊號到影像展示監視器上，控制監視器的像束精度及色彩深度，一般的地理資訊處理站，都配置至少兩個視訊顯示板：一為文字監視器用，一為彩色影像展示監視器用。

(4)影像展示監視器：

影像展示監視器必須選用能接受從影像顯示板所輸出的訊號，不同品牌或模組的監視器無法完全相互支援，因監視器在設計時已決定了它所能反應的訊號頻率範圍及它的掃描頻率與影像更新速率，所以在選用影像展示監視器時，必須與顯示板相匹配。

(5)電腦滑鼠：

多數的資料建檔管理系統，設計時都已規劃滑鼠來輔助操作，滑鼠可連在微電腦上任何一個序列輸出線上，配合其驅動程式來運作，而此驅動程式通常都拷貝到啟動磁碟機的根目錄上。

(6)隨機存取記憶體(RAM)：

儘可能地利用隨機存取記憶體，可大為提升龐大資料的處理效率，因此，在微電腦上，高於傳統記憶體區640K以上的記憶體，都應善加利用，有些軟體，可自行利用640K或1024K以上已規劃的延伸記憶體

(XMS)或擴充記憶體(EMS)，有些軟體，須利用虛擬磁碟機或磁碟快取的功能，來提升執行速度及存放執行過程中所產生的中間檔，因此，須視所採用的建檔系統及微電腦品級，善加規劃及擴充足夠的隨機存取記憶體。

(7)週邊設備：

視選用的建檔系統，資料的搜集及展示，須匹配有適當的輸出入設備，如彩色掃瞄機，可直接將地圖或照片作影像傳輸，處理成投影檔以供貯存，或高精度的螢幕或繪圖儀、列表機等，可提供資料展示使用。

#### 7.4.2 資料建檔軟體之基本功能：

(1)系統基本操作功能：

- a. 須具有處理向量(vector)、影像(Raster)、電腦輔助設計(CAD)三者的能力，可透過資料庫管理系統，來詮釋向量圖形。
- b. 具操作簡易的人機介面對話盒及空間資料處理交談語言功能，能在以DOS為基準的個人電腦上執行。

(2)圖形處理能力：

- a. 圖形處理包含圖形編輯、更新、顯示、拼圖、地圖投影座標建立/轉換，地圖幾何校正、分類及解說，向量/影像轉換，三維圖形顯示，地形高程資料分析等功能。
- b. 可對不同格式的向量/影像作輸出入處理，這些格式包括TARGA，TIFF，LANDSAT，DTM，PCX等圖檔，可提供橫梅氏二分帶，經緯度等地圖投影方法，可按地理座標拼圖或交談式人工拼圖。
- c. 須具豐富的桌面工具，用以量測、繪製、詮釋圖形，可提供螢幕上立即更新、描繪像片，以詮釋航照圖片。
- d. 具地圖製作功能，可將相關輔助設計或向量圖形疊加於地圖影像上，並可繪製比例尺，方向標示，經緯線及經緯刻度於其上。

(3)港區地質調查資料圖文顯示功能：

- a. 可利用鑽探資料在區域地圖上標示鑽孔位置，並顯示沿鑽孔深度變

- 化的地質圖文資料。
- b. 地圖必須顯示大地座標，以橫梅式二分帶為地圖投影方法，且地圖資料為像束形態的圖形，可以用TARGA，TIFF的格式輸入。
  - c. 描述土層之文字資料分屬三種方式存放：
    - c-1 鑽孔位置基本資料：含鑽孔編號、鑽探公司、鑽探日期、X、Y座標位置，地面高程、鑽孔深度等資料。
    - c-2 沿鑽孔深度之地質變化資料：該資料含深度、土壤分類、標準貫入試驗N值，而資料庫內的索引欄位(Index Key)，係利用鑽孔位置或鑽孔編號當做索引。
    - c-3 強度或特殊試驗資料，如遇有採樣或鑽孔後所執行的試驗，須能以表格方式加以貯存。
  - d. 輸入地圖後，再輸入「鑽孔位置相關資料」，則鑽孔位置應按地理座標顯示於地圖上。
  - e. 使用者可在地圖上選擇欲顯示柱狀圖的鑽孔，再輸入「沿鑽探深度地質變化資料」，螢幕即顯示鑽孔群的地層柱狀圖。
  - f. 若有數個鑽孔之柱狀圖同時顯示時，各鑽孔之間距應按比例分配，而柱狀圖上須付高程及間距刻度，並註明鑽孔位置及沿深度所得之標準貫入試驗N值，以方便大地工程師之規劃設計使用。

## 7.5 建檔系統

### 7.5.1 建檔主要系統

依據資料建檔工作所需具備之軟體基本功能，本研究採用美國Micro Image公司所發展的地圖及影像處理系統(The Map and Image processing System, 簡稱MIPS)第3.33版來作為資料處理之主要軟體，MIPS在硬體匹配上分工作站版及個人電腦版，為顧及須提供資料予各港埠單位使用，本研究選用個人電腦版，該系統採用多重功能表模式，操作程序層次分明且極具效率，可提供使用者快速搜尋而取得所需要

的功能。開機進入該系統後，文字監視器隨即顯示出主功能表，影像展示監視器則顯示MIPS標誌，主功能表共有七項主要功能(可由上下移動鍵移動游標或按數字鍵來呼叫)，另有十個附屬功能(可由功能鍵F1到F10來呼叫)。七大主功能依序為：1. Display(彩色黑白顯示) 2. Interpret(資料解釋) 3. Prepare(資料預備) 4. Support(支援功能) 5. Hardcopy(螢幕輸出) 6. Retrieve(資料萃取) 7. Manual(線上手冊)等七項。

另外，為了製作港區地層剖面柱狀圖(Log)，我們編寫了一個執行程式檔(命名為Tai3)，聯結在MIPS軟體上，成為MIPS主功能表內之第七功能項，項目名稱為Harbour，而原本之第七主功能Manual遂後移為第八主功能項。增編後之MIPS主功能表如表7.2所示。

在主功能表上選項後，即進入該項之次功能表，次功能項下亦有再細分之功能項，各主次功能分項如表7.3所示，而所增添之(7)Harbour主功能項，內含地圖檔載入(Load Map)及資料載入(Load Data)兩項次功能，可載入地圖影像檔，抓取資料庫之座標值及地層資料，繪製地層剖面柱狀圖。

## 7.5.2 建檔附屬系統

MIPS為一圖檔處理極有效率的軟體工具，但在資料庫操作及對週邊設備之溝通上功能稍嫌不足。故本研究採用其它軟體來彌補MIPS的這些缺憾：

- ①在數據資料庫之建立上，我們採用DBASEⅢ軟體。
- ②在地圖檔案之輸入及編輯上，我們採用Photostyler軟體及Microteck掃描儀加以輔佐。
- ③外建資料的傳送，係透過Novell網路系統，將各資料送回MIPS工作主機上，再將DBASEⅢ及Photostyler所建立的檔案，轉成MIPS的內部檔案，在MIPS系統內加以聯結使用。

故本研究所採用的軟體系統，總計有：

- ①MIPS地圖影像處理系統。

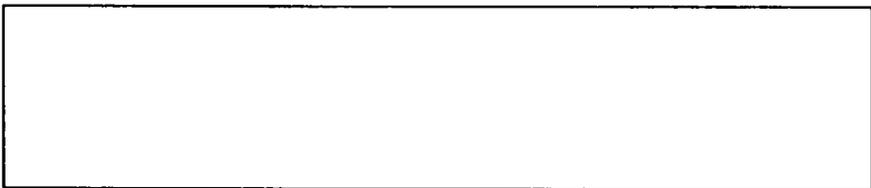
抬頭欄  
(反白)

The Map and Image Processing System

主功能項

- 1. Display
- 2. Interpret
- 3. Prepare
- 4. Support
- 5. Hardcopy
- 6. Retrieve
- 7. Harbour
- 8. Manual

工作框  
(反白)



主輔記憶體容量

mem:613K space:c(184.6M)

附屬功能 F1:Back , F2:Menu , F3..... , F9:Help , F10 : Exit

表7.2 增編後之MIPS主功能表

- 1 DISPLAY Create color or black and white displays
  - 1 RASTER Orthogonal display of 1, 2 or 3 rasters
  - 2 3D RASTER Display 3-D perspective views of raster data
  - 3 VECTOR Display vector data
  - 4 3D VECTOR Display 3-dimensional views of vector data
  - 5 CAD Display CAD data
  - 6 LAYOUT Create combined displays of rasters, vectors, CAD, text, etc.
    - 1 CREATE/EDIT Create and edit screen layout specifications
    - 2 EXECUTE Execute previously created layout specifications
  - 7 CONTRAST Perform contrast stretching and color balancing
  - 8 EDIT COLORS Create and edit pseudo-color tables
    - 1 CREATE+EDIT Create or edit pseudo-color table for a raster
    - 2 COPY COLORS Copy pseudo-color table from one raster to another
    - 3 COMPRESS Compress raster into minimum number of unique colors
  - 9 CONV COMP Convert composite-color rasters to/from R-G-B rasters
    - 1 RGB -> COMP Convert separate R-G-B rasters to single composite color ras
      - 1 8-BIT Create 8-bit composite color raster by optimization proces
      - 2 16-BIT Create 16-bit composite color raster using 5-5-5 method
      - 3 24-BIT Create 24-bit composite color raster
    - 2 COMP->COMP Convert composite color raster to another type or reduce col
    - 3 COMP -> RGB Convert composite color raster to separate R-G-B rasters
  - 0 STEREO Display pairs of rasters in stereo (stereo boards only)
- 2 INTERPRET Manual and automated interpretation of data
  - 1 S M L Analyze raster data using Spatial Manipulation Language
  - 2 RASTER STAT Compute and display statistical information using rasters
    - 1 STATISTICS Display standard statistics about raster data
    - 2 HISTOGRAM Compute frequency of occurrence of values in a raster
    - 3 CORRELATE Compute and display correlations between rasters
    - 4 MULTILINEAR Perform multi-linear regression analysis on a set of rasters
    - 5 COMPUTE Compute and display correlation between two rasters
    - 6 DISPLAY Display previously computed correlation between two rasters
  - 3 VECTOR Perform statistical interpretations on vector data
    - 1 STD STATS Compute standard statistics for vector and save in database
    - 2 DATABASE Generate "reports" from vector database information
    - 3 HOME RANGE Compute "home range" polygons using vector point data
    - 4 INTERSECT Intersect two vector objects to create a new vector object
    - 5 RAST BUFFER Determine raster "buffer zones" around nodes in a vector obj
    - 6 VECT BUFFER Determine "buffer zones" around features in a vector object
    - 7 SHORT PATH Determine shortest path between points in a vector object
  - 4 CAD Perform statistical interpretations on CAD data
    - 1 STD STATS Compute standard statistics for CAD object and save in datab
    - 2 DATABASE Generate "reports" from CAD database information
  - 5 FILTER Perform spatial and frequency-domain filters on raster
    - 1 SPATIAL Enhance raster using spatial-domain convolution filters
    - 2 FOURIER Compute forward and inverse Fourier transforms on rasters
    - 3 FREQ FILTER Perform frequency-domain filtering
    - 4 DESTRIPE Perform destripping on rasters
  - 6 COMBINE Perform cell-by-cell transforms and combinations of rasters
    - 1 USER DEFINE Perform user-defined transformation on rasters
    - 2 PREDEFINED Predefined algebraic combinations of rasters
      - 1 ADD Add pairs of rasters
      - 2 SUBTRACT Subtract pairs of rasters
      - 3 MULTIPLY Multiply pairs of rasters
      - 4 DIVIDE Divide pairs of rasters
      - 5 OFFSET Add a constant to a raster
      - 6 SCALE Multiply a raster by a constant
  - 3 LOGICAL Cell-by-cell logical combinations of rasters
    - 1 THRESHOLD Threshold rasters
    - 2 THRESH GRAY Separate colors from gray
    - 3 EXTR-COLOR Extract selected color by thresholding
    - 4 RANGE Select values within specified range
  - 4 COLOR Color transformations of rasters

表 7.3 修改後之MIPS主功能項目表

- 1 RGB->HIS Transform Red-Green-Blue to Hue-Intensity-Saturation
- 2 HIS->RGB Transform Hue-Intensity-Saturation to Red-Green-Blue
- 5 INDICES Predetermined special transformations for satellite images
  - 1 MSS Indices specific to Landsat Multispectral Scanner image
  - 2 TM Indices specific to Landsat Thematic Mapper imagery
- 6 PRINC-COMP Perform principal components analysis/reduction on rasters
- 7 CONTRAST Process a raster through a contrast table to make a new rast
- 8 MULTILINEAR Perform multi-linear regression analysis on a set of rasters
- 7 ELEVATION Analyze elevation (Z-value) rasters
  - 1 SURFACE Compute slope, aspect and shading for an elevation raster
  - 2 VIEWSHED Compute viewsheds from elevation raster [PROTOTYPE]
  - 3 WATERSHED Determine watershed information from an elevation raster
    - 1 PREPARE Create depressionless elevation raster for finding watershed
    - 2 FLOW TOTALS Compute flow accumulation totals for elevation raster
    - 3 SEED POINTS Determine starting points for watersheds above a certain s
    - 4 WATERSHED Find watersheds for specified cells
    - 5 POUR POINT Find lowest pour point for each pair of adjacent watershed
    - 6 FLOW PATH Compute flow paths for given cells
    - 7 FLAT+MINIMA Find flats and symmetric minima in elevation raster
    - 8 VECTORIZE Create vector data representing watershed boundaries
- 8 ON-SCREEN On-screen interpretation of images
  - 1 FEATURE MAP Perform interactive on-screen mapping of features
    - 1 SELECT AREA Select portion of displayed image or rasters to analyze
    - 2 CATEGORY Define land use or other category overlay
    - 3 INTERPRET Classify selected areas into one or more feature types
    - 4 TRANS ATRIB Transfer attribute information from vector polygon overlay
    - 5 PROCESS Perform final processing and store results
    - 6 FIND BOUNDS Convert feature map output raster to vector polygons
    - 7 EDIT MEAS Edit output measurement file with MIPS editor
  - 2 COLOR-CODE Color code black and white rasters
  - 3 CLASS CMAP Create color map from classification results and raster stat
  - 4 PROG TRANS Interpret rasters using Progressive Transformation
  - 5 RASTER Interpret rasters by drawing on screen
  - 6 VECTOR Interpret displayed images by drawing, using VECTOR object
  - 7 CAD Interpret displayed images by drawing, using CAD object
- 9 SEMIAUTO Semiautomatic interpretation using preidentified features
  - 1 MAX-LIKE Maximum likelihood classification
  - 2 STEPWISE Stepwise linear classification
  - 3 SUITS Suits-Wagner classification
  - 4 MIN DIS ANG Classification using minimum distribution angles
- 0 AUTOMATIC Automatic interpretation with subsequent feature labeling
  - 1 SIMPLE Classify using simple distance-based cluster-seeking
  - 2 K-MEANS Classify based on minimization of a performance index
  - 3 FZY C-MEANS Classify using fuzzy C-means method
  - 4 MIN DIS ANG Classify using minimum distribution angles
  - 5 ISOCCLASS Classify using ISOCCLASS algorithm
- 3 PREPARE Prepare data from source materials
  - 1 RASTER Perform maintenance on raster data and related information
    - 1 COPY RASTER Copy MIPS raster data between files
      - 1 COPY Copy raster and related data between files
        - 1 STANDARD Copy multiple rasters with all related objects between f
        - 2 GENERAL Copy all or part of one raster to another
        - 3 INSERT Insert a smaller raster into a larger raster
        - 4 16BIT->8BIT Convert 16-bit (non-color) rasters to 8-bit rasters
        - 5 OTHER OBJS Copy other raster-related objects between rasters
      - 2 ENLARGE Zoom rasters by cell replication
      - 3 REDUCE Shrink rasters by cell sampling
      - 4 RE-ORIENT Change raster orientation by rotating and inverting
        - 1 ROT 90½ CW Rotate rasters 90 degrees clockwise
        - 2 ROT 90½ CCW Rotate rasters 90 degrees counter-clockwise
        - 3 ROTATE 180½ Rotate rasters 180 degrees
        - 4 FLIP HORZ Invert rasters horizontally
        - 5 FLIP VERT Invert rasters vertically

