

82－研(九)

# 台灣各港區地質調查分析與資料建檔研究

## 期中報告(三)

|          |       |       |
|----------|-------|-------|
| 計劃主持人：   | 研 究 員 | 李 延 恭 |
| 研 究 人 員： | 副研究員  | 謝 明 志 |
|          | 助 理   | 趙 光 華 |
|          | 技 工   | 張 阿 平 |
|          |       | 陳 義 松 |
|          |       | 李 春 榮 |

台灣省政府交通處港灣技術研究所  
中華民國八十二年六月

# 台灣各港區地質調查分析及資料建檔研究

## 目

## 錄

|                    |         |    |
|--------------------|---------|----|
| 一.前言               | 李延恭     | 1  |
| 1.1 計劃目的           |         | 1  |
| 1.2 計劃內容           |         | 1  |
| 二.資料搜集             | 李延恭     | 3  |
| 2.1 一般資料搜集         | 趙光華     | 3  |
| 2.2 地質調查資料         | 李延恭     | 3  |
| 2.3 地震資料           | 李延恭     | 4  |
| 三.資料分析及整理          | 李延恭     | 6  |
| 3.1 自然環境與基地現況      | 李延恭     | 6  |
| 3.2 氣象與海象          | 趙光華     | 9  |
| 3.3 地質概況           | 李延恭     | 26 |
| 3.4 地震調查資料分析       | 李延恭     | 33 |
| 3.5 地層分佈情況         | 李延恭     | 42 |
| 3.6 地下水資料分析        | 李延恭     | 44 |
| 四.資料建檔研究           | 謝明志 趙光華 | 53 |
| 4.1 大地工程地質資料之處理原則  |         | 53 |
| 4.2 建檔目的           |         | 53 |
| 4.3 現有港區鑽孔資料       |         | 54 |
| 4.4 資料建檔系統之基本需求及功能 |         | 54 |
| 4.5 台中港區部份地質資料應用範例 |         | 57 |

## 附 圖 目 錄

|      |                           |    |
|------|---------------------------|----|
| 3.1  | 各港區月平均氣溫比較                | 10 |
| 3.2  | 各港區月平均風速比較                | 14 |
| 3.3  | 侵台颱風路徑分類統計                | 18 |
| 3.4  | 各港區月降雨量變化比較               | 22 |
| 3.5  | 花蓮平原地形圖                   | 30 |
| 3.6  | 花蓮地質圖                     | 31 |
| 3.7  | 台灣主要地震帶及二十世紀強烈地震震央分佈情形    | 37 |
| 3.8  | 台灣地區1900至1935年間地震震央分佈情形   | 38 |
| 3.9  | 台灣地區1936至1973年間地震震央分佈情形   | 39 |
| 3.10 | 災害地震分佈圖                   | 40 |
| 3.11 | 台中港區土層剖面示意圖               | 45 |
| 3.12 | 台中港區I-I土層剖面圖              | 46 |
| 3.13 | 台中港區II-II土層剖面圖            | 47 |
| 3.14 | 台中港區III-III土層剖面圖          | 48 |
| 3.15 | 台中港區IV-IV土層剖面圖            | 49 |
| 3.16 | 台中港區V-V土層剖面圖              | 50 |
| 3.17 | 台中港區長期地下水觀測資料             | 51 |
| 4.1  | 台中港區全圖                    | 59 |
| 4.2  | 由四張小格圖所組成之大格圖             | 60 |
| 4.3  | 由大格圖中選取T03023小格圖          | 61 |
| 4.4  | T03023區域中已建檔之鑽孔位置圖        | 62 |
| 4.5  | 由T03023區域塊中選取三個鑽孔之鑽孔群     | 63 |
| 4.6  | SS-15,SS-20,SS-25鑽孔群鑽孔柱狀圖 | 64 |

## 附 表 目 錄

|      |                   |    |
|------|-------------------|----|
| 2.1  | 各港區提供之地質調查報告數量整理  | 5  |
| 3.1  | 各港區月平均氣溫統計表       | 9  |
| 3.2  | 各港區年平均最高及最低氣溫記錄   | 11 |
| 3.3  | 各港區絕對最高,最低氣溫資料    | 11 |
| 3.4  | 各港區月平均風速          | 13 |
| 3.5  | 各港區年平均風速          | 15 |
| 3.6  | 各港區最大風速風向及發生日期    | 15 |
| 3.7  | 各港區月降水量           | 20 |
| 3.8  | 各港區年平均降水量         | 20 |
| 3.9  | 各港區一日間最大降水量及發生日期  | 21 |
| 3.10 | 各港區月平均降雨天數        | 21 |
| 3.11 | 各港區平均降雨天數         | 22 |
| 3.12 | 各港區潮位資料           | 25 |
| 3.13 | 花蓮地區損害重大地震一覽表     | 41 |
| 3.14 | 台中港區簡化土層及土壤物理性質資料 | 52 |
| 4.1  | 現有各港區鑽孔資料         | 65 |
| 4.2  | SS-15鑽孔A表資料       | 66 |
| 4.3  | SS-15鑽孔B表資料       | 67 |
| 4.4  | SS-15鑽孔C表資料       | 68 |
| 4.5  | SS-20鑽孔A表資料       | 69 |
| 4.6  | SS-20鑽孔B表資料       | 70 |
| 4.7  | SS-20鑽孔C表資料       | 71 |
| 4.8  | SS-25鑽孔A表資料       | 72 |
| 4.9  | SS-25鑽孔B表資料       | 73 |
| 4.10 | SS-25鑽孔C表資料       | 74 |

# 一、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，其目的有二：

- (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。

## 1.2 計劃內容

本研究計劃預計四年完成，其主要工作內容如下：

- (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。

其分年實施步驟如下：

- 1.第一年（八十年）實施步驟

### (1)資料搜集

包括自然環境、地形圖、鑽孔資料、鑽探資料、土壤試驗資料、地下水調查資料、地球物理探測資料、地震資料、地表地質調查資料、基礎設計施工資料及安全監測資料等。

### (2)資料之分類準則及表格化處理製作研究。

### (3)資料建檔電腦軟體、硬體設備之探討。

## 2.第二年（八十一年）實施步驟

### (1)資料整理及分析

根據第一年搜集的資料作有系統的整理分析、去蕪存菁後予以數據化，做為資料電腦建檔的準備。

### (2)地質資料補充調查

對現有地質資料不足、不確實或缺少地質調查資料及地層變化情況較複雜地區進行重點式的補充調查以彌補現有資料的不足。

### (3)資料建檔程式研討

考慮資訊的一致性和流通性，資料的整理以表格化為主，其目的在建立一套完善、簡便、迅捷的高效率系統。

## 3.第三年（八十二年）實施步驟

### (1)地質資料補充調查

繼續進行各港區地質補充調查和土壤試驗以獲得更完整的大地工程資料。

### (2)完成資料建檔程式之研究。

### (3)進行各港區大地工程性質分析及大地工程問題探討。

## 4.第四年（八十三年）實施步驟

### (1)完成資料建檔。

### (2)完成地質資料之整理及分析。

### (3)提供資訊服務方式及未來新資訊之補充方式之探討。

### (4)完成總研究報告。

## 二、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，本研究計劃擬向各港務局、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。

資料搜集主要項目及內容如下：

### 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，影響地下水變化的因素均應加以考慮。

## 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<br>鑽探報告 | 地震調查 | 樁 荷 重<br>試驗報告 | 港 擴 建<br>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    | 70          | 0    | 0             | 0             | 0    | 70  |
| 合 計   | 3    | 117         | 2    | 4             | 1             | 1    | 131 |

### 三、資料分析及整理

#### 3.1 自然環境與基地現況

##### (1)基隆港

基隆港位於北緯 $25^{\circ}$ 、東經 $121^{\circ}$ ，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哩處為最佳陸標之一，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。

##### (2)蘇澳港

蘇澳港位於本省東北部之蘇澳灣，東經 $121^{\circ}51'$ ，北緯 $24^{\circ}35'$ ，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哩，南距花蓮港約40哩，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。

蘇澳溪由上游白米溪，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)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。

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，將來並有鐵路與大肚站相連接，形成一個環狀系統，所以無論鐵公路都非常便捷。

### (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。

#### (5)高雄港

高雄港位於台灣本島西南沿海，港區因水域遼闊，波平浪靜，外有天然屏障阻隔，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。

## 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，其統計期間在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<br>月 份 | 基<br>隆 | 梧<br>棲 | 高<br>雄 | 花<br>蓮 | 蘇<br>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   | 21.1   |
| 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   |

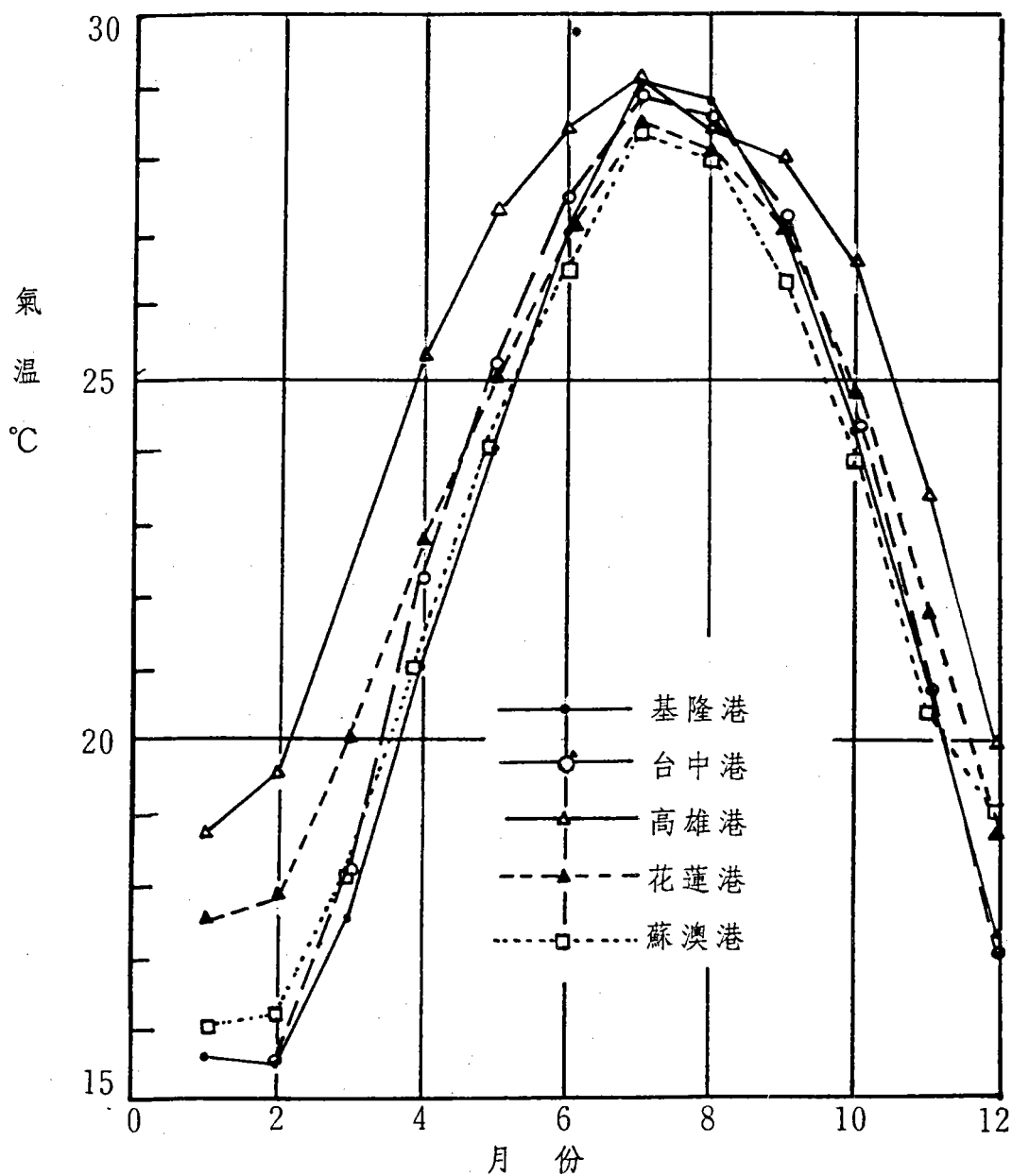


圖 3.1 各港區月平均氣溫比較

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° C為最低。

表3.2 各港區年平均及年平均最高最低氣溫

| 氣 溫<br>港 區 | 年 平 均<br>( °C ) | 年 平 均 最 高<br>( °C ) | 年 平 均 最 低<br>( °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                | 20.4                |
| 蘇 澳        | 22.2            | 25.0                | 19.7                |

表 3.3 各港區絕對最高、最低氣溫資料

| 絕對氣溫<br>港 區 | 最 高<br>( °C ) | 發 生 日 期<br>年 . 月 . 日 | 最 低<br>( °C ) | 發 生 日 期<br>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<br>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 5 $\%$ ，吹風延時平均七至九天，最大延時幾達一個月，風速超過10 $\%$ 者，延時較短，最大風速有達20 $\%$ 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30 $\%$ 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10 $\%$ 。

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，使均風速比春、秋二季要強，最大風速亦接近30 $\%$ 。

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

| 港 區<br>月 份 | 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 |

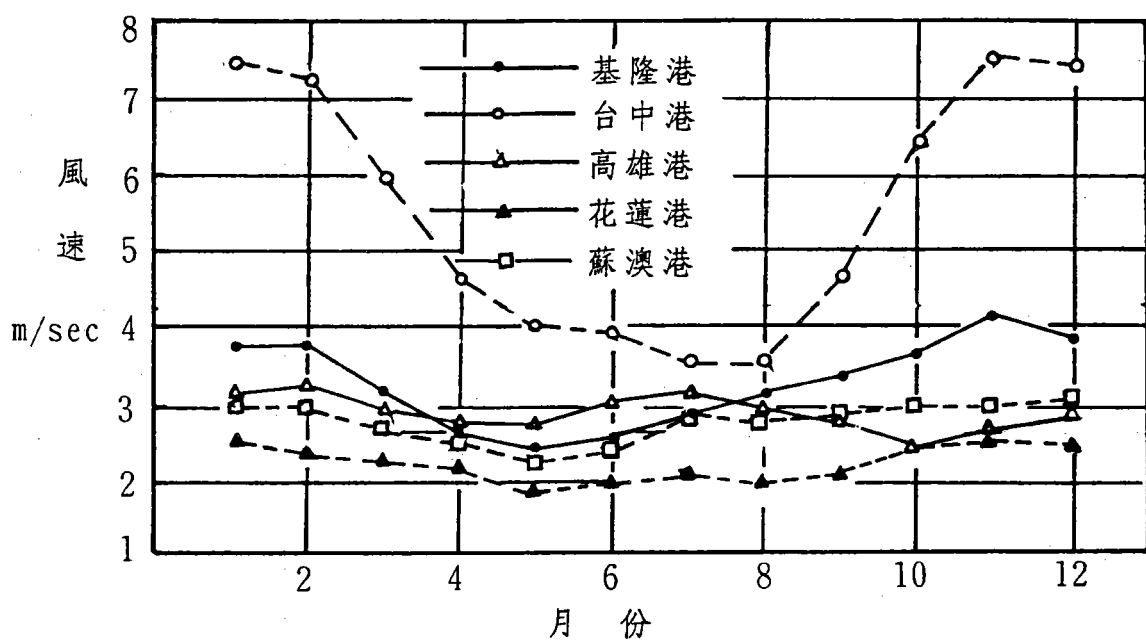


圖 3.2 各港區月平均風速變化比較

表 3.5 各 港 區 年 平 均 風 速

| 港 | 區 | 年 平 均 風 速<br>(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：

- (i) 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。
- (ii) 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：

- (i) 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。
- (ii) 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：

- (i) 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。

(ii) 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：

(i) 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。

(ii) 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，第二路徑位第三位，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。

