

93-50-788

MOTC-IOT-92-H1BA05

地理資訊系統在港灣工程資料 查詢展示之建置應用(2/3)



交通部運輸研究所

中華民國九十三年四月

93-50-788

MOTC-IOT-92-H1BA05

地理資訊系統在港灣工程資料 查詢展示之建置應用(2/3)

著 者：謝明志、張道光、蘇青和、簡仲璟、單誠基
陳明宗、蘇吉立、賴聖耀、曾文傑

交通部運輸研究所

中華民國九十三年四月

地理資訊系統在港灣工程資料查詢展示之建置應用(2/3)

著 者：謝明志、張道光、蘇青和、簡仲璟、單誠基、陳明宗、
蘇吉立、賴聖耀、曾文傑

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：台北市敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw/chinese/lib/lib.htm

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國九十三年四月

印 刷 者：

版(刷)次冊數：初版一刷 120 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價： 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

三民書局重南店：台北市重慶南路一段 61 號 4 樓•電話：(02)23617511

三民書局復北店：台北市復興北路 386 號 4 樓•電話：(02)25006600

國家書坊台視總店：台北市八德路三段 10 號 B1•電話：(02)25787542

五南文化廣場：台中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

新進圖書廣場：彰化市中正路二段 5 號•電話：(04)7252792

青年書局：高雄市青年一路 141 號 3 樓•電話：(07)3324910

地理資訊系統在港灣工程資料查詢展示之建置應用
(2/3)

交通部運輸研究所

GPN: 1009301113

定價 元

交通部運輸研究所出版品摘要表

出版品名稱：地理資訊系統在港灣工程資料查詢展示之建置應用(2/3)			
國際標準書號（或叢刊號）	政府出版品統一編號 1009301113	運輸研究所出版品編號 93-50-788	計畫編號 92-H1BA05
主辦單位：港灣技術研究中心 主管：邱永芳 計畫召集人：朱金元 計畫主持人：謝明志、張道光、蘇青和、簡仲璟、單誠基、陳明宗、蘇吉立 研究人員：賴聖耀、曾文傑、柯正龍、羅建明、何良勝、曾相茂、吳基、林柏青、廖慶堂、徐如娟、莊文傑、陳冠宇、江中權、林玲煥、劉清松 聯絡電話：04-26564216 傳真號碼：04-26571329			研究期間 自 92 年 01 月 至 92 年 12 月
關鍵詞：地理資訊系統、工程基本資料、土壤液化、地震監測、腐蝕調查、海氣象調查、數值模擬、貨櫃運量、工程單價			
摘要： 本計畫在本年度內大幅擴建本所港研中心之地理資訊系統，依港研中心研究業務之類別，分八個子計畫來彙整中心歷年研究成果，並撰寫分析程式及查詢模組。由於資料數量及模組架構都極龐大，故擬定以三年時間來建構此系統，本年為第二個執行年度。年度內所執行的八個子計畫分別為：(一)地理資訊系統在港區地工資料之應用，(二)地理資訊系統在港工材料查詢展示之應用，(三)港區海氣象資料彙整建檔，(四)港區海氣象數值模式建置，(五)港區設計規劃資料建置，(六)港灣資料網頁系統之建置，(七)港灣工程單價資料庫之建置，(八)港區地震及地下水水位量測資料彙整建置。建置作業所採用的主要工具為 MapInfo 地理資訊系統，並運用其程式語言 MapBasic 來開發應用模組。 年度內所完成的工作，計有十大項：(1)系統架構擴建規劃設計，(2)海氣象調查資料查詢模組之更新及建構，(3)海象數值模擬資料查詢模組之建構，(4)碼頭板樁腐蝕調查資料查詢模組之建構，(5)貨櫃碼頭運量查詢模組資料擴建，(6)液化分析模組之擴建及應用，(7)港灣工程單價資料庫之建檔，(8)台中港地震及地下水水位量測資料查詢模組新建，(9)系統資料的補充更新，(10)成果網頁之建置。後續計畫將繼續擴增資料內容，期使所建資料庫系統更臻完善。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
93 年 4 月	298		凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： ☐ 限閱 ☐ 機密 ☐ 極機密 ☐ 絕對機密 （解密【限】條件： ☐ 年 月 日解密， ☐ 公布後解密， ☐ 附件抽存後解密， ☐ 工作完成或會議終了時解密， ☐ 另行檢討後辦理解密） ☒ 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: The application of geographic information system on establishing the consulting system of harbor engineering data.(2/3)			
ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009301113	IOT SERIAL NUMBER 93-50-788	PROJECT NUMBER 92-H1BA05
DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER DIVISION DIRECTOR: Yung-Fang Chiu PROJECT ADVISOR: Chin-Yuan Chu. PRINCIPAL INVESTIGATOR: M. J. Hsieh, D. K. Chang, C. H. Su, C. G. Gang, C. C. Shan, M. C. Cheng, G. L. Su PROJECT STAFF: S. Y. Lai, W. J. Chen, C. L. Kuo, G. M. Lo, L. S. Hou, S. M. Cheng, Gee Wu, B. C. Lin, C. t. Lioa, G. G. Sheu, W. J. Jung, K. Y. Cheng, C. C. Jung, L. F. Lin, C. S. Liu PHONE: 04-26564216 FAX: 04-26571329			PROJECT PERIOD FROM Jan. 2003 TO Dec. 2003
KEY WORDS: geographic information system, engineering basic data, soil liquefaction, seismic monitor, corrosion investigation, ocean investigation data, numeric simulation, container loading unloading, engineering price.			
ABSTRACT: This project expands the geographic information system (GIS) installed in Center. The major tool of this establishing operation is MapInfo GIS. We added many elements in MapInfo's database and used its program language, MapBasic, to write the new consulting modules. We have finished a great deal of work this year as listed below: (1) expansion and design of system structure, (2) establishment of consulting module of ocean data, (3) establishment of consulting module of numerical simulation data, (4) establishment of consulting module of corrosion data of steel piles, (5) establishment of consulting module of container load and unloading data of wharves, (6) expansion and application of liquefaction modules, (7) database establishment of harbor engineering costs, (8) establishment of consulting module of seismic magnitude and groundwater data at Port of Taichung, (9) system data renewing, (10) establishment of GIS homepage on the Internet. The project of next year will continue to expand the contents and try to establish a better system.			
DATE OF PUBLICATION April 2004	NUMBER OF PAGES 298	PRICE	CLASSIFICATION ☐ SECRET ☐ CONFIDENTIAL ☒ UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

地理資訊系統在港灣工程資料查詢展示之建置應用(2/3)

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
圖目錄	V
表目錄	XVI
第一章 計畫緣起及目的	1-1
第二章 地理資訊系統的應用	2-1
第三章 系統開發工具	3-1
第四章 資料處理及系統建置	4-1
第五章 系統資料補充更新	5-1
第六章 台北港區查詢系統開發建置	6-1
第七章 港區三維模型及導覽動畫增建	7-1
第八章 系統應用模組開發使用	8-1
第九章 港區地工資料查詢展示	9-1
第十章 碼頭鋼板樁腐蝕調查系統展示	10-1
第十一章 海氣象調查資料查詢展示	11-1
第十二章 海象數值資料查詢展示	12-1
第十三章 貨櫃碼頭營運資料查詢展示	13-1
第十四章 成果網頁資料製作展示	14-1

第十五章 港灣工程單價資料庫建置.....	15-1
第十六章 港區地震及監測資料查詢展示.....	16-1
第十七章 結論與建議.....	17-1
參考文獻.....	18-1
簡報資料.....	附 1-1

圖 目 錄

圖 5-1 台中港區舊地形圖	5-1
圖 5-2 基台中港擴建後新地形圖	5-2
圖 5-3 台中港西碼頭設計斷面圖之一	5-3
圖 5-4 台中港北防波堤外延段設計斷面圖	5-3
圖 5-5 蘇澳港堤防分佈位置及構造型式分類展示圖	5-4
圖 5-6 蘇澳港沉箱合成堤斷面圖	5-4
圖 5-7 台中港區舊的遙測影像資料	5-5
圖 5-8 台中港區新的遙測影像資料	5-5
圖 5-9 高雄港區舊地形圖	5-6
圖 5-10 高雄港區新地形圖	5-7
圖 5-11 原高雄港區未來規劃圖	5-8
圖 5-12 更新後之高雄港區未來規劃圖	5-8
圖 5-13 高雄港碼頭位置分佈圖	5-12
圖 5-14 高雄港南端專用碼頭設計斷面圖之一	5-12
圖 5-15 高雄港 17 至 21 號老舊碼頭設計斷面圖之一	5-13
圖 5-15 高雄港 17 至 21 號碼頭改建後設計斷面圖之一	5-14
圖 6-1 台北港港區現況圖	6-2
圖 6-2 台北港港區地形套色圖	6-2
圖 6-3 台北港區堤防分佈位置及構造型式分類圖	6-3
圖 6-4 台北港拋石堤斷面圖	6-4
圖 6-5 台北港沉箱合成堤斷面圖	6-4
圖 6-6 台北港鑽孔位置分佈圖	6-5

圖 6-7 台北港鑽孔報表資料.....	6-6
圖 6-8 台北港鑽孔柱狀圖.....	6-6
圖 6-9 台北港 Liao 法液化機率分析柱狀圖	6-7
圖 6-10 台北港 Seed 抗液化分析柱狀圖	6-7
圖 6-11 台北港港區碼頭分佈位置.....	6-8
圖 6-12 台北港港區斜樁棧橋式碼頭.....	6-9
圖 6-13 台北港港區板樁式碼頭.....	6-9
圖 7-1 花蓮港導覽動畫視景 1.....	7-2
圖 7-2 花蓮港導覽動畫視景 2.....	7-2
圖 7-3 花蓮港導覽動畫視景 3.....	7-3
圖 7-4 花蓮港導覽動畫視景 4.....	7-3
圖 7-5 花蓮港導覽動畫視景 5.....	7-4
圖 7-6 花蓮港導覽動畫視景 6.....	7-4
圖 7-7 花蓮港導覽動畫視景 7.....	7-5
圖 7-8 花蓮港導覽動畫視景 8.....	7-5
圖 7-9 花蓮港導覽動畫視景 9.....	7-6
圖 7-10 花蓮港導覽動畫視景 10.....	7-6
圖 7-11 花蓮港導覽動畫視景 11	7-7
圖 7-12 花蓮港導覽動畫視景 12.....	7-7
圖 7-13 高雄港導覽動畫視景 1.....	7-8
圖 7-14 高雄港導覽動畫視景 2.....	7-8
圖 7-15 高雄港導覽動畫視景 3.....	7-9
圖 7-16 高雄港導覽動畫視景 4.....	7-9
圖 7-17 高雄港導覽動畫視景 5.....	7-10

圖 7-18 高雄港導覽動畫視景 6.....	7-10
圖 7-19 高雄港導覽動畫視景 7.....	7-11
圖 7-20 高雄港導覽動畫視景 8.....	7-11
圖 7-21 高雄港導覽動畫視景 9.....	7-12
圖 7-22 高雄港導覽動畫視景 10.....	7-12
圖 7-23 高雄港導覽動畫視景 11.....	7-13
圖 7-24 高雄港導覽動畫視景 12.....	7-13
圖 8-1 地震規模 $M_w=7.5$ 時，不同細料含量之液化阻抗與 $(N_1)_{60}$ 關係 (修正自 Seed 等人，1985)	8-2
圖 8-2 應力折減係數 γ_d 的由來(Seed 與 Idriss, 1971)	8-4
圖 8-3 標準貫入試驗打擊能量比與深度之關係.....	8-8
圖 8-4 Seed 簡易經驗法(1997nceer Workshop)分析流程.....	8-9
圖 8-5 Tokimatsu 與 Yoshimi 簡易經驗法(1983)分析流程	8-12
圖 8-6 日本道路橋協會簡易經驗法(1996)分析流程	8-15
圖 8-7 $0\% \leq FC \leq 10\%$ 液化判別圖(58 組液化及 70 組非液化案例)	8-29
圖 8-8 $10\% \leq FC \leq 20\%$ 液化判別圖(77 組液化及 95 組非液化案例) ..	8-29
圖 8-9 $20\% \leq FC \leq 30\%$ 液化判別圖(64 組液化及 32 組非液化案例) ..	8-30
圖 8-10 $30\% \leq FC \leq 40\%$ 液化判別圖(37 組液化及 29 組非液化案例) .	8-30
圖 8-11 $FC=5\%$ 、 $FC=15\%$ 、 $FC=25\%$ 、 $FC=35\%$ 等判化判別式 $C(P)=0$ 之比較	8-31
圖 8-12 $FC=5\%$ 、 $FC=15\%$ 、 $FC=25\%$ 、 $FC=35\%$ 等判化判別式 ($P=0.15$)= 0 之比較.....	8-31
圖 8-13 液化案例之 $\sqrt{F_s}$ 值繪於常態或然圖上	8-32
圖 8-14 非液化案例之 $\sqrt{F_s}$ 值繪於對數常態或然率圖上	8-32
圖 8-15 貝氏定理 $C(P)=0$ 、 $P=0.15$ 之液化安全係數	

與液化機率之關係圖	8-32
圖 9-1 查詢系統主畫面	9-6
圖 9-2 高雄港區地圖圖層及選單下拉模式	9-7
圖 9-3 高雄港的鑽探孔位分佈圖	9-7
圖 9-4 鑽孔柱狀圖	9-8
圖 9-5 地震強度之選取對話框	9-8
圖 9-6 鑽孔 Liao 液化機率分析結果柱狀圖	9-9
圖 9-7 Liao+Lai 法全區液化危險性指數分佈圖	9-9
圖 9-8 高雄港區 Seed 抗液化安全係數柱狀圖	9-10
圖 9-9 高雄港區 Seed+Iwasaki 法全區液化危險性指數分佈圖	9-10
圖 9-10 Lai 液化機率分析方法查詢選單下拉模式	9-12
圖 9-11 高雄港區鑽孔 Lai 液化機率分析結果柱狀圖	9-13
圖 9-12 高雄港區 Lai-Prob+Lai 法全區液化危險性指數分佈圖	9-13
圖 9-13 高雄港區 Lai 抗液化安全係數柱狀圖	9-14
圖 9-14 高雄港區 Lai+Iwasaki 法全區液化危險性指數分佈圖	9-14
圖 10-1 查詢系統主畫面	10-5
圖 10-2 花蓮港碼頭資料下拉選單及碼頭位置分佈圖	10-5
圖 10-3 花蓮港下拉選單及腐蝕調查碼頭位置分佈圖	10-6
圖 10-4 檢測起迄點輸入對話框	10-6
圖 10-5 凸側凹面點取對話框	10-7
圖 10-6 花蓮港腐蝕速率調查成果展繪圖	10-7
圖 10-7 檢測位置輸入對話框	10-8
圖 10-8 花蓮港鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較圖	10-8
圖 10-9 花蓮港鋼板厚度調查成果展繪圖	10-9

圖 10-10 花蓮港鋼板凸側凹三面厚度比較圖.....	10-9
圖 10-11 基隆港碼資料下拉選單及碼頭位置分佈圖.....	10-12
圖 10-12 基隆港腐蝕調查碼頭位置分佈圖.....	10-12
圖 10-13 基隆港腐蝕速率調查成果展繪圖.....	10-13
圖 10-14 基隆港鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較圖.....	10-13
圖 10-15 基隆港鋼板厚度調查成果展繪圖.....	10-14
圖 10-16 基隆港鋼板凸側凹三面厚度比較圖.....	10-14
圖 11-1 台灣港區海氣象觀測資料地理資訊系統流程圖.....	11-2
圖 11-2 查詢主畫面	11-7
圖 11-3 花蓮港區海氣象查詢表單及流側站位置展示圖.....	11-7
圖 11-4 資料內容選取對話框	11-8
圖 11-5 年份選取對話框	11-8
圖 11-6 花蓮港月季選取對話框	11-8
圖 11-7 花蓮港海氣象資料查詢結果之一	11-9
圖 11-8 花蓮港波浪資料圖查詢結果之一	11-9
圖 11-9 高雄港區海氣象查詢表單及風測站位置展示圖.....	11-11
圖 11-10 高雄港風資料內容選取對話框	11-12
圖 11-11 高雄港風資料年份選取對話框	11-12
圖 11-12 高雄港海風資料月季選取對話框	11-12
圖 11-13 高雄港風資料圖查詢結果之一	11-9
圖 11-14 高雄港波浪資料圖查詢結果之一	11-9
圖 12-1 海象數值模擬結果資料蒐集、處理及管理系統流程圖.....	12-2
圖 12-2 查詢主畫面	12-6
圖 12-3 花蓮港區海氣象查詢表單及波浪推算點位置展示圖.....	12-6

圖 12-4 花蓮港區海象數值模擬波浪資料內容選取對話框.....	12-5
圖 12-5 花蓮港區海象數值模擬波浪資料年份選取對話框.....	12-5
圖 12-6 花蓮港區海象數值模擬波浪資料查詢月季選取對話框.....	12-5
圖 12-7 花蓮港海氣象數值模擬波浪資料查詢結果之一	12-8
圖 12-8 花蓮港海氣象數值模擬海流資料查詢結果之一	12-8
圖 12-9 高雄港區海氣象查詢表單及海流推算點位置展示圖.....	12-10
圖 12-10 高雄港區海象數值模擬海流資料內容選取對話框.....	12-11
圖 12-11 高雄港區海象數值模擬海流資料年份選取對話框.....	12-11
圖 12-12 高雄港區海象數值模擬海流資料查詢月季選取對話框 ..	12-11
圖 12-13 高雄港海氣象數值模擬海流資料查詢結果之一	12-12
圖 12-14 花蓮港海氣象數值模擬波浪資料查詢結果之一	12-14
圖 13-1 查詢系統主畫面	13-7
圖 13-2 高雄港貨櫃碼頭分佈位置圖	13-8
圖 13-3 高雄港貨櫃裝卸量選單呈列狀況圖	13-8
圖 13-4 高雄港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪	13-8
圖 13-5 高雄港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪	13-9
圖 13-6 高雄港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪	13-9
圖 13-7 基隆港貨櫃碼頭分佈位置圖	13-10
圖 13-8 基隆港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪	13-10
圖 13-9 基隆港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪	13-11
圖 13-10 基隆港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪	13-11
圖 14-1 花蓮港首頁	14-2
圖 14-2 花蓮港港池模型導覽	14-3
圖 14-3 花蓮港 720 度虛擬實境導覽	14-3

圖 14-4 花蓮港港區現況圖	14-4
圖 14-5 花蓮港港區未來規劃圖	14-4
圖 14-6 花蓮港地質資料展繪	14-5
圖 14-7 土壤液化分析概述	14-6
圖 14-8 液化動畫示意圖	14-7
圖 14-9 花蓮港土壤液化分析柱狀圖	14-8
圖 14-10 花蓮港碼頭使用類別	14-8
圖 14-11 花蓮港碼頭構造型式網頁	14-9
圖 14-12a 沉箱式碼頭平面圖	14-9
圖 14-12b 沉箱式碼頭立體圖	14-10
圖 14-13a 板樁式碼頭平面圖	14-10
圖 14-13b 板樁式碼頭立體圖	14-11
圖 14-14a 砌塊式碼頭平面圖	14-11
圖 14-14b 砌塊式碼頭立體圖	14-12
圖 14-15 十三個不同角度的靜態碼頭立體圖	14-12
圖 14-16 花蓮港堤防型態類別	14-13
圖 14-17 花蓮港堤防構造型式網頁	14-13
圖 14-18a 沉箱式堤防平面圖	14-14
圖 14-18b 沉箱式堤防立體圖	14-14
圖 14-19a 砌塊式堤防平面圖	14-15
圖 14-19b 砌塊式堤防立體圖	14-15
圖 14-20 花蓮港海氣象地象資料查詢網頁	14-16
圖 14-21 查詢潮汐月曆線圖網頁	14-17
圖 14-22 月曆線圖下載網頁	14-17

圖 14-23 潮汐月曆線圖	14-18
圖 14-24 查詢數值全區海流向量圖網頁	14-18
圖 14-25 全區數值海流向量圖	14-19
圖 14-26 高雄港首頁	14-19
圖 14-27 高雄港港池模型導覽	14-20
圖 14-28 高雄港 360 度虛擬實境導覽	14-21
圖 14-29 高雄港港區現況圖	14-21
圖 14-30 高雄港港區未來規劃圖	14-22
圖 14-31 高雄港地質資料展繪	14-22
圖 14-32 土壤液化分析概述	14-23
圖 14-33 液化動畫示意圖	14-24
圖 14-34 高雄港土壤液化分析柱狀圖	14-25
圖 14-35 高雄港碼頭使用類別	14-26
圖 14-36 高雄港碼頭構造型式網頁	14-26
圖 14-37a 鋼板樁錨碇式碼頭平面圖	14-26
圖 14-37b 鋼板樁錨碇式碼頭斷面圖	14-27
圖 14-37c 鋼板樁錨碇式碼頭立體圖	14-27
圖 14-38a 鋼筋混凝土樁棧橋式碼頭平面圖	14-28
圖 14-38b 鋼筋混凝土樁棧橋式碼頭斷面圖	14-28
圖 14-38c 鋼筋混凝土樁棧橋式碼頭立體圖	14-29
圖 14-39a 鋼管樁棧橋式碼頭平面圖	14-29
圖 14-39b 鋼管樁棧橋式碼頭斷面圖	14-30
圖 14-39c 鋼管樁棧橋式碼頭立體圖	14-30
圖 14-40 高雄港堤防型態類別	14-31

圖 14-41 高雄港堤防構造型式網頁	14-31
圖 14-42a 圓形沉箱式堤防平面圖.....	14-32
圖 14-42b 圓形沉箱式堤防立體圖	14-32
圖 14-43a 砌石式堤防平面圖.....	14-33
圖 14-43b 砌石式堤防立體圖	14-33
圖 14-44a 沉箱合成式堤防平面圖.....	14-14
圖 14-44b 沉箱合成式堤防立體圖	14-14
圖 14-45 高雄港海氣象地象資料查詢網頁	14-35
圖 14-46 高雄港查詢潮汐月曆線圖網頁	14-36
圖 14-47 高雄港潮汐月曆線圖	14-36
圖 14-48 高雄港查詢數值全區海流向量圖網頁	14-37
圖 14-49 高雄港全區數值海流向量圖	14-37
圖 15-1 資料庫建置之基本架構、流程與說明	15-7
圖 15-2 已建高雄港資料庫之資料例	15-10
圖 15-3 子資料庫首頁點選區分圖示—(高雄港例).....	15-12
圖 15-4 子資料庫查詢主畫面功能說明—1(高雄港例).....	15-13
圖 15-5 子資料庫查詢主畫面功能說明—2 (高雄港例).....	15-13
圖 15-6 系統資料庫首頁功能說明	15-14
圖 15-7 預算編製總表比較案例	15-15
圖 15-8 預算編製明細表比較案例	15-16
圖 15-9 單價分析表編製比較案例	15-16
圖 15-10 工程會建議之計畫成本組成圖	15-17
圖 15-11 單價分析子資料庫資料查詢面例	15-20
圖 15-12 單價分析資料例—船席航道挖及運棄	15-20

圖 15-13	總項分析子資料庫擬設計查詢面	15-21
圖 16-1	規劃與實設之整體系統設計-台中港範例	16-2
圖 16-2	測站相關測量結果平面示意圖-台中港範例	16-3
圖 16-3	測站相關測量結果斷面示意圖-台中港範例	16-4
圖 16-4	測站主要地質調查內容與結果示意圖-台中港範例	15-5
圖 16-5	整體擷取、傳輸與監測控制流程	16-6
圖 16-6	機房構造與配置示意圖	16-6
圖 16-7	安平港區地震分層監測站設置位置平面狀況	16-8
圖 16-8	安平港區地震分層監測站設置完成外貌狀況	16-8
圖 16-9	台中港區地震分層監測站設置完成外貌狀況	16-9
圖 16-10	布袋港區地震分層監測站設置位置平面狀況	16-9
圖 16-11	布袋港區地震分層監測站設置完成外貌狀況	16-10
圖 16-12	台北港區地震分層監測站設置位址平面狀況	16-10
圖 16-13	台北港區地震分層監測站設置完成外貌狀況	16-11
圖 16-14	高雄港區地震分層監測站設置位置平面狀況	16-11
圖 16-15	高雄區地震分層監測站設置完成外貌狀況	16-12
圖 16-16	簡易資料庫查詢首頁 (查詢系統之第 1 層).....	16-14
圖 16-17	台中港測站資料庫查詢首頁 (查詢系統之第 2 層)	16-15
圖 16-18	台中港地震監測資料查詢表畫面例	16-16
圖 16-19	20020331145320 號地震紀錄簡報資料(首頁).....	16-17
圖 16-20	編號 20020331145320 號地震之南北向分層監測波	16-18
圖 16-21	編號 20020331145320 號地震之動水壓反應分層監測波...	16-19
圖 16-22	0 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況	16-21
圖 16-23	1 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況	16-22
圖 16-24	2 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況	16-23
圖 16-25	3 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況	16-24
圖 16-26	4 地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況	16-25

圖 16-27 查詢主畫面	16-30
圖 16-28 台中港區地震監測查詢表單下拉及監測站位置展示圖	16-31
圖 16-29 台中港區之地震監測系統設置示意圖	16-31
圖 16-30 台中港影響地震震央位置分佈圖	16-32
圖 16-31 台中港南北向分層實測地震波記錄圖之一	16-32
圖 16-32 台灣活斷層分佈位置疊合圖	16-33
圖 16-33 台中港區地震監測資料年份選取對話框	16-33
圖 16-34 台中港區地震監測資料月份選取對話框	16-33
圖 16-35 台中港區地震監測資料日期選取對話框	16-34
圖 16-36 地震引置之水壓反應記錄圖	16-34

表 目 錄

表 4-1 碼頭設計使用資料檔案及資料錄說明.....	4-4
表 4-2 港區各鑽孔基本資料檔案及資料錄說明.....	4-5
表 4-3 鑽孔之試驗資料檔案及資料錄說明.....	4-7
表 5-1 高雄港新增鑽探報告彙整建置初步成果.....	5-9
表 8-1 SPT-N 值簡易液化評估法之比較	8-6
表 11-1 資料庫表單之格式及登錄內容.....	11-1
表 13-1 貨櫃碼頭營運設計使用資料檔案及資料錄說明	13-1
表 15-1 目前蒐集或引用之港灣工程單價資料來源與類型	15-1
表 15-2 資料蒐集與整理之成果統計	15-3
表 15-3 資料庫群組、內容用途說及各資料庫目前建置狀況	15-9
表 15-4 重要經濟參考指標-1	15-21
表 15-4 重要經濟參考指標-2	15-22
表 16-1 台中港區歷史地震監測資料筆數統計表	16-20

第一章 計畫緣起及目的

1.1 計畫緣起

港灣工程基本資料種類繁多，大致可分為港區地形、土層分佈、港灣設施、碼頭設計、防波堤設計、規畫配置及海氣象等資料。因資料散見於各港不同單位中，查詢調閱甚為不便，本所港研中心已收錄有部份資料，且利用 MapInfo 地理資訊系統著手加以整合。為期充分發揮資料管理效益，宜開發資料應用模組，架構成一適當查詢系統，以多樣化表現方式呈現，建立友善介面供使用者使用。

本計畫針對地質、結構及海氣象相關資料進行整理篩選，擴充既有資料架構。資料庫內容包括地質調查、衛星圖資、碼頭堤防斷面設計、海氣象現場調查及數值模擬等，一般資料以向量圖檔、分析圖及統計表型態配合地理資訊展現，可使資料展現介面更具親和性。

資料應用模組開發方面，本計畫針對地質資料已撰寫柱狀圖展繪及地震液化機率分析模組，並著手開發 Seed 等不同分析模式，再以具有等值分析功能之軟體撰寫 Iwasaki 區域液化危險度分析應用模組，利用程式語言設計查詢架構及撰寫查詢程式，期將地質資料之鑽探報表、柱狀圖、單孔及多孔液化分析、港池全區液化危險度等成果，設計成連續展繪的程式模組，提供使用者依地震強度選單輸入地震數據，可一系列的查詢各種地震強度之模擬境況。

1.2 資料建置之重要性

大凡建築工程之規劃設計，皆以搜集環境特性資料為第一要務；而大型的港灣工程，其橫跨之區域動輒數公里以上，區域內的地質及海氣象資料之獲得，乃為最基本之規劃依據。若有完整的港區工程基本資料庫，則港灣建設在工程規劃階段，將可以節省龐大的經費、時間與人力。且因台灣地處環太平洋地震帶，港灣結構物的最大破壞力

乃為烈震強浪所帶來的強烈衝擊及其延生的土壤液化、變形等現象。依據 1989 年美國加州灣區烈震調查，受災最嚴重的位置，均在海灣淤泥層及填土區上，1994 年 1 月 17 日，加州又現烈震，報告指出嚴重災區也多在軟弱地層上。隔年同日(1995 年 1 月 17 日)，日本阪神發生加速度達 833 gal 的烈震，回填區大面積液化，可見震災之分佈與地質條件有絕對密切之關係。1999 年 9 月 21 日，台灣發生集集大地震，距震央相隔三十餘公里的台中港，1 號至 4A 等五座碼頭亦嚴重受創。對於地震這類不可預知的天然災害，若能事先確知那些地點於地震時較可能受創，當可事先採取適當之防範措施。另由於台灣每年平均遭受 3.5 次的颱風侵襲，強風引致大浪，沖擊沿海港灣，對港灣海堤造成破壞，尤以東岸面對太平洋的港口，所帶來的損害最為劇烈。且近 20 年來台灣沿海地區地層下陷問題嚴重，每遇豪雨暴潮，甚至平時大潮滿潮，即發生海水倒灌，財產損失不貲，布袋、安平兩港正座落於下陷嚴重的嘉南平原地區，因此港區新生地之填土高程，碼頭堤防之設計高程，宜先預留容許下陷量，以防範未然。對台灣港區而言，建立完整的基本工程資料庫，除了規劃預算階段可獲得省時、省力、省錢等效益外，亦能達到災害防治的目的。將來並可依據這些資料來推估災害的可能發生程度及其它工程應用，以作為規劃設計及災害防治上的基本資料。

1.3 資料處理層級

一般對大量資料的處理可區分為三個層級，即規格化、系統化及應用性，對本研究而言，個項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港區的各項資料，訂定統一表格，使各種不同的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) 建立港區基本地圖資料系統。

(2) 建立港區工程環境資料系統。

(3) 能展示港區相關資料。

(4) 應用資料並撰寫分析程式。

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。

1.4 資料建檔目的

由於港灣工程資料之獲得常需大量的人力、物力、財力及時間，故取得不易，因此須有計劃的彙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，且未來新的資料又可迅速的補充，使資訊的流通更為便捷。相關資料及查詢系統建置完成後可達到下列目的：

1. 以數位化型式收集港埠空間資料及港灣工程基本資料。
2. 有效率的存取所收集及建置的資料。
3. 開發撰寫地震液化鑽孔分析不同模組。
4. 港區液化等值分析關聯模組設計，針對特定應用加以組合，調適成具目標性的應用系統。
5. 查詢程式撰寫，並提供中文下拉式選單供使用者使用，展示港區各項調查資料。
6. 提供工程依據：提供爾後港灣規劃、設計及工程研判上的需求。
7. 提供學術資料：可供各學術單位從事研究、分析所需的基本資料。

第二章 地理資訊系統的應用

2.1 地理資訊系統定義

地理資訊系統(Geographic Information System)，簡稱 GIS，是一套應用電腦來處理地理相關資料的資訊系統，可視為一套電腦資訊的處理軟體。地理資訊系統之父 Tomlinson 曾說，地理資訊系統並不是一個獨立的研究領域，它是資訊處理與各種空間分析技術運用領域之間共同基礎。也因它涵蓋了多種領域的技術，所以要給予一個明確的定義也相當困難。一般而言，都認為 GIS 是一種資訊工具或資訊系統，可用來儲存及處理各種類型的空間資料，並給予適當的運用。國內學者施保旭曾表示：GIS 的精神，在於它能將針對空間個體所得到的各種不同資訊加以整合。他也以軟體工具箱的角度，對 GIS 提出一個概括性的定義，他認為 GIS 乃是一組軟體，它可以使我們：

1. 以數位化型式收集空間資料；
2. 有效率的存取這些資料；
3. 分析這些資料以得到衍生的資料；
4. 以使用者方便有效的方式展現數位化資料。

以及

5. 前述工具針對特定應用加以組合調適所得的應用系統。

而本定義的描述，從資料收集、整理分析、到需求應用，也正是
一般 GIS 在業務運用上的發展程序。

2.2 地理資訊系統功能

地理資訊系統能幫我們處理什麼業務？帶給我們什麼好處？這是每個使用者最先想要瞭解的。通常，它能為我們處理下列的幾個工作：

1. 圖資製作：將傳統的紙圖資料變成電腦檔案是一件相當吃重的工作，使用地理資訊系統工具，圖資的圖解數值化程序便可加以自動化，省時省力。
2. 資料更新：透過資料管理系統，電腦輔助繪圖工具，影像處理工具可更新貯存的資料，因為全為電腦檔案，修圖、套繪都變得輕鬆而精確。
3. 資料管理：利用電腦的硬碟、光碟、磁帶等貯存媒體可貯存大量的資料，並可利用資料庫來管理及運用這些資料。
4. 查詢分析：地理資料因為結合圖形與屬性資料，故在查詢分析時，要能夠同時針對圖形與屬性資料來進行。就查詢功能而言，主要包含簡單圖形與屬性資料選取、圖形與屬性雙向查詢、組合多重條件、進行複合查詢。就分析功能而言，主要包含有交集、差集、聯集分析、面積周長及距離度量、環框分析、資源偵測、網路分析等功能。
5. 資料展示：查詢分析的結果，可以透過電腦顯示器及繪圖機加以展示，資料展示方式包含有主題圖製作、統計圖表製作、圖形比例輸出控制、圖例製作、及成果配置圖製作等方式。
6. 決策支援：決策者可以利用地理資訊系統，做多種模擬分析，可客觀、公正的產生各種替選方案，以作最佳決策。

2.3 地理資訊系統的應用範疇

地理資訊系統因為涵蓋了各種相關部門的研究領域，也因此具備了極為廣泛的應用範疇，舉凡電腦製圖、都市規劃、國土計劃、地籍管理、土地稅徵收、自然資源分析及管理、交通運輸網路規劃、國防應用(如飛彈導引)，警車及消防車路線分派、學區規劃、工程應用、公共設施選址、汽車領航系統等。電信、電力、瓦斯、自來水、油氣等管線規劃與管理、旅遊導遊、山坡地開發規劃設計、商圈分析、及環境監控與管理等，均可以利用地理資訊系統來輔助。任何部門或單位，

只要其相關業務中與地理資料有點關聯的，都可以應用地理資訊系統來協助工作的進行。

第三章 系統開發工具

3.1 MapInfo 地理資訊系統

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 MapInfo 公司所發展的地理資訊系統應用軟體，該軟體即命名為 MapInfo，版本為 6.0 版，本研究以此來作為資料處理之主要軟體，MapInfo 在硬體匹配上分工作站版，PC 個人電腦版及麥金塔版，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，該系統為視窗操作軟體，採用下拉式功能表模式，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。該系統主要的功能有：

1. 使用多用途資料模式，使用者可非常方便的組合 Lotus、DBASE 和任意圖層的資料。
2. 提供航空照片幾何校正功能，可直接在螢幕上數化，影像格式包含 GIF、TIF、PCX、BMP 和 TPG。
3. 可直接讀取.DBF (DBASE, FoxPro, Clipper)、Lotus1-2-3 和 Excel 檔案格式，在主從架構下透過選擇式查詢資料聯結 (SQL Data Link)，可直接查詢並讀取和 SYBASE 的資料庫。
4. 功能強大的簡報及出圖能力，搭配中文視窗操作系統，可將屬性或文字資料以實體 (True Type) 中文字顯示於圖上。
5. 提供編圖工具箱，方便圖形切割剪貼和字型選擇非常方便，且可依特定比例尺出圖，並繪製圖例。
6. 使用多重文件界面 (MDI)，可以很方便管理，並了解資料庫內每筆資料和圖形及統計表之間的關係。
7. 可配合資料內容產生大小不同之緩衝區，提供多種地圖投影方式，包括經緯度投影、橫麥卡托投影。

8. 具備多邊形交集、聯集分析，可隨時合併或分割大小不同的區域，甚至包含每個區域的屬性資料。
9. 可在 Windows，Macintosh，Sun 和 HP 上使用相同的使用者界面和資料格式，所開發的應用軟體可快速移植到其他硬體上。

3.2 MapBasic 系統語言開發環境

本研究另外採用 MapInfo 公司所提供的使用者發展語言環境 - MapBasic，來開發港區土層分佈資料查詢展示系統。MapBasic 的功能特性如下：

1. 提供程式發展者對於遠端資料庫查詢及更新的功能，使應用軟體可滿足主 / 從架構的需求。
2. 可以產生新的使用者界面，修改既有界面，或建立特殊需求的對話盒。
3. 可呼叫 Visual Basic 和 C 程式，編譯完成的程式可以在 MapInfo 內執行或成為一單獨可執行的模組。
4. 應用程式可在不同的硬體上執行。
5. 可經由一個專案檔案 (Project file) 連接多個小模組，因此程式發展者可同時發展個別的子模組。
6. 發展應用軟體時 MapBasic 提供下列兩種特性。
 - (1) 特殊事件控制 (Special Event Handlers)
 - (2) 交互處理溝通 (Inter-process Communication)

MapInfo 藉由 MapBasic 加以開發設計，可以做不同領域更專精的應用。目前的應用領域，包括 1.業務規劃，2.市場策略，3.公共管線，4.保險服務，5.自然環境，6.有線電視，7.環境品質，8.區域及都市計劃，9.學校教育，10.市政管理。可見其應用範圍極為廣泛，採用此一系統，將來在資源共享需求下，使用將更為便捷。

3.3 MicroStation 三維模型建置工具

依據系統建置目標以及所需具備之基本需求，本研究採用 Bentley 公司所發展的 MicroStation 系統軟體，來作為模型建置之主要工具。MicroStation 系統原本只發行工作站版，因此系統係以三維立體模式來開發，需要大量快速記憶及計算能力的硬體才能操作，但也因此軟體價格極為昂貴，在歐美多為軍事研發機構在使用。近年來因個人電腦進步神速，Bentley 公司乃將系統改版發行，以個人電腦版降價銷售。該系統為視窗操作軟體，採用下拉式功能表及圖形精靈 (icon) 模式，提供強大的三維製圖能力及地理資訊處理功能，為一工具箱式的工具軟體，功能及操作都較為繁複，需使用者自行組合運用。該系統主要的功能略述如下：

1. 提供即時存檔，定時備份功能。
2. 可於 DOS/Windows 98/2000/NT /PowerMAC 上執行。
3. 直覺式圖像化使用界面 (GUI) 與交談框，並可自訂工作空間 (Work space)。
4. 具有線上求助 (Online help) 及工具即時提示 (Tools tip) 功能。
5. 無限次數 回復/重置 (Undo/Redo) 功能。
6. 輸出 Vector 或 Raster 資料可預覽列印並轉換印表設備。
7. 可處理多重線 (Multilines) 並可自訂線型，線寬，顏色，層次及點的屬性。
8. 具有參數式零件管理資料庫及零件設計功能。
9. 提功關連式圖佈，剖面及尺寸標示，尺寸標準有 ANSI, ISO, DIN, JIS, AS1100 等。
10. 能計算圖元長度，面積，體積，質心和力矩。

11. 具有上彩 (Rendering)、貼材質 (Pattern / Bump mapping)、透視 (Transparency)、消隱線、反錯覺 (Anti-aliasing) 功能。
12. 可編修及自建材質庫。
13. 可製作及播放穿越模擬 (Fly through) / 陰影研究 (Solar study) 動畫，並支援 VRML、QuickTime VR 虛擬實境格式。
14. 可儲存/編修 24/16/8/2 bits 多種格式高解析影像檔，並可分割處理不受記憶體限制。
15. 提供 SQL 界面，支援 X-BASE (Dbase, FoxPro, Access) ORACLE Informix 及 RIS 資料庫界面。
16. 提功 OLE 2.0 資料鍊結 (DDE) 功能。
17. 中文系統內建 big-5 碼，具有倉頡、注音、內碼輸入法，擴充字型支援 True Type Fonts 及 ACAD 字型 (*.shx)。
18. 具巨集語言可程式化重覆性工作並發展自定工具。
19. 具程式發展語言 (MDL) 提供完整編譯功能。

3.4 建檔附屬系統

MapInfo 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 MapInfo 的這些缺憾：

1. 在數據資料庫之建立上，我們採用 MS FoxPro 及 MS Access 來建立基本表格檔。
2. 在影像檔案之輸入及編輯上，我們採用 Imagepals 影像軟體及掃描儀加以輔佐。

3. 基本地圖檔案係取用內政部資訊中心之基本圖檔,再利用 Auto CAD 軟體作圖檔轉入編輯,依據各港區所需的圖幅範圍結合成單一圖檔,再轉入 MapInfo 內使用。
4. 外建資料的傳送,係透過內部網路系統,將各資料送回 MapInfo 工作主機上,再將 FoxPro 及 Imagepals 所建立的檔案,轉成 MapInfo 的內部檔案,在 MapInfo 系統內加以聯結使用。

第四章 資料處理及系統建置

4.1 資料處理原則

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，除了資料庫在結構上須作妥善地規劃外，其餘則全賴資料的整理及歸類。港區碼頭及地質資料不僅項目雜、數量多、且內容繁雜，要納入一個系統中，誠然不易。而且由不同單位產生之同一類報告其格式可能不盡相同，工程資料分類方法也多有不同。所以表格須先統一才能進行資料庫建置及系統設計等作業。

4.2 地圖座標系統

目前地圖投影的方式繁多，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，採用橫麥卡托投影座標系統(Universal Transversal Meccator，簡寫為 U.T.M.)，該系統在台灣之初建，乃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所完成之橫麥卡托二度分帶之全國三角點檢測工程。

由於基本控制點基樁長年暴露野外，容易因地震、颱風、豪雨等天然因素以及人為施工影響，遭致遺失或毀損，嚴重影響測量品質。內政部為建立完整、高精度之地圖座標基本控制點，自八十二年度開始辦理「應用全球定位系統實施台統一閩地區基本控制點測量計畫」，於台閩地區設立八個衛星追蹤站、一等衛星控制點一〇五點及二等衛星控制點六二一點。八個衛星追蹤站分別於八十二及八十三年度在陽明山、墾丁、鳳林、金門、北港、太麻里、馬祖、東沙等地設置，由於衛星追蹤站為全天候二十四小時連續不斷接收衛星資訊之資料收集站，經由與國際追蹤站聯測解算可精確求得八衛星追蹤站絕對坐標，並做為各等級衛星控制點測量之依據。

國家坐標系統為各項測量之根本，內政部為建立統一之國家坐標

系統，並配合目前衛星定位測量廣泛應用之潮流趨勢，經邀請產、官、學界代表召開二次研討會及二次會議共同討論，訂定新的國家坐標系統，其定義如下：

1. 新國家坐標系統之名稱命名為 1997 台灣大地基準(TWD97)，其建構係採用國際地球參考框架(International Terrestrial Reference Frame 簡稱為 ITRF)。ITRF 為利用全球測站網之觀測資料成果推算所得之地心坐標系統，其方位採國際時間局(Bureau International de l'Heure 簡稱為 BIH)定義在 1984.0 時刻之方位。

2. 新國家坐標系統之參考橢球體採用 1980 年國際大地測量學與地球物理學協會(International Union of Geodesy and Geophysics 簡稱為 IUGG)公布之參考橢球體 (GRS80)，其橢球參數如下：

長半徑 $a = 6378137$ 公尺

扁率 $f = 1/298.257222101$

3. 台灣、琉球嶼、綠島、蘭嶼及龜山島等地區之投影方式採用橫麥卡托投影經差二度分帶，其中央子午線為東經 121 度，投影原點向西平移 250,000 公尺，中央子午線尺度比為 0.9999；另澎湖、金門及馬祖等地區之投影方式，亦採用橫麥卡托投影經差二度分帶，其中央子午線定於東經 119 度，投影原點向西平移 250,000 公尺，中央子午線尺度比為 0.9999。

本報告即以台灣地區之橫麥卡托投影經差二度分帶系統(簡稱 TM 系統)，來做為相關圖層的座標系統。

4.3 輔助記憶體資料貯存架構

因 Mapinfo 的資料庫為模仿 Foxpro 的資料庫架構，此種架構被稱為半資料庫，此乃指系統內不同類別的資料，需各自存放於不同目錄位置，以此來區分各類資料。故其在輔助記憶體內的資料儲存架構，需先妥善規劃。由於五個國際港之碼頭及土層鑽探試驗資料極其龐

大，且須考慮後續資料的新增，本研究規劃了一個 700Mb 容量的輔助記憶體，供 MapInfo 系統軟體 MapBasic 開發程式及港區資料貯存用。該輔助記憶體設定在 MapInfo 作主機的 D 槽，港區資料貯存在目錄 <Harbor-1> 下，以五個次目錄分別存放五大港區相關資料，包括各港區之基本地圖資料、碼頭設計及土層調查試驗資料等之相關資料庫檔案。

4.4 碼頭設計資料庫架構

在每一個港區目錄下，本研究將港區內各碼頭之分佈位置繪製於 Whrfdata.tab 資料庫圖層檔內，而圖上每一碼頭物件之屬性資料也對照登錄到資料庫表格檔內。碼頭屬性資料共設計成十個欄位，依序為碼頭編號，碼頭面設計高程，裝卸軌道長度，碼頭設計長度，碼頭設計水深，啟用日期，建造經費，碼頭用途，租用單位，更新日期等，其欄位名稱，中文說明，資料型態及長度如表 4.1 所示。

4.5 鑽孔位置及剖面土層資料錄說明

在每一個港區目錄下，本研究建置了兩類資料庫存放標準貫入試驗相關資料，將港區內各鑽孔之座標、高程、試驗公司等抬頭資料存放於 Welldata.dbf 資料庫表格檔內，此表格檔存有 28 個欄位，其欄位名稱、中文說明、資料型態及長度如表 4.2 所示，存放於以港區英文名稱命名的目錄下，該表格檔除了存放這些基本資料外，還可利用 SQL 選取方式，選擇 Tag-Key, Pos_x, Pos_y 等三個欄位之資料，建置出一新的檔案，再由此新檔案製作出鑽孔位置分佈地圖檔。

另外，以 Welldata.dbf 的索引標籤 (Tag-Key) 欄位資料，做為該鑽孔之試驗資料檔案名稱，所建置的資料庫表格檔共具有 18 個欄位，其欄位名稱、中文說明、資料型態及長度如表 4.3 所示。為了資料庫編輯的作業方便，這兩類資料庫都先用 Foxpro 或 Access 建檔，再轉入 MapInfo 內使用。

表 4.1 碼頭設計使用資料檔案及資料錄說明

系統名稱：碼頭管理查詢系統			日期： / /	
檔案名稱：Whrfddata			檔案格式：表格(.DBF)	
檔案說明：碼頭設計及使用資料				
編號	欄位名稱	欄位中文說明	資料型態及長度	備 註
1	Num	碼頭編號	Char(10)	
2	Level	設計高程	Decimal (10.0)	單位：公尺
3	Guage	軌道長度	Decimal(7.3)	單位：公尺
4	Length	碼頭長度	Decimal(7.2)	單位：公尺
5	Depth	設計水深	Decimal(4.1)	單位：公尺
6	Usedate	啟用日期	Char(6)	YYMM
7	Fee	造價	Long Integer	單位：元
8	Berth	碼頭用途	Char(6)	
9	Lease	租用單位	Char(6)	
10	Rehdate	更新日期	Char(6)	YYMM

表 4.2 港區各鑽孔基本資料檔案及資料錄說明

系統名稱：港區土層分佈資料庫			日期： / /	
檔案名稱：Welldata			檔案格式：表格(.DBF)	
檔案說明：港區各鑽探孔位座標高程試驗公司等資料				
編號	欄位名稱	欄位中文說明	資料型態及長度	備 註
1	Tag_key	索引標籤	Char(10)	
2	Project	計劃名稱	Char(40)	
3	Hole_no	鑽孔名稱	Char(10)	
4	Offer_comp	提供單位	Char(40)	
5	Borin_comp	鑽探公司	Char(40)	
6	Test_comp	試驗公司	Char(40)	
7	Borin_date	鑽探日期	Date	MMDDYY
8	Locat_desc	鑽孔位置	Char(40)	
9	Pos_x	X 座標	Decimal(12,2)	
10	Pos_y	Y 座標	Decimal(12,2)	
11	Pos_z	高程	Decimal(7,2)	
12	Pizometer	水位計	Char(20)	
13	Pizo_depth	埋設深度	Decimal(7,2)	
14	H_angle	鑽孔傾角	Decimal(3,0)	
15	H_diameter	鑽孔孔徑	Decimal(6,0)	
16	H_depth	鑽孔深度	Decimal(7,2)	
17	Gw_level1	第 1 次地下水位 量測深度	Decimal(7,2)	
18	Gw_date1	第 1 次地下水位 量測日期	Date	MMDDYY
19	Gw_level2	第 2 次地下水位 量測深度	Decimal(7,2)	

表 4.2 港區各鑽孔基本資料檔案及資料錄說明(續)

20	Gw_date2	第 2 次地下水位 量測日期	Date	MMDDYY
21	Gw_level3	第 3 次地下水位 量測深度	Decimal(7,2)	
22	Gw_date3	第 3 次地下水位 量測日期	Date	MMDDYY
23	Gw_level4	第 4 次地下水位 量測深度	Decimal(7,2)	
24	Gw_date4	第 4 次地下水位 量測深度	Date	MMDDYY
25	Gw_level5	第 5 次地下水位 量測深度	Decimal(7,2)	
26	Gw_date5	第 5 次地下水位 量測深度	Date	MMDDYY
27	Gw_level6	第 6 次地下水位 量測深度	Decimal(7,2)	
28	Gw_date6	第 6 次地下水位 量測深度	Date	MMDDYY

表 4.3 鑽孔之試驗資料檔案及資料錄說明

系統名稱：港區土層分佈資料庫			日期： / /	
檔案名稱：(tag-key)			檔案格式：表格(.DBF)	
檔案說明：鑽孔之試驗資料				
編號	欄位名稱	欄位中文說明	資料型態及長度	備 註
1	Depth	深度	Decimal(6,2)	
2	Desc	土 / 岩層說明	Char(40)	
3	Class	土壤岩石分類	Char(10)	
4	Smpl_rate	取樣率	Decimal(3,0)	
5	Rqd	岩心完整性	Decimal(3,0)	
6	N_value	錘擊數	Decimal(3,0)	
7	Smpl_no	採樣編號	Char(5)	
8	Gravel_%	礫石含量	Decimal(3,0)	
9	Snad_%	砂土含量	Decimal(3,0)	
10	Silt_%	粉土含量	Decimal(3,0)	
11	Clay_%	黏土含量	Decimal(3,0)	
12	Water_cont	自然含水量	Decimal(5.1)	
13	LL	液性限度	Decimal(5.1)	
14	PI	塑性指數	Decimal(5.1)	
15	Unt_weight	總體單位重	Decimal(5.2)	
16	W_gravity	比重	Decimal(5.2)	
17	Void_ratio	孔隙比	Decimal(5.2)	
18	D ₁₀	10%通過粒徑	Decimal(7.4)	
19	D ₅₀	50%通過粒徑	Decimal(7.4)	
20	Other_test	其它試驗	Char(20)	

第五章 系統資料補充更新

本所港研中心所建置的「港區工程基本資料查詢系統」，收錄了台灣國際商港的碼頭、堤防、地質、規劃等資料，目前仍持續收集新資料，擴建該系統。相關資料經收集彙整後，數化成 MapInfo 檔案，再以 MapBasic 語言開發查詢程式。計畫執行期間所建置及更新的資料，計有十大項，略述如下：

5.1 台中港地圖資料更新

台中港的擴建計畫，在地域方面係往外海填築新生地，故在港區西側，以前築堤圍堰的地方，現已填築成新生地，而在港區東側因旅客服務中心及客運碼頭的興建，地形外貌也略有變動。舊的地形如圖 5-1 所示，新的地形如圖 5-2 所示。

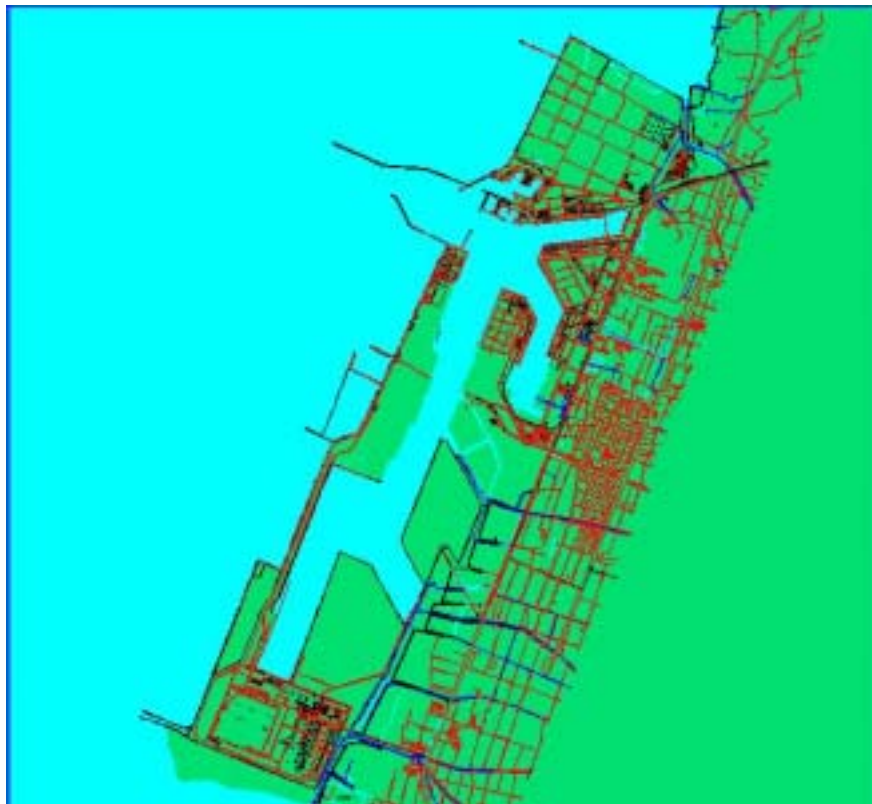


圖 5-1 台中港區舊地形圖

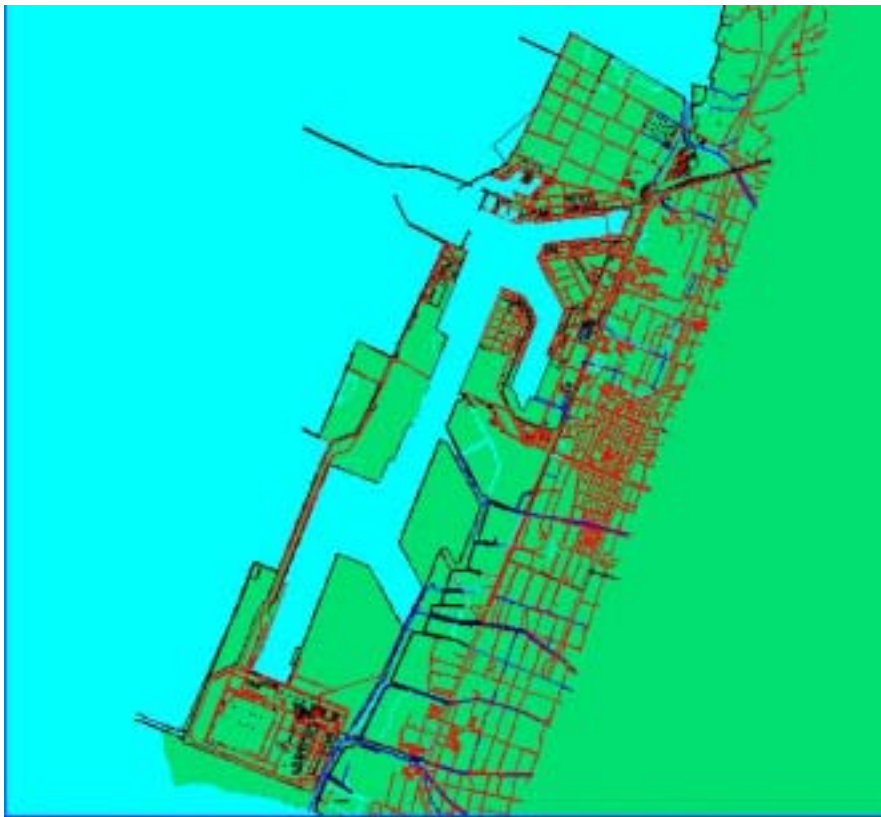


圖 5-2 台中港區擴建後新地形圖

5.2 台中港碼頭資料更新

台中港碼頭之擴建,於西碼頭區火力發電廠附近已擴建至 104 號碼頭,而化學品區正建構西 5 西 6 碼頭,且因旅客服務中心的成立,也完成了 19A 客運碼頭。此四座都為棧橋式碼頭,圖 5-3 為西碼頭設計斷面圖之一。

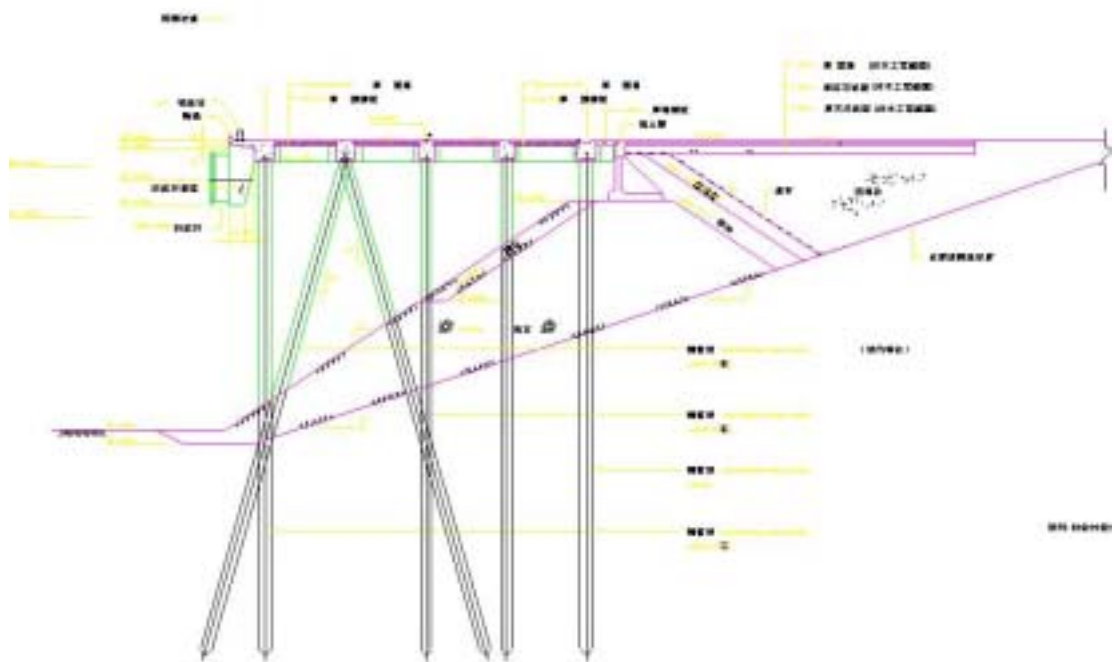


圖 5-3 台中港西碼頭設計斷面圖之一

5.3 台中港堤防資料擴增

台中港北防波堤，原已往外延長 850m，為因應北風強浪及大型船舶操船順暢，今年再延 480m，並將南防波堤堤頭拆除 93m，南內堤堤頭拆除 50m，目前正在施工興建中。該延長段仍為沉箱合成堤，尾端部份之設計斷面如圖 5-4 所示。

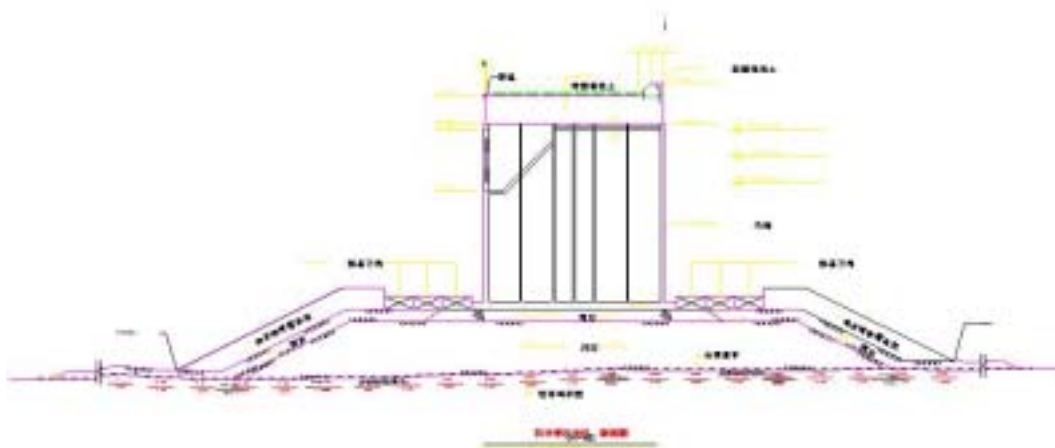


圖 5-4 台中港北防波堤外延段設計斷面圖

5.4 蘇澳港堤防資料新建

蘇澳港的堤防，計有北外廓防波堤、北內廓防波堤、南外廓防波堤、漁港北外防波堤、漁港北內廓防波堤、碎波堤北段、碎波堤南段等處，堤防型式分為沉箱合成堤、拋石堤及菱形塊堤三類，堤防的分佈及類別如圖 5-5 所示，沉箱合成堤斷面如圖 5-6 所示。



圖 5-5 蘇澳港堤防分佈位置及構造型式分類展示圖

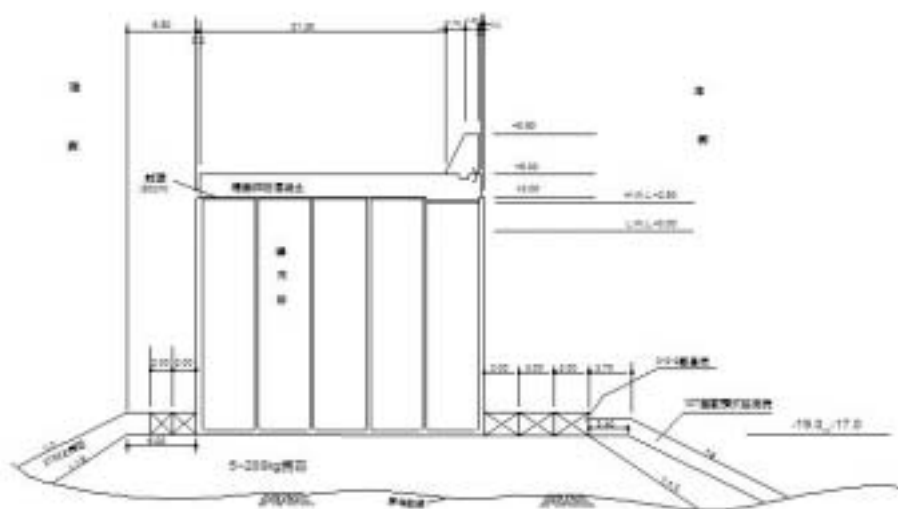


圖 5-6 蘇澳港沉箱合成堤斷面圖

5.5 台中港遙測影像資料更新

台中港因擴建計劃填築新生地，故地形外貌略有變動。以前所拍攝的遙測影像因鹽氣水霧太重以致港池南區地面景物被遮蓋，如圖 5-7 所示，新拍攝的遙測影像已消除了這個缺點，新的遙測影像資料如圖 5-8 所示。



圖 5-7 台中港區舊的遙測影像資料



圖 5-8 台中港區新的遙測影像資料

5.6 高雄港港池基本圖資料更新

高雄港原旗津區儲木池已廢除，目前在原址設置港勤服務中心及潛水碼頭，而港池南方的大仁商港區（第五貨櫃中心）業已建構完成，目前已有數家航運公司租用營運，地形地貌都有變動。舊的地形如圖 5-9 所示，新的地形如圖 5-10 所示。



圖 5-9 高雄港區舊地形圖



圖 5-10 高雄港區新地形圖

5.7 高雄港區未來規劃圖更新

高雄港區發展構想係採功能集中之原則加以規劃,除開發親水遊憩空間外,並擴建商業用地。最大的變動是在第二港口往外海填築海埔新生地,構建外海貨櫃中心及港埠關聯產業用地。原規劃雛形較為粗略,更新後之規劃再地形及航道迴船池上有較細緻的設計。原高雄港區未來規劃圖如圖 5-9 所示,更新後之高雄港區未來規劃圖如圖 5-10 所示。



圖 5-11 原高雄港區未來規劃圖



圖 5-12 更新後之高雄港區未來規劃圖

5.8 高雄港區地質鑽探資料收集彙整

本計畫已建置高雄港區之地質鑽探資料庫，計有陸上及海域標準貫入試驗(SPT) 129 孔，鑽探累積深度共 3561 公尺。計畫執行期間蒙高雄港務局工務組設計課及港埠工程處試驗室提供高雄港區歷年鑽探報告 199 冊，由於部份資料老舊，圖表標註模糊，經篩選後，目前已數化鑽探報告共 54 冊，報告名稱、鑽探孔數與累積深度如表 5-1 所示。這些資料經檢核後，將建入地質鑽探資料庫內，可供查詢展繪及液化分析使用。

表 5-1 高雄港新增鑽探報告彙整建置初步成果

序號	報 告 名 稱	孔數	累積深度
1	船舶廢棄收受處理填海造陸鑽探	36	544
2	海事工作船停泊基地地質鑽探及試驗	14	964
3	第五貨櫃中心建築工程第一階段	27	1656
4	第五貨櫃中心#78 碼頭場地工程	18	2166
5	過港隧道地質探測與地震調查 (第二冊)	9	2657
6	#8-#10 改建鑽探工程	5	2815
7	第五貨櫃中心碼頭工程(第三期)	11	3169
8	#43 鑽探工程(44)	2	3230
9	中島臨水西路(60)	5	3254
10	商港區#1 鑽探工程	4	3394
11	商港區一港口南岸鑽探工程	4	3468
12	商港區#63、#64	20	4168
13	第五貨櫃中心建築工程第二階段	37	4988
14	高雄市旗津中興段 1581 地號	7	5288
15	#101 碼頭鑽探(1-2-79)	17	5960

16	#45 海上鑽探(41)	3	6022
17	#45 穀倉新建工程(37)	5	6232
18	船舶廢棄物收受處理系統工程(1-2-39)	6	6412
19	台泥#55 散漿水泥儲裝站鑽探	6	6722
20	旗后船架東側碼頭(159)	4	6802
21	商港區#55、#56、#57 號碼頭	40	8172
22	中洲內側海域(151)	15	8570
23	第三港口預定位置之一(154)	14	9270
24	第三港口預定位置之二(170)	10	9820
25	#69 貨櫃碼頭(碼頭作業室)(133-1)	1	9845
26	#69 貨櫃碼頭(地磅室)(133-2)	2	9895
27	#69 貨櫃碼頭(警亭)(133-3)	1	9920
28	#69 貨櫃碼頭(加油站)(133-4)	2	9970
29	#21 鑽探工程(45)	4	10030
30	64 號貨櫃碼頭(105)	1	10050
31	120-122 碼頭及建築物(建築物)	54	11510
32	陽明高雄辦公大樓及倉庫	23	12030
33	第五貨櫃中心碼頭工程(1-2-40)(第一,二冊)	54	13753
34	大林發電廠第五部機出水口防波堤(67)	4	13793
35	120-122 碼頭及建築物(120 碼頭)	8	14193
36	120-122 碼頭及建築物(121 碼頭)	8	14613
37	120-122 碼頭及建築物(122 碼頭)	8	15013
38	中洲漁港整建(127)	3	15058
39	中和外堤鑽探工程(108)	5	15183