表7.3 修改後之MIPS主功能項目表

- 5 CREATE Create new empty raster
  - 2 EDIT-RASTER Edit raster data interactively on-screen
  - 3 MERGE Merge multiple rasters into a single raster
    - 1 MOSAIC Interactively or automatically mosaic sets of rasters
    - 2 CONTR MATCH Adjust brightness/contrast of one raster to match another
  - 4 MAP PROJ Georeference raster to map projection, raster or vector
    - 1 MANUAL Georeference to projection by manually entering control po
    - 2 TO RASTER Register one raster to another
      - 1 OVERLAY Overlay one raster over another and trim to match
      - 2 CTRL POINT Select control points on a pair of rasters to register
    - 3 TO VECTOR Georeference to map projection by overlaying vector
  - 4 CHANGE PROJ Change map projection of raster object(s)
    - 1 TO CONFORM Resample raster(s) to conform to a map projection
    - 2 RECONFORM Resample raster(s) conforming to a projection to new pro
    - 3 SUBOBJECT Change map projection of existing georeference control o
  - 5 EXTRACT Extract portion of georeferenced raster using map boundari
  - 5 RESAMPLE Geometrically alter rasters by rescaling, rotating or warpin
    - 1 MANUAL Manually specify rotation and scale changes for resampling
    - 2 AUTOMATIC Resample rasters based on existing georeference informatio
    - 3 EXTRACT Extract portion of georeferenced raster(s) using map bound
  - 4 AGGREGATE Aggregate multiple raster cells to create new raster
  - 6 TREND Remove or restore systematic trends from raster objects
  - 7 CONV COMP Convert composite-color rasters to/from R-G-B rasters
  - 8 STEREO ELEV Create elevation raster from georeferenced stereo pair
    - 1 PHOTO Create elevation raster from stereo photograph pair
    - 2 SPOT Create elevation raster from pair of SPOT satellite images
  - 9 GRAY VALUES Calibrate raster cell gray levels to a user-defined scale
  - 0 COLOR SEP Color separate 8-bit composite raster into binary rasters
  - 2 RAST->VECT Convert MIPS raster data to vector data
    - 1 AUTO-LINES Automatically convert thinned raster line data to vectors
      - 1 THRESHOLD Threshold raster data to convert to binary
        - 1 THRESHOLD Threshold rasters
        - 2 THRESH GRAY Separate colors from gray
        - 3 EXTR-COLOR Extract selected color by thresholding
        - 4 RANGE Select values within specified range
      - 2 CLASS+TEXT Assign class and text information for conversion to vector
    - 3 EDIT-RASTER Edit raster data interactively on-screen
    - 4 THIN-RASTER Thin binary raster data
    - 5 PROCESS Convert thinned binary raster object to vector object
  - 2 AUTO-BOUNDS Automatic boundary vectorization of solid/filled areas
  - 3 AUTO-TRACE Interactively select lines for conversion to vectors
  - 4 CONTOURS Compute vector contours from an elevation raster
  - 5 2D -> 3D Compute 3-D vector from 2-D vector and elevation raster
- 3 VECTOR Perform maintenance on vector data and related information
  - 1 COPY VECTOR Copy MIPS vector data between files
    - 1 GENERAL Copy an RVF vector object
    - 2 ADJOIN Add one vector object to another
    - 3 INSERT Insert one vector object into another
    - 4 EXTRACT Extract a portion of a vector object
  - 2 MERGE VECTS Merge multiple vector objects into one
  - 3 EDIT Edit vector data
    - 1 FULL VECTOR Edit all vector object data overlaying on raster if desire
    - 2 CLASS+TEXT Edit vector node/line/polygon classes and create text labe
  - 4 CLEAN VECT Perform special "cleaning" processes on vector data
    - 1 THIN-VECT Thin vectors
    - 2 CHECK TOPO Check vector topology and correct any errors found
    - 3 DEPTH SORT Depth sort vector object to locate polygon "islands"
- 5 MAP PROJ Georeference vector to a map projection or change projection
  - 1 MANUAL Georeference to projection by manually entering control po
  - 2 OVERLAY Georeference vector data to map by overlaying on raster
  - 3 WARP VECTOR Warp vector to match pre-defined non-linear calibration
  - 4 CHANGE PROJ Change map projection for a vector object
- 6 INTERSECT Intersect two vector objects to create a new vector object
- 7 EXTRACT LAB Extract labels by geographic position

表 7.3 修改後之MIPS主功能項目表

- 4 VECT->RAST Convert vector data to raster data
  - 1 FLAT Convert 2-D vector data to a raster
  - 2 SURFACE Compute elevation raster from 3-D vector data
- 5 CAD Create and edit CAD format coordinate data
  - 1 EDIT Edit CAD format data using mouse and/or X/Y digitizer
  - 2 MERGE Combine multiple CAD objects into a single object
  - 3 CONVERT Convert CAD objects to/from VECTOR objects
    - 1 VECT->CAD Convert VECTOR format data to CAD format
    - 2 CAD->VECT Convert CAD format data to VECTOR format
  - 4 MAP PROJ Georeference CAD objects to map projection or change project
    - 1 MANUAL Georeference to projection by manually entering control po
    - 2 CHANGE PROJ Change map projection for a CAD object
- 6 DATABASE Create and edit database information
- 7 IMPORT Convert non-MIPS data to MIPS format
  - 1 RASTER Import raster data into MIPS from other disk file formats
    - 1 STANDARD Convert standard formats to MIPS format
    - 2 GENERIC Define or perform generic format conversion
    - 3 LINK RASTER Link to external raster files
  - 2 VECTOR Import vector data into MIPS from other disk file formats
  - 3 CAD Import data into MIPS CAD format
  - 4 DATABASE Import database data into MIPS
  - 5 GEOREF Import georeference data into MIPS
  - 6 MISC Import miscellaneous data into MIPS
  - 7 FROM TAPE Import MIPS rasters from magnetic tapes
    - 1 FULL SCENE Create raster(s) for entire satellite scenes on disk
    - 2 SATELLITE Extract subimage from satellite scene into MIPS rasters
    - 3 EXABYTE Import rasters from 8mm Exabyte tapes
- 8 EXPORT Export MIPS data to other formats
  - 1 RASTER Convert MIPS rasters to other disk file formats
  - 2 VECTOR Convert MIPS vector data to other disk file formats
  - 3 CAD Export data from MIPS CAD format
  - 4 DATABASE Export data from MIPS databases to other formats
- 9 SCAN Digitize raster data using hardcopy scanner
  - 1 PARAMETERS Set scanning parameters
  - 2 SCAN->DISP Scan and display
  - 3 SCAN->FILE Scan and save in file
- 0 VIDEO Digitize raster data from video source
  - 1 CAPTURE Display and capture images from video source
  - 2 SAVE RASTER Save captured image as single or multi-band raster
  - 3 SAVE TARGA Save captured image in TARGA format
- 4 SUPPORT User and programmer utilities
  - 1 BATCH Setup and execute batch processes
  - 2 COPY OBJS Copy objects between RVF files
  - 3 MIPS Display and alter contents of MIPS files
    - 1 NUM-RASTER Numerically display contents of rasters
    - 2 NUM-HISTO Numerically list a histogram
    - 3 NUM-CONTR Numerically list a contrasting table
    - 4 NUM-PSEUDO Numerically list a pseudo-color table
    - 5 NUM-COLORS Numerically list current color assignment table (color map)
    - 6 EDIT V-FONT Create and edit scalable vector fonts [PROTOTYPE]
    - 7 EDIT-CURSOR Edit cursor shapes
- 4 EDIT TEXT Edit text files with MIPS editor
- 5 TAPE Tape utility functions
  - 1 GENERAL Transfer files to and from general (unlabeled) tapes
    - 1 SCAN-TAPE Scan unknown tape for general layout
    - 2 TAPE->DISK Copy tape file(s) to disk
    - 3 SETUP Set up transfer parameters
    - 4 REWIND Rewind tape to beginning
    - 5 UNLOAD Unload tape from drive
    - 6 RE-TENSION Make tape tension even, skip to end of tape, then rewind
    - 7 INITIALIZE Prepare new tape for use or erase old tape
  - 2 STD-ANSI Transfer files to and from ANSI standard label tapes
    - 1 LIST-FILES List files on tape

表7.3 修改後之MIPS主次功能項目表

- 2 TAPE->DISK Copy tape file(s) to disk
- 3 ALL->DISK Copy all tape files to disk
- 4 REWIND Rewind tape to beginning
- 5 UNLOAD Unload tape from drive
- 3 STD-IBM Transfer files to and from IBM standard label tapes
  - 1 LIST-FILES List files on tape
  - 2 TAPE->DISK Copy tape file(s) to disk
  - 3 ALL->DISK Copy all tape files to disk
  - 4 REWIND Rewind tape to beginning
  - 5 UNLOAD Unload tape from drive
- 6 XY DIGITIZR Create user-definable X-Y digitizer drivers
- 7 SLIDE SHOW Create or play back "slide shows"
- 8 CHECK VIRUS Scan all EXE and COM files in MIPS director for possible virus
- 5 HARDCOPY Output hardcopy
  - 1 PRINT Dithered print of display screen or files
    - 1 SCREEN Print the display screen
    - 2 RASTER Print a MIPS raster file
    - 3 TARGA Print a TARGA file
    - 4 PRF FILE Print a "Print File" saved earlier
    - 5 SCREEN Print the display screen
    - 6 RASTER Print a MIPS raster file
    - 7 TARGA Print a TARGA file
    - 8 DITHERED Print a dithered raster created earlier
    - 9 PRF FILE Print a "Print File" saved earlier
  - 2 FILM Film recorder output from display screen or files
    - 1 SCREEN Print the display screen
    - 2 RASTER Print a MIPS raster file
    - 3 TARGA Print a TARGA file
    - 4 DITHERED Print a dithered raster created earlier
    - 5 PRF FILE Print a "Print File" saved earlier
  - 3 PLOT Plot vector data
  - 4 MAP LAYOUT Set up for multiple object printing
    - 1 INTERACTIVE Set up parameters for printing rasters, vectors, CAD and tex
    - 2 EXECUTE Use parameters created by INTERACTIVE option to create map
    - 3 FROM SCRIPT Use scripts to add annotations to print rasters
  - 5 MAKE LEGEND Generate legends from CAD and vector objects for MAP LAYOUT
- 6 RETRIEVE Retrieve previously prepared data sets
  - 1 HYPERINDEX Access the HyperIndex(R) database
  - 2 EXTRACT Extract portion of georeferenced raster using map boundaries
  - 3 DATABASE Retrieve information from external database
- 7 HARBOUR Geotechnical Engineering DATA
  - 1 LOAD MAP Load Harbor area MAP
  - 2 LOAD DATA Load Soil and its related DATA
- 8 MANUAL Interactively view online manual (also available via SHIFT-F9)

表7.3 修改後之MIPS主次功能項目表

- ②Tai3執行程式(聯結於MIPS上)。
- ③Photostyler影像處理軟體(配合Microteck掃瞄儀使用)。
- ④DBASEⅢ資料庫軟體系統。
- ⑤Novell網路系統。

### 7.5.3 系統匹配應注意事項：

MIPS個人電腦版，雖然架構在DOS磁碟操作系統上來使用，但DOS內的某些功能卻無法與MIPS匹配，如執行MIPS時，不能用ANSI.SYS來加強週邊設備之溝通，故在系統規劃程式CONFIG.SYS內，不能載入ANSI.SYS。另外影像處理的Shadowing功能會與MIPS系統佔用相同的影視記憶體位址，在開機設定時(開機時按〈ESC〉鍵)，須剔除該項功能。而MIPS與Novell網路系統，也有記憶位址對衝的現象，故網路卡的插斷(Interrupt)在MIPS主機上須加以修改，本研究工作主機之插斷號碼原設定為3，現修改為5，而網路卡的輸出入埠址也修改為360。

## 7.6 地質資料之處理原則：

本研究在資料之處理上，係依據李咸享(1988)在「大地工程地質資料庫系統及台北市區建檔之研究」上對工程地質資料之處理原則。確立資料處理之原則，乃為要將龐大及不同格式之資料加以規格化，以提供工程上直接使用及學術上研究之便利。欲具有上述目標，除了資料庫在結構上須作妥善地規劃外，其餘則全賴工程地質資料的整理及歸類。要將項目雜、數量多、內容繁雜的各港區工程地質資料納入一個系統中，誠然不易。而且各家公司之鑽探報告格式不同，工程資料分類方法也多不相同。所以表格須先統一才能進行實質之建檔作業。本研究乃依據李氏之建議表格及處理方法，進行資料整理。

### 7.6.1 座標系統

目前由於地圖投影的方式不一，以致有許多的地圖座標系統。台灣地區位於北半球、低緯度區。為配合國際性座標(Universal transversal Meccator簡寫U. T. M.)，乃採橫麥卡脫投影座標系統(簡稱TM系統)，該系統在台灣之初建，係民國六十九年聯勤測量署以南投埔里虎子山一等三角點為中心點所完成之TM二度分帶之全國三角點檢測。本報告即以此來建立一致性及普遍性的"大地工程地質資料庫"座標系統。

每個鑽探孔位置，各以一組(X, Y, Z)數值來表示，(X, Y)表示鑽孔在TM二度分帶中之平面位置(Grid coordination)(如有必要可經由換算公式，計算出鑽孔之經緯度值(Ellipsoidal coordination)。Z值表示鑽孔的立面座標，即鑽孔位置地面高程大小。其中X座標以六位整數表示(省略前頭的E字母)，Y座標以七位整數表示(省略前頭的N字母)，Z座標為具小數點的實數，帶正負號，表示高或低於地面，三者單位皆為公尺。

### 7.6.2 圖檔分層

為了尋孔(Search borehole)簡便起見，在本研究中，我們先將各港區地圖檔分三個層次存入電腦中，第一層顯示出台灣全島圖，分別標示出各港區位置，第二層則顯示各港區平面圖，圖上標示以公里為單位之TM二度分帶座標線，座標線所切割出的每一小方塊，面積為1公里×1公里。第三層則將第二層的每一小方塊放大顯示。如此可完成尋孔、定孔或直接選孔的工作。

### 7.6.3 處理原則

在處理、彙整鑽探報告中的工程地質資料，本研究乃本著「忠於原著，評如原著」的精神，將所有的資料載入資料庫中。但是基於事實上的需要仍有若干資料須先行校正。處理原則分述如下：

1. 每一鑽孔資料，皆註明提供單位、鑽探公司、試驗單位及鑽孔的日期，除了說明該資料的來源，感謝提供單位外，尚可作為使用者對

資料的評估，然而，最大的希望是藉此惕勵工程界重視鑽探資料，提昇工程地質資料的完整性。

## 2. 鑽孔位置：

基本上，每本鑽探報告上應具有鑽探孔的平面配置圖及鑽孔的座標值，但是，由於鑽探報告時代不同，標準不一，除了少數的鑽探報告是採用TM二度分帶座標系統外，其餘的鑽探報告的鑽孔座標常常是獨具一格，而造成處理工作的負擔。一般可分述如下：

- ①採用地籍圖座標系統，即日據時代遺留下來之TM三度分帶(全國戶籍圖中心在台中公園三角點)。
- ②鑽探公司自行建立的局部座標系統 -- 有平面配置圖及座標值。
- ③僅有鑽孔平面配置圖示其相關位置，卻無鑽孔座標值。
- ④鑽探公司自行建立的局部座標系統 -- 僅有鑽孔座標值，無平面配置圖。
- ⑤鑽探報告無明確地標出工作地點位置。
- ⑥僅有簡圖，而無任何工地及鑽孔彼此間的相關資料。

面對如此雜亂的座標值及位置圖，本研究乃以各種轉化公式、投影技巧、和建築物配置圖形來決定該批資料之取捨。由公式轉化的TM座標值較為精確，而其它技巧得到的座標值誤差會較大。

3. 地下水水位高程：各類鑽探報告中，地下水位之標示，有標以地下之深度值；有示之以高程大小，亦有記錄其長期地下水位之變化值，在此，我們以高程來標示地下水位，為的是利於地下水位剖面圖之繪製，若有長期地下水位觀測值，則在緊鄰地下水位高程欄下，登錄六欄之水位觀測數據，且同時註明觀測之時間，以供使用者研判水位變化情形。
4. 採樣深度說明：鑽探報告書中，深度欄的記錄不外是採樣深度及試驗之土樣深度兩種，樣樣皆以劈管或薄管取之，在長45公分的劈管採樣深度中，以採樣器頂點深度為採樣深度，實無具任何意義；若以採樣器之中間點深度為採樣深度，則又似乎有點美中不足的地方，因為大都知道在採樣的過程，上層幾個銅圈土樣常為水洗雜質之擾