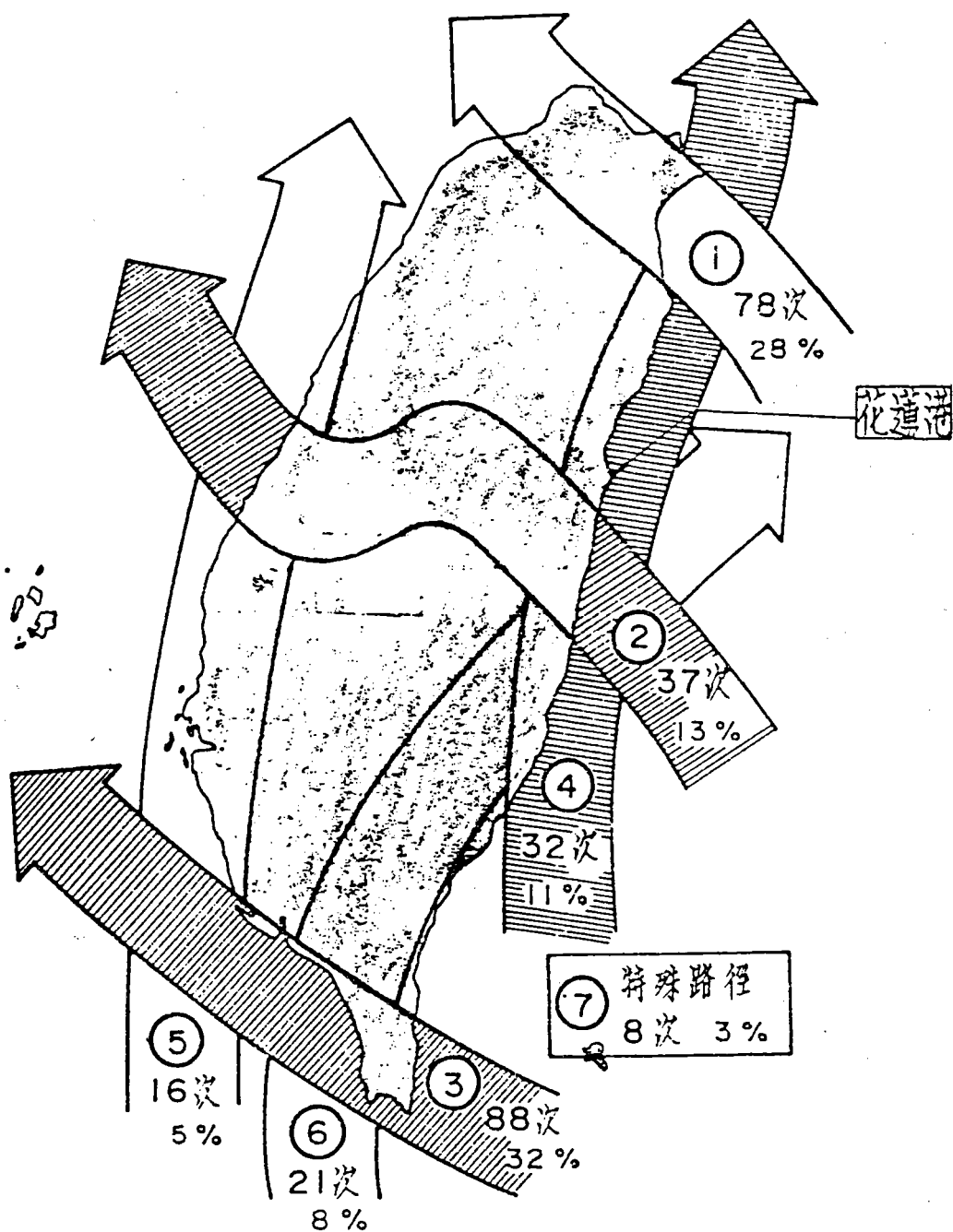


圖 3.3 侵臺颱風路徑分類統計(1897 ~ 1974)

#### 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，七至八月為乾旱期，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。

台中港區年平均雨量約為1280公釐，每月平均雨量以五、六月較多在 200公釐以上，十月至十二月為乾旱季節。

花蓮港年平均降雨量約為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，一至四月為乾旱季節，本港一日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

| 港 區<br>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 降 水 量<br>(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 各港區一日間最大降水量及發生日期

| 港 區 | 一日間最大降水量<br>(M M) | 發 生 日 期<br>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<br>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           |

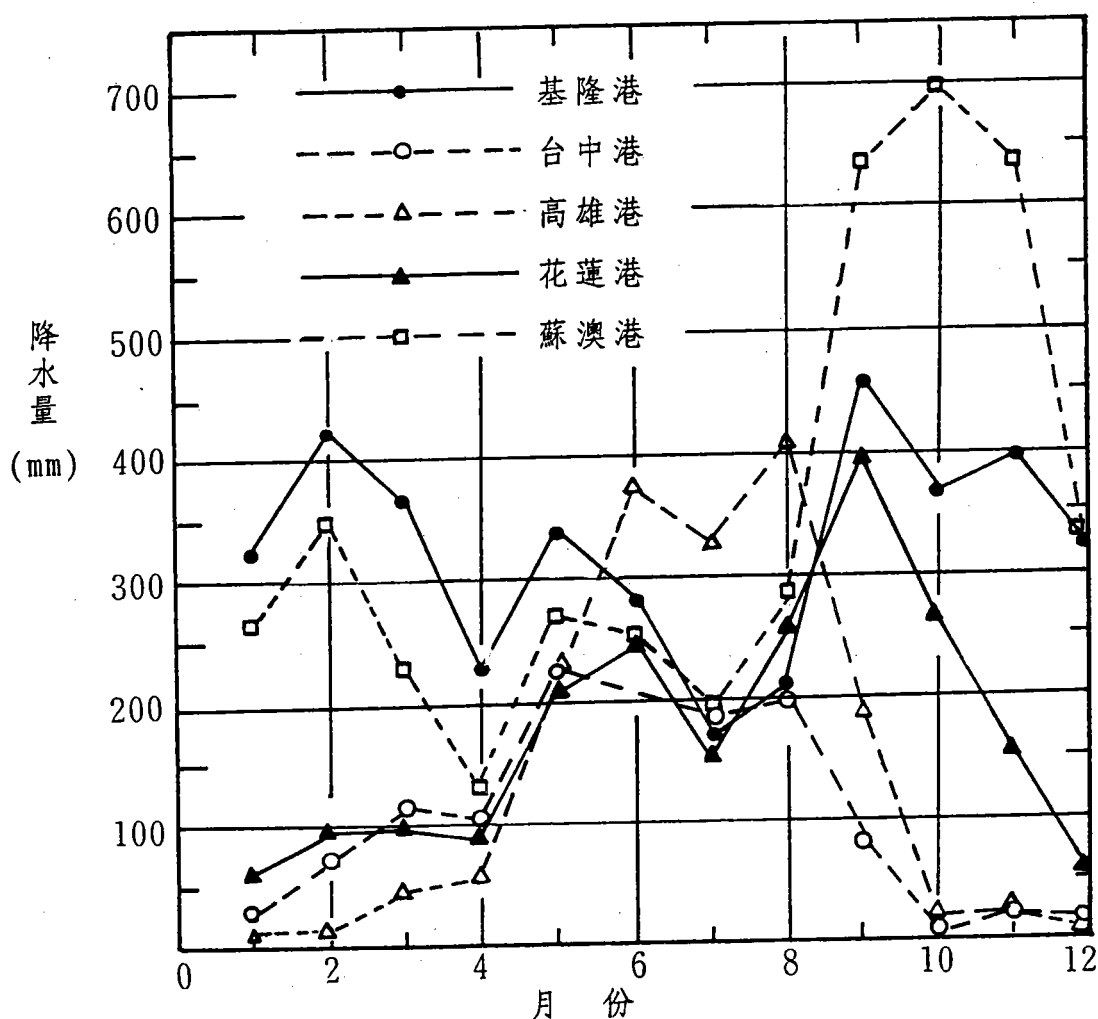


圖 3.4 各港區月降雨量變化比較

## 5. 海象

各港區潮位資料理如表3.12所示，茲說明如下：

### (i) 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。

### (ii) 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。

### (iii) 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 0.4%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0.7‰。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 0.1‰左右，故可知夏季時除颱風期外，幾無漂沙活動。

#### (iv) 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，颱風波更為驚人，根據高雄港務局所測得的最大波高為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。

#### (v) 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為重要考慮因素之一。

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<br>潮 位 資 料 | 基隆港  | 蘇澳港   | 台中港  | 高雄港   | 花蓮港   | 備 註 |
|----------------|------|-------|------|-------|-------|-----|
| 平 均 潮 差        |      |       | 3.74 |       |       |     |
| 最 高 潮 位        | 2.19 | 2.25  | 5.64 | 1.67  | 2.55  |     |
| 最 低 潮 位        | 0    | -0.20 | 0.32 | -0.04 | -0.78 |     |
| 平 均 高 潮 位      |      | 1.40  | 4.64 | 0.97  | 1.31  |     |
| 平 均 低 潮 位      |      | 0.48  | 0.90 | 0.50  | 0.34  |     |
| 平 均 潮 位        | 1.11 | 0.93  | 2.77 | 0.74  | 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

### 3.3 地質概況

#### 3.3.1 基隆港

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「萬人堆」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角於軟岩之上，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（中壢期及以後）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。

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 *Ditrupea* sp. 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、粉岩石、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 graywacke) 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。

### 3.3.2 蘇澳港

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，蘆山層口，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。

### 3.3.3 台中港

台中港原地形為由大甲溪和大肚溪沖積形成之西部海岸平原，地質上屬現代沖積層，早期台灣西海岸廣大之台地與隆起海岸平原，係由各河川所搬運之巨量泥沙堆積於淺平之台灣海峽東緣而成，海岸線頗為單純，又因西部各河流的帶砂量頗多，淤塞沈積作用甚盛，外洋頗淺與大陸之間的台灣海峽，大部份係深 50 公尺以內的淺海，海岸一帶砂嘴，砂洲，砂丘等異常發達。

大肚台地係一長方形台地，北由大甲溪南岸起，南至大肚溪北岸為主，總長約 20 公里，平均寬約 7 公里，大致呈北北東—南南西之延長方向。

大肚台地之西坡，除龍井北東方之北勢坑面外，傾斜頗急，而其東坡面卻呈緩斜坡，故本台地大致呈一傾動地塊，具有由西向東之傾動方向，故其西坡係一斷層崖（清水斷層）乃大甲斷層之南方延長，經過本台地西側之山麓線，大肚台地雖屬於一大傾動地塊，但台地上尚被幾條南北向與東西向之小活斷層截割。清水、橋頭寮之南、湖底之南圳堵之南一線亦似一活斷層，民國二十四年四月之大地震時，本斷層附近之村落破壞特甚。

台中港附近除了前述斷層外尚有車籠埔斷層，彰化斷層，獅潭斷層和屯子腳斷層等，惟造成強震破壞的為北邊靠近苗栗的獅潭斷



層及豐原附近之屯子腳斷層。

### 3.3.4 高雄港

高雄地區地質，大多屬第四紀中之沖積層，層位平鋪，未曾受過變動，而隆起之珊瑚礁其高約數公尺至數十公尺。沖積層是由河川堆積而成，其構造以砂、礫、泥土及各種有機物為主，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。

### 3.3.5 花蓮港

#### 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 3.5）

- (1)加禮宛平原
- (2)米崙溪洪涵原
- (3)沙婆嚨沖積扇
- (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 3.6，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榮教授所命名。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質礫石層為主。此層為擴建工程地基之基盤。

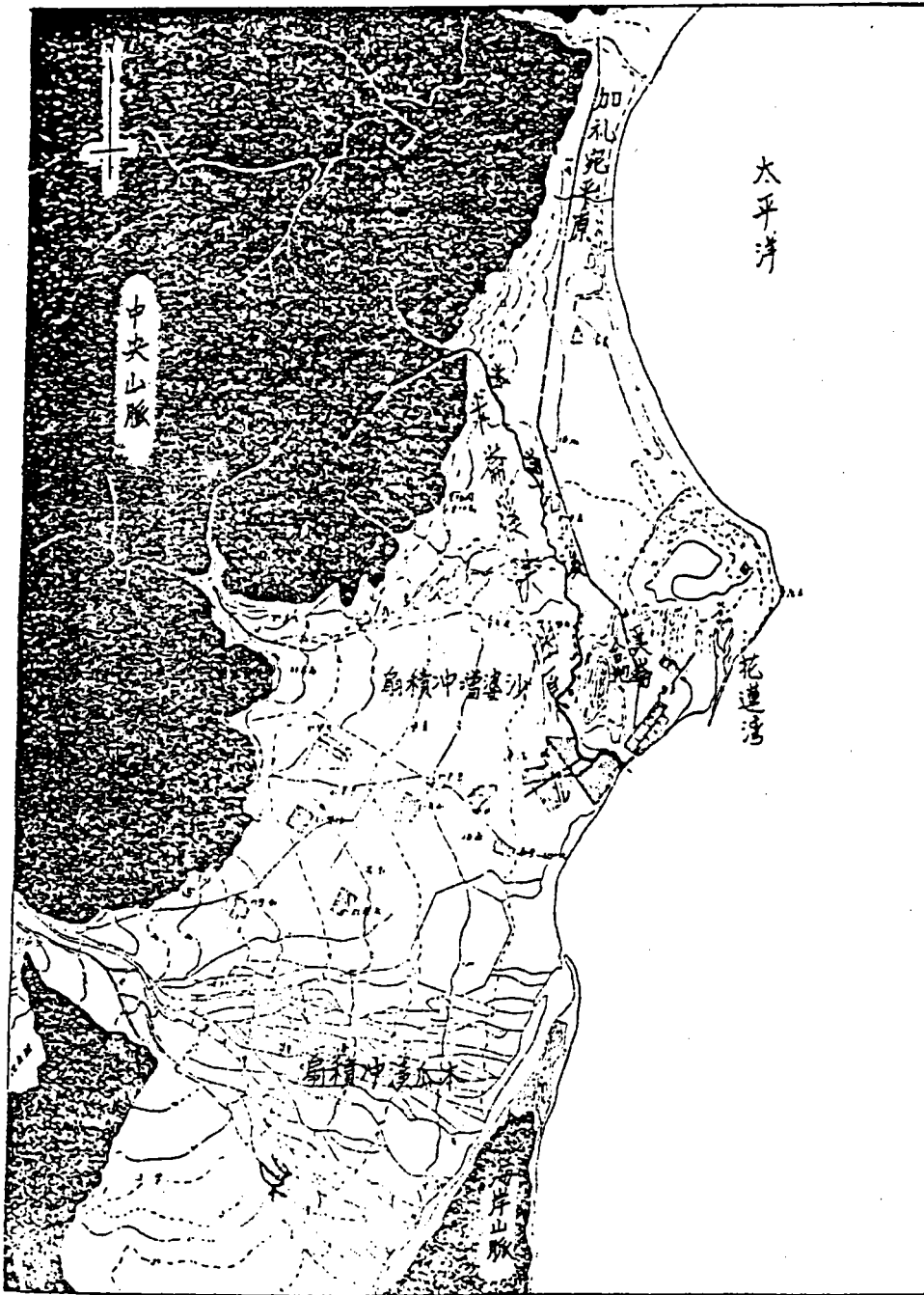


圖 3.5 花蓮平原地形圖

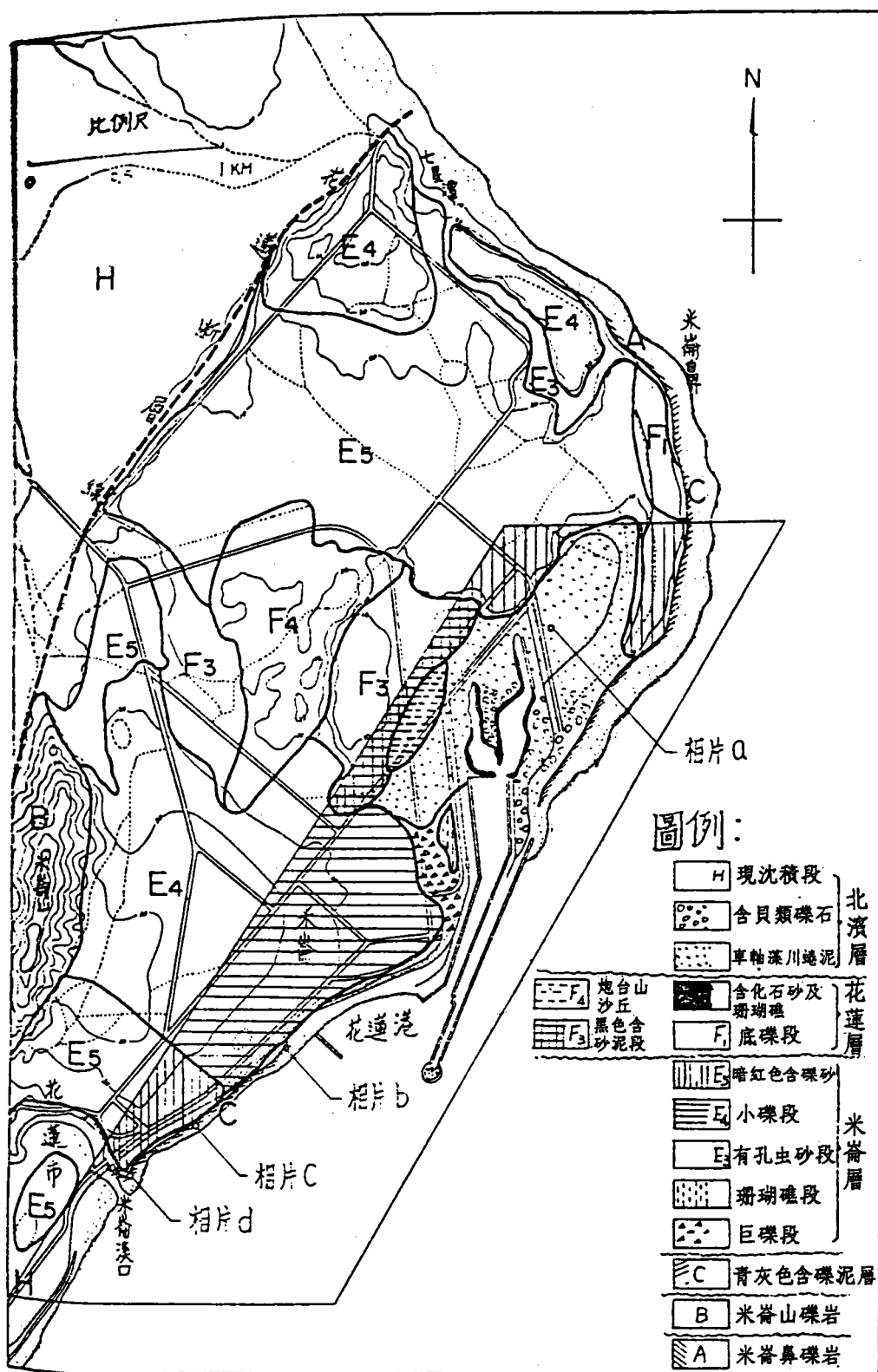


圖 3.6 花蓮地質圖

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層土上。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溼地，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。海岸山脈之水連礫岩（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。