40	69 號貨櫃通棧(126)	10	15483
41	第六船渠護堤鑽探工程	3	15547
42	#70 通棧及地磅室(144)	4	15667
43	第三船渠修造廠(104)	5	15796
44	中油苓雅寮儲運所第一階段搬遷(大林廠)	5	15992
45	#10 頭頂端護岸(143)	3	16052
46	#1 旅客通行天橋	6	16172
47	貨櫃碼頭基地(前鎮)	13	16570
48	蓬萊區戰材機鑽探(155)	2	16630
49	第六船渠外堤碼頭(46)	17	16936
50	#48~#58 碼頭及機動派出所(71)	6	17116
51	#68 貨櫃碼頭建築工程(65)	8	17396
52	#33 碼頭戰備發電機房(149)	4	17476
53	#47 後機具所第調度站(101)	2	17537
54	#68 控制塔(103)	1	17567

5.9 高雄港區碼頭資料增建

本計畫原系統資料庫已建置高雄港區之碼頭設計斷面，計有碼頭 95 座，碼頭岸線累計長度共 18505 公尺。計畫執行期間蒙高雄港務局工務組設計課提供高雄港區新建碼頭資料，累計至今已收錄之碼頭設計斷面資料計有碼頭 100 座，碼頭岸線累計長度共 22927 公尺，目前已建置資料之碼頭位置分佈如圖 5-13 所示。增建之碼頭資料主要為港池南端中國造船公司、中國鋼鐵公司等專用碼頭，因其產權不屬高雄港務局，資料收集及為困難。透過高雄港務局協助，目前已收集到部分資料。該區部分碼頭設計斷面圖如圖 5-14 所示。

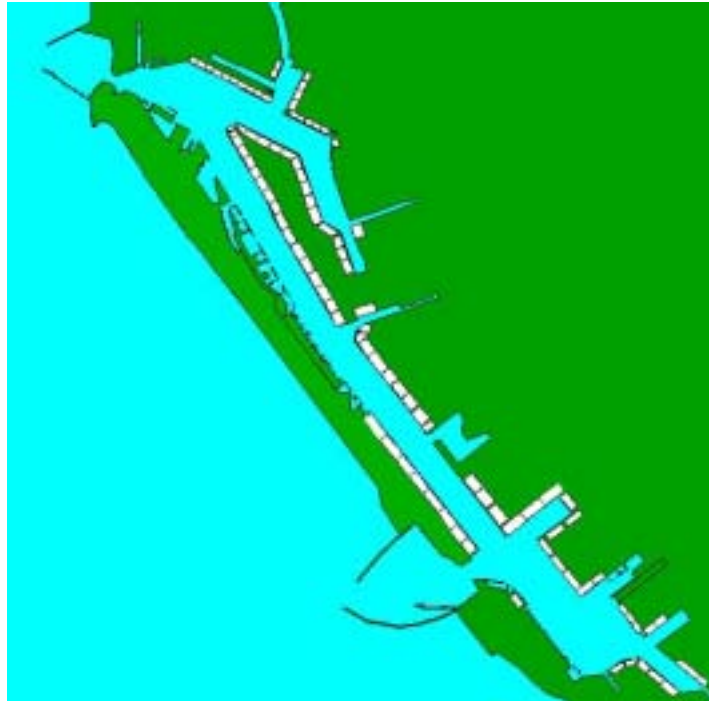


圖 5-13 高雄港碼頭位置分佈圖

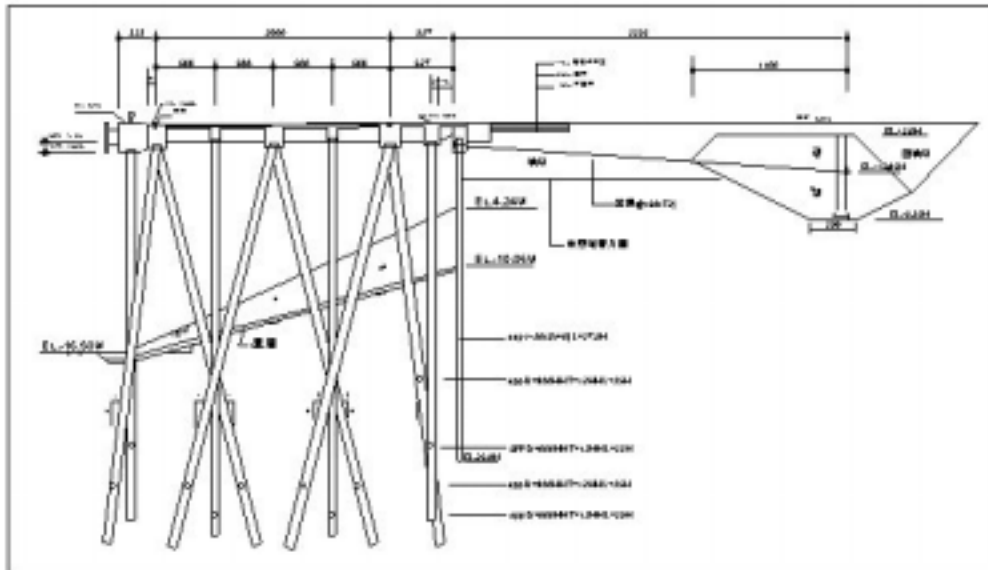


圖 5-14 高雄港南端專用碼頭設計斷面圖之一

5.10 高雄港碼頭資料更新

近幾年高雄港由於部份碼頭老舊損毀，或因功能需求更改，部分碼頭加以擴建或改建。本計畫經收集相關資料後，也將系統資料庫做部分更新，更新之碼頭資料包括：高雄港 17 至 21 號碼頭、58 號碼頭及 65 至 67 號碼頭改建。其中高雄港 17 至 21 號碼頭原建於民國 57 年，其中 19 號碼頭於 83 年 8 月凱特琳颱風豪雨後突然塌陷，18 及 20 碼頭岸壁前傾，後經高雄港務局動支 26796 萬元改建為鋼板樁碼頭，法線往海側外移 7 公尺，水深由原來的 9 公尺加深至 10.5 公尺，岸線總長 730 公尺，於年前完工。舊碼頭部分設計斷面如圖 5-15 所示，該段改建後之部分設計斷面如圖 5-16 所示。

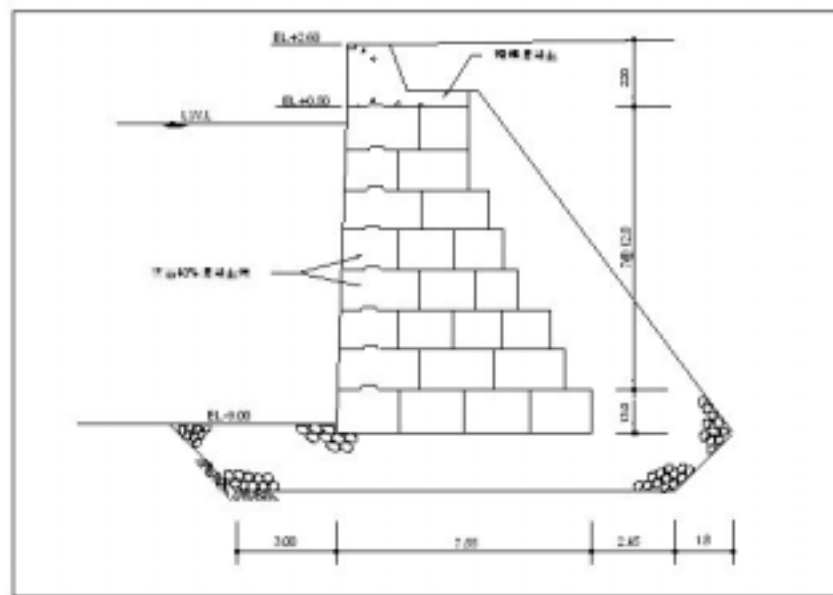


圖 5-15 高雄港 17 至 21 號老舊碼頭設計斷面圖之一

第六章 台北港區查詢系統開發建置

台北港地理條件優越，擁有廣大的腹地、寬闊的港池、充沛的資源，且接近台北都會區，在如此優越天然條件下，未來將當肩負起促進國際貿易、繁榮國家經濟之使命。有鑑於在過去長時間以來，以往港區收錄的資料過於老舊，系統整合不易，無法有效的提供迅速、完整、正確的港區工程基本資料予使用者。所以開發建置台北港區查詢系統實是刻不容緩。

目前本所港研中心已收錄台北港的港區基本地形圖、堤防斷面圖、現場地質調查、碼頭斷面圖等資料。經彙整並建置已收集的相關資料，利用 Mapinfo 圖檔供系統查詢展示，以期建立多樣化表現方式，能迅速且精確的提供親和性介面予使用者。並成為港區未來工程規劃及維修之參考依據。

6.1 港區地形圖套色

將台北港區的基本現況平面圖及水系向量圖轉製成 Mapinfo 的格式，如圖 6-1 所示。並於 Mapinfo 平面圖上將陸地、海域及河流之相關線段貼至另一圖層上，此時將陸地、海域及河流分別選取，轉成三個不同的閉合區域，若有任一區域無法閉合，則需檢核每一線段與線段之間是否連接，直至三個不同的區域閉合。最後再將海域及河流合併轉成一個閉合區域，鋪設海域及河流為水藍色，而陸地鋪設為墨綠色，目前已完成基本地圖的套色，全部疊套繪製完成後整個港區的景象如圖 6-2 所示。

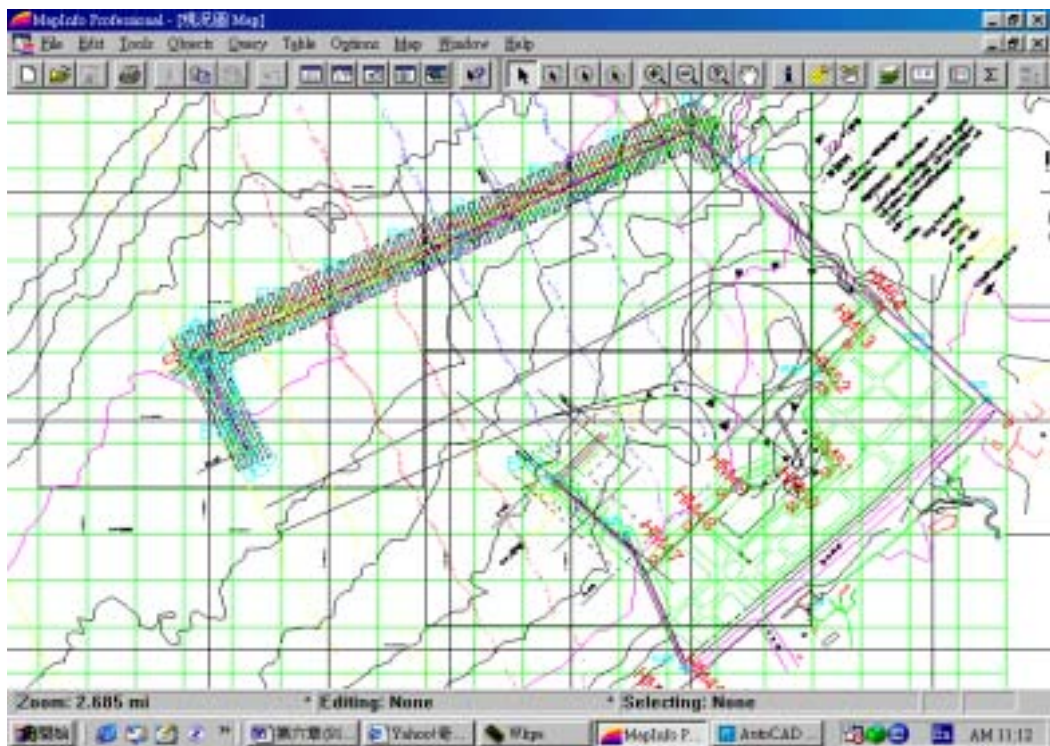


圖 6-1 台北港港區現況圖



圖 6-2 台北港港區地形套色圖

6.2 堤防斷面資料建置

台北港港區堤防分佈位置製作已完成 16 個斷面資料建置。使用者可直接在查詢系統上，依據自己的需求點選堤防斷面資料或將構造型式及堤防類別顯示在堤防分佈位置上，台北港區的堤防分佈位置及構造型式分類如圖 6-3 所示。

目前台北港區的堤防構造型式分為兩大類，一為拋石堤斷面，如圖 6-4 所示。另一為沉箱合成堤斷面，如圖 6-5 所示。

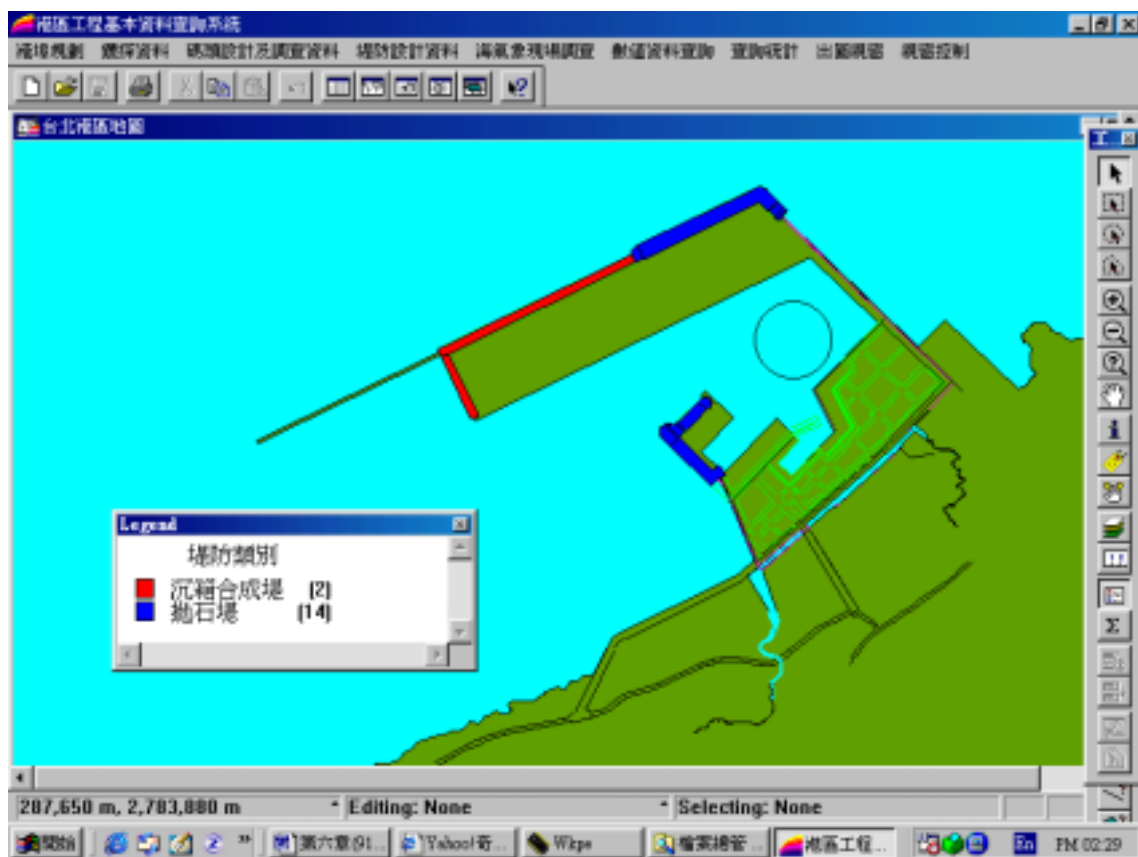


圖 6-3 台北港區堤防分佈位置及構造型式分類圖

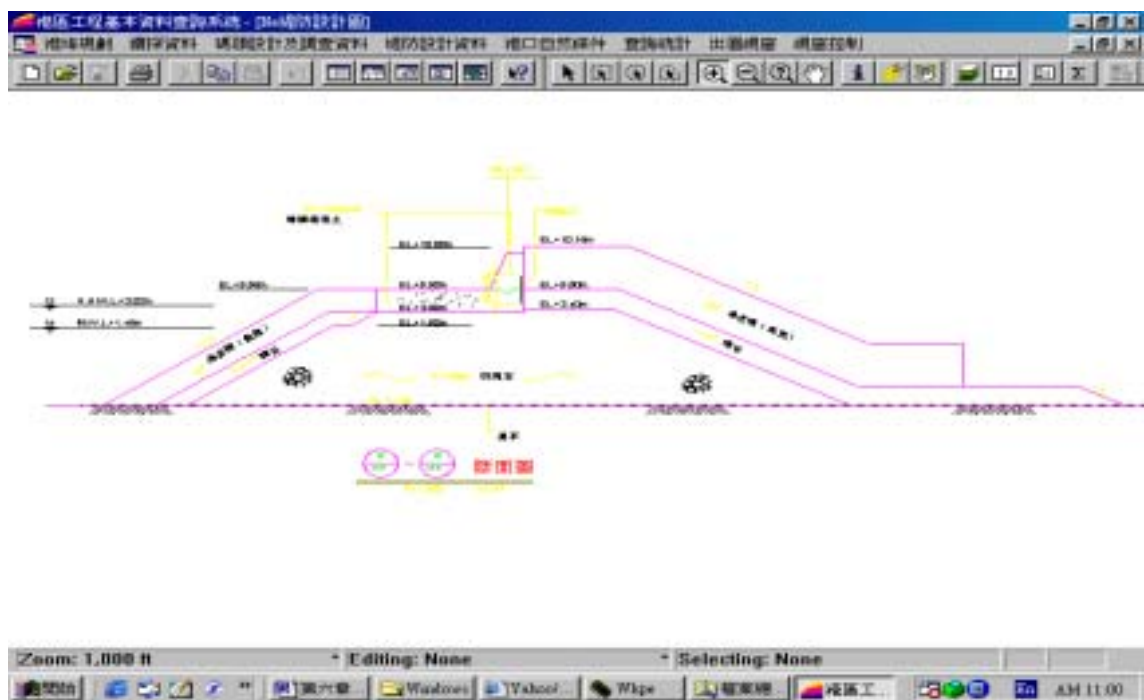


圖 6-4 台北港拋石堤斷面圖

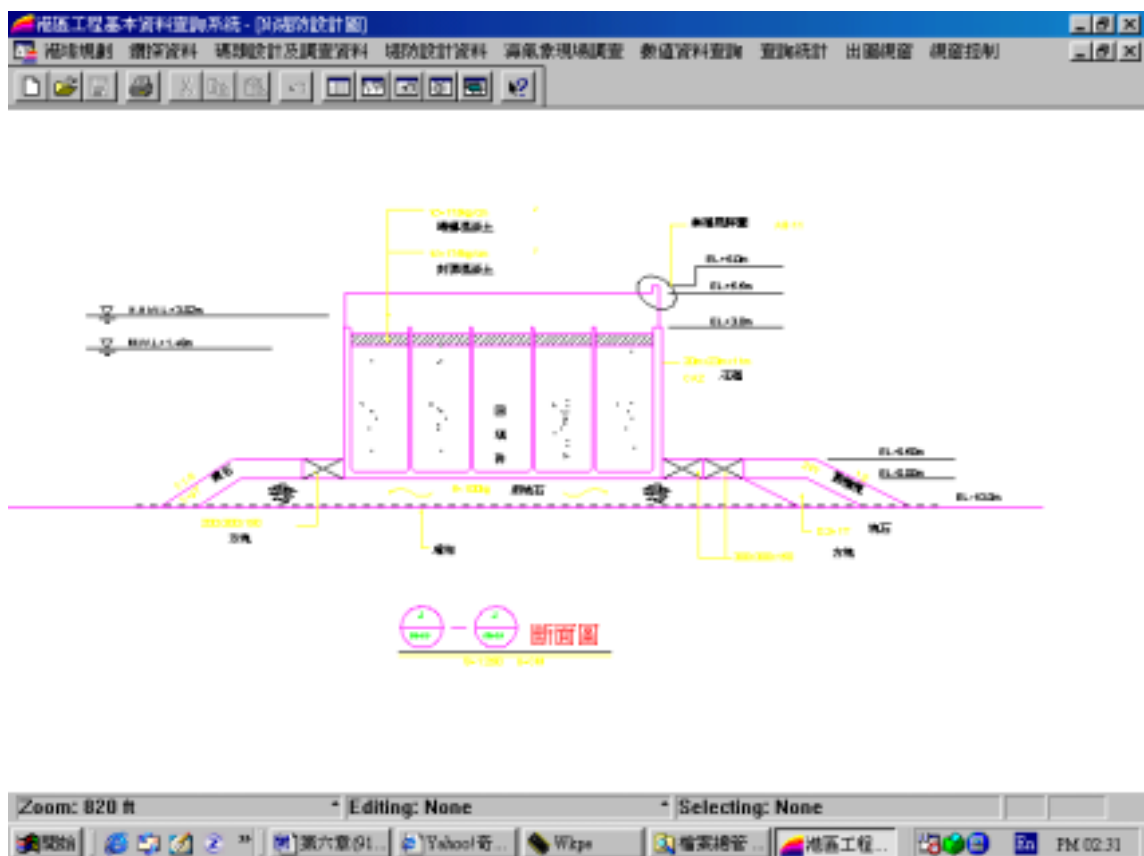


圖 6-5 台北港沉箱合成堤斷面圖

6.3 現場地質調查資料

台北港第二期工程細部規劃及遠期發展計畫之地質鑽探資料係在砂石碼頭及聯外橋樑工址處取得，本所港研中心已收錄上述兩工址之地質鑽探報告書並已將標準貫入試驗相關資料彙整建置完成。

目前本所港研中心總共已收錄並建置台北港地質鑽探報告書共五大冊(110 孔)。使用者可直接在查詢系統上，依據自己的需求點選現場地質鑽探相關資料，目前在查詢系統上可供使用者直接點選的項目共計四大項，項目如下：

- 「顯示鑽孔位置圖」展示，如圖 6-6 所示。
- 「鑽孔報表資料」展示，如圖 6-7 所示。
- 「柱狀圖」展示，如圖 6-8 所示。
- 「液化機率分析」展示，如圖 6-9 及圖 6-10 所示。

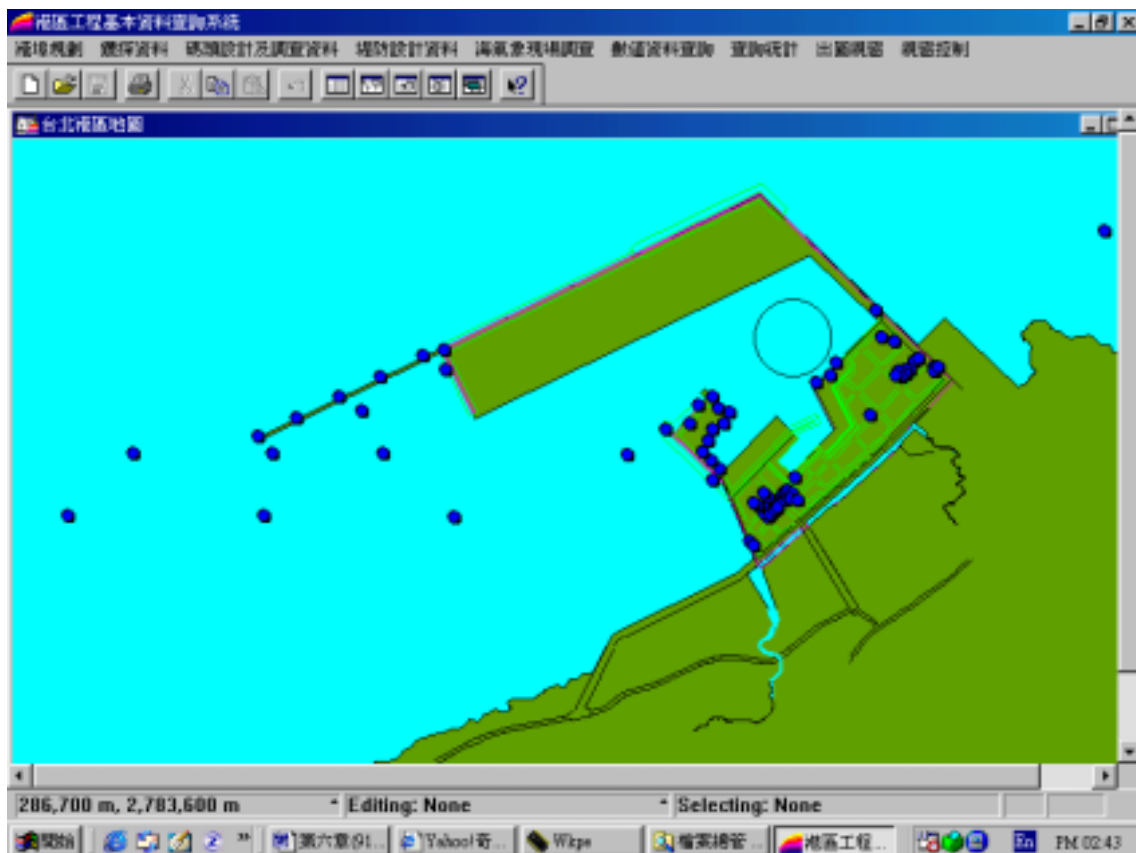
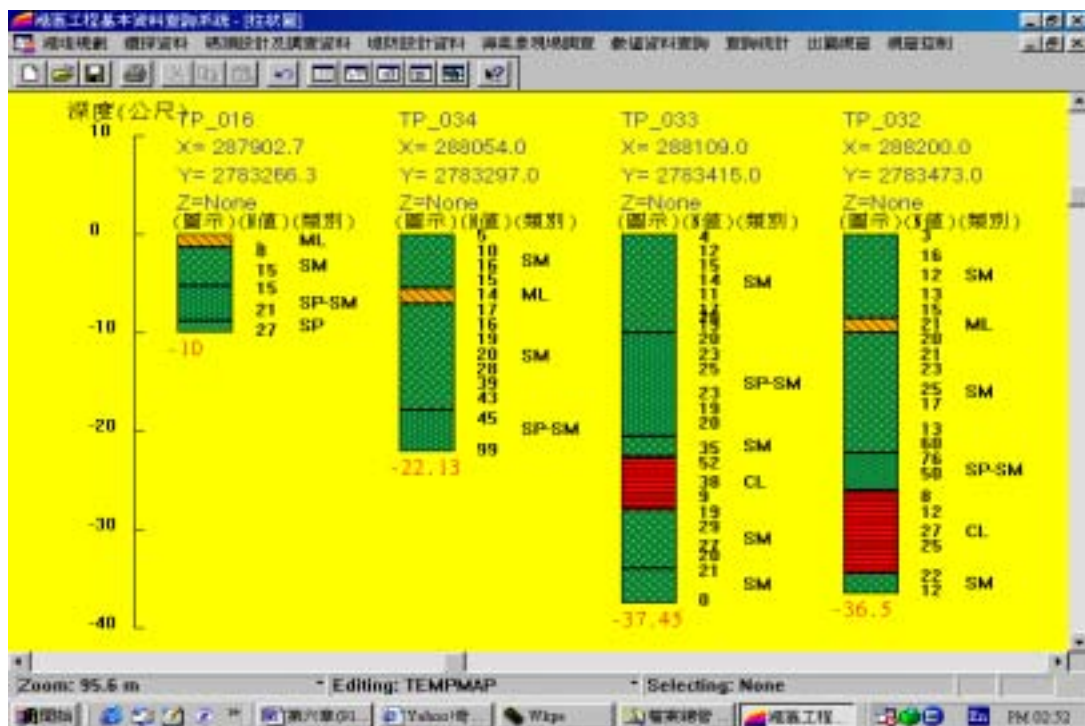


圖 6-6 台北港鑽孔位置分佈圖



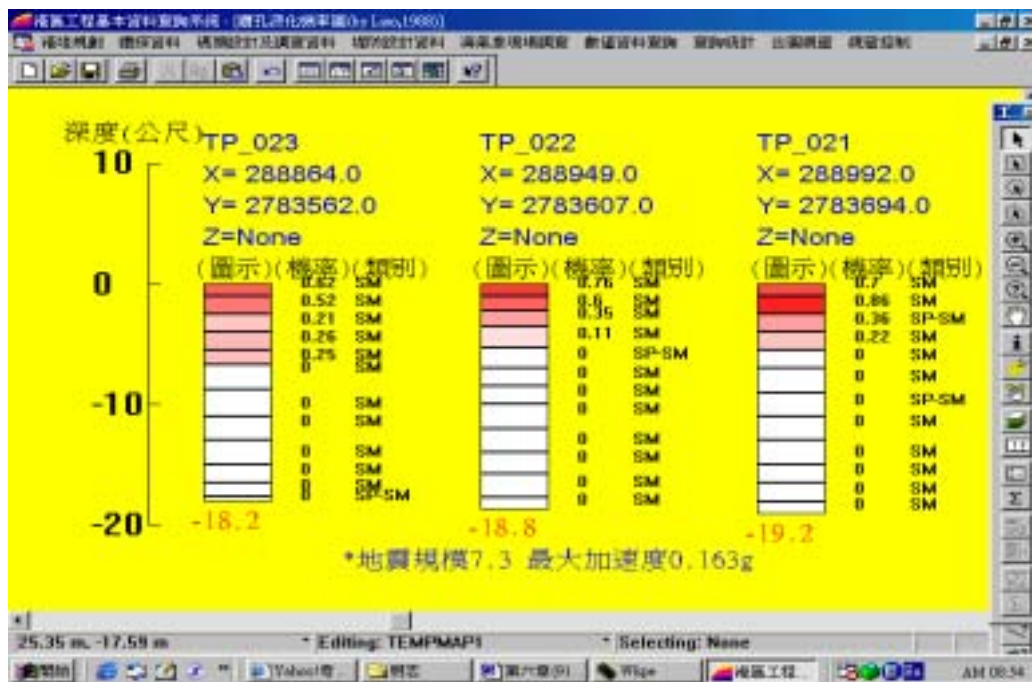


圖 6-9 台北港 Liao 法液化機率分析柱狀圖

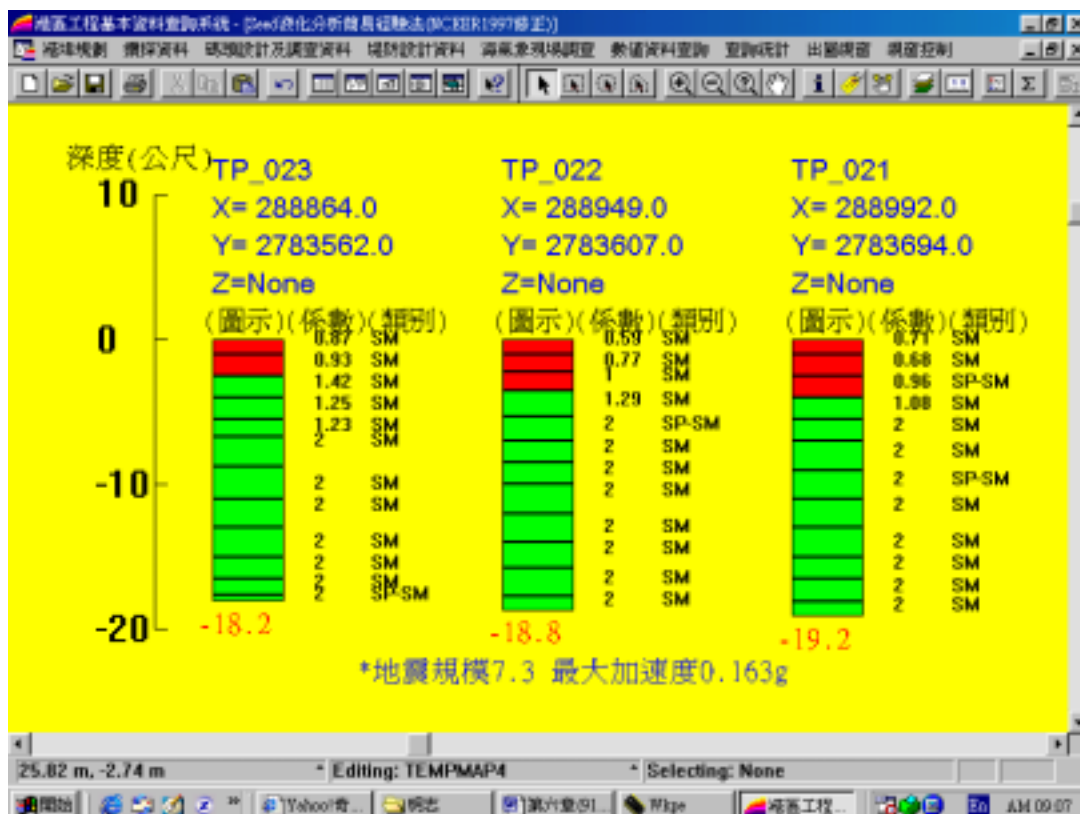


圖 6-10 台北港 Seed 抗液化分析柱狀圖

6.4 碼頭斷面資料建置

台北港港區碼頭分佈已完成 E01-E15，共計 15 個區塊位置之製作，如圖 6-11 所示，目前已收集建置完成的斷面資料計有 E01、E02、E07、E08、E09、E11、E12、E13、E14、E15，共 10 座碼頭。使用者可直接在查詢系統上，依據自己的需求點選碼頭斷面資料或將碼頭構造型式及類別顯示在碼頭分佈位置圖上。

台北港區內，目前本所港研中心已收集建置完成的 10 座碼頭，其碼頭構造型式可分為兩大類，一為斜樁棧橋式碼頭，斷面如圖 6-12 所示；另一為板樁式碼頭，斷面如圖 6-13 所示。除了 E11、E12 為斜樁棧橋式碼頭，其餘皆為板樁式碼頭。

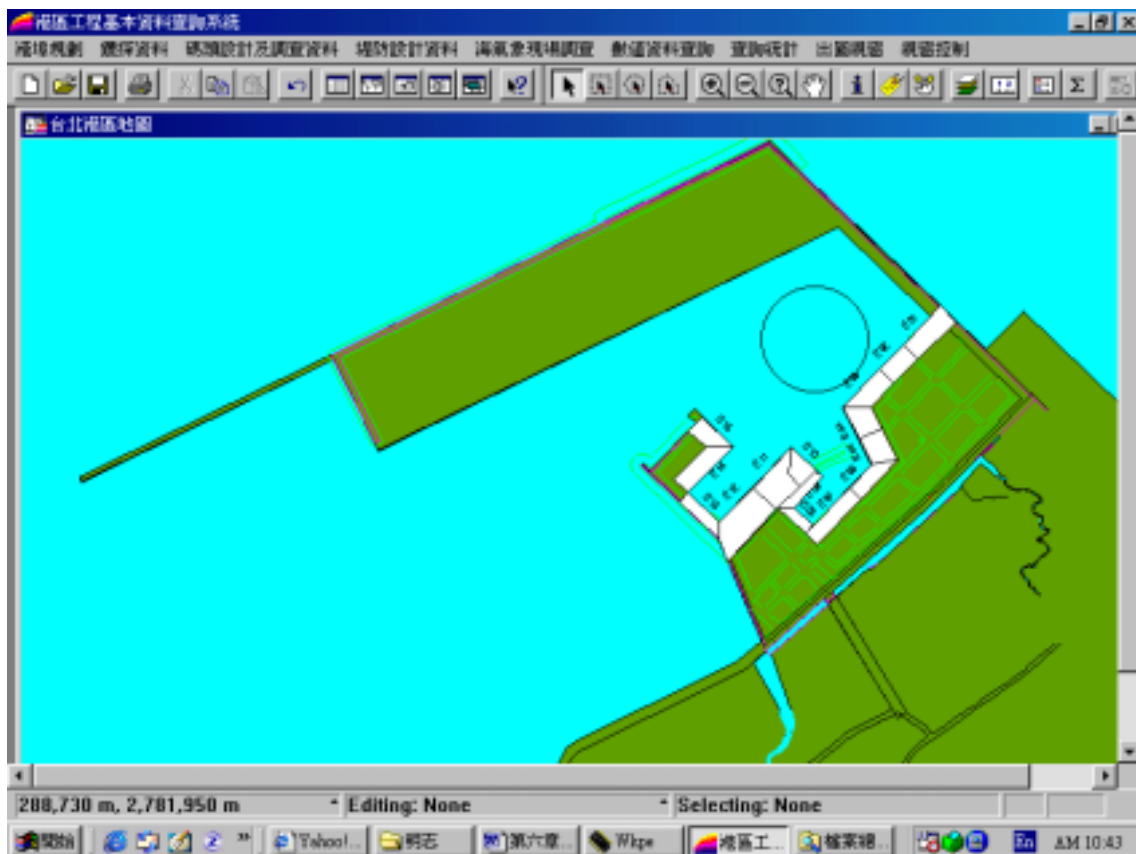


圖 6-11 台北港港區碼頭分佈位置

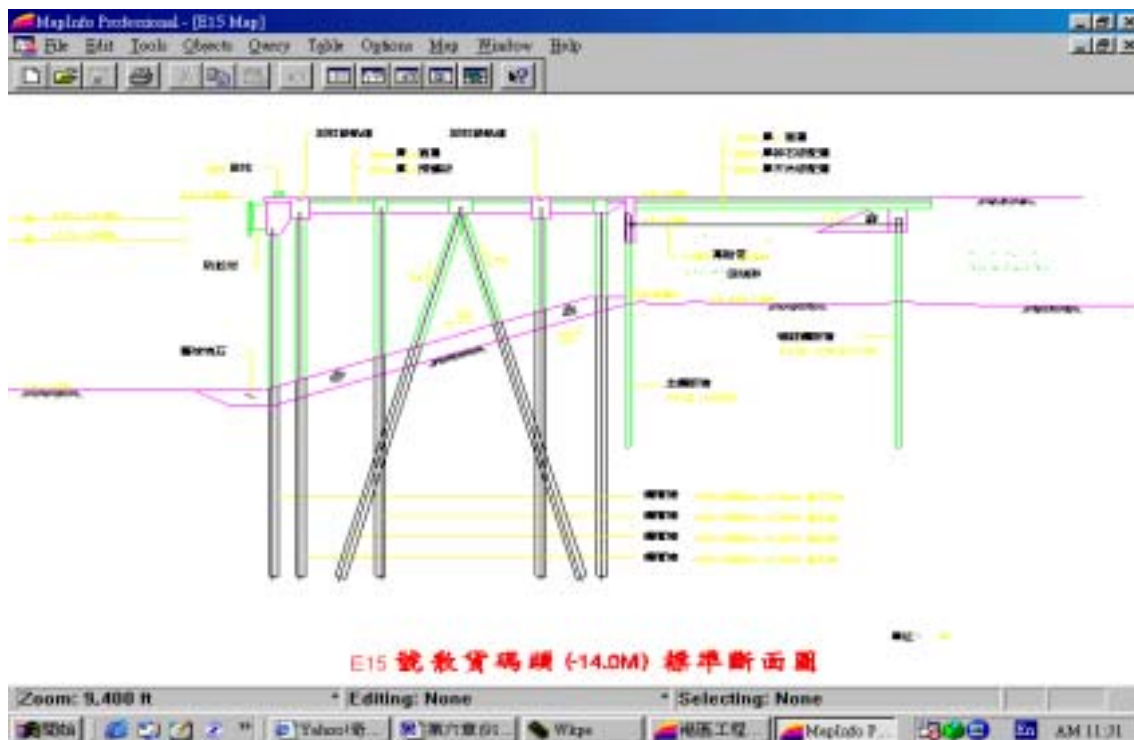
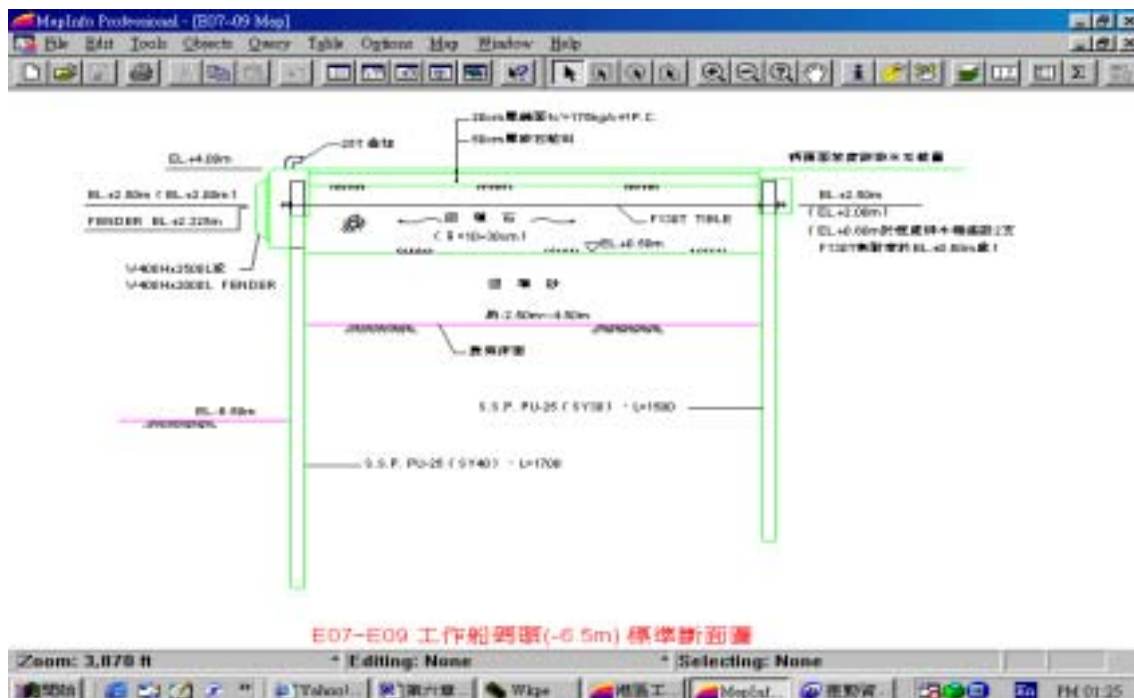


圖 6-12 台北港港區斜樁棧橋式碼頭



第七章 港區三維模型及導覽動畫增建

本計畫於第一年完成花蓮港區三維模型的建置後，第二年擇定高雄港區繼續建構港區的三維模型，所使用的建構工具仍為 Bentley 公司所發行的 Microstation 三維製圖軟體。本項工作大致可分為基本地形圖建置、地面結構物繪製及導覽動畫製作三項，相關作業概述如下：

7.1 基本地形圖建置

港池基本地形圖係利用內政部所委外發行的台灣地區地形基本圖數值圖檔，將港口地區的水系向量資料轉製成 Microstation 的圖檔格式（即 .dgn 格式），因原始圖檔係依據橫麥卡托（Transversal Meccator）投影座標台灣二度分帶系統所繪製，故轉檔後其座標值仍然保留，再利用 Microstation 的立體繪圖模組將其碼頭高程拉出，並鋪設海域平面，海域設定為水藍色，而碼頭面設定為灰白色，如此則完成海域及碼頭面的圖層。

花蓮港及高雄港週圍的山岳地形，係採用購致中央大學太空遙測中心的 DTM 資料，山岳設定為墨綠色，載入 DTM 資料後整個港區的視景與真實景況更加接近。

7.2 地面結構物繪製

完成基本三維地形圖幅後，接著開始繪製地面結構物之立體圖檔。結構物包括倉棧、辦公處所、儲槽、路燈及鄰近房舍等，數量龐雜，若集中為一個圖檔，則容量勢必過大，開啟及維修都不容易，故依據地圖座標，將港區切割成多幅 1km*1km 的區塊來分區製圖，每一區塊即為該區之立體結構物圖幅範圍。各區圖檔以參考圖的方式再與基本地形圖結合，則可展示所有資料。

所有圖檔繪製完成，且全部聯結到基本地形圖上後，就可從不同

的視角來俯瞰整個港池。再設定拍攝鏡頭路徑及目的物路徑，於 MicroStation 系統內產出每幅影格的視景影像檔，集成全部影像檔則可製作出港池導覽動畫。圖 7-1 至圖 7-12 為花蓮港不同影格的視景影像檔，圖 7-13 至圖 7-24 為高雄港不同影格的視景影像檔。

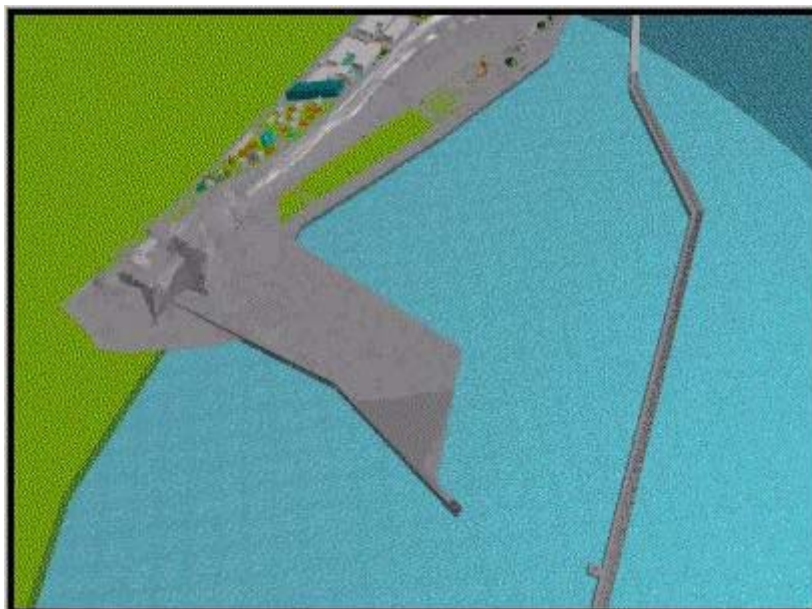


圖 7-1 花蓮港導覽動畫視景 1

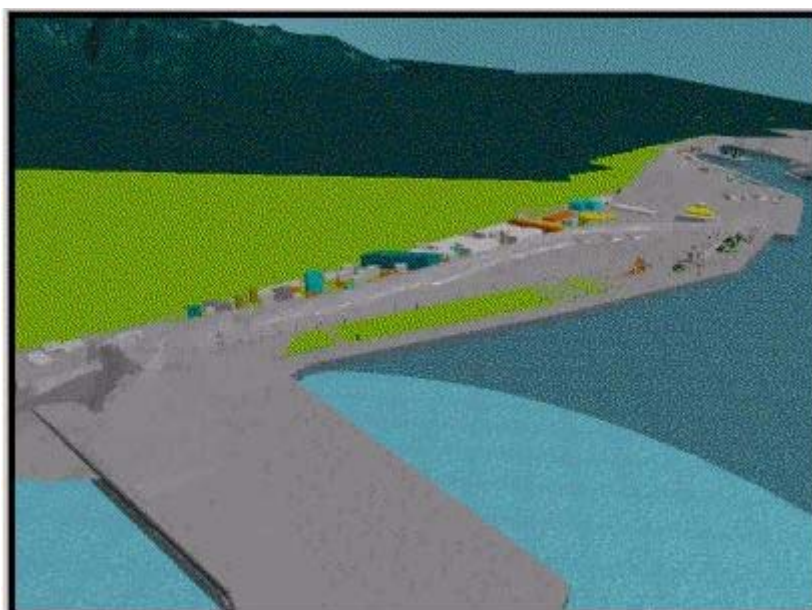


圖 7-2 花蓮港導覽動畫視景 2



圖 7-3 花蓮港導覽動畫視景 3

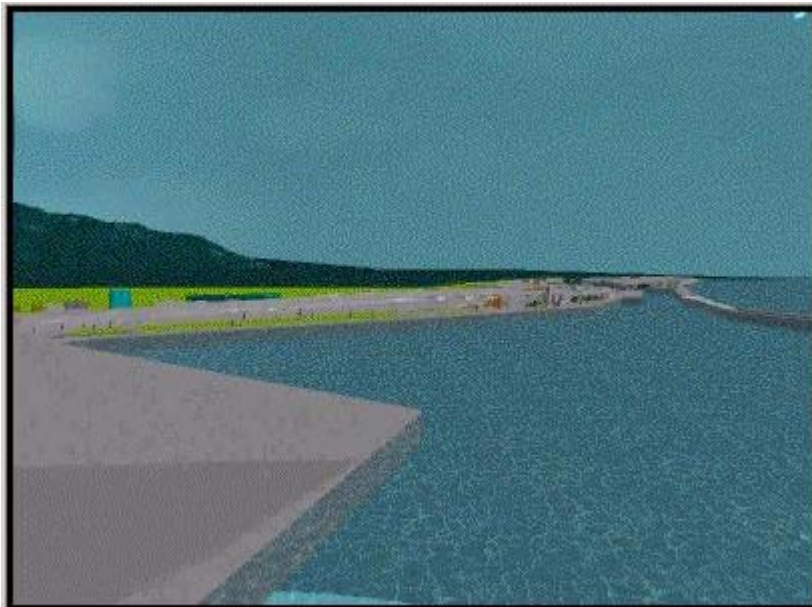


圖 7-4 花蓮港導覽動畫視景 4

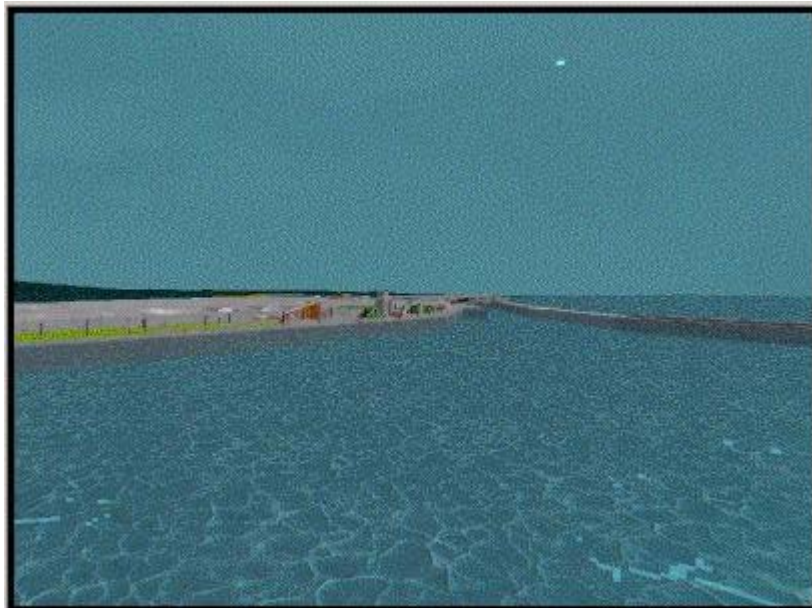


圖 7-5 花蓮港導覽動畫視景 5



圖 7-6 花蓮港導覽動畫視景 6



圖 7-7 花蓮港導覽動畫視景 7



圖 7-8 花蓮港導覽動畫視景 8



圖 7-9 花蓮港導覽動畫視景 9

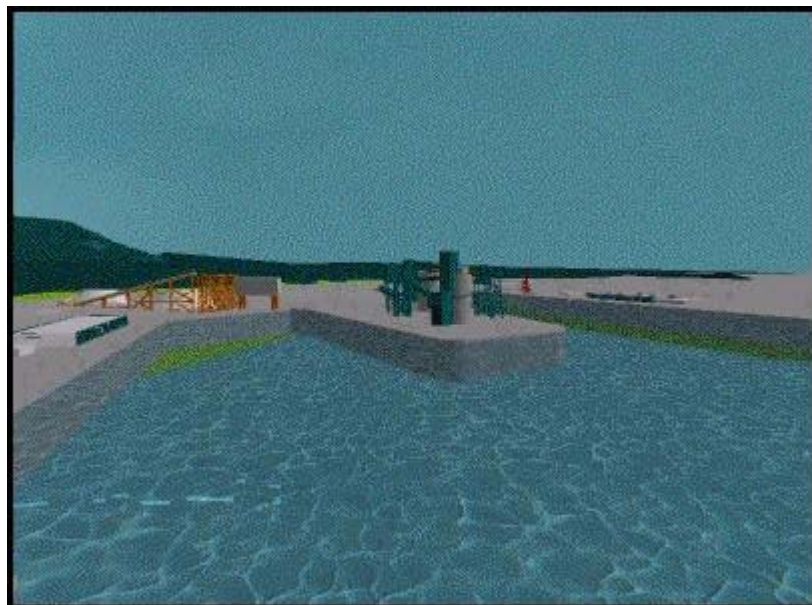


圖 7-10 花蓮港導覽動畫視景 10



圖 7-11 花蓮港導覽動畫視景 11



圖 7-12 花蓮港導覽動畫視景 12



圖 7-13 高雄港導覽動畫視景 1



圖 7-14 高雄港導覽動畫視景 2

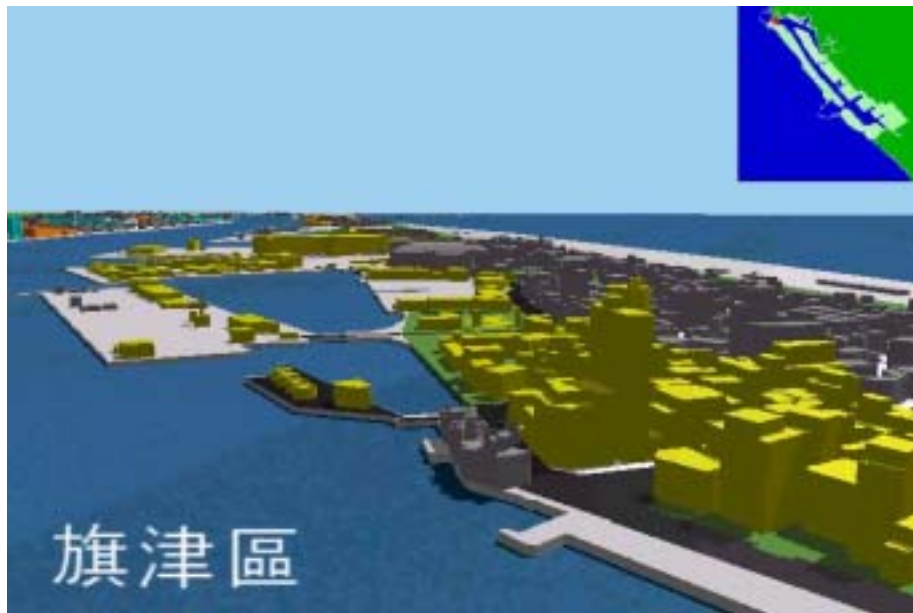


圖 7-15 高雄港導覽動畫視景 3

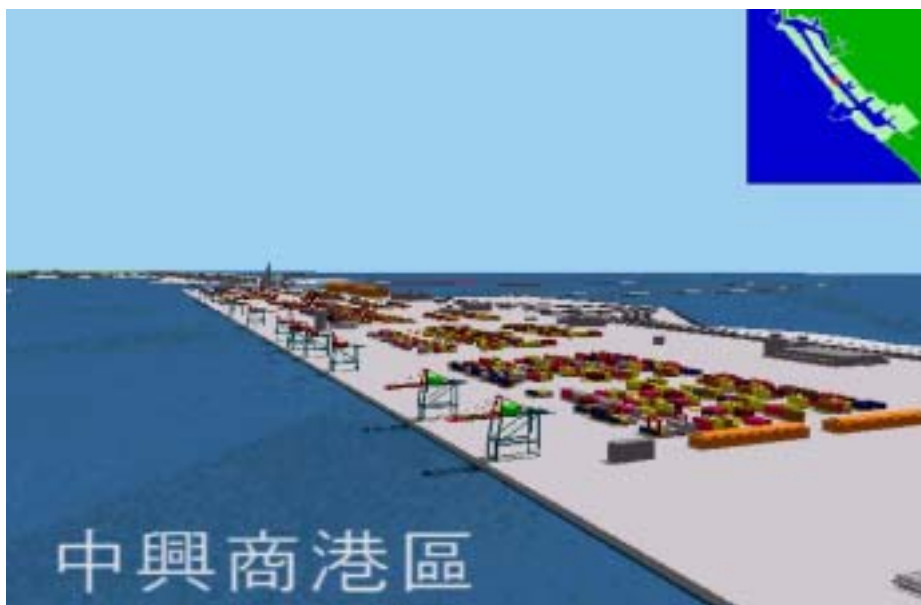


圖 7-16 高雄港導覽動畫視景 4



圖 7-17 高雄港導覽動畫視景 5

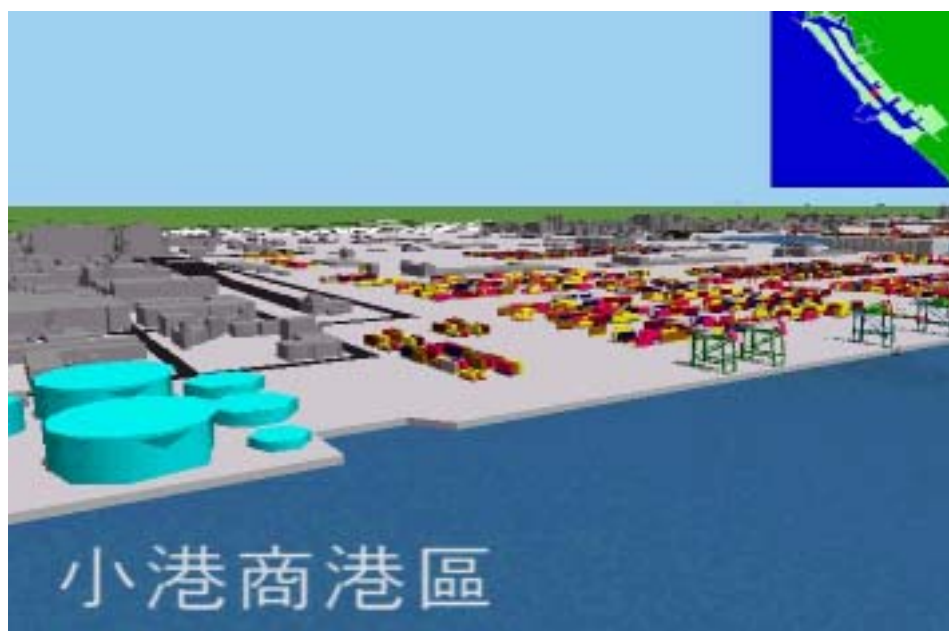


圖 7-18 高雄港導覽動畫視景 6

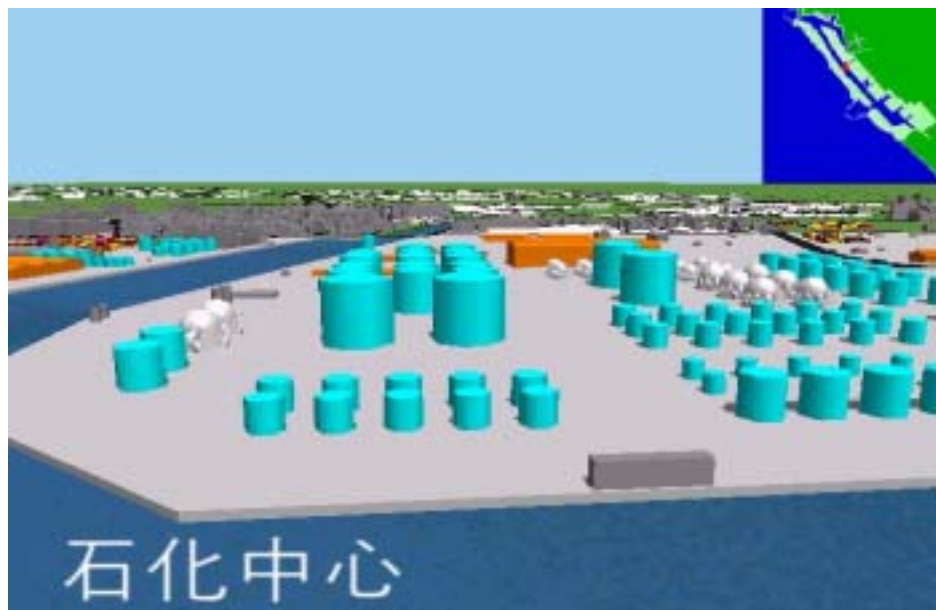


圖 7-19 高雄港導覽動畫視景 7

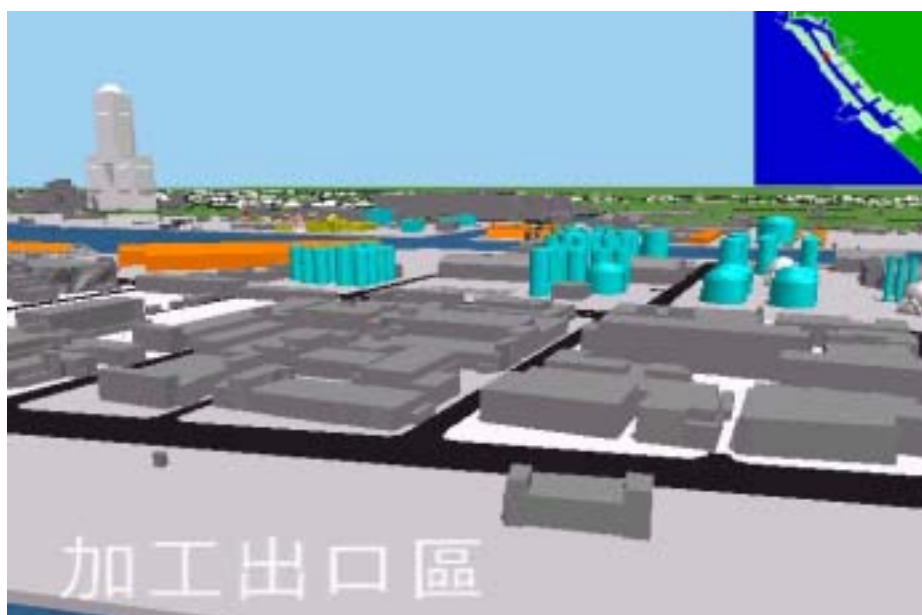


圖 7-20 高雄港導覽動畫視景 8

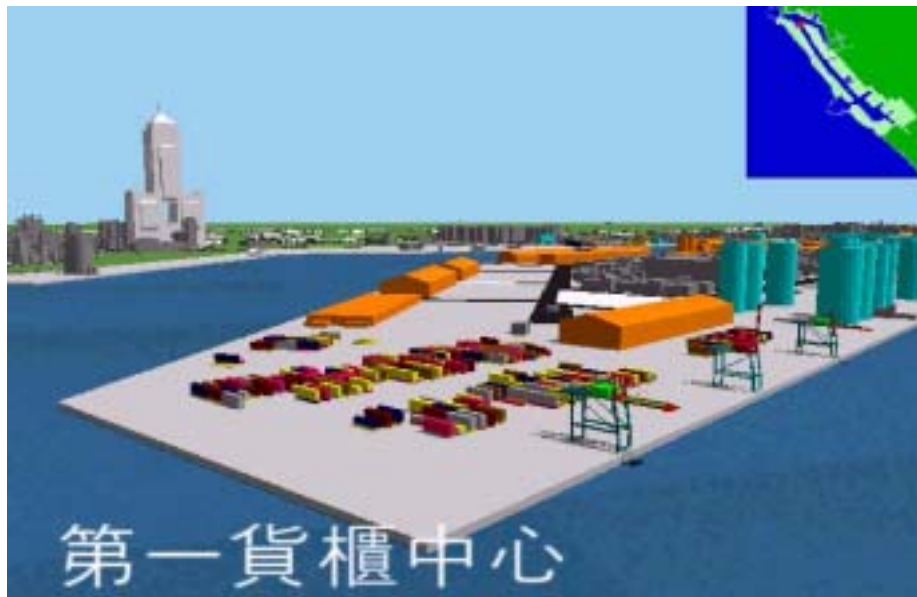


圖 7-21 高雄港導覽動畫視景 9

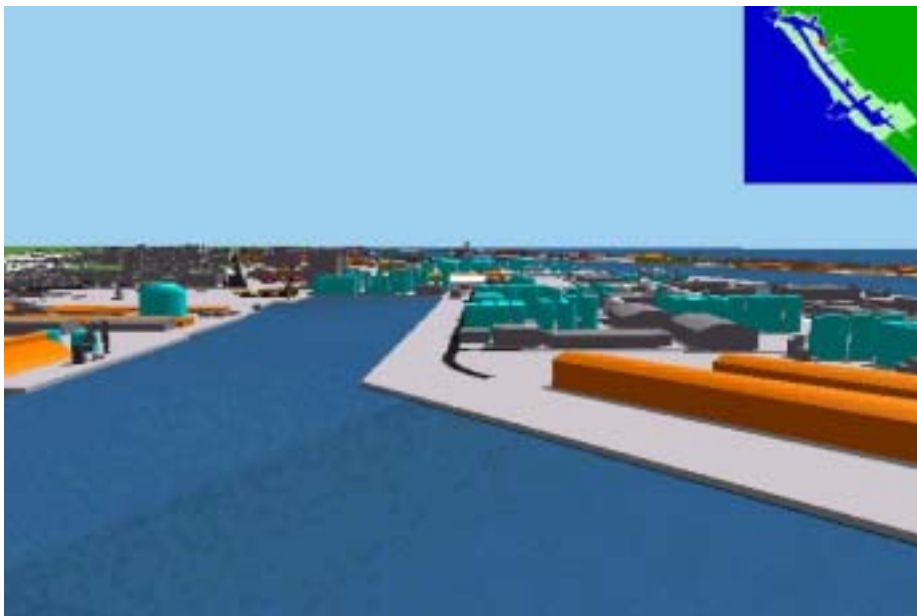


圖 7-22 高雄港導覽動畫視景 10

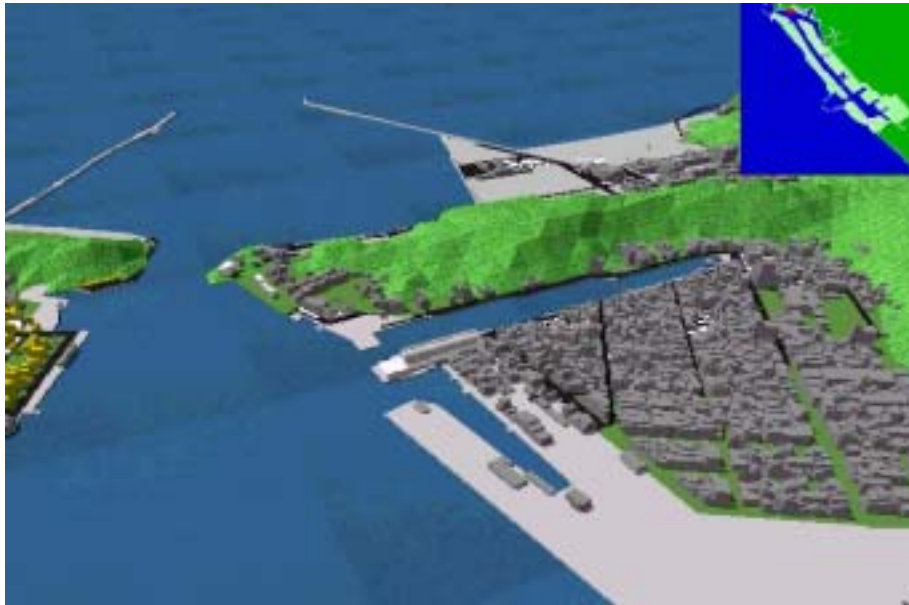


圖 7-23 高雄港導覽動畫視景 11

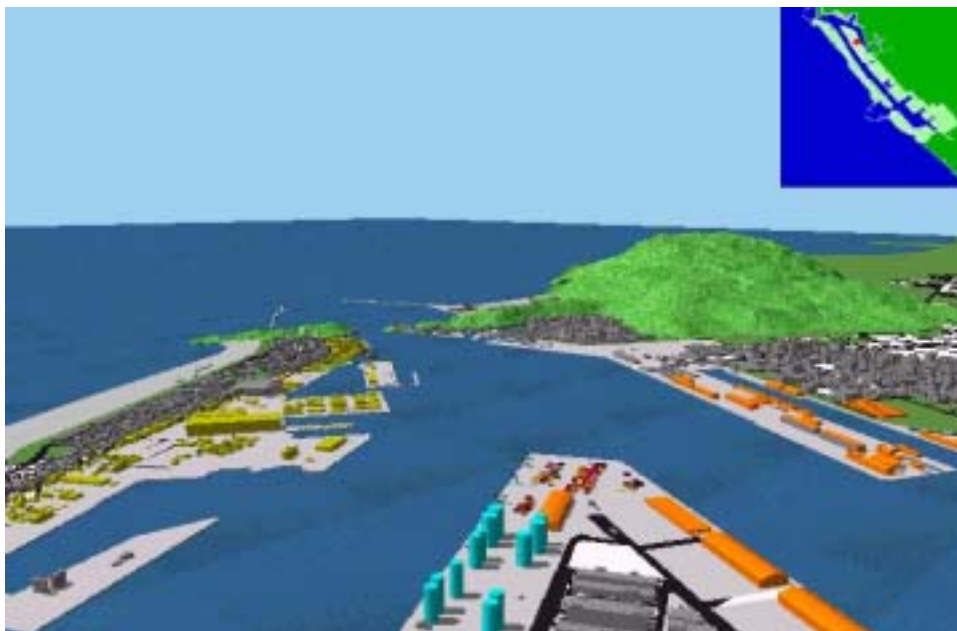


圖 7-24 高雄港導覽動畫視景 12

第八章 系統應用模組開發使用

8.1 資料處理及模組運用

一個開發了某段時日的地理資訊應用系統，通常都已存放了許多相關的資料，這些資料，可以直接查詢取得，或以 SQL 條件式選取方式找尋目標資料，以統計圖表的方式展示，或以主題圖的方式展繪，但這些都僅止於基本資料的展現。資料要變得有用，須能夠作專業性的分析推估，將原始資料，轉化成專業資訊，將分析結果迅速展現在查詢者眼前。本研究乃針對此目標，接續上一年度開發土壤液化模組分析台中港的地質資料後，本年度針對高雄港的地質資料來處理，運用分析模組製作產出各項成果。