- 動土樣，常不作爲試驗之土樣，所以綜合上述分析，採樣深度乃以開始採樣之深度加上30公分作爲採樣深度之標準點。試驗土樣之深度，則以土樣之中間點深度爲其試驗深度值。基於慣例，深度欄中的深度值皆是相對於地表面之深度，而非絕對高程，即每一深度值皆是代表著該位置距離地面鑽孔位置之直線距離，換言之，每一土樣之絕對高程座標，可藉鑽孔座標值減去該土樣之深度值來求得。
5. 標準貫入值(N值)之處理原則：N值的記錄，可分爲三種：(1)可直接記錄之N值，此種N值多屬於一般土壤，例如：014即指貫入值爲14。(2)沒有完成之標準貫入試驗的N值，在鑽探報告上僅登錄其貫入值(即以最保守之數值登錄)(3)若N值大於99，則登錄>99。
  6. 土/岩層厚度分類：土樣的分類應該是根據其粒徑分析結果及標準貫入值，本研究在彙整所有工程地質資料中，發現一個結果，部份鑽探報告書中，土壤/岩石之分類與粒徑分析及N值結果有一致性，而若干鑽探公司的鑽探報告書中，可發現土壤分類與實驗室中的物理試驗不甚吻合，所以對於此種資料，我們檢核其試驗結果並修正其地層厚度。
  7. 粒徑分析處理原則：正確的粒徑分析結果應有礫石、砂、粉土、黏土等四個項目，但是在鑽探報告書中卻不盡如此，或僅有粒徑分佈曲線、或僅有礫石、砂、黏土等三個項目，所以，這些資料我們都根據其原始顆粒分佈曲線並依ASTM規定，重新讀定礫石、砂、粉土、黏土的篩留重量百分比。
  8. 曲線的輸入：在鑽探報告書中，許多數據常以曲線圖形表示，例如CBR試驗，單軸壓密試驗……等等。對於曲線值輸入，本報告以存入五點數據爲原則，以供使用者參考，或自行依曲線配製(curve fitting)求內插值，以得到需要的數據。
  9. 單軸向壓密試驗之參數：因該試驗之結果，可得到許多參數，例如：壓縮係數 $C_c$ ，壓密係數 $C_v$ ，過壓密比OCR，過壓密後解載之解壓係數 $C_r$ ，及體積壓縮係數 $M_v$ 。而這些參數常常不是未登錄，就是登錄不全，或僅提供曲線圖形而已。所以，本報告將所有的壓密曲線依

下列的處理原則加以研判：

- ① 壓縮係數 $C_c$ ：依圖7.1所示方法換算成工地未擾動之原始密曲線（即為現場工地壓密曲線），如此可符合資料可直接使用的原則。
- ② 壓密係數 $C_v$ 及體積壓縮指數 $M_v$ ，兩者皆隨著壓力大小而有所改變，所以，各依預壓力 $P_c$ 值之0.2、0.5、1.0、2.0、4.0之倍數所相對應之值輸入，使用者亦可依其變化情形，內插取其所需之值。
- ③ 過壓密的狀態描述，則以輸入該土樣之預壓力 $P_c$ 值，使用者自己可依工地現有覆載壓力，迅速計算出過壓密比OCR值。

#### 7.6.4 工程地質資料的歸類

基於上述的分析及處理原則，本報告將大地工程地質資料分為物理性質試驗，強度性質試驗及特殊性質試驗三大類。物理性質試驗是最普遍的資料，即每一鑽孔具有的基本資料，強度性質試驗及特殊性質試驗是依其需要而採用之試驗。所以，依此原則將工程地質資料歸類為A、B、C三表。即A表為物理性質試驗表，B表為強度性質試驗表，C表為特殊試驗表。而對鑽孔資料來源、地理位置等敘述資料，則以表7.4的格式列在A、B、C三表之前，作為抬頭資料。由於土壤與岩石性質之差異極大，A表乃以土壤為主，岩石為輔進行設計。未來仍需要一份以岩石為主而土壤為輔之表格方能涵蓋所有狀況下之資料。A表如表7.5所示，其建檔原則分述如下：

1. 每一鑽孔的基本資料皆存於A表，包括每一鑽孔的來源、時間、地點、位置及土層的物理性質之資料。
2. 為便於檢核較常用之土壤/岩石分類與N值及粒徑分析，除了深度欄及地層說明欄外，土岩層分類欄、N值欄、粒徑分析欄在前面，接著為自然含水量，阿太堡指數，再是單位重、比重、孔隙比。
3. 採樣編號以S, T, Comp, Loss, 分別代表著劈管，薄管採樣及夯實土樣，漏失土樣。例如：S011為劈管第十一組取樣；T007薄管第七支取樣。若為夯實土樣，則其相對之自然含水量欄及總體單位重欄，分別載入的是最佳含水量(O. M. C)及最大密度值( $\gamma_t$ ) $_{max}$ [即為( $\gamma_d$ ) $_{max}$ ×

curve 1: 原始壓密曲線 (virgin  
compression curve)

curve 2: 室內壓密曲線 (Laboratory  
compression curve)

curve 3: 重模 (或擾動) 樣品壓密曲線  
(Remolded Sample compression  
curve)

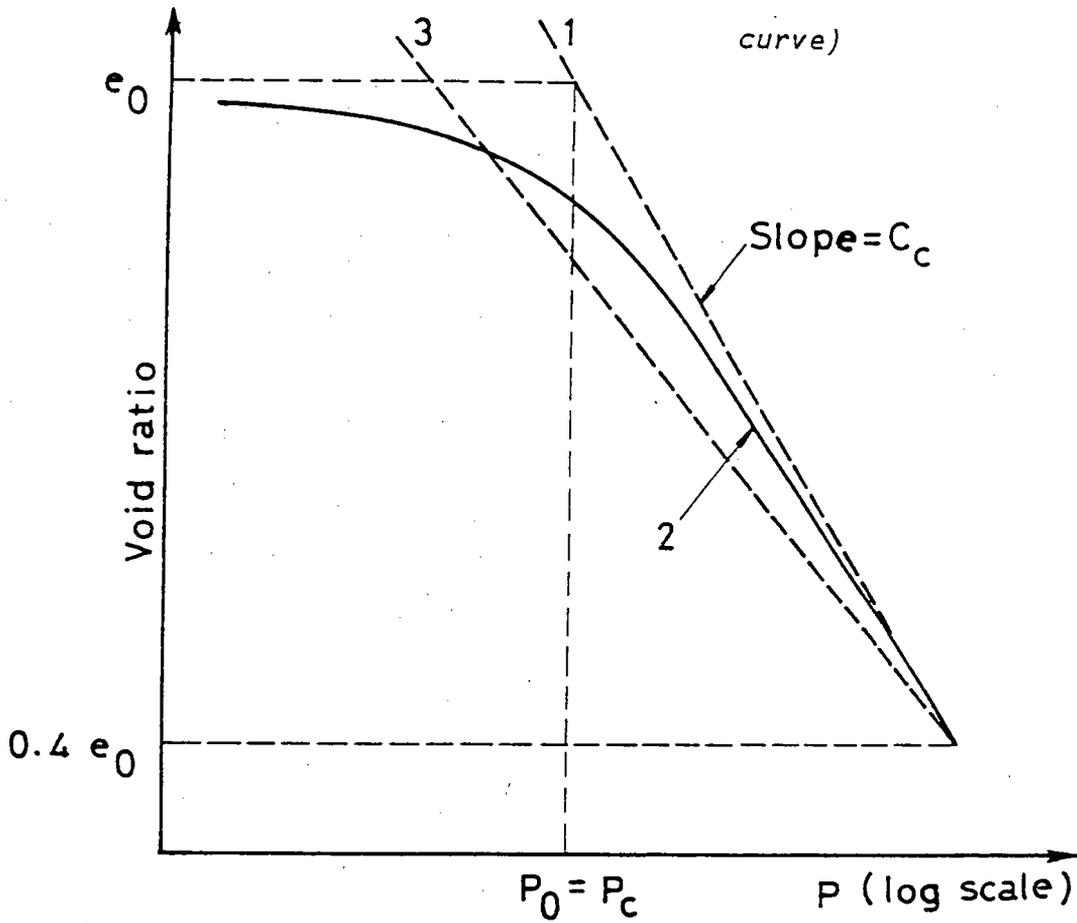


圖7.1 壓密曲線之類別。

鑽孔資料 -- 抬頭

=====

計劃項目：

鑽孔編號：	X 座標：	鑽孔孔徑：	cm
提供單位：	Y 座標：	鑽孔深度：	m
鑽探公司：	Z 座標：	鑽孔傾角：	°
試驗公司：	水位計：	(1. 觀測井 2. 水壓計)	
鑽探日期：	埋設深度：	m	
鑽孔位置：			

地下水位深度： \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_  
日期： / / , / / , / / , / / , / / , / /

表7.4 鑽孔資料抬頭(取自李咸亨, 1988)

鑽孔資料 -- A 表

=====

深度 (m)	土/岩層說明	土壤	岩石分類	取樣率	RQD % 值	N 值	採樣編號	礫石 %	砂土 %	粉土 %	黏土 %	自然含水量 %	液性限度 %	塑性指數	總單位重 $t/m^3$	比重 $G_s$	孔隙比 $e$
--------	--------	----	------	-----	---------	-----	------	------	------	------	------	---------	--------	------	--------------	----------	---------

表 7.5 A 表格式 (取自李咸亨, 1988)

(1+0.M.C)]。

B表為鑽孔之強度參數的表格，所以，無論是土壤或岩石，其凝聚值與摩擦角皆載入本表格中，再者大地工程上之地球物理探測、波速值或電阻值亦可記錄在本表格內。B表如表7.6所示，其建檔原則分述如下：

1. 樣品類欄用來說明試驗土樣的種類，以U, R, C分別代表著不擾動試體、重模試體及夯實驗體。
2. 土壤與岩石之強度試驗所得之強度參數符號略有不同，為了便於存讀及節省空間起見，皆記錄於B表中，其中 $c$ 、 $\phi$ 欄為總應力之凝聚力值及摩擦角， $c'$ 、 $\phi'$ 欄則為有效應力之凝聚力值及摩擦角。
3. Af值為樣品破壞時之孔隙水壓力( $\Delta U_f$ )與軸差壓力( $\Delta \sigma_f$ )之比值，即 $\Delta U_f / \Delta \sigma_f$ 。於Af值仍相對於圍壓大小，所以高圍壓應力下，造成偏高Af值，則捨去不用，其餘之Af值乃採平均值載入B表中。
4. 土壤的初始彈性係數E值，為避免過大的誤差存在，仍以不同圍壓下之E值，作平均值載入B表中。
5. 地球物理探測：例如：橫井法、下井法、上井法或電阻值測量所得波速值或電阻值，乃以相對於深度欄之深度將該值載入。

C表乃記錄鑽孔之特殊試驗的表格，如表7.7所示，其建檔原則如下：

1. 樣品類欄意義如同B表。
2. 既為特殊試驗，即是每種試驗的數據。其所代表之物理意義，皆無法相同，所以每種試驗皆給予六欄來記錄其試驗之數據，若一列不足以描述試驗結果，可續增至二列、三列……，直至記錄完整為止。各種特殊試驗之數據所代表之物理意義須與表7.8對照。

## 7.7 五大港區地質資料庫檔案組織架構

### 7.7.1 輔助記憶體資料貯存架構

鑽孔資料 -- B 表

=====

深度 (m)	樣品類	試驗代號	強度參數		強度參數			強度參數		
			C	$\phi$	C'	$\phi'$	$\epsilon f$	Af	E	$\sigma_c \max$
			kg/ cm <sup>2</sup>	deg	kg/ cm <sup>2</sup>	deg	%		kg/ cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>

表7.6 B表格式(取自李咸亨, 1988)

鑽孔資料 -- C 表

深度 (m)	樣 品 類	試驗代號					
		I	II	III	IV	V	VI

表7.7 C表格式(取自李咸亨, 1988)

試驗代號	I	I	I	IV	V	VI
LLT	earth pressure at rest $P_o$ kg/cm <sup>2</sup>	yield pressure $P_y$ kg/cm <sup>2</sup>	fail pressure $P_1$ kg/cm <sup>2</sup>	coef. of soil reaction Km kg/cm <sup>2</sup>	elastic coef. Em kg/cm <sup>2</sup>	mean radius of r value $r_m$ (cm)
WQA	pH	calcium p.p.m.	magnesium p.p.m.	chlroide p.p.m.	sulfate p.p.m.	sulfate p.p.m.
SCP	pH	Cl <sup>-</sup> ion concentration p.p.m.	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ion concentration p.p.m.	SO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> ion concentration p.p.m.	organic matter %	
CTT	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	$\frac{\sigma_{dp}}{2\sigma_{3c}}$	Number of cycles to Liquefaction $N_1$	Shear strain $\gamma(\%)$	Shear modulus G kg/cm <sup>2</sup>	damping ratio D(%)
RCT	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	$\sigma_c$	Shear strain $\gamma(\%)$ 10 <sup>-4</sup>	Shear modulus G kg/cm <sup>2</sup>	Damping ratio D(%)	
UCT	$q_u$ kg/cm <sup>2</sup>	$E_f$ (%)	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )			
TPT	consolidation pressure $\sigma_c$ kg/cm <sup>2</sup>	hydraulic gradient i	vertical permeability at 20 °C Kv cm/sec		horizontal permeability at 20 °C Kh cm/sec	
WQB	Cl <sup>-</sup> ion p.p.m.	Total Fe p.p.m.	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> - N p.p.m.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N p.p.m.	C. O. D. p.p.m.	

表 7.8 C表試驗代號說明 (取自李咸亨, 1988)

試驗代號	I	I	II	IV	V	VI
ODC	$C_c$	$C_r$	$P_c$ kg/cm <sup>2</sup>	$E_f$		
	(0.2 Pc) Cv mm <sup>2</sup> /sec	(0.5 Pc) Cv mm <sup>2</sup> /sec	(Pc) Cv mm <sup>2</sup> /sec	(2 Pc) Cv mm <sup>2</sup> /sec	(4 Pc) Cv mm <sup>2</sup> /sec	
	(0.2 Pc) Mv mm <sup>2</sup> /kg	(0.5 Pc) Mv mm <sup>2</sup> /kg	(Pc) Mv mm <sup>2</sup> /kg	(2 Pc) Mv mm <sup>2</sup> /kg	(4 Pc) Mv mm <sup>2</sup> /kg	
UCB	after compaction $\gamma_d$ r/m <sup>3</sup>	after compaction $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>	after compaction $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>	after compaction $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>	after compaction $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>	after compaction $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>
	after compaction $\omega$ (%)	after compaction $\omega$ (%)	after compaction $\omega$ (%)	after compaction $\omega$ (%)	after compaction $\omega$ (%)	after compaction $\omega$ (%)
	C.B.R. (%)	C.B.R. (%)	C.B.R. (%)	C.B.R. (%)	C.B.R. (%)	C.B.R. (%)
RCT	confining pressure $\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	Deviator stress peak $\sigma_1 - \sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	Deviator stress residual $\sigma_1 - \sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>			
SCB	after compaction $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>	after compaction $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>	after compaction $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>	after compaction $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>	after compaction $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>	after compaction $\gamma_d$ t/m <sup>3</sup>
	after compaction $\omega$ (%)	after compaction $\omega$ (%)	after compaction $\omega$ (%)	after compaction $\omega$ (%)	after compaction $\omega$ (%)	after compaction $\omega$ (%)
	after soaking swelling (%)	after soaking swelling (%)	after soaking swelling (%)	after soaking swelling (%)	after soaking swelling (%)	after soaking swelling (%)
	after soaking $\omega$ (%)	after soaking $\omega$ (%)	after soaking $\omega$ (%)	after soaking $\omega$ (%)	after soaking $\omega$ (%)	after soaking $\omega$ (%)
	C.B.R. (%)	C.B.R. (%)	C.B.R. (%)	C.B.R. (%)	C.B.R. (%)	C.B.R. (%)

表 7.8 C表試驗代號說明(取自李咸亨, 1988)

由於五個國際港之大地工程資料極其龐大，且須考慮後續資料的新增，本研究規劃了一個800Mb容量的輔助記憶體，專供影像顯示卡軟體、MIPS系統軟體及港區資料貯存用。該輔助記憶體設定在MIPS工作主機的D槽，其貯存架構如表7.9所示，港區資料貯存在目錄〈HB〉下，以五個次目錄分別存放五大港區相關資料，而表7.8僅列台中港區資料目錄〈TCP〉之內容，其餘四大港區之資料內容與台中港區內容相似。主要存放各港區之文字資料、地圖資料、柱狀圖資料及相關之資料庫檔案。