### 3.4 地震調查資料分析

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

- (i) 有儀器紀錄以前之地震活動（1897年以前）。
- (ii) 簡單儀器裝設後之地震活動（1897～1935年）。
- (iii) 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，其分佈如圖 3.7所示，此外中央研究院根據二十世紀以前及1900至1974年間美國國家地震資料中心所蒐集之台灣地震震央分佈情形如圖3.8及圖3.9所示造成災害地震分佈如圖3.10所示，茲就各港區搜集之地震資料說明如下：

#### 3.4.1 基隆港

台灣地震記載之史實有關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。

### 3.4.2 台中港

台中地區較大的地震發生在1916年11月15日，震央在火焰山附近，規模 5.7，造成一千多棟房屋受損。其次1935年苗栗地區發生空前大地震（規模 7.1）新竹、台中亦發生烈震，且伴隨著有許多餘震發生，造成15000餘人傷亡54000餘棟房屋受損，而紙湖與屯子腳斷層分別開裂了15及12公里。自1935年震災後，新竹—台中地區雖未再灰災害性的地震發生，然而歷年來台灣地區之地震分佈及其他研究均顯示該兩斷層區仍有相當顯著的地震活動。

圖 3.9顯示距離台中港20公里範圍內之強震不多，地震規模大都在 6.0以下，距離台中港20至60公里半徑範圍內可能發生之地震規模可達 6以上，而在距離台中港60公里半徑範圍外有規模達 7.1的淺源地震是1906年發生之嘉義烈震。

### 3.4.3 高雄港

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塌，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。

由圖 3.9之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：

- (i) 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。
- (ii) 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帶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。
- (iii) 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。

#### 3.4.4 花蓮港

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，圖3.10台灣歷年有災害地震之分佈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大損失之地震達十餘次（見表3.13），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，又根據潮位紀錄變化顯示，海底可能有60公分之隆起。



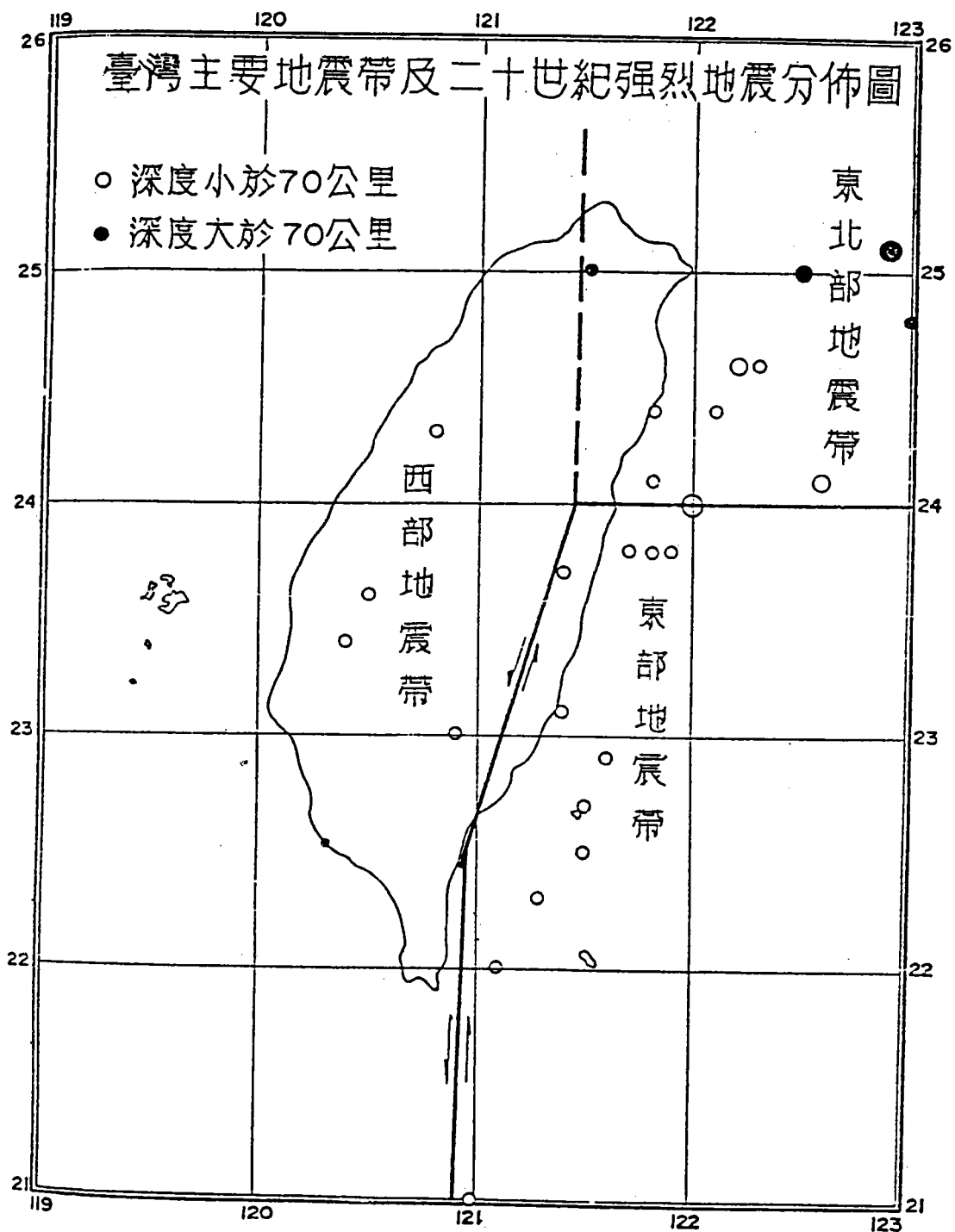


Figure 3.7 Seismic zones and major earthquakes ( $m \geq 7$ ) in Taiwan since 1900.

圖3.7 台灣主要地震帶及一十世紀強烈地震( $M \geq 7$ )震央分佈情形

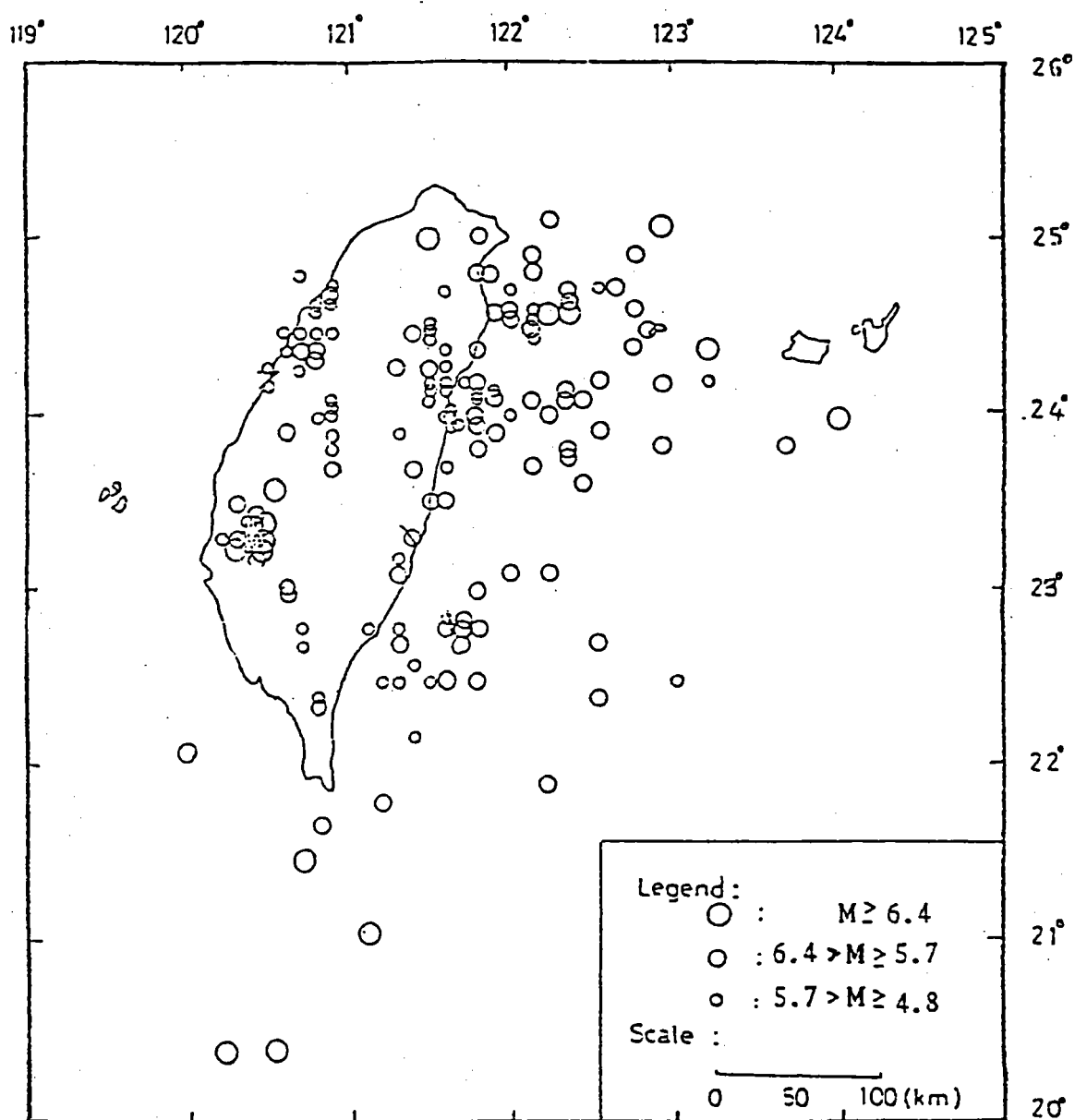


Figure 3.8 Seismicity of Taiwan, 1900-1935 (After Hsu, 1975)

圖 3.8 台灣地區 1900 至 1935 年間地震震央分佈情形

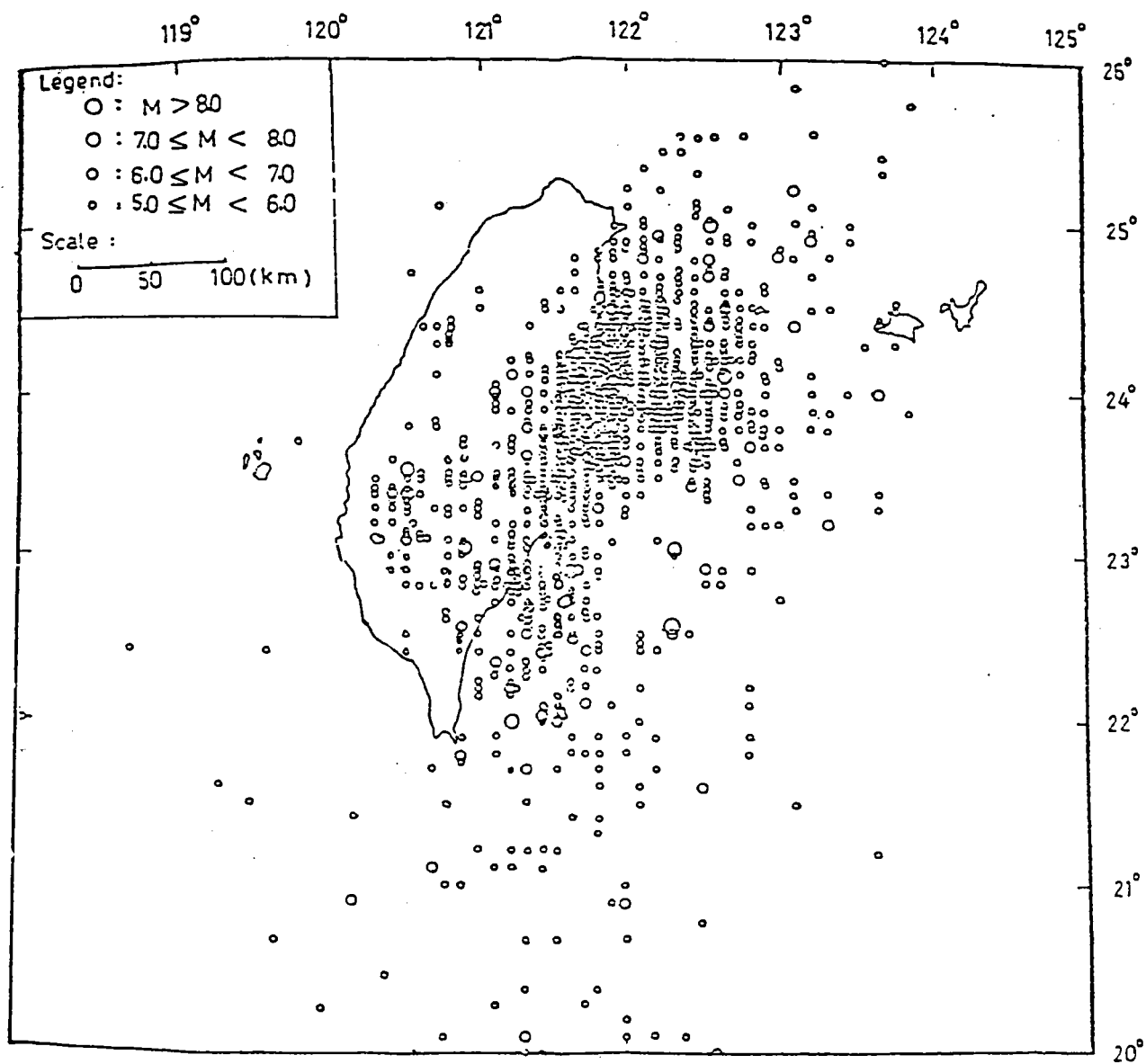


Figure 3.9 Seismicity of Taiwan, 1936-1973 (After Hsu 1975)