8.2 土壤液化評估方法

利用標準貫入試驗的錘擊數(即 SPT-N 值)來評估土壤液化潛能，是最常被使用的方法，目前許多國家的設計規範都以 SPT-N 值評估法為基本方法，這部份也有不同的學者提出自己的理論及經驗公式，本研究引用較常被使用的方法；如(1) Seed 簡易經驗法(1997 NCEER Workshop) (2) Tokimatsu 與 Yoshimi 簡易經驗法(1983) (3) 日本道路協會簡易經驗法(1996) (4) Liao 液化機率分析法(1988)與(5) Lai 之判別分析法(2002)來進行分析，相關方法說明如下：

8.2.1 Seed 簡易經驗法

本方法首先由 Seed 與 Idriss (1971) 所提出；再根據震災案例與其經驗，Seed et al. (1983) 提出修正，考慮平均粒徑 (D_{50}) 對土層液化潛能影響；而於 1985 年 Seed 等人根據美國西部、阿拉斯加、日本、中國大陸與南美地區等地之液化與非液化資料，將 D_{50} 之影響改以細料含量 (Fines Content) 作為修正後，如圖 8-1 所示，才較為完善；此法

廣泛應用於美國地區，並納入 AASHTO 規範中。而 1997 NCEER Workshop 針對本分析法進行修正，並提出數個迴歸公式取代原本查閱圖表之方法，使本法對於工程界之實用性更行提高。

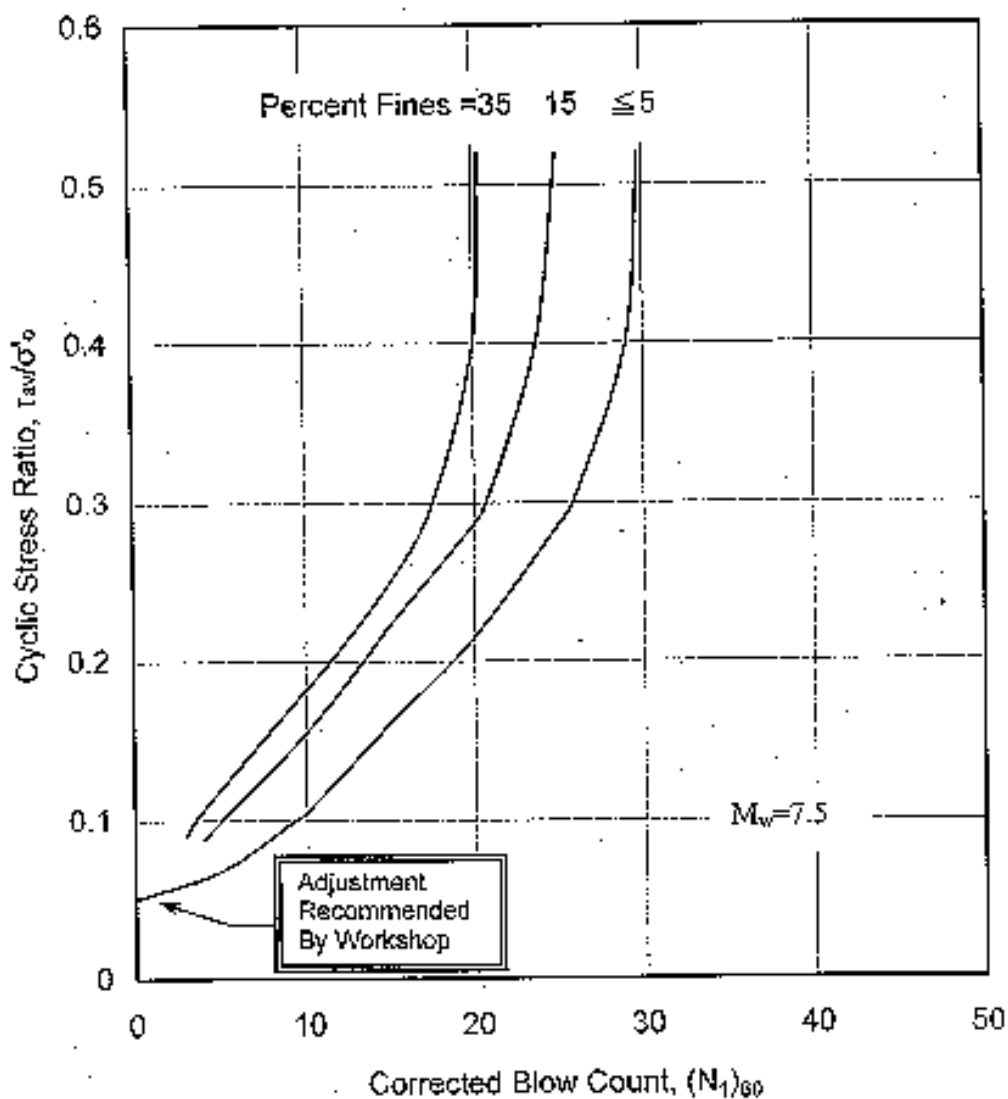


圖 8-1 地震規模 $M_w=7.5$ 時，不同細料含量之液化阻抗與 $(N_1)_{60}$ 關係
(修正自 Seed 等人，1985)

當地震來臨時，土層中剪應力主要為受到地盤向上傳遞之剪力波影響所致，因此首先假設深度 h 之土壤柱體為一剛性體，且最大地表加速度為 a_{max} ，則該土柱體底端之最大剪應力如圖 8-2 所示：

$$(\tau_{\max})_{\gamma} = \gamma \cdot h \cdot \frac{a_{\max}}{g} \dots\dots\dots (8-1)$$

式中， γ 為土壤單位重

h 為土層深度

$a_{\max}$ 為水平地表最大加速度

g 為重力加速度

$(\tau_{\max})_{\gamma}$ 為將土壤視為剛性體時之最大剪應力

但於土壤柱體受力時，如同一變形體，因此深度 h 之實際應力 $(\tau_{\max})_d$ 應小於 $(\tau_{\max})_{\gamma}$ ，以下式表示：

$$(\tau_{\max})_d = \gamma_d \cdot (\tau_{\max})_{\gamma} \dots\dots\dots (8-2)$$

式中， γ_d 為應力折減係數，為深度的函數，係根據 Blake (1998) 所提出之 γ_d 平均值建議公式，如 8-3 式所示：

$$\gamma_d = \frac{1.000 - 0.4113 z^{0.5} + 0.04052 z + 0.001753 z^{1.5}}{1.000 - 0.4177 z^{0.5} + 0.05729 z - 0.006205 z^{1.5} + 0.001210 z^2} \dots\dots (8-3)$$

$(\tau_{\max})_d$ 為地盤反應計算所求得深度 h 處之最大剪應力

實際地震發生時，地盤內所產生之震動波形極為複雜，故研判時多以 $(\tau_{\max})_d$ 之 65% 的剪應力為等值平均剪應力 (equivalent uniform average shear stress)。因此，等值平均反覆應力比 $\left(\frac{\tau_{ave}}{\sigma'_o}\right)$ 為：

$$\left(\frac{\tau_{av}}{\sigma'_o}\right)_{eq} = \left(\frac{\tau}{\sigma'_o}\right)_L = 0.65 \cdot \frac{a_{\max}}{g} \cdot \frac{\sigma_o}{\sigma'_o} \cdot \gamma_d \dots\dots\dots (8-4)$$

式中， τ_{ave} 為等值平均反覆剪應力

σ_o 為垂直覆土壓力

σ'_v 為有效垂直覆土壓力

$a_{\max}$ 為水平地表最大加速度

g 為重力加速度

γ_d 為應力折減係數，如式 3-3 所示

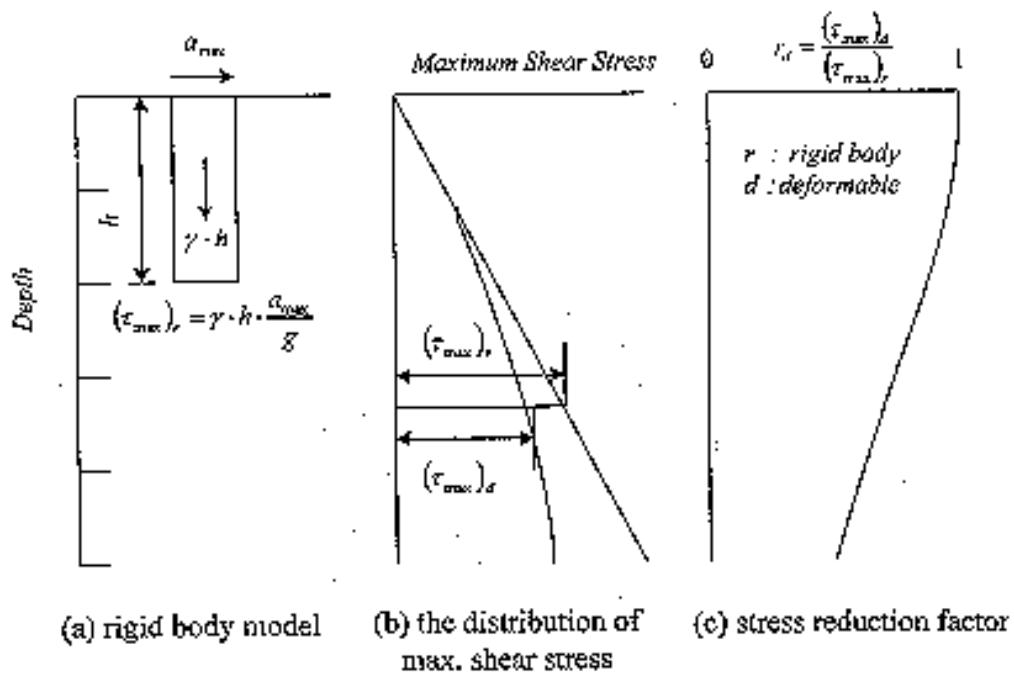


圖 8-2 應力折減係數 γ_d 的由來 (Seed 與 Idriss, 1971)

當相同土壤承受不同圍壓時，所得之標準貫入試驗 N 值亦將不同，再加上不同國家於施作標準貫入試驗之鑽桿能量亦不盡相同；因此必須對 N 值進行覆土壓修正，並於使用不同分析方法時，亦需考慮其不同之鑽桿能量比，使其符合各模式之基本資料型態，以免導致誤用與分析錯誤。各種 SPT- N 值簡易經驗法之綜合比較如表 8-1 所示，而 Seed 簡易法之鑽桿能量基準值為 60%，經此覆土壓與鑽桿能量修正後之 N 值為 $(N_1)_{60}$ ，如式 8-5 所示：

$$(N_1)_{60} = C_N \cdot N \cdot \left(\frac{ER}{60} \right) \dots\dots\dots (8-5)$$

式中， $(N_1)_{60}$ 為經覆土壓修正與鑽桿能量修正後之 N 值

C_N 為覆土壓修正因子 (Overburden Stress Correction Factor)

N 為現地標準貫入試驗所得之 N 值

$\frac{ER}{60}$ 為能量修正係數

本文於 Seed 簡易經驗法中採用之覆土壓力修正因子為 Liao (1986) 所建議之公式計算而得，如式 8-6 所示，而 C_N 值之範圍，介定於 0.5 到 1.6 之間；而鑽桿能量比 (Energy Ratio) 乃參考亞新工程顧問公司於員林地區施作落錘能量檢測之結果，如圖 8-3 所示，其所建議之經驗公式，如式 8-6 所示：

$$C_N = \sqrt{\frac{P_a}{\sigma'_o}} \dots\dots\dots (8-6)$$

$$ER(\%) = 30 \cdot \frac{z}{11} + 50 \quad \text{for } z \leq 11 \text{ meters} \dots\dots\dots (8-7a)$$

$$ER(\%) = 80 \quad \text{for } z \geq 11 \text{ meters} \dots\dots\dots (8-7b)$$

式中， P_a 為 100kPa

σ'_o 為有效垂直覆土壓力

ER 為鑽桿能量比

z 為分析土層之深度 (meters)

表 8-1 SPT-N 值簡易液化評估法之比較
(參考黃富國等, 1999)

		Seed	T&Y	JRA96	Liao
地震參數		PGA , M	PGA , M	PGA	PGA , M
土壤參數		N , FC	N , FC , γ	N , D50 , FC	N , FC
鑽桿能量比%		60	80	72	60
動態強度	循環次數	15	15	-	-
	振幅應變	5%	2.5~7.5%	-	-
剪應力特性		等值剪應力	等值剪應力	最大剪應力	-
方法特性		半經驗法	半經驗法	半經驗法	機率統計法
安全係數		1.25~1.5	疏鬆砂土層 N1 < 10, 取 1.5 中等緊密砂至 緊砂, 取 1.3	1.0	發生機率 0~1

由 $(N_1)_{60}$ 與反覆應力比之關係, 包含細粒料修正關係, 如圖 8-1 所示, 可估計出地震規模 $M_w = 7.5$ 時, 引起液化的反覆阻抗比 $(CRR_{7.5})$; 為改善此查圖之步驟, 1997 NCEER Workshop 亦根據圖 8-1 之趨勢建議一迴歸公式計算土層之抗液化強度, 方便工程師使用。但若地震規模不為 7.5 時, 則需乘以由 Idriss (1998) 建議之參數 MSF (Magnitude Scaling Factor) 修正至地震規模 M_w 為 7.5, 始能套用於此模式下土層液化阻抗之計算;

$$MSF = \frac{10^{2.24}}{M^{2.56}} \dots\dots\dots (8-8)$$

$$CRR_{7.5} = \frac{a + cx + ex^2 + gx^3}{1 + bx + cx^2 + fx^3 + hx^4} \dots\dots\dots (8-9)$$

式中：M 為地震規模（Moment Magnitude）

$$x \text{ 為 } (N_1)_{60cs}, (N_1)_{60cs} = \alpha + \beta(N_1)_{60} \dots\dots\dots (8-10)$$

$$\alpha = \begin{cases} 0 & \text{for } FC \leq 5\% \\ \exp [1.76 - (190 / FC^2)] & \text{for } 5\% < FC < 35\% \\ 5.0 & \text{for } FC \geq 35\% \end{cases}$$

$$\beta = \begin{cases} 1.0 & \text{for } FC \leq 5\% \\ [0.99 + (FC^{1.5} / 1000)] & \text{for } 5\% < FC < 35\% \\ 1.2 & \text{for } FC \geq 35\% \end{cases}$$

a = 0.048 ; b = -0.1248 ; c = -0.004721 ; d = 0.009578 ;

e = 0.0006136 ; f = -0.0003285 ; g = -1.673E-05 ; h = 3.714E-06

最後計算該土層之抗液化安全係數如 8-11 式所示，其分析流程如圖 8-4 所示：

$$FS = \frac{CRR_{7.5} \cdot MSF}{CSR} \dots\dots\dots (8-11)$$

式中， $CRR_{7.5}$ 為地震規模 7.5 時土層抗液化反覆阻抗比

CSR 為設計地震規模下之土層反覆剪應力比

MSF 為 Magnitude Scaling Factor，如式 8-8 所示。

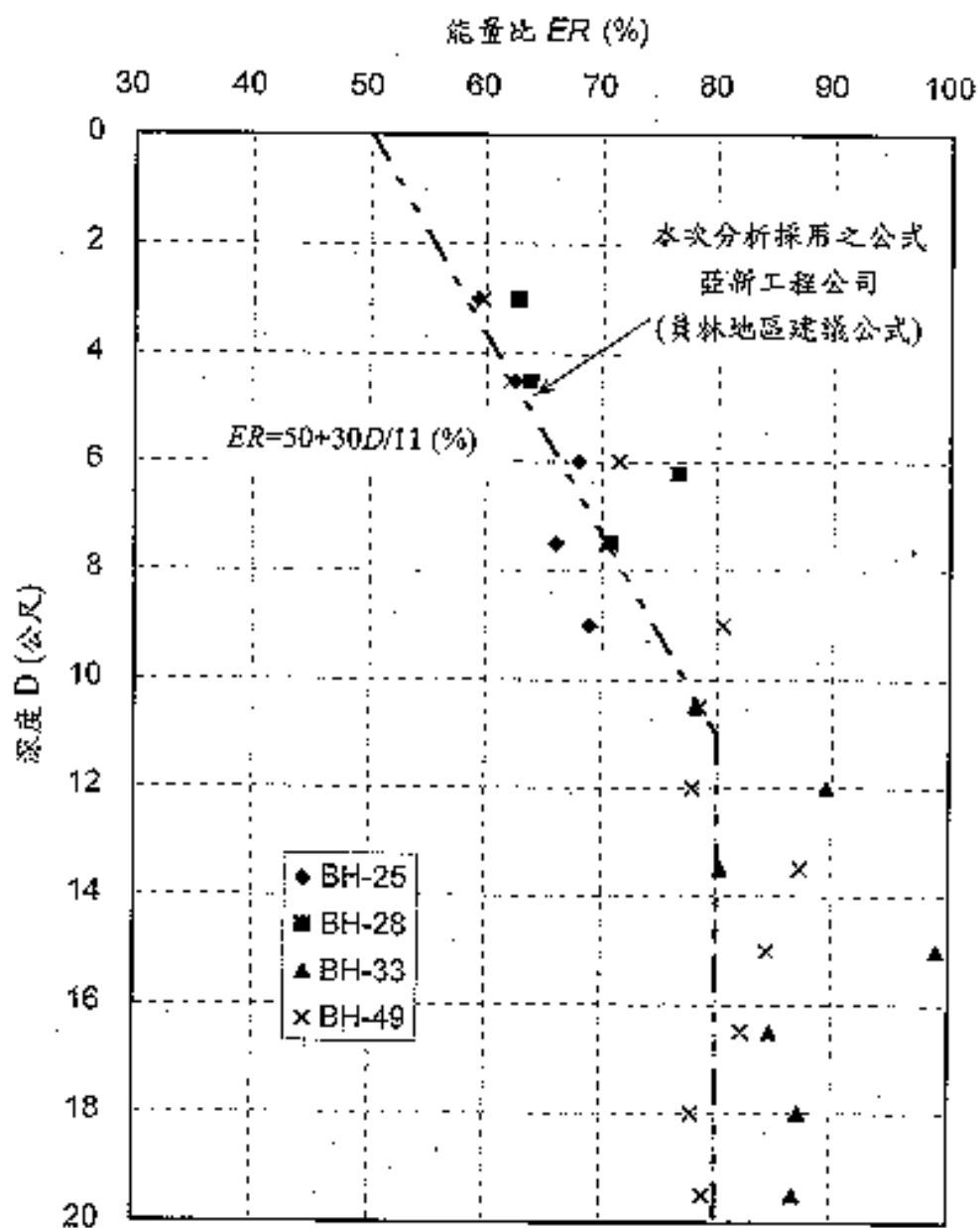


圖 8-3 標準貫入試驗打擊能量比與深度之關係
(亞新工程顧問公司, 2000)

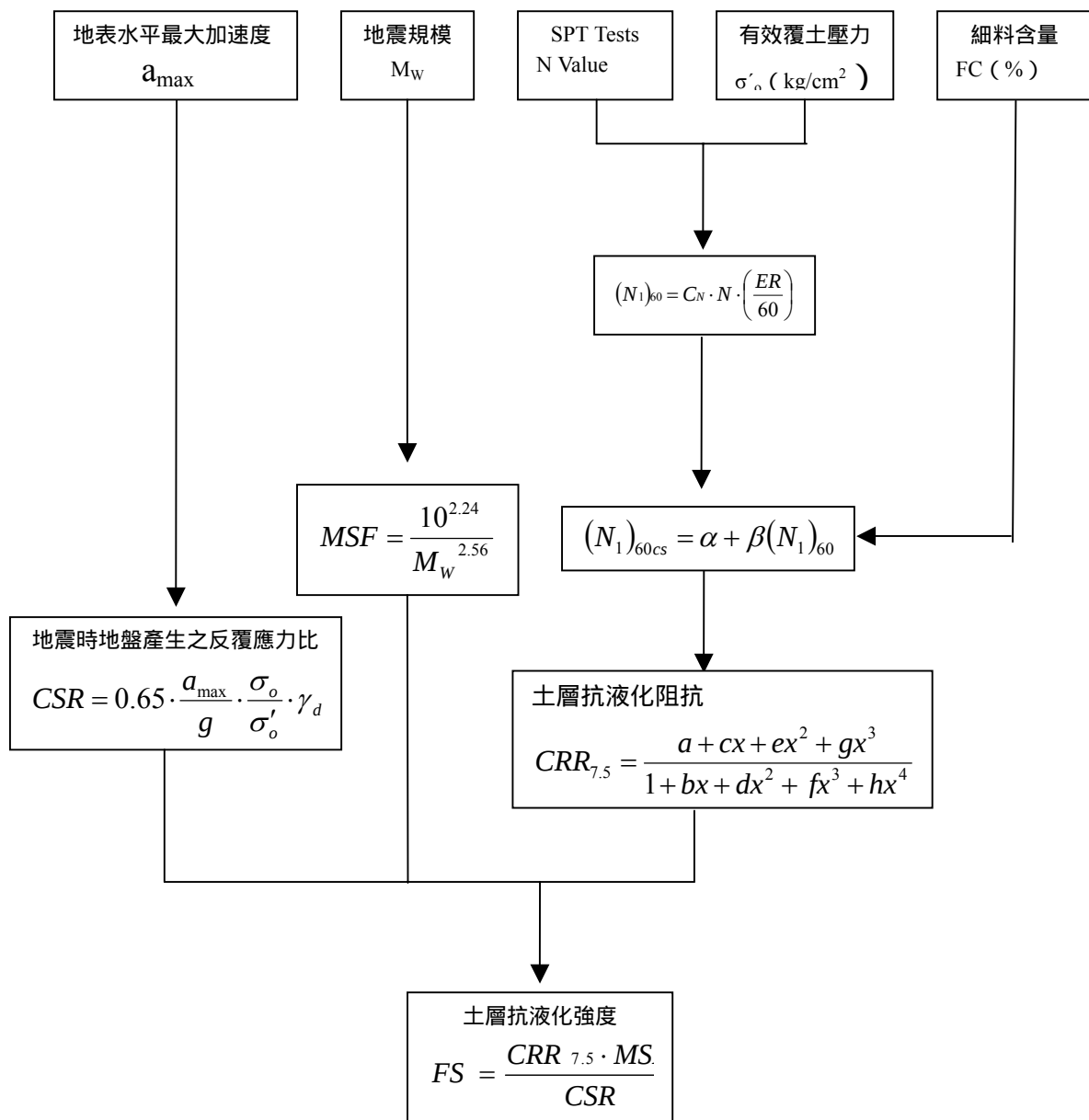


圖 8-4 Seed 簡易經驗法 (1997NCEER Workshop) 分析流程

8.2.2 Tokimatsu 與 Yoshimi 簡易經驗法

本法為東京工業大學 Tokimatsu 與 Yoshimi 教授於 1983 年提出，為根據日本過去 10 次地震約 70 個地區案例，與世界各國約 20 個發生液化與非液化地區案例；此法略經修改後，近年來已納入日本建築學會與原子能委會之設計規範中。本簡易經驗法於土壤抗液化強度評估

上，主要是依據現地冰凍法所取得之不擾動試體土樣與傳統試體土樣，進行試驗室反覆三軸試驗，求出砂性土壤於不同相對密度（ $D_r = 50\sim 85\%$ ），在反覆振動作用 15 次下，產生雙向剪應變振幅分別為 2.5%、5%與 7%時的初始液化反覆剪應力比，並依據 Meyerhof (1957) 建議之標準貫入試驗 N 值與相對密度 D_r (%) 之關係式：

$$D_r = 21 \sqrt{\frac{N}{\sigma'_o + 0.7}} \dots\dots\dots (8-12)$$

將 8-12 式轉換成可由現地土層深度之標準貫入試驗 N 值，求取砂土之抗液化強度：

$$\left(\frac{\tau}{\sigma'_o} \right)_R = a \cdot C_r \left[\frac{16\sqrt{N_a}}{100} + \left(\frac{16\sqrt{N_a}}{C_s} \right)^n \right] \dots\dots\dots (8-13)$$

$$N_a = (N_1)_{80} + \Delta N_f \dots\dots\dots (8-14)$$

$$(N_1)_{80} = \left(\frac{1.7}{\sigma'_o + 0.7} \right) N \cdot \left(\frac{ER}{80} \right)$$

$$\begin{aligned} \Delta N_f &= 0 && \text{for } FC \leq 5 \\ &= FC - 5 && \text{for } 5 \leq FC \leq 10 \\ &= 0.1 \cdot FC + 4 && \text{for } 10 \leq FC \end{aligned}$$

式中，a 為迴歸係數 0.45

C_r 為試驗室液化強度修正至現地液化強度之修正係數 0.57

n 為迴歸係數 14

N 為現地標準貫入試驗 N 值

$(N_1)_{80}$ 為經有效覆土壓力與鑽桿能量為 80%時修正之 N 值

ER 之計算如式 8-7 所示

σ'_o 為有效垂直覆土壓力 (kg/cm²)

ΔN_f 為細粒料含量修正係數。

C_s 為剪應變振幅係數 , $C_s = 80 \sim 90$, 若為大區域破壞時
Tokimatsu 與 Yoshimi 建議採 $C_s = 75$

C_s 之數值大小 , 應視現地液化時之破壞剪應變量大小而定 , 但 Tokimatsu 與 Yoshimi (1983) 並未明確給予量化固定值 , 僅依據現地土壤不擾動試體與重塑試體之反覆三軸試驗及單剪試驗結果 , 定出 C_s 值為 80~90 , 且建議在現場大區域破壞時 , C_s 取 75。

設計地震規模 M 對於現地工址於地面下深度 z 處土體 , 所受之平均反覆應力比為下式所示 :

$$CSR = (\tau_{ave}/\sigma'_o)_L = 0.1 \cdot (M - 1) \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_o}{\sigma'_o} \cdot \gamma_d \dots\dots\dots (8-15)$$

式中 , M 為芮氏地震規模

σ_o 為該深度土壤之垂直覆土壓力 (kg/cm²)

σ'_o 為該深度土壤之有效垂直覆土壓力 (kg/cm²)

a_{max} 為最大地表加速度 (g)

g 為重力加速度

γ_d 為應力折減係數 , 為土層深度 $z(m)$ 的函數 $\gamma_d = 1 - 0.015z$
計算安全係數如下式所示 , 其分析流程如圖 8-5 所示 :

$$F_L = \frac{\left(\tau / \sigma'_o \right)_R}{\left(\tau_{ave} / \sigma'_o \right)_L} \dots\dots\dots (8-16)$$

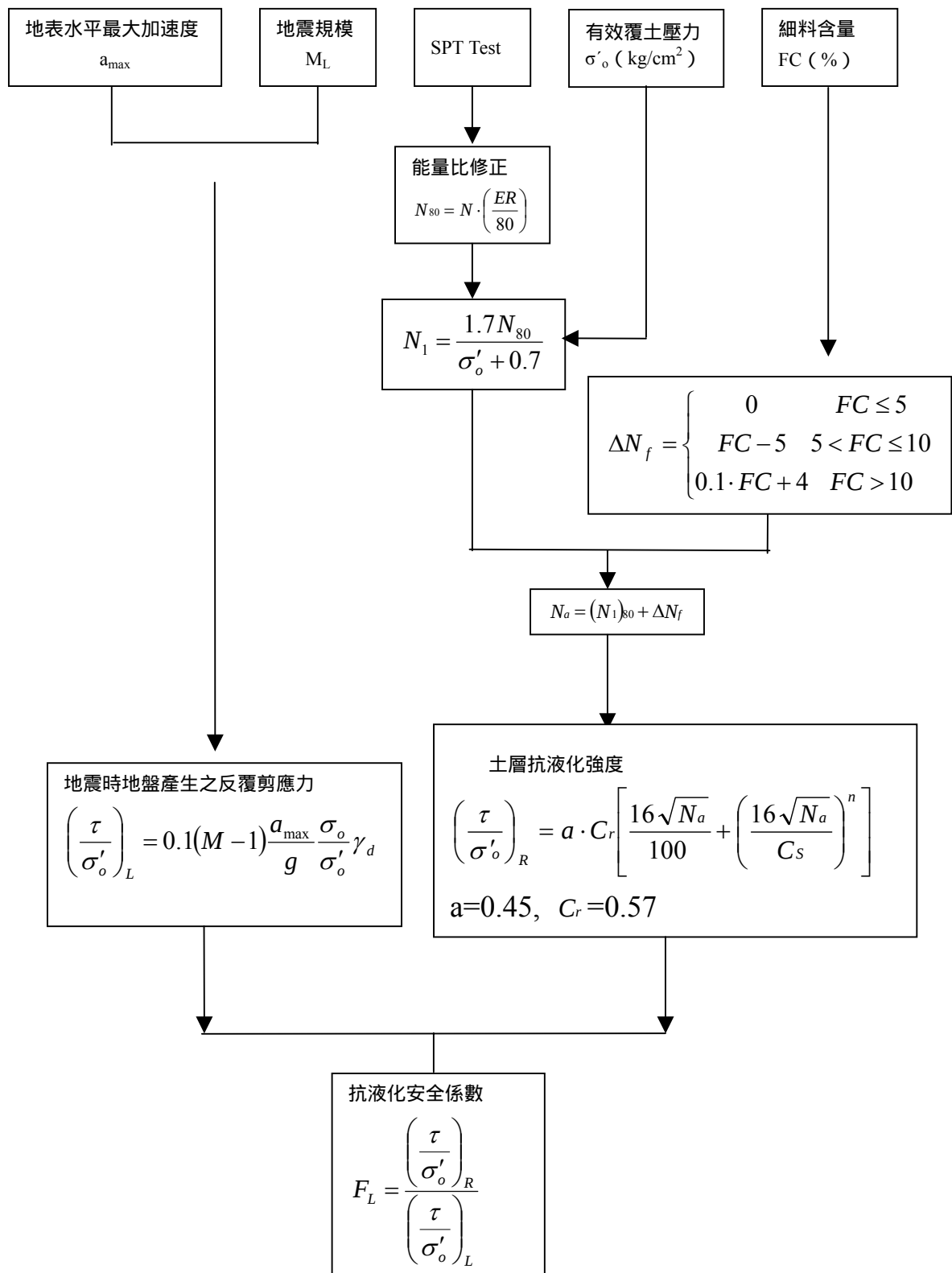


圖 8-5 Tokimatsu 與 Yoshimi 簡易經驗法 (1983) 分析流程

8.2.3 日本道路橋協會簡易經驗法

1995 年日本阪神地震後，日本道路橋協會將此次地震液化經驗與學者相關研究結果整合後，重新擬定新的土壤液化潛能分析方法；而內政部建築研究所之研究計畫成果報告「建築技術規則建築構造設計規範（含解說）」（1998）有關液化評估方法，則已介紹日本道路橋協會簡易經驗法（JRA，1996）。規範中規定於下列情況下，須進行土壤液化潛能之判定：如（1）土層為沖積砂質土；（2）地下水位在地表面下 10m 以內且深度在 20m 以內；（3）土壤本身細料含量 $FC \leq 30\%$ 或塑性指數 $PI \leq 15$ ；（4）其平均粒徑 $D_{50} \leq 10\text{mm}$ 且 $D_{10} \leq 1\text{mm}$ ；其分析方法概述如下，分析流程如圖 8-6 所示。

首先計算地震力強度 L ，如式 8-17 所示：

$$L = \gamma_d \times k_{hc} \times \frac{\sigma_o}{\sigma'_o} \dots\dots\dots (8-17)$$

式中， L 為地震時地層之最大反覆剪應力比

σ_o 為垂直總覆土壓力（ kg/cm^2 ）

σ'_o 為垂直有效覆土壓力（ kg/cm^2 ）

γ_d 為應力折減係數， $\gamma_d = 1 - 0.015z$

k_{hc} 為設計水平震度係數

現地土層最大反覆抗液化強度比 R 如下：

$$R = c_w R_L \dots\dots\dots (8-18)$$

	$C_w = 1.0$	$(R_L \leq 0.1)$
式中，	$C_w = 3.3R_L + 0.67$	$(0.1 < R_L \leq 0.4)$
	$C_w = 2.0$	$(0.4 < R_L)$

$R_L = 0.0882 \sqrt{\frac{N_a}{1.7}}$	$(N_a < 14)$
---------------------------------------	--------------

$$R_L = 0.0882 \sqrt{\frac{N_a}{1.7}} + 1.6 \times 10^{-6} \times (N_a - 14)^{4.5} \quad (14 \leq N_a)$$

砂質土：

$$N_a = c_1 (N_1)_{72} + c_2 \dots\dots\dots (8-19)$$

$$\text{式中, } N_1 = 1.7 \times \frac{N}{(\sigma'_o + 0.7)}$$

$$(N_1)_{72} = N_1 \cdot \left(\frac{ER}{72} \right)$$

$$c_1 = \begin{cases} 1 \dots\dots\dots (0 \leq FC < 10\%) \\ (FC + 40)/50 \dots\dots\dots (10\% \leq FC < 60\%) \\ (FC/20) - 1 \dots\dots\dots (60\% \leq FC) \end{cases}$$

$$c_2 = \begin{cases} 0 \dots\dots\dots (0 \leq FC < 10\%) \\ (FC - 10)/18 \dots\dots\dots (10\% \leq FC) \end{cases}$$

礫質土：

$$N_a = [1 - 0.36 \times \log(D_{50}/2)] \times N_1 \dots\dots\dots (8-20)$$

式中： c_w , c_1 , c_2 為修正係數

FC 為土壤之細料含量 (%)

N 為現地標準貫入試驗之 N 值

σ'_o 為土壤之有效覆土壓力 (kg/cm^2)

N_1 為經有效覆土壓力修正後之 N 值

$(N_1)_{72}$ 為經本規範規定之打擊能量 72% 修正後之 N 值評估土層之抗液化安全係數如式 8-21 所示：

$$F_L = \frac{R}{L} \dots\dots\dots (8-21)$$

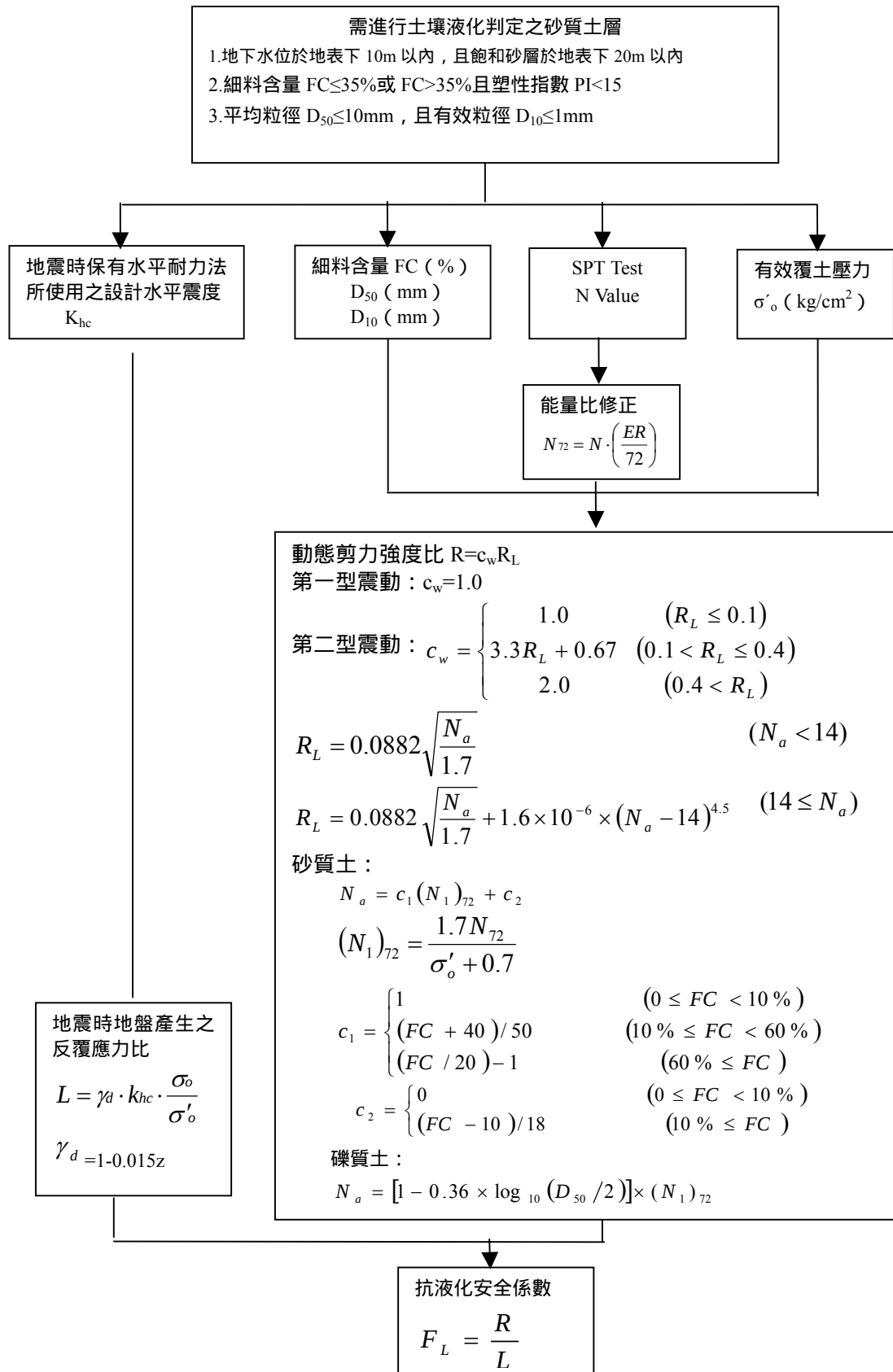


圖 8-6 日本道路橋協會簡易經驗法（1996）分析流程

8.2.4 Liao 液化機率分析方法

Liao et al. (1988) 以邏輯轉換 (Logic Transformation) 及最大似然性法 (Maximum Likelihood) 之推定分析, 將液化機率 P_L 表示成地震力參數及土壤特性參數之函數。Liao 蒐集了震災地區共 278 組 SPT 現場數據, 以邏輯迴歸方法進行分析, 建立以 SPT—N 值評估液化機之迴歸模式。此法之最大優點為允許更多影響液化特性之參數, 納入邏輯迴歸之評估中, 另一優點為能夠直接定量的表達工址可能發生液化之機率。

震災地區之 SPT 現場數據包括土壤抗液化之強度及地震引致土層之作用強度。地震引致土層的作用強度參數, 以無因次之反復應力比 τ_{av}/σ'_o 表示, 反復應力比為飽和砂土層因地震作用引起的平均剪應力 τ_{av} , 與砂土之有效覆土壓力 σ'_o 之比值, 此比值 Liao 乃根據 Seed et al. 之方法推求, 而以 SR 表示, 其計算式即為 8-4 式。

此法之土壤抗液化之強度參數以 SPT - N 值表示, 不過由於 SPT - N 值, 在鑽探時, 易受有效應力之影響。因此以現場資料和 SPT - N 值評估土壤液化潛能之前, 需將 N 值加以修正, 以求得抗液化強度之相關經驗式, 本參數 Liao 仍依據 Seed 之建議, 使用標準化參數 $(N_1)_{60}$ 值, 即將 SPT - N 值修正至有效覆土壓力為 1kg/cm^2 之正規化貫入值 N_1 , 再修正落錘能量為 60% 之正規化貫入值 $(N_1)_{60}$, 其計算式即為 8-5 式。

Liao, et al. (1988) 以 $SR = \tau_{av}/\sigma'_o$ 為地震力參數, 以 $(N_1)_{60}$ 為土壤液化特性參數, 所建立之液化機率 P_L 如下所示:

$$P_L = \frac{1}{\left\{1 + \exp\left[-\left(\beta_0 + \beta_1 \ln(SR) + \beta_2 (N_1)_{60}\right)\right]\right\}} \dots\dots\dots (8-22)$$

Liao, et al. (1988) 所蒐集世界各震災地區液化與非液化之 SPT 資料, 其中淨砂 ($FC \leq 12\%$) 有 182 組、泥砂 ($FC > 12\%$) 有 96 組、不分淨砂或泥砂之淨砂 / 泥砂共 278 組, 經其以邏輯迴歸法分析得液化

機率模式分別為：

1. 淨砂 (FC≤12%) 模式

$$P_L = \frac{1}{\{1 + \exp[-(16.447 + 6.4603 \ln(SR) - 0.3970(N_1)_{60})]\}} \dots\dots(8-23a)$$

2. 泥砂 (FC>12%) 模式

$$P_L = \frac{1}{\{1 + \exp[-(6.4831 + 2.6854 \ln(SR) - 0.1890(N_1)_{60})]\}} \dots\dots\dots(8-23b)$$

3. 不分淨砂、泥砂之淨砂 / 泥砂模式

$$P_L = \frac{1}{\{1 + \exp[-(10.167 + 4.1933 \ln(SR) - 0.24375(N_1)_{60})]\}} \dots\dots\dots(8-23c)$$

8.3 Lai(賴聖耀)之判別分析液化模式

賴聖耀(2003)利用判別分析(discriminant analysis)方法，依據所收集的 592 組國內外案例數據，(包括 Hwang et al. (2001)所蒐集 921 集集地震液化與非液化案例 288 組、Liao et al. (1988)所蒐集世界各國液化與非液化案例 278 組及 Boulanger et al.(1997)所蒐集美國 Loma Prieta 地震液化與非液化案例 26 組)，發展出一個以標準貫入試驗(SPT)評估土壤液化潛能之本土化及全球化分析模式。

以 SPT 評估土壤液化潛能之分析方法,須先建立土壤抗液化強度 XR 與 SPT-N 值之關係式或關係圖,欲求得 XR 與 SPT-N 值之關係，目前之統計方法約有三種：(1)判別分析法，(2)邏輯迴歸法，(3)最小錯誤分類法，由於各種方法皆各具特色及適用性，Lai 乃根據以上 592 組案例,利用多變數統計之判別分析方法，建立以標準貫入試驗值評估土壤液化潛能之判別模式，及其可能導致誤差判斷之機率。

8.3.1 判別分析

判別分析(discriminant analysis)是多變數統計分析之一個步驟，即將一群現地調查資料區分為兩個種類；就本文來講，是將地震區液化與非液化之 SPT 資料，加以統計分析求得適當之判別式區分液化與非液化兩個種類，以便能由工址之現地調查資料，評估工址之液化潛能，及其可能導致誤差判斷之機率。

依據 Christian & Swiger(1975)及賴聖耀(1990)之建議，進行判別分析之現地調查資料須符合三項假設，即：

1. 全部現地調查資料皆為隨機調查所得。
2. 判別分析之參數須符合常態分佈。
3. 現地調查資料兩種個別種類之變異性(variances)及相關性(correlation)須與全部調查資料之變異性、相關性相同。

若地震區液化與非液化之現地貫入試驗資料，符合上述三項假設，則其液化潛能之判別式，依 Christian & Swiger(1975)之意見，可表示如下式：

$$V = \left[X - \frac{1}{2}(\bar{X}_\ell + \bar{X}_{n\ell}) \right]^T S^{-1} (\bar{X}_\ell - \bar{X}_{n\ell}) \dots\dots\dots (8-24)$$

式中

V ：判別參數； $V \geq 0$ 表示非液化， $V < 0$ 表示液化。

X ：液化解釋參數之向量

$\bar{X}_\ell$ ：現地調查資料中，液化部分解釋參數平均值之向量，其中下標 ℓ 符號表示液化。

$\bar{X}_{n\ell}$ ：現地調查資料中，非液化部分解釋參數平均值之向量，其中下標 $n\ell$ 符號表示非液化。

S^{-1} ：全部調查資料變異性矩陣 S 之反矩陣。

由式(8-24)之判別分析，僅能尋找一條液化與非液化之理論分界曲線，本文以應用更廣泛之新的判別式(Lai, 1990)進行判別分析，新的判別式為式(8-24)結合誤差機率函數(function of probability of misclassification) $C(P)$ ，如式(8-25)所示，依此新的判別式可尋找數條液化與非液化之分界曲線，再依工程之重要程度，選擇較合理誤差機率函數之理想分界曲線。

$$V_p = \left[X - \frac{1}{2}(\bar{X}_\ell + \bar{X}_{n\ell}) \right]^T S^{-1} (\bar{X}_\ell - \bar{X}_{n\ell}) - C(P) \dots\dots\dots (8-25)$$

式中

V_p ：判別參數； $V_p \geq 0$ 表示非液化， $V_p < 0$ 表示液化，其中下標 P 符號表示誤差機率。

P ：誤差機率(probability of misclassification)

$C(P)$ ：誤差機率函數

式(8-24)及式(8-25)之液化解釋參數，包括地震強度解釋參數 SR ，及土壤抗液化強度之解釋參數 XR ，因此液化解釋參數之向量 X 可以下式表示：

$$X = \begin{Bmatrix} SR \\ XR \end{Bmatrix} \dots\dots\dots (8-26)$$

現地調查資料中，液化部分解釋參數平均值 $\bar{X}_\ell$ 之向量可表示成下式：

$$\bar{X}_\ell = \begin{Bmatrix} \overline{SR}_\ell \\ \overline{XR}_\ell \end{Bmatrix} \dots\dots\dots (8-27)$$

式中

$\overline{SR}_\ell$ ：液化部分地震強度解釋參數 $\overline{SR}_\ell$ 之平均值。

$\overline{XR}_\ell$ ：液化部分土壤抗液化強度解釋參數 $\overline{XR}_\ell$ 之平均值。

而現地調查資料中，非液化部分解釋參數平均值 $\overline{X}_{n\ell}$ 之向量亦可表示成下式：

$$\overline{X}_{n\ell} = \left\{ \begin{array}{c} \overline{SR}_{n\ell} \\ \overline{XR}_{n\ell} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (8-28)$$

式中

$\overline{SR}_{n\ell}$ ：非液化部分地震強度解釋參數 $SR_{n\ell}$ 之平均值

$\overline{XR}_{n\ell}$ ：非液化部分土壤抗液化強度解釋參數 $XR_{n\ell}$ 之平均值

全部調查資料變異性矩陣 S 如下式所示：

$$S = \left[\begin{array}{cc} \text{Var}(SR) & \text{Cov}(SR, XR) \\ \text{Cov}(SR, XR) & \text{Var}(XR) \end{array} \right] \dots\dots\dots (8-29)$$

式中

$\text{Var}(SR)$ ：地震強度解釋參數 SR 之變異數

$\text{Var}(XR)$ ：土壤抗液化強度解釋參數 XR 之變異數

$\text{Cov}(SR, XR)$ ： SR 與 XR 之協方差(covariance)

判別分析之判別式，除受液化解釋參數之影響，亦受誤差機率函數 $C(P)$ 之影響，而誤差機率 P ，並不是工址之液化機率，而是表示預測工址為非液化，事實上工址發生了液化之機率，亦即以該判別式區分液化與非液化有或然率 P 之可能誤差，其誤差機率之參數 α 如下式所示：

$$\alpha = (\overline{X}_\ell - \overline{X}_{n\ell})^T S^{-1} (\overline{X}_\ell - \overline{X}_{n\ell}) \dots\dots\dots (8-30)$$

而誤差機率函數 $C(P)$ 為誤差機率 P 及誤差機率參數 α 之函數，如下式所示：

$$C(P) = \sqrt{2\alpha} \operatorname{erf}^{-1}(1 - 2P) - \frac{\alpha}{2} \dots\dots\dots (8-31)$$

式中

erf^{-1} ：為誤差函數 erf 之反函數

erf ：為誤差函數，其定義為：

$$\operatorname{erf}(Y) = \int_0^Y \frac{2}{\sqrt{\pi}} \exp(-X^2) dX \dots\dots\dots (8-32)$$

由以上之判別分析，可將現地之調查資料，加以統計分析，獲得適當之判別式 V_p ，其為地震強度解釋參數 SR 、土壤液化強度解釋參數 XR 及誤差機率函數 $C(P)$ 之函數，可表示成 $V_p = f[SR, XR, C(P)]$ ，以預測工址屬於液化或非液化，並說明該判別式可能導致誤差判斷之機率。

8.3.2 SPT 評估土壤液化潛能之參數

震災地區之 SPT 現場數據包括土壤抗液化之強度及地震引致土層之作用強度。地震引致土層的作用強度參數，以無因次之反復應力比 τ_{av}/σ'_o 表示，根據 Seed et al. (1985) 方法，反復應力比為飽和砂土層因地震作用引起的平均剪應力 τ_{av} ，與砂土之有效覆土壓力 σ'_o 之比值，並修正至地震規模 $M_w=7.5$ 以 $CSR_{7.5}$ 表示，其計算式如下所示：

$$CSR_{7.5} = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_o} = 0.65 \cdot \frac{\gamma d}{MSF} \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_o}{\sigma'_o} \dots\dots\dots (8-33)$$

其中，

$CSR_{7.5}$ ：修正至地震規模 $M_w=7.5$ 之反復應力比。

τ_{av} ：地震引致土層之平均剪應力， kg/cm^2 。

a_{max} ：地表最大水平加速度 m/sec^2 。

g ：重力加速度， m/sec^2 。

σ_o ：最初垂直覆土壓力， kg/cm^2 。

σ'_o ：有效覆土壓力， kg/cm^2 。

γ_d ：應力折減因數。

γ_m ：地震規模影響因素。

MSF：地震規模影響因素(Magnitude Scaling Factor)。

根據 Liao et al.(1988)所建議之土層深度 Z 與 γ_d 之關係式如下：

$$\begin{aligned}\gamma_d &= 1.0 - 0.00765Z, & Z \leq 9.15 \text{ m} \\ &= 1.174 - 0.0267Z, & 9.15 \text{ m} < Z \leq 23 \text{ m} \dots\dots\dots (8-34)\end{aligned}$$

根據 Idriss (1999)所建議之地震規模 M_w 與 MSF 之關係式如下：

$$\begin{aligned}\text{MSF} &= 37.9(M_w)^{-1.81} & \text{for } M_w \geq 5.75 \\ &= 1.625 & \text{for } M_w < 5.75 \dots\dots\dots (8-35)\end{aligned}$$

而土壤抗液化之強度參數以 SPT-N 值表示，不過由於 SPT-N 值，在鑽探時，易受有效應力及落錘能量之影響。因此以現場資料和 SPT-N 值評估土壤液化潛能之前，需將 N 值加以修正，本文以 Seed et al.(1985)建議使用一個新的標準化參數 $(N_1)_{60}$ 值其為進行標準貫入試驗時，施加於鑽桿之能量，為理論自由落錘能量之 60%所量測的貫入值。根據此提議， $(N_1)_{60}$ 值應為：

$$(N_1)_{60} = N_m \cdot C_n \cdot N \dots\dots\dots (8-36)$$

其中，

$(N_1)_{60}$ ：修正至落錘能量為 60%之正規化貫入值。

N_m ：落錘能量之修正係數， $N_m = (ER/60)$ ， ER 為落錘能量比(%)。

C_n ：有效覆土壓力之修正係數，依 Liao & Whitman(1986)之建議，

$$C_n = \sqrt{1/\sigma'_o} \quad , \quad \sigma'_o \text{ 為有效覆土壓力，kg/cm}^2。$$

N：標準貫入試驗值。

文內之 921 地震液化與非液化案例 288 組資料之落錘能量比 (Energy Ratio)，乃參考亞新工程顧問公司(2000)於員林地區施作落錘能量檢測之結果，其經驗公式如下所示：

$$ER=30*(Z/11)+50 \quad \text{for } Z \leq 11\text{m} \dots\dots\dots (8-37)$$

$$ER=80 \quad \text{for } Z>11\text{m} \dots\dots\dots (8-38)$$

8.3.3 SPT 評估液化潛能之判別模式

欲建立 SPT 評估液化潛能之判別式，首需檢視 SPT 資料是否符合判別分析之三項假設，本文以世界各震災區共 592 組資料進行檢定分析，由於 Lai 所蒐集之 SPT 資料為世界各地震區之調查結果，因此假設其屬於隨機資料，而液化參數之變異性、相關性及機率分佈之檢定，說明如下：

Lai 分別以 $0\% \leq FC \leq 10\%$ 、 $10\% \leq FC \leq 20\%$ 、 $20\% \leq FC \leq 30\%$ 與、 $30\% \leq FC \leq 40\%$ 等四組資料進行或然率圖檢定及統計分析，這些資料經或然率圖檢定，其結果顯示：SPT 試驗之 $\sqrt{(N_1)_{60}}$ 值符合常態分佈，而反復應力比 $CSR_{7.5}$ 符合對數常態分佈，因此若將反復應力比取對數 $\ln(CSR_{7.5})$ 即符合常態分佈。經統計分析， $\sqrt{(N_1)_{60}}$ 、 $\ln(CSR_{7.5})$ 兩解釋參數之液化、非液化與全部資料之變異係數相當一致，而 $\sqrt{(N_1)_{60}}$ 與 $\ln(CSR_{7.5})$ 之相關性，由液化、非液化與全部資料之相關係數，亦大致一致。

因此，Lai 以 $\sqrt{(N_1)_{60}}$ 為土壤抗液化強度之解釋參數，以 $\ln(CSR_{7.5})$ 為地震強度之解釋參數，根據第二節之判別分析，可得液化潛能之判別

式，如式(8-39)所示：

$$V_p = \left[\left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\} - \frac{1}{2} \left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{liq} + \left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{non-liq} \right]^T$$

$$\cdot \begin{bmatrix} \text{Var}(\sqrt{(N_1)_{60}}) & \text{Cov}[\sqrt{(N_1)_{60}}, \ln(CSR_{7.5})] \\ \text{Cov}[\sqrt{(N_1)_{60}}, \ln(CSR_{7.5})] & \text{Var}[\ln(CSR_{7.5})] \end{bmatrix}_{liq. \text{ and } non-liq}^{-1}$$

$$\cdot \left[\left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{liq} - \left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{non-liq} \right] - C(P) \quad ..(8-39)$$

誤差機率參數 α ，如式(8-40)

$$\alpha = \left[\left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{liq} - \left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{non-liq} \right]^T$$

$$\cdot \begin{bmatrix} \text{Var}(\sqrt{(N_1)_{60}}) & \text{Cov}[\sqrt{(N_1)_{60}}, \ln(CSR_{7.5})] \\ \text{Cov}[\sqrt{(N_1)_{60}}, \ln(CSR_{7.5})] & \text{Var}[\ln(CSR_{7.5})] \end{bmatrix}_{liq. \text{ and } non-liq}^{-1}$$

$$\cdot \left[\left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{liq} - \left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{non-liq} \right] \quad \dots(8-40)$$

Lai 分別建立 $0\% \leq FC \leq 10\%$ 、 $10\% \leq FC \leq 20\%$ 、 $20\% \leq FC \leq 30\%$ 與、 $30\% \leq FC \leq 40\%$ 等四組 SPT 評估土壤液化潛能之判別模式，其分析結果如下所示：

模式一： $0\% \leq FC \leq 10\%$ 之液化判別模式

世界各震災區共 592 組資料，分析得 $0\% \leq FC \leq 10\%$ 之液化資料 58 組、非液化資料 70 組，進行判別分析得判別模式，如下式所示：

$$V_p = 0.9450876 \cdot \sqrt{(N_1)_{60}} - 2.406358 \cdot \ln(CSR_{7.5}) - 7.802606 - C(p) \dots(8-41)$$

其誤差機率參數 $\alpha=1.917175$

其誤差機率函數 $C(P)$ ，如下式所示：

$$C(P) = 1.95815 \cdot \text{erf}^{-1}(1-2P) - 0.9585875 \dots\dots\dots (8-42)$$

模式二： $10\% \leq FC \leq 20\%$ 之判別模式

世界各震災區共 592 組資料，分析得 $10\% \leq FC \leq 20\%$ 之液化資料 77 組、非液化資料 95 組，進行判別分析得判別模式，如下式所示：

$$V_p = 1.107534 \cdot \sqrt{(N_1)_{60}} - 2.245728 \cdot \ln(CSR_{7.5}) - 8.116554 - C(p) \dots\dots\dots (8-43)$$

其誤差機率參數 $\alpha=2.354608$

其誤差機率函數 $C(P)$ ，如下式所示：

$$C(P) = 2.170073 \cdot \text{erf}^{-1}(1-2P) - 1.177304 \dots\dots\dots (8-44)$$

模式三： $20\% \leq FC \leq 30\%$ 之判別模式

世界各震災區共 592 組資料，分析得 $20\% \leq FC \leq 30\%$ 之液化資料 64 組、非液化資料 32 組，進行判別分析得判別模式，如下式所示：

$$V_p = 0.8621721 \cdot \sqrt{(N_1)_{60}} - 1.503677 \cdot \ln(CSR_{7.5}) - 5.65012 - C(p) \dots\dots\dots (8-45)$$

其誤差機率參數 $\alpha=2.171423$

其誤差機率函數 $C(P)$ ，如下式所示：

$$C(P) = 2.08395 \cdot \text{erf}^{-1}(1-2P) - 1.085711 \dots\dots\dots (8-46)$$

模式四： $30\% \leq FC \leq 40\%$ 之液化判別模式

世界各震災區共 592 組資料，分析得 $30\% \leq FC \leq 40\%$ 之液化資料 37 組、非液化資料 29 組，進行判別分析得判別模式，如下式所示：

$$V_p = 0.8938813 \cdot \sqrt{(N_1)_{60}} - 1.403875 \cdot \ln(CSR_{7.5}) - 5.443882 - C(p) \dots\dots (8-47)$$

其誤差機率參數 $\alpha=2.078286$

其誤差機率函數 $C(P)$ ，如下式所示：

$$C(P) = 2.038767 \cdot \text{erf}^{-1}(1-2P) - 1.039143 \dots\dots\dots (8-48)$$

為了使工程界瞭解判別模式之應用，分別將 $0\% \leq FC \leq 10\%$ 、 $10\% \leq FC \leq 20\%$ 、 $20\% \leq FC \leq 30\%$ 與、 $30\% \leq FC \leq 40\%$ 等四組判別模式，繪製於圖 8-7~圖 8-10，並以誤差機率函數 $C(P)=0$ 即液化與非液化誤差機率相等之判別式，劃於圖 8-11 互相比較，並進行統計迴歸，以 $CRR_{7.5} = CSR_{7.5}$ ，則抗液化強度 $CRR_{7.5}$ 與 $(N_1)_{60}$ 之關係如下式：

$$CRR_{7.5} = \exp[(0.3865548 + 0.0072398 \cdot FC) \sqrt{(N_1)_{60}} - (3.3597395 + 0.0186297 \cdot FC - 0.0001093 \cdot FC^2)] \dots\dots\dots (8-49)$$

理論上，以誤差機率函數 $C(P)=0$ 為判別式較合理，其誤差機率 p 約為 0.2，但工程實務上常以較保守之誤差機率為判別式，因此本文將誤差機率 $p=0.15$ 之判別式，亦劃於圖 8-12 互相比較，並進行統計迴歸，則抗液化強度 $CRR_{7.5}^*$ 與 $(N_1)_{60}$ 之關係如式如下：

$$CRR_{7.5}^* = \exp[(0.3865548 + 0.0072398 FC) \sqrt{(N_1)_{60}} - (3.6762598 + 0.0150227 FC + 0.0020571 FC^2 - 0.0000343 FC^3)] \dots\dots (8-50)$$

由圖 8-11 及圖 8-12 $C(P)=0$ 、 $p=0.15$ 之判別式皆可發現：在相同之 $(N_1)_{60}$ ，抗液化強度反復應力比 $CRR_{7.5}$ 之大小分別為： $30\% \leq FC \leq 40\%$ 最大、 $20\% \leq FC \leq 30\%$ 次之、 $10\% \leq FC \leq 20\%$ 再次之、 $0\% \leq FC \leq 10\%$ 最小，與實際之土壤情況極為吻合；但於 $(N_1)_{60} \leq 5$ (以 $C(P)=0$ 為判別式) 及於 $(N_1)_{60} \leq 8$ 時 (以 $p=0.15$ 為判別式)，其各種土壤之抗液化強度反復應力比 $CRR_{7.5}$ 皆相當接近。

以上述 $C(P)=0$ 為判別式分析液化潛能，其土壤之抗液化強度， $CRR_{7.5}$ ，以式(8-49)計算，地震引致土層之作用強度， $CSR_{7.5}$ ，以式(8-33)

計算，其抗液化之安全係數， F_s ，如下所示：

$$F_s = CRR_{7.5} / CSR_{7.5} \dots\dots\dots (8-51)$$

以較保守之 $p=0.15$ 為判別式分析液化潛能，其土壤之抗液化強度， $CRR_{7.5}^*$ ，以式 (8-50) 計算，地震引致土層之作用強度， $CSR_{7.5}$ ，以式 (8-33) 計算，其抗液化之安全係數， F_s^* ，如下所示：

$$F_s^* = CRR_{7.5}^* / CSR_{7.5} \dots\dots\dots (8-52)$$

8.3.4 Lai 之液化機率模式

以判別模式分析液化潛能，僅能計算土壤抗液化之安全係數， F_s 、 F_s^* 。本文進一步以貝氏定理(Juang et al., 1999) 分析土壤液化機率，其分析方法如下式所示：

$$P_{LB} = \frac{f_L(F_s)}{f_L(F_s) + f_{NL}(F_s)} \dots\dots\dots (8-53)$$

式中：

P_{LB} ：貝氏定理分析之土壤液化機率。

$f_L(F_s)$ ：為液化案例安全係數 F_s 之機率密度函數。

$f_{NL}(F_s)$ ：為非液化案例安全係數 F_s 之機率密度函數。

本文以式(8-49)至式(8-52)之判別模式，計算液化及非液化案例，獲得 F_s 及 F_s^* ，這些資料經或然率圖檢定，其結果如圖 8-13 至圖 8-14 所示，由圖 8-13 液化案例安全係數 F_s 、 F_s^* 之或然率圖檢定顯示，液化案例之 $\sqrt{F_s}$ 、 $\sqrt{F_s^*}$ 值符合常態分佈，由圖 8-14 非液化案例安全係數 F_s 、 F_s^* 之或然率圖檢定顯示，非液化案例之 F_s 、 F_s^* 值符合對數常態分佈，因此液化案例安全係數之機率密度函數， $f_L(F_s)$ 、 $f_L(F_s^*)$ ，可表示如下式：

$$f_L(F_S) = \frac{1}{0.188 * \sqrt{8\pi * F_S}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\sqrt{F_S} - 0.763}{0.188} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (8-54)$$

$$f_L(F_S^*) = \frac{1}{0.171 * \sqrt{8\pi * F_S^*}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\sqrt{F_S^*} - 0.678}{0.171} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (8-55)$$

非液化案例安全係數之機率密度函數， $f_{NL}(F_S)$ 、 $f_{NL}(F_S^*)$ ，可表示如下式：

$$f_{NL}(F_S) = \frac{1}{0.511 * F_S * \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(F_S) - 0.485}{0.511} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (8-56)$$

$$f_{NL}(F_S^*) = \frac{1}{0.513 * F_S^* * \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(F_S^*) - 0.260}{0.513} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (8-57)$$

將式(8-54)-式(8-57)代入式(8-53) 之貝氏定理，分析液化及非液化案例，獲得 (P_{LB}, F_S) 及 (P_{LB}^*, F_S^*) ，並以迴歸分析建立抗液化安全係數與液化機率之關係，如式(8-58)-式(8-59)及圖 8-15($R^2=0.99$, $R^{*2}=0.99$)所示：

$$P_{LB} = \frac{1}{1 + 0.6(F_S)^3 + 0.4(F_S)^8} \dots\dots\dots (8-58)$$

$$P_{LB}^* = \frac{1}{1 + 1.5(F_S^*)^3 + 1.9(F_S^*)^8} \dots\dots\dots (8-59)$$

由圖 8-15 顯示，以 $C(P)=0$ 為判別式，建立之抗液化安全係數與液化機率關係，當 $F_S = 1$ 時， $P_{LB} = 0.5$ 。以較保守之誤差機率 $p=0.15$ 為判別式，建立之抗液化安全係數與液化機率關係，當 $F_S^* = 1$ 時， $P_{LB}^* = 0.23$ 。

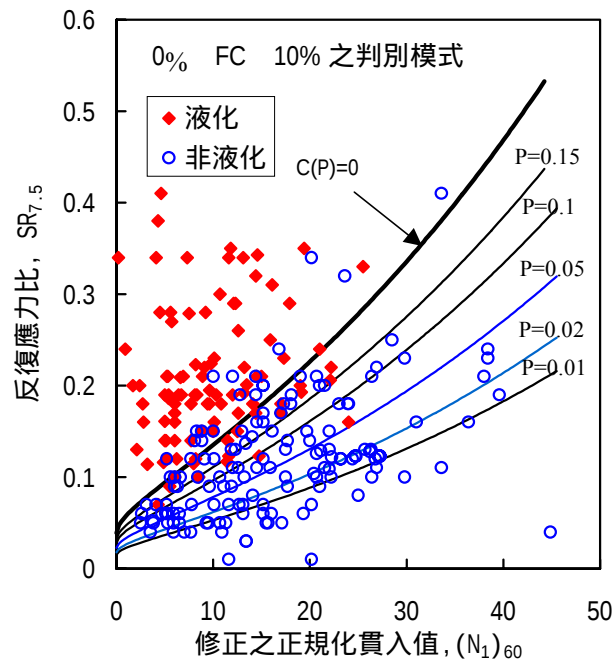


圖 8-7 0% FC 10% 液化判别圖
(58 組液化及 70 組非液化案例)

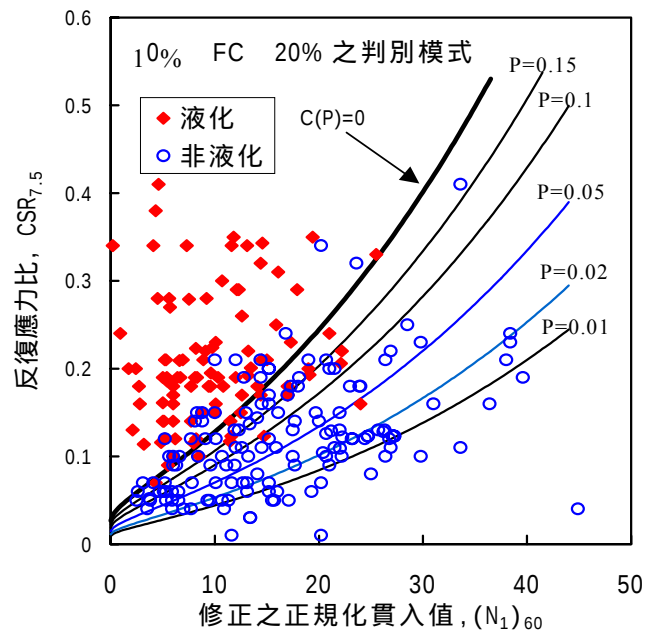


圖 8-8 10% FC 20% 液化判别圖
(77 組液化及 95 組非液化案例)