### 7.7.2 文字資料檔案架構

文字資料為解釋鑽孔土壤的資料檔案，該資料可分成四大部份－抬頭資料、A表、B表及C表。以下詳述各表中所含項目。

抬頭資料包含了鑽孔的地理位置鑑別資料，時間資料及人文資料。可細分為下列十八個項目－計劃項目、鑽孔編號、提供單位、鑽探公司、測試公司、鑽探日期、X座標、Y座標、Z座標、鑽孔位置、鑽孔孔徑、鑽孔深度、鑽孔傾角、地下水位深度、地下水位測量日期、水位計、埋設深度。

A表包含了鑽孔各深度的地質資料，可細分下列十七項－鉗孔辯識代號深度、土岩層說明、土壤岩石分類、取樣率、N值、採樣編號、礫石、砂土、粉土、黏土、自然水含量、液性限度、塑性指數、總單位重、比重、孔隙比。

B表包含了鑽孔各深度的一般試驗資料，故細分成下列十三項－深度、樣品類、試驗代號、 $c$ 、 $\phi$ 、 $c'$ 、 $\phi'$ 、 $\epsilon_f$ 、 $A_f$ 、 $E$ 、 $\sigma_{c_{max}}$  電阻值，波速試驗值。

C表包含了鑽孔各深度的特殊試驗資料，故細分成下列九項－深度、樣品類、試驗代號及其他隨試驗種類而異的六個試驗項目。

### 7.7.3 鑽孔位置及剖面土壤資料庫架構

在每一個港區目錄之下，我們都製作了兩組資料庫，存放於\*

〈TCPYXT〉：存放鑽孔剖面文字資料檔。

TCPA. RVF：存放全港區地圖。

TCP-1. RVF：存放港區1km×1km地圖，編號001～010計10張。

TCP-2. RVF：存放港區1km×1km地圖，編號011～020計10張。

TCP-3. RVF：存放港區1km×1km地圖，編號021～030計10張。

TCP-4. RVF：存放港區1km×1km地圖，編號031～040計10張。

TCP-5. RVF：存放港區1km×1km地圖，編號041～050計10張。

TCP-6. RVF：存放港區1km×1km地圖，編號051～055計6張。

TCPBASE. RVF：資料庫

LOG-DATA：剖面土壤資料庫。

LOG-PAT：柱狀圖展示圖樣。

HOLE-POST：鑽孔位置資料庫。

TCP-HOLE. RVF：孔位座標向量檔。

TCPCLOG-1. RVF：地圖001～010內之所有鑽孔柱狀圖。

TCPCLOG-2. RVF：地圖011～020內之所有鑽孔柱狀圖。

TCPCLOG-3. RVF：地圖021～030內之所有鑽孔柱狀圖。

TCPCLOG-4. RVF：地圖031～040內之所有鑽孔柱狀圖。

TCPCLOG-5. RVF：地圖041～050內之所有鑽孔柱狀圖。

TCPCLOG-6. RVF：地圖051～055內之所有鑽孔柱狀圖。

〈HCARD〉：存放Hercules Graphics Station Card的使用軟體

〈MIPS〉：存放MIPS及Tai3等執行軟體

TW-MAP. RVF：台灣全島圖

〈KLP〉：基隆港區資料

〈TCP〉：台中港區資料

〈KHP〉：高雄港區資料

〈HLP〉：花蓮港區資料

〈SAP〉：蘇澳港區資料

〈HB〉：存放五大港區資料

註：〈KLP〉〈KHP〉〈HLP〉及〈SAP〉次目錄內容與〈TCP〉相似。

表 7. 9 輔助記憶體內資料貯存架構

BASE. RVF檔裡面，一組命名為HOLE-POST，主要存放X, Y座標及高程Z值，若高程無法確知，則輸入9999，程式會自動判定而輸出字串"NONE"，另一組命名為LOG-DATA，主要存放土壤資料。HOLE-POST資料庫每一筆記錄(Record)內含四個欄位(Field)，分別為①WELL-NAME(鑽孔名稱)②X-POSITION(鑽孔東經座標)③Y-POSITION(鑽孔北緯座標)④HEIGHT(鑽孔高程)，該資料庫容量較小，在MIPS系統內直接內建。LOG-DATA資料庫每一筆記錄內含五個欄位，分別為①DEPTH(鑽孔深度)②X-POSITION(鑽孔東經座標)③Y- POSITION(鑽孔北緯座標)④CLASS(土壤分類符號)⑤N(標準貫入試驗每貫入30公分之打擊數)，該資料庫容量龐大，為了編輯方便，故先用DBASEⅢ建檔，再轉化成MIPS資料庫檔。

#### 7.7.4 地質資料庫圖文索引架構

為方便龐大資料的快速查尋，本研究利用MIPS內部之圖文索引(Hyperindex)功能，將所貯存之各港區資料檔案作一結構性的聯結安排，整個圖文索引的組織架構如表7.10所示，該架構共分五層，第一層主畫面為台灣全島圖，圖上標示各港區位置，第二層為各港區地圖，計有基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳等五個港區之地圖。第三層為各個港區內1公里×1公里之區域地圖，該區域地點之邊界，即為以公里為單位之TM二度分帶座標線，若此區域地圖上有鑽孔，則利用圖文索引功能可顯示出鑽孔位置，並索引到該鑽孔之地層剖面柱狀圖檔案，此為組織架構之第四層。而第五層為文字資料檔，乃第四層每一鑽孔柱狀圖之解釋資料。總而言之，本研究係將處理完成之大小比例地圖檔，以及鑽孔位置、剖面柱狀圖及文字資料檔，組織成一個快速尋孔展示的資料庫系統。

### 7.8 資料處理流程

在MIPS系統上建立各港區地質資料庫，其資料處理的流程，可分下

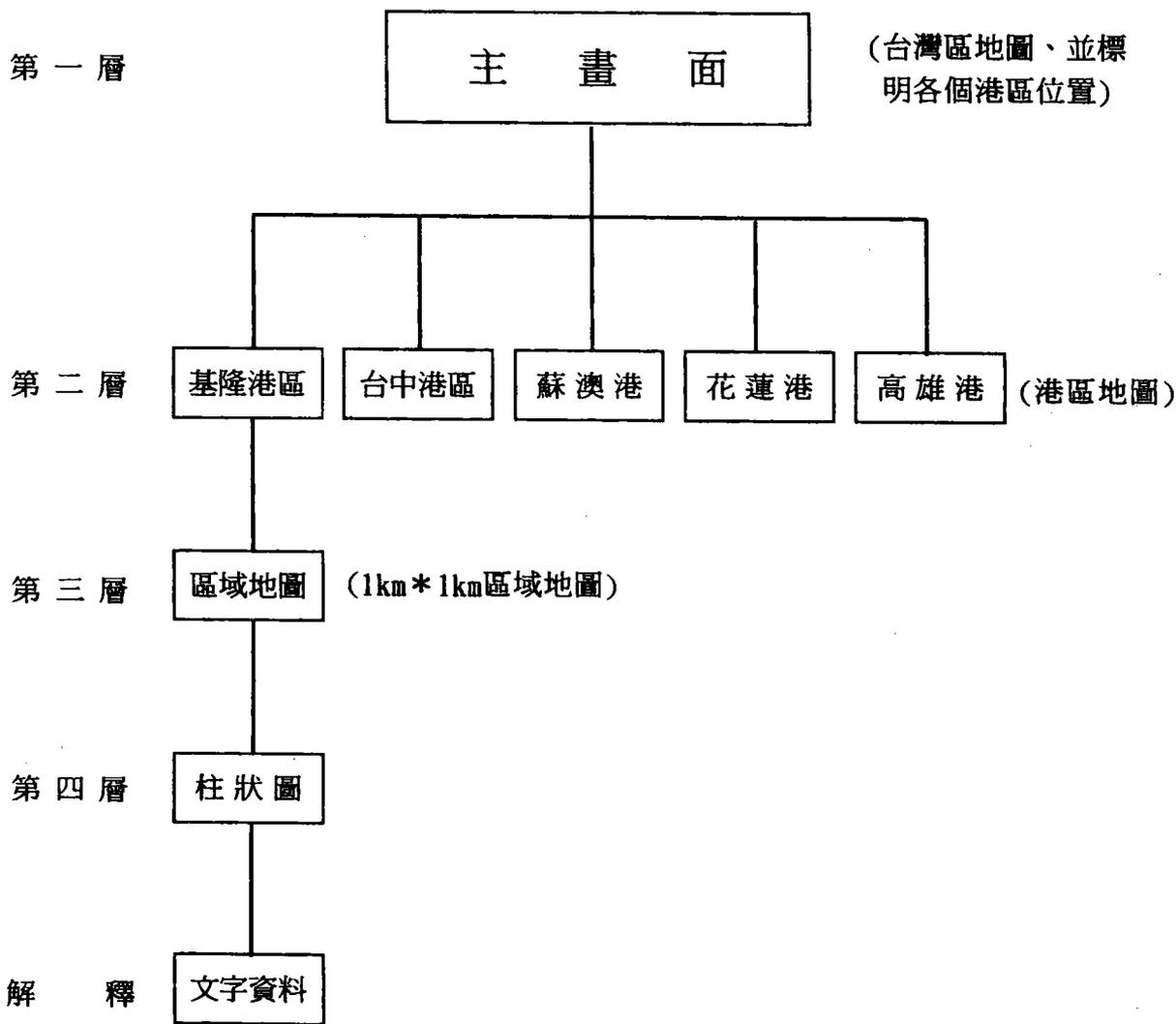


表7.10 地質資料庫圖文索引資料組織架構

列十五個工作項目進行：

- ①圖檔輸入。
- ②影像檔編輯。
- ③轉檔。
- ④減量。
- ⑤調整比例。
- ⑥定地理座標。
- ⑦拼圖。
- ⑧製作座標資料庫。
- ⑨製作座標向量檔。
- ⑩製作土壤資料庫。
- ⑪編輯圖樣。
- ⑫製作柱狀圖檔。
- ⑬圖檔索引聯結。
- ⑭製作文字資料庫。
- ⑮文字資料索引聯結。

上述工作項目，其中①圖檔輸入及②影像檔編輯係利用Photostyler軟體來執行，⑩製作土壤資料庫係利用DBASEⅢ來建立，再轉成MIPS型態之資料庫，⑫製作柱狀圖檔係利用Tai3.exe檔來執行⑭製作文字資料庫係利用PE-Ⅱ及倚天中文系統來編輯，其餘各工作項目都是利用MIPS系統的內部功能，現依序分述各工作項目之執行步驟如下：

### 7.8.1 圖檔輸入：

該項工作係由Photostyler軟體操作Microteck掃瞄儀，將地圖檔案輸入成爲影像檔加以貯存，本研究在輸入工作時所採用的影像檔規格爲Targa檔(簡稱TGA檔)，圖檔輸入操作步驟如下：

(一)由掃瞄儀掃瞄圖檔

- ①在個人電腦上，執行Windows視窗，通常都在C槽上操作，如C:>

## WIN

- ②選Photostyler：將滑鼠游標移到photo圖案上，將滑鼠左鍵連按兩次即可。
- ③按滑鼠左鍵一次，消去抬頭影像圖。
- ④在Photostyler主功能表下，用滑鼠左鍵選File欄。
- ⑤選Import功能項。
- ⑥選Aguire功能項。
- ⑦放置欲掃描之地圖於掃描儀上。
- ⑧選假定之掃描範圍(scan size)邊框：利用按住滑鼠左鍵，移動十字標來定範圍。
- ⑨選定Scaling：100%，Resolution：100DPI，選Color功能項。
- ⑩選Prescan功能項，作黑白色預先掃描。
- ⑪Prescan完後，再定正確之掃描範圍邊框。
- ⑫選Scan功能項，進行圖檔掃描。

### (二)存檔

- ①選File欄。
- ②選Save as…功能項。
- ③在File name欄下，鍵入檔名(…….TGA)
- ④選Save功能，存檔完成。

在圖檔輸入時，另有一些功能也常被用到，如在File欄之下：

- ①選Close功能項，可清除螢幕影像。
- ②選Open功能項，可叫出檔案。
- ③選New功能項，可開啓新檔。
- ④選Print功能項，可印出圖案。
- ⑤選Exit功能項，結束Photostyler之工作。

## 7.8.2 影像檔編輯

剛輸入的TGA檔，可利用Photostyler軟體的編輯(Edit)欄內各項

功能，來編輯該檔案，本研究常用到的編輯動作有：

(一)考貝(Copy)或切除(Cut)：

- ①附屬欄位Select欄下，選長方形或不定形邊框功能來設定欲考貝的範圍，定好邊框後，再連按滑鼠左鍵兩次，結束範圍設定，此時該邊框會反白閃爍。
- ②在Edit欄下，選Copy功能項。
- ③將滑鼠游標移到反白邊框範圍內，游標變成帶箭頭的十字標誌，此時按住滑鼠左鍵，可移動該區塊到需要考貝的位置。
- ④此時，可用View功能項內之Zoom in(放大)功能，來檢查考貝之果效，或利用步驟③之方法，調到定位。
- ⑤結束考貝，按滑鼠右鍵即可。

考貝或切除之後，該部份圖形會貯存到Clipboard內，可用Edit欄下Clipboard功能項來查看。

(二)剪貼(Paste)，也是常用到的一個功能，比如有時須要將文字掃描檔剪下一塊，貼到另一張影像圖檔上，當作文字說明，剪貼動作如下：

- ①由Windows進入Photostyler，open底圖檔，再open文字掃描檔。
- ②重複上述(一)之考貝動作。
- ③叫出底圖：可移動滑鼠游標到底圖邊框，按左鍵一次，則底圖檔會全部呈現在螢幕上。
- ④在Edit欄下，選用Paste功能項，再選As select功能，則Clipboard上的內容，會自動考貝到底圖的左上角，可再用滑鼠將此左上角的閃爍文字框拉至所需位置，亦可在View內，作Zoom in，放大圖形來移動考貝的內容。
- ⑤剪貼完成，按滑鼠左鍵兩次作結束。

(三)旋轉(Rotate)影像檔：

- ①在Transform(轉換)欄下，選Rotate(旋轉)功能項。
- ②輸入旋轉角度，如90度。

③選左旋或右旋功能，即完成旋轉動作。

(四)定區域填入顏色：

①選附屬欄位Select欄下之邊框功能設定欲填入顏色的範圍。

②在[ANI]項之下方，選色盤，定顏色。

③選Paint欄下之漏斗，移至閃爍邊框內，按滑鼠左鍵倒入顏色。

④再於Edit欄下，選Cut功能，即可更換為新顏色。

(五)消除顏色：

①用附屬欄位Paint下之橡皮擦功能，可隨滑鼠移動，擦除顏色。

②或在Select欄下先設定邊框，再用Edit欄內之Clear功能，可清除閃爍邊框內之顏色。

### 7.8.3 轉檔

由掃描儀所輸入的TGA檔，須轉為MIPS系統所使用的RVF影像檔，在MIPS上才能方便使用，轉檔前，須先進入MIPS系統，再由主功能表上選項，進入次功能表，繼續在次功能表上選項，進入下一階功能表，直至選出所需要的功能，轉檔的選項操作順序如下：

①(在主功能表上)選Prepara功能項。

②(在第二階功能表上)選Import功能項。

③(在第三階功能表上)選Raster功能項。

④(在第四階功能表上)選Standard功能項，進入標準轉檔程序如下：

⑤選影像檔類別(本研究用TGA檔)。

(1)選檔名(指由掃描儀輸入之檔案名稱)。

(2)選d2(即欲轉化成為24 bits的RVF影像檔)

(3)選Copy：

輸入新的褶層(Folder)名稱及註解，再輸入目標影像檔名稱及註解。

註一：MIPS內的褶層，相當於DOS內的目錄，而MIPS內的每一個物件檔案都需附屬在一個褶層內。

註二：第一次建新褶層時選用Copy功能，而第二次可用Link功能，將影像檔附屬到已有的褶層內。

轉檔完成後，可連續按F1功能鍵，跳回主功能表，選Display功能項，再選Raster功能來叫出新檔以查看轉檔是否成功。

#### 7.8.4 減量

由於本研究所採用的影像圖檔並不具備複雜的色彩，所以可以將24-bit彩色影像檔減為8-bit彩色影像檔，如此可使每一檔案容量減省約三分之二，減量動作步驟如下：

1. Prepare。

2. Raster。

3. Conv Comp。

4. Comp→Comp。

5-1. 選出原始檔名。

5-2. 詢問：Type convert to? 輸入(1)，1表8-bit。

5-3. 詢問：Initial raster line? 輸入(1)。

詢問：Final raster line? 輸入(last)。

詢問：Initial raster column? 輸入(1)。

詢問：Final raster column? 輸入(last)。

5-4 詢問：Vertical(line) Sampling rate for optimization? <1~16> (2)：輸入1。

Horizontal(column) Sampling rate for optimization?  
<1~16> (1)：輸入1。

Vertical(line) Sampling rate for output? <1~16>  
(1)：輸入1。

Horizontal(column) Sampling rate for output? <1~16> (1)：輸入1。

5-5. 指示：Select Color map。

有兩種方式可來運用影像檔的彩色圖表：

- ①選用既有影像檔的彩色圖表。
- ②利用功能鍵F3去建立新的彩色圖表，在新建時，建議紅、綠、藍(簡稱R.G.B)三原色都選用Normal，而色彩數目(number of color)選用190個。