圖3.9 台灣地區1936至1973年間地震震央分佈情形

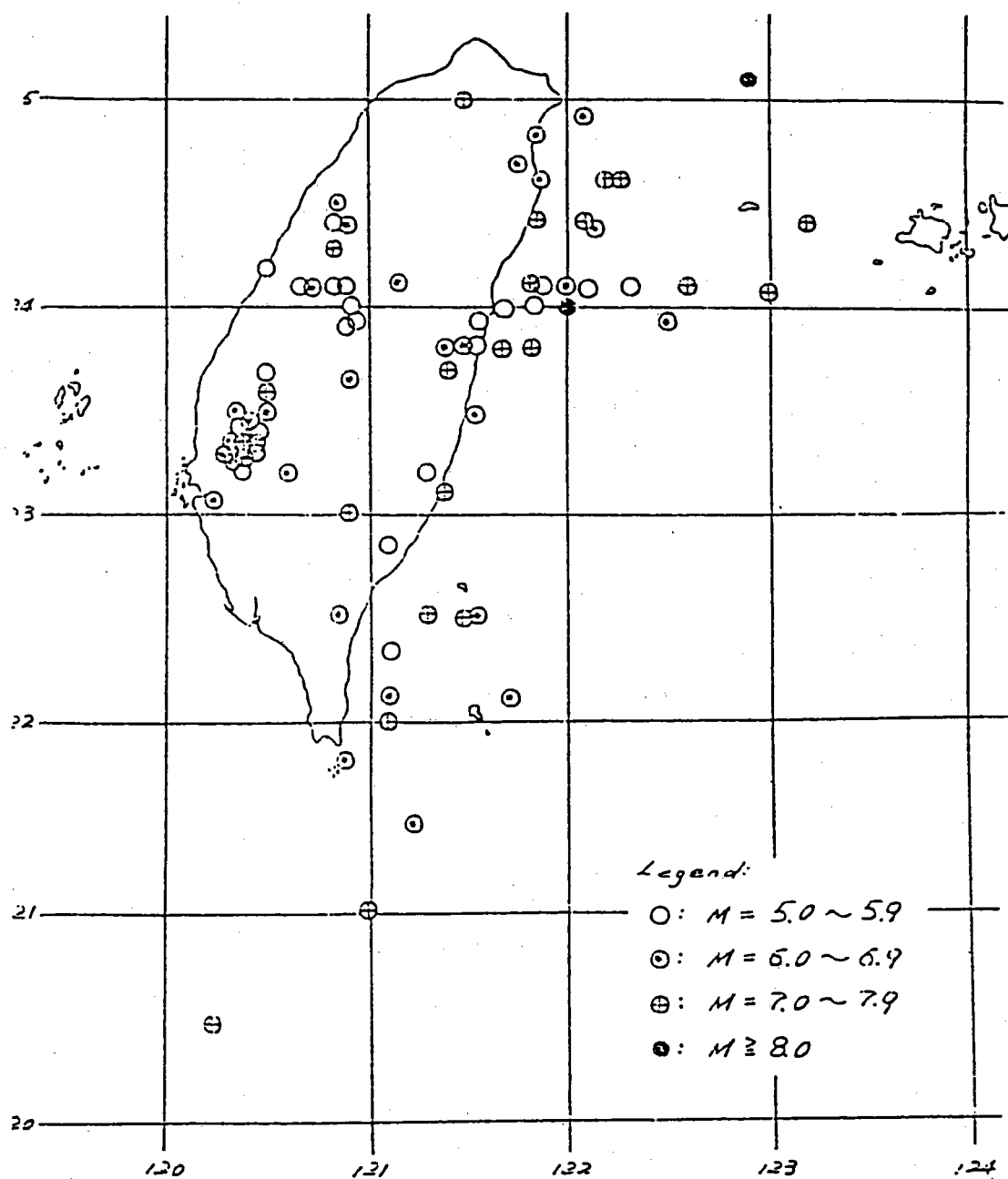


圖 3.10 災害地震分佈圖 (1897-1979)

表 3.13 花蓮地區損害重大地震一覽表

| 順<br>序 | 時<br>間                   | 震 央     |   |        | 規模<br>(M) | 震源<br>深度<br>(公里) | 人 員 傷 亡 |          |          | 房 屋 損 毀    |            | 地 殼 變 動 |
|--------|--------------------------|---------|---|--------|-----------|------------------|---------|----------|----------|------------|------------|---------|
|        |                          | 地       | 路 | 東 經    |           |                  | 北 緯     | 死<br>(人) | 傷<br>(人) | 全 倒<br>(幢) | 受 損<br>(幢) |         |
| 1      | 1908/1/11<br>11:35 A.M.  | 花蓮縣拔仔附近 |   | 121° 4 | 23° 7     | 7.3              | (淺層)    | 2        |          | 3          | 5          | 地裂、山崩   |
| 2      | 1909/11/21<br>3:36 P.M.  | 大南澳南方   |   | 121° 8 | 24°       | 7.3              | (淺層)    |          | 4        | 14         | 39         |         |
| 3      | 1910/3/26<br>2:28 A.M.   | 花蓮附近    |   | 121° 6 | 23° 9     | 5.5              |         | (小 損 害)  |          |            |            |         |
| 4      | 1920/6/15<br>12:22 P.M.  | 花蓮海面    |   | 122° 0 | 24°       | 8.3              | (淺層)    | 5        | 20       | 273        | 1275       |         |
| 5      | 1922/9/17<br>6:44 A.M.   | 花蓮海面    |   | 122° 5 | 23° 9     | 6.0              |         |          | 1        | 6          | 197        |         |
| 6      | 1938/9/7<br>12:03 P.M.   | 花蓮東南海面  |   | 121° 8 | 23° 8     | 7.0              |         | (小 損 害)  |          |            |            |         |
| 7      | 1943/10/23<br>0:01 A.M.  | 花蓮附近    |   | 121° 5 | 23° 8     | 6.2              | 5       | 1        | 1        | 1          | 148        |         |
| 8      | 1943/10/23<br>0:15 A.M.  | 花蓮附近    |   | 121° 5 | 23° 8     | 5.6              | 5       |          |          |            |            |         |
| 9      | 1943/11/3<br>0:51 A.M.   | 花蓮東方海面  |   | 121° 8 | 24°       | 5                |         |          |          |            | 87         |         |
| 10     | 1943/11/24<br>5:51 A.M.  | 花蓮附近    |   | 119° 3 | 21° 6     | 5.7              | 0       |          |          |            | 479        |         |
| 11     | 1944/2/6<br>1:20 A.M.    | 花蓮附近    |   | 121° 4 | 23° 8     | 6.4              | 5       |          |          | 2          | 388        | 地裂      |
| 12     | 1951/10/22<br>5:34 A.M.  | 花蓮附近    |   | 121° 7 | 23° 8     | 7.3              | 0       | 68       | 856      |            | 2382       | 地裂、山崩   |
| 13     | 1951/10/22<br>11:29 A.M. | 花蓮附近    |   | 121° 8 | 24° 1     | 7.1              | 20      |          |          |            |            |         |
| 14     | 1959/4/27<br>4:41 A.M.   | 花蓮東方海面  |   | 123° 0 | 24° 1     | 7.7              | 30      |          | 1        | 9          | 4          |         |

### 3.5 地層分佈情況

#### 3.5.1 台中港

有關台中港及其鄰近地區之沉積砂土層厚度極厚，其確實厚度目前並無詳細資料。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，而台灣電力公司在台中火力電廠廠址的地質調查資料顯示，沉積砂土層厚度為146公尺，其下為礫石層。若根據民間鑿井業者口述，本區沉積砂土層厚度在150公尺以上。

根據台中港務局、各工程顧問公司及各鑽探公司之地質鑽探資料均顯示，台中港區沉積砂土層主要由中等緊密至緊密之沉泥質細砂所組成，間夾砂質沉泥或粘土質沉泥等細料薄層，各粘性土壤薄層並不完全連續。

圖3.11至圖3.16係將歷年台中港務局在台中港區進行之地質調查鑽探資料加以整理之土層剖面圖。土層剖面編號I-I至V-V係自海側向陸側方向延伸依次切割之剖面，各剖面顯示之共同現象為本區地層主要由厚層砂所組成，砂層間含有許多砂質沉泥或粘土質沉泥等細粒含量較多的薄層，層厚大多在2公尺以下，除接近地表之薄層顯示其連續性外，其餘深度出現之薄層位置及厚度均不定。

為便於說明，將台中港區之土層分為四類，即細中砂、沉泥質細砂、砂質沉泥及粘土質或沉泥質粘土，茲將其分佈特性說明如下：

##### (1) 細中砂(SP)

本層靠近地表屬不良級配中細砂，平均厚度約3公尺，主要分佈於IV—IV剖面（即主航道）以西，物理性質試驗結果顯示土壤單位重平均為  $2.05 \text{ t/m}^3$ ，現地標準貫入試驗N值變化甚大，在5至30間，屬疏鬆至中等緊密程度。

## (2) 灰色沉泥質細砂層 (SM)

為構成台中港區之主要土層，土壤分類為SM或SP-SM。鑽探資料顯示地表至一般的鑽探深度55公尺止均屬此層，現地標準貫入試驗N值大致隨深度而增加，地表至深度10公尺間之標準貫入試驗N值介於5至30間變化極大，屬疏鬆至中等緊密土壤，深度10公尺至30公尺間之平均N值約在10至30間，屬中等緊密土壤，深度30公尺以下則N值介於20至50間，屬中等緊密至極緊密土壤。較高的N值約在深度50公尺以下，是故對深基礎而言，較佳的承載層當在深度50公尺以下。

## (3) 砂質沉泥層 (ML)

本層次細料含量較多主要分佈於台中港主航道西側及 15 號碼頭以北地區，層厚約為 2 至 6 公尺，出現於高程-2 m 至-8 m 之間及-35 m 至-37 m 之間，現地標準貫入試驗 N 值在 7 至 17 間，屬疏鬆至中等緊密程度。

## (4) 粘土質沉泥或沉泥質粘土 (CL, SC)

為低塑性沉泥質粘土，粘土質沉泥或細砂、粘土混合之薄層。根據台中港區之鑽探資料顯示，本薄層出現的位置有三，均無連續性分佈現象，較淺出現之粘性土層大約在高程-12 m 至-16 m 間，平均厚度約為 2公尺，大致斷斷續續分佈於整個港區。

第二粘土質薄層約在高程-30 公尺附近，平均厚度約為 2公尺，根據鑽探資料顯示，本薄層亦非連續分佈於整個台中港區，主要分佈於東側及北側部份。

較深的粘土薄層厚度約 5公尺，大約介於高程-35 公尺至-42 公尺間，分佈於台中港區東側。

根據物理性質試驗結果薄層粘土單位重在  $1.9 \text{ t/m}^3$  至  $2.0 \text{ t/m}^3$  間，自然含水量在 28 % 至 35 %，液性限度 30 % 至 34 %，而塑

性指數約為 12 %，屬低塑性土壤。

為便於進行大地工程分析，將台中港區各層次土壤一般物理性質列成簡表如表 3.14

### 3.6 地下水資料分析

#### 3.6.1 台中港

地下水調查資料可提供基礎開挖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的變化情形。由於地下水受四週環境的影響極大，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資料對基礎設計及分析等，極具參考價值。

本研究在台中港區埋設若干觀測井以便長期量測地下水季節性的變動現象，圖 3.17 為埋設於台中港區觀測井之長期量測資料，量測期間在一年以上，根據量測結果顯示台中港區淺層地下水位變動約在高程 +3m 至 +4m 之間，地下水季節性的變化約為一公尺。就一年之變化情形分析，以五月至八月間地下水位最高，而以十二月至二月地下水位最低，顯示地下水位受季節性之影響極大。