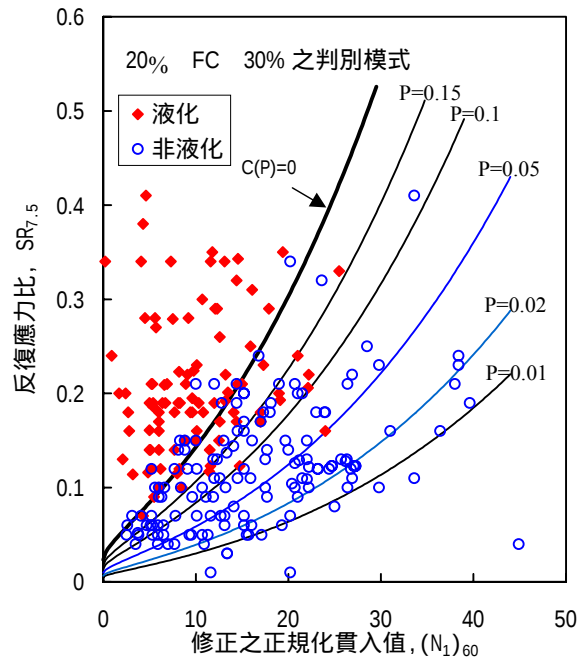


圖 8-9 20% FC 30% 液化判別圖
(64 組液化及 32 組非液化案例)

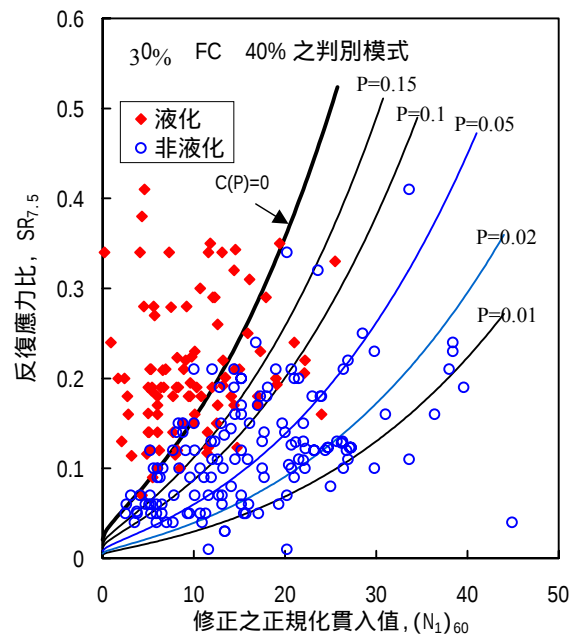
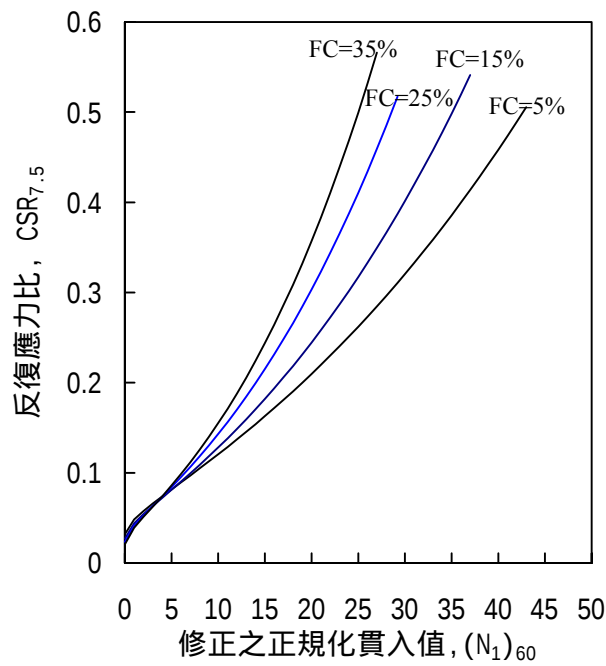
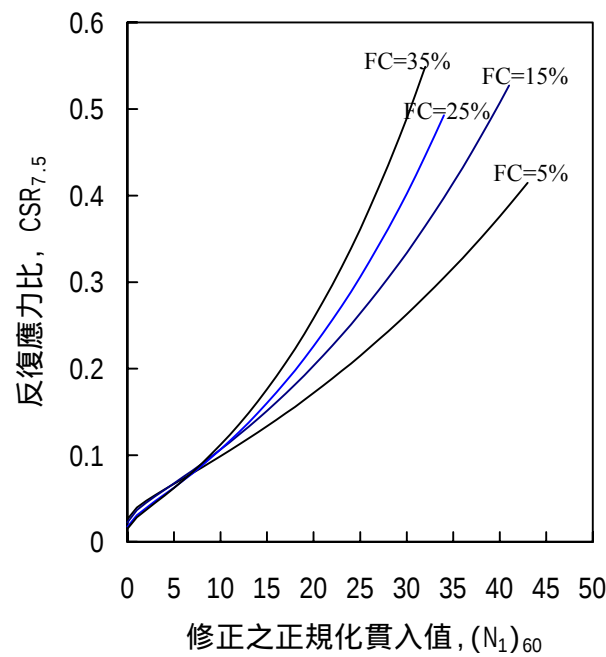


圖 8-10 30% FC 40% 液化判別圖
(37 組液化及 29 組非液化案例)



**圖 8-11 FC=5%、FC=15%、FC=25%、FC=35%等
液化判別式- $C(P)=0$ 之比較**



**圖 8-12 FC=5%、FC=15%、FC=25%、FC=35%等
液化判別式($P=0.15$)之比較**

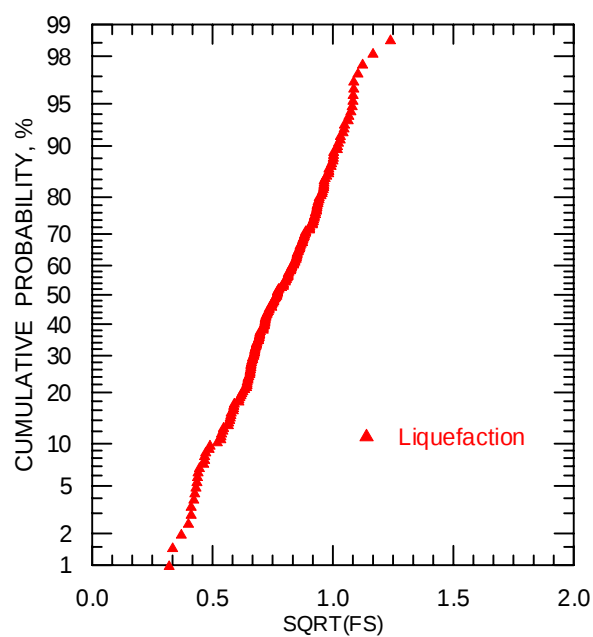


圖 8-13 液化案例之 $\sqrt{F_s}$ 值繪於常態或然率圖上

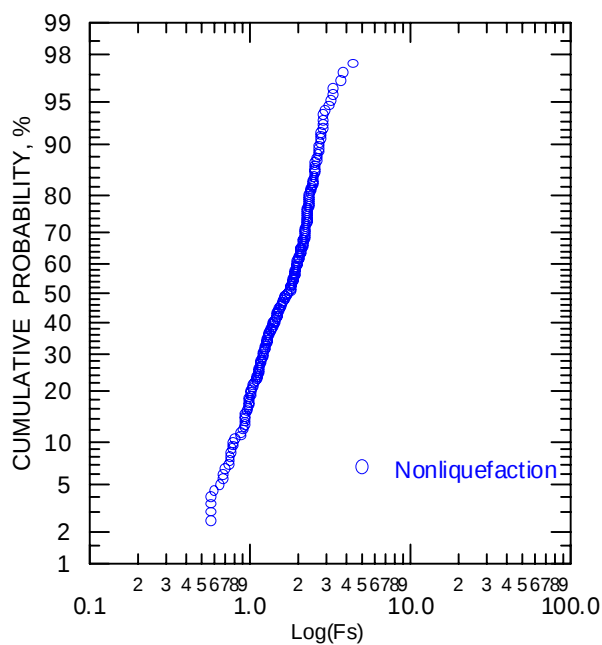


圖 8-14 非液化案例之 F_s 值繪於對數常態或然率圖上

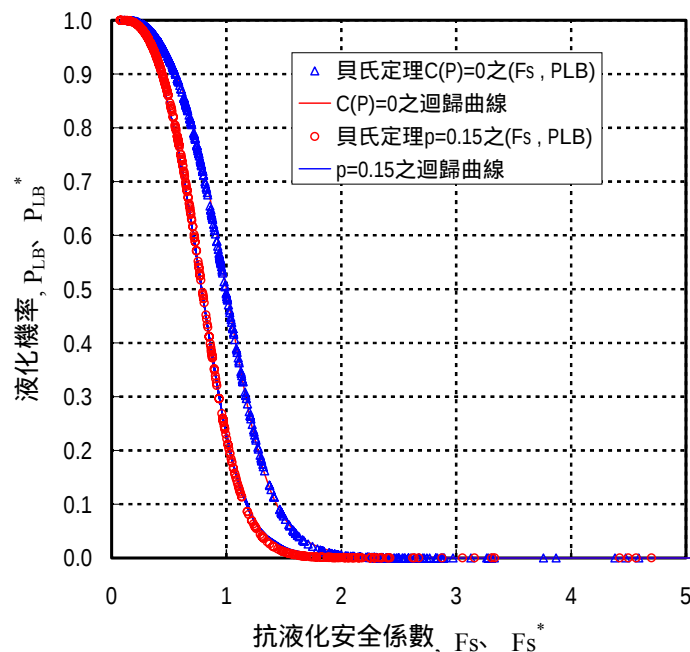


圖 8-15 貝氏定理 $C(P)=0$ 、 $p=0.15$ 之抗液化安全係數與液化機率之關係圖

8.4 液化危害度分析方法

上述各方法為針對鑽孔每個深度土層所採用的液化分析方法，而針對整個區域範圍（如台中港區）所採用的區域液化分析方法，目前可分為兩類：(一)若鑽孔液化分析結果是以安全係數來表示，則採用安全係數危害度分析法，(二)若鑽孔液化分析結果是以機率值來表示，則採用液化機率危害度分析法。此二法略述如下。

8.4.1 安全係數危害度分析

本研究採用 Iwasaki 之深度加權法加以評估。Iwasaki 等人(1982)考慮深度的影響，提出一評估液化潛能之深度加權法，建議以液化潛能指數(Liquefaction Potential Index)IL 表示任一鑽孔之液化危險程度。

$$IL = \int F(Z) \quad W(Z)dZ \dots\dots\dots (8-60)$$

其中

IL 為液化潛能指數，介於 0~100 之間

$$F(Z) = 1 - F_L(Z) \quad \text{for } F_L(Z) < 1.0$$

而 $F_L(Z) = R(Z) / L(Z)$

式中 $F_L(Z)$ ：深度 Z 之抗液化安全係數

$R(Z)$ ：深度 Z 之土壤抗液化強度

$L(Z)$ ：地震引至土層之剪應力

$$F(Z) = 0 \quad \text{for } F_L(Z) > 1.0$$

$$W(Z) = 10 - 0.5Z$$

Z ：距地表之深度，單位 m

H ：鑽孔深度

Iwasaki 等人(1982)依此分析過去 6 次地震中，64 個液化區域和 23 個非液化區域的資料，綜合整理後，提出下列指標：

IL 15 高度液化災害風險，地表發生明顯液化表徵機會較高，如噴砂或顯著沈陷等現象

5 IL < 15 中度液化災害風險，地表發生明顯液化表徵機會低，但深層可能液化，地表沈陷量不明顯。

0 < IL < 5 輕微液化災害風險，液化之可能性很低

IL = 0 非液化潛能區

8.4.2 液化機率危害度分析

依上述液化機率評估法分析，進行液化機率評估時，所獲得的結果僅為各鑽孔地表下某一深度之砂土層液化機率，對於整個鑽孔而

言，液化危害程度如何仍無定論。因此，為了涵蓋土層各深度之液化情形及更深入探討整個地區之液化危害程度分佈圖，則採用賴聖耀 謝明志 (1996) 之深度加權法加以評估。其在考慮深度的影響，提出一評估液化危險度之深度加權法，建議以液化危險度 P_{LW} 表示任一鑽孔之液化危險程度。

$$P_{LW} = \int_0^{20} PL(z) \cdot W(z) \cdot dz / \int_0^{20} W(z) \cdot dz \dots\dots\dots (8-61)$$

上式中

$P_L(z)$ ：為各孔各個深度之液化機率，介於 0~1 之間

P_{LW} ：為各孔之液化危險度，介於 0~1 之間

$W(z)$ ：為權重函數， z 為深度(公尺)。 $W(z) = 1-0.05z$

其液化危害度機率法之分級，依賴聖耀 (2001) 之建議，如下所示：

$P_{LW} \geq 0.3$ 高度液化災害風險，地表發生明顯液化表徵機會較高，如噴砂或顯著沈陷等現象。

$0.1 \leq P_{LW} < 0.3$ 中度液化災害風險，地表發生明顯液化表徵機會低，但深層可能液化，地表沈陷量不明顯。

$0 < P_{LW} < 0.1$ 輕微液化災害風險，液化之可能性很低

$P_{LW} = 0$ 非液化潛能區

8.5 液化分析展繪設計

本研究依依據上述鑽孔及區域分析方法，以 MapBasic 語言分別開發各個分析模組。在液化分析上主要考慮的兩個作用力為地震侵襲的破壞力與土壤本身的抵抗力，若破壞力大於抵抗力，土壤則發生液化現象。通常採用的分析方法裡，地震力的主要考慮變數有二：一為地震規模，另一為地表最大加速度。在系統程式的撰寫上，本研究採用

對話框 (Dialog Frame) 架構設計，利用收音機式選鈕 (Radio Button) 的方法來選取地震規模及最大加速度這兩項資料，其數據的來源主要為台中港區歷年地震的統計結果，包含 50 年到 200 年的再現值，台中港區的最大地震紀錄值與日本神戶港區的烈震數據，以及新頒布的台灣地震分區圖甲乙兩區地震強度值。

8.5.2 鑽孔液化柱狀圖展繪設計

土壤抵抗力的主要考慮變數有三：即標準貫入試驗錘擊數 (SPT-N 值)，土壤類別及細粒料含量，這些數據可透過現地試驗與土壤分類試驗來獲得。再登錄到系統資料庫內。在程式設計上，可藉由港區土層分佈資料表格檔 (Welldata.tab) 之索引欄位，再索引到所點選之各個鑽孔之試驗資料檔，從該檔案中之相關欄位內可擷取出此三變數之數據。

將地震及各個深度之土壤變數代入所撰寫的液化分析函數內，經分析運算後可求得每一深度之抗液化安全係數或液化機率值。將這些分析的結果，以柱狀圖的方式展繪出來，若抗液化安全係數小於 1，表示會液化，則該土層用紅色展繪，若抗液化安全係數大於 1，表示不會液化，則該土層用綠色展繪。而粘土層等不會液化的土層，或深度 20m 以下，不考慮液化的土層則用藍色展繪。

另液化機率值之展繪，因機率範圍系由 0 到 1，所以在成果展繪上以液化機率等於 0 時 (即完全不液化) 用純白色表示，液化機率等於 1 時 (即完全液化) 用正紅色表示，隨著機率由 0 漸增其展繪顏色也由純白逐漸加深，系統使用者可由紅白顏色的深淺來判斷液化程度大小，而系統也會在每一色塊右方加註土壤分類符號及其安全係數或機率值。

8.5.3 全區液化危害度展繪設計

針對整個區域範圍所採用的區域液化分析方法，目前可分為兩類：(一) 若鑽孔液化分析結果是以安全係數來表示，則採用安全係數危害度分析法，(二) 若鑽孔液化分析結果是以機率值來表示，則採用

液化機率危害度分析法。此二法略述如下。

1. 安全係數危害度分析

本研究採用 Iwasaki 之深度加權法加以評估。如 8.3.1 節所述，Iwasaki 等人(1982)建議以液化潛能指數 (Liquefaction Potential Index) IL 表示任一鑽孔之液化危險程度。本研究在推算出全港區每個鑽孔之 IL 值後，再施做全區域的等值分析，且依據 Iwasaki 的災害風險指標等級，標示不同的顏色，區分如下：

- IL ≥ 15 高度液化災害風險區，標示為紅色。
- 5 ≤ IL < 15 中度液化災害風險區，標示為黃色。
- 0 < IL < 5 輕微液化災害風險區，標示為綠色。
- IL = 0 非液化潛能區，標示為綠色。

2. 液化機率危害度分析

本研究採用賴聖耀之深度加權法加以評估，如 8.3.2 節所述，賴聖耀 (2003) 建議以液化危險度 P_{LW} 表示任一鑽孔之液化危險程度。本研究在推算出全港區每個鑽孔之 P_{LW} 值後，再施做全區域的等值分析，且依據賴聖耀的液化危害度機率法之分級，標示不同的顏色，區分如下：

- $P_{LW} ≥ 0.4$ 高度液化災害風險區，標示為紅色。
- $0.2 ≤ P_{LW} < 0.4$ 中度液化災害風險區，標示為黃色。
- $0 < P_{LW} < 0.2$ 輕微液化災害風險區，標示為綠色。
- $P_{LW} = 0$ 非液化潛能區，標示為綠色。

第九章 港區地工資料查詢展示

本研究已建置的地工資料及新開發的各項液化分查詢模組，係架構在本所港研中心所開發的「港區工程基本資料查詢系統」之下，該系統的查詢界面設計成下拉式選單方式。主選單共有七大項，分別為(1)港埠規劃、(2)鑽探資料、(3)碼頭設計及調查資料、(4)堤防設計資料、(5)地震監測、(6)海氣象現地調查、(7)海象數值模擬等。由MapInfo 進入此查詢系統，點選進入所欲查詢的港區，該港區地圖即展示在螢幕上，且原有的MapInfo內定選單也同時全部更換成新設計的選單。系統操作及查詢說明如下：

9.1 系統操作程序

本系統之查詢設計，係以下拉式功能表配合物件選項的操作方式為主。使用者可在螢幕上選取所欲查詢的物件，再利用下拉式功能表來展示各項文件資料或繪製相關成果。系統內可查詢到基隆、台北、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區之碼頭、堤防、地質及相關文件資料，操作程序如下所示：

1. 在視窗作業環境下，執行 MapInfo 系統，進入該系統內。
2. 點選功能表 File \ Run MapBasic Program，選擇 d: \ harbor-1 內的執行檔 harbor-2003.mbx，按 OK 選鈕，即進入港區工程基本資料查詢系統。
3. 此時螢幕會展繪出台灣全島地圖，並標示基隆、台北、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置。
4. 利用滑鼠，點選其中任一港區，則螢幕展繪出該港區的向量地圖，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「鑽探資料」主功能項下之第一選單「顯示鑽孔位置圖」，系統則載入該港區之鑽孔位置分佈圖。或是點選「碼頭設計及調查

資料」主功能項下之第一選單「顯示碼頭位置圖」，系統則載入該港區之碼頭位置分佈圖。

5. 利用工具箱內的放大、縮小、平移等工具，可作地圖縮放，以更精細地查詢目標鑽孔位置及鄰近地形。
6. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之物件。
 - (1) 若所點選的物件為鑽孔位置圖之鑽孔時，主功能表的第二功能項(即「鑽探資料」功能項)底下所附屬的次功能項(即「鑽孔報表資料」功能項)，以及「柱狀圖」功能項和四個鑽孔液化分析功能項底下所附屬的同名稱次功能項(即「單孔或多孔非排序展示」功能項、「多孔展示__由西向東排序」功能項、「多孔展示__由北向南排序」功能項等)，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。
 - (2) 若所點選的物件為碼頭分佈位置圖之碼頭時，主功能表的第三功能項(即「碼頭資料」功能項)底下所附屬的幾個次功能項(即「碼頭設計斷面圖」、「碼頭斷面文字資料」、「安檢影像資料」、「安檢調查表格」等功能項等)，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。
 - (3) 若所點選的物件為堤防分佈位置圖之堤防時，主功能表的第四功能項(即「堤防資料」功能項)底下所附屬的次功能項(如「堤防設計斷面圖」功能項)，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。
7. 「鑽探資料」已設計成一系列的查詢步驟，包括資料本身的展示及液化分析的序列查詢：
 - (1) 當點選到標準貫入試驗鑽孔時，會有一深紅色正方形外框套住被點選的鑽孔位置實心圓標誌，此時可在第二主功能項下點選「鑽孔報表資料」功能項，系統會開出一新視窗，抬頭名稱為「鑽探資料報表」，視窗內會展示出該鑽探試驗各項數據文字資料。

- (2) 若點選“柱狀圖”功能項底下的次功能項如「多孔展示__由西向東排序」,則系統會開出另一視窗,抬頭名稱為“柱狀圖”,視窗內會展繪出該鑽探結果之土層剖面柱狀圖,且會將兩個以上的柱狀圖由西向東排序展繪出來。
 - (3) 若點選任一種液化分析之功能項底下的任一次功能項,會出現一對話框,要求選擇地表規模及地表最大加速度,選用某一數值後系統即繪出鑽孔液化分析成果。
 - (4) 若欲查詢整個港區之液化分析成果,可點選其中一個液化分析方法底下的「全區液化危險性指數分佈分析」功能項,系統會依據選用的方法及地震強度,分析港區內每一鑽孔的液化推算結果,再與 Surfer 軟體結合,展繪出危害程度的等值分析結果。
8. 當點選到碼頭物件時,該碼頭區會被紅色斜紋所遮罩,此時可在第三主功能項下點選“碼頭設計斷面圖”功能項,系統會自動開啟一新的視窗,展繪出該碼頭之斷面圖。又可點選“碼頭斷面文字資料”功能項,系統會另以一新視窗列出該碼頭之概略描述。也可由“安檢影像資料”功能項查詢該碼頭之影像資料,或利用安檢調查表格查詢調查結果。
 9. 若要查詢另一港區的土層資料,可點選第一主功能項下的“選擇港區”功能,則系統會跳回主畫面。可依循步驟 4 至 8,繼續查詢所需地區之相關資料。
 10. 結束查詢,可由功能表的最後一個功能項“視窗控制”下拉出“離開系統”次功能項,點選後則可停止本程式的執行。

9.2 高雄港地質鑽探資料及液化分析查詢說明

9.2.1 進入查詢系統

1. 按照上一節程式操作程序1至3,使用者可進入查詢系統的主畫面,此時螢幕視窗會展繪出台灣全島地圖與主要港區的標示位置,如圖

9-1所示。

2. 將滑鼠遊標移至高雄港標示區內，按滑鼠左鍵，可叫出高雄港區基本地圖圖層，如圖 9-2 所示。而原有的 MapInfo 內定選單也同時全部更換成新設計的選單。圖 9-2 也展示新設計的主選單「鑽探資料」功能項下拉查詢模式。

9.2.2 地質鑽探資料查詢

下拉查詢系統的第二主選單「鑽探資料」項，可查詢港區附近的鑽孔地質資料及強震下之土壤液化分析，此選單之下計有九個選項，其重要內容及查詢方式如下：

1. 此選單之第一選項為「顯示鑽孔位置圖」，點選後螢幕主畫面港區地圖上隨即出現各個鑽孔位置之標示符號，該符號為藍色實心圓點。使用者可用滑鼠點選所欲查詢的鑽孔，來查看該鑽孔的報表資料及展繪該鑽孔的柱狀圖。高雄港的鑽探孔位分佈如圖 9-3 所示。
2. 每一鑽孔之鑽探資料，可用文字或圖形方式來展示。文字資料之資料之展示，係設計成一般鑽探資料之報表格式，使用者在鑽孔位置分佈圖上，先利用滑鼠選取所欲查詢的鑽孔，再下拉「鑽探資料」選單，點選第三選項「鑽孔報表資料」，系統會從資料庫內抓取該鑽孔資料，依循鑽探報表格式在一新開視窗上填註各項資料，使用者可由此查獲該鑽孔之各項試驗數據。
3. 鑽探結果之圖形展示，係循鑽探深度將各土層按其類別用不同顏色及圖樣繪製成柱狀圖形式，並標示各深度之錘擊強度值（即 SPT-N 值），查詢方式仍須先用滑鼠在鑽孔位置分佈圖上選取所欲查詢的鑽孔，可選單孔作單孔柱狀圖的展繪，也可一次選取多孔作多孔柱狀圖展繪，（使用者只需在選取第一孔後，按住鍵盤<shift>鍵，則可繼續選取其它鑽孔來作多孔展繪）。鑽孔選取完畢，下拉「鑽探資料」選單，點選第四選項「柱狀圖」，再點選柱狀圖展繪排序方式，系

統會從資料庫內抓取各鑽孔資料來繪圖，圖 9-4 所示為五個鑽孔由北向南排序之柱狀圖繪製結果。

9.2.3 Liao 液化機率分析成果展示

1. 柱狀圖繪製完畢後，所選取之鑽孔，也可接續來作液化機率分析，以了解在不同強度之地震侵襲下，各個土層發生液化的機率大小。使用者可在「鑽探資料」選單下，點選第五選項「Liao_液化機率分析」，再點選其排序方向，螢幕隨即出現一對話框，內含不同地震規模及最大加速度之選鈕，如圖 9-5 所示。在對話框內選取某一地震強度，按確定鈕之後，系統即開啟一新視窗，並在此視窗內繪製所選鑽孔在該地震強度下之液化機率分析圖，如圖 9-6 所示。該分析法係採用 Liao et al.(1988)之邏輯迴歸分析模式，而分析成果圖上採用不同顏色來代表不同分析之結果，藍色代表不會液化之土層，而白色到正紅色之顏色漸層變化代表液化機率由 0 到 1 之漸增變化程度，顏色愈紅代表機率值愈高，該土層愈容易發生液化。
2. 除了每個鑽孔的液化分析外，本研究也對整個港區作全面性的液化危險度分析，使用者可由「鑽探資料」選單下的第五選項「Liao_液化機率分析」，拉出「Lai 全區液化危險性指數分佈分析」次選項，程式會呼叫機率危害度分析模組，將全港區所有鑽孔之危害度求算出來，再呼叫 Surfer 軟體，依據賴聖耀的危險度分類等級，繪製分析成果，如圖 9-7 所示。其中液化危險性指數大於 0.4 者，以紅色展繪；界於 0.2 到 0.4 者，以黃色展繪；而小於 0.2 者，以綠色展繪。使用者可清楚分辨出液化程度高中低等區域分佈情況。

9.2.4 Seed 液化分析成果展示

1. 柱狀圖繪製完畢後，所選取之鑽孔，可接續來作液化分析，以了解在不同強度之地震侵襲下，各個土層發生液化的可能。使用者可在「鑽探資料」選單下，點選第七選項「Seed_液化分析」，再點選其排序方向，螢幕隨即出現一對話框，內含不同地震規模及最大加速

度之選鈕。在對話框內選取某一地震強度，按確定鈕之後，系統即開啟一新視窗，並在此視窗內繪製所選鑽孔在該地震強度下之抗液化安全係數柱狀圖，如圖 9-8 所示。該分析法係採用 NCCER 修正之 Seed 簡易經驗法 (1997)，在分析成果圖上本系統採用不同顏色來代表不同分析之結果，藍色代表不會液化之土層，紅色代表安全係數小於 1，即會發生液化之土層。綠色代表安全係數大於 1，即不會發生液化之土層。

2. 除了每個鑽孔的液化分析外，本研究也對整個港區作全面性的液化危險度分析，使用者可由「鑽探資料」選單下的第七選項「Seed_液化分析」，拉出「Iwasaki 全區液化危險性指數分佈分析」次選項，程式會呼叫安全係數危害度分析模組，將全港區所有鑽孔之危害度求算出來，再呼叫 Surfer 軟體，依據 Iwasaki 的危險度分類等級，繪製分析成果，如圖 9-9 所示。其中液化潛能指數大於 15 者，以紅色展繪；界於 5 到 15 者，以黃色展繪；而小於 5 者，以綠色展繪。使用者可清楚分辨出液化程度高中低等區域分佈情況。
3. 其它分析方法之推估結果，也可依據上述方法查詢而得。

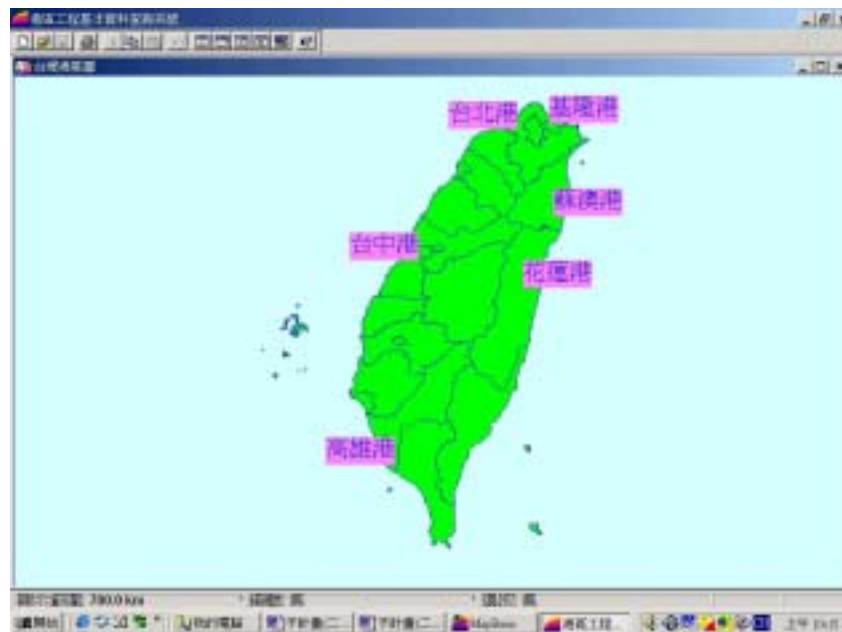


圖 9-1 查詢系統主畫面

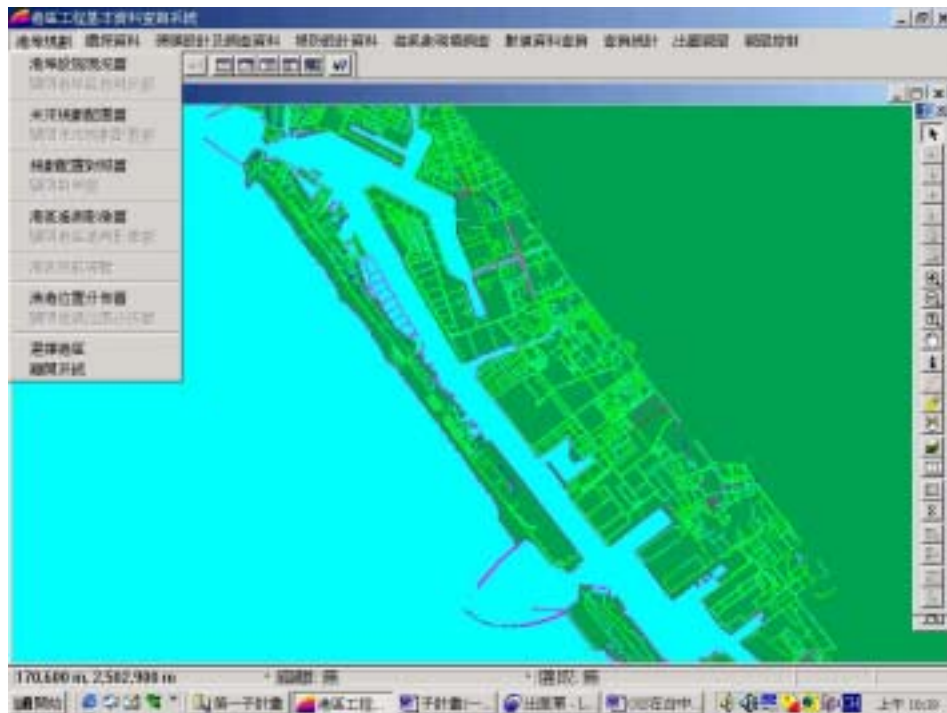


圖 9-2 高雄港區地圖圖層及選單下拉模式

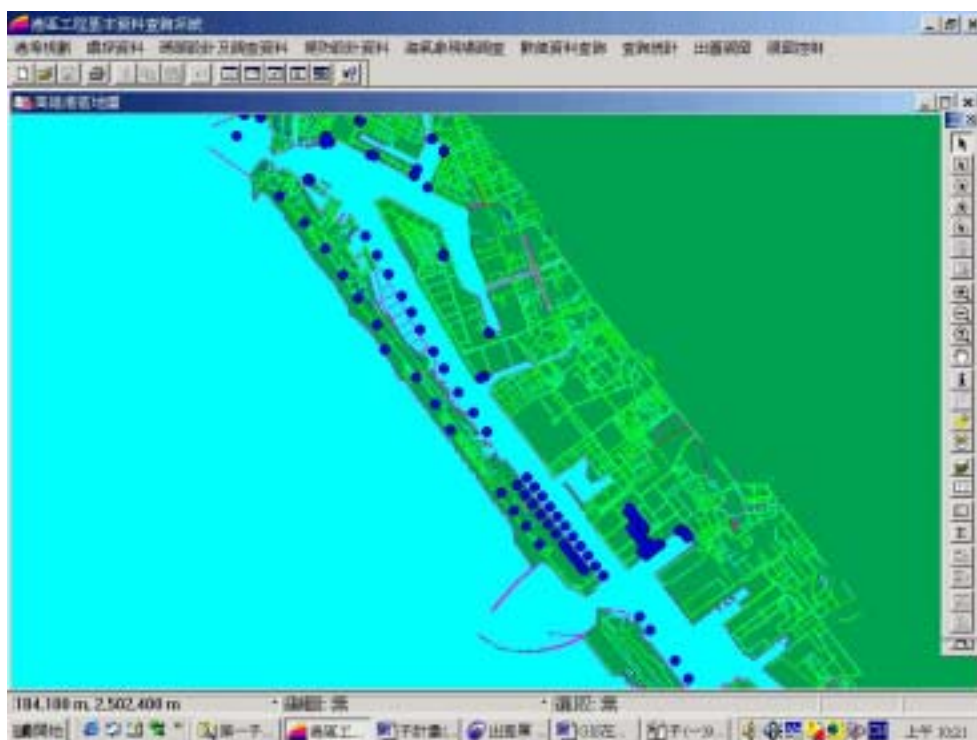


圖 9-3 高雄港區鑽探孔位分佈圖

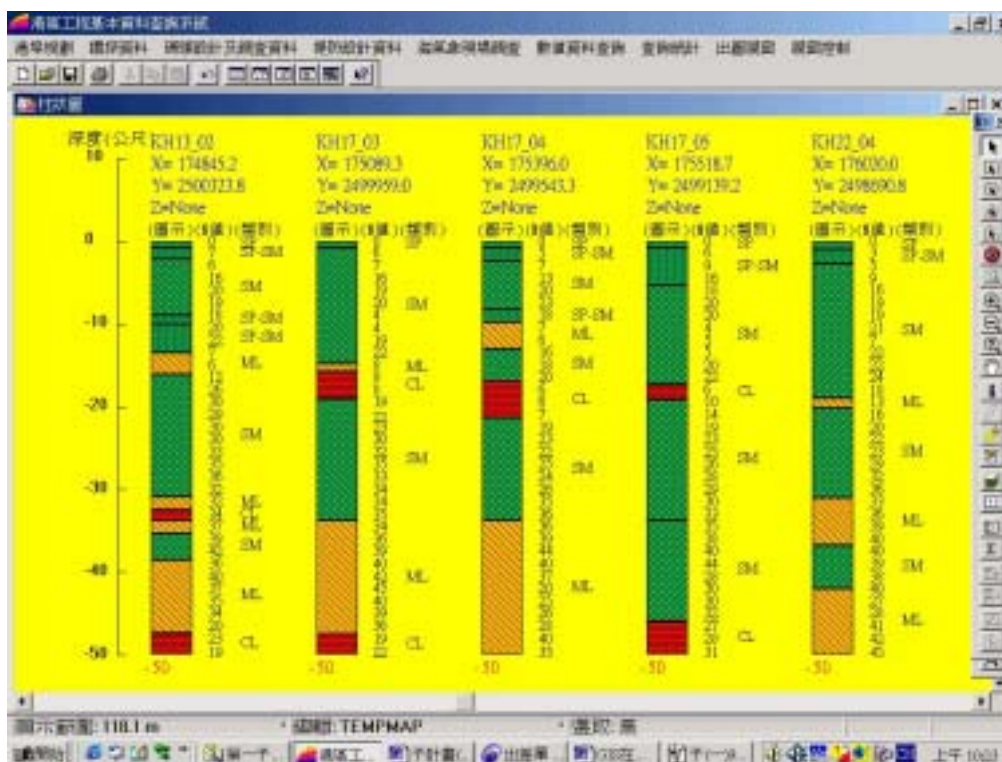


圖 9-4 高雄港區鑽孔柱狀圖

Figure 9-5 shows a dialog box titled "請選擇地震強度" (Please select seismic intensity). The dialog box contains a list of seismic intensity options, each with a radio button, a magnitude (M), and a maximum acceleration (g) value. The options are:

- ☐ 5.0 0.03
- ☐ 5.5 0.05
- ☐ 6.0 0.075
- ☐ 6.5 0.10
- ☐ 7.0 0.15
- ☐ 7.5 0.25
- ☐ 1935年新竹台中烈震台中港區:7.1M,0.15g
- ☒ 1999年集集烈震台中港區:7.3M,0.163g
- ☐ 1995年阪神烈震神戶港區:7.2M,0.55g
- ☐ 台灣地震甲區:7.5M,0.33g
- ☐ 台灣地震乙區:7.5M,0.23g

At the bottom of the dialog box, there are input fields for "地震規模M=" and "最大加速度g=", and two buttons: "確定" (OK) and "取消" (Cancel).

圖9-5 地震強度選取對話框

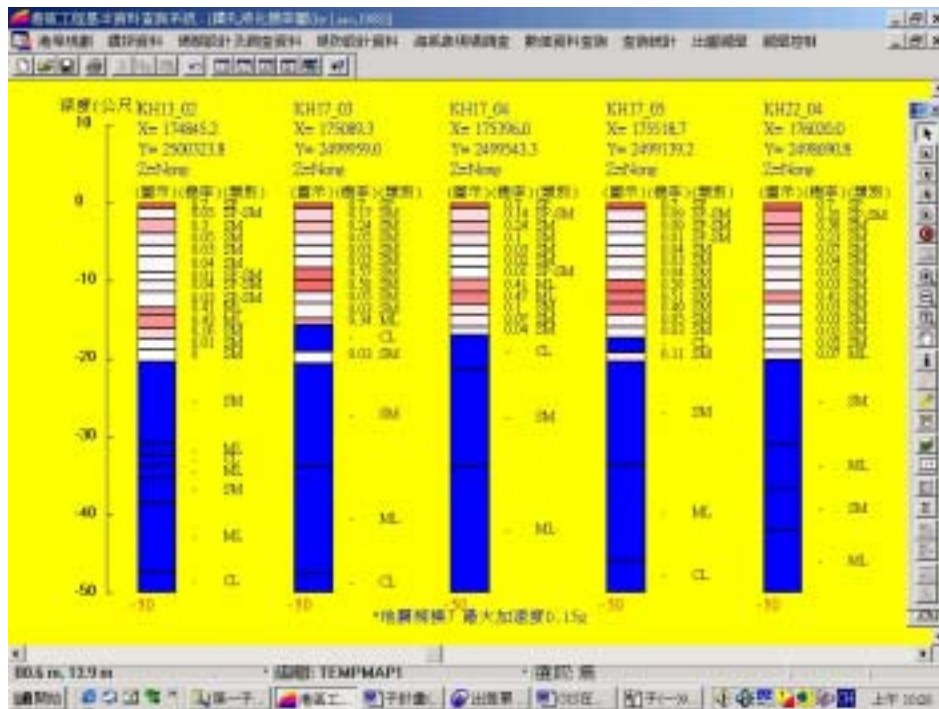


圖 9-6 高雄港區鑽孔 Liao 液化機率分析結果柱狀圖

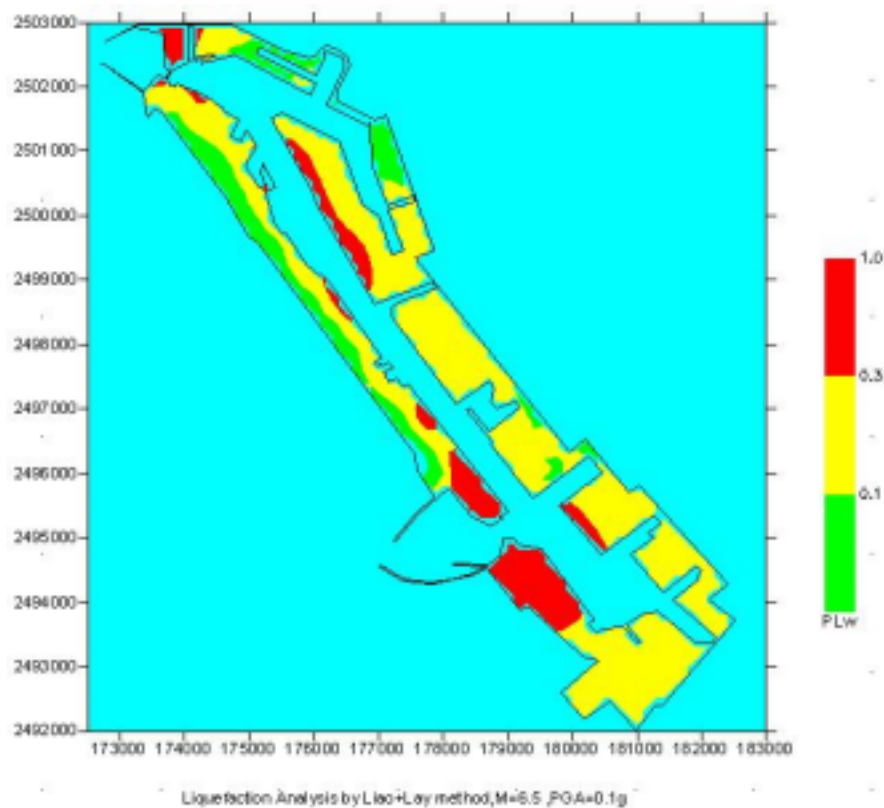


圖9-7 高雄港區Liao+Lai法全區液化危險性指數分佈圖



圖9-8 高雄港區Seed抗液化安全係數柱狀圖

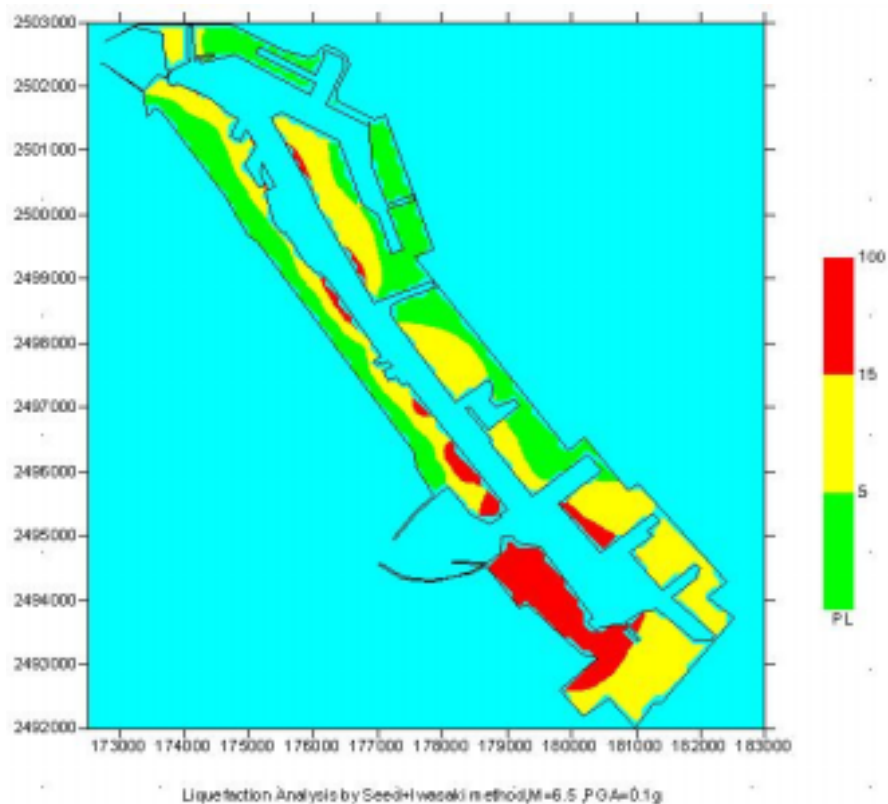


圖 9-9 高雄港區 Seed+Iwasaki 法全區液化危險性指數分佈圖

9.2.5 Lai (賴聖耀, 2003) 本土化液化機率分析成果展示

1. 賴聖耀(2003)所收 921 集集地震及國外液化與非液化案例，利用判別分析(discriminant analysis)方法，發展出以標準貫入試驗(SPT) 評估土壤液化潛能之本土化安全係數及液化機率分析方法。利用 Lai 的方法，在查詢系統上可點取鑽孔來作液化分析，以了解在不同強度之地震侵襲下，各個土層發生液化的機率大小。Lai 液化機率分析方法查詢選單下拉模式如圖 9-10 所示，使用者可在「鑽探資料」選單下，點選第六選項「Lai_賴聖耀_本土化液化機率分析」，再點選其排序方向，螢幕隨即出現一對話框，內含不同地震規模及最大加速度之選鈕，如圖 9-5 所示。在對話框內選取某一地震強度，按確定鈕之後，系統即開啟一新視窗，並在此視窗內繪製所選鑽孔在該地震強度下之液化機率分析圖，如圖 9-11 所示。分析成果圖上採用不同顏色來代表不同分析之結果，藍色代表未做液化分析之土層，而白色到正紅色之顏色漸層變化代表液化機率由 0 到 1 之漸增變化程度，顏色愈紅代表機率值愈高，該土層愈容易發生液化。
2. 除了每個鑽孔的液化分析外，本研究也對整個港區作全面性的液化危險度分析，使用者可由「鑽探資料」選單下，點選第六選項「Lai_賴聖耀_本土化液化機率分析」，拉出「Lai 全區液化危險性指數分佈分析」次選項，程式會呼叫機率危害度分析模組，將全港區所有鑽孔之危害度求算出來，再呼叫 Surfer 軟體，依據賴聖耀的危險度分類等級，繪製分析成果，如圖 9-12 所示。其中液化危險性指數大於 0.4 者，以紅色展繪；界於 0.2 到 0.4 者，以黃色展繪；而小於 0.2 者，以綠色展繪。使用者可清楚分辨出液化程度高中低等區域分佈情況。

9.2.6 Lai (賴聖耀, 2003) 本土化安全係數液化分析成果展示

1. 利用賴聖耀(2003)所發展的本土化安全係數分析方法，在查詢系統上可點取鑽孔來作液化分析，以了解在不同強度之地震侵襲下，各個土層發生液化的可能。使用者可在「鑽探資料」選單下，點選第十選項「Lai_賴聖耀_本土化液化分析」，再點選其排序方向，螢

幕隨即出現一對話框，內含不同地震規模及最大加速度之選鈕，如圖 9-5 所示。在對話框內選取某一地震強度，按確定鈕之後，系統即開啟一新視窗，並在此視窗內繪製所選鑽孔在該地震強度下之抗液化安全係數柱狀圖，如圖 9-13 所示。在分析成果圖上本系統採用不同顏色來代表不同分析之結果，藍色代表未做分析（不會液化）之土層，紅色代表安全係數小於 1，即會發生液化之土層。綠色代表安全係數大於 1，即不會發生液化之土層。

2. 除了每個鑽孔的液化分析外，本研究也對整個港區作全面性的液化危險度分析，使用者可由「鑽探資料」選單下的第十選項「Lai_賴聖耀_本土化液化分析」，拉出「Iwasaki 全區液化危險性指數分佈分析」次選項，程式會呼叫安全係數危害度分析模組，將全港區所有鑽孔之危害度求算出來，再呼叫 Surfer 軟體，依據 Iwasaki 的危險度分類等級，繪製分析成果，如圖 9-14 所示。其中液化潛能指數大於 15 者，以紅色展繪；界於 5 到 15 者，以黃色展繪；而小於 5 者，以綠色展繪。使用者可清楚分辨出液化程度高中低等區域分佈情況。
3. 其它分析方法之推估結果，也可依據上述方法查詢而得。

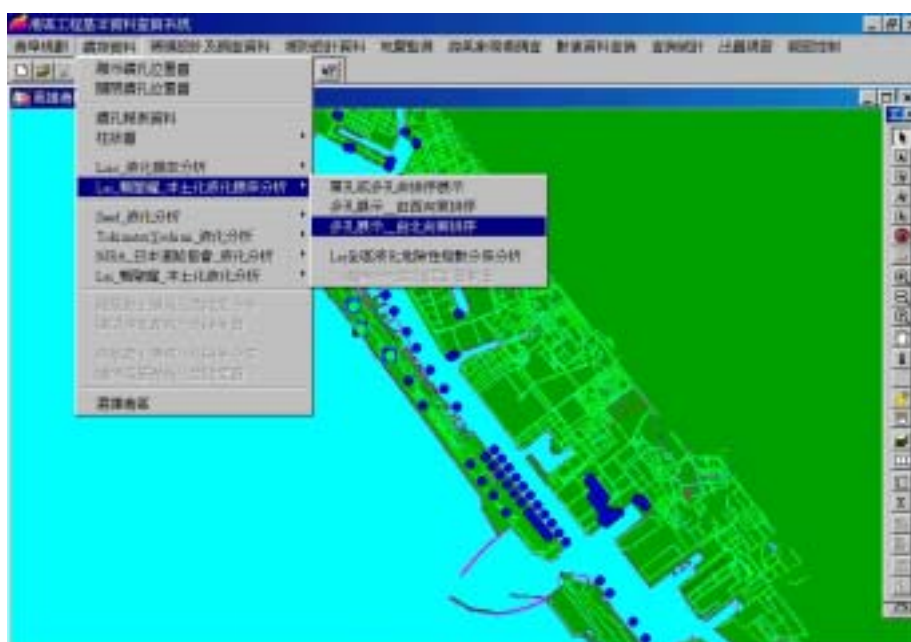


圖 9-10 Lai 液化機率分析方法查詢選單下拉模式

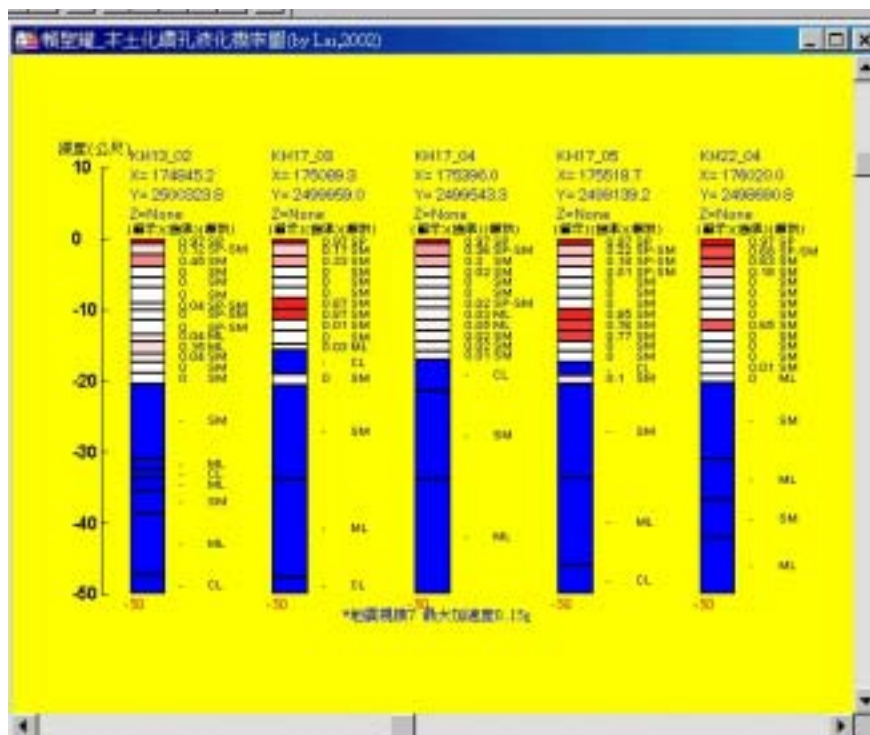


圖 9-11 高雄港區鑽孔 Lai 液化機率分析結果柱狀圖

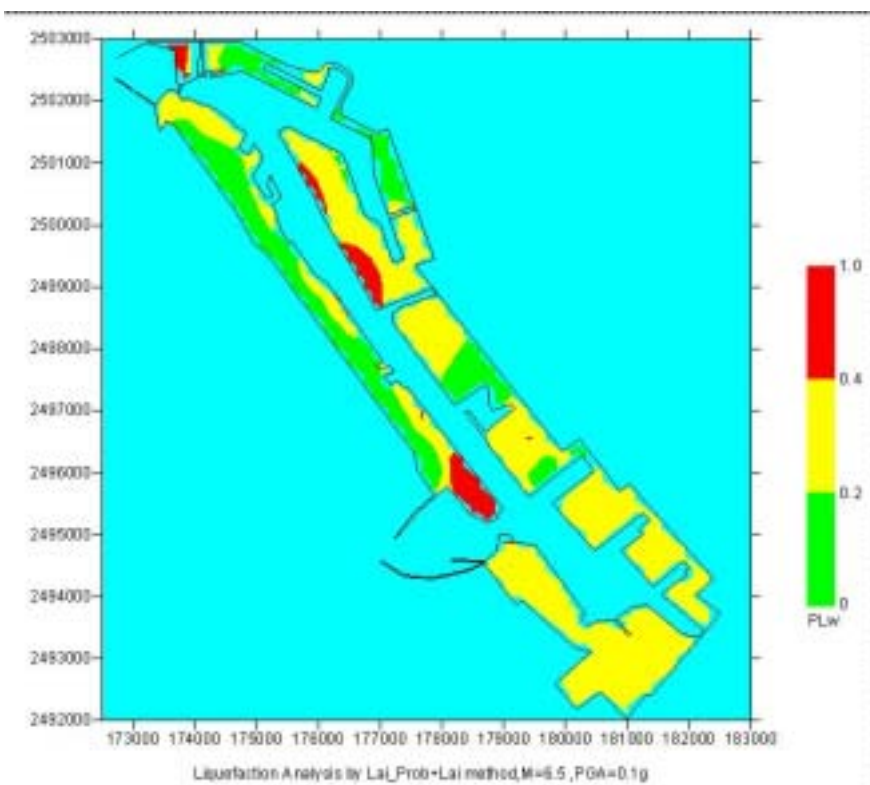


圖 9-12 高雄港區 Lai_Prob+Lai 法全區液化危險性指數分佈圖

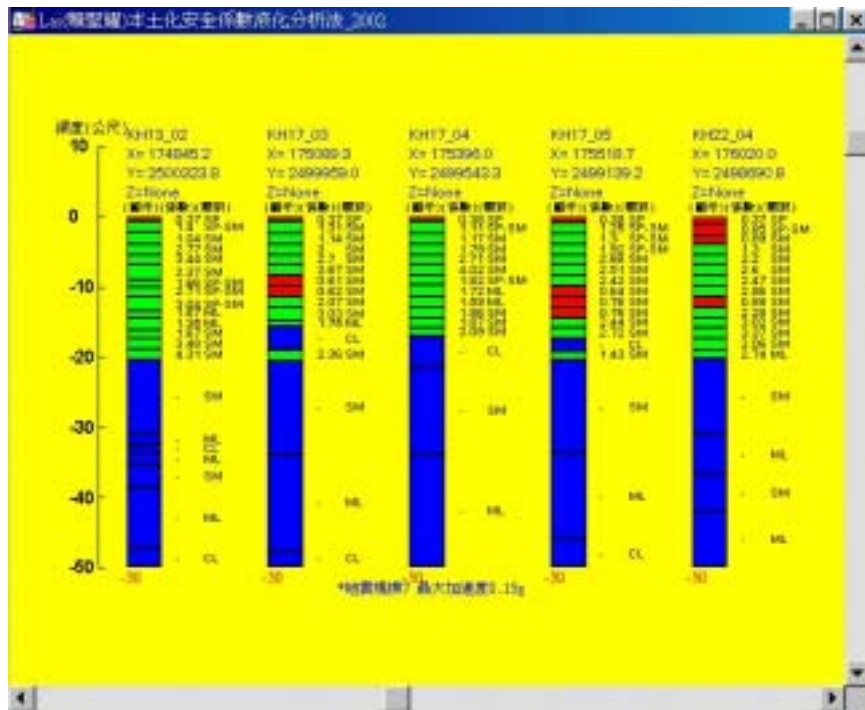


圖 9-13 高雄港區 Lai 抗液化安全係數柱狀圖

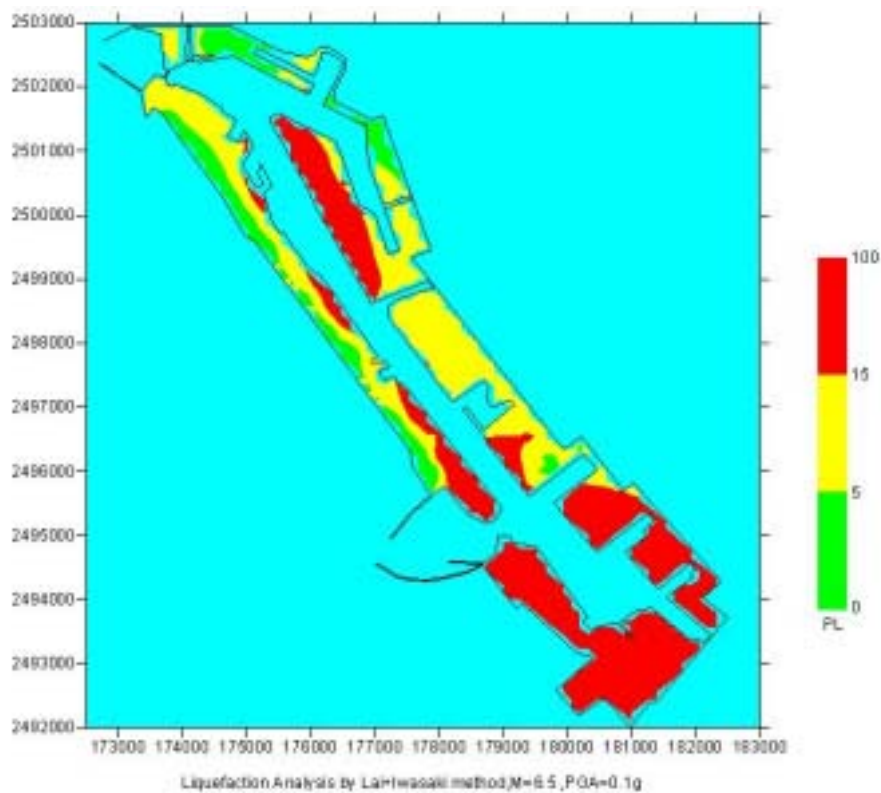


圖 9-14 高雄港區 Lai+Iwasaki 法全區液化危險性指數分佈圖

第十章 碼頭鋼板樁腐蝕調查系統展示

本研究所建置的港區鋼板樁檢測資料及新開發的查詢模組，係架構在本中心所開發的「港區工程基本資料查詢展示系統」之下，該系統的查詢界面設計成下拉式選單方式。主選單共有七大項，分別為(1)港埠規劃 (2)鑽探資料 (3)碼頭設計及調查資料 (4)堤防設計資料 (5) 地震監測 (6) 海氣象現地調查 (7) 海象數值模擬等。由 MapInfo 進入此查詢系統，點選進入所欲查詢的港區，該港區地圖即展示在螢幕上，且原有的 MapInfo 內定選單也同時全部更換成新設計的選單，供使用者點取需用功能。

10.1 系統操作程序

系統之查詢設計，係以下拉式選單配合物件選項的操作方式為主。使用者可在螢幕上選取所欲查詢的物件，再利用下拉式選單來展示各項文件資料或繪製相關成果。港區碼頭鋼板樁檢測資料查詢展示之操作程序如下：

1. 在視窗作業環境下，執行 MapInfo 系統，進入該系統內。
2. 點取選單 File \ Run MapBasic Program，選擇 d: \ harbor-1 內的執行檔 harbor-2003.mbx，按 OK 選鈕，即進入港區工程基本資料查詢展示系統。
3. 此時螢幕會展繪出台灣全島地圖，並標示基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置。
4. 利用滑鼠，點選所欲查詢的港區，則螢幕展繪出該港區的向量地圖，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第一選項「顯示碼頭位置圖」，系統則載入該港區之碼頭位置分佈圖。

5. 再點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第十二選項「顯示腐蝕調查碼頭」，則有腐蝕調查的碼頭區塊會由白色轉變成紅色，可得知那些碼頭為鋼材所構建且有施做腐蝕調查。
6. 利用工具箱內的放大、縮小、平移等工具，可作地圖縮放，以更精細地查詢目標位置及鄰近地形。
7. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之碼頭，此時主選單的第三功能項(即「碼頭設計及調查資料」功能項)底下所附屬的幾個次選項(即「碼頭設計斷面圖」、「碼頭斷面文字資料」、「關閉腐蝕調查碼頭」、「鋼板腐蝕速率展繪」、「鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較」、「海水水質分析成果展示」等功能項等)，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。
8. 當點選到碼頭物件時，該碼頭區會被異色斜紋所遮罩，此時可在第三主選單下點選「鋼板腐蝕速率展繪」選項，系統會開啟「檢測起迄點輸入對話框」。輸入檢測起迄點後，若所點取的碼頭為 Z 型板樁所構築，因該型板樁具有凸側凹三個面，系統會再開啟一個「凸側凹面點取對話框」。使用者可依框內收音機鈕(Radio Button)選項點取某一面來繪圖，隨後系統即呼叫 surfer 程式，展繪該檢測段之腐蝕速率，圖中上半部設計為三維立體圖，下半部設計為等值分佈圖。
9. 接續在第三主選單下點選「鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較」選項，系統會先開啟「鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較」選項，系統會先開啟「檢測位置輸入對話框」。選取任一檢測位置，系統隨即展繪該位置之凸側凹三腐蝕速率比較圖。
10. 「鋼板厚度調查成果展繪選項」，其操作如步驟 8 所示。
11. 「鋼板凸側凹三面厚度比較」選項，其操作如步驟 9 所示。

12. 若要查詢另一港區的相關資料，可點選第一主功能項下的“選擇港區”功能，則系統會跳回主畫面。可依循步驟 4 至 11，繼續查詢所需港區之相關資料。
13. 結束查詢，可由功能表的最後一個功能項“視窗控制”下拉出“離開系統”次功能項，點選後則可停止本程式的執行。

10.2 花蓮港鋼板樁檢測資料查詢展示

花蓮港區碼頭鋼板樁檢測資料查詢展示之操作程序如下：

1. 按照 10.1 節程式操作程序 1 至 3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕視窗會展繪出台灣全島地圖與主要港區（如基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區）的分佈位置，如圖 10-1 所示。
2. 將滑鼠遊標移至花蓮港標示文字區內，按滑鼠左鍵，可叫出花蓮港區基本地圖圖層，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第一選項「顯示碼頭位置圖」，系統則載入該港區之碼頭位置分佈圖，如圖 10-2 所示為花蓮港碼頭位置分佈情形。
3. 再點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第十二選項「顯示腐蝕調查碼頭」，則有腐蝕調查的碼頭區塊會由白色轉變成紅色，如圖 10-3 所示為花蓮港腐蝕調查碼頭分佈位置。
4. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之碼頭，此時主選單的第三功能項（即「碼頭設計及調查資料」功能項）底下所附屬的幾個次選項（即「碼頭設計斷面圖」、「碼頭斷面文字資料」、「關閉腐蝕調查碼頭」、「鋼板腐蝕速率展繪」、「鋼板凸測凹三面腐蝕速率比較」、「海水水質分析成果展示」等功能項等），會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。

5. 當點選到碼頭物件時，該碼頭區會被異色斜紋所遮罩，此時可在第三主選單下點選「鋼板腐蝕速率展繪」選項，系統會開啟「檢測起迄點輸入對話框」，如圖 10-4 所示。輸入檢測起迄點後，若所點取的碼頭為 Z 型板樁所構築，因該型板樁具有凸側凹三個面，系統會再開啟一個「凸側凹面點取對話框」，如圖 10-5 所示。使用者可依框內收音機鈕(Radio Button)選項點取某一面來繪圖，隨後系統即呼叫 surfer 程式，展繪該檢測段之腐蝕速率，成果如圖 10-6 所示，圖中上方為三維立體圖，下方為等值分佈圖。
6. 接續在第三主選單下點選「鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較」選項，系統會先開啟「鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較」選項，系統會先開啟「檢測位置輸入對話框」，如圖 10-7 所示。選取任一檢測位置，系統隨即展繪該位置之凸側凹三腐蝕速率比較圖，如圖 10-8 所示。
7. 「鋼板厚度調查成果展繪選項」，其操作如步驟 5 所示。展繪成果如圖 10-9 所示。
8. 「鋼板凸側凹三面厚度比較」選項，其操作如步驟 6 所示。展繪成果如圖 10-10 所示。
9. 若要查詢另一港區的相關資料，可點選第一主功能項下的“選擇港區”功能，則系統會跳回主畫面。可依循步驟 2 至 8，繼續查詢所需港區之相關資料。
10. 結束查詢，可由功能表的最後一個功能項“視窗控制”下拉出“離開系統”次功能項，點選後則可停止本程式的執行。