5-6. 指示：select raster for output，鍵入目標檔案名稱。

### 7.8.5 調整比例

在轉檔完成後，利用Display功能檢視新檔時，若發現新檔太大，無法一次完全顯示在螢幕上，則須調整新檔的長寬比例，使它適合螢幕尺寸。本研究所採用的影像顯示器，為768 lines及1024 columns。若影像檔為925 lines及625 columns，則影像檔太長，為縮減為768 lines左右。則其縮減比例為 $R = 925/768 = 1.2$ ，在MIPS系統上，比例調整之步驟如下：

1. Prepare。
2. Raster。
3. Resample。
4. Manual。
5. All-Input。
6. 選擇原始檔(有些檔案、按〈Enter〉時會有輸入錯誤之訊號，此時可接F4：all，作全量輸入，再按〈Enter〉。
7. 選擇調整方法：建議選用Nearest-Neighbor法。
8. 詢問：Horizontal distance between input raster cells? 輸入(1.00)。  
Vertical distance between input raster cells? 輸入(1.00)。  
Horizontal distance between output raster cells? 輸入(1.2)。

Vertical distance between output raster cells? 輸入(1.2)。

Angle of Rotation in degrees? 輸入(0)表示旋轉，+表逆時針旋轉，-表順時針旋轉。

9. 詢問：Input line for upper left corner? 輸入(1)。

Input Column for upper left corner? 輸入(1)。

output line to skip? 輸入(0)。

output column to skip? 輸入(0)。

10. 詢問：Select any sub-objects to copy? 輸入：(Y)，選擇彩色圖表，按〈F4〉，再按〈按Enter〉。

11. 輸入目標檔案，作結束。

#### 7.8.6 定地理座標：

本研究所採用的地理座標，為TM二度分帶座標，MIPS系統可在每張地圖影像檔上，選擇固定點輸入該點座標值，建議每張影像檔最少須輸入三個座標點，以避免該圖檔東西或南北反向計量，地理座標輸入步驟如下：

1. Prepare。

2. Raster。

3. Map projection。

4. Manual。

5. Creat+Edit。

6-1. Select raster to georeference：選擇所需之地圖檔名稱。

6-2. Select color table：選擇彩色表名稱。

6-3. Select portion of raster：以方形框選擇部份圖檔。

6-4. Select map projection：選擇 Transverse Mercator(TM)。

6-5. Enter area：輸入U，表非美國地區。

6-6. Select Earth ellipsoid：選擇 Modified Mercury, 1968。

- 6-7. Scale factor at central meridian : 輸入0.9999。
- 6-8. Longitude of central meridian : 輸入121。
- 6-9. Latitude of the projection's origine : 輸入0。
- 6-10. False easting : 輸入250000。
- 6-11. False northing : 輸入0。
- 6-12. Unit-meter or feet : 輸入M(meter)。
- 6-13. Specifying control point coordinates : 選擇Directly enter.

此時，系統會自動再詢問步驟6-4到6-13一次。

- 7-1. 按住滑鼠左鍵，在螢幕地圖影像上移動十字標至某一定點，放鬆左鍵，此時，可再按上下移動鍵或左右移動鍵作細步調整，直至十字標正確落在該定點。
- 7-2. 按〈Enter〉，輸入Northing(Y軸)座標值及Easting(X軸)座標值。
- 7-3. 可繼續7-1及7-2步驟，輸入下一定點的座標值。
- 7-4. 可利用功能鍵〈F5〉來放大影像檔，以便利十字標定點的工作，操作順序為：按F5(position)→移游標到目標點附近→按F7(Zoom in)放大影像→按F1(Back)→以F1、F2步驟定座標。  
若所要尋找的下一個目標點在目前已放大的圖檔範圍之外，則須先縮小成原來的圖檔，找到下一目標點，再放大來定座標，操作順序為：按F5(position)→按F8(Zoom out)縮小影像→移游標到下一目標點附近→按F7(Zoom in)放大目標點附近之影像→按F1(Back)→再以7-1、7-2之步驟定座標。
- 7-5. 若要編輯或修改座標值，可按功能鍵F4 : Edit來作編輯，結束時按F1 : Done。
- 7-6. 若要刪除某一定點，可按功能鍵F8 : Del point來執行。
- 7-7. 定完座標，按F1 : Done作結束。

此時會詢問：Save Change ? 輸入(Y)

Save New Cell ? 輸入(Y)或(Enter)

若用F4功能鍵作編輯更正後，卻無法執行SAVE動作，可按下述步

驟操作：

- ①按M(Model)字母鍵，選擇第一個模式(即linear & Affine)。
- ②連接〈Shift〉+〈S〉兩次，以更改設定。
- ③再按F1，即可執行資料貯存動作而結束。

### 7.8.7 拼圖

若要將鄰接的幾張圖，聯接成一張大圖，則可利用拼圖功能來執行。而在拼圖前，所掃描輸入的每一張小圖，其邊框最好用黑色、避免用白色，因白色為紅、綠、藍(R、G、B)最高碼之顏色，作圖幅接邊時，白色會蓋掉其它顏色，而黑色為最低碼之顏色，較適合作顏色碼的重疊。而MIPS系統所能拼接的最大幅圖量，為32767K\*32767K，但圖幅太大時，操作速度會變得緩慢，且萬一有破壞時，損失的容量也大，故圖幅的大小須謹慎審度。

在MIPS系統內拼圖步驟如下：

1. Prepare。
2. Raster。
3. Merge。
4. Mosaic。
5. 此時，在影像顯示螢幕上出現拼圖功能表(Mosaic menu)，可用滑鼠選項，步驟如下：
  - ①選Raster。
  - ②選Λ-Add。
  - ③選Single。
  - ④選出第一張圖檔及第二張圖檔，可再執行Λ-Add，叫入另一張圖。
  - ⑤若要跳離此功能表，可同時按滑鼠左右兩鍵。
6. 給予新檔名稱，執行Logout，再執行Save，此時，拼組成的新圖檔附屬檔名自動命為.MSF。
7. 用〈F1〉跳回主功能表，用Display功能來檢查新檔。

### 7.8.8 製作座標資料庫

MIPS系統自身的資料庫(Data Base)，編輯功能較少，適合製作簡易的資料庫檔，本研究所採用的座標資料庫，即直接在MIPS系統上內建，新建資料庫步驟如下：

1. Prepare。
2. Data base。
3. 選New(表新建)。
4. Select an empty databasc：輸入新資料庫物件檔名。
5. Select database format：選(1)MIPS database(internal)。
6. 可利用功能鍵F4：Add，新建資料庫欄位(data base field)，給予欄位名稱，欄位型態及欄位長度。
7. 結束欄位設定，按F8：Done。
8. 用滑鼠移動欄位游標，接左鍵將欄位在螢幕上定位。
9. 要新建另一新欄位，可按F4：Add，再按F4：New，可加一新欄位。
10. 檔案設定完成，按F8：Donc 作結束。

若要編輯內建的資料庫，或輸入各欄位的數據，可按下列步驟進行。

1. Prepare。
2. Data base。
3. Edit Dbase。
4. Select a database object：選出欲編輯的檔案名稱。
5. Select the editor form to usc：選user格式。
6. 進入編輯工作，有下列功能鍵可運用：
  - F4：Add(增加新的記錄)。
  - F5：Prev(查看前一筆記錄)。
  - F6：Ncxt(查看下一筆記錄)。
  - F7：Goto(指定跳至第幾筆記錄)。

F8 : Done(結束編輯工作)。

### 7.8.9 製作座標向量檔

MIPS系統可擷取資料庫內某些欄位的數據，製作成二維或三維的向量檔，這些向量檔可付予記號(Symbol)而覆蓋(Overlay)在影像檔上，明確顯示出資料所在的位置，如何將資料庫內的資料轉化成座標向量檔，且覆蓋在地圖檔上來顯示出鑽孔位置，操作步驟如下：

1. Prepare。
2. Import。
3. Vector。
4. Import Vector。
5. Select Format to import : 選Data Base。
6. Import an (I)nternal or (E)xternal database : 輸入(I)。
7. Select database object to import : 選擇所要採用的資料庫檔名、如HOLE - POST。
8. Select destination vector object : 輸入新的向量檔名。
9. Import 3D data as nodes ? 輸入NO(即只須2D)。
10. 用下移鍵進入X-Column欄位，按F5 : Edit會顯示出資料庫的欄位名稱，再用上下移動鍵選擇欄位名稱(如X-POSITION)，按〈Enter〉輸入該欄位。
11. 重複(10)的動作，在Y-Column位置下，輸入另一欄位名稱(如Y-POSITION)。
12. Generate class list from string column ? 輸入NO。
13. Search for duplicate nodes ? 輸入Yes。
14. Register to map projection ? 輸入Yes(此時，須用F5 : Edit重新選定各項座標參數)。
15. Select unit : meters or feet ? 選meters。
16. 按F8 : Done作結束。

17. Convert data to new map projection? 輸入NO。

轉換工作結束後，工作螢幕會出現轉換所用時間。此時，可用功能鍵F1跳回主功能表作檢驗，檢驗步驟如下：

1. Display。
2. Vector。
3. Overlay：選R(表影像檔Raster file)。
4. 選S(表單一檔Single)。
5. 選一張影像檔作覆蓋用的底圖。
6. 選剛轉換完成的向量檔。
7. 按滑鼠右鍵，作影像重新展示(Redisplay)，則可查看覆蓋狀況。

#### 7.8.10製作土壤資料庫

每一鑽孔，隨著深度進行標準貫入試驗(Standard Penetration Test, 簡稱SPT)及採樣分析，可獲取不同深度的土壤資料，所有試驗數據全都鍵入文字資料檔內，而將標準貫入試驗的打擊數(Number of blows, 簡稱N值)及土壤類別鍵入土壤資料庫內，提供製作剖面柱狀圖用，因每一港區的土壤資料極為龐大，不適合用MIPS系統的資料庫直接內鍵，故我們採用DBASEⅢ資料庫來建立土壤資料，再轉換成MIPS的資料庫型態，以供MIPS及Tai3執行檔來使用，該資料庫建檔步驟如下：

(一)進入中文DBASEⅢ系統：

1. 進入Novell網路。
2. 載入倚天中文系統。
3. 載入中文DBASEⅢ系統。

(二)新建檔案欄位：

1. 選輔助功能表第二欄位(新建)下之資料庫檔案(Create)功能項。
2. 選檔案存放目錄。
3. 輸入新檔名。

4. 輸入欄位名稱、型態、欄寬，依序為：

- ①DEPTH          數值型 6.2
- ②X-POSITION 數值型 10.1
- ③Y-POSITION 數值型 10.1
- ④CLASS          字元型 10
- ⑤N              數值型 3.0

5. 結束：按〈Ctrl〉+〈End〉。

(三)增加新記錄：可用增添(Append)或瀏覽(Browse)等功能來鍵入新資料，因瀏覽功能一次可查看十筆記錄，現以此功能來說明操作步驟。

- 1. 選輔助功能表之"設定"功能欄(第一欄位)。
- 2. 選資料庫檔案(目錄及檔名)。
- 3. 選輔助功能表"更新"功能欄(第三欄位)。
- 4. 選瀏覽(Browse)功能項。
- 5. 選項設定(按〈CTRL〉+〈Home〉)。
- 6. 選"結尾"項。
- 7. 按下移鍵，詢問：增加新記錄？輸入(Y)，即可鍵入新資料。
- 8. 若要帶下上一筆記錄，可按〈ESC〉，出現點提示符號，鍵入Set Carry on，按〈Enter〉即可。
- 9. 消除(8)之功能，在點提示符號下鍵入set carry off 即可。

(四)由DBASE III 資料庫轉成MIPS系統之資料庫。

該轉換係在MIPS系統下操作，選項步驟如下：

- 1. Prepare。
- 2. Import。
- 3. Database。
- 4. Copy Dbase。
- 5. Select (2) DBASE III。
- 6. 選擇原始檔名。
- 7. 輸入目的檔名。

轉換完成後，可用MIPS系統內的編輯功能(如7.8.8節所述)來檢驗。

### 7.8.11 編輯圖樣

MIPS系統所提供的圖樣(Pattern)，分標準圖樣及使用者圖樣兩種，標準圖樣為系統內建圖樣檔，而使用者圖樣係由使用者自建，本研究須自建圖樣檔，配合Tai3執行檔來繪製柱狀圖，圖樣的編輯，係在功能鍵F7：Design下執行，操作如下：

#### (一)新建圖樣：

1. 按功能鍵F7：Design。
2. 選(1)：Fill patt。
3. 詢問：Select a fill pattern object to use，選擇輸入圖樣檔名。
4. 影像展示螢幕上出現圖樣視窗(Pattern window)，用滑鼠左鍵選New功能項。
5. 文字監視螢幕詢問：

Enter the number of columns for the new pattern(8-32)：建議輸入8。

Enter the number of lines for the new pattern(8-32)：建議輸入8。

6. 則新建圖樣於該檔案最後一格。

#### (二)進入編輯視窗(Edit window)：

1. 按照(一)新建圖樣之步驟(1)至(3)操作。
2. 出現圖樣視窗時，將滑鼠游標移到某一圖樣上，按左鍵選出該圖樣。
3. 再按滑鼠右鍵，進入編輯視窗，執行編輯工作。

在進入編輯視窗之後，常用的編輯動作有下列數種：

#### (三)更換圖樣檔案(用File功能項來執行)：

1. 選用滑鼠File項。
2. 選User項(也可選Standard項，則叫出標準圖樣檔案)。
3. 選Select項。
4. 選擇檔案，按〈Enter〉。
5. 按滑鼠左右兩鍵，則叫出新的圖樣檔案。

(四)不同圖樣檔案間的圖樣考貝(用Move功能項來執行)步驟如下：

1. 用滑鼠框訂目前螢幕上之某一圖樣。
2. 選Move功能項。
3. 選一新的圖樣檔案名稱。
4. 按〈Enter〉，則可將原框訂的圖樣，考貝到新檔案的最後面位置。

(五)同一圖樣檔案內的考貝或交換(可用Copy或Swap功能項來執行)，步驟如下：

1. 用滑鼠框訂另一圖樣。
2. 要用滑鼠左鍵選欲考貝或交換的圖樣之頁次(page)。
3. 選Copy或Swap功能項。
4. 選擇新的圖樣位置，按滑鼠左鍵。
5. 選Yes，則考貝或互換這兩個圖樣。

(六)更換圖樣上之某一顏色(如紅色全改爲綠色)步驟如下：

1. 在配色盤上，用滑鼠左鍵選綠色。
2. 選Replace功能項。
3. 將滑鼠游標移到圖樣紅色上，按左鍵，則紅色全改爲綠色。

## 7.8.12製作柱狀圖。

柱狀圖之製作，係利用MIPS主功能表上所內插之第七功能項Harbour，來呼叫Tai3執行檔所製作產生，其在MIPS上之操作步驟如下：

1. Harbour。
2. Load map。
3. 在影像螢幕上，出現地圖展示工作框，可用滑鼠選項，如用New

Raster功能項選新地圖檔，用Single raster選單一圖檔，再接滑鼠右鍵，作影像檔重新展示。

4. 按F1：Back跳回上一層功能表。
5. Load data。
6. Select a database object as well information：選出孔位資料庫檔名。
7. Select a database object as well information：選出土壤資料庫檔名。
8. Select fill pattern object：選出圖樣檔名。
9. 螢幕上出現小黑框鑽孔位置標示點，利用滑鼠左鍵選孔。
10. 選孔完畢，按滑鼠右鍵。
11. 輸入鑽孔最大可能高程，單位公尺。
12. 輸入鑽孔最大可能深度，單位公尺，則螢幕上繪出剖面柱狀圖。
13. 退出，同時按滑鼠左右兩鍵，再按〈Enter〉即可。
14. 若要將柱狀圖存檔，可利用功能鍵F3：
  - 14-1. 按F3：SvLd。
  - 14-2. 用滑鼠選工作框內之Save Raster功能項。
  - 14-3. 詢問：Do you want to save the entire screen? 可輸入N。
  - 14-4. 用滑鼠左鍵，調整螢幕圖檔之外框範圍，框住所欲貯存之部份。
  - 14-5. 按滑鼠右，選定外框。
  - 14-6. 用左右移動鍵選擇檔案貯存位置，輸入檔名。
  - 14-7. 結束，按F1：Back跳回上一層功能表。