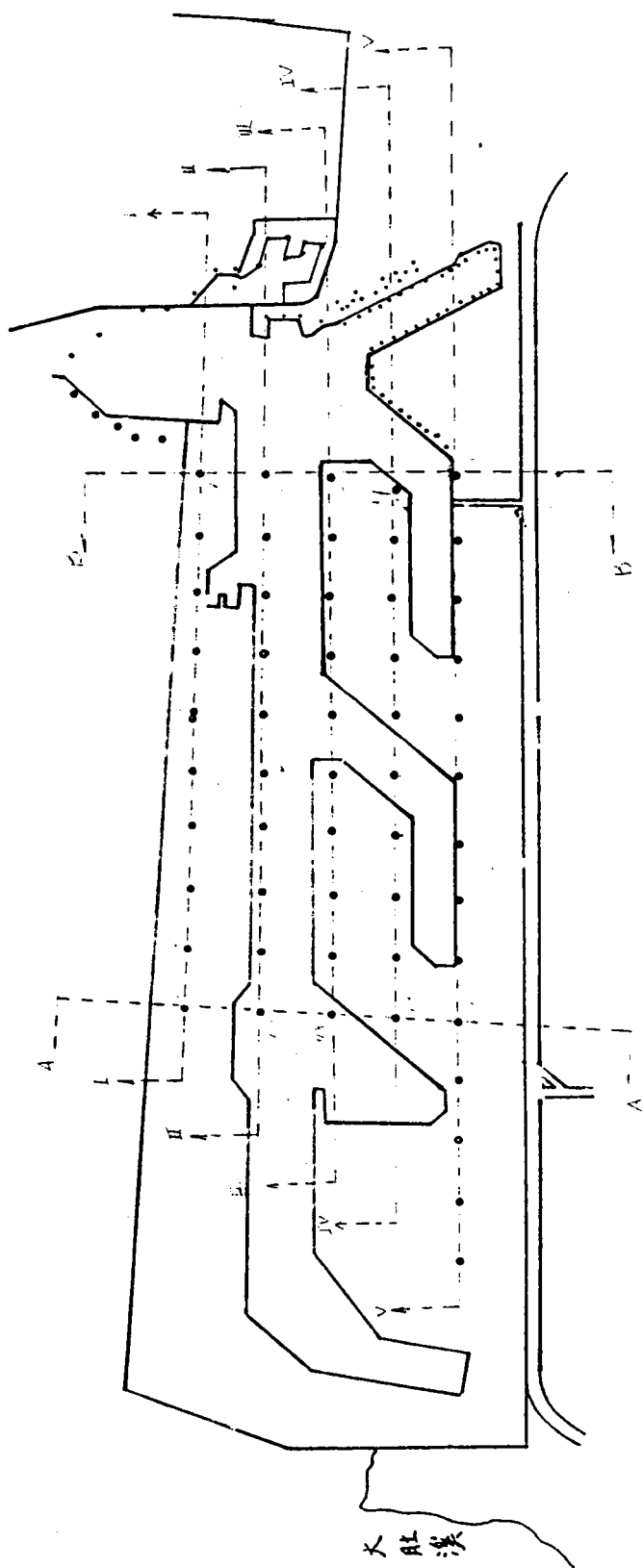


圖3.11 台中港區土層剖面示意圖

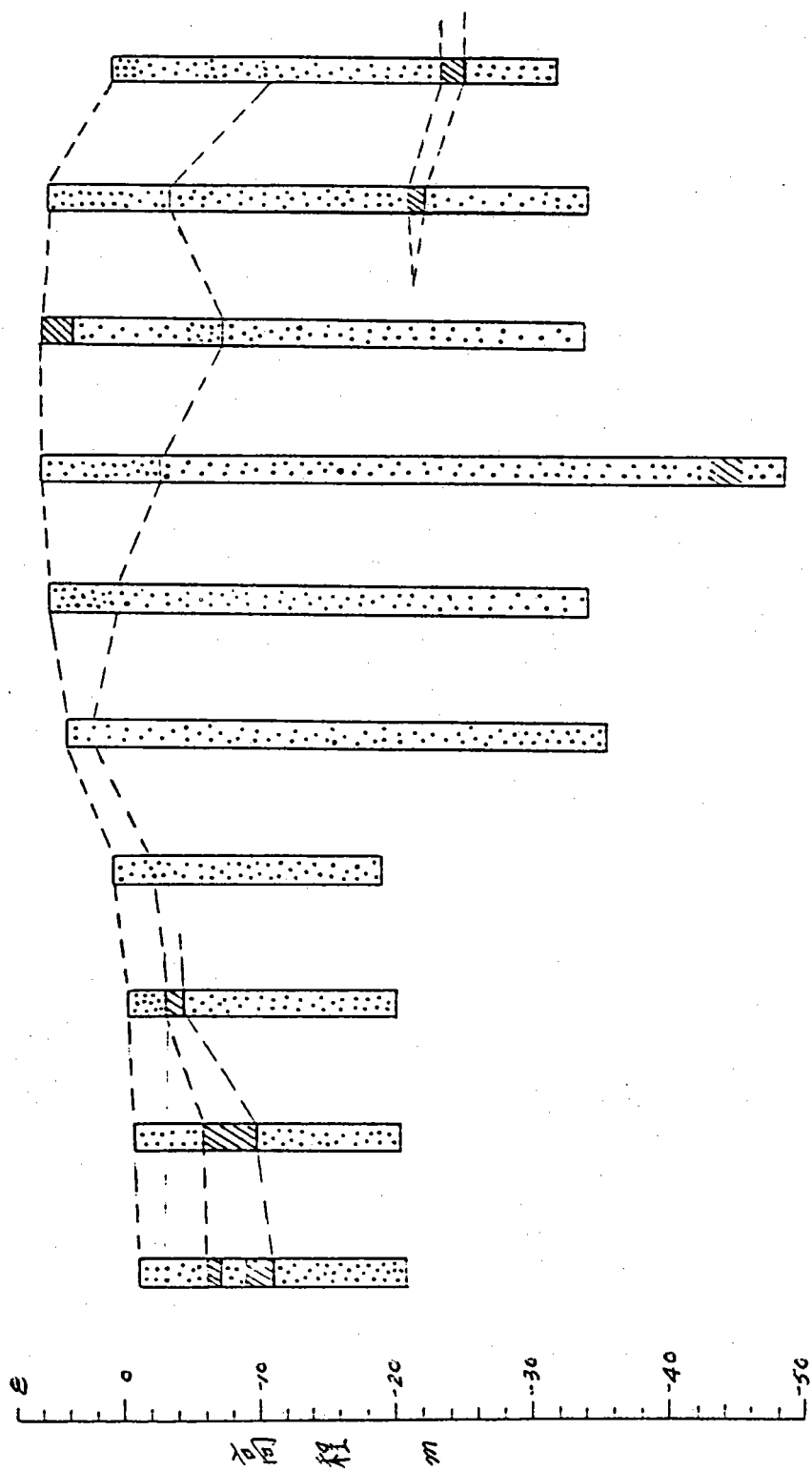


圖 3.12 台中港區 I-I 土層剖面圖

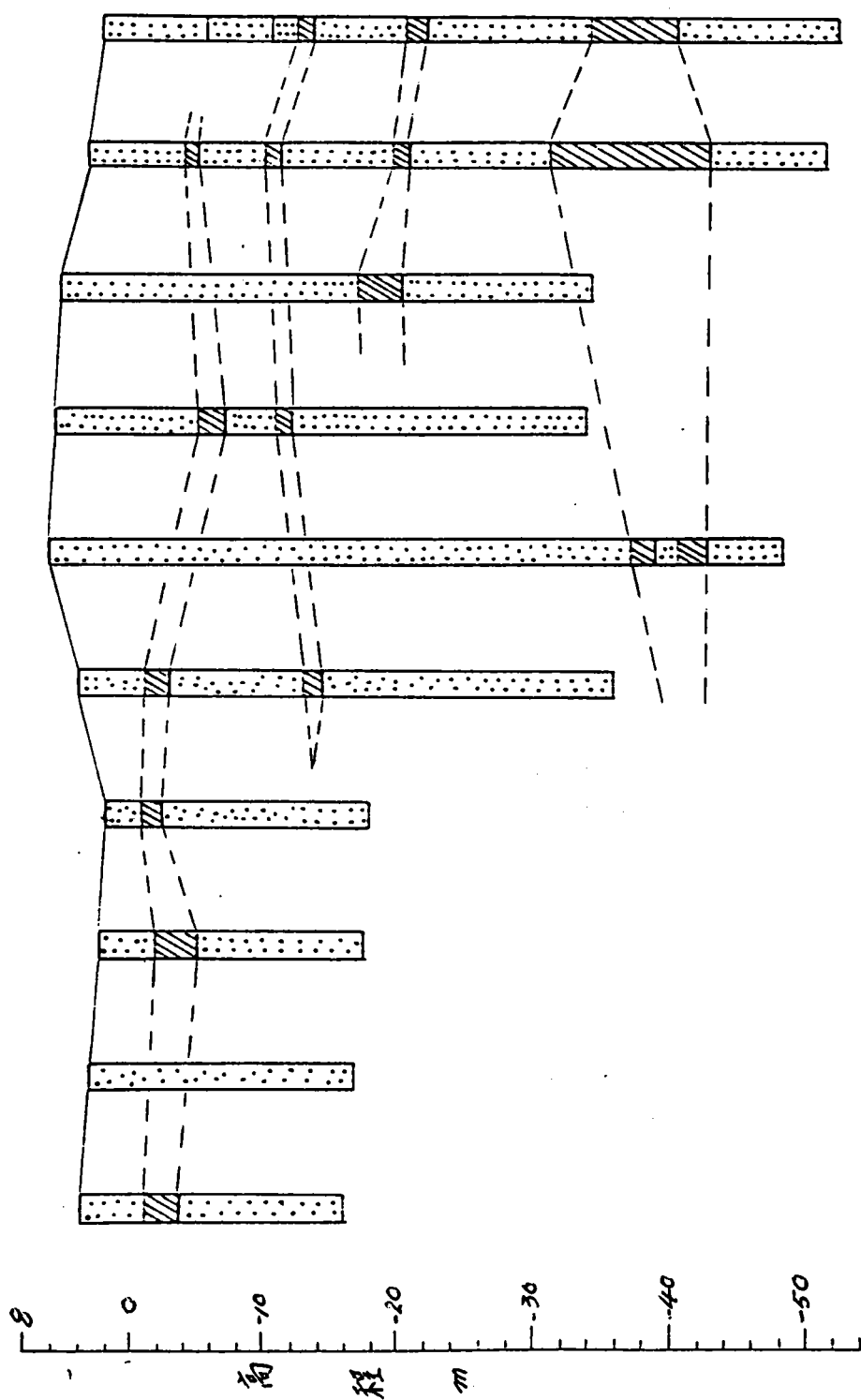


圖3.13 台中港區II-II土層剖面圖

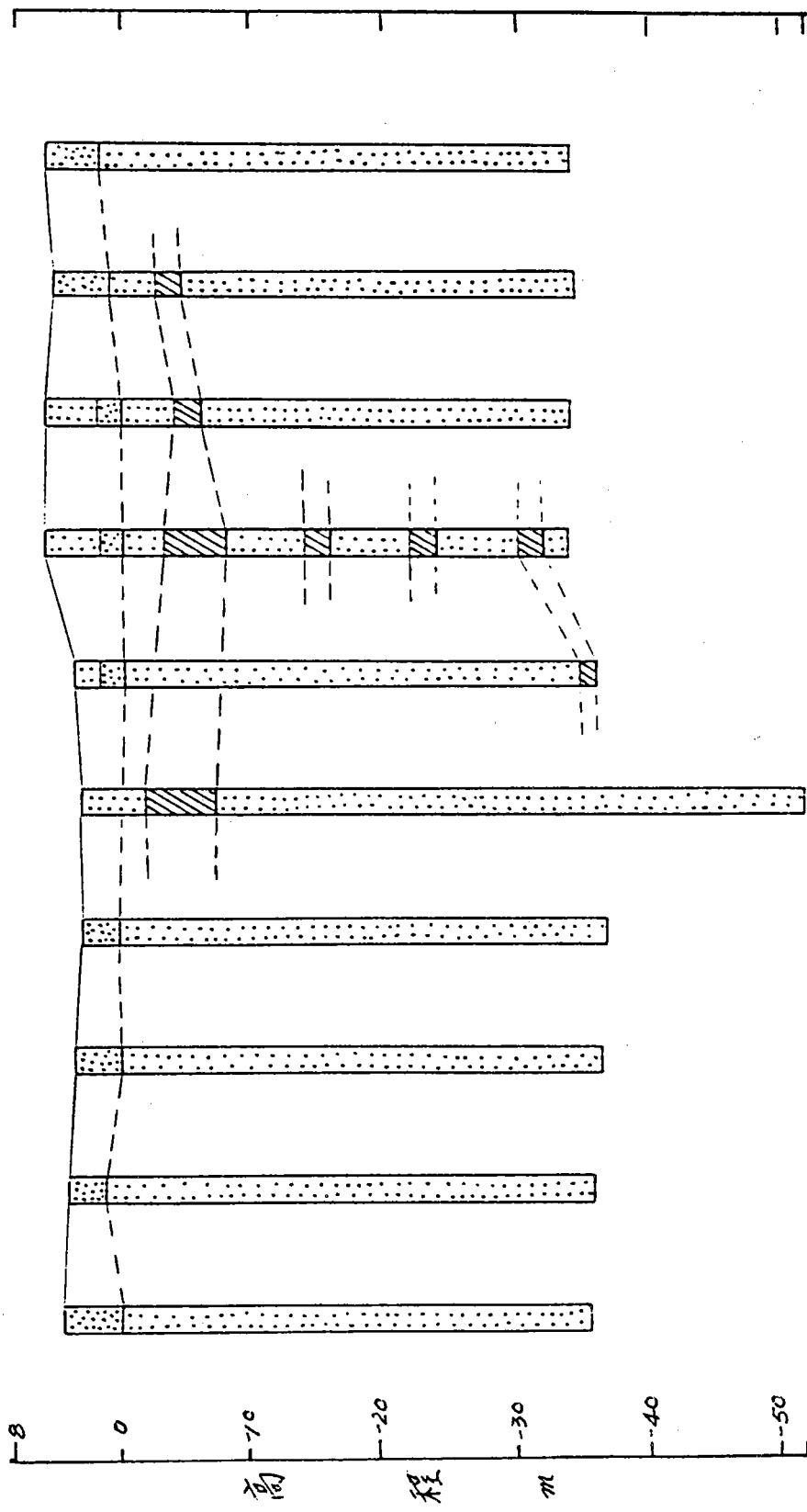


圖 3.14 台中港區 III-III 土層剖面圖

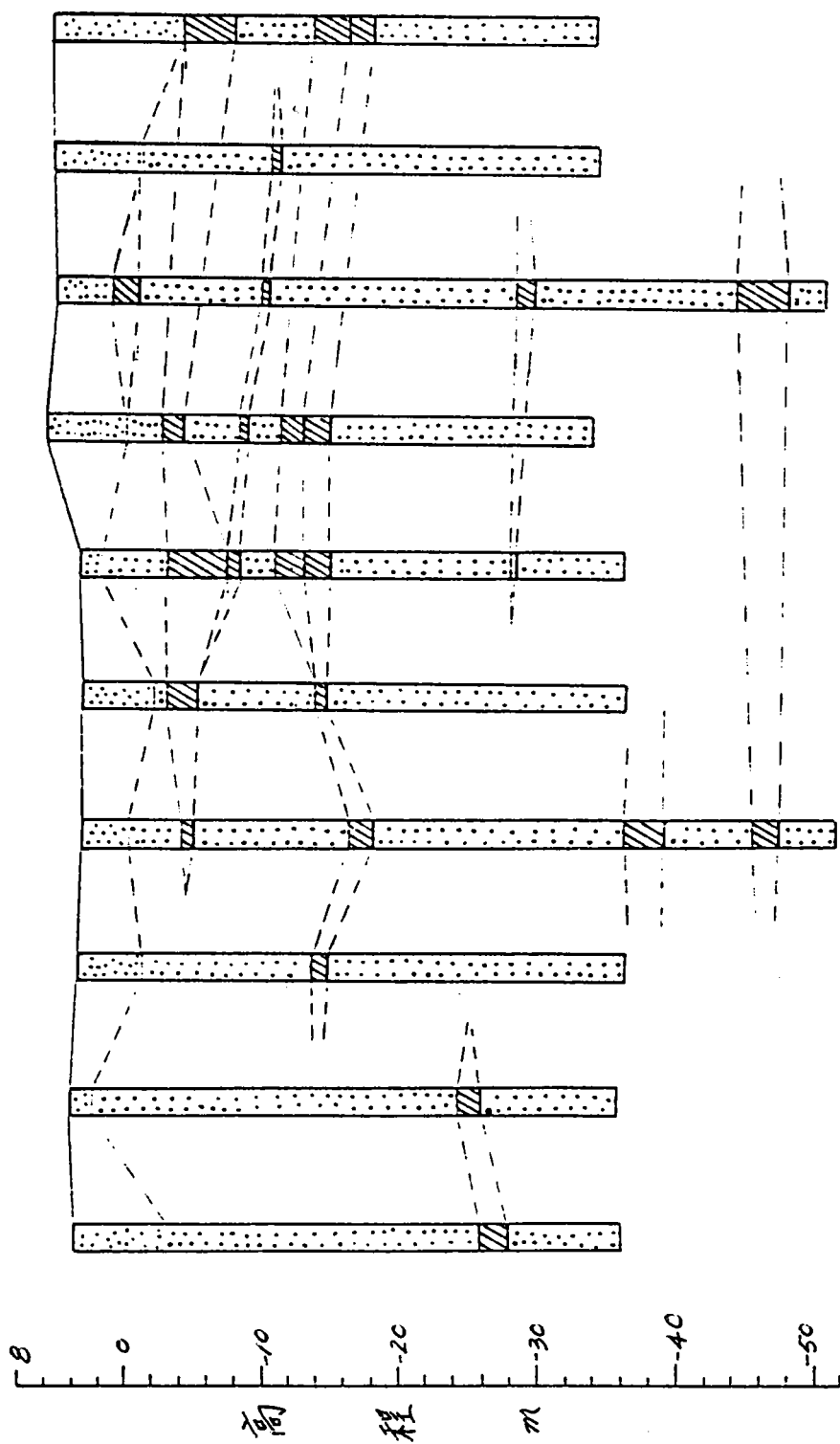


圖 3.15 台中港區 IV-IV 土層剖面圖

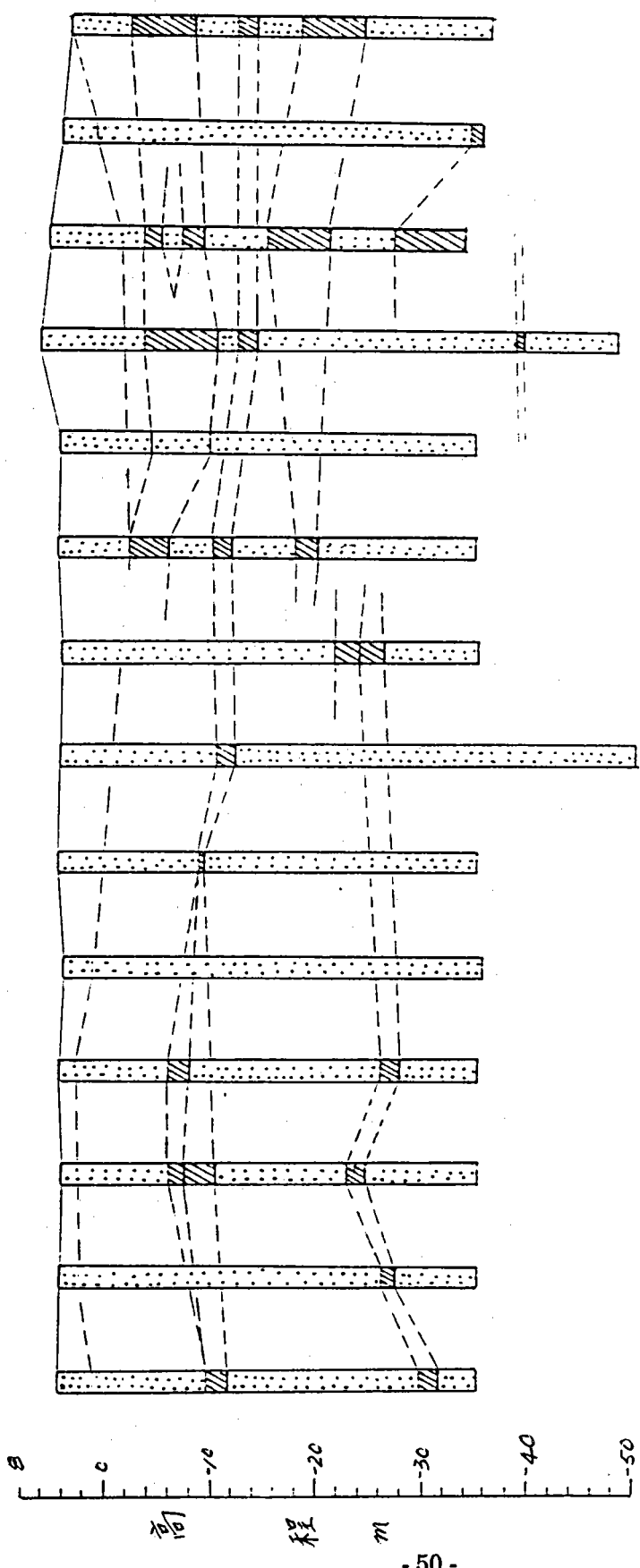


圖 3.16 台中港區V-V'土層剖面圖

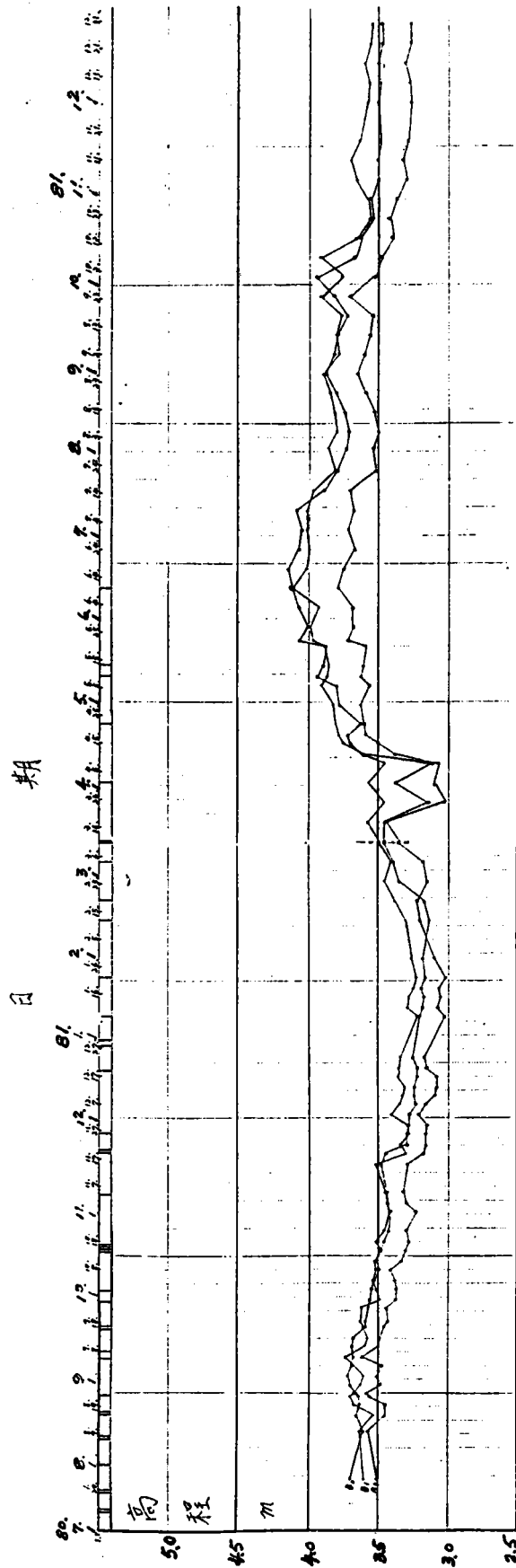


圖 3.17 台中港區長期地下水觀測資料

表3.14 台中港區簡化土層及土壤工程性質資料

| 高程<br>m | 柱<br>狀<br>圖 | 土<br>壤<br>種<br>類 | 土<br>層<br>描<br>述                            | rt1<br><br>t/ m <sup>3</sup> | Wn<br><br>% | L.L.<br><br>% | P.I.<br><br>% | eo    | 平均<br><br>N 值 |
|---------|-------------|------------------|---------------------------------------------|------------------------------|-------------|---------------|---------------|-------|---------------|
| 0       |             | SP               | 灰 色 細 中 砂                                   | 2.05                         | 23.1        | —             | —             | 0.632 | 14            |
|         |             | SM               | 灰 色 沉 泥 質 細 砂                               | 1.98                         | 27.3        | —             | —             | 0.725 | 14            |
|         |             | ML               | 灰 色 砂 質 沉 泥                                 | 1.91                         | 32.5        | —             | —             | 0.873 | 11            |
| -10     |             | SM               | 灰 色 沉 泥 質 細 砂<br>含 粘 土 質 沉 泥 或<br>沉 泥 質 薄 層 | 1.95                         | 28.9        | —             | —             | 0.779 | 17            |
|         |             | SC               |                                             | 1.90                         | 35          | 32.7          | 12.4          | 0.953 | 11            |
| -20     |             | SM               |                                             | 1.95                         | 28.7        | —             | —             | 0.781 | 27            |
| -30     |             | CL               |                                             | 1.91                         | 33.4        | 30.3          | 12.5          | 0.902 | 26            |
|         |             | SM               |                                             | 1.97                         | 27.7        | —             | —             | 0.745 | 39            |
|         |             | ML               |                                             | 1.96                         | 28.9        | —             | —             | 0.781 | 37            |
| -40     |             | CL               |                                             | 2.02                         | 28.3        | 34.1          | 11.6          | 0.764 | 21            |
|         |             | SM               |                                             | 2.02                         | 23.8        | —             | —             | 0.655 | 45            |
| -50     |             |                  |                                             |                              |             |               |               |       |               |



## 四、資料建檔研究

建檔須考慮資訊的一致性和流通性，對搜集的大量資料，將以表格化整理及儲存為原則，以建立一套完善，簡便，迅捷的高效率操作系統。

### 4.1 大地工程地質資料之處理原則

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整理規格化。

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

故本研究資料處理的第三個層次，應用性，其理想可以上述第四項功能加以說明，即撰寫程式，利用所建立的資料系統推估地面下土壤液化機率之分佈情況及各相關工程性質以供工程規劃參考。

### 4.2 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。

### 4.3 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，經整理後共有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4.1。

### 4.4 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：

#### 4.4.1 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DOS5.0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埠上，配合其驅動程式來運作。而此驅動程式通常都拷貝到啓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，可自行取用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。

#### 4.4.2 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，如表4.2之抬頭表格所示。
  - 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，如表4.2之鑽孔資料所示。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，其貯存方式如表4.3及表4.4所示。
- 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，如圖4.4所示。
- e. 使用者可在地圖上選擇欲顯示柱狀圖的鑽孔，如圖 4.5所示。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，如圖4.6所示。
- 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。

## 4.5 台中港區部份地質資料應用範例

- (1) 台中港區全圖，共20張大格圖，如圖4.1所示。
- (2) 每張大格圖（以T0302為例）由四張小格圖（T03021，T03022，T03023，T03024）所組成，如圖4.2所示。
- (3) 選定其中一小格圖（T03023），如圖4.3所示。
- (4) 自動顯示出該小格圖內已建檔的鑽孔點位，如圖4.4所示。
- (5) 選取圖4.5所示ss-15，ss-20，ss-25鑽孔群。