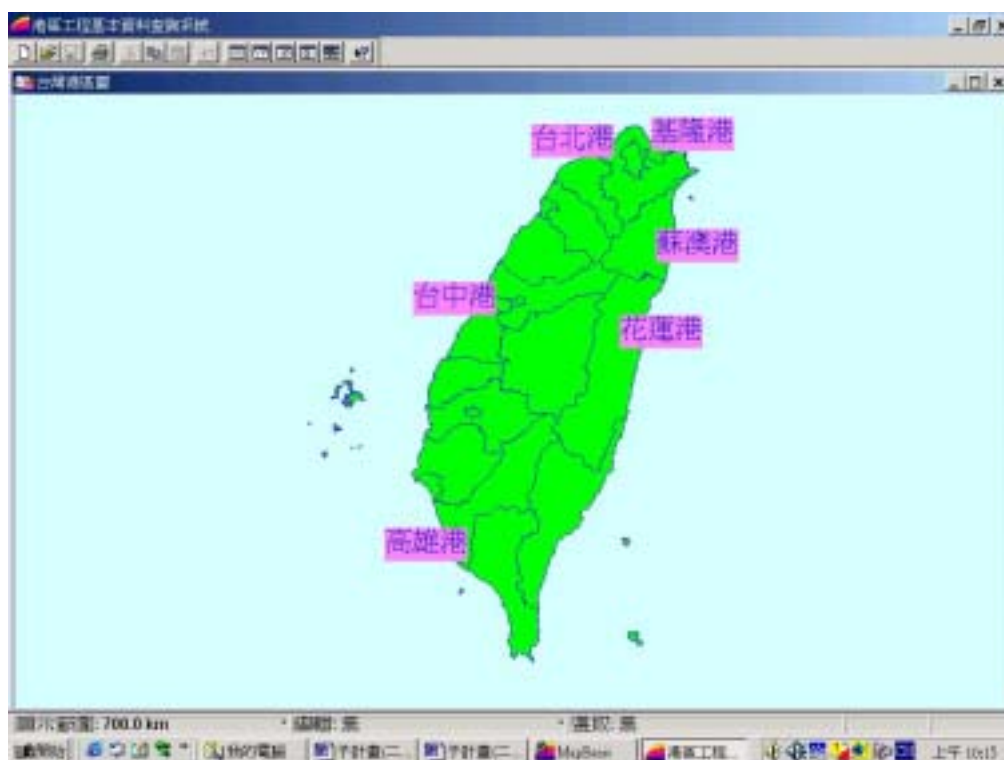


圖 10-1 查詢系統主畫面



圖 10-2 花蓮港碼頭資料下拉選單及碼頭位置分佈圖

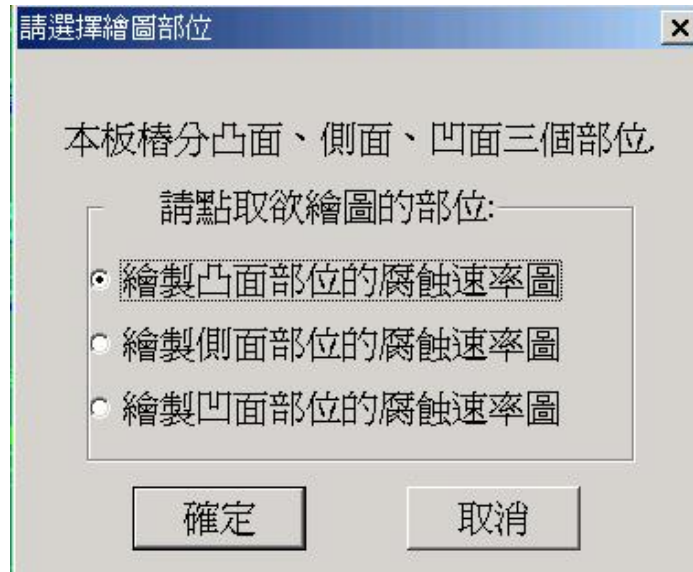


圖 10-5 凸側凹面點取對話框

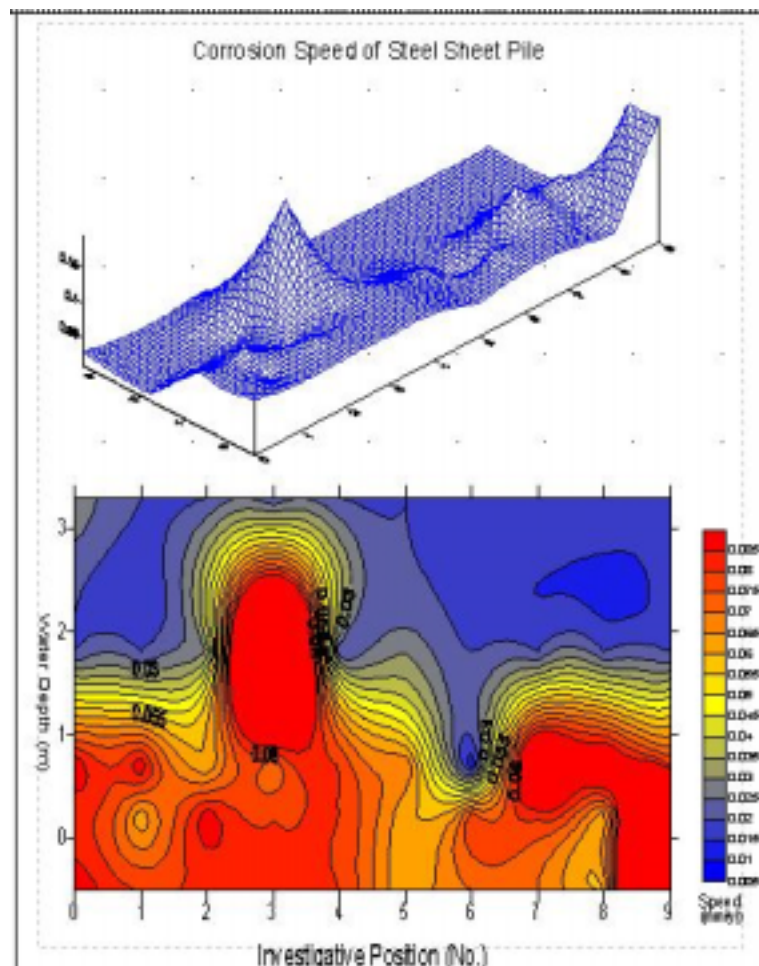


圖 10-6 花蓮港腐蝕速率調查成果展繪圖

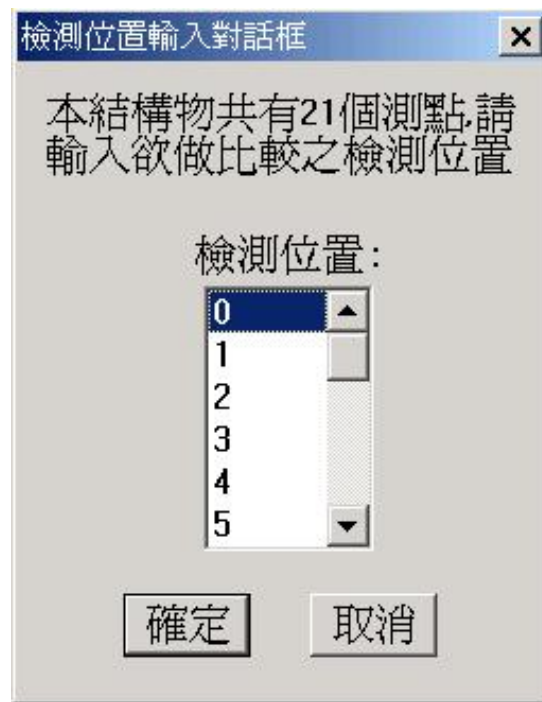


圖 10-7 檢測位置輸入對話框

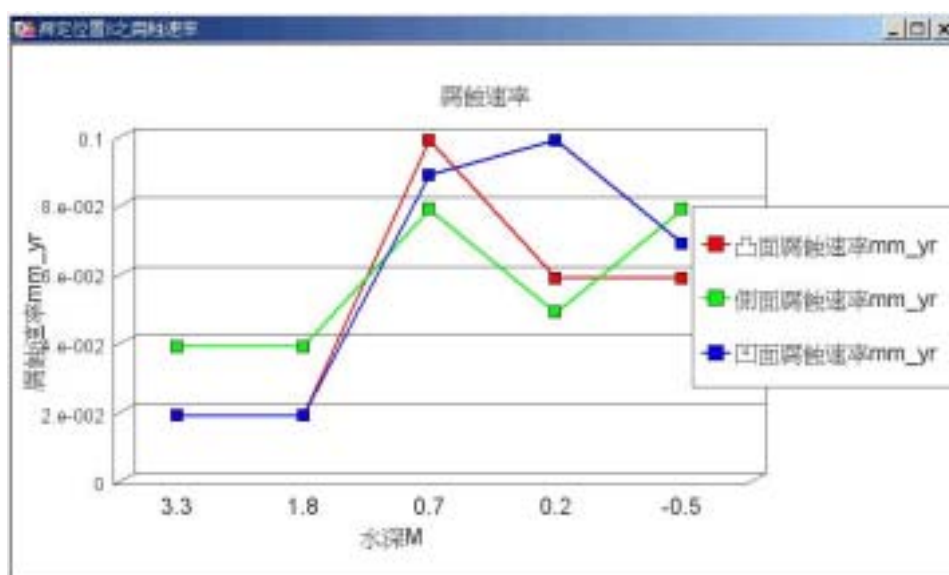


圖 10-8 花蓮港鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較圖

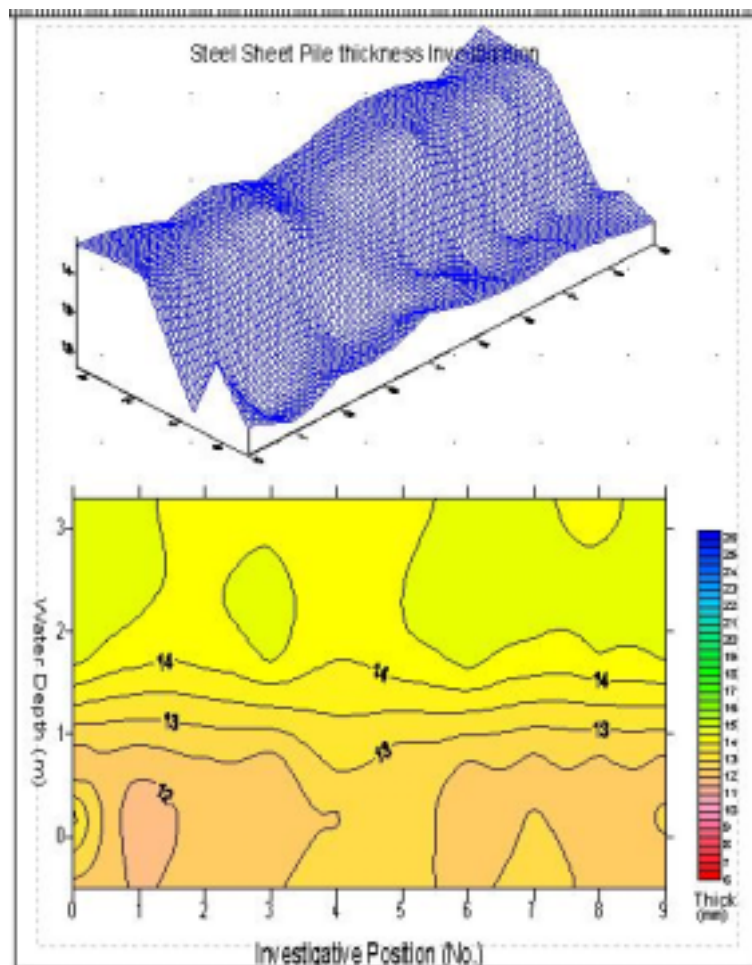


圖 10-9 花蓮港鋼板厚度調查成果展繪圖

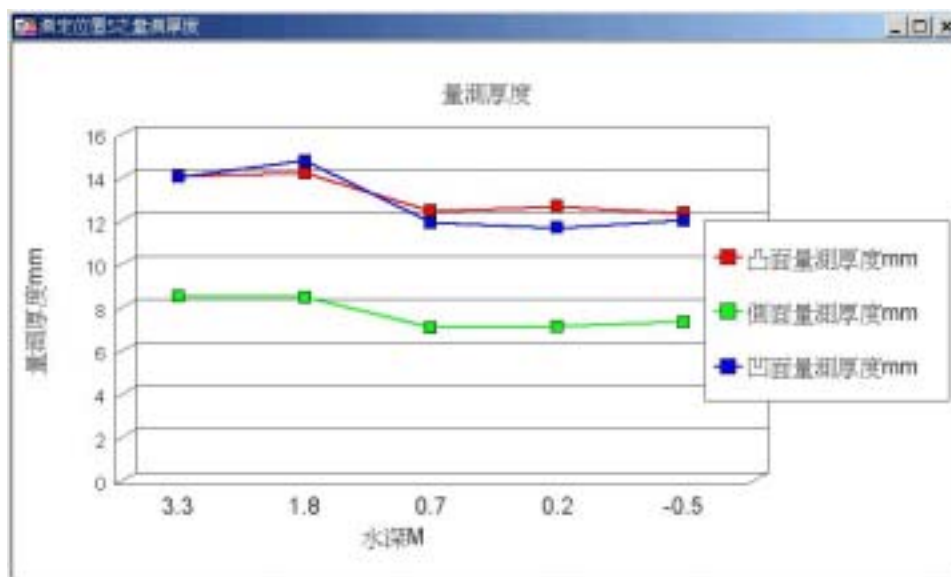


圖 10-10 花蓮港鋼板凸側凹三面厚度比較圖

10.3 基隆港鋼板樁檢測資料查詢展示

基隆港區碼頭鋼板樁檢測資料查詢展示之操作程序如下：

1. 按照 10.1 節程式操作程序 1 至 3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕視窗會展繪出台灣全島地圖與主要港區（如基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區）的分佈位置，如圖 10-1 所示。
2. 將滑鼠遊標移至基隆港標示文字區內，按滑鼠左鍵，可叫出基隆港區基本地圖圖層，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第一選項「顯示碼頭位置圖」，系統則載入該港區之碼頭位置分佈圖，如圖 10-11 所示為基隆港碼頭位置分佈情形。
3. 再點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第十二選項「顯示腐蝕調查碼頭」，則有腐蝕調查的碼頭區塊會由白色轉變成紅色，如圖 10-12 所示為基隆港腐蝕調查碼頭分佈位置。
4. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之碼頭，此時主選單的第三功能項（即「碼頭設計及調查資料」功能項）底下所附屬的幾個次選項（即「碼頭設計斷面圖」、「碼頭斷面文字資料」、「關閉腐蝕調查碼頭」、「鋼板腐蝕速率展繪」、「鋼板凸測凹三面腐蝕速率比較」、「海水水質分析成果展示」等功能項等），會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。
5. 當點選到碼頭物件時，該碼頭區會被異色斜紋所遮罩，此時可在第三主選單下點選「鋼板腐蝕速率展繪」選項，系統會開啟「檢測起迄點輸入對話框」。輸入檢測起迄點後，若所點取的碼頭為 Z 型板樁所構築，因該型板樁具有凸側凹三個面，系統會再開啟一個「凸側凹面點取對話框」。使用者可依框內收音機鈕(Radio Button)選項點取某一面來繪圖，隨後

系統即呼叫 surfer 程式，展繪該檢測段之腐蝕速率，成果如圖 10-13 所示，圖中上方為三維立體圖，下方為等值分佈圖。

6. 接續在第三主選單下點選「鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較」選項，系統會先開啟「鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較」選項，系統會先開啟「檢測位置輸入對話框」。選取任一檢測位置，系統隨即展繪該位置之凸側凹三腐蝕速率比較圖，如圖 10-14 所示。
7. 「鋼板厚度調查成果展繪選項」，其操作如步驟 5 所示。展繪成果如圖 10-15 所示。
8. 「鋼板凸側凹三面厚度比較」選項，其操作如步驟 6 所示。展繪成果如圖 10-16 所示。
9. 若要查詢另一港區的相關資料，可點選第一主功能項下的“選擇港區”功能，則系統會跳回主畫面。可依循步驟 2 至 8，繼續查詢所需港區之相關資料。
10. 結束查詢，可由功能表的最後一個功能項“視窗控制”下拉出“離開系統”次功能項，點選後則可停止本程式的執行。



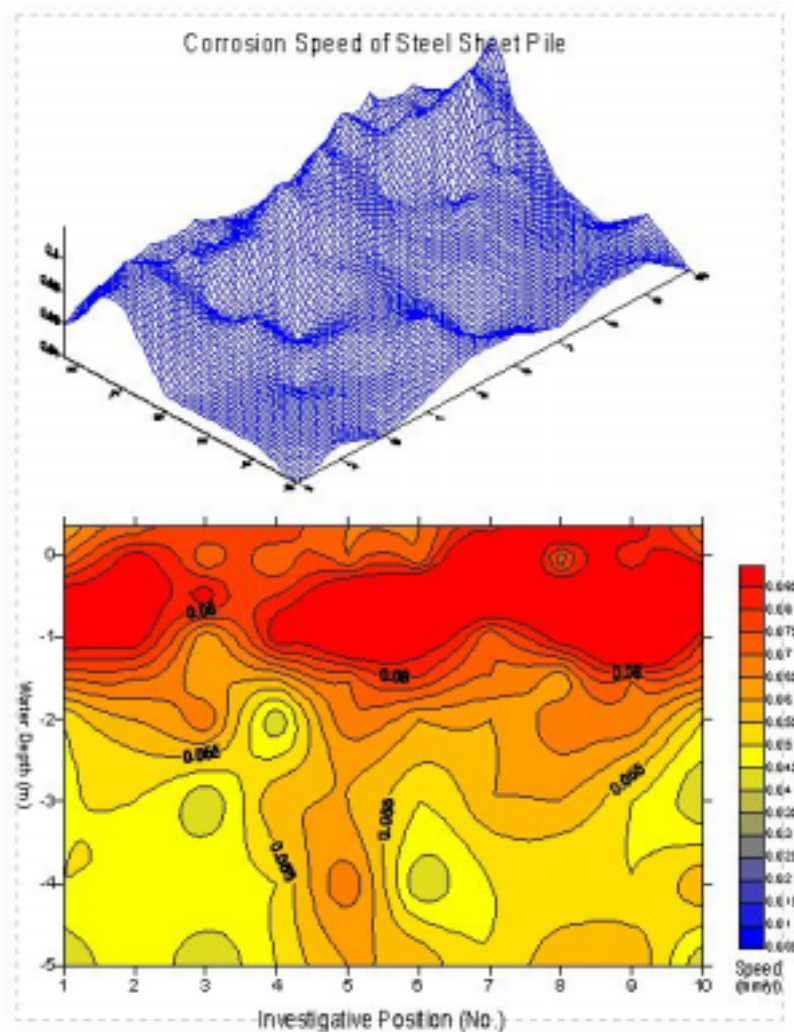


圖 10-13 基隆港腐蝕速率調查成果展繪圖

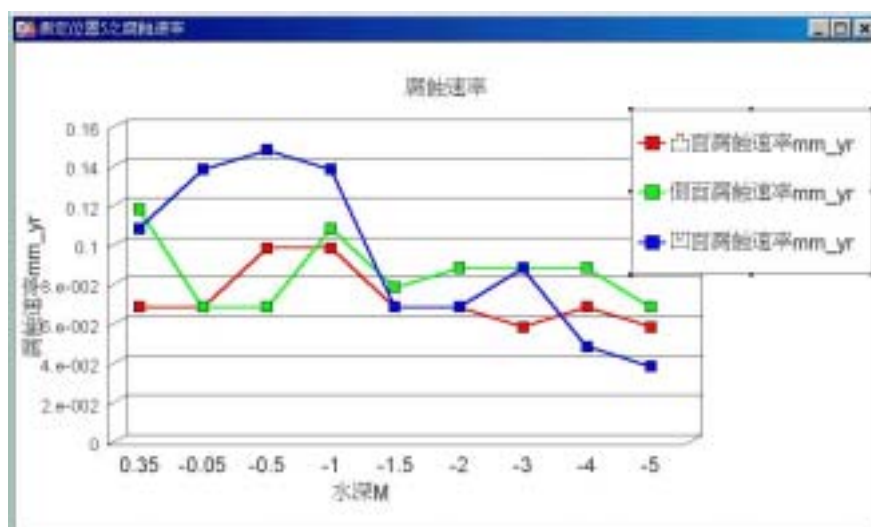


圖 10-14 基隆港鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較圖

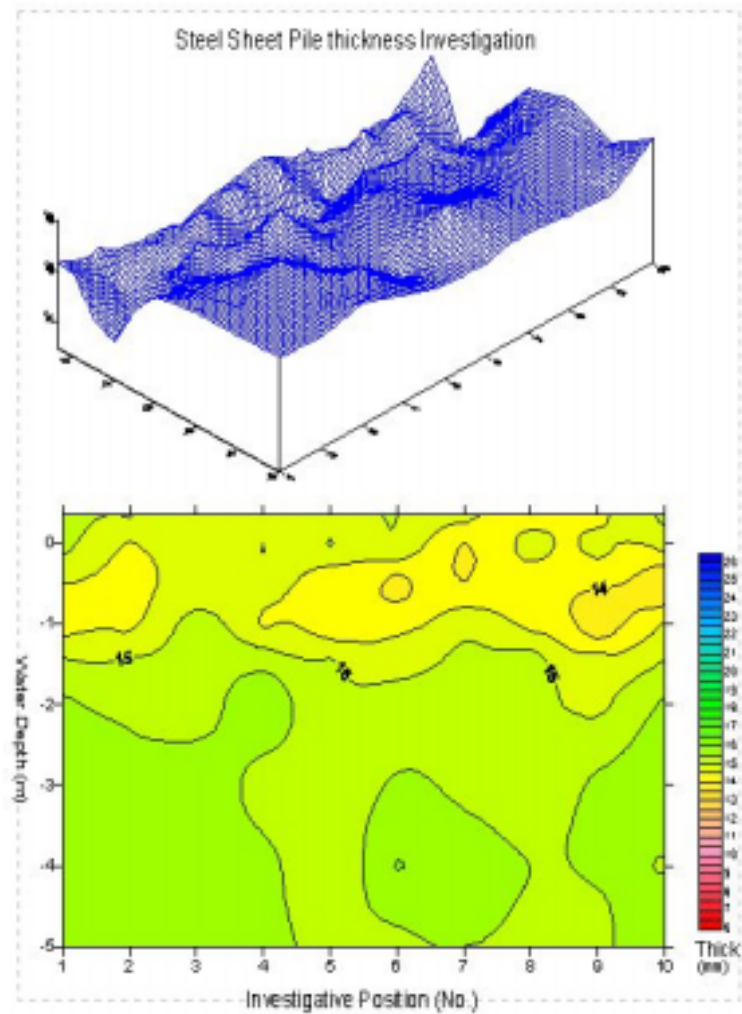


圖 10-15 基隆港鋼板厚度調查成果展繪圖

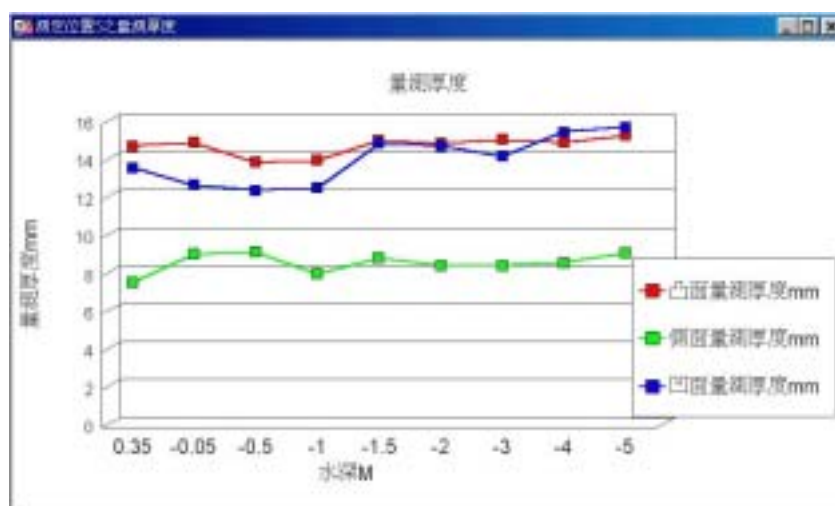


圖 10-16 基隆港鋼板凸側凹三面厚度比較圖

第十一章 海氣象調查資料查詢展示

11.1 海氣象調查資料查詢設計

海氣象調查資料經分析後將產生資料檔、資料圖、報表、統計表及統計圖等有用的資料或資訊，本研究運用 MapInfo 地理資訊系統，將各種檔案鍵入資料庫系統，並撰寫查詢展示程式，提供查詢及引用。為方便系統程式之撰寫及設計，本系統以資料庫表單作為查詢之依據，表單之格式及部分登錄內容如表 11-1 所示。

表 11-1 資料庫表單之格式及登錄內容

序號	方法	港區	類別	年份	月季	點區	碼1	碼2	X 座標	Y 座標	檔圖表說明	目錄	全檔名	副檔名	內 容
1	現場	台中港	波浪	1994	6月	點	1	1	199988.49	2690653.16	表	D:\GisF1\TC\	V946C11.PS	ps	波浪月報表
2	現場	台中港	波浪	1994	7月	點	1	1	199988.49	2690653.16	表	D:\GisF1\TC\	V947TC11.PS	ps	波浪月報表
3	現場	台中港	波浪	1994	8月	點	1	1	199988.49	2690653.16	表	D:\GisF1\TC\	V948TC11.PS	ps	波浪月資料圖
4	現場	台中港	波浪	1994	6月	點	1	2	199988.49	2690653.16	圖	D:\GisF1\TC\	V948TC11.PS	ps	波浪月資料圖
5	現場	台中港	波浪	1994	7月	點	1	2	199988.49	2690653.16	圖	D:\GisF1\TC\	V948TC11.PS	ps	波浪月資料圖
6	現場	台中港	波浪	1994	8月	點	1	2	199988.49	2690653.16	圖	D:\GisF1\TC\	V948TC11.PS	ps	波浪月資料圖
7	現場	台中港	波浪	1994	6月	點	1	0	199988.49	2690653.16	圖	D:\GisF1\TC\	V948TC10.1HE	1HE	波浪月資料檔
8	現場	台中港	波浪	1994	7月	點	1	0	199988.49	2690653.16	圖	D:\GisF1\TC\	V948TC10.1HE	1HE	波浪月資料檔
9	現場	台中港	波浪	1994	8月	點	1	0	199988.49	2690653.16	圖	D:\GisF1\TC\	V948TC10.1HE	1HE	波浪月資料檔

現場觀測海氣象資料圖表查詢系統流程如圖 11-1 所示，查詢項目包括有風力、波浪、潮汐及海流等 4 項。進入系統，主畫面即顯示台灣地圖及標示所有港區位置，以滑鼠選一港區，則背景顯示港區詳細地圖及標示所有測點位置，以滑鼠選一測點，則列出下拉式標題：(1)潮汐、(2)海流、(3)風力、(4)波浪，以滑鼠點選任一主項目，接著再進入下一層點選子項目。查詢內容除重要的統計圖或統計表，各觀測站或觀測區，皆有測站(區)位置、儀器安置、記錄期間等說明。

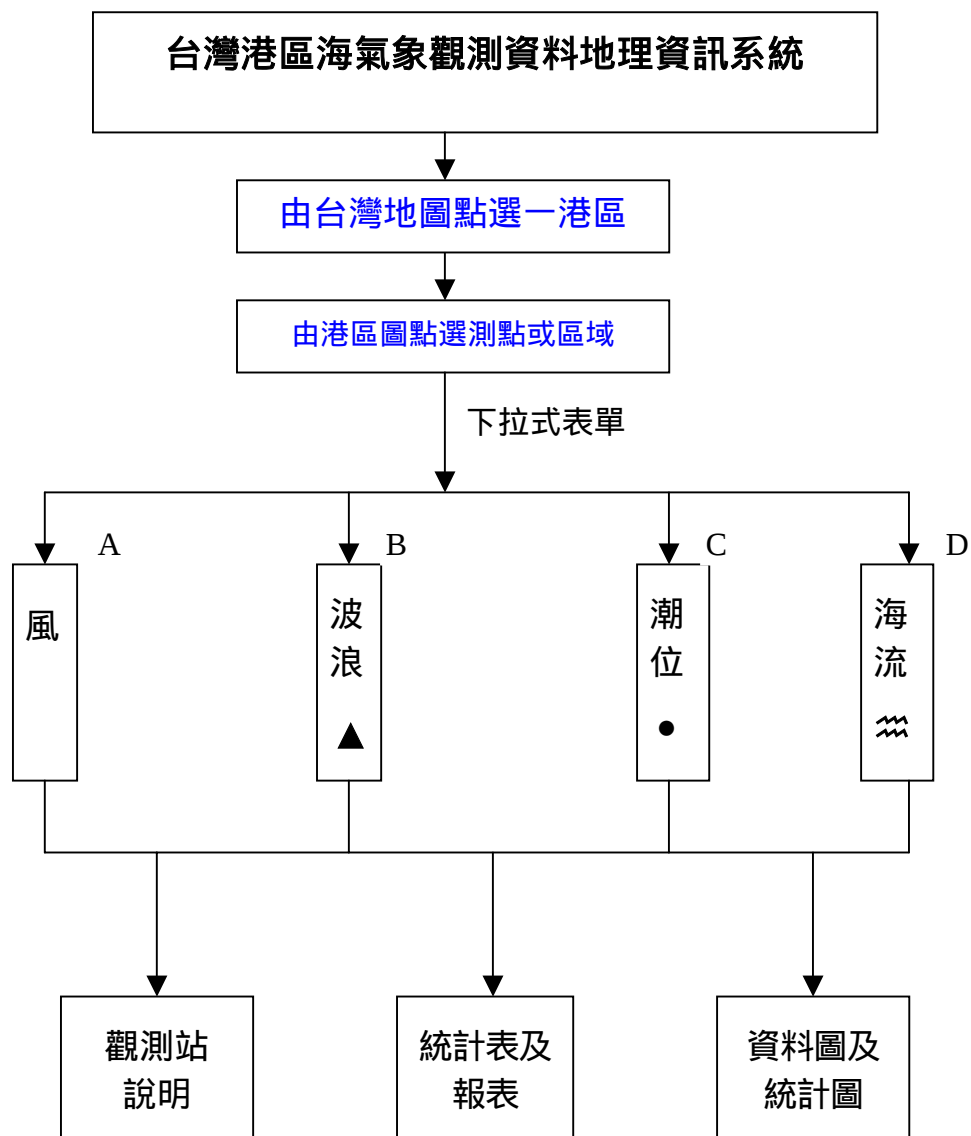


圖 11-1 台灣港區海氣象觀測資料地理資訊系統流程圖

11.2 查詢選單與檔案關聯說明

查詢選單與目的檔案之關聯，係依據檔案類型由系統呼叫不同的執行程式來開啟。檔案之類型都紀錄在資料庫表單內。海氣象查詢選單依調查資料目前分為四大類，即：1)潮汐、2)海流、3)風力、4)波浪。每一類之內容都涵蓋數種統計圖表及說明文件，各類資料內容、檔案

類型與其查詢過程之關聯如下所示：

1) 潮汐資料:內容 → 查詢過程 → 檔案類型：

潮位測站說明:	→ PS 檔(例 TIM1TC40.PS)
潮位觀測記錄表	→ PS 檔(例 T971TC40.PS)
潮汐統計表	→ PS 檔(例 T970TC42.PS)
潮汐調和常數表	→ PS 檔(例 T970TC43.PS)
潮汐分潮振幅值圖	→ PS 檔(例 T970TC4K.PS)
潮汐資料	→選年→選月→ ASC 檔(例 T971TC40.1HE)
潮汐月報表	→選年→選月→ PS 檔(例 T971TC41.PS)
潮汐月歷線圖	→選年→選月→ PS 檔(例 T971TC4I.PS)
潮汐能譜圖	→選年→選月→ PS 檔(例 T971TC4J.PS)

2) 海流資料:內容 → 查詢過程 → 檔案類型：

海流測站說明:	→ PS 檔(例 CIM1TC40.PS)
海流觀測記錄表	→ PS 檔(例 C971TC40.PS)
海流統計表	→ PS 檔(例 C970TC45.PS)
潮流調和常數表	→ PS 檔(例 C970TC46.PS)
分潮流長短軸值圖	→ PS 檔(例 C970TC4N.PS)
海流資料	→選年→選月→ ASC 檔(例 C971TC40.1HE)
海流月報表	→選年→選月→ PS 檔(例 C971TC41.PS)
流速及流向聯合分佈	→選年→選月→ PS 檔(例 C971TC42.PS)
海流月資料圖	→選年→選月→ PS 檔(例 C971TC4I.PS)
海流玫瑰圖	→選年→選月→ PS 檔(例 C971TC4J.PS)
潮流橢圓圖	→選年→選月→ PS 檔(例 C971TC4K.PS)
海流能譜圖	→選年→選月→ PS 檔(例 C971TC4L.PS)
海流 PVD 圖	→選年→選月→ PS 檔(例 C971TC4M.PS)

3) 風力資料:內容 → 查詢過程 → 檔案類型:

風測站說明:	→ PS 檔(例 WIM1TC40.PS)
風觀測記錄表	→ PS 檔(例 W971TC40.PS)
風統計表	→ PS 檔(例 W970TC45.PS)
風資料	→選年→選月→ASC 檔(例 W971TC40.1HE)
風月報表	→選年→選月→ PS 檔(例 W971TC41.PS)

風速及風向聯合分佈 →選年→選月→ PS 檔(例 W971TC42.PS)
 風月資料圖 →選年→選月→ PS 檔(例 W971TC4I.PS)
 風玫瑰圖 →選年→選月→ PS 檔(例 W971TC4J.PS)

4) 波浪資料:內容 → 查詢過程 → 檔案類型:

波浪測站說明: → PS 檔(例 VIM1TC40.PS)
 波浪觀測記錄表 → PS 檔(例 V971TC40.PS)
 波浪統計表 → PS 檔(例 V970TC45.PS)
 波浪資料 →選年→選月→ASC 檔(例 V971TC40.1HE)
 波浪月報表 →選年→選月→ PS 檔(例 V971TC41.PS)
 波高及週期聯合分佈→選年→選月→ PS 檔(例 V971TC42.PS)
 波浪資料圖 →選年→選月→ PS 檔(例 V971TC4I.PS)
 波浪方塊圖 →選年→選月→ PS 檔(例 V971TC4J.PS)
 波浪玫瑰圖 →選年→選月→ PS 檔(例 V971TC4K.PS)

11.3 系統操作程序

本中心所開發的「港區工程基本資料查詢系統」內第六個主選單即為「海氣象現地調查」選單，使用者可在此選單下查詢各類海氣象現地調查資料，系統操作程序如下所示：

1. 在視窗作業環境下，執行MapInfo系統，進入該系統內。
2. 點選功能表File \ Run MapBasic Program，選擇d:\ harbor-1內的執行檔harbor-2003.mbx，按OK選鈕，即進入港區工程基本資料查詢系統。
3. 此時螢幕會展繪出台灣全島地圖，並標示基隆、台北、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置。
4. 利用滑鼠，點選其中任一港區，則螢幕展繪出該港區的向量地圖，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「海氣象現地調查」主功能項下之第一選單「水位測站顯示」，系統則載入該港區之水位測站位置分佈圖。或是點選第七選單「流測站顯示」，系統則載入該港區之流測站位置分佈圖。其他測站也可依此方式顯示。當所叫用的測站位置圖顯示在螢幕上時，該功能表底下所附屬的測站關閉功能項，會由啟始的無效狀態轉變

為有效狀態。

5. 利用工具箱內的放大、縮小、平移等工具，可作地圖縮放，以更精細地查詢目標位置及鄰近地形。
6. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之物件。當所點選的物件為測站位置時，系統即進入資料庫表單搜尋該測站之內容項目，隨後在螢幕上顯示「資料內容選取對話框」，對話框內展列該測站所登錄的所有內容項目，使用者可選取需用項目。
7. 選取完需用項目後，系統即進入資料庫表單搜尋該項目之登錄年份，隨後在螢幕上顯示「年份選取對話框」，對話框內展列該測站所登錄的所有年份，使用者可依需用選取。
8. 選取完目標年份後，系統即進入資料庫表單搜尋該年份之登錄月季，隨後在螢幕上顯示「月季選取對話框」，對話框內展列該測站所登錄的所有月季，使用者可依需用選取。
9. 選取完目標月季後，系統即進入資料庫表單搜尋該月季之資料檔案，隨後在螢幕上顯示查詢結果。
10. 使用者可依循步驟6至9，繼續查詢其他資料內容。
11. 若要查詢另一港區的相關資料，可點選第一主功能項下的“選擇港區”功能，則系統會跳回主畫面。
12. 結束查詢，可由功能表的最後一個功能項“視窗控制”下拉出“離開系統”次功能項，點選後則可停止本程式的執行。

11.4 花蓮港海氣象調查資料查詢展示

花蓮港海氣象調查資料查詢展示系統操作程序如下所示：

1. 按照11.3節程式操作程序1至3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕視窗會展繪出台灣全島地圖與主要港區（如基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區）的分佈位置，如圖11-2所示。
2. 將滑鼠遊標移至花蓮港標示文字區內，按滑鼠左鍵，可叫出花蓮港

區基本地圖圖層，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「海氣象現地調查」主功能項下之第一選單「水位測站顯示」，系統則載入該港區之水位測站位置分佈圖。或是點選第七選單「流測站顯示」，系統則載入該港區之流測站位置分佈圖。其他測站也可依此方式顯示。當所叫用的測站位置圖顯示在螢幕上時，該功能表底下所附屬的測站關閉功能項，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。花蓮港區海氣象查詢表單下拉及海流測站位置展示如圖11-3所示。

3. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之物件。當所點選的物件為測站位置時，系統即進入資料庫表單搜尋該測站之內容項目，隨後在螢幕上顯示「資料內容選取對話框」如圖11-4，對話框內展列該測站所登錄的所有內容項目，使用者可選取需用項目。
4. 選取完需用項目後，系統即進入資料庫表單搜尋該項目之登錄年份，隨後在螢幕上顯示「年份選取對話框」如圖11-5，對話框內展列該測站所登錄的所有年份，使用者可依需用選取。
5. 選取完目標年份後，系統即進入資料庫表單搜尋該年份之登錄月季，隨後在螢幕上顯示「月季選取對話框」如圖11-6，對話框內展列該測站所登錄的所有月季，使用者可依需用選取。
6. 選取完目標月季後，系統即進入資料庫表單搜尋該月季之資料檔案，隨後在螢幕上顯示查詢結果，圖11-7為花蓮港海流資料圖查詢結果之一。
7. 使用者可依循步驟3至6，繼續查詢其他資料內容。如圖11-8為花蓮港波浪資料圖查詢結果之一。
8. 若要查詢另一港區的相關資料，可點選第一主功能項下的“選擇港區”功能，則系統會跳回主畫面。
9. 結束查詢，可由功能表的最後一個功能項“視窗控制”下拉出“離開系統”次功能項，點選後則可停止本程式的執行。

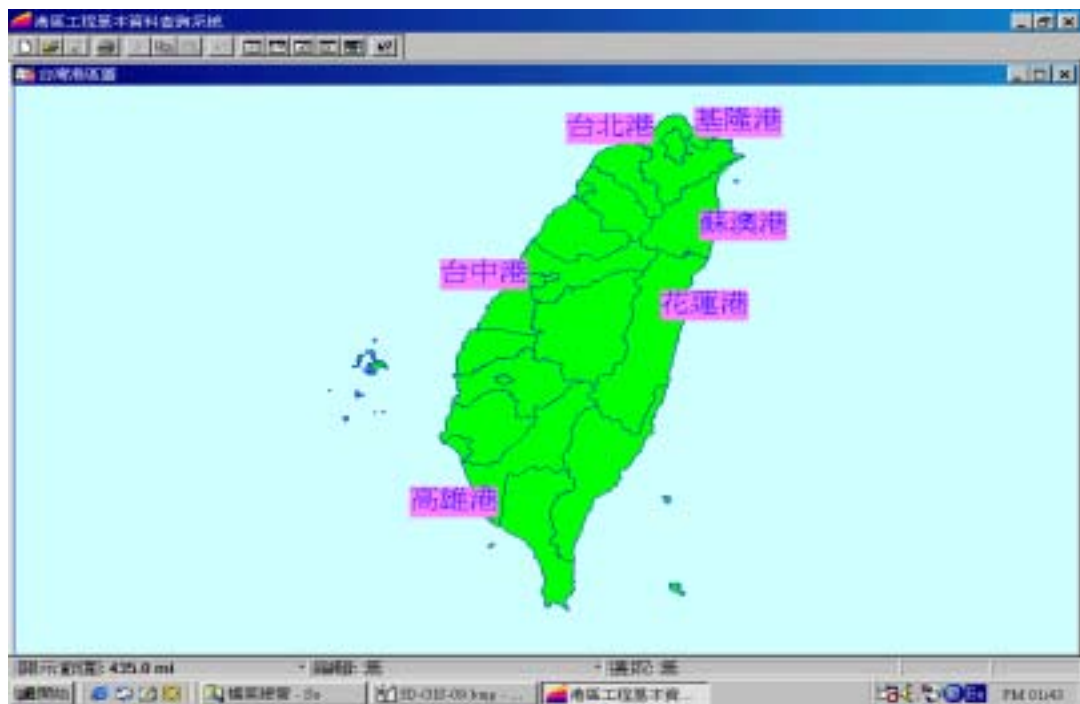


圖 11-2 查詢主畫面

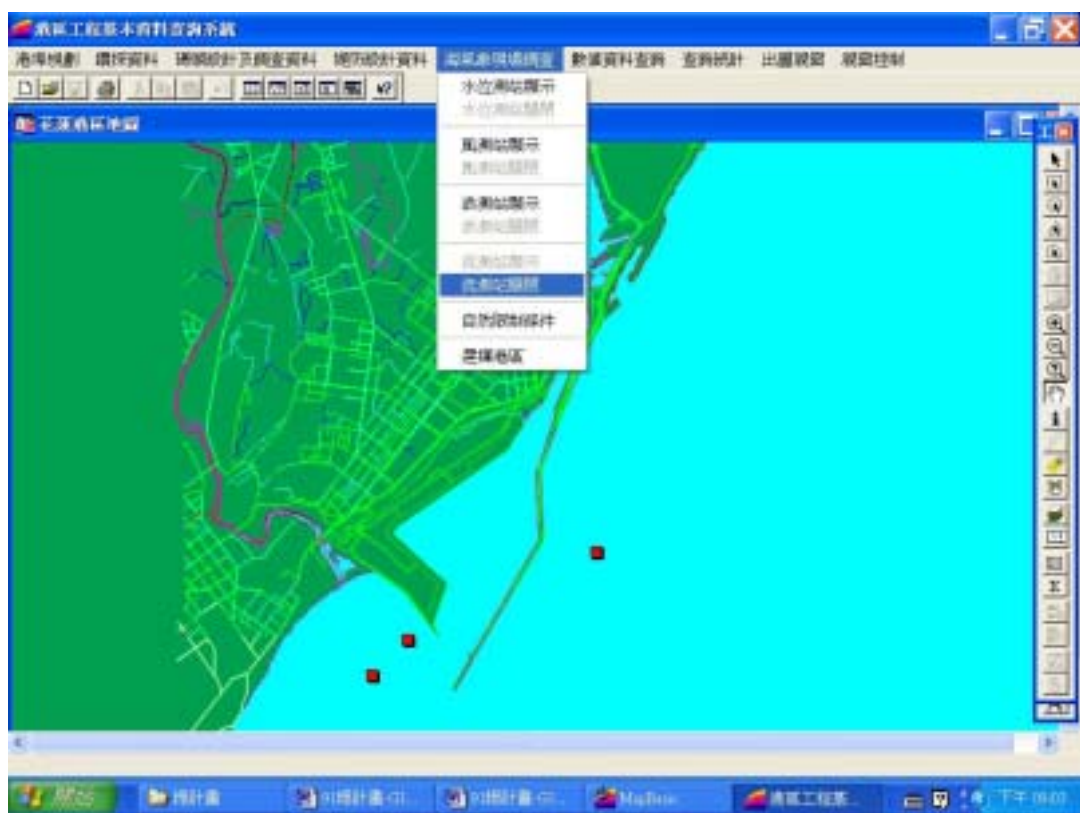


圖 11-3 花蓮港區海氣象查詢表單及海流測站位置展示圖

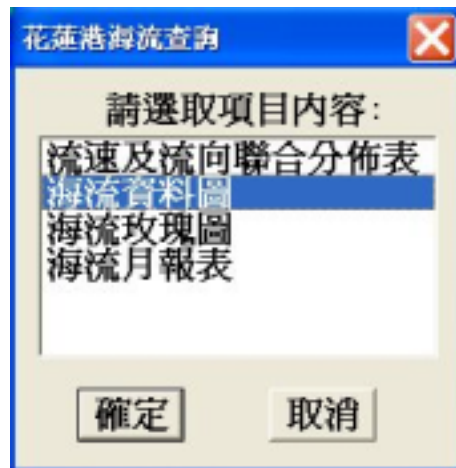


圖 11-4 花蓮港海流資料內容選取對話框

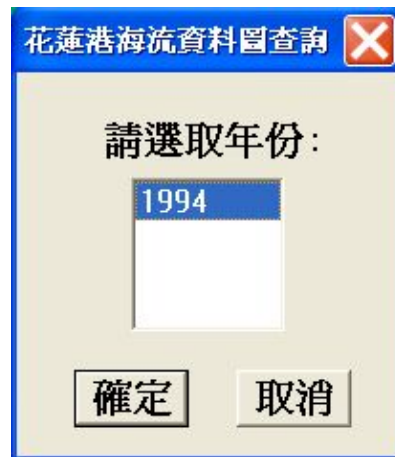


圖 11-5 花蓮港海流資料年份選取對話框

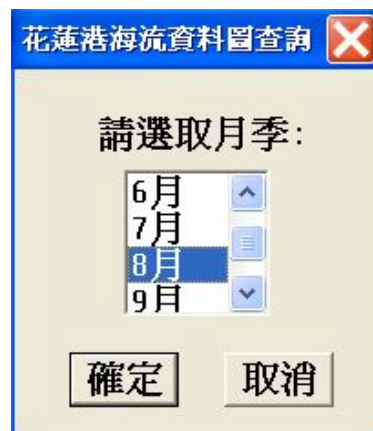


圖 11-6 花蓮港海流資料月季選取對話框

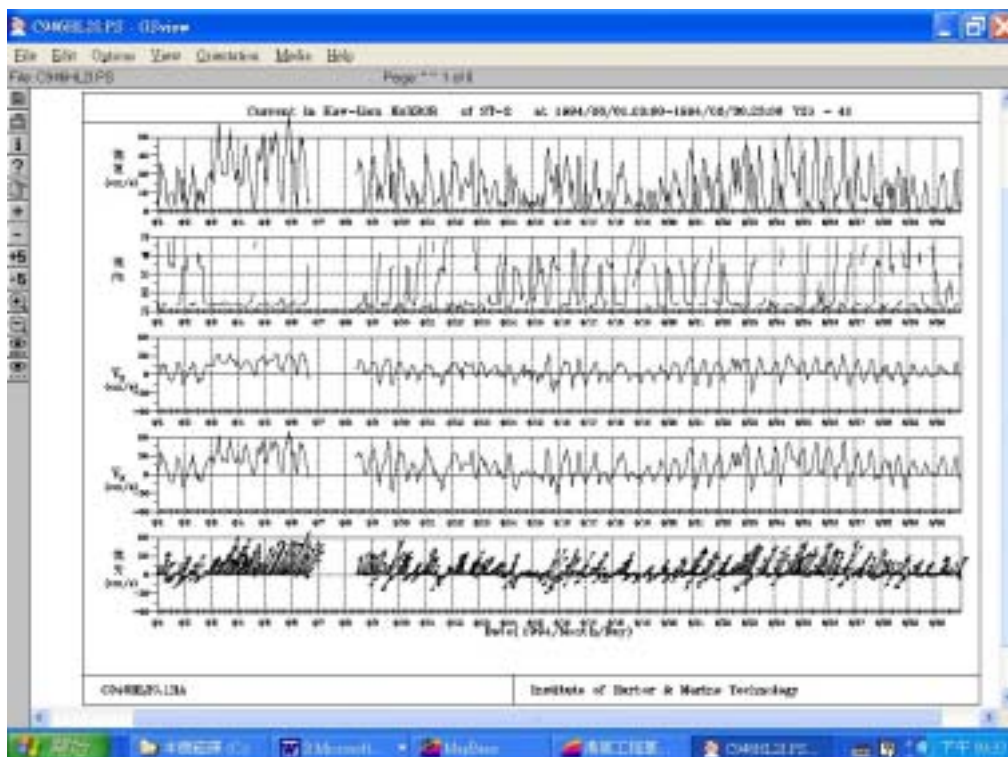


圖 11-7 花蓮港海流資料圖查詢結果之一

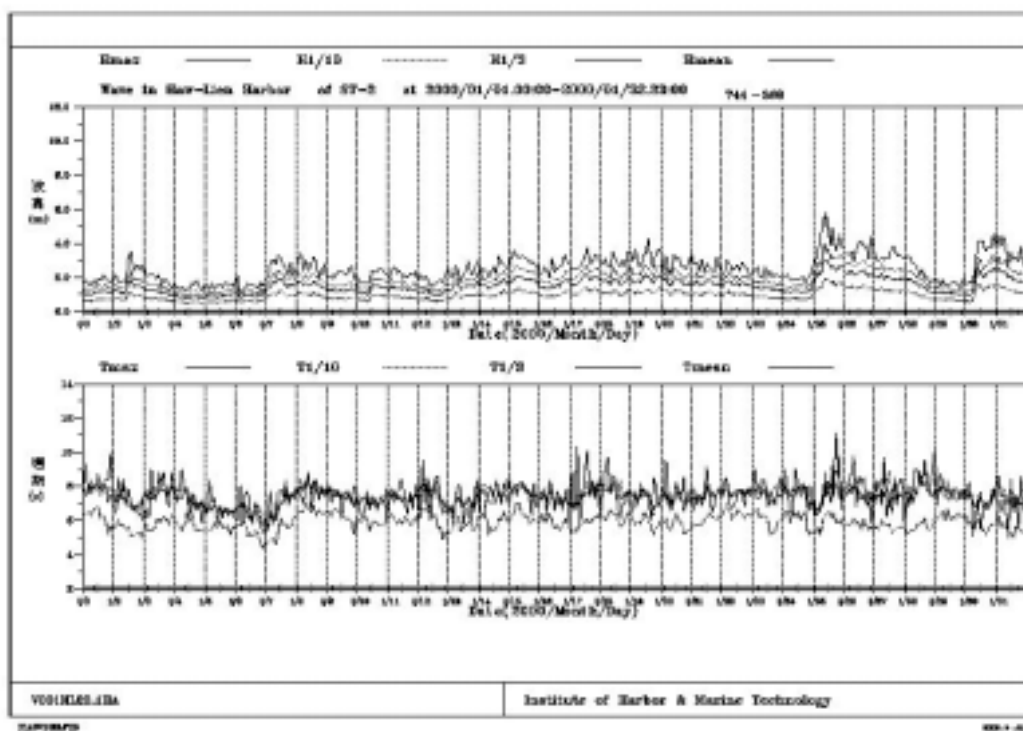
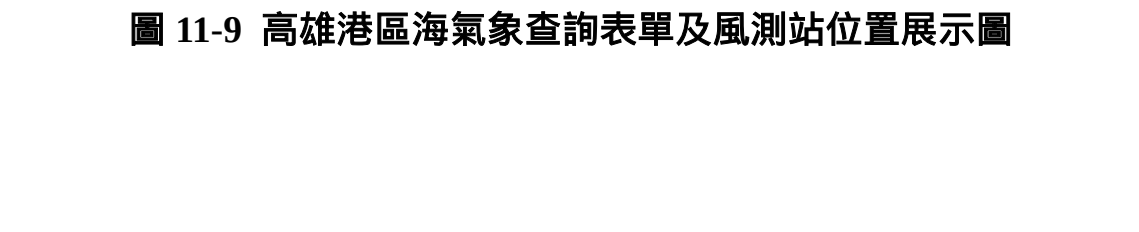


圖 11-8 花蓮港波浪資料圖查詢結果之一

11.5 高雄港海氣象調查資料查詢展示

高雄港海氣象調查資料查詢展示系統操作程序如下所示：

1. 按照11.3節程式操作程序1至3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕視窗會展繪出台灣全島地圖與主要港區（如基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區）的分佈位置，如圖11-2所示。
2. 將滑鼠遊標移至高雄港標示文字區內，按滑鼠左鍵，可叫出高雄港區基本地圖圖層，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「海氣象現地調查」主功能項下之第一選單「水位測站顯示」，系統則載入該港區之水位測站位置分佈圖。或是點選第七選單「流測站顯示」，系統則載入該港區之流測站位置分佈圖。其他測站也可依此方式顯示。當所叫用的測站位置圖顯示在螢幕上時，該功能表底下所附屬的測站關閉功能項，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。圖11-9所示為高雄港區海氣象查詢表單下拉及風測站位置。
3. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之物件。當所點選的物件為測站位置時，系統即進入資料庫表單搜尋該測站之內容項目，隨後在螢幕上顯示「資料內容選取對話框」如圖11-10，對話框內展列該測站所登錄的所有內容項目，使用者可選取需用項目。
4. 選取完需用項目後，系統即進入資料庫表單搜尋該項目之登錄年份，隨後在螢幕上顯示「年份選取對話框」如圖11-11，對話框內展列該測站所登錄的所有年份，使用者可依需用選取。
5. 選取完目標年份後，系統即進入資料庫表單搜尋該年份之登錄月季，隨後在螢幕上顯示「月季選取對話框」如圖11-12，對話框內展列該測站所登錄的所有月季，使用者可依需用選取。
6. 選取完目標月季後，系統即進入資料庫表單搜尋該月季之資料檔案，隨後在螢幕上顯示查詢結果，圖11-13為高雄港風資料圖查詢結果之一。
7. 使用者可依循步驟3至6，繼續查詢其他資料內容。如圖11-14為高雄港波浪資料圖查詢結果之一。



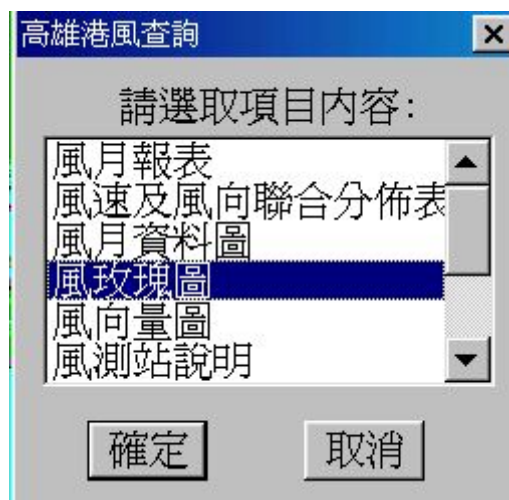


圖 11-10 高雄港風資料內容選取對話框



圖 11-11 高雄港風資料年份選取對話框

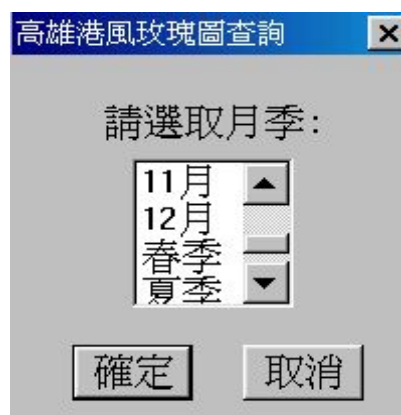


圖 11-12 高雄港海風料月季選取對話框

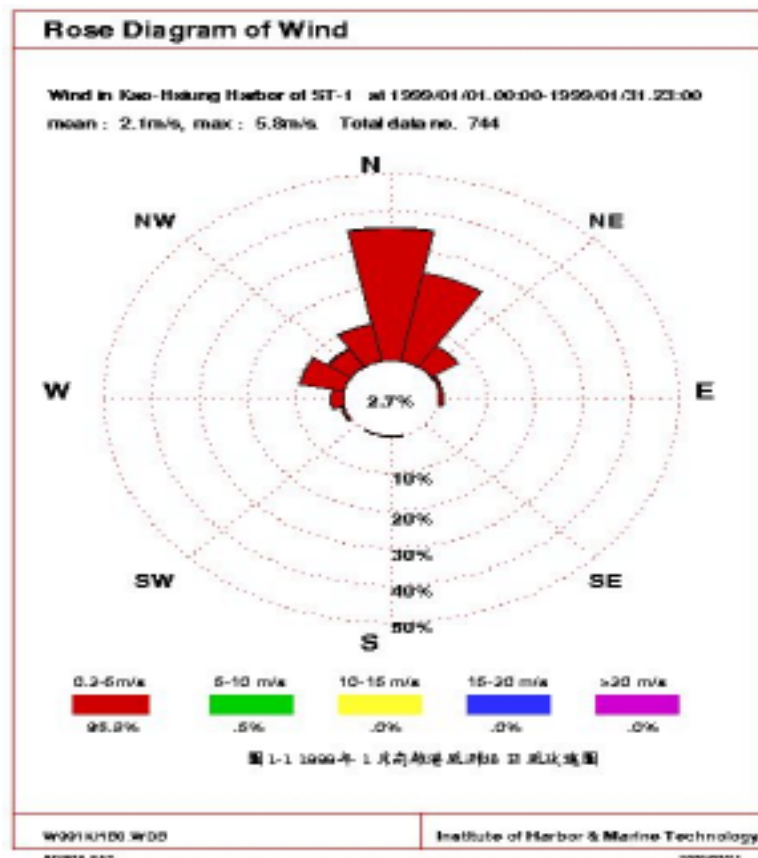


圖 11-13 高雄港風資料圖查詢結果之一

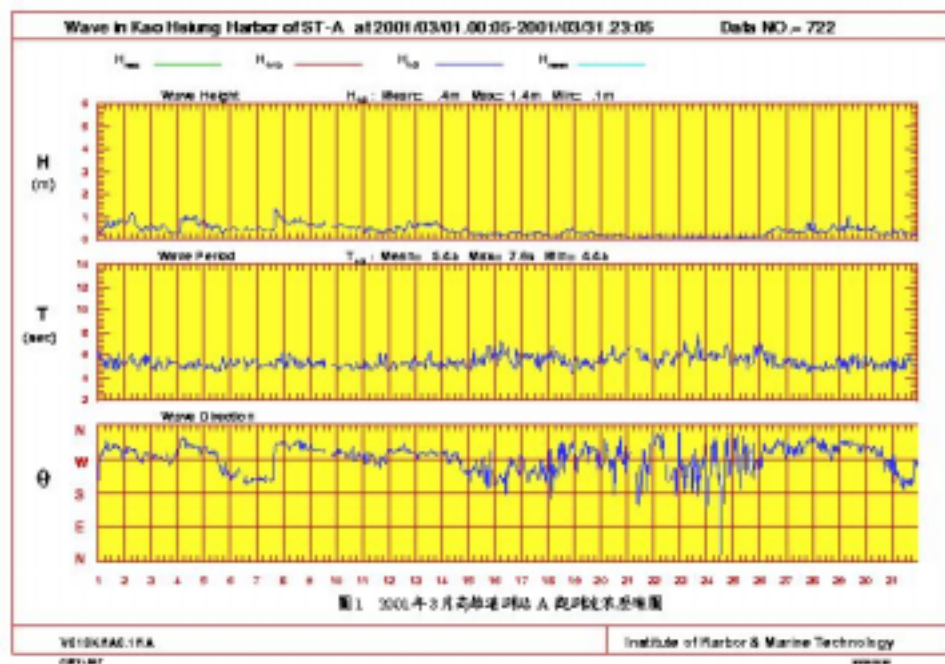


圖 11-14 高雄港波浪資料圖查詢結果之一

第十二章 海象數值資料查詢展示

12.1 海象數值模擬資料特性

海象數值模擬資料包括的項目有：潮汐、海流及波浪等三項。本所港研中心相關研究計畫含蓋之港口則主要為基隆、台中、高雄、花蓮及蘇澳等五個國際港，及目前正進行相關研究之台北港、安平港、布袋港、澎湖鎖港等幾個國內商港。一般海流、波浪及潮汐皆為定點的長期觀測（測點），但數值模擬結果則為區域性（全區）。海象資料特性皆與時間相關，如風、波、流等與季節（春夏秋冬）皆有相關，潮位也與日及月的變化有關。因此時間也是海象資料特性考慮重要因子。

海象數值模擬結果資料之資料處理系統流程圖如圖 12-1，主要分(1)模式設定、(2)數值計算及驗證、(3)模擬結果展示等三個步驟。說明如后：

- (1) 模式設定:重點在數值模式之建立或選取，相關邊界條件之觀測資料蒐集。
- (2) 數值計算及驗證: 重點在邊界條件資料之設定，計算結果之比較及驗證，以產生有應用價值之資訊。
- (3) 模擬結果展示: 重點在模擬結果之儲存、管理、查詢及展示。資料庫管理、即時展示系統、成果掛上 GIS 系統，上網等為重要工作。

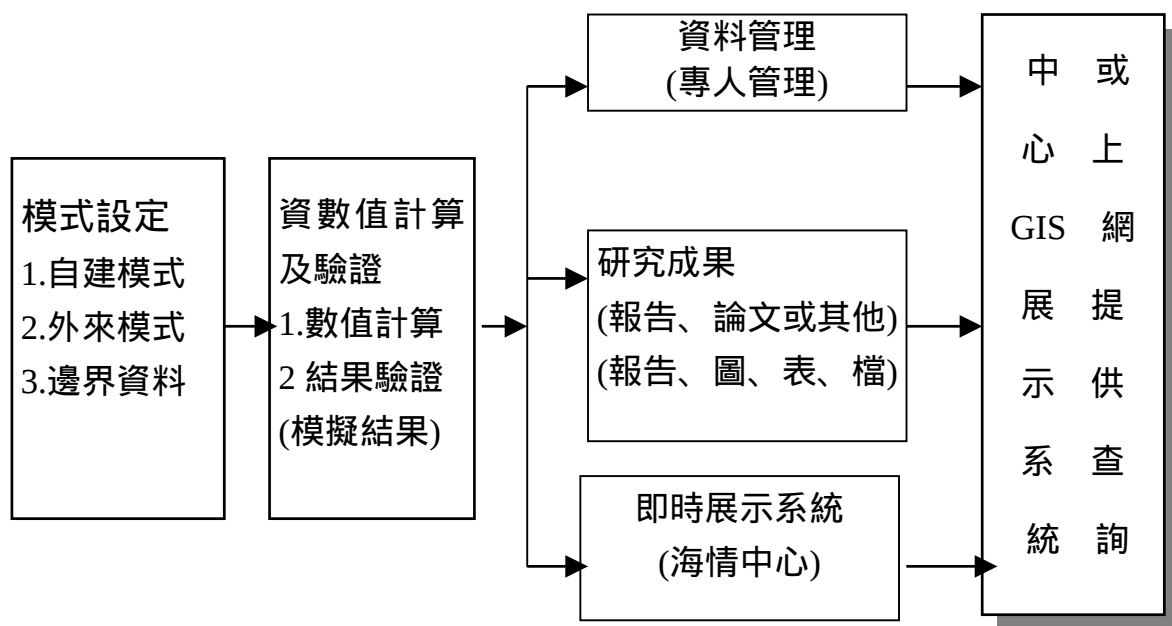


圖 12-1 海象數值模擬結果資料蒐集、處理及管理系統流程圖

12.2 系統操作程序

本所港研中心所開發的「港區工程基本資料查詢系統」內第七個主選單即為「海象數值模擬」選單，使用者可在此選單下查詢各類海象數值模擬資料，系統操作程序如下所示：

1. 在視窗作業環境下，執行 MapInfo 系統，進入該系統內。
2. 點選功能表 File \ Run MapBasic Program，選擇 d: \ harbor-1 內的執行檔 harbor-2003.mbx，按 OK 選鈕，即進入港區工程基本資料查詢系統。
3. 此時螢幕會展繪出台灣全島地圖，並標示基隆、台北、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置。
4. 利用滑鼠，點選其中任一港區，則螢幕展繪出該港區的向量地圖，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「海象數值模擬」主功能項下之第一選單「潮汐推算點位顯示」，系統則載入該港區之水位測站位置分佈圖。或是點選第二選

單「波浪推算點位顯示」，系統則載入該港區之波浪推算點位分佈圖。其他測站也可依此方式顯示。當所叫用的推算點位圖顯示在螢幕上時，該功能表底下所附屬的推算點位關閉功能項，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。

5. 利用工具箱內的放大、縮小、平移等工具，可作地圖縮放，以更精細地查詢目標位置及鄰近地形。
6. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之物件。當所點選的物件為測站位置時，系統即進入資料庫表單搜尋該測站之內容項目，隨後在螢幕上顯示「資料內容選取對話框」，對話框內展列該測站所登錄的所有內容項目，使用者可選取需用項目。
7. 選取完需用項目後，系統即進入資料庫表單搜尋該項目之登錄年份，隨後在螢幕上顯示「年份選取對話框」，對話框內展列該測站所登錄的所有年份，使用者可依需用選取。
8. 選取完目標年份後，系統即進入資料庫表單搜尋該年份之登錄月季，隨後在螢幕上顯示「月季選取對話框」，對話框內展列該測站所登錄的所有月季，使用者可依需用選取。
9. 選取完目標月季後，系統即進入資料庫表單搜尋該月季之資料檔案，隨後在螢幕上顯示查詢結果。
10. 使用者可依循步驟 6 至 9，繼續查詢其他資料內容。
11. 若要查詢另一港區的土層資料，可點選第一主功能項下的“選擇港區”功能，則系統會跳回主畫面。
12. 結束查詢，可由功能表的最後一個功能項“視窗控制”下拉出“離開系統”次功能項，點選後則可停止本程式的執行。

12.3 花蓮港海象數值模擬成果資料查詢展示

花蓮港海象數值模擬成果資料查詢展示系統操作程序如下所示：

1. 按照12.2節程式操作程序1至3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕視窗會展繪出台灣全島地圖與主要港區（如基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區）的分佈位置，如圖12-2所示。
2. 將滑鼠遊標移至花蓮港標示文字區內，按滑鼠左鍵，可叫出花蓮港區基本地圖圖層，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。
3. 可點選「海象數值模擬」主功能項下之第一選單「潮汐推算點位顯示」，系統則載入該港區之水位測站位置分佈圖。或是點選第二選單「波浪推算點位顯示」，系統則載入該港區之波浪推算點位分佈圖。其他測站也可依此方式顯示。當所叫用的推算點位圖顯示在螢幕上時，該功能表底下所附屬的推算點位關閉功能項，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。花蓮港區「海象數值模擬」表單下拉及波浪推算點位圖展示如圖12-3。
4. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之物件。當所點選的物件為測站位置時，系統即進入資料庫表單搜尋該測站之內容項目，隨後在螢幕上顯示「資料內容選取對話框」如圖12-4，對話框內展列該測站所登錄的所有內容項目，使用者可選取需用項目。
5. 選取完需用項目後，系統即進入資料庫表單搜尋該項目之登錄年份，隨後在螢幕上顯示「年份選取對話框」如圖12-5，對話框內展列該測站所登錄的所有年份，使用者可依需用選取。
6. 選取完目標年份後，系統即進入資料庫表單搜尋該年份之登錄月季，隨後在螢幕上顯示「月季選取對話框」如圖12-6，對話框內展列該測站所登錄的所有月季，使用者可依需用選取。
7. 選取完目標月季後，系統即進入資料庫表單搜尋該月季之資料檔案，隨後在螢幕上顯示查詢結果如圖12-7。
8. 使用者可依循步驟3至7，繼續查詢其他資料內容。
9. 若要查詢另一港區的土層資料，可點選第一主功能項下的“選擇港區”功能，則系統會跳回主畫面。