### 7.8.13圖檔索引聯結

MIPS系統內，可利用圖檔索引(Hyperindex)功能，將各圖檔按照需要層次予以聯結，組合成一個快速搜尋的資料圖庫，索引聯結的製作過程如下：

1. Retrieve。

2. Hyperindex。
3. 按〈Shift〉+〈?〉。
4. 按功能鍵F4：Add。
5. 選擇欲聯結的檔案名稱。
6. 輸入索引庫(Hyperindex stack)名稱。
7. 用滑鼠左鍵選擇索引聯結區的顏色及外框形狀，選擇完畢按滑鼠右鍵結束。
8. 螢幕左邊出現大聯結圖框，可用滑鼠左鍵改變聯結框大小及移動聯結框到所需位置，再按滑鼠右鍵結束定位工作。
9. 輸入新建的聯結區名稱。
10. 將滑鼠游標移到聯結框內，按左鍵，可叫出所聯結的檔案。
11. 按功能鍵F3，可跳回上一層檔案。

若完成聯結後，發現聯結框範圍位置不合適，須作調整。其步驟如下：

1. 在Hyperindex功能下，載入底圖檔，再用〈Shift〉+〈?〉鍵，顯示聯結框。
2. 按〈E〉：Edit，螢幕出現編輯功能表。
3. 用下移鍵，將游標移至Optical欄。
4. 按功能鍵F6：link。
5. 用滑鼠左鍵選擇欲修改之聯結框。
6. 用滑鼠左鍵選擇色盤之顏色及聯結框形狀，按右鍵完成選擇。
7. 用滑鼠左鍵來移動聯結框並改變大小，編輯完成，按滑鼠右鍵。
8. 按下F8：done，表編輯結束。
9. 再按F8：done，表聯結工作結束。
10. 作成果檢驗，可按〈R〉：Redraw，則螢幕重繪該圖檔可供檢視。

若要消除聯結框，可按下列步驟操作：

1. 在Hyperindex功能下，按〈E〉：Edit。
2. 按功能鍵F6：link。

3. 用滑鼠左鍵選欲消除的聯結框。
4. 按功能鍵F7：del。
5. 文字螢幕顯示出索引庫名稱，按〈Enter〉，再按〈Y〉：Yes，完成消除工作。

在製作鑽孔聯結框時，需要將鑽孔位置向量檔覆蓋在地圖影像檔上，以方便建立聯結框，其覆蓋操作步驟如下：

1. Retrieve。
2. Hyerindex。
3. 載入底圖檔。
4. 按〈Shift〉+〈V〉。
5. 文字螢幕詢問：  
There are no vector overlays for this screen,  
Do you wish to add one?      鍵入：Y。
6. 螢幕指示：Select a vector to overlay. 可用移動鍵選擇相關向量檔。
7. 輸入索引庫名稱。
8. 用滑鼠左鍵選擇向量點的符號型態及顏色(或用功能鍵F8：style來編輯向量顯示符號)。
9. 選擇結束，按〈Enter〉，則可看到向量節點覆蓋於底圖上。

#### 7.8.14 製作文字資料檔。

每一鑽孔，都有它相關的試驗數據，本研究依據李咸亨(1988)所建議，將工程地質資料歸類為A、B、C三表(如表7.4、7.5、7.6所示)，每一鑽孔的試驗資料以PE II 文書處理系統鍵入這些表格中，以文字檔的格式存入MIPS系統內，作為解釋鑽孔的土壤資料檔案。

#### 7.8.15 文字資料檔的索引聯結

文字資料檔為解釋鑽孔的資料檔案，因此當與該鑽孔的柱狀圖相

聯結，其索引聯結的操作步驟如下：

1. Retrieve。
2. Hyperindex。
3. 載入柱狀圖檔。
4. 按〈Shift〉+〈?〉檔。
5. 按〈I〉：Information。
6. 用移動鍵找到所欲聯結到該柱狀圖的文字檔，按〈Enter〉。
7. 輸入該文字檔之描述(description)，按〈Enter〉，完成聯結。
8. 檢驗：在該柱狀圖檔下，按〈I〉鍵，檢查此文字檔是否立即顯示在文字螢幕上。
9. 若聯結錯誤，可按〈I〉鍵，再按F6：del除去該聯結。
10. 叫出所聯結的文字檔後，可按功能鍵F2，直接列印出該文字檔。

## 7.9 建檔成果展示說明

### 7.9.1 五大港區地質資料庫系統

利用圖文索引功能，我們將所貯存的地圖資料，剖面資料及土壤資料分層次作索引聯結，因查尋極為便利，可提供使用者快速獲取所需資訊。本系統之搜尋架構如附表7.10所示，操作細節如下：

1. 在MIPS主功能表下，選Retrieve項。
2. 選Hyperindex項。
3. 利用移動鍵找出台灣全島圖檔案(本系統輔助記憶體內之存放位置為D:\HB\TW-MAP.RVF\TW-map01.RVF)，按〈Enter〉，則台灣全島圖顯示於螢幕上，此為第一層主畫面。
4. 將滑鼠游標移至某一港區之標示位置，按滑鼠左鍵，叫出該港區地圖，此為第二層畫面。
5. 在港區地圖上，將滑鼠游標移到所欲查詢的地層資料的地理位置附

- 近，按滑鼠左鍵，叫出該位置的1km\*1km地圖檔，此為第三層畫面。
6. 此時，按〈shift〉+〈?〉鍵，地圖上會顯示出鑽孔位置。
  7. 將滑鼠游標移至某一鑽孔位置上，按滑鼠左鍵，則該鑽孔之剖面柱狀圖隨即顯示於影像螢幕上。
  8. 再按〈shift〉+〈I〉鍵，則該鑽孔之試驗數據及解釋資料等文字檔隨即顯示於文字螢幕上。
  9. 可按F1：Quit跳離文字檔。
  10. 可按F3：Lvl跳回上一層圖檔。
  11. 可反覆步驟(4) - (10)之動作，來查詢所需要的資料。

### 7.9.2 剖面柱狀圖展示系統

利用所撰寫的Tai3程式，我們可在螢幕圖檔上沿某一走向連續選擇所需鑽孔，而將該走向的剖面柱狀圖展示出來，以供土層剖面分佈研判使用。此項展示功能分為四個步驟來執行(如表7.11所示)：(一)載入地圖，(二)標示鑽孔位置，(三)選孔及展示，(四)繪出剖面柱狀圖。操作細節如下：

(一)載入地圖(指1km\*1km地圖影像檔)：

1. 在MIPS主功能表下，選Harbour項。
2. 選Load map項。
3. 用滑鼠在工作框上選New Raster項。
4. 用移動鍵選出地圖檔時及其彩色表，則地圖展示於螢幕上。

(二)標示鑽孔位置：

1. 按F1：Back跳回上一層功能表。
2. 選Load data項。
3. 指示：Select database object as well information。

使用者可用移動鍵，選出相關的座標資料庫。

此時，螢幕圖檔上會自動標示出鑽孔位置。

(三)選孔及展示：

1. 文字螢幕會繼續指示：

Select database object as soil layer information.

可用移動鍵選出相關的土壤資料庫。

2. 指示：Select fill pattern object。

選出相關的圖樣檔。

3. 指示：Press left button to select a well.

用滑鼠左鍵可連續選擇數個鑽孔，而每個鑽孔之柱狀圖會直接展示在地圖鑽孔位置上。

(四)繪出剖面柱狀圖：

1. 按滑鼠右鍵，跳出選孔程序。

2. 輸入鑽孔可能高程(單位：公尺)。

3. 輸入鑽孔可能深度(單位：公尺)。

4. 螢幕清除，隨後繪出所選之鑽孔柱狀圖，並標示深度，座標值及 SPT-N值。

5. 結束：先按滑鼠左右兩鍵，再按〈Enter〉作結束。

## 7.10 台中港區地質資料應用說明

我們以台中港區之地質資料為範例，來說明該系統之應用成果。

### 7.10.1地質資料庫系統說明

1. 在Hyperindex功能項下，叫出台灣全島圖，如圖7.2所示。

2. 將滑鼠游標移至台中港之標示區內，按滑鼠左鍵，叫出台中港區地圖，如圖7.3所示。

3. 在台中港區地圖上，將滑鼠游標移到漁港位置附近，按滑鼠左鍵，叫出漁港附近1km\*1km區域地圖，如圖7.4所示。

4. 按〈Shift〉+〈?〉鍵，或按〈Shift〉+〈V〉鍵，顯示該區域地圖上已有的鑽孔位置如圖7.5所示。

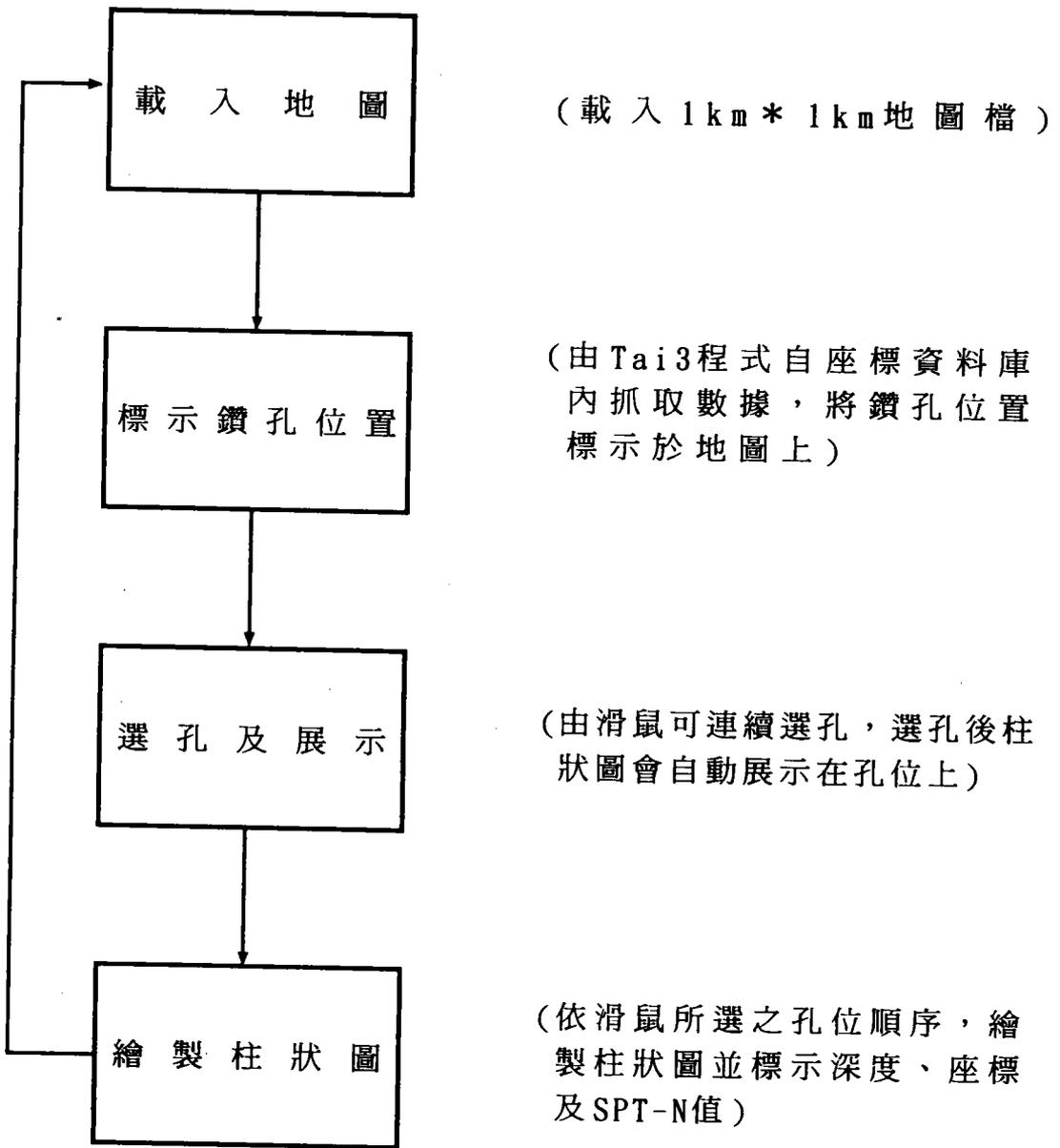


表 7.11 地層剖面柱狀圖展示系統架構

5. 將滑鼠游標移至某一鑽孔位置上，按滑鼠左鍵，叫出該鑽孔之地質剖面柱狀圖，如圖7.6所示。而柱狀圖所展示的土岩層種類代號及對照圖案如表7.12所示。
6. 按〈shift〉+〈I〉鍵，則文字工作螢幕上顯示出該柱狀圖的解釋資料，如表7.13所示。

## 7.10.2剖面柱狀圖展示系統說明

1. 在MIPS主功能表下，選Harbour項，再選Load map項。
2. 用滑鼠選New Raster項，再用移動鍵叫出台中港區漁港附近1km\*1km區域地圖，如圖7.4所示。
3. 按F1: Back，再選Load data項，照工作螢幕指示用移動鍵選出台中港區內的座標資料庫檔案，此時，影像顯示螢幕地圖檔上會自動顯示出已有之鑽孔位置，如圖7.7所示。
4. 再按指示輸入台中港區土壤資料庫及圖樣檔案。此時利用滑鼠左鍵可連續選擇數個鑽孔，而每個鑽孔之柱狀圖會直接展示在地圖鑽孔位置上，如圖7.8所示。
5. 按滑鼠右鍵，輸入可能高程及深度值，則影像顯示螢幕隨即繪出所選之鑽孔柱狀圖，並標示深度、座標及SPT-N值，如圖7.9所示。

## 7.11建檔研究之結論與建議

1. MIPS系統與其它地理資訊系統相比，其軟體價位極為低廉，功能表層次分明，操作方便，更可撰寫所需功能架構於該系統上。在硬體方面，只需一般的個人電腦，加配一文字工作螢幕，除了上述多項優點外，也可配合個人電腦上之各種套裝軟體，進行分析、整理及進一步的研究，並因個人電腦普及於各班公處所及各研究室內，在個人電腦上開發的資料，可直接提供各港埠單位配合適當軟體來使用，此為本研究採用此系統的主要原因。
2. MIPS在影像展示上速度極快，由掃描儀所輸入的一般影像檔(TGA或