- (6)查詢或列印步驟(5)所選定所有鑽孔群之鑽探、試驗資料A表，B表，C表，如表4.2至表4.10。
- (7)繪出鑽孔群地層柱狀圖，如圖4.6。

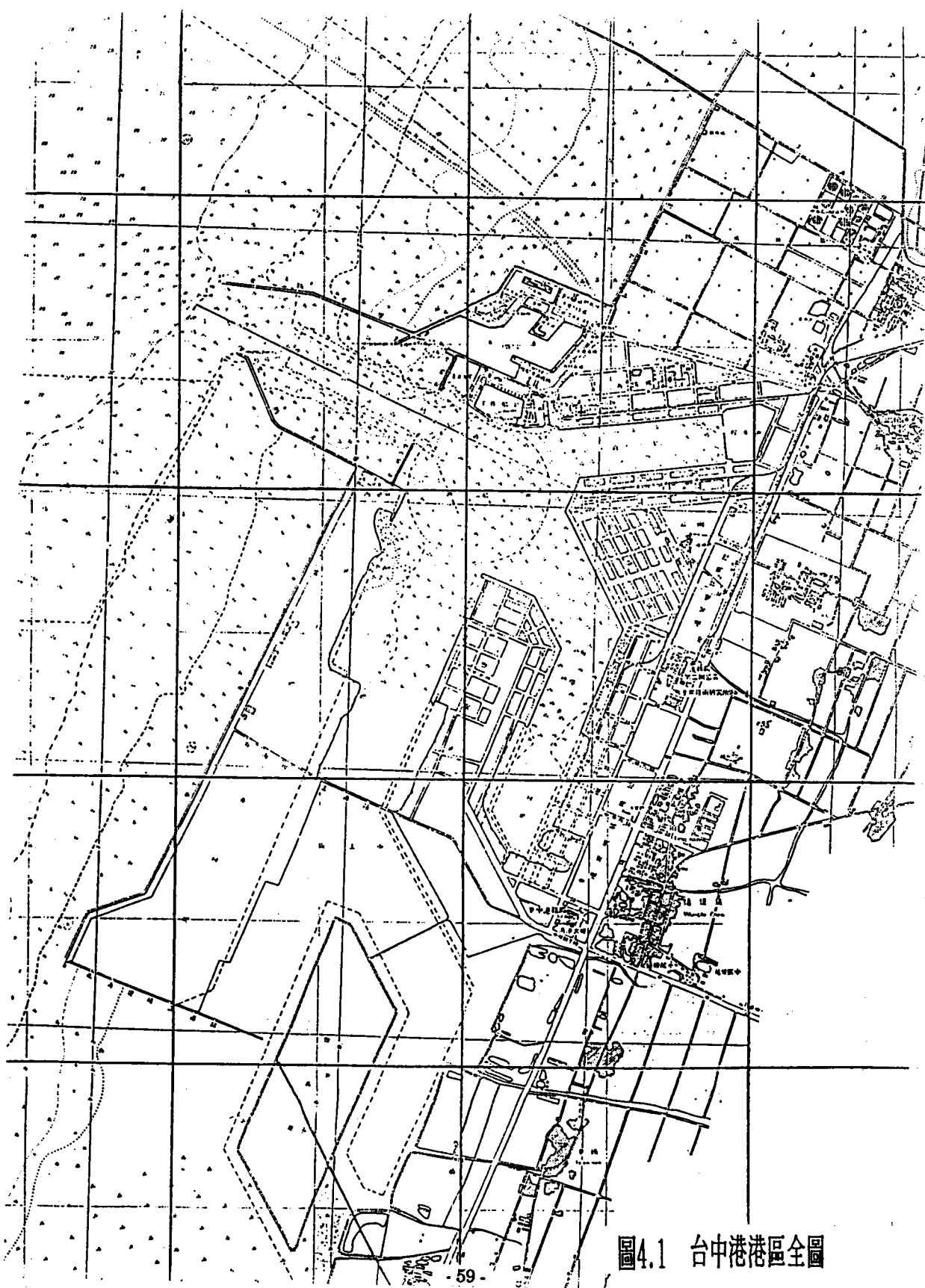


圖4.1 台中港港區全圖

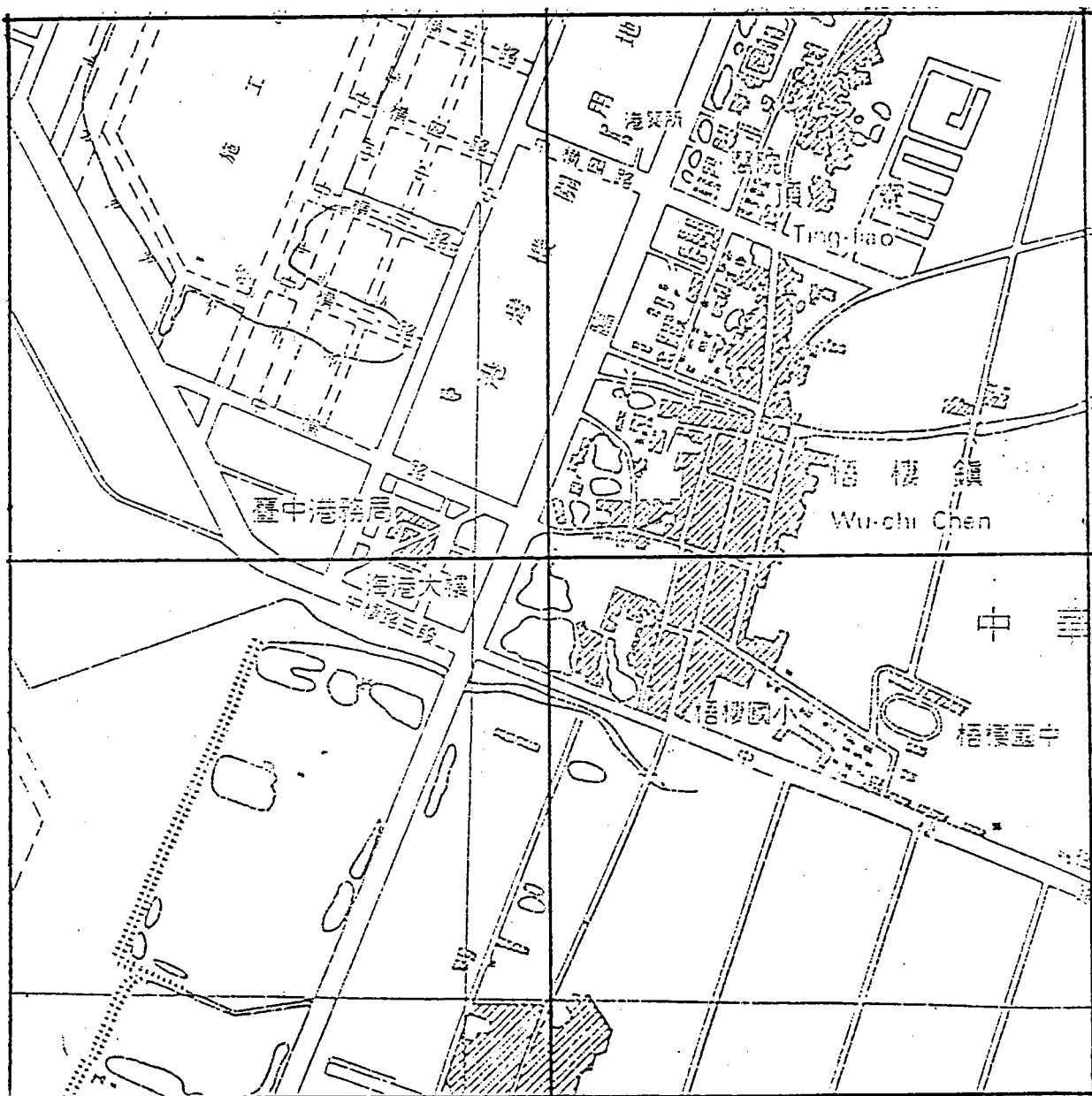


圖4.2 由四張小格圖所組成之大格圖

|        |        |
|--------|--------|
| T03023 | T03024 |
| T03021 | T03022 |



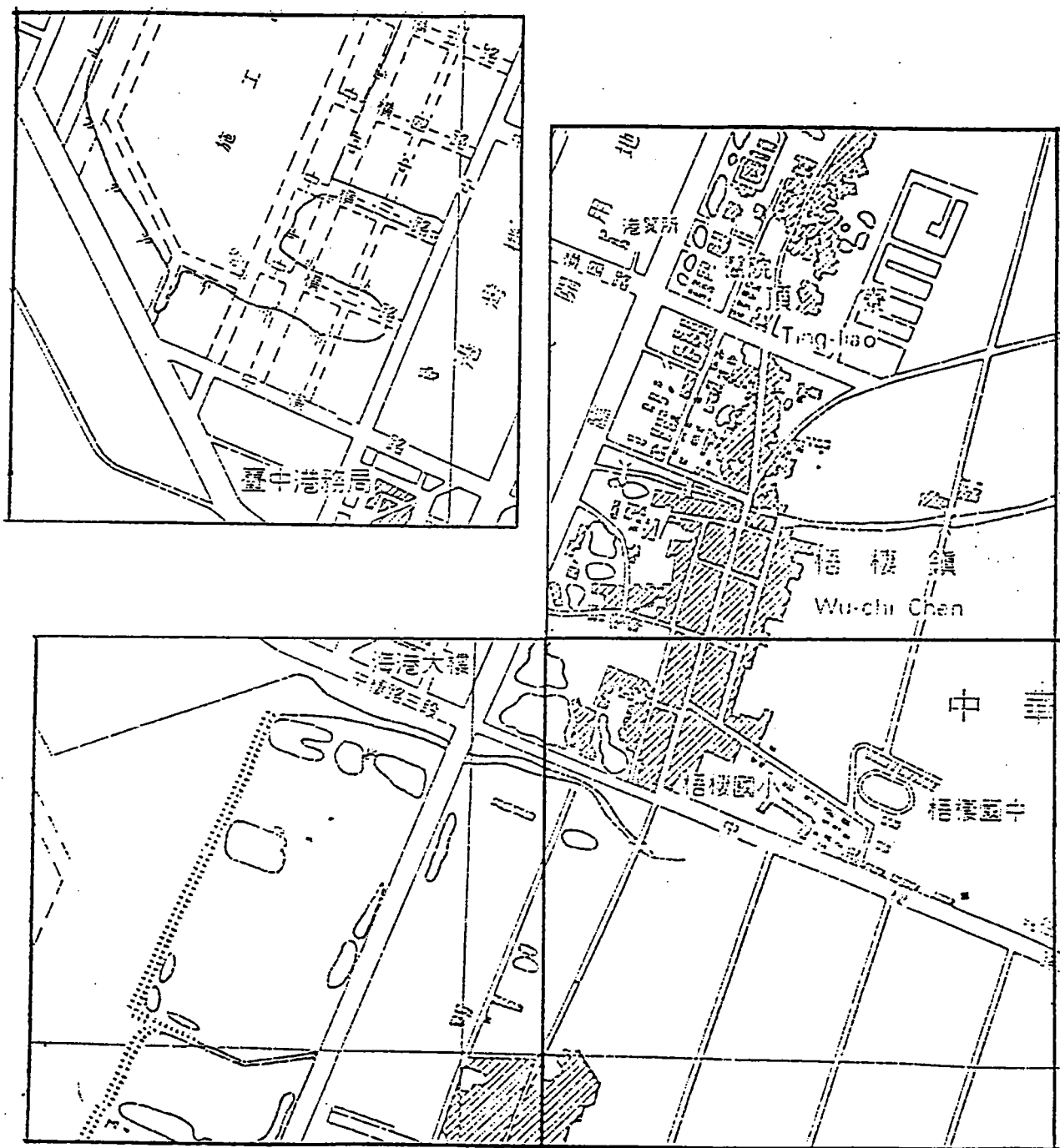


圖4.3 由大格圖中選取T03023之小格圖

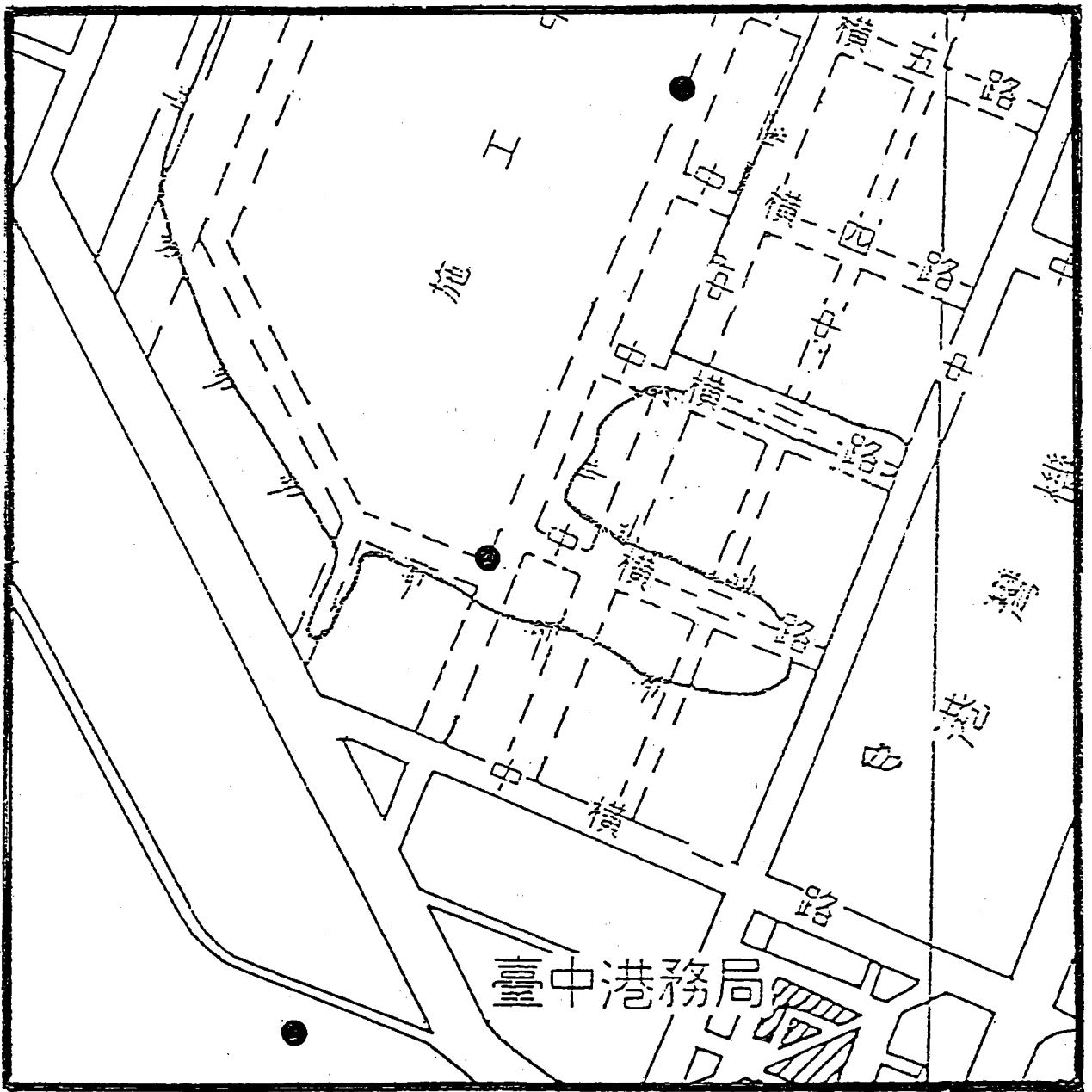


圖4.4 T03023區域中已建檔之鑽孔位置圖

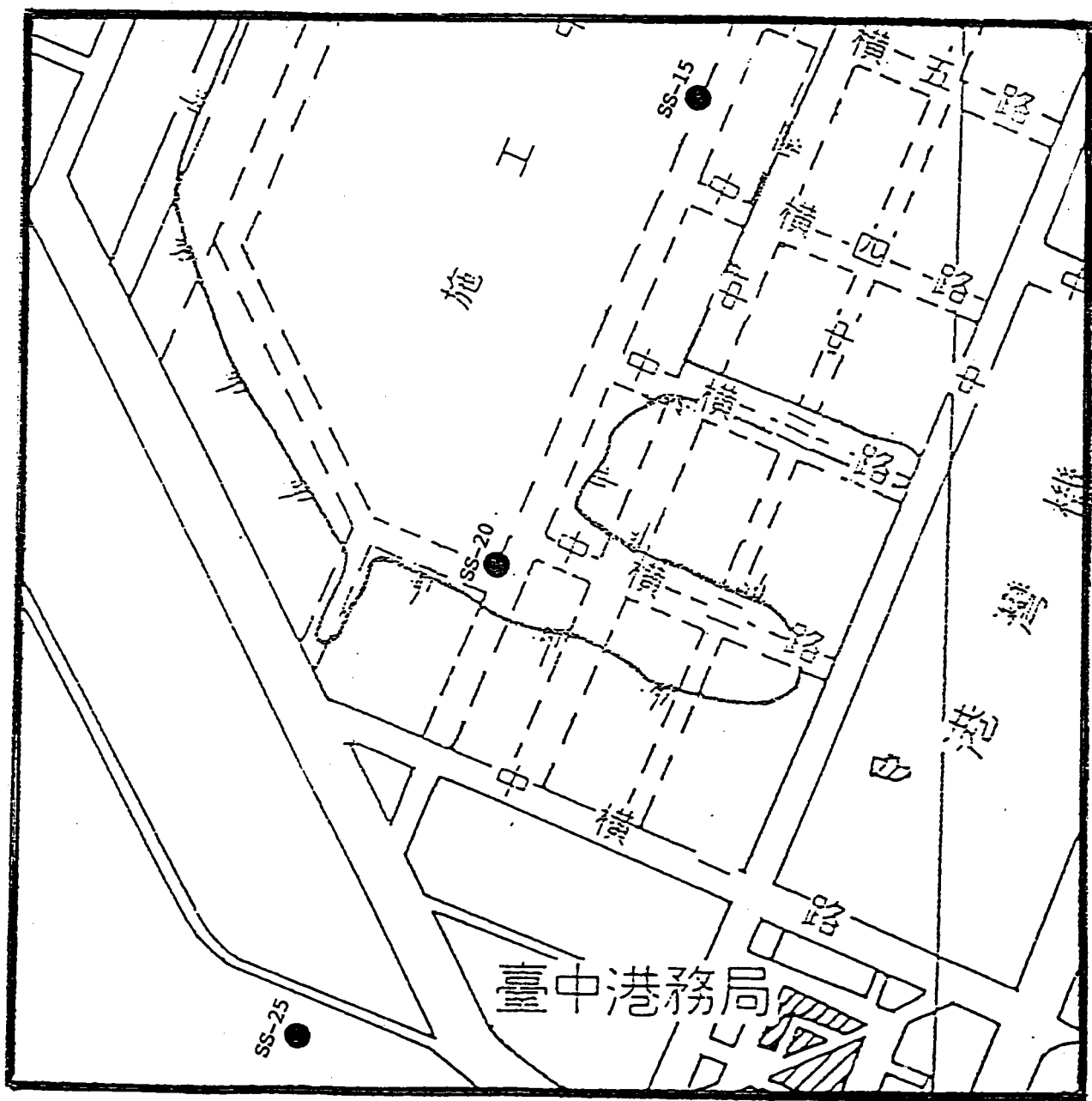


圖4.5 由T03023區塊中選取三個鑽孔之鑽孔群

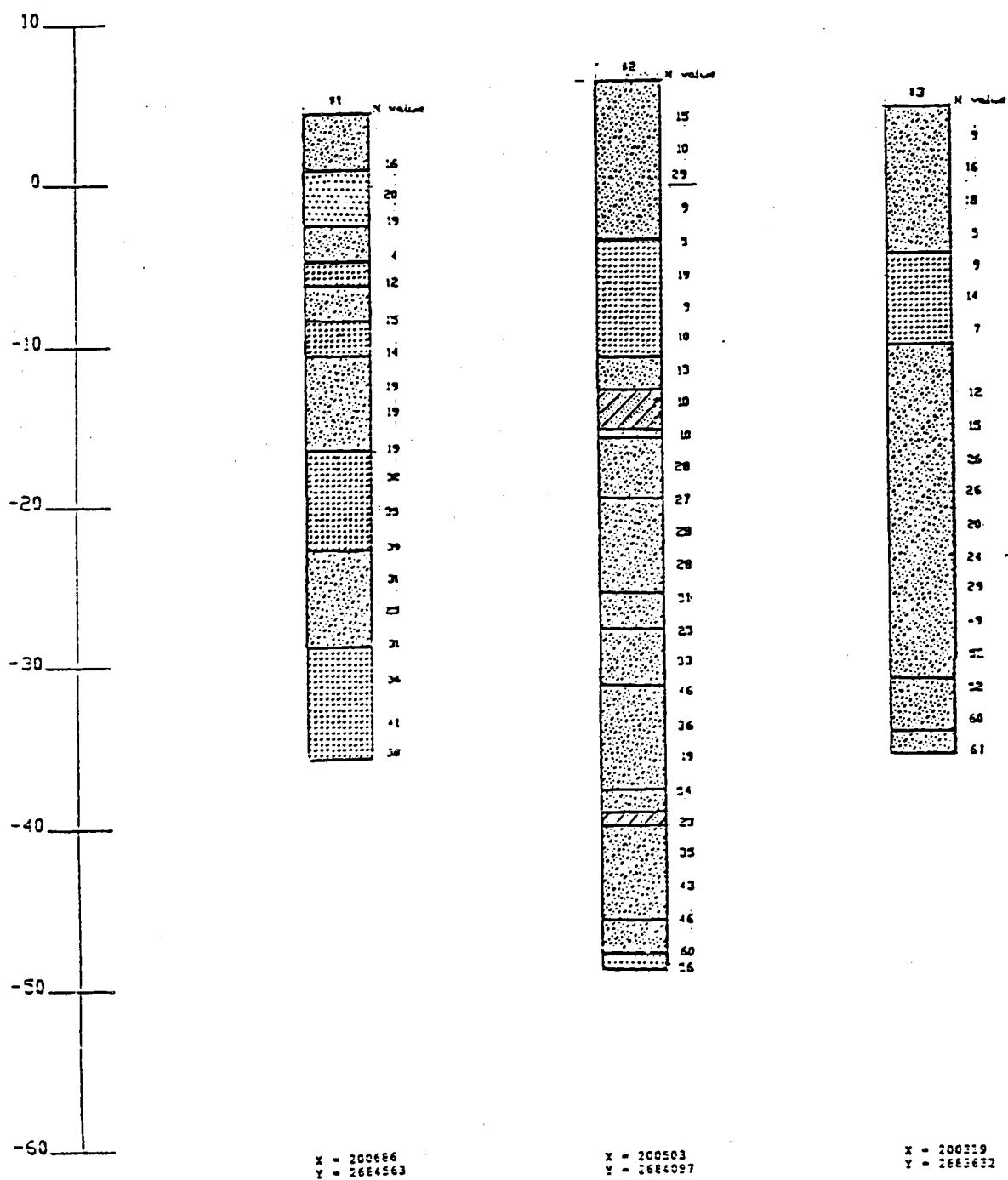


圖4.6 SS-15, SS-20, SS-25鑽孔群地層柱狀圖

表 4.1 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              |

A表

計劃名稱：台中港土壤液化研究(一)  
 鑽孔編號：SS-15  
 提供單位：台中港務局  
 鑽探公司：台中港務局  
 試驗公司：台中港務局  
 鑽探日期：12-21-1978  
 鑽孔位置：17號碼頭

X座標：200686  
 Y座標：2684563  
 Z座標：4.52 m  
 水位計：m  
 埋設深度：m

鑽孔傾角：90°  
 鑽孔直徑：cm  
 鑽孔深度：39.8 m

地下水位深度：3.42m  
 日期：12-21-78

| 深度<br>(m) | 土/岩層說明  | 土壤<br>岩石<br>分類 | 取<br>樣<br>率 | RQD<br>% | N<br>值 | 採<br>樣<br>編<br>號 | 礫<br>石<br>% | 砂<br>土<br>% | 粉<br>土<br>% | 黏<br>土<br>% | 自然<br>含<br>水<br>量<br>% | 液<br>性<br>限<br>度<br>% | 塑<br>性<br>指<br>數 | 總<br>單<br>位<br>重<br>t/<br>m <sup>3</sup> | 比<br>重<br>Gs | 孔<br>隙<br>比<br>e |
|-----------|---------|----------------|-------------|----------|--------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|-----------------------|------------------|------------------------------------------|--------------|------------------|
| 3.35      | 灰色粉土質細砂 | SM             |             |          | 16     | S001             |             |             |             |             | 26.3                   |                       |                  | 1.98                                     | 2.67         | 0.70             |
| 3.50      |         |                |             |          |        |                  |             |             |             |             |                        |                       |                  |                                          |              |                  |
| 5.00      | 灰色細砂    | SP             |             |          | 20     | S002             |             |             |             |             | 22.1                   |                       |                  | 2.06                                     | 2.68         | 0.59             |
| 6.85      |         | SP             |             |          | 19     | S003             |             |             |             |             | 21.2                   |                       |                  | 2.07                                     | 2.67         | 0.57             |
| 7.00      |         |                |             |          |        |                  |             |             |             |             |                        |                       |                  |                                          |              |                  |
| 9.00      | 灰色細砂    | SP-SM          |             |          | 4      | S004             |             |             |             |             | 33.3                   |                       |                  | 1.89                                     | 2.69         | 0.89             |
| 9.20      |         |                |             |          |        |                  |             |             |             |             |                        |                       |                  |                                          |              |                  |
| 10.65     | 灰色粘土質粉土 | ML             |             |          | 12     | S005             |             |             |             |             | 32.7                   |                       |                  | 1.90                                     | 2.70         | 0.88             |
| 10.80     |         |                |             |          |        |                  |             |             |             |             |                        |                       |                  |                                          |              |                  |
| 12.85     | 灰色粉土質細砂 | SM             |             |          | 15     | S006             |             |             |             |             | 30.2                   |                       |                  | 1.93                                     | 2.69         | 0.81             |
| 13.00     |         |                |             |          |        |                  |             |             |             |             |                        |                       |                  |                                          |              |                  |
| 14.85     | 灰色粘土質粉土 | ML             |             |          | 14     | S007             |             |             |             |             | 31.6                   |                       |                  | 1.92                                     | 2.71         | 0.86             |