- 10.結束查詢，可由功能表的最後一個功能項“視窗控制”下拉出“離開系統”次功能項，點選後則可停止本程式的執行。

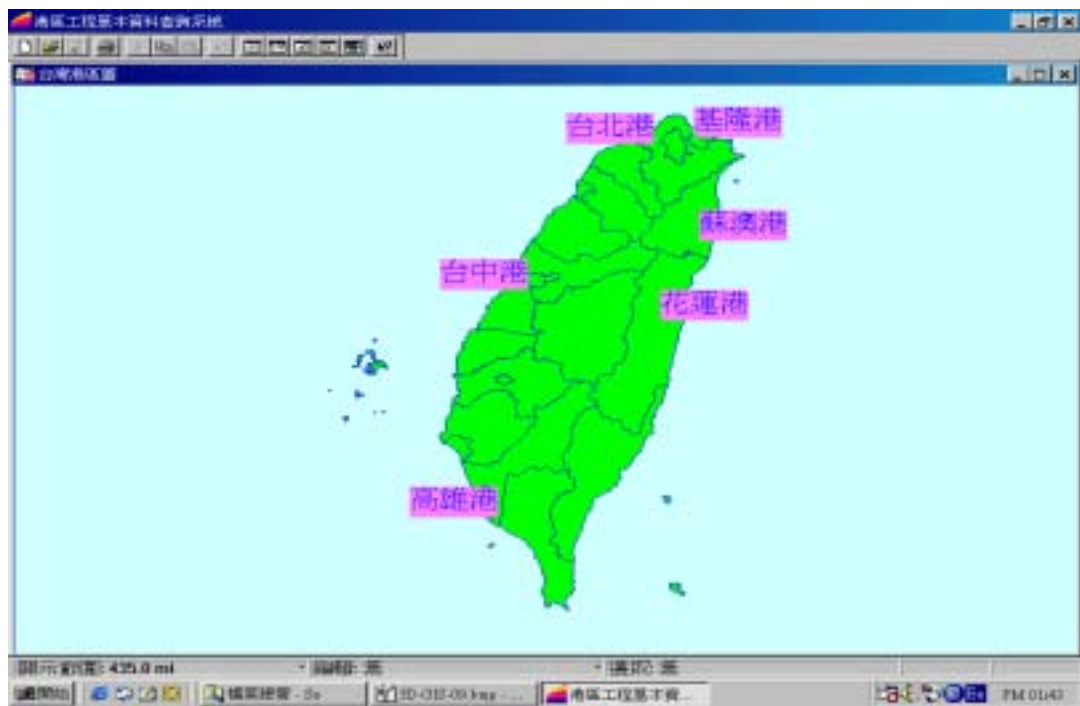


圖 12-2 查詢主畫面

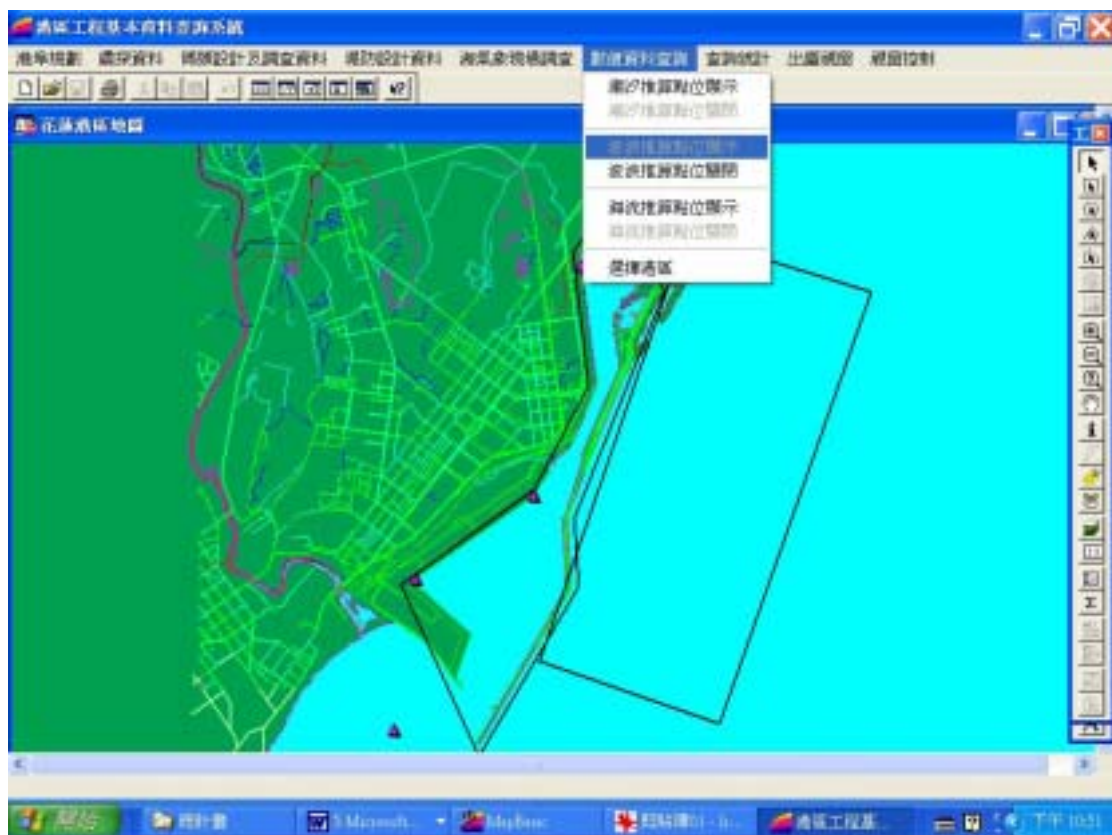


圖 12-3 花蓮港區海象數值模擬查詢表單及波浪推算點位展示圖

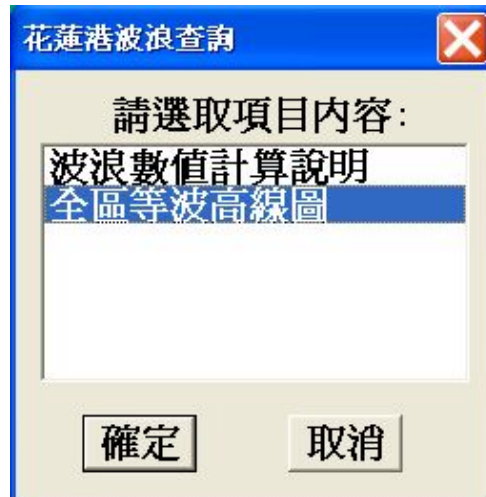


圖 12-4 花蓮港區海象數值模擬波浪資料查詢內容選取對話框



圖 12-5 花蓮港區海象數值模擬波浪資料年份選取對話框

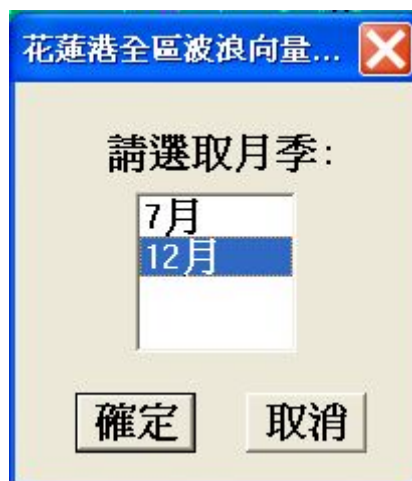


圖 12-6 花蓮港區海象數值模擬波浪資料查詢月季選取對話框

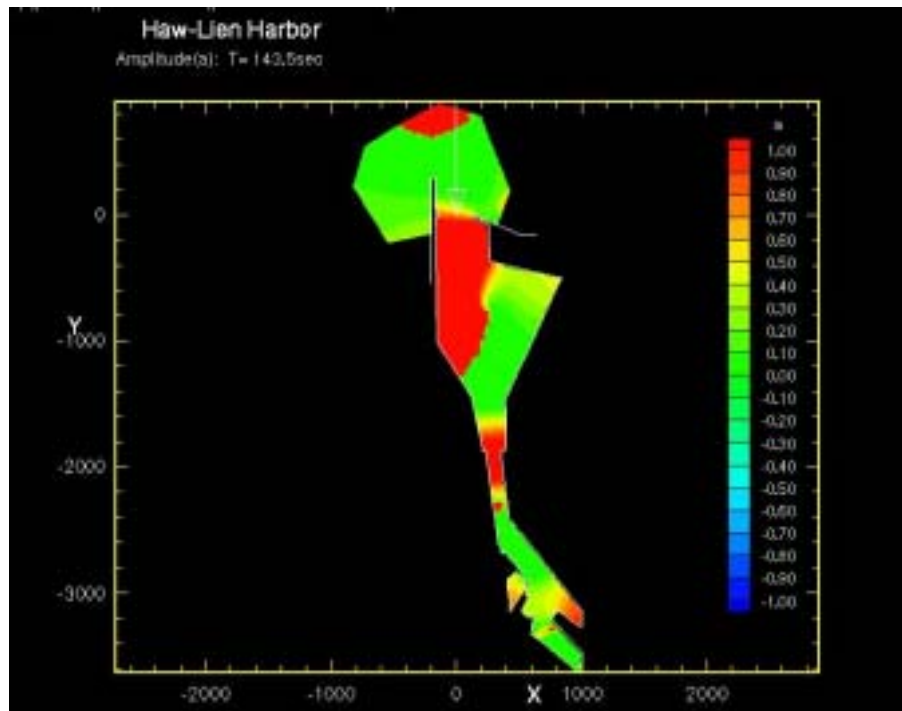


圖 12-7 花蓮港區海象數值模擬波浪資料查詢結果之一

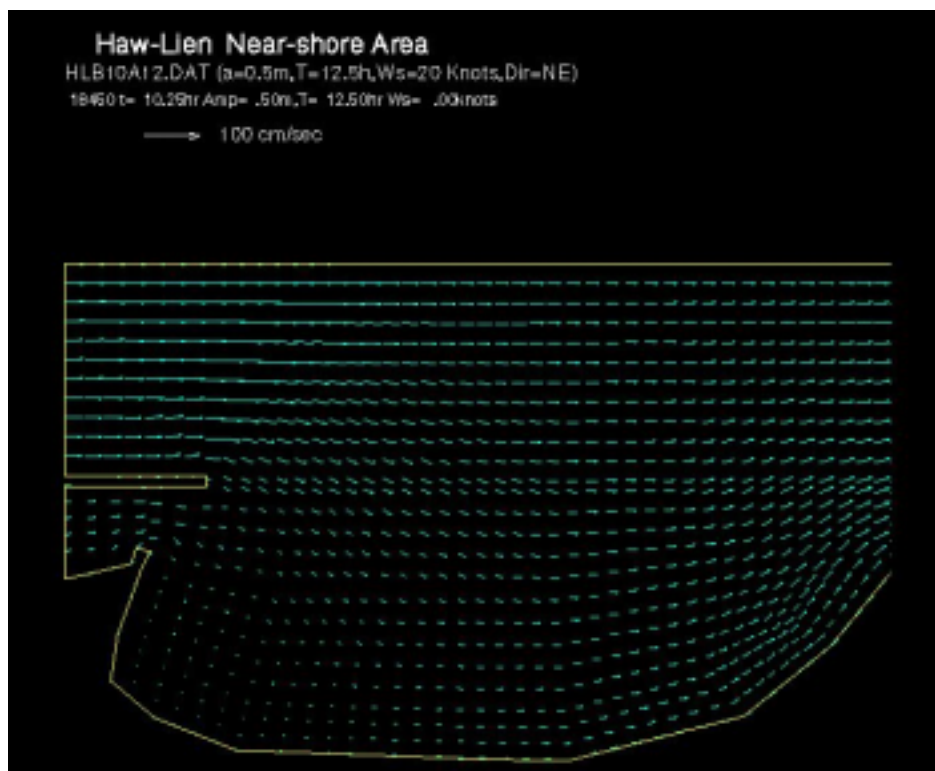


圖 12-8 花蓮港區海象數值模擬海流資料查詢結果之一

12.4 高雄港海象數值模擬成果資料查詢展示

高雄港海象數值模擬成果資料查詢展示系統操作程序如下所示：

1. 按照12.2節程式操作程序1至3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕視窗會展繪出台灣全島地圖與主要港區（如基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區）的分佈位置。
2. 將滑鼠遊標移至高雄港標示文字區內，按滑鼠左鍵，可進入高雄港區基本地圖圖層，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。
3. 可點選「海象數值模擬」主功能項下之第一選單「潮汐推算點位顯示」，系統則載入該港區之水位測站位置分佈圖。或是點選第二選單「波浪推算點位顯示」，系統則載入該港區之波浪推算點位分佈圖。其他測站也可依此方式顯示。當所叫用的推算點位圖顯示在螢幕上時，該功能表底下所附屬的推算點位關閉功能項，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。高雄港區「海象數值模擬」表單下拉及海流推算點位圖展示如圖12-8。
4. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之物件。當所點選的物件為測站位置時，系統即進入資料庫表單搜尋該測站之內容項目，隨後在螢幕上顯示「資料內容選取對話框」如圖12-9，對話框內展列該測站所登錄的所有內容項目，使用者可選取需用項目。
5. 選取完需用項目後，系統即進入資料庫表單搜尋該項目之登錄年份，隨後在螢幕上顯示「年份選取對話框」如圖12-10，對話框內展列該測站所登錄的所有年份，使用者可依需用選取。
6. 選取完目標年份後，系統即進入資料庫表單搜尋該年份之登錄月季，隨後在螢幕上顯示「月季選取對話框」如圖12-11，對話框內展列該測站所登錄的所有月季，使用者可依需用選取。
7. 選取完目標月季後，系統即進入資料庫表單搜尋該月季之資料檔案，隨後在螢幕上顯示查詢結果如圖12-12。
8. 使用者可依循步驟3至7，繼續查詢其他資料內容。

9. 若要查詢另一港區的土層資料，可點選第一主功能項下的“選擇港區”功能，則系統會跳回主畫面。
10. 結束查詢，可由功能表的最後一個功能項“視窗控制”下拉出“離開系統”次功能項，點選後則可停止本程式的執行。

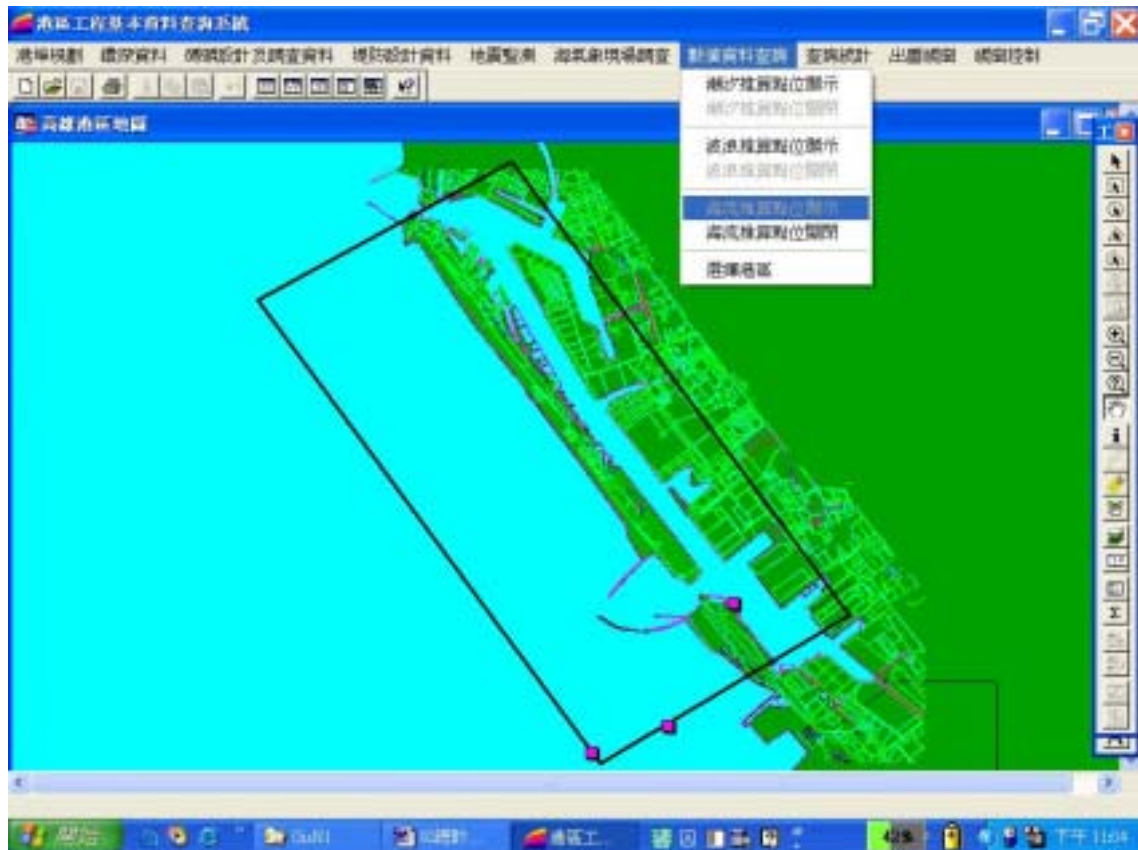


圖 12-9 高雄港區海象數值模擬查詢表單及海流推算點位展示圖

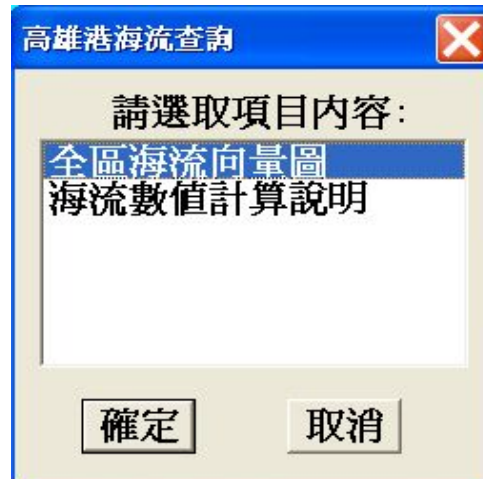


圖 12-10 高雄港區海象數值模擬海流資料查詢內容選取對話框



圖 12-11 高雄港區海象數值模擬海流資料查詢年份選取對話框

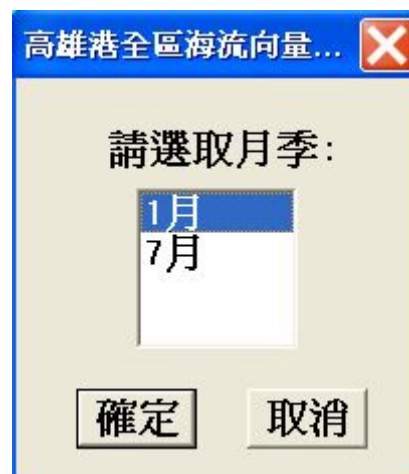


圖 12-12 高雄港區海象數值模擬海流資料查詢月季選取對話框

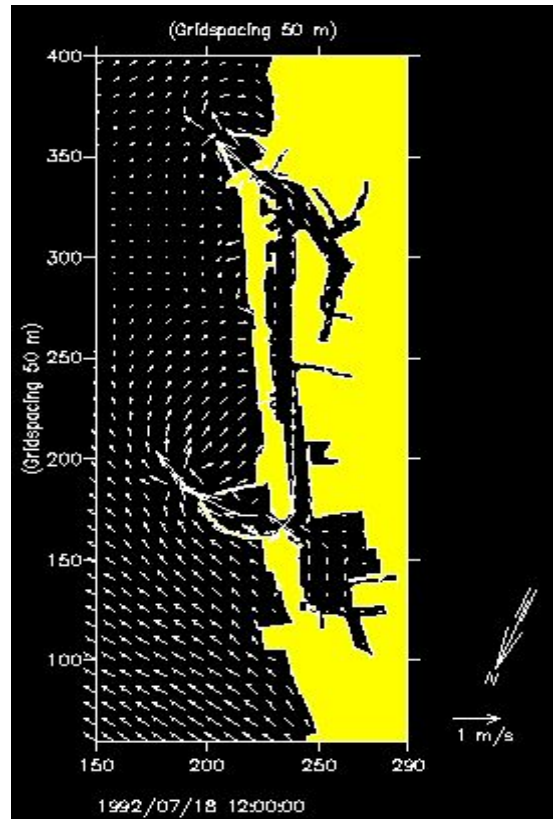


圖 12-13 高雄港區海象數值模擬海流資料查詢結果之一

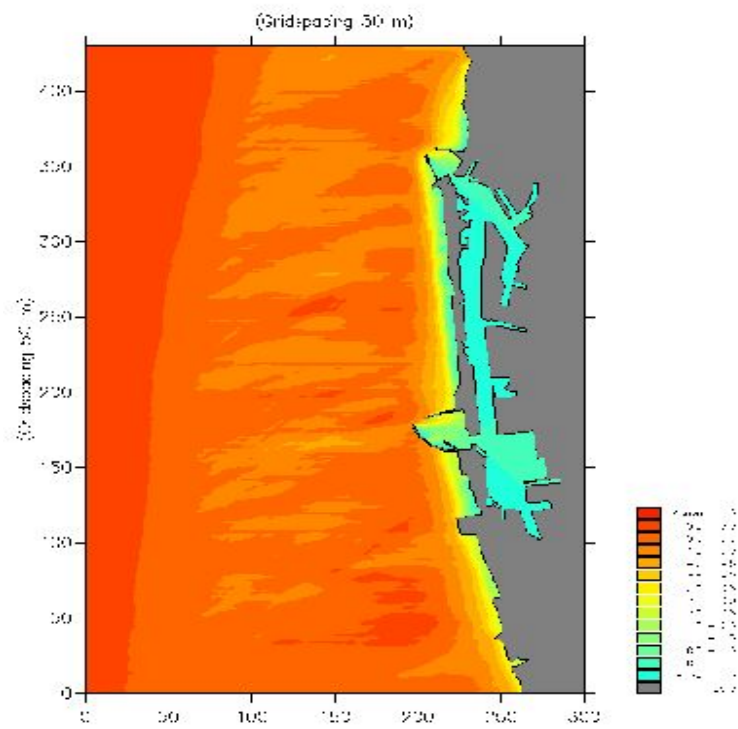


圖 12-14 高雄港區海象數值模擬波浪資料查詢結果之一

第十三章 貨櫃碼頭營運資料查詢展示

13.1 貨櫃碼頭營運資料配置圖層及屬性資料錄說明

本研究將高雄港台中港及基隆港港區內貨櫃碼頭之分佈位置繪製於 Container_TEU.tab 圖層檔內，而圖上每一貨櫃碼頭物件之屬性資料也對照登錄到資料庫表格檔內。以高雄港為例，貨櫃碼頭屬性資料共設計成六個欄位，依序為：碼頭、87 年、88 年、89 年、90 年、91 年、租賃公司等，其欄位名稱，中文說明，資料型態及長度如表 13.1 所示。

表 13.1 貨櫃碼頭營運設計使用資料檔案及資料錄說明

系統名稱：港區基本工程資料查詢系統			日期： / /	
檔案名稱：Container_TEU			檔案格式：表格(.DBF)	
檔案說明：碼頭貨櫃裝卸量及登錄年度資料				
編號	欄位名稱	欄位中文說明	資料型態及長度	備 註
1	碼頭	碼頭編號	Char(15)	
2	87 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
3	88 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
4	89 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
5	90 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
6	91 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
7	租賃公司	租賃公司	Char(30)	

13.2 貨櫃碼頭營運資料查詢展示模組設計

13.2.1 查詢選單設計規劃

貨櫃碼頭營運資料經數化建檔後，貯放在「港區基本工程資料查詢展示系統」資料庫內。而相關資料之查詢，係設計成下拉式選單方式，配合對話框輸入查詢資料。查詢選單劃設為三項，分別為：

1. 顯示貨櫃碼頭位置分佈
2. 關閉貨櫃碼頭位置分佈
3. 貨櫃裝卸量統計圖表

該三項選單架構在查詢系統的第三主選單「碼頭設計及調查資料」項下，而「貨櫃裝卸量統計圖表」選單又可下拉出六個次選單：

1. 單一碼頭_貨櫃裝卸量統計圖展繪
2. 單一碼頭_貨櫃裝卸量統計表展示
3. 多選碼頭_貨櫃裝卸量統計圖展繪
4. 多選碼頭_貨櫃裝卸量統計表展示
5. 全港區_貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪
6. 全港區_貨櫃碼頭裝卸量統計表展示

13.2.2 查詢模組設計規劃

貨櫃碼頭營運資料數化建檔後，貯放在資料庫高雄港及台中港港區底下。接著利用 MapBasic 程式語言，撰寫查詢及展繪模組，該模組命名為 Container_quantity，模組下分六個副程式，其功能依序說明如下：

- (1) Show_Container_Whrf 副程式：顯示貨櫃碼頭的位置。
- (2) Close_Container_Whrf 副程式：隱藏貨櫃碼頭的位置。

- (3) Whrf_TEU_graph 副程式：顯示所點選之貨櫃碼頭分年裝卸量三維柱狀展示圖。
- (4) Port_TEU_graph 副程式：顯示全港區貨櫃碼頭分年裝卸量三維柱狀展示圖。
- (5) Whrf_TEU_Table 副程式：顯示所點選之貨櫃碼頭分年裝卸量統計表。
- (6) Port_TEU_Table 副程式：顯示全港區貨櫃碼頭分年裝卸量統計表。

13.3 貨櫃碼頭營運資料查詢展示操作程序

本研究所建置的貨櫃碼頭營運資料及新開發的查詢模組，係架構在本中心所開發的「港區基本工程資料查詢展示系統」之下，該系統的查詢界面設計成下拉式選單方式。主選單共有六大項，分別為(1)港埠規劃、(2)鑽探資料、(3)碼頭設計及調查資料、(4)堤防設計資料、(5)地震監測、(6)海氣象現地調查、(7)海象數值模擬等。由 MapInfo 進入此查詢系統，點選進入所欲查詢的港區，該港區地圖即展示在螢幕上，且原有的 MapInfo 內定選單也同時全部更換成新設計的選單，供使用者點取需用功能。

系統之查詢設計，係以下拉式選單配合物件選項的操作方式為主。使用者可在螢幕上選取所欲查詢的物件，再利用下拉式選單來展示各項文件資料或繪製相關成果。港區貨櫃碼頭營運資料查詢展示之操作程序如下：

1. 在視窗作業環境下，執行 MapInfo 系統，進入該系統內。
2. 點取選單 File \ Run MapBasic Program，選擇 d: \ harbor-1 內的執行檔 harbor-2003.mbx，按 OK 選鈕，即進入港區工程基本資料查詢展示系統。
3. 此時螢幕會展繪出台灣全島地圖，並標示基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置。

4. 利用滑鼠，點選欲查詢之港區，則螢幕展繪出該港區的向量地圖，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第十九選項「顯示貨櫃碼頭分佈位置圖」，系統則載入該港區之貨櫃碼頭位置分佈圖，貨櫃碼頭以黃色展繪。
5. 利用工具箱內的放大、縮小、平移等工具，可作地圖縮放，以更精細地查詢目標位置及鄰近地形。
6. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之碼頭。若只點選一個碼頭，此時「貨櫃裝卸量統計圖表」功能項底下所附屬的次選項「單一碼頭_貨櫃裝卸量統計圖展繪」，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。若點選兩個以上碼頭，此時「貨櫃裝卸量統計圖表」功能項底下所附屬的次選項「多選碼頭_貨櫃裝卸量統計圖展繪」，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。
7. 點選選單：「碼頭設計及調查資料」\「貨櫃裝卸量統計圖表」\「單一碼頭_貨櫃裝卸量統計圖展繪」，可查得該碼頭歷年貨櫃裝卸量統計成果圖。或點選：「碼頭設計及調查資料」\「貨櫃裝卸量統計圖表」\「多選碼頭_貨櫃裝卸量統計圖展繪」，可查得所選取碼頭歷年貨櫃裝卸量統計成果圖。若點選：「碼頭設計及調查資料」\「貨櫃裝卸量統計圖表」\「全港區_貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪」，系統則展繪全港區碼頭歷年貨櫃裝卸量統計成果圖。統計圖展繪後，接著可以展示統計表。使用者可依自己的需求來查詢資料。
8. 若要查詢另一港區的相關資料，可點選第一主功能項下的“選擇港區”功能，則系統會跳回主畫面。可依循步驟 4 至 7，繼續查詢其他港區的資料。
9. 結束查詢，可由功能表的最後一個功能項“視窗控制”下拉出“離開系統”次功能項，點選後則可停止本程式的執行。

13.4 高雄港貨櫃碼頭營運資料查詢展示

高雄港貨櫃碼頭營運資料查詢展示之操作程序如下：

1. 按照 13.3 節程式操作程序 1 至 3, 使用者可進入查詢系統的主畫面, 此時螢幕會展繪出台灣全島地圖, 並標示基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置, 如圖 13-1 所示。
2. 利用滑鼠, 點選高雄港, 則螢幕展繪出高雄港區的向量地圖, 地圖以綠色標示陸面區域位置, 以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第十九選項「顯示貨櫃碼頭分佈位置圖」, 系統則載入該港區之貨櫃碼頭位置分佈圖, 貨櫃碼頭以黃色展繪, 如圖 13-2 所示。
3. 選用工具箱內的點選工具, 再點選所欲查詢之碼頭。若只點選一個碼頭, 此時「貨櫃裝卸量統計圖表」功能項底下所附屬的次選項「單一碼頭_貨櫃裝卸量統計圖展繪」, 會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。若點選兩個以上碼頭, 此時「貨櫃裝卸量統計圖表」功能項底下所附屬的次選項「多選碼頭_貨櫃裝卸量統計圖展繪」, 會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。選單呈列狀況如圖 13-3 所示。
4. 點選選單:「碼頭設計及調查資料」\「貨櫃裝卸量統計圖表」\「單一碼頭_貨櫃裝卸量統計圖展繪」, 可查得該碼頭歷年貨櫃裝卸量統計成果圖, 高雄港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪如圖 13-4 所示。
5. 或點選選單:「碼頭設計及調查資料」\「貨櫃裝卸量統計圖表」\「多選碼頭_貨櫃裝卸量統計圖展繪」, 可查得所選取碼頭歷年貨櫃裝卸量統計成果圖, 高雄港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪如圖 13-5 所示。
6. 若點選選單:「碼頭設計及調查資料」\「貨櫃裝卸量統計圖表」\「全港區_貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪」, 系統則展繪全港區碼頭歷年貨櫃裝卸量統計成果圖。高雄港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪如圖 13-6 所示。
7. 統計圖展繪後, 接著可以展示統計表。使用者可依自己的需求來查詢資料。

13.5 基隆港貨櫃碼頭營運資料查詢展示

基隆港貨櫃碼頭營運資料查詢展示之操作程序如下：

1. 按照 13.3 節程式操作程序 1 至 3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕會展繪出台灣全島地圖，並標示基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置，如圖 13-1 所示。
2. 利用滑鼠，點選基隆港，則螢幕展繪出基隆港區的向量地圖，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第十九選項「顯示貨櫃碼頭分佈位置圖」，系統則載入該港區之貨櫃碼頭位置分佈圖，貨櫃碼頭以黃色展繪，如圖 13-7 所示。
3. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之碼頭。若只點選一個碼頭，此時「貨櫃裝卸量統計圖表」功能項底下所附屬的次選項「單一碼頭_貨櫃裝卸量統計圖展繪」，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。若點選兩個以上碼頭，此時「貨櫃裝卸量統計圖表」功能項底下所附屬的次選項「多選碼頭_貨櫃裝卸量統計圖展繪」，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。
4. 點選選單：「碼頭設計及調查資料」\「貨櫃裝卸量統計圖表」\「單一碼頭_貨櫃裝卸量統計圖展繪」，可查得該碼頭歷年貨櫃裝卸量統計成果圖，基隆港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪如圖 13-8 所示。
5. 或點選選單：「碼頭設計及調查資料」\「貨櫃裝卸量統計圖表」\「多選碼頭_貨櫃裝卸量統計圖展繪」，可查得所選取碼頭歷年貨櫃裝卸量統計成果圖，基隆港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪如圖 13-9 所示。
6. 若點選選單：「碼頭設計及調查資料」\「貨櫃裝卸量統計圖表」\「全港區_貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪」，系統則展繪全港區碼頭歷年貨櫃裝卸量統計成果圖。基隆港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪如圖 13-10 所示。

7. 統計圖展繪後，接著可以展示統計表。使用者可依自己的需求來查詢資料。

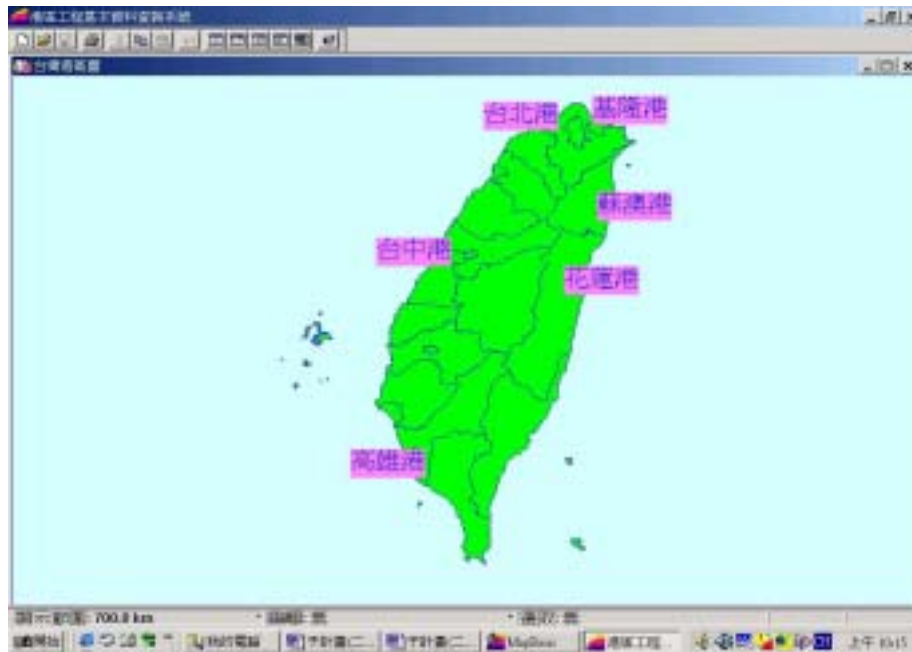


圖 13-1 查詢系統主畫面

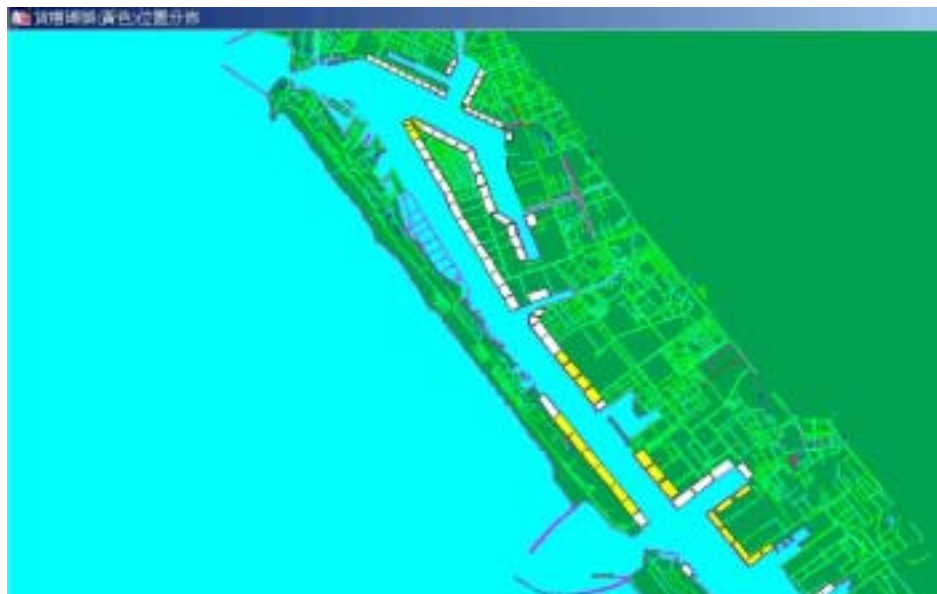


圖 13-2 高雄港貨櫃碼頭分佈位置圖



圖 13-3 高雄港貨櫃裝卸量選單呈列狀況圖

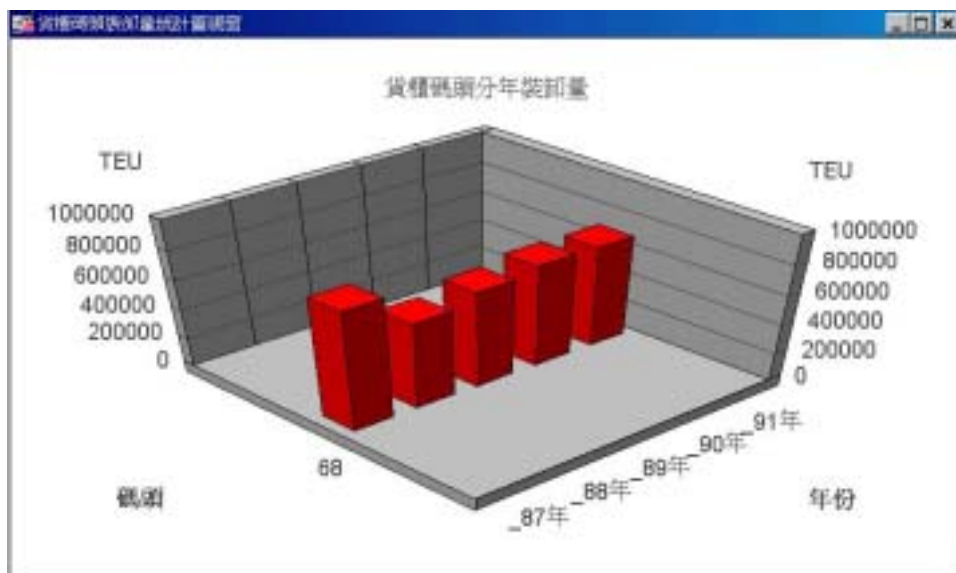


圖 13-4 高雄港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

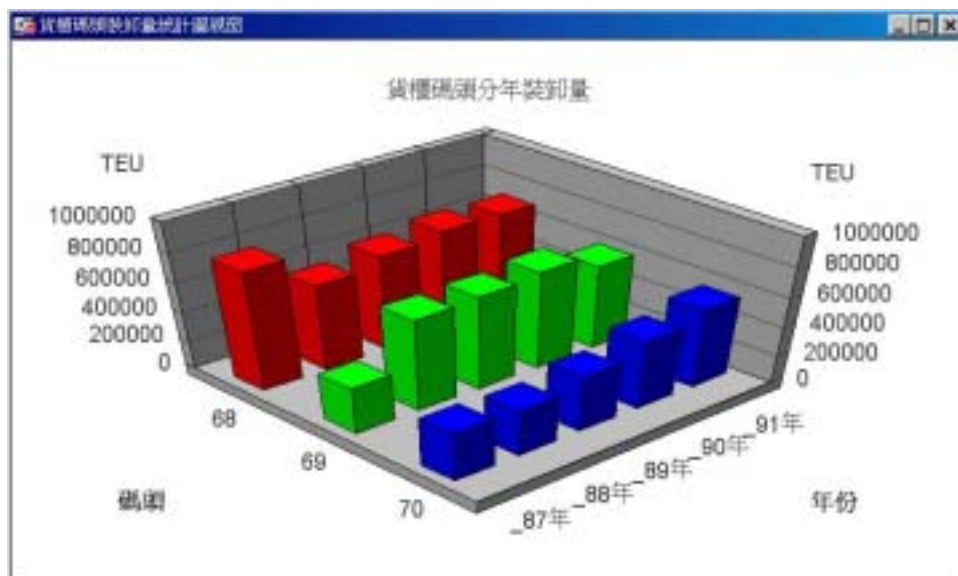


圖 13-5 高雄港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

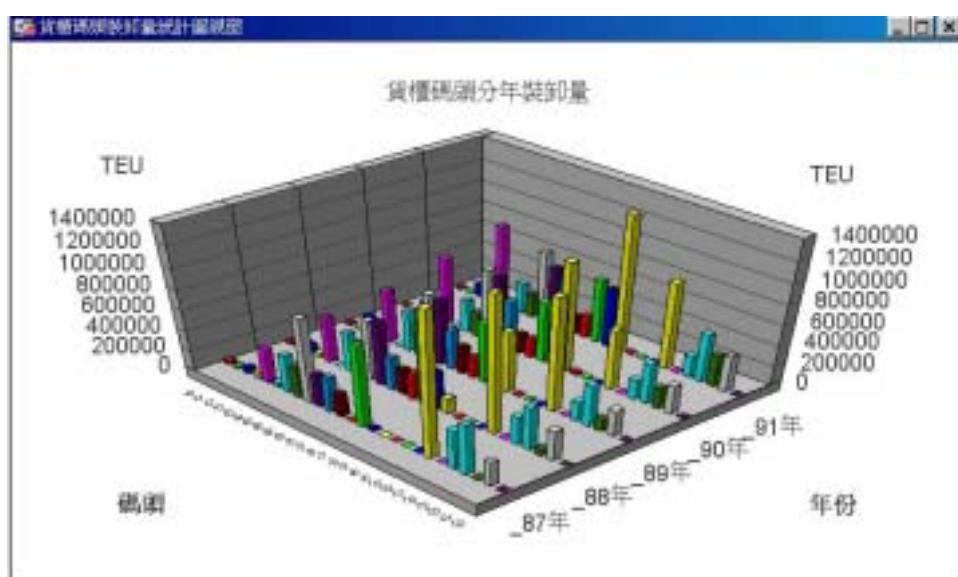


圖 13-6 高雄港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪



圖 13-7 基隆港貨櫃碼頭分佈位置圖

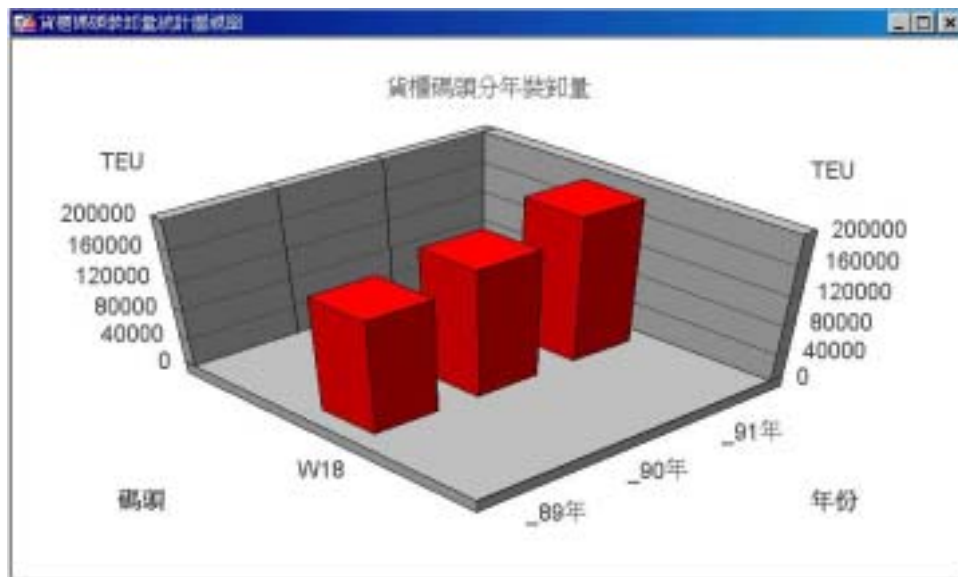


圖 13-8 基隆港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

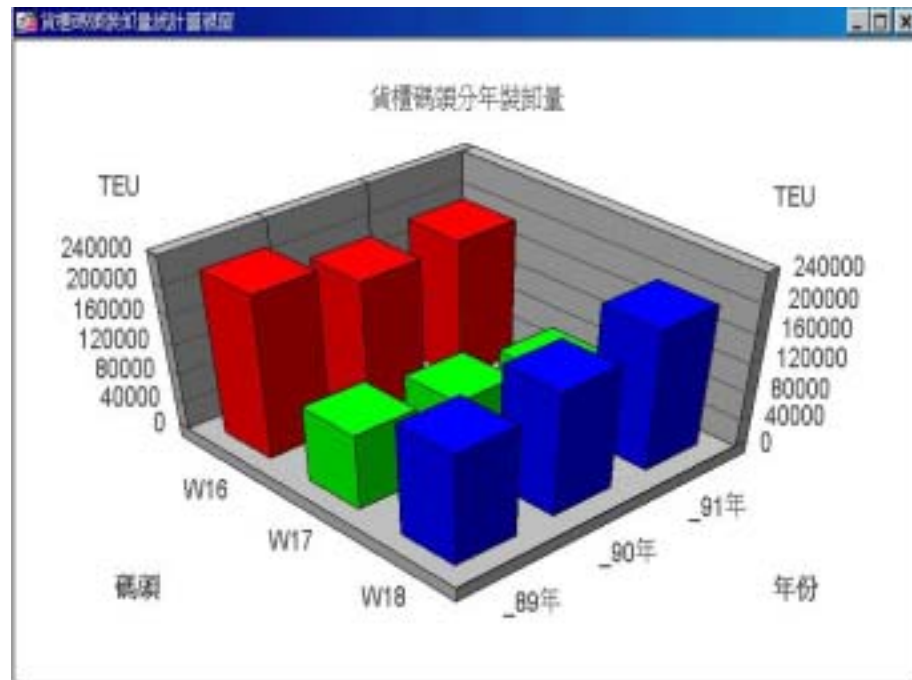


圖 13-9 基隆港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

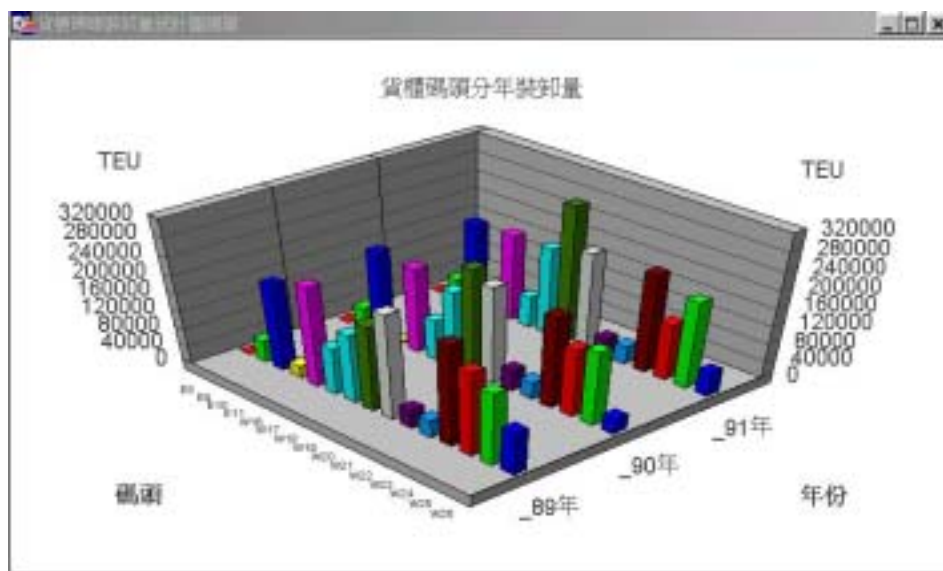


圖 13-10 基隆港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪

第十四章 成果網頁資料製作

14.1 地理資訊系統成果網頁資料製作緣由

運輸研究所港灣技術研究中心在地理資訊系統之應用上，正朝模式分析及虛擬實境等目標來發展。運用 MicroStation 等 GIS 軟體製作港池模型，讓使用者可以進入虛擬模型自由導覽。同時，系統內也建置了碼頭結構、港區地質等資料，並開發土壤液化分析模組，也提供港區歷年海氣地象資料之查詢，包括現場觀測、統計分析、數值推算等成果。

而在最近幾年網際網路快速蔓延，無論是學生或社會人士，學者專家或是販夫走卒，都想利用網際網路可以提供各種服務的特性來一探網際網路的奧秘。為了將相關地理資訊查詢系統的查詢功能發揮的更完善，讓需要獲得相關資訊的人士能更方便，將原本在個人電腦或工作站上的地理資訊系統提供上網查詢是必然的趨勢。

因此本計畫乃配合相關的三維地理資訊系統計畫，將系統所建置之部份資料，提供在網路上供各界查詢。計畫第一年選擇花蓮港區、第二年選擇高雄港區，以動畫模擬方式來建置港區虛擬實境導覽。雖然受限於網路頻寬的限制，無法像在個人電腦般的全螢幕快速動態模擬，但也儘可能運用最新的電腦程式及書寫相關的 Java, Asp 語言來表現最佳的三維動態港池模型導覽。並依據港務局所提供的原始資料，港區配置規劃、碼頭使用類別及構造型式、堤防使用類別及構造型式來建置相對應的二維平面或三維立體圖。三維立體圖更運程式技巧來展現各方向的預視圖，形成立體動畫的效果。接著結合現場的海氣象調查統計，以及數值模式推算的結果，將查詢架構及資料庫內容予以擴充，以供各界查詢使用。由於數值模式模擬結果的資料量相當大，在網路頻寬限制下並不適宜提供網際線上模擬展示，只能提供數值模擬結果表現圖。

14.2 花蓮港網頁系統查詢展示

點選中文網站主頁之“花蓮港”後呈現花蓮港首頁，如圖 14-1。



圖 14-1 花蓮港首頁

計可查詢下列九項主題：

14.2.1 花蓮港港池模型導覽

由花蓮港務局提供之原始資料來建置港池模型，如圖 14-2。並於港池內部選定南北兩處進行 720 度虛擬實境模擬製作，點選該處即可 720 度觀賞港池設施及景觀。



圖 14-2 花蓮港港池模型導覽

圖 14-3 為 720 度虛擬實境導覽之一景，利用控制框之上、下、左、右鍵可改變導覽方向；點選 +、- 鍵可拉近或拉遠來觀賞。在本年度的計畫中，使用了更新的虛擬實境導覽程式製作，可以整個 720 度點選並播放。更方便的就是免除以前網路播放時還要 Plugin 內置播放軟體才能觀賞之缺點，只要點選後即可下載瀏覽。

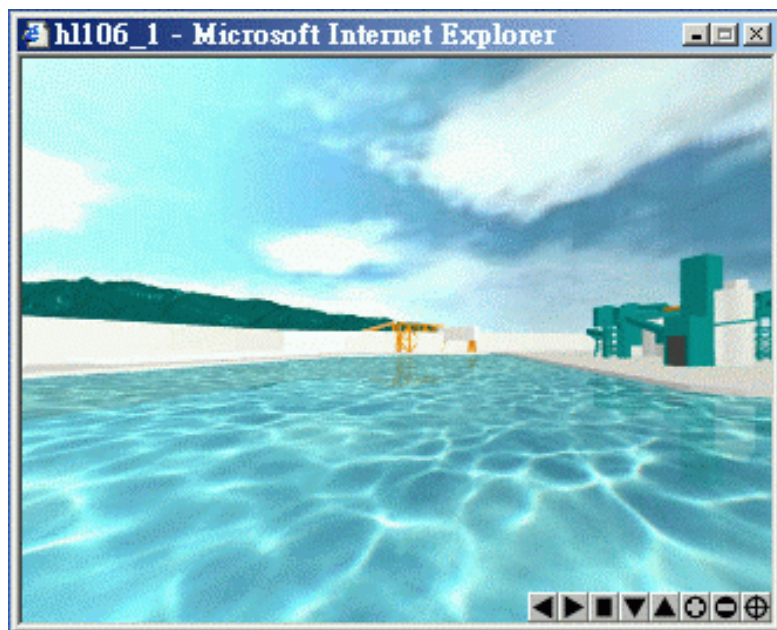


圖 14-3 花蓮港 720 度虛擬實境導覽

14.2.2 花蓮港港區配置規劃

第二項主題即是花蓮港區之配置規劃，原始資料由花蓮港務局提供來建置。整個港區配置規劃分成圖 14-4 花蓮港港區現況圖及圖 14-5 花蓮港港區未來規劃圖，可以直接點選也可以用滑鼠拉動右側滑棒來觀看。

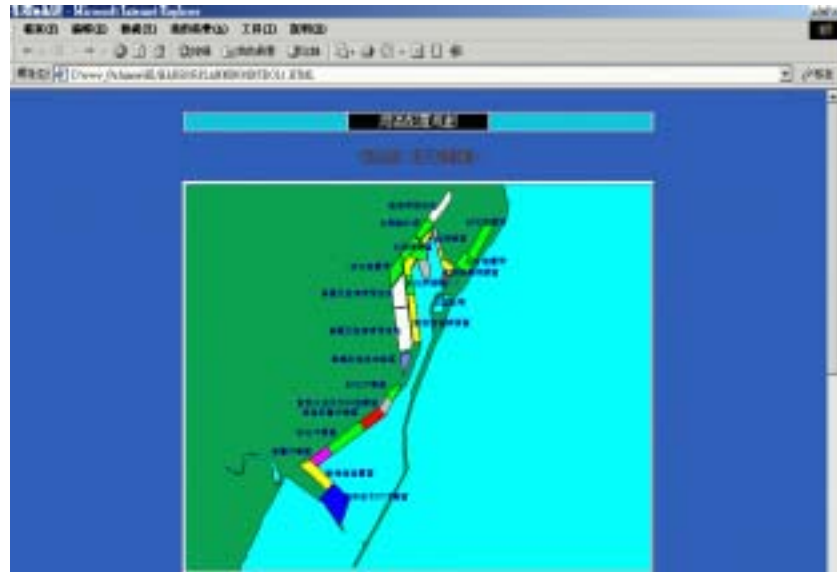


圖 14-4 花蓮港港區現況圖



圖 14-5 花蓮港港區未來規劃圖

14.2.3 花蓮港地質資料展繪

港研中心將收錄之地質鑽探資料建成地質資料庫，並可將地質資料根據地震強度與液化機率轉繪到 3D 資料庫中，如此就比較容易明瞭花蓮港各個地質鑽探功能。如圖 14-6 花蓮港地質資料展繪。

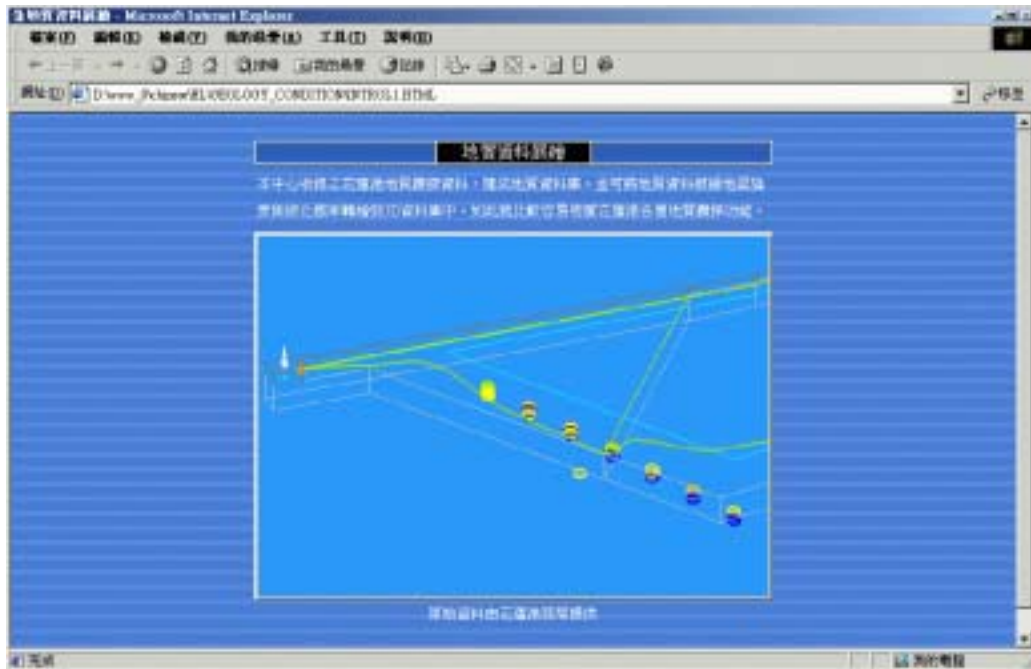


圖 14-6 花蓮港地質資料展繪

14.2.4 土壤液化分析

土壤液化就是原本為固體的土壤，因強烈地震力的作用，突然間變成液體狀態的現象。此現象普遍被世人所注意，是 1964 年美國阿拉斯加大地震與日本新瀉大地震開始。台灣在 1999 年的集集大地震，中部許多地方也發生液化現象：如彰化員林、台中霧峰等地。液化現象大都發生在鬆軟且充滿地下水的沙土層中，當強烈的地震來襲時，會促使土體中的水壓力逐漸增強，當水壓力強過原先土體的支撐應力時，固體的土壤瞬間會變為如泥漿一般液體狀態，此高壓力的泥漿有時會遁軟弱的縫隙湧出地表，產生形狀如小火山錐一般的噴沙口。液化也會使土層上部的建築物因土壤喪失支撐力而傾倒，造成各種災害。

本項網頁查詢首先將土壤液化的概述呈現給使用者觀看，如圖 14-7 土壤液化分析概述。



圖 14-7 土壤液化分析概述

在土壤液化分析概述網頁上，就可以用滑鼠來點選液化動畫示意及液化分析柱狀圖。

14.2.4.1 液化動畫示意

液化動畫示意係應用 FLUSH 軟體來撰寫，首先展示地震前的建築物及土層分布圖，接著展示地震來襲時之狀況。地震來襲後鬆軟土層之水壓力漸增，液化發生，出現湧砂及房屋傾倒現象。

利用 FLUSH 軟體將上述的數張靜態圖檔結合，並給定相關之動作模式後，串連成一完整之土壤液化動畫展示。在此僅以一張地震時土壤產生液化，出現湧砂及房屋傾倒現象之圖 14-8 液化動畫示意圖來代表。

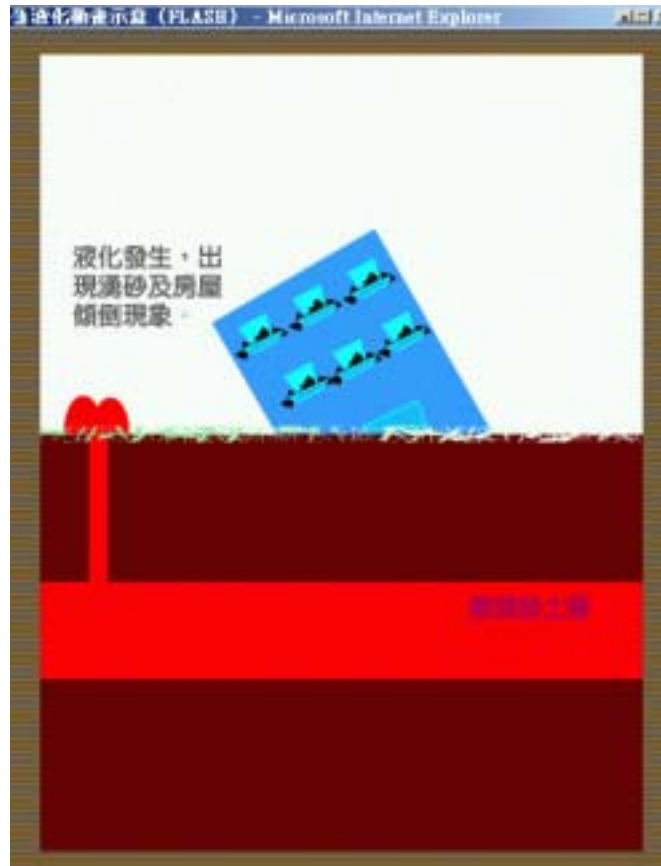


圖 14-8 液化動畫示意圖

14.2.4.2 花蓮港土壤液化分析柱狀圖

利用所收錄的地質鑽探資料，撰寫液化分析程式，在地理資訊系統尚可直接點取鑽孔，產出液化分析成果圖，並可配合港地模型作立體展繪。由於網頁製作有一些先天性的限制，無法像地理資訊系統可直接展示，只能將部分成果如圖 14-9 花蓮港土壤液化分析柱狀圖所示液化分析規模 7.3 加速 0.16g 強震條件分析結果。

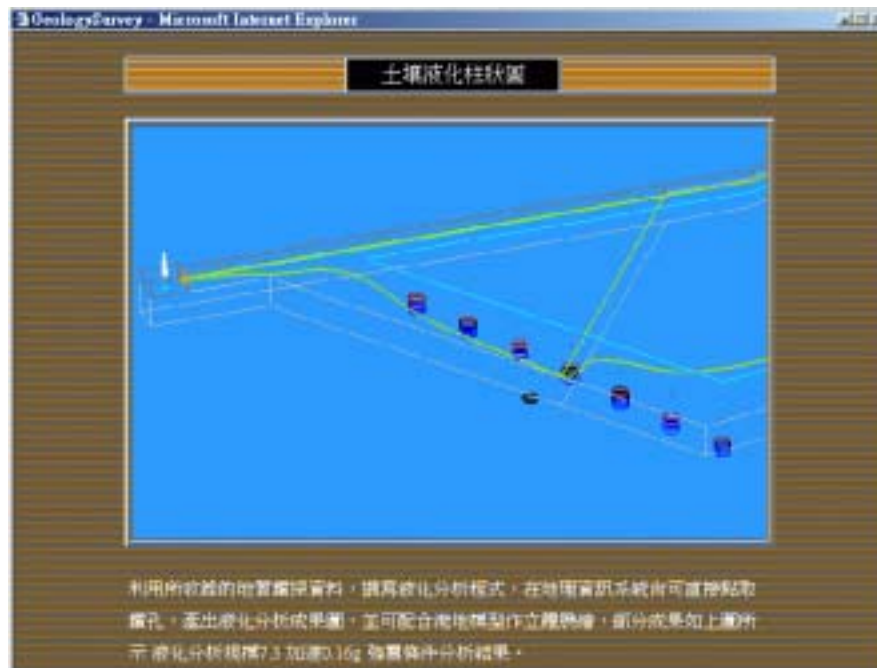


圖 14-9 花蓮港土壤液化分析柱狀圖

14.2.5 花蓮港碼頭使用類別

花蓮港的碼頭，依照用途可分為水泥、砂石...等共 11 類。將各碼頭用途依照主題圖繪出，展示如圖 14-10。

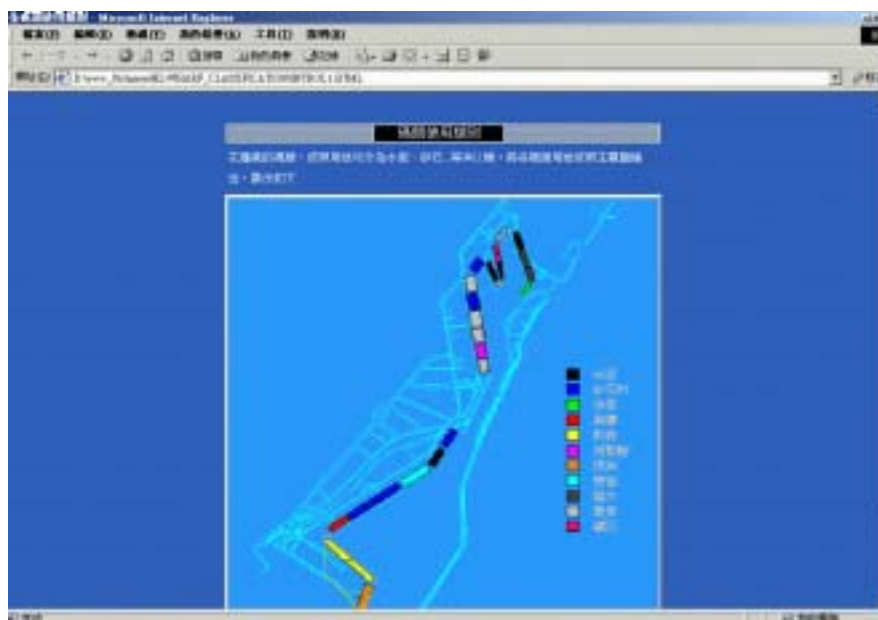


圖 14-10 花蓮港碼頭使用類別

14.2.6 花蓮港碼頭構造型式

花蓮港的碼頭，構造型式主要分成沈箱、板樁、砌塊等型式，將此三類碼頭以立體模型繪出，展示網頁如圖 14-11。



圖 14-11 花蓮港碼頭構造型式網頁

在此網頁中提供碼頭構造型式靜態與動態查詢，靜態碼頭構造圖係依據花蓮港務局提供之碼頭構造平面圖來製作立體圖。圖 14-12a 為沉箱式碼頭平面圖，圖 14-12b 為沉箱式碼頭立體圖。

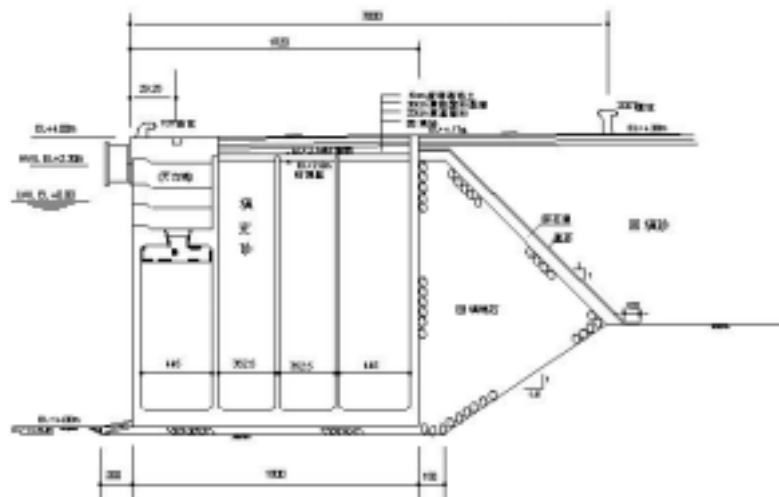


圖 14-12a 沉箱式碼頭平面圖

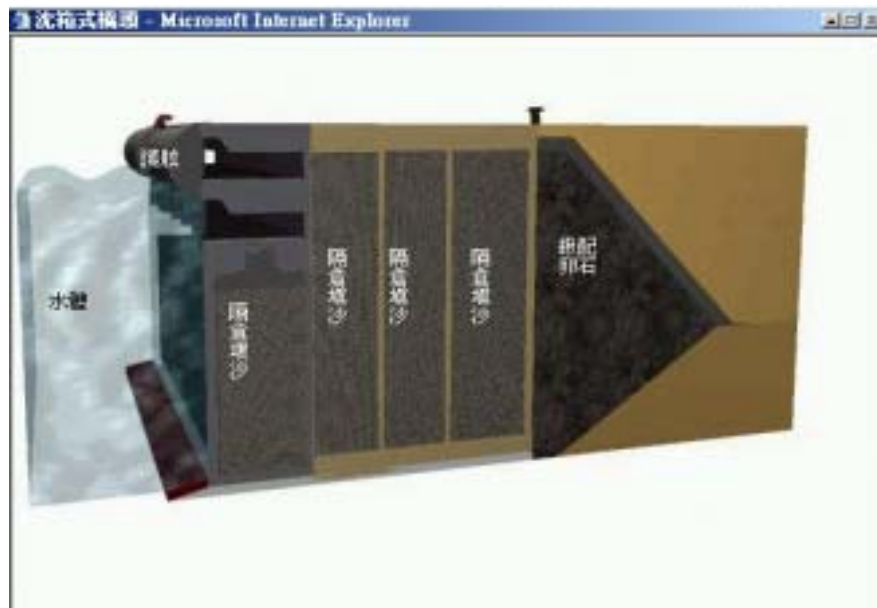


圖 14-12b 沉箱式碼頭立體圖

圖 14-13a 為板樁式碼頭平面圖, 圖 14-13b 為板樁式碼頭立體圖。

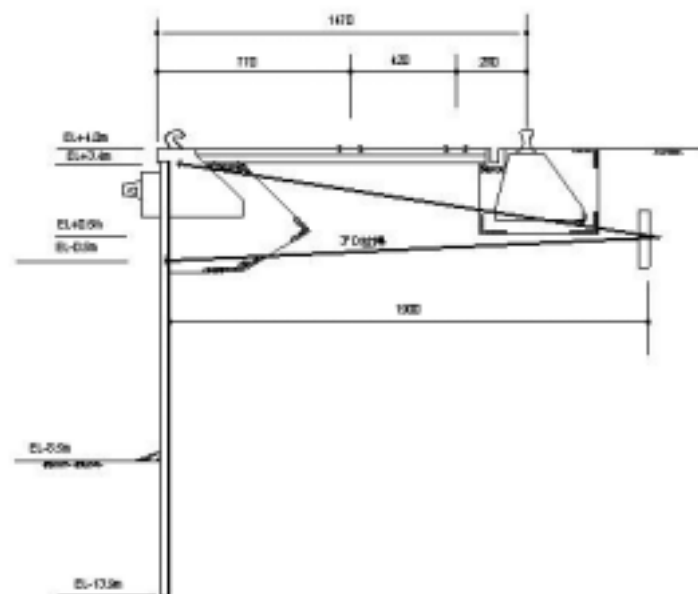


圖 14-13a 板樁式碼頭平面圖

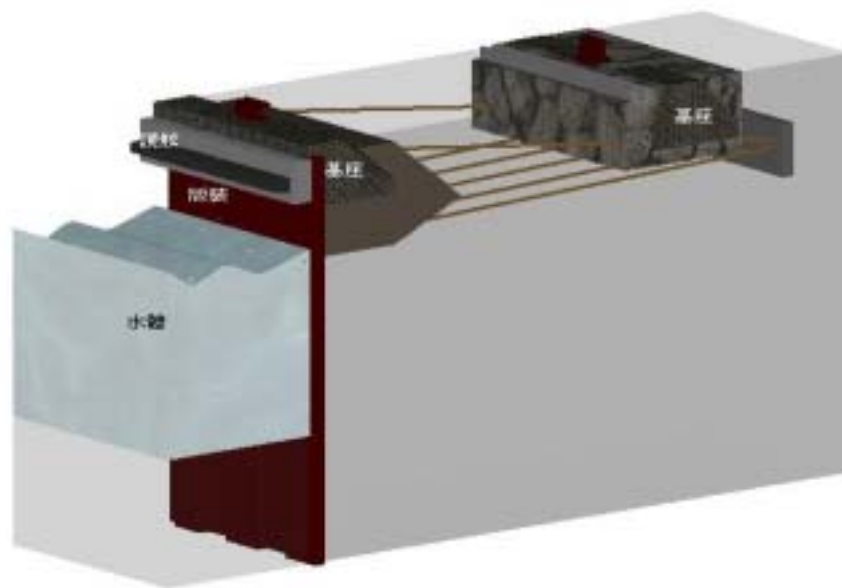


圖 14-13b 板樁式碼頭立體圖

圖 14-14a 為砌塊式碼頭平面圖, 圖 14-14b 為砌塊式碼頭立體圖。

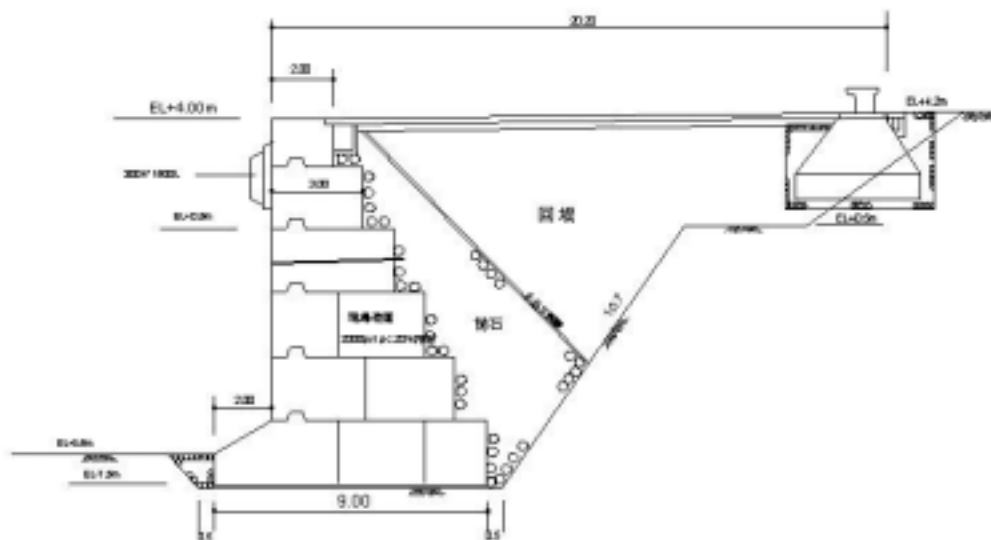


圖 14-14a 砌塊式碼頭平面圖

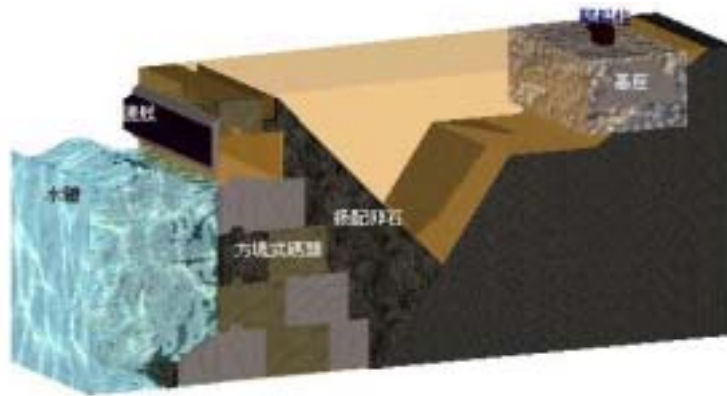


圖 14-14b 砌塊式碼頭立體圖

動態展示係將靜態碼頭立體圖製作十三個不同角度的立體圖，如圖 14-15，再依序展示，利用速度及視覺暫留效應形成動態展示。



圖 14-15 十三個不同角度的靜態碼頭立體圖

14.2.7 花蓮港堤防型態類別

花蓮港之堤防，依結構設計樣式主要分為兩類，一為沈箱合成堤，另一為混凝土砌塊合成堤，其分佈位置如圖 14-16 所示：

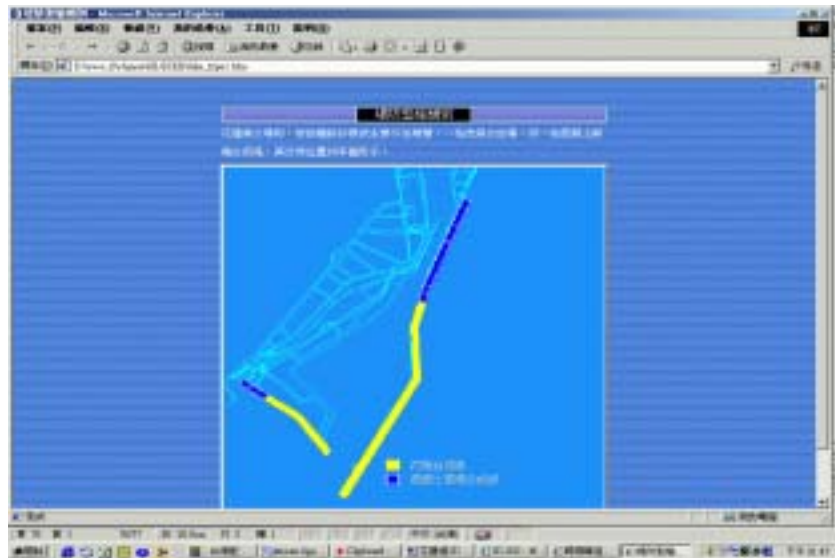


圖 14-16 花蓮港堤防型態類別

14.2.8 花蓮港堤防構造型式

花蓮港的堤防構造型式依沈箱、砌塊等型式，將此二類堤防構造以立體模型繪出，展示網頁如圖 14-17。



圖 14-17 花蓮港堤防構造型式網頁

在此網頁中提供堤防構造型式靜態與動態查詢，靜態堤防構造圖係依據花蓮港務局提供之堤防構造平面圖來製作立體圖。圖 14-18a 為沉箱式堤防平面圖，圖 14-18b 為沉箱式堤防立體圖。