# 臺灣五大港區大地工程資料庫

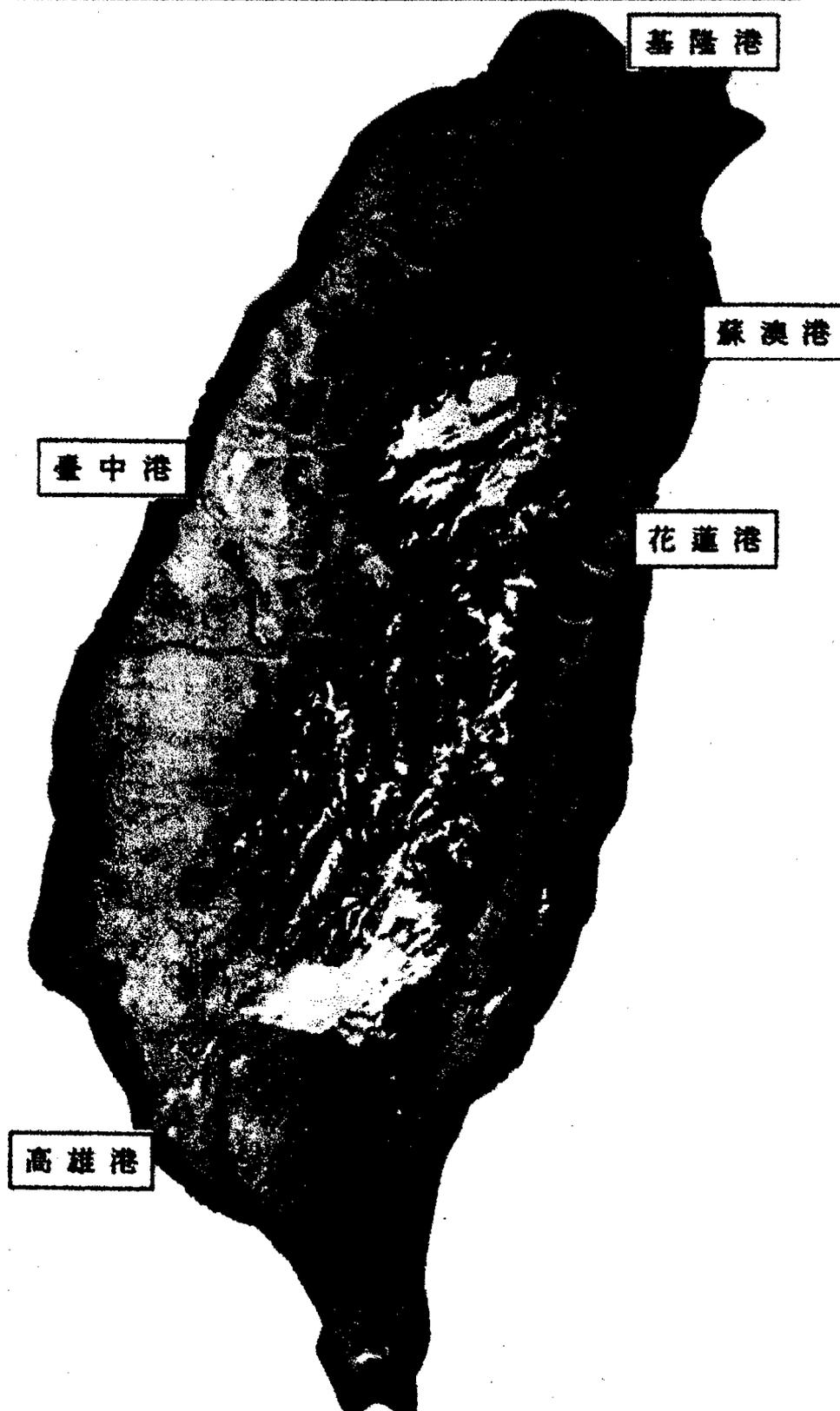


圖7.2 台灣五大港區分佈示意圖。

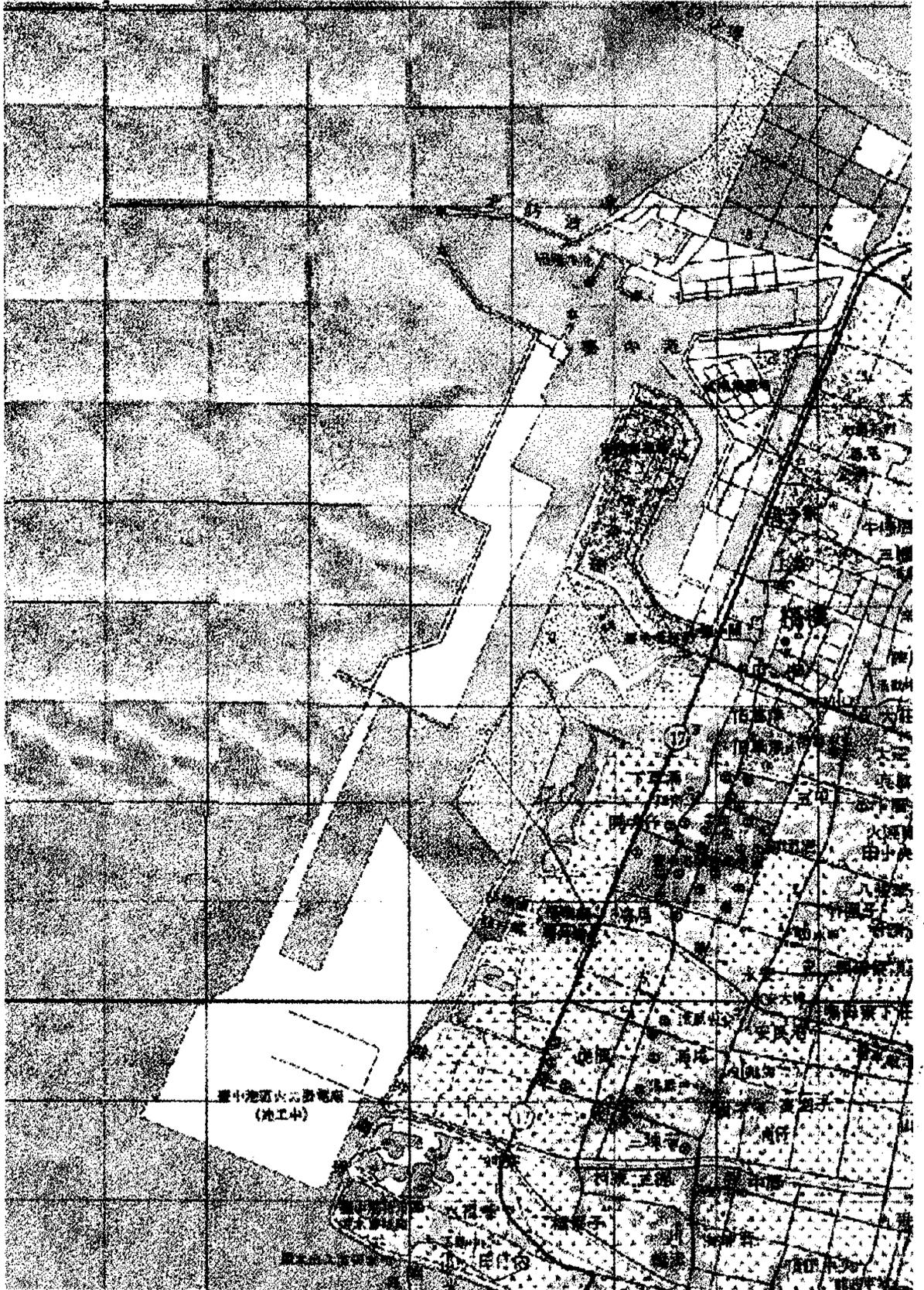


圖7.3 台中港港區地圖。

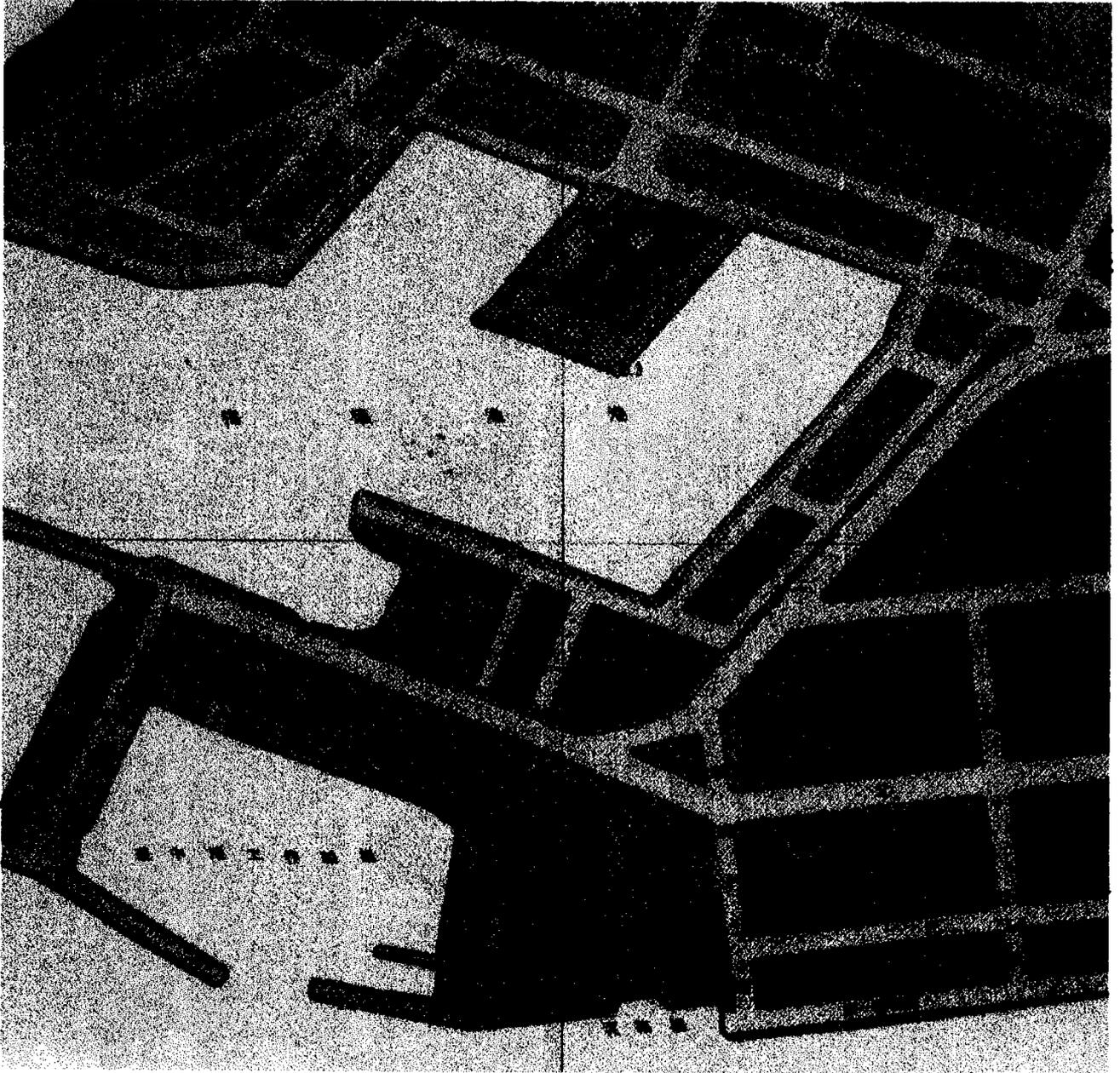


圖7.4 台中港區漁港附近1km×1km區域地圖。

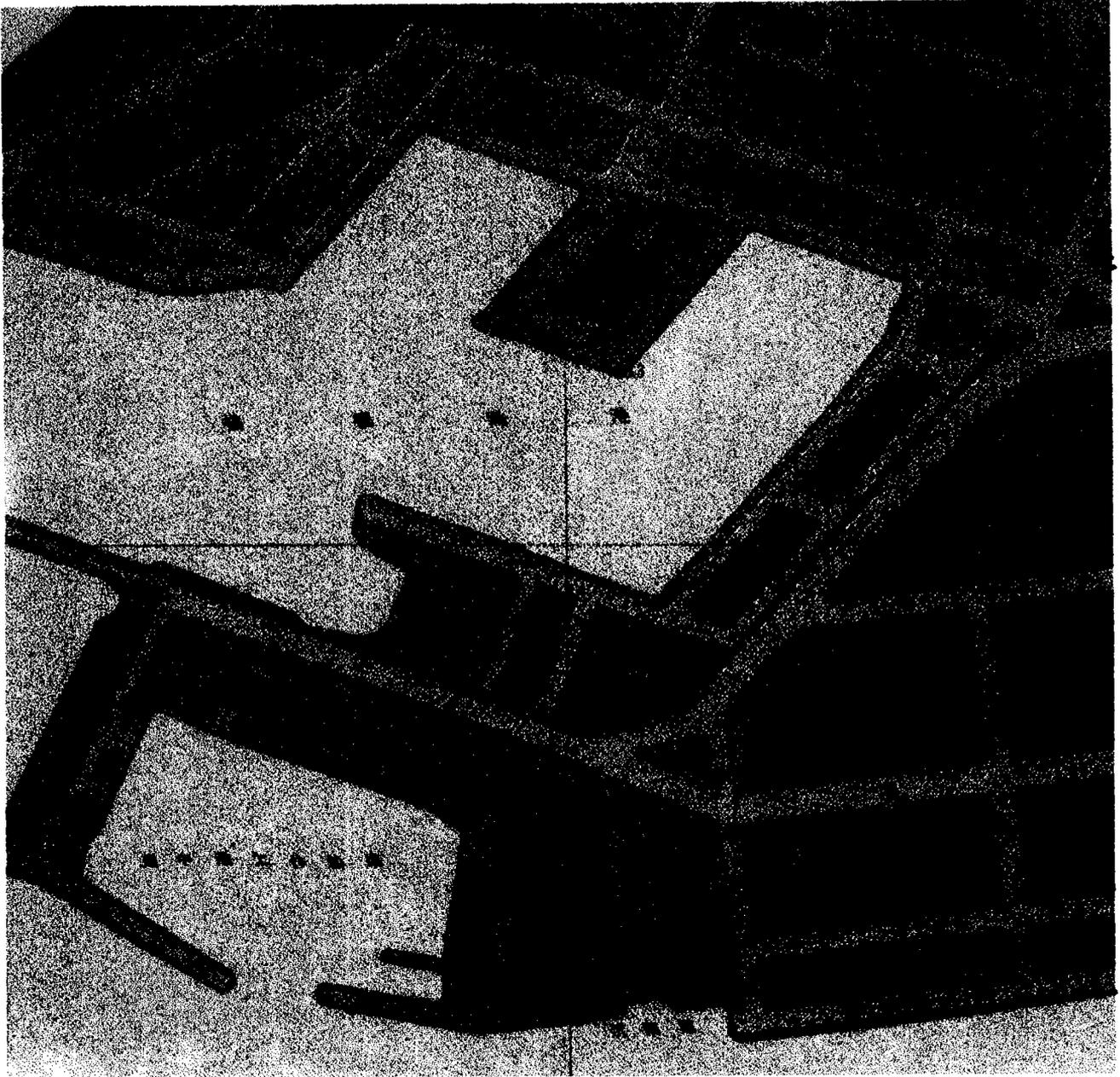


圖7.5 1km×1km區域地圖及鑽孔群圖。

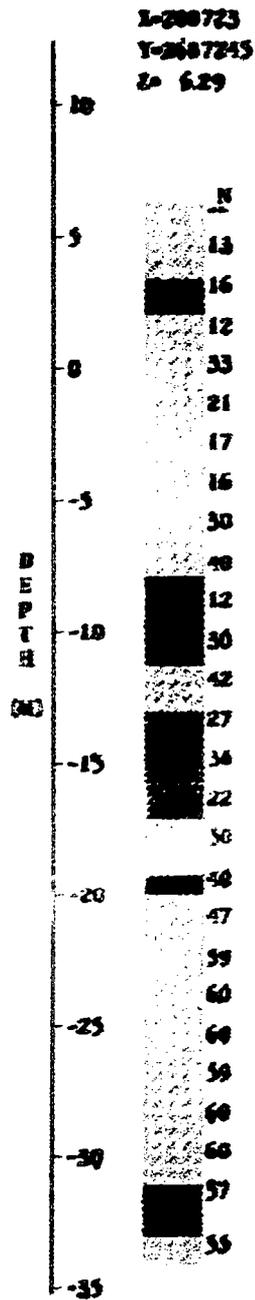


圖7.6 所選取鑽孔之柱狀圖。

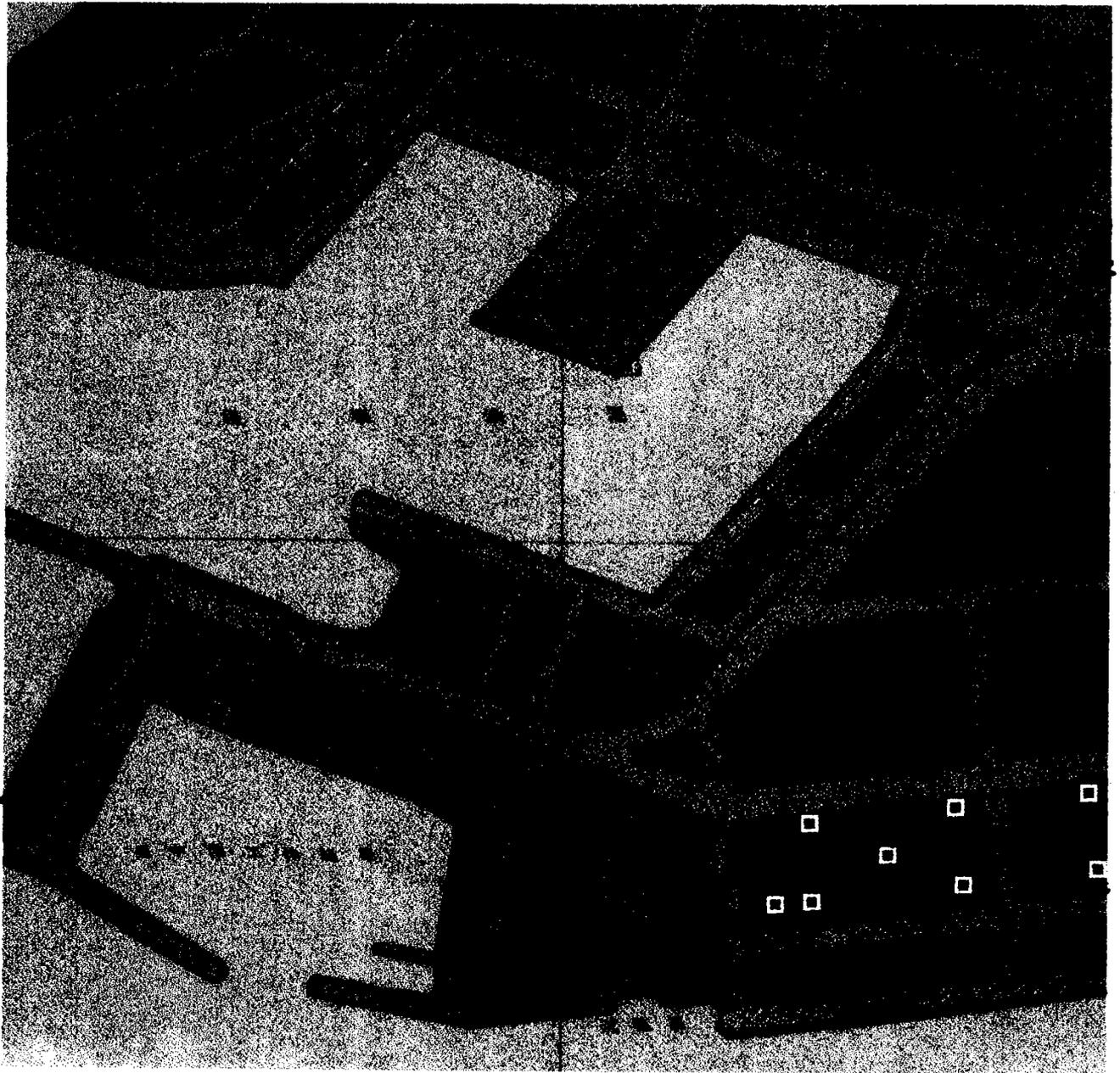


圖7.7 區域地區及鑽孔群圖。

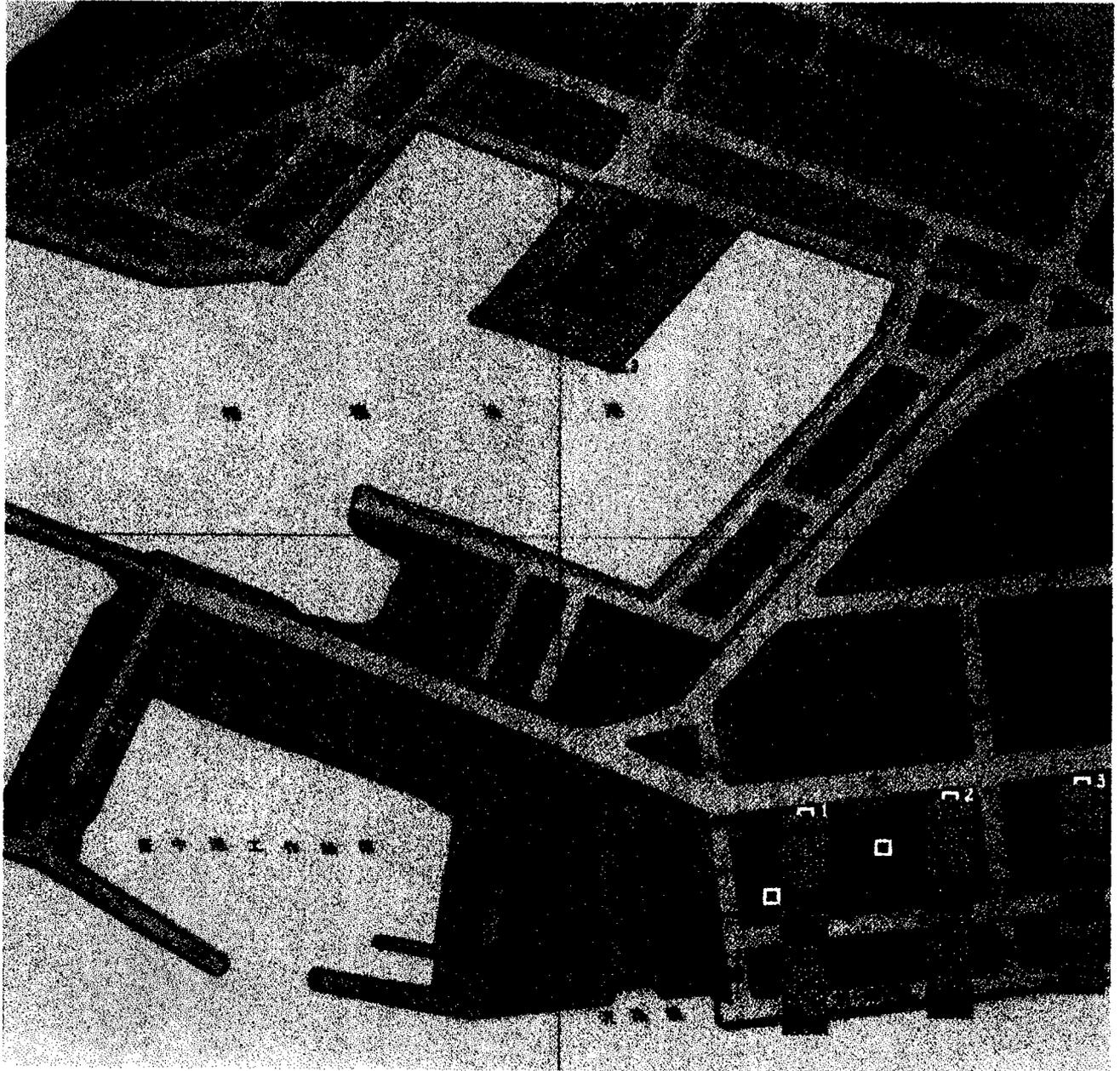


圖7.8 區域地區及所選取鑽孔之柱狀圖。

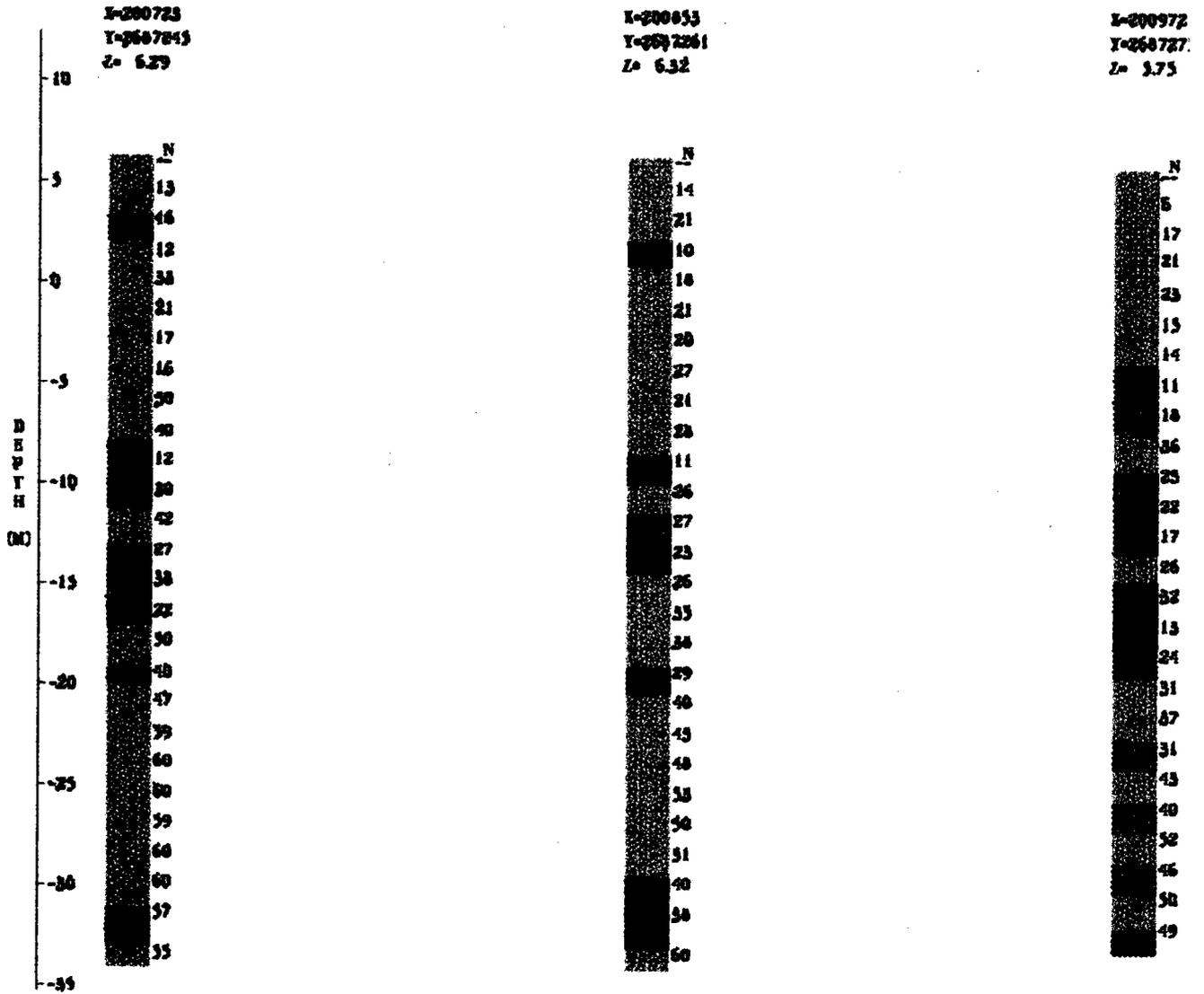


圖7.9 二向度地層剖面圖。

表 7.12 土岩層代號及剖面圖案對照表。

計劃名稱:台中港倉庫基礎地質鑽探  
 鑽孔編號:H/S4  
 提供單位:台中港務局  
 鑽探公司:成功大學  
 試驗公司:成功大學  
 鑽探日期:03-24-1974  
 鑽孔位置:台中港碼頭區倉庫

X座標:200723  
 Y座標:2687245  
 Z座標:6.293 m  
 水位計:  
 埋設深度: m

鑽孔傾角:90  
 鑽孔孔徑: cm  
 鑽孔深度:40 m

地下水位深度:+3.79 ,  
 日期:03-24-74, , , , ,

深 度 (M)	土/岩層 說明	土壤 岩石 分類	取 樣 率	R Q D %	N 值	採 樣 編 號	礫 石 %	砂 土 %	粉 土 %	黏 土 %	自 然 含 水 量 %	液 性 限 度 %	塑 性 指 數	總 單 位 重 t/m <sup>3</sup>	比 重 Gs	孔 隙 比 e
0.50	灰色粉土質細砂	SM			-	S001	0	70	30	0	10.6	-	-	-	2.67	-
1.85	灰色粉土質細砂	SM			13	S002	0	88	12	0	5.2	-	-	1.74	2.66	0.61
2.90																
3.40	灰色粉土	ML			16	S003	0	35	65	0	20.7	-	-	2.08	2.68	0.56
4.20																
4.90	灰色粉土質細砂	SM			12	S004	0	78	22	0	20.0	-	-	2.04	2.67	0.57
6.30	"	SM			33	S005	0	78	22	0	19.5	-	-	2.13	2.67	0.50
7.85	"	SM			21	S006	0	88	12	0	24.6	-	-	1.93	2.66	0.71
9.30	"	SM			17	S007	0	75	25	0	23.5	-	-	2.05	2.67	0.61
10.85	"	SM			16	S008	0	67	33	0	23.0	-	-	1.94	2.67	0.69
12.30	"	SM			30	S009	0	67	33	0	23.5	-	-	2.12	2.67	0.55
13.90	"	SM			40	S010	0	83	17	0	21.3	-	-	1.93	2.66	0.67
14.10																
15.30	灰色粉土	ML			12	S011	0	23	65	12	28.3	-	-	2.00	2.68	0.72
16.85	"	ML			30	S012	0	28	67	5	28.9	-	-	1.94	2.68	0.79
17.50																
18.30	灰色粉土質細砂	SM			42	S013	0	66	34	0	18.7	-	-	2.05	2.67	0.54
19.20																
19.85	灰色粉土	ML			27	S014	0	31	51	18	27.1	-	-	2.03	2.67	0.67
21.30	"	ML			38	S015	0	31	51	18	27.3	-	-	2.03	2.67	0.67