| 15.00     |         |                |             |          |        |                  |             |             |             |             |                        |                       |                  |                                          |              |                  |
| 17.00     | 灰色粉土質細砂 | SM             |             |          | 19     | S008             |             |             |             |             | 30.4                   |                       |                  | 1.94                                     | 2.72         | 0.83             |
| 18.65     |         | SM             |             |          | 19     | S009             |             |             |             |             | 30.7                   |                       |                  | 1.93                                     | 2.70         | 0.83             |
| 20.85     |         | SM             |             |          | 19     | S010             |             |             |             |             | 28.1                   |                       |                  | 1.97                                     | 2.71         | 0.76             |
| 21.00     |         |                |             |          |        |                  |             |             |             |             |                        |                       |                  |                                          |              |                  |
| 22.85     | 灰色粘土質粉土 | ML             |             |          | 32     | S011             |             |             |             |             | 27.0                   |                       |                  | 1.99                                     | 2.70         | 0.73             |
| 24.85     |         | ML             |             |          | 35     | S012             |             |             |             |             | 28.5                   |                       |                  | 1.97                                     | 2.71         | 0.77             |
| 26.85     |         | ML             |             |          | 39     | S013             |             |             |             |             | 31.9                   |                       |                  | 1.92                                     | 2.71         | 0.87             |
| 27.00     |         |                |             |          |        |                  |             |             |             |             |                        |                       |                  |                                          |              |                  |
| 28.80     | 灰色粉土質細砂 | SM             |             |          | 31     | S014             |             |             |             |             | 27.6                   |                       |                  | 1.98                                     | 2.71         | 0.75             |
| 30.85     |         | SM             |             |          | 25     | S015             |             |             |             |             | 35.2                   |                       |                  | 1.88                                     | 2.71         | 0.95             |
| 32.80     |         | SM             |             |          | 31     | S016             |             |             |             |             | 28.6                   |                       |                  | 1.96                                     | 2.71         | 0.77             |
| 33.00     |         |                |             |          |        |                  |             |             |             |             |                        |                       |                  |                                          |              |                  |
| 34.85     | 灰色粘土質粉土 | ML             |             |          | 36     | S017             |             |             |             |             | 30.8                   |                       |                  | 1.93                                     | 2.71         | 0.84             |
| 37.90     |         | ML             |             |          | 41     | S018             |             |             |             |             | 29.9                   |                       |                  | 1.94                                     | 2.71         | 0.81             |
| 39.65     |         | ML             |             |          | 38     | S019             |             |             |             |             | 27.3                   |                       |                  | 1.98                                     | 2.70         | 0.74             |
| 39.80     |         |                |             |          |        |                  |             |             |             |             |                        |                       |                  |                                          |              |                  |