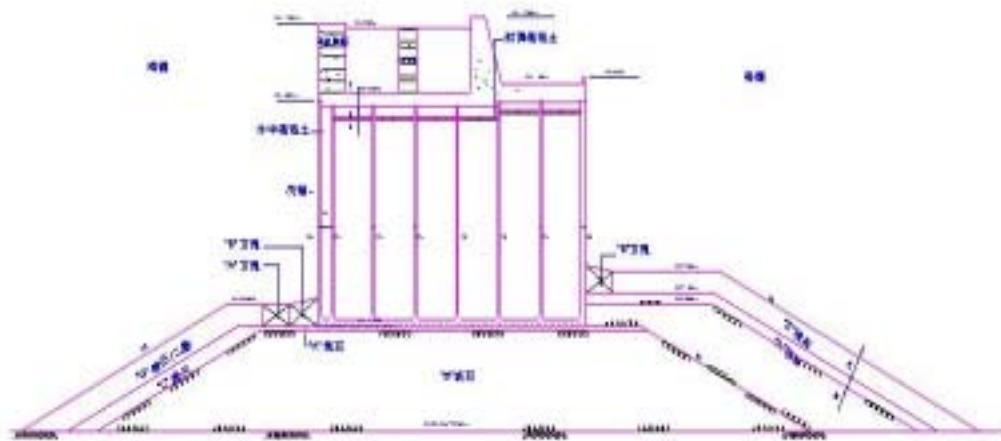


圖 14-18a 沉箱式堤防平面圖

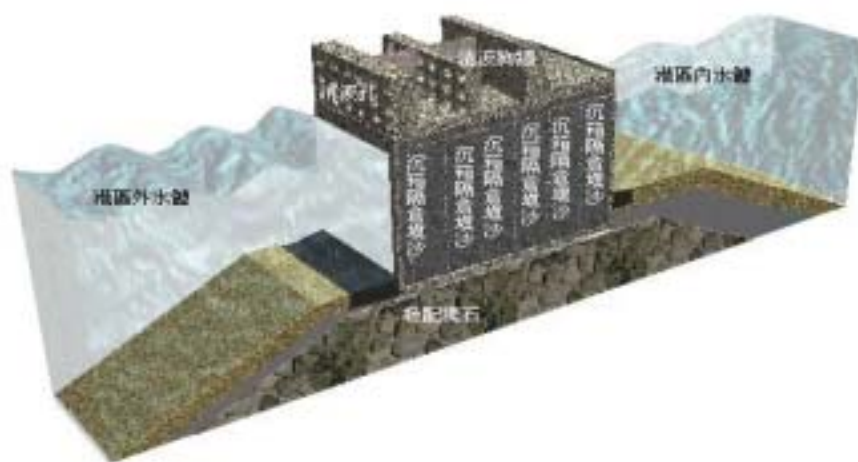


圖 14-18b 沉箱式堤防立體圖

圖 14-19a 為砌塊式堤防平面圖，圖 14-19b 為砌塊式堤防立體圖。

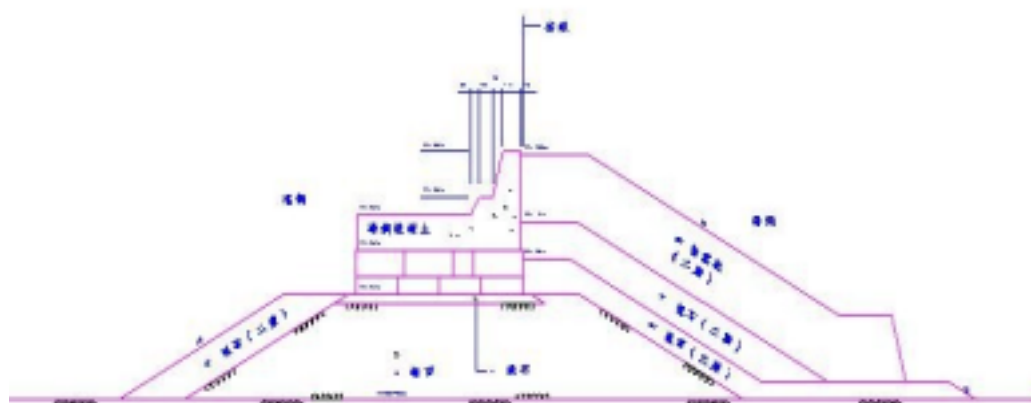


圖 14-19a 砌塊式堤防平面圖

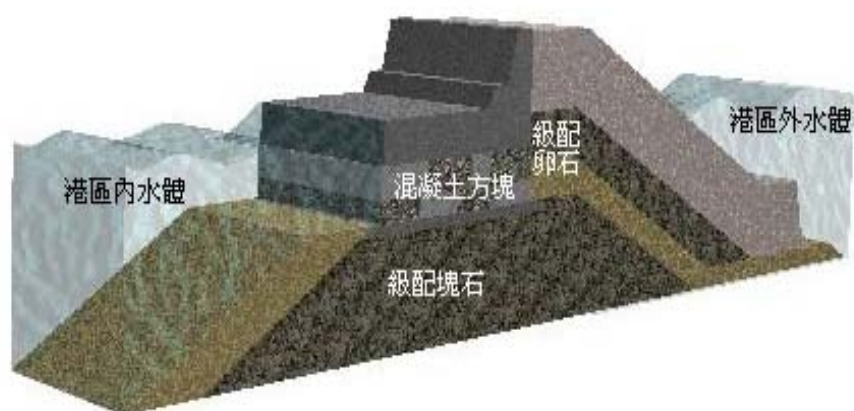


圖 14-19b 砌塊式堤防立體圖

14.2.9 花蓮港海氣地象資料查詢

圖 14-20 為海氣地象資料查詢網頁，根據港口、方法、類別、測點及內容、年月等資料查詢相關時間報表。右邊地圖可根據港區與方法，顯示不同之測點位置。



圖 14-20 花蓮港海氣地象資料查詢網頁

選項說明：

港口：可選擇台中港或花蓮港。

方法：包括現場資料、數值模擬結果。

類別：選擇風、潮汐、海流或波浪。

測點：選擇特定之港口、方法及類別後，會產生下拉選單將幾個相關之資料測點提供點選。

內容：以上點選結果可供選擇之表現內容，如潮汐月曆線圖、海流全區海流向量圖 等。

年份：點選結果可供選擇之年份。

月份：點選結果可供選擇之月份。

如圖 14-21 查詢現場資料潮汐月曆線圖網頁為例，則呈現出圖 14-22 月曆線圖下載網頁，供使用者直接開啟或存檔。

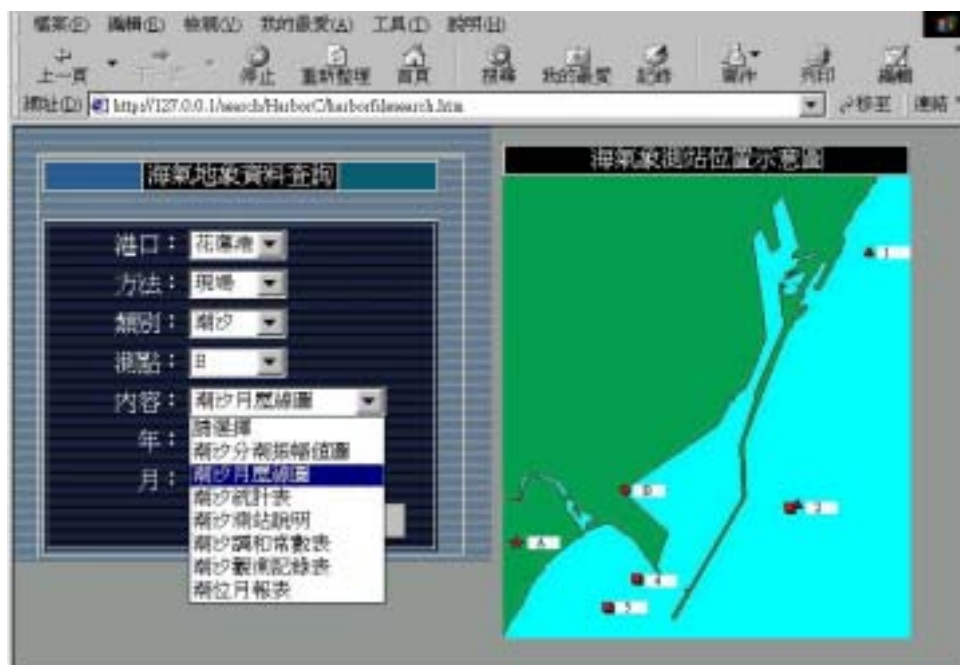


圖 14-21 查詢潮汐月曆線圖網頁



圖 14-22 月曆線圖下載網頁

開啟以後可得出圖 14-23 潮汐月曆線圖。

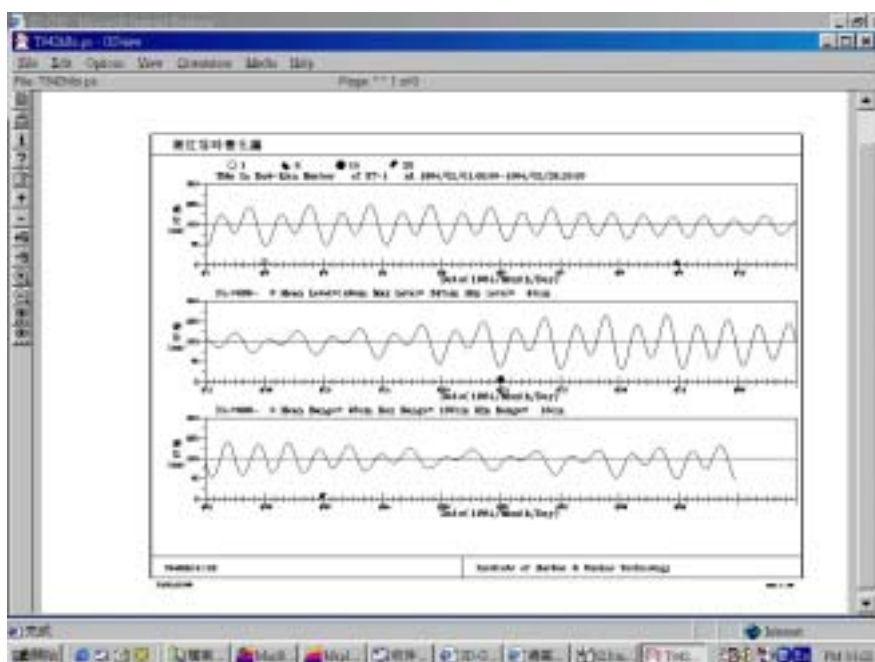


圖 14-23 潮汐月曆線圖

在圖 14-24 查詢數值方法 Y 測點之海流全區海流向量圖網頁為例，則呈現出圖 14-25 全區數值海流向量圖。



圖 14-24 查詢數值全區海流向量圖網頁

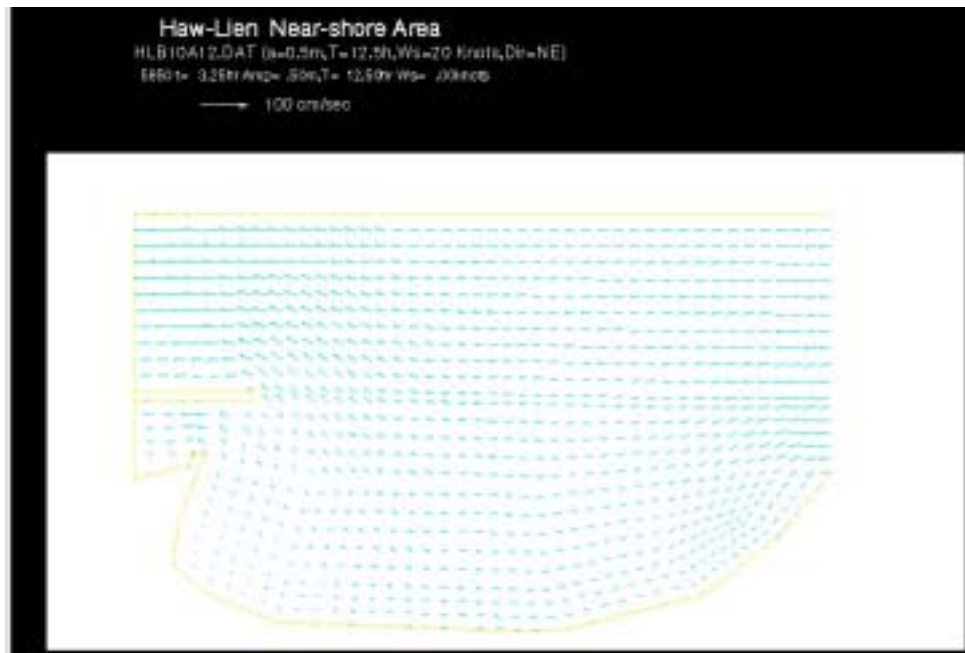


圖 14-25 全區數值海流向量圖

14.3 高雄港網頁系統查詢展示

點選中文網站主頁之“高雄港”後呈現高雄港首頁，如圖 14-26。



圖 14-26 高雄港首頁

計可查詢下列九項主題：

14.3.1 高雄港港池模型導覽

由高雄港務局提供之原始資料來建置港池模型，如圖 14-27。並於港池內部選定南北兩處進行 720 度虛擬實境模擬製作，點選該處即可 720 度觀賞港池設施及景觀。

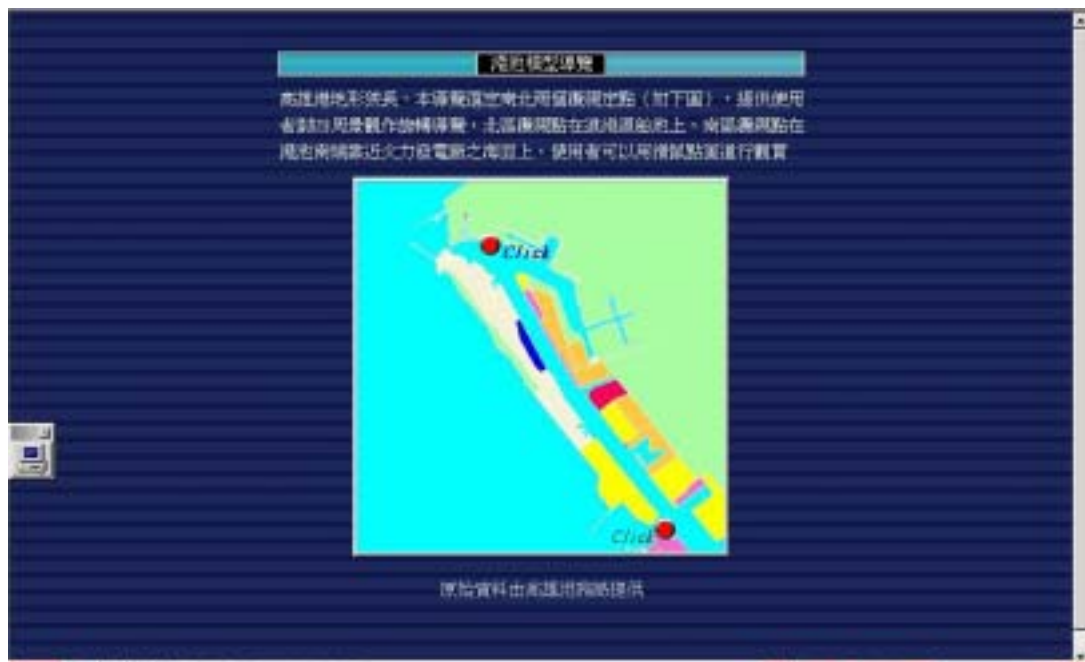


圖 14-27 高雄港港池模型導覽

圖 14-28 為 360 度虛擬實境導覽之一景，利用滑鼠控制鍵上、下、左、右移動可改變導覽方向。在本年度的計畫中，係使用 MicroStation V8 完成虛擬實境導覽程式製作，可以用 Quicktime 來 360 度點選並播放。

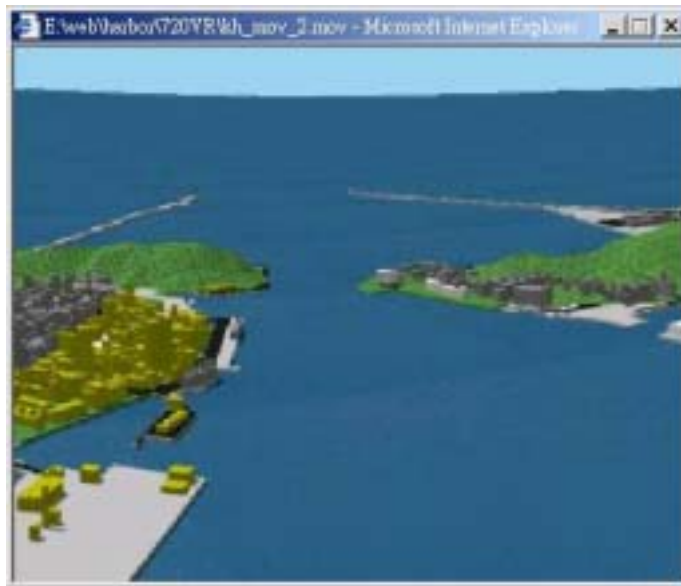


圖 14-28 高雄港 360 度虛擬實境導覽

14.3.2 高雄港港區配置規劃

第二項主題即是高雄港區之配置規劃，原始資料由高雄港務局提供來建置。整個港區配置規劃分成圖 14-29 高雄港港區現況圖及圖 14-30 高雄港港區未來規劃圖，可以直接點選也可以用滑鼠拉動右側滑棒來觀看。

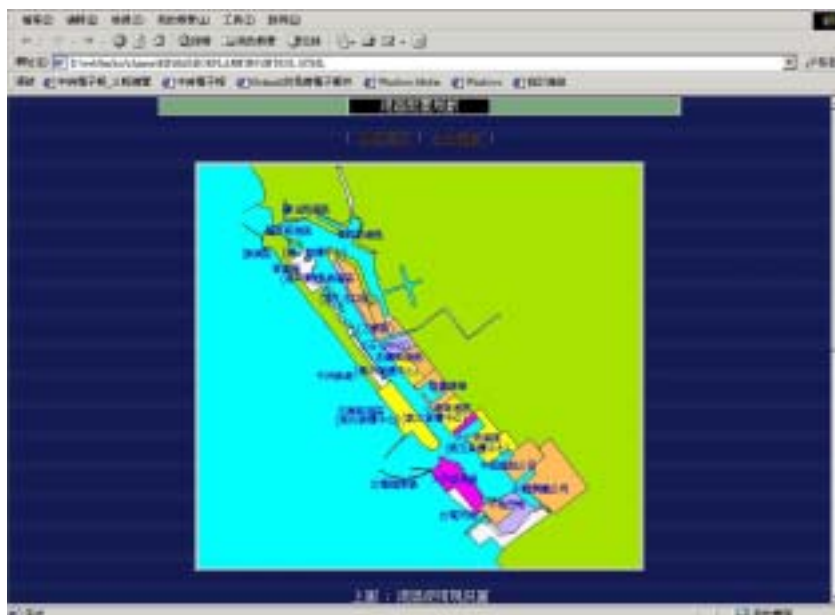


圖 14-29 高雄港港區現況圖

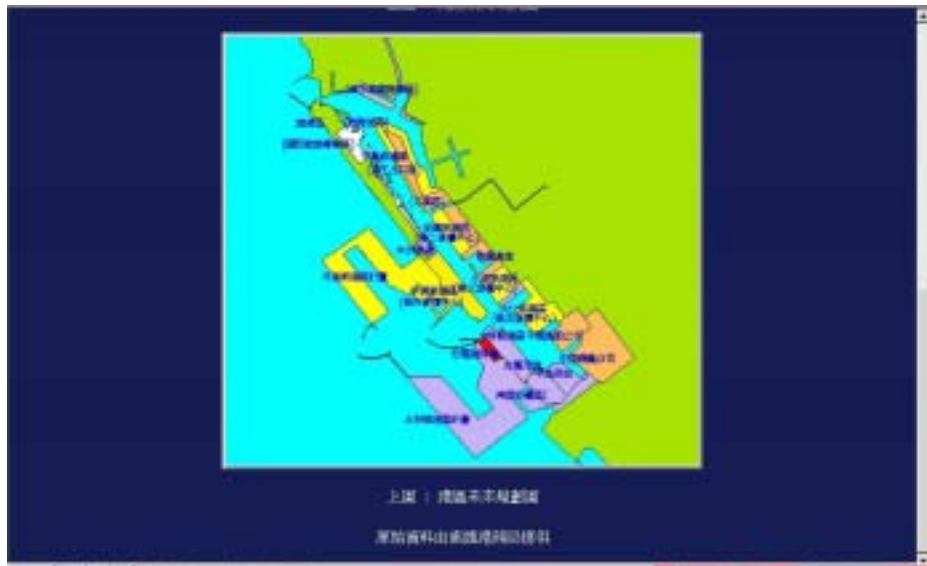


圖 14-30 高雄港港區未來規劃圖

14.3.3 高雄港地質資料展繪

本所將收錄之地質鑽探資料建成地質資料庫，並可將地質資料根據地震強度與液化機率轉繪到 3D 資料庫中，如此就比較容易明瞭高雄港各個地質鑽探功能。如圖 14-31 高雄港地質資料展繪。

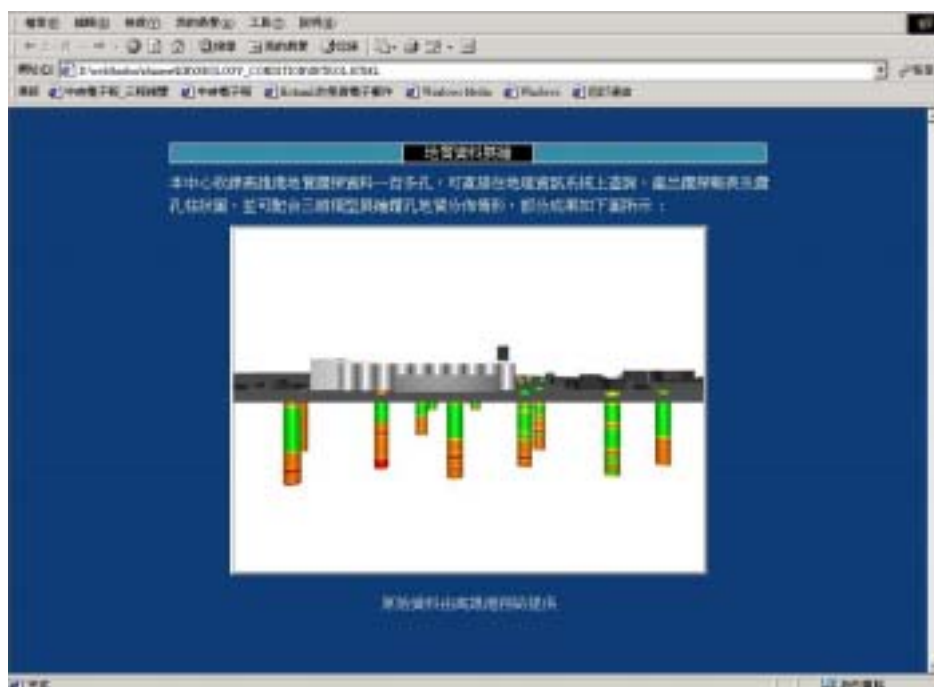


圖 14-31 高雄港地質資料展繪

14.3.4 土壤液化分析

土壤液化就是原本為固體的土壤，因強烈地震力的作用，突然間變成液體狀態的現象。此現象普遍被世人所注意，是 1964 年美國阿拉斯加大地震與日本新瀉大地震開始。台灣在 1999 年的集集大地震，中部許多地方也發生液化現象：如彰化員林、台中霧峰等地。液化現象大都發生在鬆軟且充滿地下水的沙土層中，當強烈的地震來襲時，會促使土體中的水壓力逐漸增強，當水壓力強過原先土體的支撐應力時，固體的土壤瞬間會變為如泥漿一般液體狀態，此高壓力的泥漿有時會遁軟弱的縫隙湧出地表，產生形狀如小火山錐一般的噴沙口。液化也會使土層上部的建築物因土壤喪失支撐力而傾倒，造成各種災害。

本項網頁查詢首先將土壤液化的概述呈現給使用者觀看，如圖 14-32 土壤液化分析概述。



圖 14-32 土壤液化分析概述

在土壤液化分析概述網頁上，就可以用滑鼠來點選液化動畫示意及液化分析柱狀圖。

14.3.4.1 液化動畫示意

液化動畫示意係應用 FLUSH 軟體來撰寫，首先展示地震前的建築物及土層分布圖，接著展示地震來襲時之狀況。地震來襲後鬆軟土層之水壓力漸增，液化發生，出現湧砂及房屋傾倒現象。

利用 FLUSH 軟體將上述的數張靜態圖檔結合，並給定相關之動作模式後，串連成一完整之土壤液化動畫展示。在此僅以一張地震時土壤產生液化，出現湧砂及房屋傾倒現象之圖 14-33 液化動畫示意圖來代表。

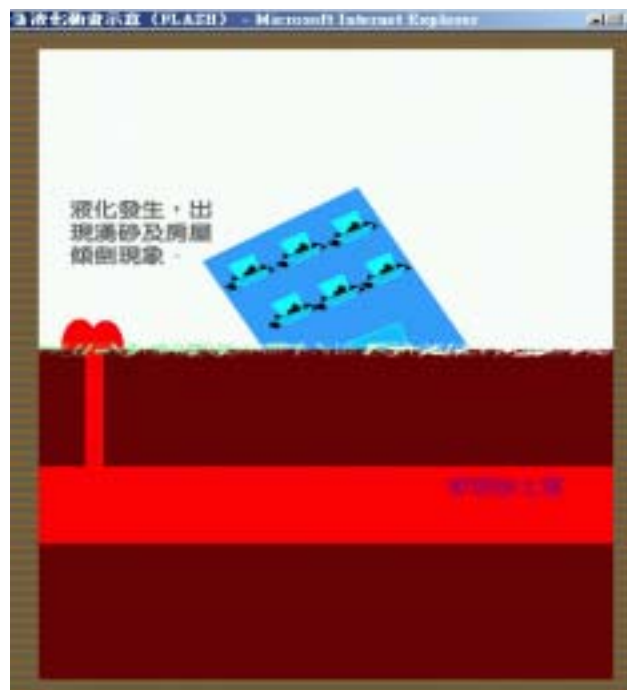


圖 14-33 液化動畫示意圖

14.3.4.2 高雄港土壤液化分析柱狀圖

利用所收錄的地質鑽探資料，撰寫液化分析程式，在地理資訊系統尚可直接點取鑽孔，產出液化分析成果圖，並可配合港地模型作立體展繪。由於網頁製作有一些先天性的限制，無法像地理資訊系統可直接展示，只能將部分成果如圖 14-34 高雄港土壤液化分析柱狀圖所示液化分析規模 7.3 加速 0.16g 強震條件分析結果。



圖 14-34 高雄港土壤液化分析柱狀圖

14.3.5 高雄港碼頭使用類別

高雄港的碼頭，依照用途可分為水泥砂石...等共 11 類。將各碼頭用途依照主題圖繪出，展示如圖 14-35。

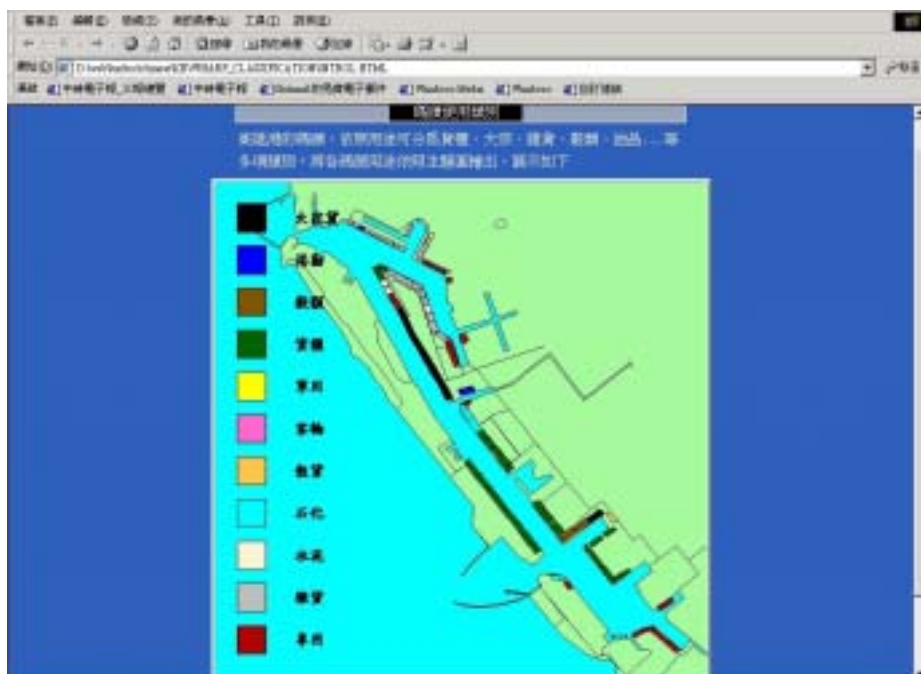


圖 14-35 高雄港碼頭使用類別

14.3.6 高雄港碼頭構造型式

高雄港的碼頭，構造型式主要分成鋼板樁錨碇、鋼管樁棧橋、鋼筋混凝土樁棧橋、混凝土方塊等型式，將此三類碼頭以立體模型繪出，展示網頁如圖 14-36。



圖 14-36 高雄港碼頭構造型式網頁

在此網頁中提供碼頭構造型式靜態與動態查詢，靜態碼頭構造圖係依據高雄港務局提供之碼頭構造平面圖及斷面圖來製作立體圖。圖 14-37a 為鋼板樁錨碇式碼頭平面圖，圖 14-37b 為鋼板樁錨碇式碼頭平面圖，圖 14-37c 為鋼板樁錨碇式碼頭立體圖。

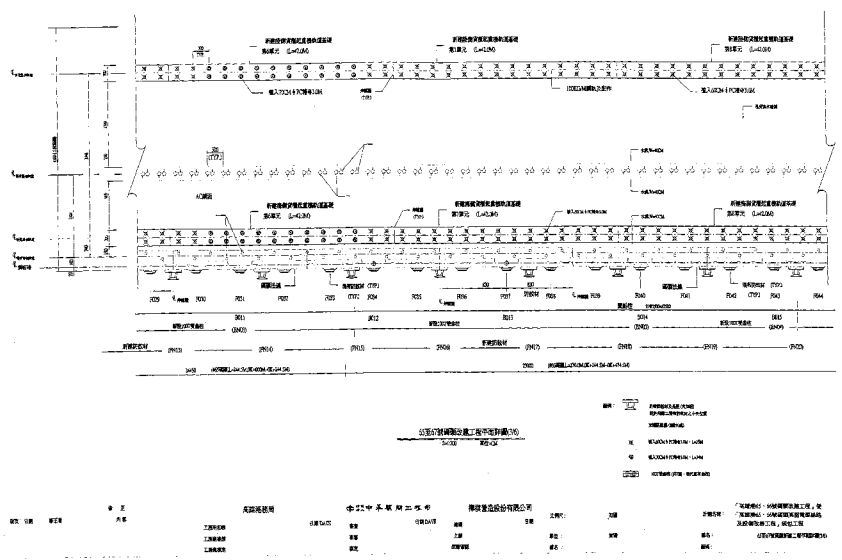


圖 14-37a 鋼板樁錨碇式碼頭平面圖

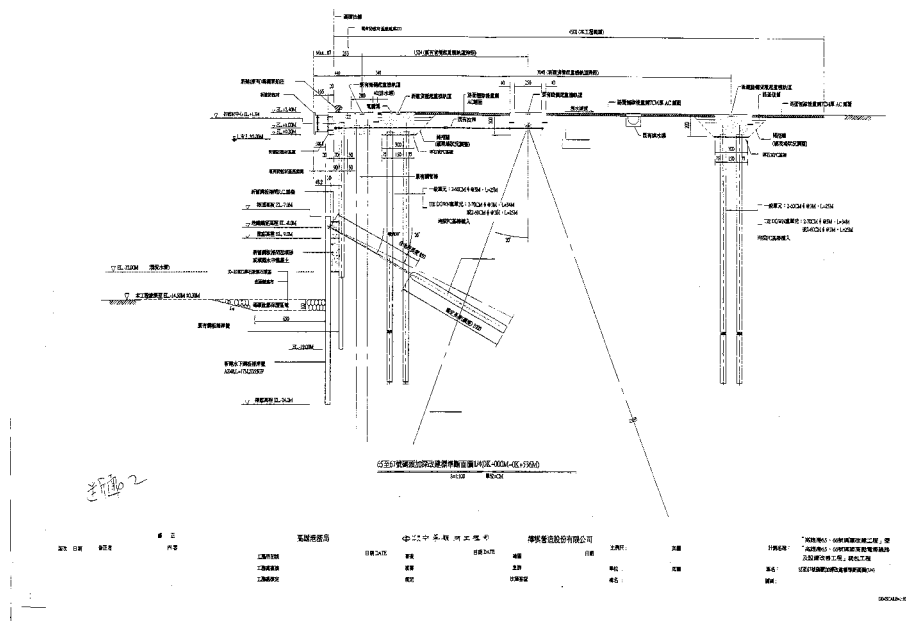


圖 14-37b 鋼板樁錨碇式碼頭斷面圖

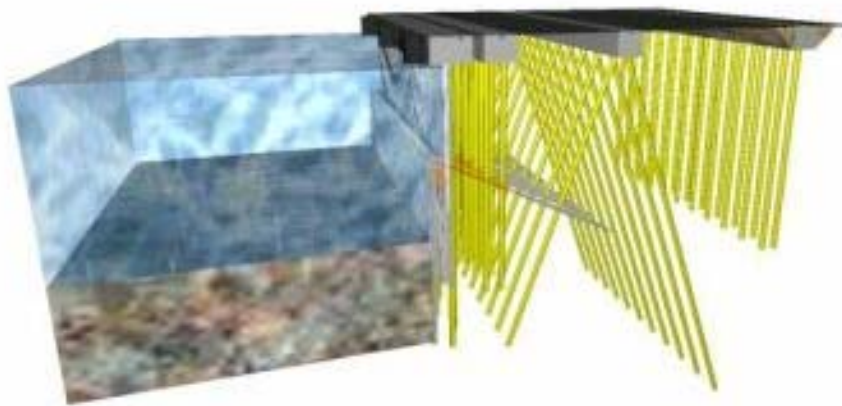


圖 14-37c 鋼板樁錨碇式碼頭立體圖

圖 14-38a 為鋼筋混凝土樁棧橋式碼頭平面圖，圖 14-38b 為鋼筋混凝土樁棧橋式碼頭斷面圖，圖 14-38b 為鋼筋混凝土樁棧橋式碼頭立體圖。

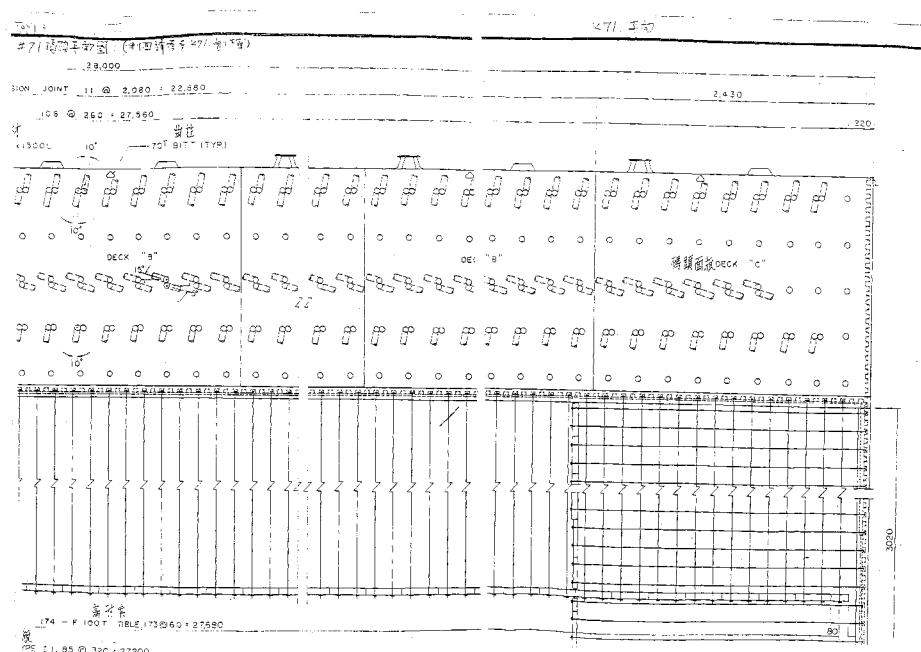


圖 14-38a 鋼筋混凝土樁棧橋式碼頭平面圖

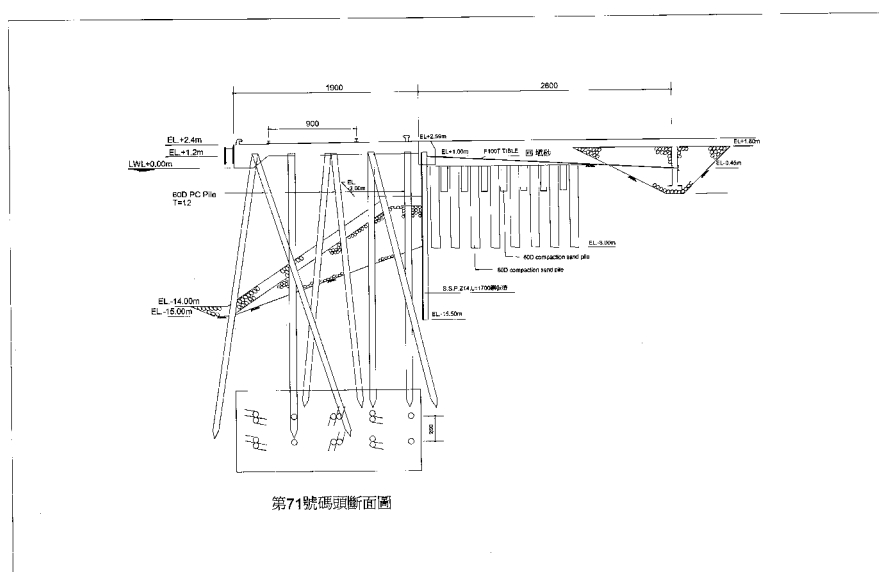


圖 14-38b 鋼筋混凝土樁棧橋式碼頭斷面圖



圖 14-38c 鋼筋混凝土樁棧橋式碼頭立體圖

圖 14-39a 為鋼管樁棧橋式碼頭平面圖，圖 14-39b 為鋼管樁棧橋式碼頭斷面圖，圖 14-39c 為鋼管樁棧橋式碼頭立體圖。

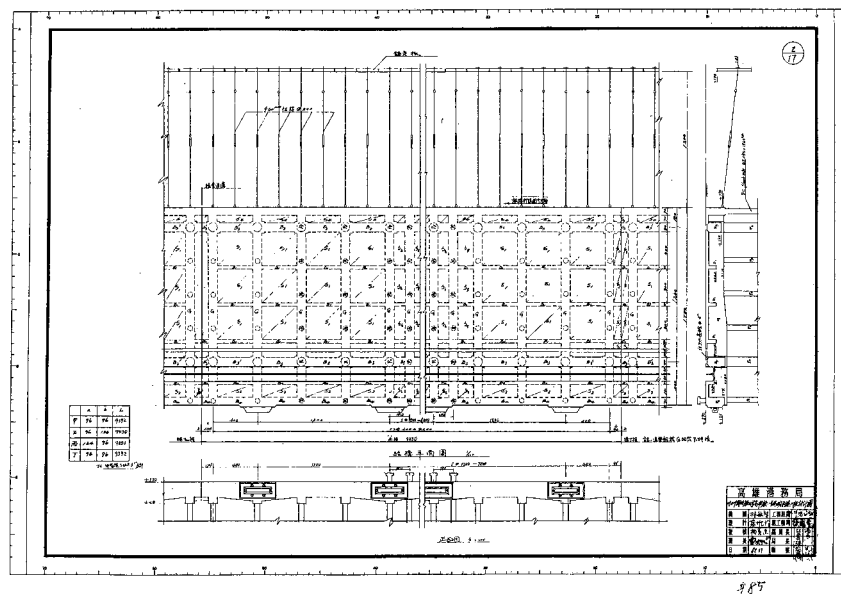


圖 14-39a 鋼管樁棧橋式碼頭平面圖

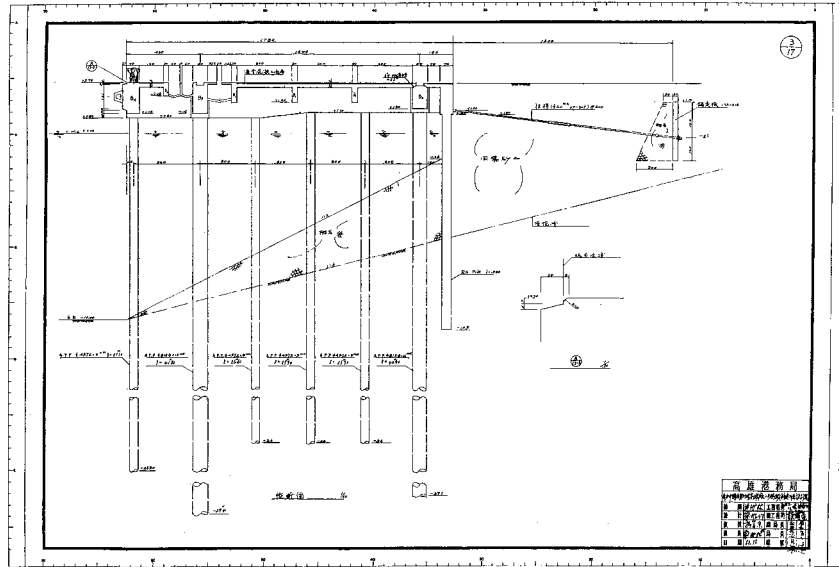


圖 14-39b 鋼管樁棧橋式碼頭斷面圖

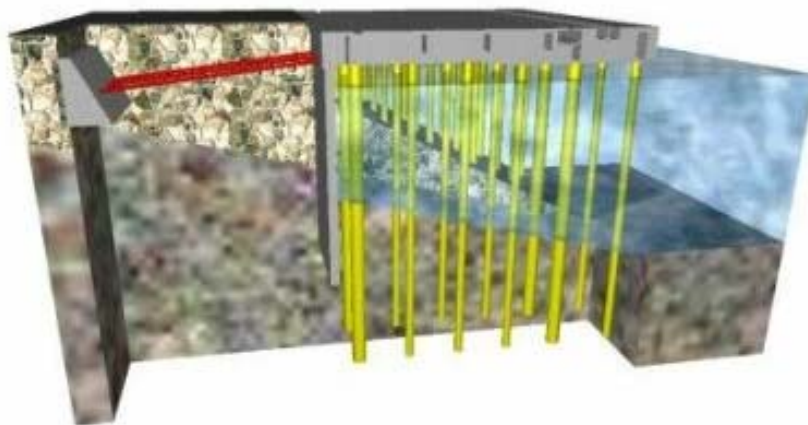


圖 14-39c 鋼管樁棧橋式碼頭立體圖

動態展示係將靜態碼頭立體圖利用 MicroStation V8 來完成 3D 立體動態製作，可以用 Quicktime 來任意角度點選觀看不同角度的立體圖。

14.3.7 高雄港堤防型態類別

高雄港之堤防，依結構設計樣式主要分為三類，一為圓形沈箱堤、拋石堤、另一為沉箱合成堤，其分佈位置如圖 14-40 所示：

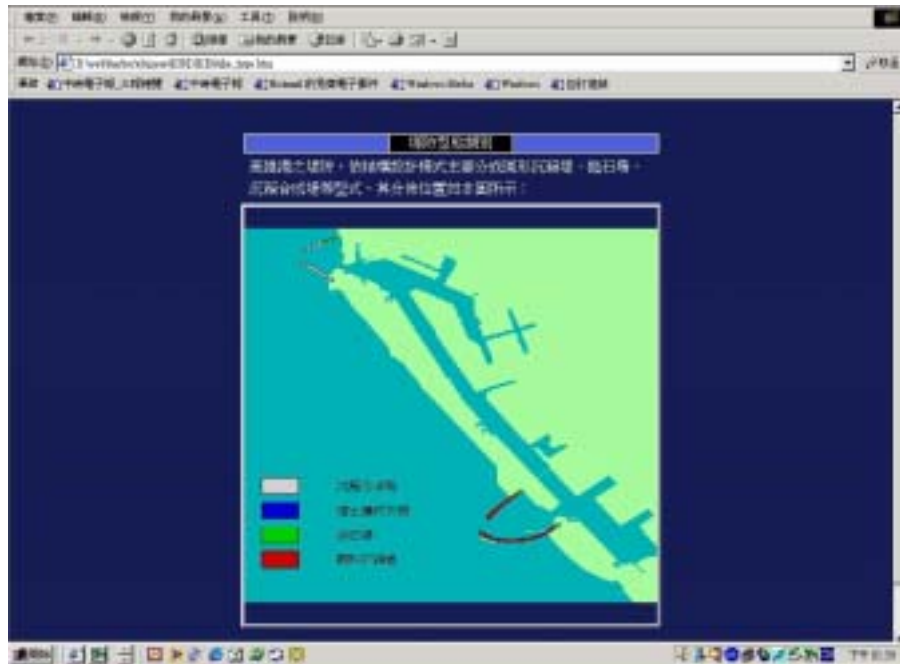


圖 14-40 高雄港堤防型態類別

14.3.8 高雄港堤防構造型式

高雄港的堤防構造型式依圓形沉箱堤、拋石堤、沉箱合成堤等型式，將此三類堤防構造以立體模型繪出，展示網頁如圖 14-41。



圖 14-41 高雄港堤防構造型式網頁

在此網頁中提供堤防構造型式靜態與動態查詢，靜態堤防構造圖係依據高雄港務局提供之堤防構造平面圖來製作立體圖。圖 14-42a 為圓形沈箱堤堤防平面圖，圖 14-42b 為圓形沈箱堤式堤防立體圖。

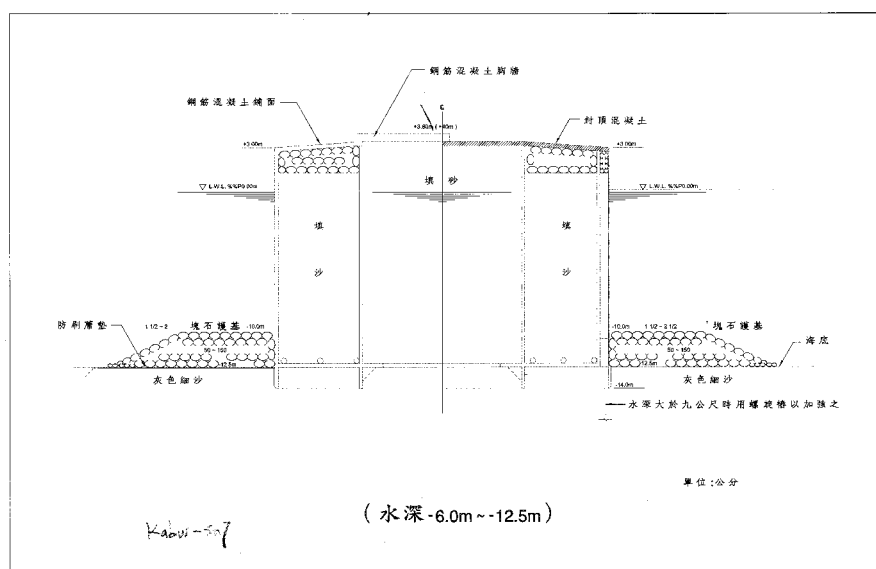


圖 14-42a 圓形沈箱堤堤防平面圖

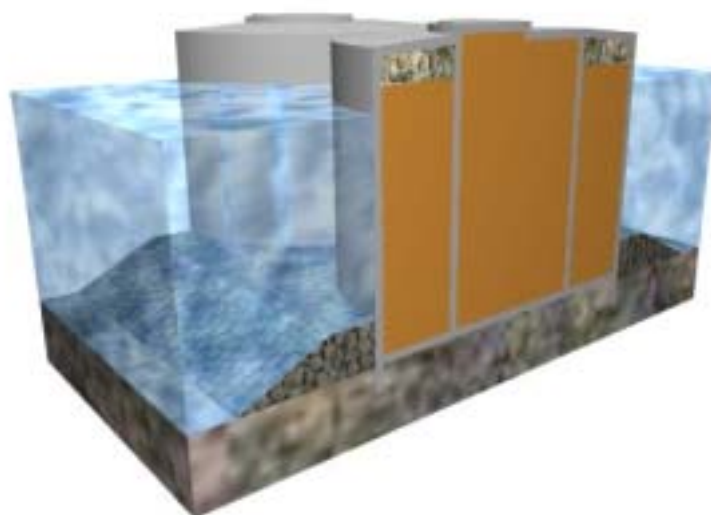


圖 14-42b 圓形沈箱堤堤防立體圖

圖 14-43a 為拋石堤堤防平面圖，圖 14-43b 為拋石堤堤防立體圖。

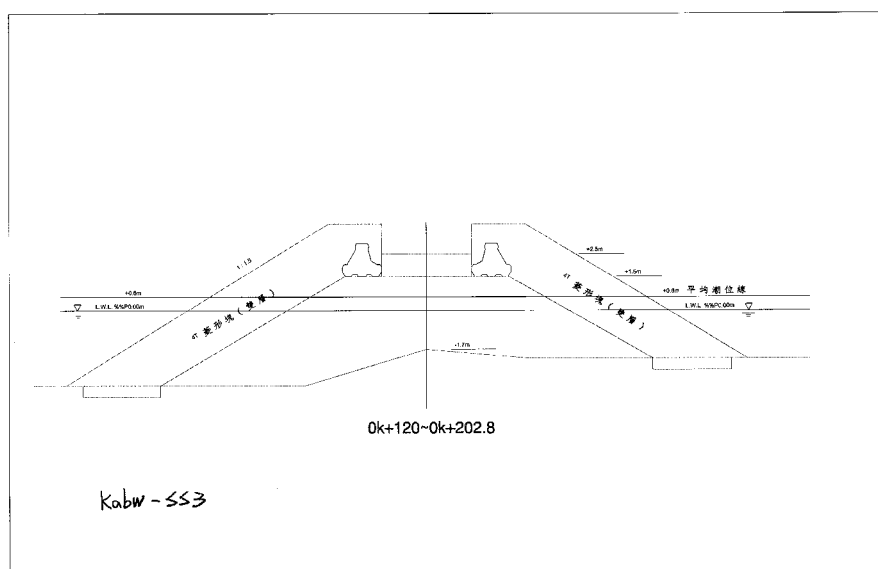


圖 14-43a 拋石堤堤防平面圖

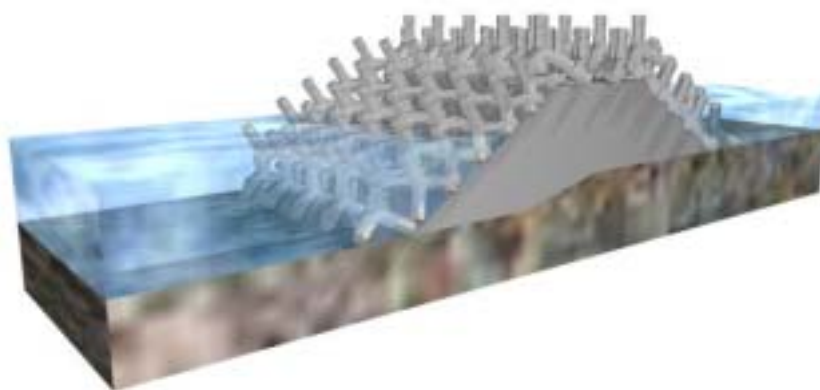


圖 14-43b 拋石堤堤防立體圖

圖 14-44a 為沉箱合成堤堤防平面圖，圖 14-44b 為沉箱合成堤堤防立體圖。

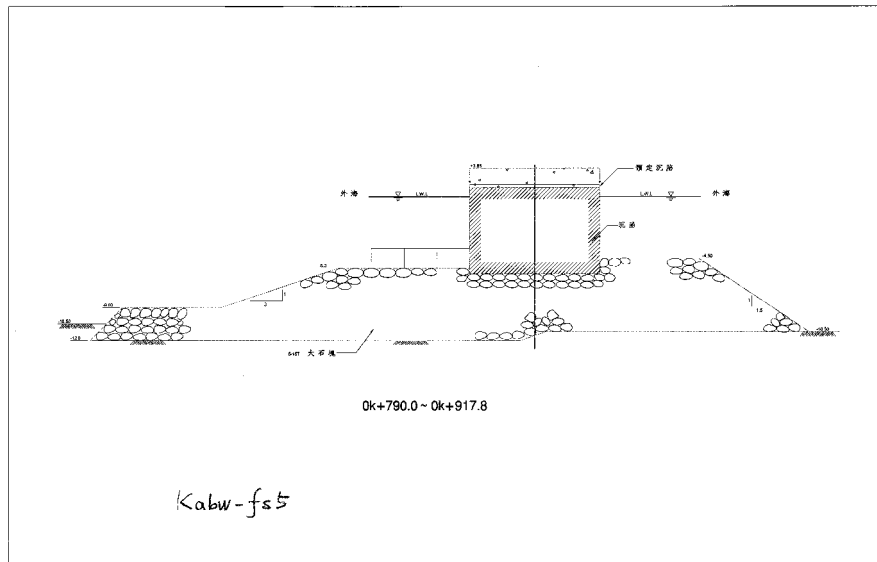


圖 14-44a 沉箱合成堤堤防平面圖

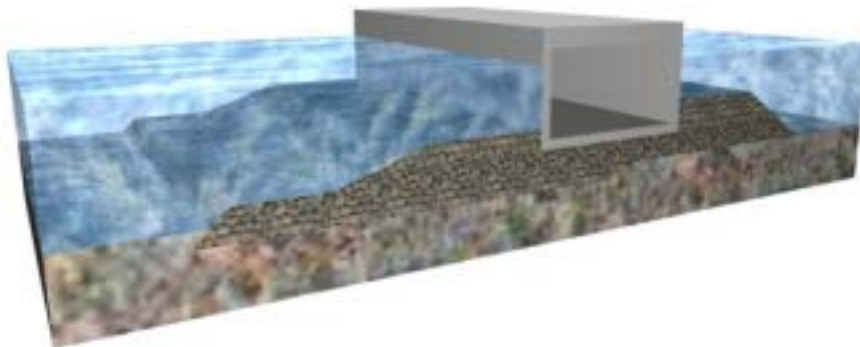


圖 14-44b 沉箱合成堤堤防立體圖

14.3.9 高雄港海氣地象資料查詢

圖 14-45 為海氣地象資料查詢網頁，根據港口、方法、類別、測點及內容、年月等資料查詢相關時間報表。右邊地圖可根據港區與方法，顯示不同之測點位置。



圖 14-45 高雄港海氣地象資料查詢網頁

選項說明：

港口：可選擇台中港、花蓮港或高雄港。

方法：包括現場資料、數值模擬結果。

類別：選擇風、潮汐、海流或波浪。

測點：選擇特定之港口、方法及類別後，會產生下拉選單將幾個相關之資料測點提供點選。

內容：以上點選結果可供選擇之表現內容，如潮汐月曆線圖、海流全區海流向量圖 等。

年份：點選結果可供選擇之年份。

月份：點選結果可供選擇之月份。

如圖 14-46 查詢現場資料潮汐月曆線圖網頁為例，開啟以後可得出圖 14-47 潮汐月曆線圖。



圖 14-46 高雄港查詢潮汐月曆線圖網頁

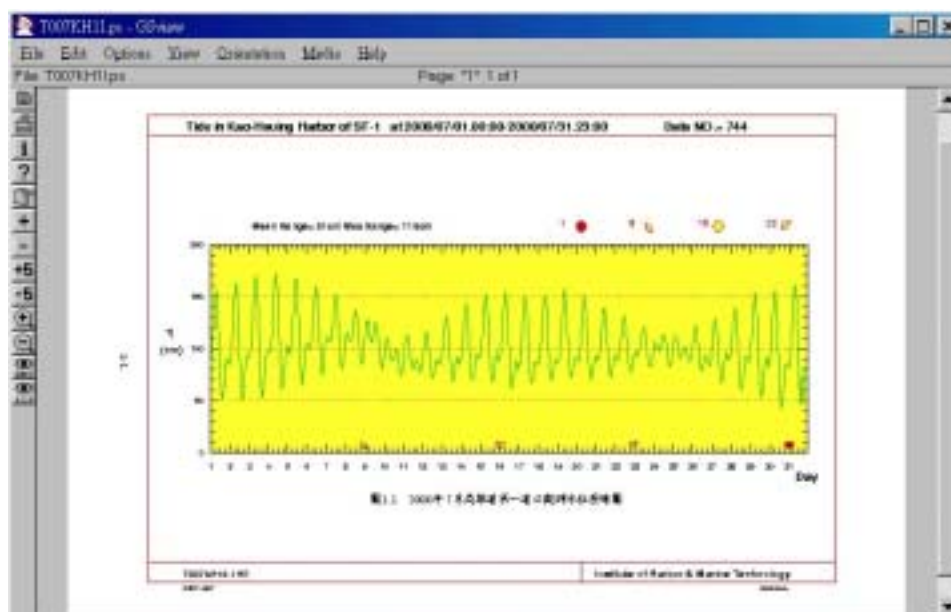


圖 14-47 高雄港潮汐月曆線圖

在圖 14-48 查詢數值方法、X 測區之全區海流向量圖網頁為例，可查得圖 14-49 全區數值海流向量圖。



圖 14-48 高雄港查詢數值全區海流向量圖網頁

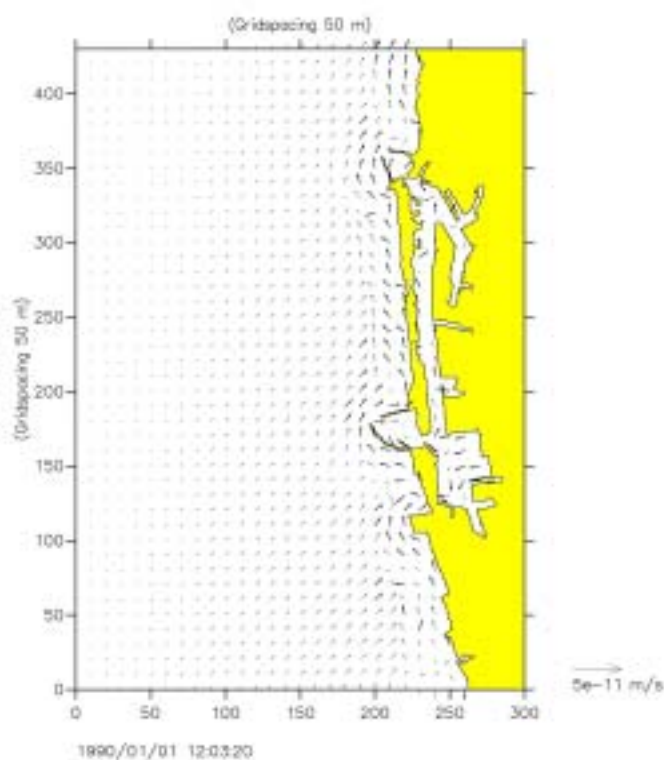


圖 14-49 高雄港全區數值海流向量圖

第十五章 港灣工程單價資料庫建置

15.1 資料蒐集

本研究相關資料之蒐集來源，因考慮資料之原始性與瞭解各區現有工程人員之工程習性，故蒐集來源以各港、工程公司或顧問公司為主。其次再以網路及工程會為輔。

各港、工程公司或顧問公司之資料蒐集類型包含港灣工程歷史預算造價明細與發包造價明細。政府採購公報系統、網路及工程會則包含港灣工程歷史決標資料與相關可用資料。詳如表 15-1。

表 15-1 目前蒐集或引用之港灣工程單價資料來源與類型

資料蒐集主要來源對象	蒐集資料主要類型
各港、工程公司或顧問公司	港灣工程歷史預算造價明細與發包造價明細。
政府採購公報系統	港灣工程歷史決標資料
經濟性之相關網站	歷年可用之相關經濟數據。
公共工程委員會	歷史標案、PCCES 系統既有可利用之歷史工程單價。

15.2 資料蒐集之內容與整理

本研究最終期能統合預算編列之相關事項與方法，並以統計實績之單位基準法或比例基準法，進行港灣工程概估單位造價分析與尋求可行之分析模式，除應蒐集歷史港灣工程預算與發包造價明細資料外，亦蒐集影響港灣工程單價因素之相關可用資訊。

本研究目前資料蒐集之內容包括：

1. 港灣工程歷史預算總價、單價及單價分析等。
2. 港灣工程歷史工程發包決標總造價、單價及單價分析。
3. 歷史港灣工程標案與決標資料。
4. 歷年可用之相關經濟數據資訊。

第 1、2 項之資料將依港口 (區域)、工程類型與工項類別為分類方向與順序。資料之整理方法則藉助 Microsoft Excel 軟體，並運用該軟體之特性，將資料整理後建置成一簡易資料庫，以利維護、查詢、應用與分析。

資料蒐集之整理與工作方式分為：

1. 實體文件之整理

將所蒐集之實體文件資料，初步先依地區與工程案別，利用文書夾分區、分案與分類整理建置實體檔案夾。使後續相關分析、檢討與應用等工作時，便於資料之選取閱覽。

2. 電子資料檔之整理

將蒐集之電子資料依不同區域、案例、類別與項目，先行概略整理置入適當之資料庫，待往後研究過程中再將資料重新檢討、篩選、整理、分割或合併，並重新另以適當檔名置入適當之資料庫，故此工作極具彈性，為資料庫建置之重要前置工作，其目的在便於資料庫之建置、維護與應用分析。

本研究目前已蒐集整理之歷史港灣工程預算與發包造價明細資料及整理後資料擬置入之資料庫明細如表 15-2。

表 15-2 資料蒐集整理之現況統計

擬建資料庫名稱		擬建資料庫編號	已蒐集整理 電子檔筆數	已蒐集整理 文件檔筆數
港區資料	分析資料			
其它漁港		0	0	10
高雄港		1 KA 375097700 M	51	19
安平港		2 AN 375097705 M	22	3
布袋港		3 PU 375097706 M	1	1
麥寮港		4 MY 375097000 M	5	0
台中港		5 TH 375097900 M	6	2
台北港		6 TA 375097690 M	3	1
基隆港		7 KI 375097600 M	26	6
蘇澳港		8 SU 375097608 M	5	0
花蓮港		9 HA 375097800 M	3	0
	單項分析	無	97	0
	總項分析	無	0	0
合計			219	42