22.40																
22.85	灰色黏土	CL			22	S016	0	17	36	47	37.9	34.2	10.5	1.84	2.70	0.88
23.20																
24.30	灰色粉土質細砂	SM			50	S017	0	73	27	0	19.5	-	-	2.03	2.67	0.57
25.30																
25.90	灰色黏土	CL			40	S018	0	31	41	28	31.1	31.1	9.6	1.90	2.69	0.85
26.00																
27.30	灰色粉土質細砂	SM			47	S019	0	84	16	0	21.5	-	-	1.98	2.66	0.63
28.90	"	SM			59	S020	0	86	14	0	23.1	-	-	2.07	2.66	0.58
30.30	"	SM			60	S021	0	75	23	2	18.2	-	-	2.03	2.67	0.55
31.85	"	SM			60	S022	0	72	26	2	23.1	-	-	1.99	2.67	0.65
33.30	"	SM			59	S023	0	61	39	0	25.0	-	-	2.03	2.67	0.65
34.85	"	SM			60	S024	0	72	28	0	23.7	-	-	2.00	2.67	0.65
36.30	"	SM			60	S025	0	75	25	0	22.9	-	-	1.98	2.67	0.65
37.10																
37.85	灰色粉土	ML			57	S026	0	26	57	17	29.0	-	-	2.03	2.68	0.71
39.00																
39.85	灰色粉土質細砂	SM			55	S027	0	58	29	13	23.3	-	-	2.05	2.67	0.61
40.00																

表7.13 柱狀圖文字解釋資料。

TIFF檔)，轉成MIPS的RVF影像檔後，聯結在圖文索引的架構內。在圖文索引的操作時，顯示一張約800k bytes的RVF檔所需時間不到2秒，顯示極為快速。因此，在索引查詢的操作上極為便捷，可達到快速查詢的目的，為龐大資料典藏及查詢的最佳工具之一。

3. 本研究已可將鑽孔群的二度空間地層剖面圖繪出，可供大地工程師在工程初期規劃上研判使用，以及學術界的研究參考，在未來的研究中，計劃發展三度空間的剖面圖，並利用所貯存的資料及系統語言來撰寫分析程式，以達資料處理的最高層次。
4. 港區工程規劃階段常需龐大的經費進行地質調查、鑽探及試驗，若有大地工程地質資料庫之設立，則工程師可依據現有資料做規劃調查的合理配置，來決定調查重點並避免重覆作業，可節省大量經費、時間及人力。

## 捌、結論及建議：

國內各港區雖有許多地質資料可供參考利用，可惜這些資料散見於各有關單位，由於缺乏專人管理，資料極易遺失，故設立大地工程地質資料庫，有系統的整理分析與儲存大地工程資料，已是極為迫切性的問題。

本研究就已搜集各港區的地質調查資料，除加以建檔儲存外，並就各港區之地質概況、地震資料、地層分佈情況及大地工程特性等做有系統的整理分析，雖然資料有限，且各港區地層情況複雜無法整理出具代表性的成果，但希望本研究是一個開始，能將散見於各港區備而不用，甚至棄而不用之地質資料，重新整理加以發揮並永久保存。

由於大地工程資料庫之建檔工作為一永久性的計劃，須不斷的補充建檔，使各港區地質資料庫更完備，可靠度更形提高，故本研究建議：

- (1)各港務局應協調提出鑽探"統一表格"，一方面營造廠商作業規格化，便於監工人員督導，一方面便於資料建檔儲存。
- (2)各鑽孔位置，高程等基本資料應標示清楚，以方便日後查閱。
- (3)各港區若有新的地質調查資料時，建議應有專人列管，並提供乙份供本所建檔儲存。
- (4)本研究建檔軟體採用MIPS系統，可直接提供各港埠單位配合適當軟體使用，各港區於工程規劃階段或設計階段，可利用本大地工程資料庫調閱所需之地質資料以節省時間及經費。
- (5)本報告有關各港區之地層情況及大地工程性質等，僅根據目前已搜集的資料加以研討，將來若陸續有新的資料補充時應再繼續檢討修訂。

## 附錄 各港區鑽探孔位置圖