表4.2 SS-15鑽孔A表資料

鑽孔編號: SS-15

X 座標: 200686 B表

Y 座標: 2684563

| 深度<br>(m) | 樣品類 | 試驗代號 | 強度參數                   |        |                        |         |              |                    |
|-----------|-----|------|------------------------|--------|------------------------|---------|--------------|--------------------|
|           |     |      | C                      | $\phi$ | C'                     | $\phi'$ | $\epsilon_f$ | $A_f$              |
|           |     |      | kg/<br>cm <sup>2</sup> | deg    | kg/<br>cm <sup>2</sup> | deg     | %            | E                  |
|           |     |      |                        |        |                        |         |              | kg/cm <sup>2</sup> |

(未做試驗)

表4.3 SS-15鑽孔B表資料

鑽孔編號: SS-15

X 座標: 200686 C表

Y 座標: 2684563

| 深度<br>(m) | 樣品類   | 試驗代號  |
|-----------|-------|-------|
| -----     | ----- | ----- |

(未做試驗)

表4.4 SS-15鑽孔 C表資料



計畫名稱: 台中港土壤液化研究(一)

A表

鑽孔編號: SS-20

X座標: 200503

鑽孔傾角: 90°

鑽孔位置: 台中港務局

Y座標: 2684097

鑽孔孔徑: 55 mm

鑽探公司: 台中港務局

Z座標: 6.35 m

鑽孔深度: 55 m

鑽探日期: 04-09-1979

水位計:

埋設深度:

鑽孔位置: 中突堤

地下水位深度: 3.5M

日期: 04-09-79

| 深度<br>(m) | 土/岩層說明  | 土壤<br>岩石<br>分類 | 取樣率<br>% | RQD<br>% | N<br>值 | 採樣編號 | 礫石<br>% | 砂土<br>% | 粉土<br>% | 粘土<br>% | 自然含水量<br>% | 液性<br>指數<br>% | 塑性<br>指數 | 飽和<br>單位重<br>t/m <sup>3</sup> | 比重<br>Gs | 孔隙比<br>e |
|-----------|---------|----------------|----------|----------|--------|------|---------|---------|---------|---------|------------|---------------|----------|-------------------------------|----------|----------|
| 1.85      | 灰色粉土質細砂 | SM             |          |          | 15     | S001 |         |         |         |         | 23.5       |               |          | 2.03                          | 2.67     | 0.63     |
| 3.85      |         | SM             |          |          | 10     | S002 |         |         |         |         | 28.5       |               |          | 1.95                          | 2.67     | 0.76     |
| 5.85      |         | SM             |          |          | 29     | S003 |         |         |         |         | 22.6       |               |          | 2.06                          | 2.71     | 0.61     |
| 7.85      |         | SM             |          |          | 9      | S004 |         |         |         |         | 31.2       |               |          | 1.93                          | 2.71     | 0.85     |
| 9.70      |         |                |          |          |        |      |         |         |         |         |            |               |          |                               |          |          |
| 9.85      | 灰色粘土質粉土 | ML             |          |          | 5      | S005 |         |         |         |         | 31.5       |               |          | 1.93                          | 2.72     | 0.86     |
| 11.85     |         | ML             |          |          | 19     | S006 |         |         |         |         | 33.1       |               |          | 1.90                          | 2.70     | 0.89     |
| 13.85     |         | ML             |          |          | 9      | S007 |         |         |         |         | 32.0       |               |          | 1.91                          | 2.70     | 0.86     |
| 15.85     |         | ML             |          |          | 10     | S008 |         |         |         |         | 32.0       |               |          | 1.91                          | 2.70     | 0.86     |
| 17.00     |         |                |          |          |        |      |         |         |         |         |            |               |          |                               |          |          |
| 17.85     | 灰色粉土質細砂 | SM             |          |          | 13     | S009 |         |         |         |         | 30.2       |               |          | 1.94                          | 2.72     | 0.82     |
| 18.90     |         |                |          |          |        |      |         |         |         |         |            |               |          |                               |          |          |
| 19.85     | 灰色粘土質細砂 | SC             |          |          | 10     | S010 |         |         |         |         | 36.2       | 25.4          | 9.2      | 1.87                          | 2.73     | 0.99     |
| 21.20     |         | SC             |          |          |        | T001 |         |         |         |         | 39.2       | 36.7          | 13.6     | 1.85                          | 2.78     | 1.09     |
| 21.50     |         |                |          |          |        |      |         |         |         |         |            |               |          |                               |          |          |
| 21.85     | 灰色粉土質細砂 | SM             |          |          | 10     | S011 |         |         |         |         | 28.6       |               |          | 1.97                          | 2.72     | 0.78     |
| 22.00     |         |                |          |          |        |      |         |         |         |         |            |               |          |                               |          |          |
| 23.85     | 灰色細砂    | SP-SM          |          |          | 28     | S012 |         |         |         |         | 24.7       |               |          | 2.00                          | 2.66     | 0.66     |
| 25.70     |         |                |          |          |        |      |         |         |         |         |            |               |          |                               |          |          |
| 25.85     | 灰色粉土質細砂 | SM             |          |          | 27     | S013 |         |         |         |         | 22.7       |               |          | 2.06                          | 2.70     | 0.61     |
| 27.85     |         | SM             |          |          | 28     | S014 |         |         |         |         | 28.2       |               |          | 1.96                          | 2.69     | 0.76     |
| 29.85     |         | SM             |          |          | 28     | S015 |         |         |         |         | 28.1       |               |          | 1.97                          | 2.70     | 0.76     |
| 31.50     |         |                |          |          |        |      |         |         |         |         |            |               |          |                               |          |          |
| 31.85     | 灰色細砂    | SP-SM          |          |          | 51     | S016 |         |         |         |         | 20.5       |               |          | 2.09                          | 2.70     | 0.55     |
| 33.70     |         |                |          |          |        |      |         |         |         |         |            |               |          |                               |          |          |
| 33.85     | 灰色粉土質細砂 | SM             |          |          | 23     | S017 |         |         |         |         | 30.1       |               |          | 1.95                          | 2.73     | 0.82     |
| 35.85     |         | SM             |          |          | 33     | S018 |         |         |         |         | 26.1       |               |          | 1.99                          | 2.67     | 0.70     |
| 37.40     |         |                |          |          |        |      |         |         |         |         |            |               |          |                               |          |          |
| 37.85     | 灰色細砂    | SP-SM          |          |          | 46     | S019 |         |         |         |         | 34.3       |               |          | 1.88                          | 2.70     | 0.93     |
| 39.85     |         | SP-SM          |          |          | 36     | S020 |         |         |         |         | 25.5       |               |          | 1.99                          | 2.67     | 0.68     |
| 41.85     |         | SP-SM          |          |          | 19     | S021 |         |         |         |         | 29.3       |               |          | 1.95                          | 2.70     | 0.79     |
| 43.70     |         |                |          |          |        |      |         |         |         |         |            |               |          |                               |          |          |
| 43.85     | 灰色粉土質細砂 | SM             |          |          | 54     | S022 |         |         |         |         | 25.6       |               |          | 2.00                          | 2.68     | 0.69     |
| 45.20     |         |                |          |          |        |      |         |         |         |         |            |               |          |                               |          |          |
| 45.85     | 灰色粘土質細砂 | SC             |          |          | 23     | S023 |         |         |         |         | 30.9       | 25.5          | 8.9      | 1.92                          | 2.69     | 0.83     |
| 46.00     |         |                |          |          |        |      |         |         |         |         |            |               |          |                               |          |          |
| 47.85     | 灰色粉土質細砂 | SM             |          |          | 35     | S024 |         |         |         |         | 24.1       |               |          | 2.02                          | 2.69     | 0.65     |
| 49.85     |         | SM             |          |          | 43     | S025 |         |         |         |         | 27.7       |               |          | 1.97                          | 2.68     | 0.74     |
| 51.70     |         |                |          |          |        |      |         |         |         |         |            |               |          |                               |          |          |
| 51.85     | 灰色細砂    | SP-SM          |          |          | 46     | S026 |         |         |         |         | 30.9       |               |          | 1.91                          | 2.66     | 0.82     |
| 53.85     |         | SP-SM          |          |          | 60     | S027 |         |         |         |         | 28.2       |               |          | 1.96                          | 2.69     | 0.76     |
| 54.00     |         |                |          |          |        |      |         |         |         |         |            |               |          |                               |          |          |
| 54.85     | 灰色細砂    | SP             |          |          | 56     | S028 |         |         |         |         | 25.6       |               |          | 2.00                          | 2.70     | 0.69     |
| 55.00     |         |                |          |          |        |      |         |         |         |         |            |               |          |                               |          |          |

表4.5 SS-20鑽孔A表資料

鑽孔編號: SS-20

X 座標: 200503 B表

Y 座標: 2684097

| 深度<br>(m) | 樣品類 | 試驗代號 | 強度參數                   |        |                        |         |              |                    |
|-----------|-----|------|------------------------|--------|------------------------|---------|--------------|--------------------|
|           |     |      | C                      | $\phi$ | C'                     | $\phi'$ | $\epsilon_f$ | $\Delta_f$         |
|           |     |      | kg/<br>cm <sup>2</sup> | deg    | kg/<br>cm <sup>2</sup> | deg     | %            | E                  |
|           |     |      |                        |        |                        |         |              | kg/cm <sup>2</sup> |
|           |     |      |                        |        |                        |         |              | $\sigma_{c \max}$  |
|           |     |      |                        |        |                        |         |              | kg/cm <sup>2</sup> |

(未做試驗)

表4.6 SS-20鑽孔B表資料

鑽孔編號: SS-20

X 座標: 200503 C表

Y 座標: 2684097

| 深度<br>(m) | 樣品<br>類別 | 樣品<br>編號 |
|-----------|----------|----------|
| -----     | -----    | -----    |

(未做試驗)

表4.7 SS-20鑽孔C表資料

A表

計畫名稱: 台中港土壤液化研究(一)

鑽孔編號: SS-25

鑽孔位置: 台中港務局

鑽孔公司: 台中港務局

鑽孔日期: 03-05-1979

鑽孔位置: 南突堤

X座標: 200319

Y座標: 2683632

Z座標: 4.60

水位計:

埋設深度:

鑽孔傾角: 90°

鑽孔直徑:

鑽孔深度: 40

地下水位深度: 3.4M

日期: 03-05-79

| 深度<br>(m) | 土/岩層說明  | 土壤<br>岩石<br>分類 | 取<br>樣<br>率<br>% | RCD<br>N<br>% | N<br>值 | 樣<br>本<br>編號 | 礫石<br>% | 砂土<br>% | 粉土<br>% | 黏土<br>% | 自然含水量<br>% | 液性<br>限<br>% | 塑性<br>指數 | 單位<br>重量<br>t/m <sup>3</sup> | 比重<br>Gs | 孔隙<br>比<br>e |
|-----------|---------|----------------|------------------|---------------|--------|--------------|---------|---------|---------|---------|------------|--------------|----------|------------------------------|----------|--------------|
| 1.85      | 灰色粉土質細砂 | SM             |                  | 9             |        | S001         |         |         |         |         | 21.9       |              |          | 2.06                         | 2.68     | 0.59         |
| 3.85      |         | SM             |                  | 16            |        | S002         |         |         |         |         | 18.6       |              |          | 2.12                         | 2.68     | 0.50         |
| 5.85      |         | SM             |                  | 18            |        | S003         |         |         |         |         | 42.5       |              |          | 1.79                         | 2.68     | 1.14         |
| 7.85      |         | SM             |                  | 5             |        | S004         |         |         |         |         | 33.7       |              |          | 1.89                         | 2.70     | 0.91         |
| 9.00      |         |                |                  |               |        |              |         |         |         |         |            |              |          |                              |          |              |
| 9.85      | 灰色粘土質粉土 | ML             |                  | 9             |        | S005         |         |         |         |         | 31.2       |              |          | 1.93                         | 2.71     | 0.85         |
| 11.85     |         | ML             |                  | 14            |        | S006         |         |         |         |         | 35.3       |              |          | 1.87                         | 2.69     | 0.95         |
| 13.85     |         | ML             |                  | 7             |        | S007         |         |         |         |         | 30.0       |              |          | 1.94                         | 2.71     | 0.81         |
| 14.55     |         |                |                  |               |        |              |         |         |         |         |            |              |          |                              |          |              |
| 16.10     | 灰色粉土質細砂 | SM             |                  |               |        | T001         |         |         |         |         | 28.9       |              |          | 1.96                         | 2.27     | 0.78         |
| 17.85     |         | SM             |                  | 12            |        | S008         |         |         |         |         | 33.3       |              |          | 1.91                         | 2.73     | 0.91         |
| 19.85     |         | SM             |                  | 15            |        | S009         |         |         |         |         | 29.7       |              |          | 1.94                         | 2.69     | 0.80         |
| 21.85     |         | SM             |                  | 26            |        | S010         |         |         |         |         | 28.7       |              |          | 1.95                         | 2.69     | 0.77         |
| 23.85     |         | SM             |                  | 26            |        | S011         |         |         |         |         | 20.9       |              |          | 2.08                         | 2.69     | 0.56         |
| 25.85     |         | SM             |                  | 20            |        | S012         |         |         |         |         | 26.3       |              |          | 1.99                         | 2.70     | 0.71         |
| 27.85     |         | SM             |                  | 24            |        | S013         |         |         |         |         | 28.8       |              |          | 1.95                         | 2.68     | 0.77         |
| 29.85     |         | SM             |                  | 29            |        | S014         |         |         |         |         | 20.7       |              |          | 2.09                         | 2.70     | 0.56         |
| 31.85     |         | SM             |                  | 49            |        | S015         |         |         |         |         | 18.5       |              |          | 2.13                         | 2.68     | 0.50         |
| 33.85     |         | SM             |                  | 53            |        | S016         |         |         |         |         | 26.7       |              |          | 1.99                         | 2.71     | 0.72         |
| 35.15     |         |                |                  |               |        |              |         |         |         |         |            |              |          |                              |          |              |
| 35.85     | 灰色細砂    | SP-SM          |                  | 52            |        | S017         |         |         |         |         | 23.0       |              |          | 2.05                         | 2.69     | 0.62         |
| 37.85     |         | SP-SM          |                  | 60            |        | S018         |         |         |         |         | 27.8       |              |          | 1.97                         | 2.69     | 0.75         |
| 38.55     |         |                |                  |               |        |              |         |         |         |         |            |              |          |                              |          |              |
| 39.85     | 灰色粉土質細砂 | SM             |                  | 61            |        | S019         |         |         |         |         | 25.8       |              |          | 2.00                         | 2.69     | 0.69         |
| 40.00     |         |                |                  |               |        |              |         |         |         |         |            |              |          |                              |          |              |

表4.8 SS-25鑽孔A表資料

鑽孔編號: SS-25

X 座標: 200319 B表

Y 座標: 2683632

| 深度<br>(m) | 樣品類 | 試驗代號 | 強度參數                   |        |                        |         |              |                |                        |
|-----------|-----|------|------------------------|--------|------------------------|---------|--------------|----------------|------------------------|
|           |     |      | C                      | $\phi$ | C'                     | $\phi'$ | $\epsilon_f$ | A <sub>f</sub> | E                      |
|           |     |      | kg/<br>cm <sup>2</sup> | deg    | kg/<br>cm <sup>2</sup> | deg     | %            |                | kg/<br>cm <sup>2</sup> |
|           |     |      |                        |        |                        |         |              |                | kg/cm <sup>2</sup>     |

(未做試驗)

表4.9 SS-25鑽孔B表資料

鑽孔編號: SS-25

X 座標: 200319 C表

Y 座標: 2683632

| 深度<br>(m) | 樣品類   | 試驗代號  |
|-----------|-------|-------|
| -----     | ----- | ----- |

(未做試驗)

表4.10 SS-25鑽孔C表資料