15.3 基本觀念回顧

15.3.1 工程單價之估算

工程單價之估算一般可分為概略估價與精細估價。

概略估價常為行政單位與工程師用於初期之估算方式，主要係依據構造物之單位價格，推算總工程費用，以作為編列預算之參考。概

略估價所估費用為一概略數，其準確度主要受預算人員工程經驗影響。此種方法約可歸納如下：

1. 統計實績之單位基準法

可分單位面積法、單位體積法、單位區間法（單位長度）、單位設備法等。

2. 統計實績之比例基準法

可分價格比例、數量比例、百分比比例法等。

3. 主要材料之主項基準法

總工程費用受控於主要使用材料項目時用之。

4. 主要工程之主項基準法

總工程費用受控於主要工程項目時用之。

5. 推證應用法

依經驗或理論，由類似歷史經驗工程所須之費用或材料用量，推算預估工程之費用或材料用量，常為小包承包估價之方式。

精細估價則為規劃設計師與營造商所用之方法，主要係依據構造物之設計圖說，計算工料數量與單價以求工程總價，並為招標、投標之基準。常因用途或施工制度（方式）不同，通常可分為：

1. 預算估價（設計估價）

即設計者依圖說及施工說明，計算所須之工料數量，乘以適當之工料單價，合計所得再加合法利潤及稅捐，即為所求之工程建造總價，作為工程發包之依據。

2. 投標估價

又稱競爭估價或比價估價。

3. 成本估算

又稱實施估價，為營造商開工前之確實核計估價，以為成本控制之依據，與實際所需成本較相近。

4. 代辦估價

費用通常較標價高。

5. 自辦估價

又稱僱工估算，常為業主用於小工程或營造商之轉包作業。

現行政府及私人企業團體多採行精細估價，並透過總價發包或議價制，以達工程目的。

無論一般工程或港灣工程均一樣，工程精細估價之過程，需仰賴大量單價分析。單價分析則為工程估價最難，且最複雜之重要課題，其中最難與最具爭議性之問題又在於，工率與損耗率等之決定。

國內現行單價分析資料，各單位均不統一，且多引用國外後又互相抄襲，常因時因地而有所差異。故造成現地實用上與行政上困擾之事，時有所聞。

事實上最可靠，且可信之正確單價分析，尤其工率與損耗率之決定，應是因時因地於現地不斷統計與印證實做案例之結果。這項工作必須是長期性、專責性與延續性。故建議各港應及早建立適用本身港區之各項單價分析，並就現行之各項單價分析，於各港未來實做工程中不斷加以印證、統計分析與修正。並逐步建立適合本土之港灣工程單價分析資料庫。

15.3.2 影響港灣工程單價因素之探討

由前幾節所述觀點與綜合探討，建立港灣工程單價分析資料庫，有其重要性與迫切性。但在建立港灣工程單價分析資料時，應就影響港灣工程單價的因素先行探討與瞭解。

一般影響港灣工程單價的因素可歸納為下列各項：

1. 施工制度—如點工制、發包制、實費加酬制、特殊施工制等。
2. 發包制度—如單價或總價之總包制、分包制、分割制、議事價制、比價制等。
3. 施工性—如構造性質、構築難易度、施工流暢性、施工循環性等。
4. 施工規範—如施工圖說、施工技術規定、施工機具規定、材料規定、品質與檢測規定、付款規定等。
5. 施工量—應有基本量，小於基本量難定單價。
6. 施工環境—如時間、地點、海氣象、天候、交通、資源等。
7. 材料價—如施工量、景氣、時間、地點、交通、資源、技術水準。
8. 工價—如施工性、施工量、材料、施工環境、技術水準、景氣。
9. 技術水準—包括施工技術、管理能力、經營理念、經營團隊水準、工人水準、工人配合度等。
10. 管理能力—技術經歷、工程規畫、工程調度、動員能力、財務及人力調度等。

綜上所述，可見影響工程單價之因素相當繁雜。即使完全相同之工作，在不同的發包制度與施工制度下，必然產生不同的工程單價。即使在相同的發包制度與施工制度下，不同的施工量、不同的施工環境、不同的技術水準、不同的管理能力、採用不同的工料亦將產生不同的工程單價。故以上各種不同情境理論上均應做成不同之單價分析。

15.3 資料庫系統建置之基本流程與架構

本研究以 Microsoft Excel 現成軟體建置簡易資料庫系統之基本

流程與架構說明如圖 15-1：

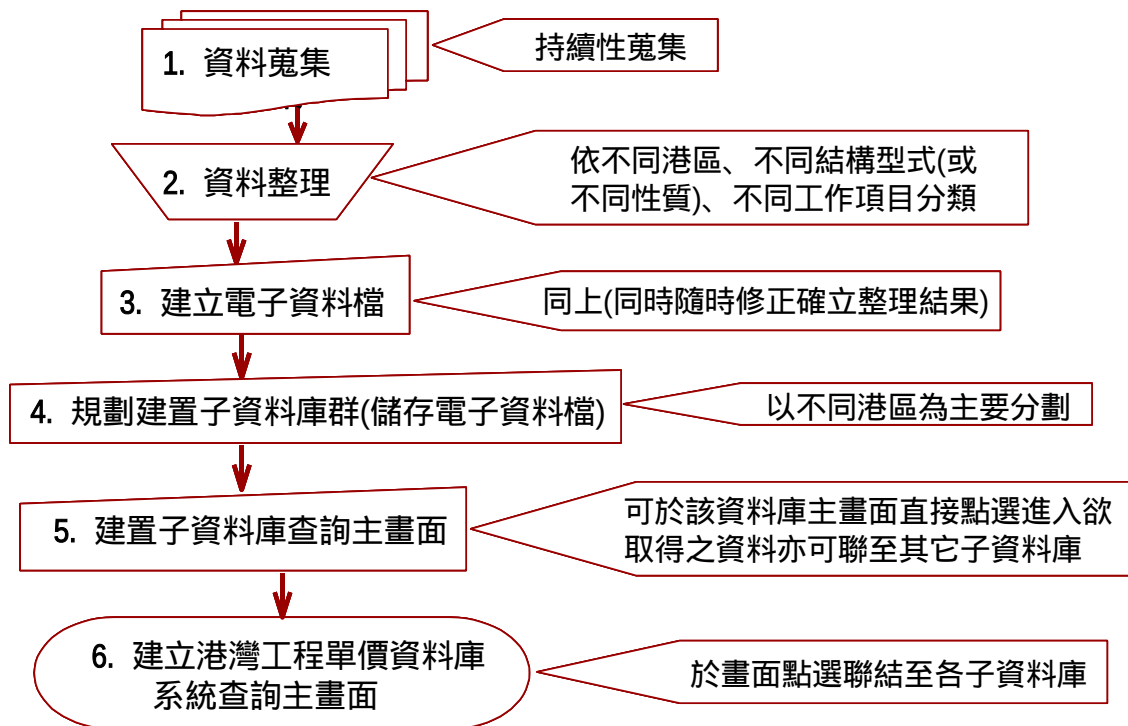


圖 15-1 資料庫系統建置之基本流程與說明

15.3.1 電子資料檔之建立

電子資料檔之建立依資料性質可分：

1. 由整理後之實體文件中，選取慾優先建置區域之資料，並將資料依不同區域、案例、類別與項目重新篩選整理後利用 Excel 自行建檔。
2. 由整理後之電子資料檔中，選取慾優先建置區域之資料，並將資料依不同區域、案例、類別與項目依依檢討、篩選與整理改編後重新命名建檔。

所建資料無論現階段之整理結果如何，於日後實用與分析時尚待持續性之檢討、整理或改編。

電子資料檔之命名原則以該筆資料之工程資料案名或工程名稱直接命名，名稱前再冠以編號，編號則以區域編號及日期編之。

15.3.2 電子資料之儲存

本研究擬建置之資料庫係由一群子資料庫組成，電子資料檔建立後，即依類屬之區域或項目儲存於適當之子資料庫。

子資料庫係以區域或項目為其區分，即區域子資料庫由各主要港口所組成，將各港之電子資料檔集存於各港資料夾而自成一子資料庫，故子資料庫名稱均以各港口名稱直接命名。

目前本研究依所蒐集港口資料，規劃擬建之港口資料庫共有 9 個，其它漁港則暫時集中另成一資料庫，且以其它漁港為資料庫名稱。

上述 10 個子資料庫主要以建置儲存各港歷史工程預算與標價資料明細，本研究另規劃增加以儲存彙整分析後資料為主之單項分析及總項分析子資料庫，故目前擬建置系統之資料庫共計 由 12 個子資料庫組成。

單項分析及總項分析子資料庫，所儲存歷史單項工程與總項工程單價子資料，主要目的在於研究與分析用，本研究日後研討分析彙整之結果均將建置於此兩個資料庫。

目前本研究系統擬建置之資料庫群組及各資料庫之內容用途說明以及各資料庫目前建置狀況如表 15-3。

本年度資料庫之建置暫以高雄港為主，其次為單項分析資料庫之建置。目前已建高雄港資料詳如圖 15-2。

表 15-3 資料庫群組、內容用途說及各資料庫目前建置狀況

擬建置之子資料庫	建置內容與用途	目前建置狀況
0 — 其它漁港	1.建置子資料庫首頁以為各項資料之查詢入口亦可聯繫進入其它子資料庫。 2.儲存歷史工程預算或標價資料。	1.資料庫首頁建置完成內容隨時檢討修正與補充中。 2.資料蒐集整理中。
1 KA 375097700 M 高雄港	1.建置子資料庫首頁以為各項資料之查詢入口亦可聯繫進入其它子資料庫。 2.儲存歷史工程預算或標價資料。	1.資料庫首頁建置完成內容隨時檢討修正與補充中。 2.資料蒐集整理與建置中。
2 AN 375097705 M 安平港	1.建置子資料庫首頁以為各項資料之查詢入口亦可聯繫進入其它子資料庫。 2.儲存歷史工程預算或標價資料。	1.資料庫首頁建置完成內容隨時檢討修正與補充中。 2.資料蒐集整理中。
3 PU 375097706 M 布袋港	同上	同上
4 MY 375097000 M 麥寮港	同上	同上
5 TH 375097900 M 台中港	同上	同上
6 TA 375097690 M 台北港	同上	同上
7 KI 375097600 M 基隆港	同上	同上
8 SU 375097608 M 蘇澳港	同上	同上
9 HA 375097800 M 花蓮港	同上	同上
單項分析	1.建置子資料庫首頁以為各項資料之查詢入口亦可聯繫進入其它子資料庫。 2.儲存歷史單項工程預算或標價資料。 3.儲存歷史工程單價分析資料。	1.資料庫首頁建置完成內容隨時檢討修正與補充中。 2.資料蒐集整理與建置中。 3.資料整理與建置中。
總項分析	1.建置子資料庫首頁以為各項資料之查詢入口亦可聯繫進入其它子資料庫。 2.儲存歷史總項工程預算或標價資料。	1.資料庫首頁建置完成內容隨時檢討修正與補充中。 2.資料蒐集整理中。

1 KA 00000001000	高雄港大林商區及外側海域開發工程規劃 — 1
1 KA 00000002000	高雄港 44、54、55、56 號碼頭繫船柱更新工程歷史造價
1 KA 00000002100	高雄港單價分析 (44、54、55、56 號碼頭繫船柱更新工程)
1 KA 08701150000	高雄港港勤基地工程預算造價資料
1 KA 08701151000	高雄港港勤基地工程 (重力式碼頭) 預算造價資料
1 KA 08701152000	高雄港港勤基地 (棧橋式隔堤及碼頭) 工程預算造價資料
1 KA 08701153000	高雄港港勤基地工程 (護岸工程) 預算造價資料
1 KA 08701154000	高雄港港勤基地工程 (景觀工程) 預算造價資料
1 KA 08703010000	高雄港海事工作船渠工程預算總表
1 KA 08703011000	高雄港海事工作船渠 (棧橋及隔堤碼頭) 工程預算造價資料
1 KA 08703012000	高雄港海事工作船渠 (鋼板樁碼頭) 工程預算造價資料
1 KA 08703013000	高雄港海事工作船渠 (機電) 工程預算造價資料
1 KA 08703014000	高雄港海事工作船渠 (浚填) 工程預算造價資料
1 KA 08704160000	高雄港 VTC 及雷達塔台新建工程預算造價資料
1 KA 08704161000	高雄港單價分析 (VTC及雷達塔台新建工程預算例) 造價資料
1 KA 08707040000	高雄港 122 號碼頭場地新建工程
1 KA 08707041000	高雄港單價分析 (122號碼頭場地新建工程)
1 KA 08709040000	高雄港一至四貨櫃中心遮陽棚設計監造預算
1 KA 08712000000	高雄港 65 ~ 117號碼頭檢查站工程 (總表)
1 KA 08712001000	高雄港單價分析 (65 ~ 66 號碼頭檢查站水電工程)
1 KA 08712002000	高雄港單價分析 (68 ~ 69 號碼頭檢查站水電工程)
1 KA 08712003000	高雄港單價分析 (65 ~ 117 號碼頭檢查站工程)
1 KA 08712004000	高雄港單價分析 (117 號碼頭檢查站水電工程)
1 KA 08712005000	高雄港單價分析 (118 ~ 119 號碼頭檢查站水電工程)
1 KA 08712006000	高雄港單價分析 (121 號碼頭檢查站水電工程)
1 KA 08804271000	高雄港 3 號陸橋拆除工程之登記站建築工程
1 KA 08804271100	高雄港單價分析 (3 號陸橋拆除工程之登記站建築工程)
1 KA 08804272000	高雄港 3 號陸橋拆除工程之消防車棚建築工程
1 KA 08811010000	高雄港 63、64 號碼頭鋼軌更新及圍籬改建工程歷史造價
1 KA 08811011000	高雄港單價分析 (63、64 號碼頭鋼軌更新及圍籬改建工程)
1 KA 08811161000	高雄港中島區 122 號碼頭鋼板樁防蝕工程預算
1 KA 08811162000	高雄港 24 號碼頭鋼板樁防蝕工程預算
1 KA 08811163000	高雄港單價分析 (中島區鋼板樁防蝕工程預算)
1 KA 08902170000	高雄港 65 ~ 66號碼頭委託專案管理服務費
1 KA 08902171000	高雄港單價分析 (65 ~ 66 號碼頭委託專案管理服務費)
1 KA 08904010000	高雄港 48、49 號碼頭翻修工程
1 KA 08904011000	高雄港單價分析 (48、49 號碼頭翻修工程)
1 KA 08906080000	高雄港 122 號管制站工程設計及監造預算
1 KA 08906081000	高雄港單價分析 (122 號管制站工程設計及監造預算)
1 KA 08906090000	高雄港臨水西路拓寬工程預算
1 KA 08906091000	高雄港單價分析 (臨水西路拓寬工程預算)
1 KA 08906280000	高雄港19號碼頭委託調查研究費
1 KA 08906281000	高雄港單價分析 (19 號碼頭委託調查研究費)
1 KA 08907010000	高雄港二港口南北堤改善工程預算
1 KA 08907011000	高雄港單價分析 (二港口南北堤改善工程預算)
1 KA 08908000000	高雄港 58 號碼頭改建工程
1 KA 08908001000	高雄港單價分析 (58 號碼頭改建工程)
1 KA 08909150000	高雄港 17 至 21 號後線改建工程預算
1 KA 08909151000	高雄港單價分析 (17 至 21 號後線改建工程預算)
1 KA 09101140000	高雄港 50 號碼頭翻修工程

圖 15-2 已建高雄港資料庫之資料例

15.3.3 子資料庫查詢主畫面之設計與應用

本研究建置之資料庫系統主要功能除儲存資料外，尚考慮資料庫之新增、維護與查詢功能，而查詢之順序可為縱向與橫向查詢（即含資料庫彼此之聯繫）。

本研究對於擬建 12 個子資料庫群之資料儲存、新增、維護與查詢等基本功能，以及 12 個子資料庫間彼此之聯繫，均於每個子資料庫建置一首頁直接提供點選(如圖 15-3)，以為每個子資料庫之基本功能面與子資料庫群之彼此聯繫介面。

各個資料庫之首頁係以 Excel 之工作表建立之，各子資料庫之首頁設計與應用概要說明如下：

1. 各子資料庫首頁均表列其它子資料庫名稱 (如圖 15-4 中 Excel 表列第 6 列儲存格之顯示)，以方便子資料庫群之彼此聯繫 (即橫向查詢)，如圖 15-3 之高雄港子資料庫首頁圖例，使用者可直接點選其它子資料庫名稱，即可橫向查詢其它子資料庫資料。
2. 資料分版樁式碼頭、重力式碼頭、棧橋式碼頭、其它型式碼頭、護岸、防波堤、附屬建物或設施、其它、單價分析與施工記事及說明等 10 類儲存 (如圖 15-4 中 Excel 表列第 9 列儲存格顯示之資料)，詳庫首頁圖例，使用者可於需要資料之類別欄下直接點選其需要資料之名稱，即可縱向查詢本身資料庫之資料。
3. 每筆資料均以編號分存於各類項下之儲存格，編號共分 14 碼，前 3 碼為區域代碼，4~6 碼為民國年，7~8 碼為月，9~10 碼為日，11~14 碼為同日分案及分項編碼，如圖 15-2 之已建高雄港資料庫之資料或圖 15-4 中 Excel 表列 10 列以下儲存格顯示之資料。
4. 各資料庫主查詢畫面係利用 Excel 之儲存顯示與超連結之功能特性 (如圖 15-4 中箭號 1 之標示)，可經搜尋後任意點選即可快速選取進入需求之資料，並可依密碼設定進行資料之增加與修改(如圖 15-5)。

15.3.4 系統資料庫查詢主畫面之設計與應用

系統資料庫之首頁設計與應用概要說明如下：

1. 系統資料庫查詢主畫面主要內容係引用一簡易台灣地圖建構於 Excel 之工作表上。
2. 各子資料庫直接標稱於台灣於地圖，並以圍繞台灣地圖位置之順時針排序編號之，另顯示目前工程會之機關編碼標示於圖上以供參考。
3. 利用系統查詢主畫面將各子資料庫串聯成為一完整之資料庫系統。
4. 使用者直接於系統資料庫查詢主畫面點選慾查詢之子資料庫名稱(點選區分如圖 15-6)，即可進入該子資料庫查詢主畫面繼續搜尋點選資料。
5. 系統資料庫查詢主畫面之內容亦可依密碼設定進行資料之增加與修改，既有資料庫建置之系統查詢主畫面如圖 15-6。

交通部運輸研究所 港灣技術研究中心 港灣工程單價資料庫簡易查詢系統 高雄港工程單價資料庫 (蘇吉立——2002年01月起編)									
系統首頁	高雄港	安平港	布袋港	台中港	台北港	基隆港	蘇澳港	花蓮港	其它港口
375097700M	375097700M	375097700M	375097700M	375097900M	375097690M	375097600M	375097608M	375097800M	375097800M
1KA	2AN	3PU	4MY	5TH	6TA	7KI	8SU	9HA	
版橋式碼頭	重力式碼頭	棧橋式碼頭	其它型式碼頭	護岸	防波堤	附屬建物或設施	其它	單價分析	施工記事及說明
1KA087030 12000	1KA087011 51000	1KA087014 52000		1KA087011 53000	1KA089070 10000	1KA000000 02000	1KA000000 01000	1KA000000 02100	
1KA089080 00000		1KA087030 11000				1KA087011 51000	1KA087011 50000	1KA087041 61000	
1KA089090 10000		1KA089010000	歷史工程造價資料點選區			7030	1KA087030 10000	1KA087070 41000	
		1KA091011 40000				1KA087041 60000	1KA087030 14000	1KA087120 01000	
						1KA087070 40000	1KA087090 40000	1KA087120 02000	

圖 15-3 子資料庫首頁點選區分圖示一(高雄港例)

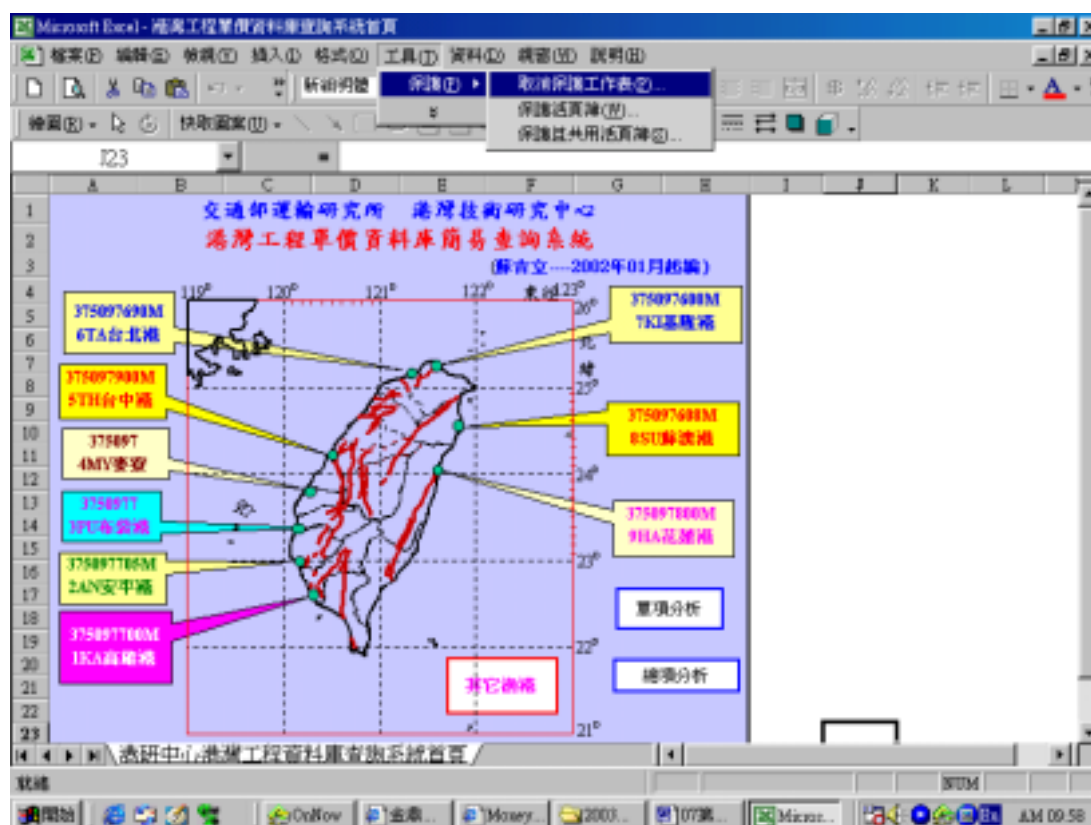


圖 15-6 系統資料庫首頁功能說明

15.4 工程預算編製統一性之研討與整合

15.4.1 工程預算編製統一性研討與整合之目的

港灣工程預算編製統一性研討與整合之目的，主要在瞭解港灣工程人員於預算編製之習性後整合其差異性，使未來相類似之工程預算，易於比對與審核。

15.4.2 港灣工程預算編製現況差異性之研討

為研討分析各港目前於歷史工程預算編製之習慣與差異性，必須蒐集各港之不同工程目的與類型之歷史預算資料，本研究直至目前彙整研析結果發現，一般港灣工程人員於工程預算編製上，有較明顯差異之處列舉研討如下：

1. 於預算總表編製時

列舉研討案例如圖 15-7 中，除預算項目順序上尚屬統一外，出現不統一之處有：預算表格式些微不統一、內容說明不統一以及相同工程預算項目名稱不統一等等。

2. 於預算明細表編製時

列舉研討案例如圖 15-8 中，出現不統一之處有：預算表格式明顯不統一、內容說明不統一以及相同工程預算項目名稱不統一等。

3. 於單價分析表編製時

列舉研討案例如圖 15-9 中，出現不統一之處有：分析表格式不統一、相同工程項目於單價分析之工料明細不統一以及內容說明不統一等。

工程名稱：碼頭改建工程		工程名稱：碼頭翻修工程	
項次	工 程 項	項次	工 程 項 目
壹	發包工程費	壹.	直接工程費
一	碼頭工程	一	48號碼頭翻修工程
二	臨時假設工程	二	49號碼頭翻修工程
三	給水、電信、電力照明等機電工		小計 一至三
	小 計(一至三)	貳.	承包商利潤
四	利什費	參.	承包商管理費
五	工程保險費	肆.	工程營造綜合保險
	小 計(一至五)	伍.	工地交通維持、勞工安全衛生及環保
六	工地交通維持、安衛及環保費	陸.	品管費
七	品管費		壹至陸項合計
	小 計(一至七)	柒.	加值營業稅
八	營業稅		合計
	共 計(壹，即一至八之合計)	乙.	空氣污染防制費
貳	空污費	丙.	工程管理費
參	工程管理費		

圖 15-7 預算編製總表比較案例

工程名稱：48、49號碼頭翻修工程			工程名稱：五十號碼頭翻修工程		
項次	工 程 項 目	規格及說明	項次	項目及說明	單 位
壹.	直接工程費		甲.	發包工程費	
一	48號碼頭翻修工程		壹.	直接工程費	
1	現有RC梁板手工鑿除及運棄		1	梁接頭及頂壁等混凝土手工鑿除及運棄	m ³
2	現有RC梁板機具打除及運棄(或回填拋放)		2	碼頭交接處混凝土手工鑿除及鋼筋焊接	式
3	基樁製作及植入(φ = 700mm、L=30m)		3		m ³
4	樁頭處理(φ = 700mm)		4	PC基樁製作及植入(φ = 700mm)	M
5	10cm以上卵(塊)石及拋放整平		5	PC基樁樁頭處理(φ = 700mm)	處
6	245kg/cm ² 混凝土及澆築	II型水泥	6	10cm以上卵(塊)石及拋放整平	m ³
7	免拆模板或清水模板(海上)		7	245kg/cm ² 混凝土及澆築	m ³
8	鋼筋及彎紮(SD28)		8	免拆模板或清水模板(海上)	m ²
9	雙曲柱基礎(160X140X300)		9	鋼筋及彎紮(SD28)	T
10	伸縮縫(1263X40)		10	雙曲柱基礎(160X300X140)	座
11	原基樁破損整修L<1.5M(含樁擴座)	(包括49號碼頭)	11	伸縮縫	處
12	原基樁破損整修L=1.5~5M(含樁擴座)	(包括49號碼頭)	12	700mm φ 鋼套管製作及打設	M

圖 15-8 預算編製明細表比較案例

高雄港 65-117 號 碼 頭 檢 查 站 工 程 單 價 分 析 表				
號 數	25	工 程 項 目	預 拌 混 凝 土 3000PSI	
	工 料 項 目	說 明	單 位	數 量
	預 拌 混 凝 土 3000PSI		m ³	1.000
	技 術 工		工	0.047
	小 工		工	0.027
	震 動 機		式	1.000
	混 凝 土 壓 送 機		m ³	1.000
	損 耗		式	1.000
工 程 名 稱：122 號 碼 頭 場 地 新 建 工 程				
號 數	23	工 程 項 目	210kg/cm ² 混 凝 土 及 澆 置	
	工 料 項 目	說 明	單 位	數 量
	210kg/cm ² 預 拌 混 凝 土	II 型 水 泥	m ³	1.00
	震 動 機		時	0.02
	混 凝 土 泵 浦 車		時	0.05
	技 工		工	0.05
	小 工		工	0.08
	零 星 工 料 及 養 護		式	1.00

圖 15-9 單價分析表編製比較案例

15.4.3 工程預算編製統一性之整合結果

本研究未來於各港不同工程目的與類型之歷史預算資料累積至相當數量時，擬依不同工程目的與類型之預算編製加以統一分類，再分

別對不同類別之預算編製內容大綱予以統一，最後將對各類別之工程進行歷史造價之總項分析。

本研究於統一預算分類與預算編製內容大綱時，將整合各港之不同工程目的與類型之歷史預算編製資料，整合原則除了參酌實際施工順序與工程比重外，亦將參考工程會建議之計畫成本組成內容（如圖15-10）。

目前擬定未來整合與結果之展示將分三方面：

1. 預算總表之編製。
2. 預算明細表之編製。
3. 單價分析表之編製。

此項工作本年度除持續進行資料蒐集與彙整外，並於過程中持續研究改進相關資料整理方式、分析方向、分析方法與未來成果之展現格式等。

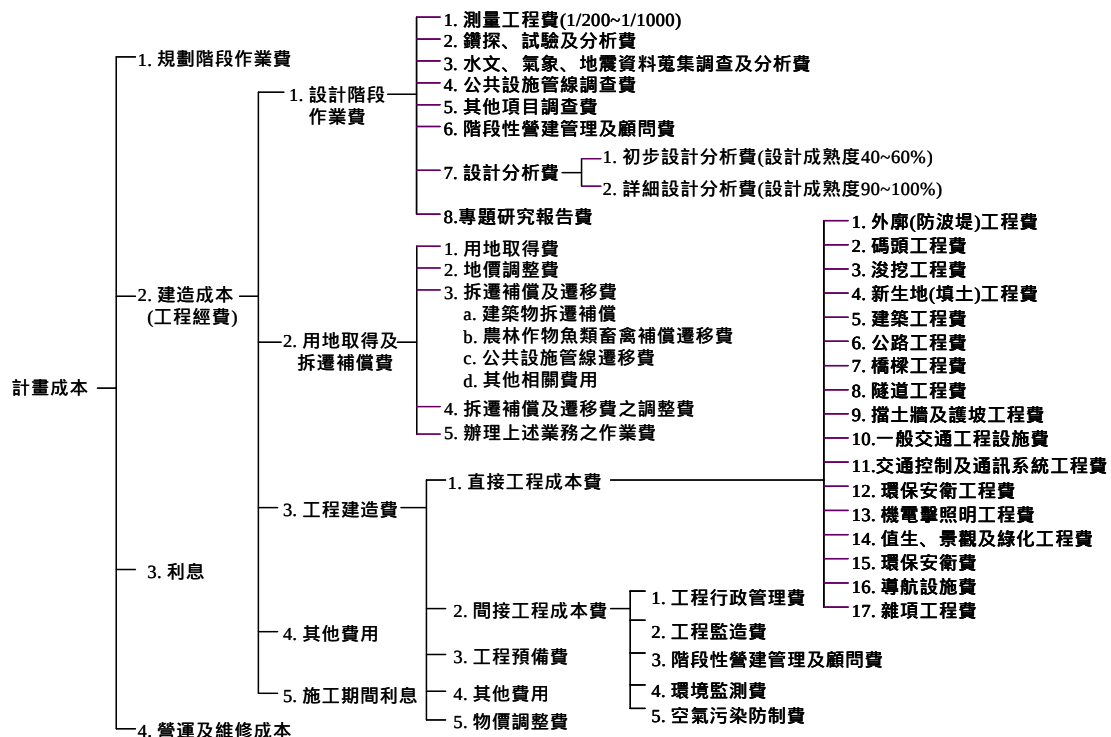


圖 15-10 工程會建議之計畫成本組成圖

15.5 工程預算合理性之研討與分析

15.5.1 工程預算合理性之研討

影響港灣工程單價之因素如 1.3.2 節所述，其影響因素不但煩雜而且難以定性與定量，故所謂合理之預算實際上極難拿捏，不同領域及觀念上之差異常使預算者與審核者認定之合理預算產生差異，況且任何預算案於公開招標自由競爭下產生最低價之結果，更常遠遠超出預算者與審核者認定之合理預算，這也是長久以來最低標與合理標之爭議所在。

本研究現階段對於港灣工程預算之合理性，將其定義為：於某種相同標定條件下，符合一般標定範圍。

15.5.2 工程預算合理性分析法

如上節所述，基本上要獲得多數人同時認定之合理預算極難編訂，故本研究對於某種相同標定條件下單價之一般標定範圍，將以簡單之統計，從歷史實績中尋求特定領域之合理單價範圍，歷史單價統計過程將對異常之單價予以檢討排除，標定範圍將同時標定高中低之價位。

本研究所稱之特定領域將分基層工程人員歷史預算價編製領域與營造業之歷史投標領域，兩領域均直接以單位基準法或比例基準法進行歷史單價之統計。

基本上由基層工程人員歷史預算價編製領域進行統計之結果較偏向理想性與合理性，且較易掌控，但也由於強調理想性與合理性之結果亦可能突顯出不經濟。

而由營造業之歷史投標領域進行統計，其結果較偏向經濟性，但不易掌控，其內容特性如下：

1. 此領域之統計實績即指統計歷史實際承包價。

2. 此領域之統計實績較屬概略估價法中之統計實績法
3. 營造業之歷史投標價，即為直接工程實際總標價（承包價），亦為各項小包承包價之總合。
4. 小包承包時正常估價之方式（推證應用）最為務實與快速。唯特殊狀況時，不同承包商有時會有極大之差異結果。
5. 若以經濟性考量，統計歷史承包價為最務實之作法。
6. 蒐集歷史工程標價加以統計分析出各項工程之單位造價資料提供與工程師，使工程師熟悉其資料後亦可擁有小包務實與快速估算承包價之能力。

為免除侷限不同領域之缺陷，本研究之統計實績即指，蒐集歷史工程之實際預算或標價之單價或單價分析資料，經分類或分項加以整理統計分析其變異性，進而定出其合理範圍。

於變異性分析過程中，除了搜集歷史港灣工程單價與單價分析資料外，亦搜集影響港灣工程單價因素之相關可用資訊。如表 15-4 與 3-2 中之重要經濟指標，唯此相關指標在統計實績之單位基準法或比例基準法分析中僅供參考。

15.5.3 工程預算現況合理性之研討與分析結果

本研究對於工程預算現況合理性之研討與分析，將以彙整、統計或分析歷史單價為對象，目前研究重點則先以單項工程單價及其單價分析為主，彙整、統計或分析之結果將建置於系統資料庫中之單項分析子資料庫。

目前已建置之資料展現狀況例，如圖 15-11 之單項分析子資料庫之資料查詢面，其下單價分析資料查詢之展現結果，舉例如圖 15-12 之船席航道浚挖及運棄單價分析資料。

[illegible]

圖 15-11 單項分析子資料庫資料查詢面例

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following content:

- Worksheet Title:** 單價分析表 (Unit Price Analysis Table)
- Navigation:** The top menu bar includes File (檔案), Edit (編輯), Format (格式), Tools (工具), Data (資料), Window (視窗), and Help (說明). The top status bar shows the file path: 12 - [C:\Program Files\Microsoft Office\Office\Excel.exe] - Microsoft Excel - (海運92-1)船務航運課程及查帳一覽表.
- Formulas:** The formula bar shows the active cell formula: =SUM(B2:B10).
- Table Structure:**
 - Row 1:** 工程地點: 高雄港 (Project Location: Keelung Port)
 - Row 2:** 工程名稱: 高雄港 55至56 號碼頭改建工程預算(參考基準) (Project Name: Keelung Port 55 to 56 Wharf Renovation Project Budget (Reference Standard))
 - Row 3:** 工程項目: 船務航運設施及運費 (Project Item: Ship and Transport Facilities and Freight)
 - Row 4:** 工程項目編號: (Project Item Number)
 - Row 5:** 工程項目描述: (Project Item Description)
 - Row 6:** 編制日期: 92年4月 (Compilation Date: April 1992)
 - Row 7:** 工料明細 (Material Details)
 - Row 8:** 工料單位 (Material Unit)
 - Row 9:** 工料數量 (Material Quantity)
 - Row 10:** 工料單價 (Material Unit Price)
 - Row 11:** 工料總價 (Material Total Price)
 - Row 12:** 財註 (Financial Note)
- Data Rows:**
 - 1. 挖泥船 (Dredger) - 單位: M³, 數量: 1.00, 單價: 30.00, 總價: 30.00
 - 2. 受泥船使用費 (Dredger Use Fee) - 單位: 式, 數量: 1.00, 單價: 30.00, 總價: 30.00
 - 3. 揚船使用費 (Dredger Use Fee) - 單位: 式, 數量: 1.00, 單價: 20.00, 總價: 20.00
 - 4. 測量費(含淡水與淡水挖泥) (Measurement Fee (including fresh water and dredging)) - 單位: 式, 數量: 1.00, 單價: 10.00, 總價: 10.00
 - 5. 土方開採及挖泥 (Soil excavation and dredging) - 單位: 式, 數量: 1.00, 單價: 4.00, 總價: 4.00
 - 6. 疏浚船挖泥處理 (Dredging ship dredging treatment) - 單位: 式, 數量: 1.00, 單價: 4.00, 總價: 4.00
 - 7. 掃泥物處理費 (Silt treatment fee) - 單位: 式, 數量: 1.00, 單價: 4.00, 總價: 4.00
 - 8. 搬運運費 (Transportation fee) - 單位: 式, 數量: 1.00, 單價: 4.00, 總價: 4.00
 - 9. 工料損耗 (Material loss) - 單位: 式, 數量: 1.00, 單價: 4.00, 總價: 4.00
- Summary Row:**
 - 工程項目單價合計 (Total project unit price) - 單位: M³, 數量: 100.00, 單價: 100.00, 總價: 100.00 (元/新台幣) (Unit Price: 100.00 (New Taiwan Dollar))

圖 15-12 單價分析資料例一船席航道浚挖及運棄



圖 15-13 總項分析子資料庫擬設計查詢面

表 15-4 重要經濟參考指標 -1

年別	經濟成長率	國民平均每人所得	消費者物價指數	消費者物價年增率	工業生產指數	法定基本工資	製造業平均薪資	製造業勞動生產年增率	營造工程物價指數
	(o/o)	(美元)/年	(85=100)		(85=100)	每月	每月		
80年				3.63		11040	24469	9.51	85.13
81年				4.46		12365	26986	3.69	97.89
82年	7.01	10,011	89.90	2.94	87.80	13350	28869	3.3	103.9
83年	7.11	10,812	93.58	4.09	93.60	14010	30797	3.49	99.67
84年	6.42	11,630	97.02	3.68	98.01	14880	32545	7.36	100.65
85年	6.10	12,161	100.00	3.07	100.00	15360	33900	5.42	100
86年	6.68	12,457	100.90	0.9	107.43	15840	35456	6.96	102.07
87年	4.57	11,333	102.96	1.68	110.26	15840	36436	4.42	104.61
88年	5.42	12,100	102.78	0.18	118.76	15840	37686	7.05	104.02
89年	5.86	12,916	104.07	1.26	127.52	15840	38792	6.12	
90年	-2.18	11367	104.53	-0.01	118.19	15840	38277	4.01	

表 15-5 重要經濟參考指標 -2

年別	營建金融									
	核發建築物建造執照			核發建築物使用執照			貨 幣	匯 率	地價稅	土 地
	件 數	總樓地	住宅用	件 數	總樓地	住宅用	供給額			增值稅
		板面積	戶 數		板面積	戶 數	年增率	台幣/美元		
	(件)	(km ²)	(戶)	(件)	(km ²)	(戶)	M2(%)		(百萬元)	(百萬元)
82年	76,578	72.49	223,708	72,872	47.54	143,238	15.39	26.63	43,008	172,300
83年	67,431	61.21	215,002	68,494	58.16	197,678	15.07	26.24	35,267	160,100
84年	54,295	45.69	145,687	60,854	55.26	194,762	9.42	27.27	42,609	129,500
85年	42,669	37.69	102,992	47,994	45.71	152,205	9.13	27.49	41,339	114,700
86年	42,207	45.78	129,496	38,562	38.46	113,142	8.02	32.59	45,403	141,095
87年	36,914	42.32	85,127	37,154	38.68	97,849	8.56	32.23	46,363	114,495
88年	28,067	37.15	56,582	30,404	41.24	85,233	8.29	31.40	46,059	87,746
89年	29,493	34.99	44,880	27,370	35.02	62,273	6.50	33.08	53,227	79,390
90年	22,175	21.67	24,391	28,507	31.17	48,997	4.37	35.00	50,708	42,259

第十六章 港區地震及地下水位量測資料彙整建置

16.1 港區監測系統設置目的

港區監測系統設置之主要目的在於，建置各港自動化之港區地震分層監測系統，分層監測港區地層與水壓於地震時之反應波，並將測得之資料彙整建置成資料庫，方便碼頭地震資料之查詢，如港灣地區地震分層監測之設置資訊、港區歷史地震資訊與歷史地震統計資訊等，並為港區地層震動特性、地層放大效應、動態孔隙水壓變化及地震時各港區之場址效應等之研究資料，進而瞭解港區沖積地層之地震振動特性，提供碼頭結構物設計及港區地震工程研究之參考與應用。

16.2 系統之規劃設計

本研究各監測站之系統規劃設計，依設置目的原則上均採統一之規劃設計，其整體系統規劃設計之特性，以台中港區監測站為例，摘要說明如下：

1. 本系統為分層監測系統

本研究系統共設計地震監測井 4 孔，採用埋入型地震計分孔分層安置，規劃深度為 GL-10 m、GL-20 m、GL-100 m 及 GL-283 m 等 4 層，另加地表型地震計一組共 5 層測點。

2. 各層地層震動與即時水壓反應均採同步監測

每一監測系統均配置水壓計 6 支分置於 3 孔監測井，規劃深度為 3 M、6 M、10 M、15 M、20 M、30 M。

3. 監測記錄

本系統於每監測層均記錄 X、Y、V 三方向之振波，連同水壓計共 21ch 之訊號同步觀測記錄，記錄方式依不同之啟動設定分為定時激發記錄與即時感測記錄。

4. 資料儲存與傳送

全站 21ch 之感測資料均以 Cable 聯結至現地測站機房之先進數位化自動記錄集錄系統，感測資料係預存於集錄系統，再收錄於 IC 卡上取回分析，或經電腦利用數位專線連線自動傳輸或強迫傳輸送回港研中心，透過數位專線亦可由港研中心直接遙控或監視現地監測狀況。

測站規劃與實設之整體系統設計範例如圖 16-1。

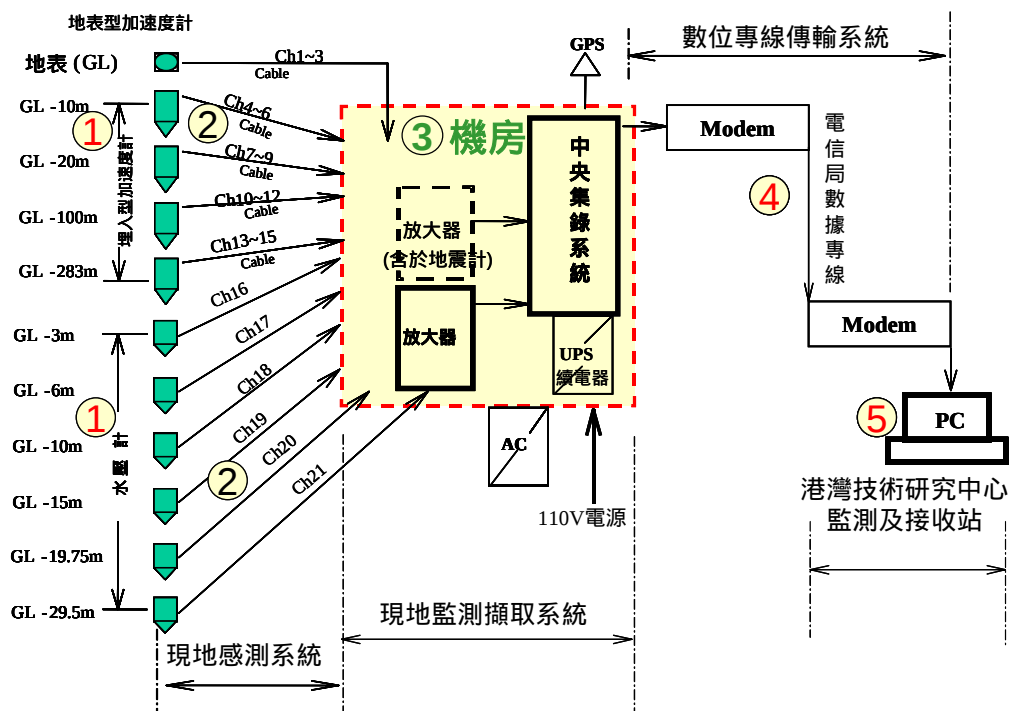


圖 16-1 規劃與實設之整體系統設計-台中港範例

16.3 系統設置

本研究之系統設置工作，依設置目的其主要工作內容與執行要領如下：

1. 站址標定

站址標定工作應包含：站址之選定與站址測量。站址之選定要領必須考慮具代表性之自由場，但是於既有建設之港區選取測站之理想設置地點並不容易，且必須考慮不影響碼頭營運、作業安全、避免監測受貨櫃車輛及施工震動之干擾、電源取得與通訊傳輸系統之牽引等。站址測量應包括站址座標、相關高程、站址環境與站址與港池關係等。

以台中港為範例，本研究綜合各項因素並取得港務局之認同，實設站區於 26 號碼頭後線腹地，即於中南一路之迴轉道上綠地上。其站址座標、相關高程、站址環境與站址與港池關係等測量結果如圖 16-2 與圖 16-3。

2. 監測井開挖與感測器埋設

因本系統規劃為分層監測系統，且水壓與地層震動反應同時監測，考慮技術作業與經費能力，分層規劃之方式係於測站鑽設地震監測井 4 孔，水壓監測井 3 孔，分孔分層安置埋入型地震計即水壓計。配合港區地層之特殊狀況，實設深度得依現地調整之。

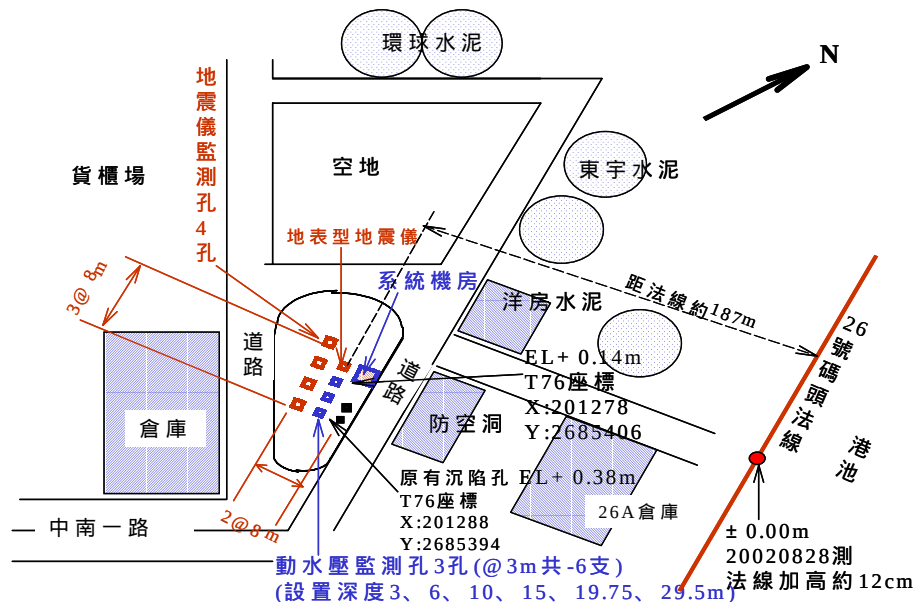


圖 16-2 測站相關測量結果平面示意圖-台中港範例

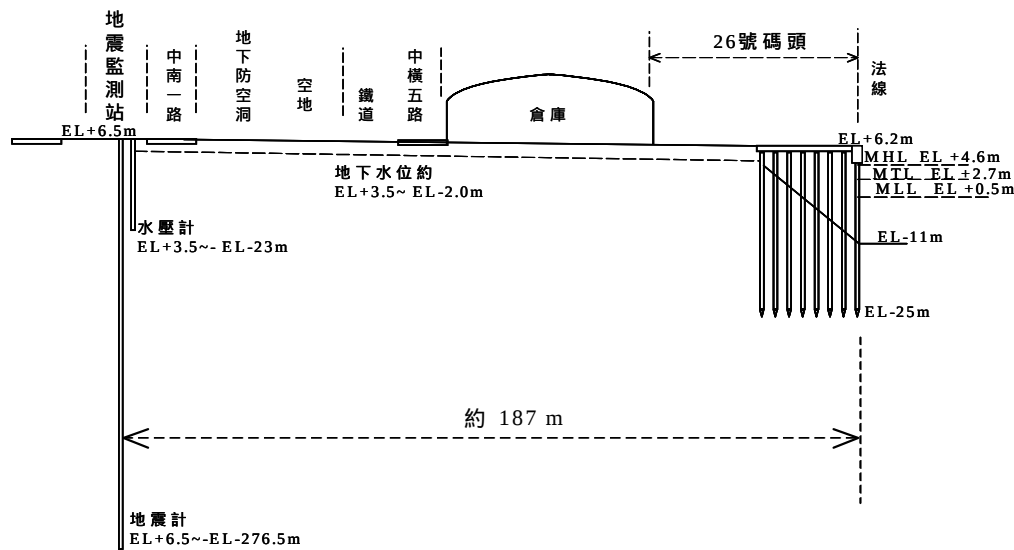


圖 16-3 測站相關測量結果斷面示意圖-台中港範例

設計分層水壓震波測點深度為 GL-3 m、GL-6 m、GL-10 m、GL-15 m、GL-20 m 及 GL-30 m 等 6 層。監測儀之埋設要領主要必須注意監測井之適當鑽設間距、感測器之確實回填埋設、感測器之確實埋設深度、感測器之確實正位與感測器埋設前後之校正等。

配合研究需求，測站內應實施適當之地質調查，以台中港測站為範例，主要地質調查結果與內容如圖 16-4。

3. 系統組合與設定

整體系統主要係由現地感測系統、現地監測擷取系統、數位專線傳輸系統及港研中心之監控與接收系統組成（各港設計系統組成如圖 16-1 之台中港範例）。

主要設定應包括：電信局數位專線與 Modem 之設定(含傳輸速率)、放大器之設定(含感測器監之相對校正)、Data logger 之設定(含基本資料、擷取頻率與啟動設定等)等。

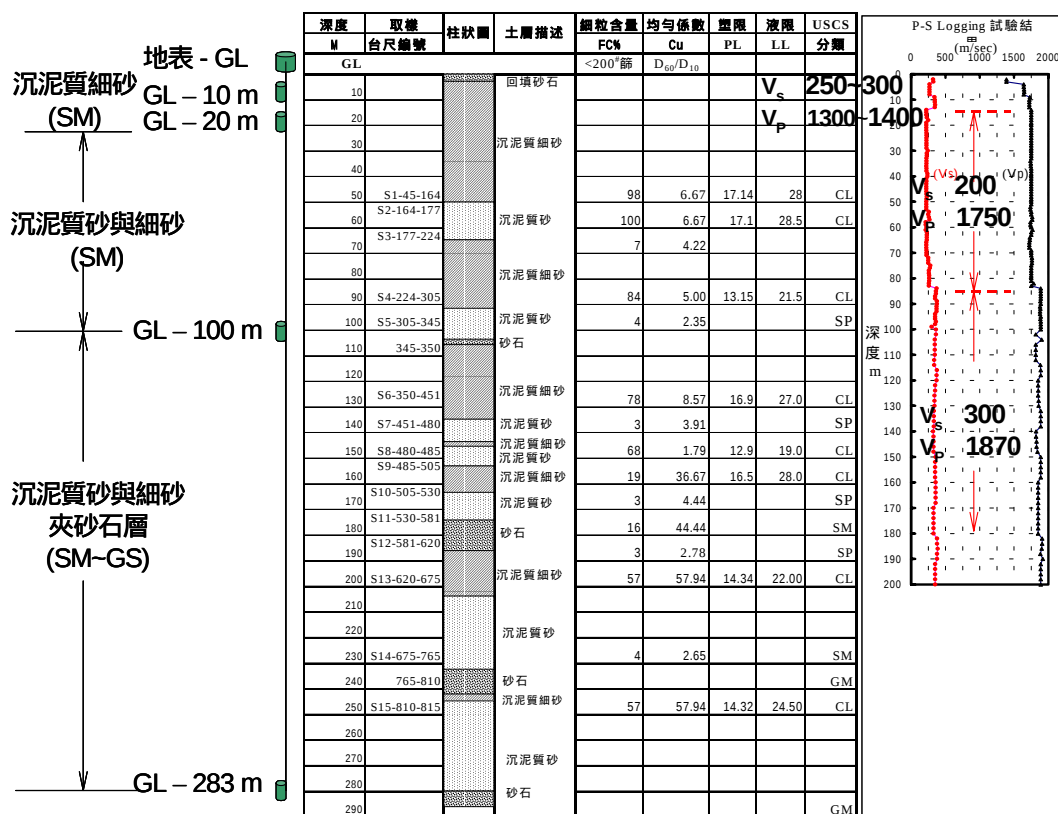


圖 16-4 測站主要地質調查內容與結果示意圖-台中港範例

16.4 資料擷取、傳輸與監測控制

本研究系統資料擷取頻率設定為 100 HZ。現地監測擷取共有地層震動反應感測 5 層測點，每點均包括水平東西、南北向及垂直向 3ch 之感測。水壓反應感測 6 層測點，每點以 1ch 感測，地層震動反應與水壓反應共計感測 21ch，全部以 Cable 連結至現地測站機房，21ch 採同步監測與訊號傳輸，21ch 之即時感測資料首先全部集錄預存於機房內之中央集錄系統，再利用電信局之數位專線傳輸網路，與港研中心監控站之電腦軟體，將預存中央集錄系統之資料傳輸至港研中心監控站收錄之，整體擷取、傳輸與監測控制流程如圖 16-1 與 2-5。

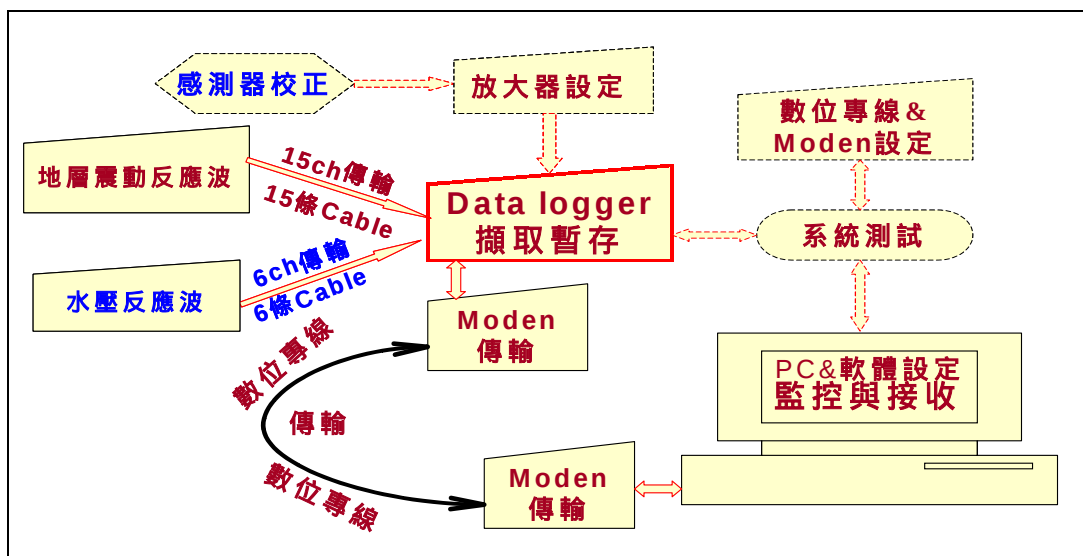


圖 16-5 整體擷取、傳輸與監測控制流程

現地監測站機房內主要配置有 Modem、冷氣、機架、集錄系統、水壓計信號放大器、地震計信號調整器及續電器等。機房構造與配置如圖 16-6。

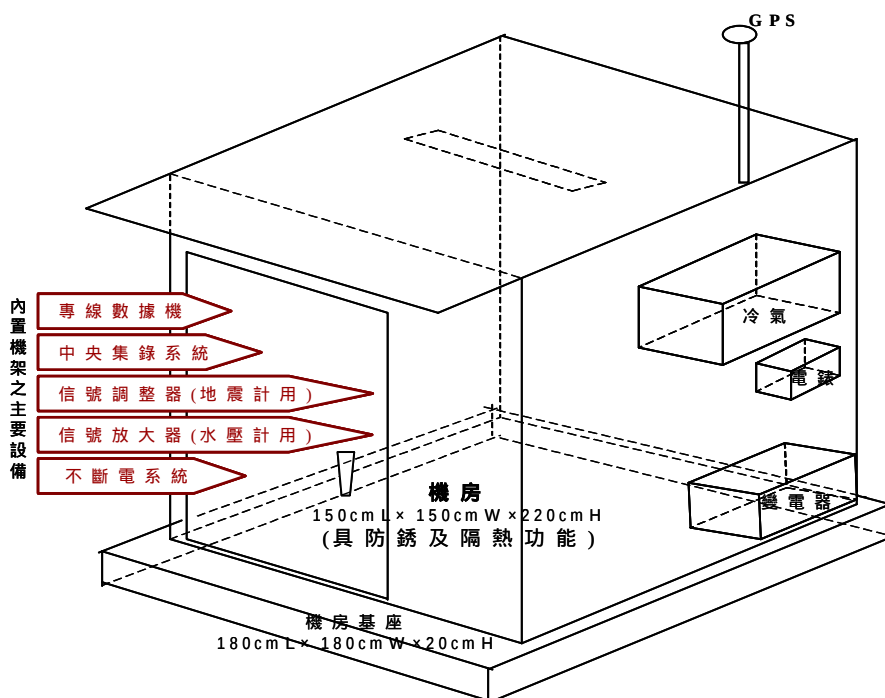


圖 16-6 機房構造與配置示意圖

於港研中心設置接收與監控站，利用電腦與軟體，除可收錄資料外，亦可直接遙控現地測站之感測設定與監視感測狀態，並設定控制記錄方式分為定時激發啟動記錄與即時感測啟動記錄。

16.5 各港監測站設置狀況

本所港研中心直至目前各港已建測站狀況：

1. 安平港區地震分層監測站

係第一座完整的港區地震分層監測系統，於西元 2000 年建置完成，於 2002 年進行第一次檢修。監測站設置位置平面與完成外貌狀況如圖 16-7 與圖 16-8。

2. 台中港區地震分層監測站

台中港區地震分層監測站於西元 2001 年 8 月建置完成。監測站設置位置平面與完成外貌狀況如圖 16-2 與圖 16-9。

3. 布袋港區地震分層監測站

布袋港區地震分層監測站於西元 2002 年元月建置完成。監測站設置位置平面與完成外貌狀況如圖 16-10 與圖 16-11。

4. 台北港區地震分層監測站

台北港區地震分層監測站於西元 2002 年建置完成。監測站設置位置平面與完成外貌狀況如圖 16-12 與圖 16-13。

5. 高雄港區地震分層監測站

高雄港區地震分層監測站高於 2003 年建置完成。監測站設置位置平面與完成外貌狀況如圖 16-14 與圖 16-15。

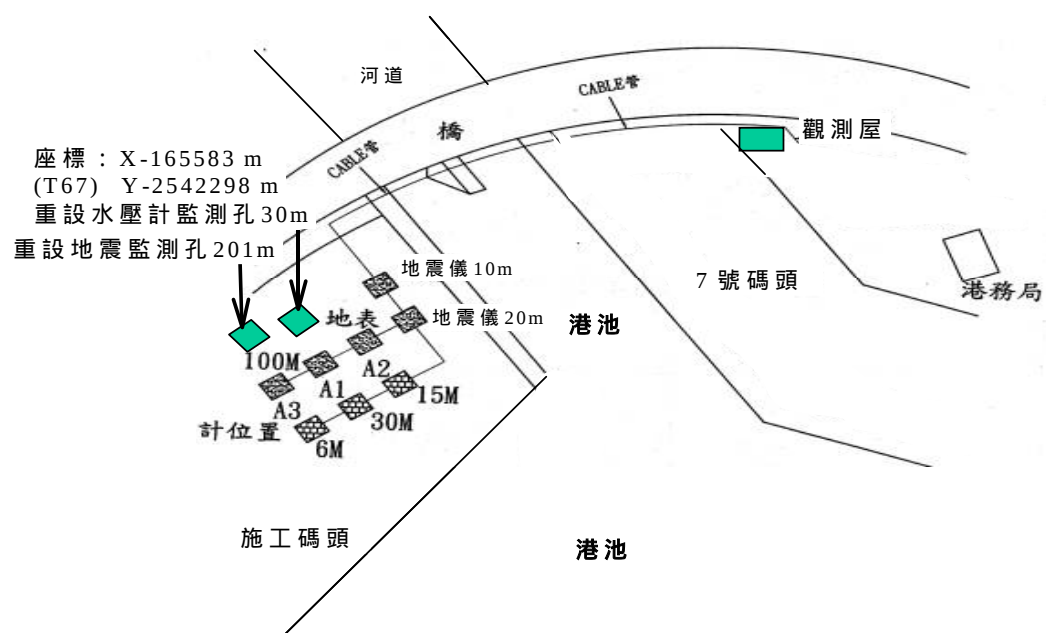


圖 16-7 安平港區地震分層監測站設置位置平面狀況



圖 16-8 安平港區地震分層監測站設置完成外貌狀況



圖 16-9 台中港區地震分層監測站設置完成外貌狀況

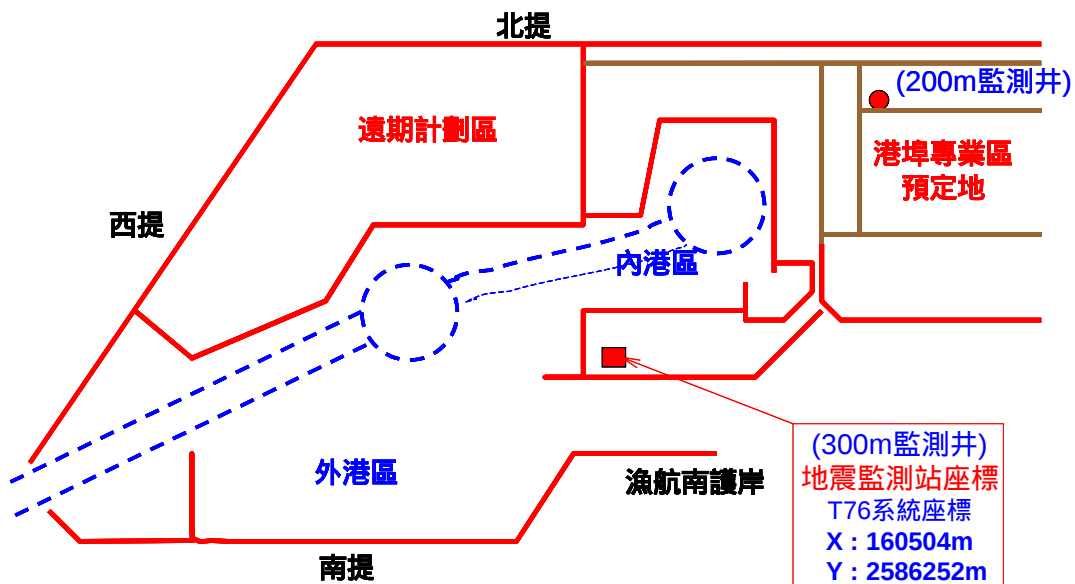


圖 16-10 布袋港區地震分層監測站設置位置平面狀況



圖 16-11 布袋港區地震分層監測站設置完成外貌狀況

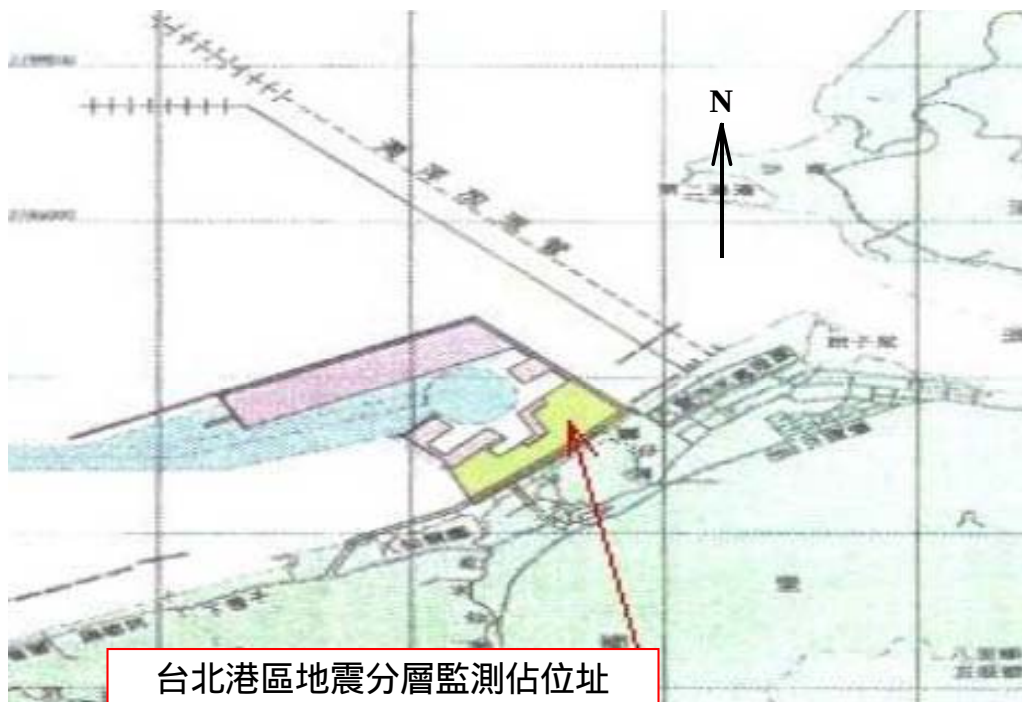


圖 16-12 台北港區地震分層監測站設置位址平面狀況



圖 16-13 台北港區地震分層監測站設置完成外貌狀況

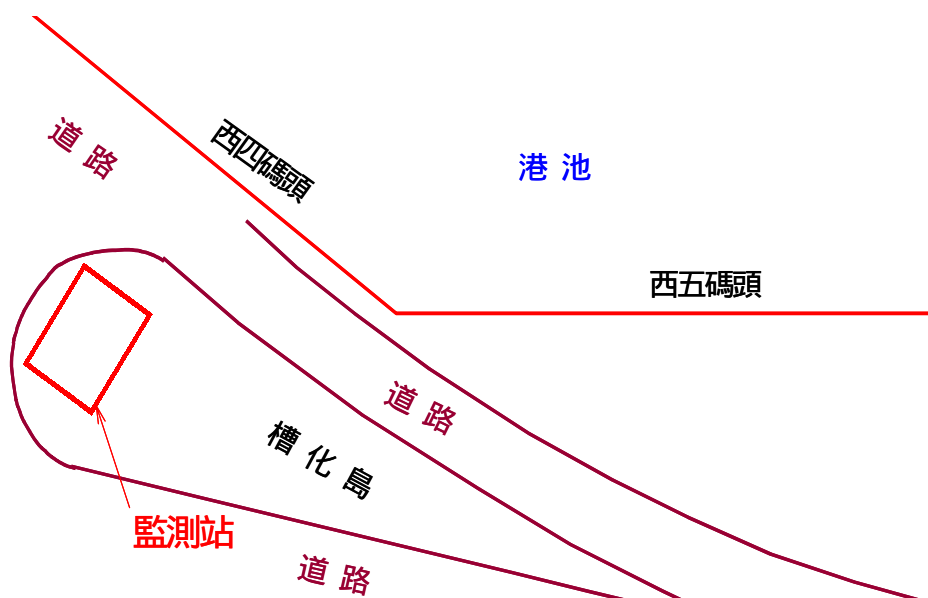


圖 16-14 高雄港區地震分層監測站設置位置平面狀況



16-15 高雄區地震分層監測站設置完成外貌狀況

16.6 監測資料簡易資料庫

16.6.1 資料之展示

本研究監測資料之展示，首先利用 Power Point 與 Excell 軟體，將測得之地震資料建置成一簡易資料庫查詢系統，系統之主要功能係提供資料之儲存與查詢。

目前簡易資料庫查詢系統係由 3 個主查詢面組成，系統查詢首頁之設計如圖 16-16。主要功能包括提供各測站資料與相關斷層資料之查詢入口，為整體資料庫查詢系統之第一層，於此層（首頁）直接點選測站名稱（即各港區名稱）即可進入各已設測站資料庫之首頁（即系統之第 2 層）。如點選台中港則進入台中港測站資料庫查詢首頁如圖 16-17。此層包括顯示各測站設置資料及提供各年份資料之查詢入口。

於各已設測站資料庫之首頁，直接點選欲查詢之年份，即可進入該年份資料之查詢表單，此為整體系統之第 3 層。

簡易資料庫查詢系統之建置，有待持續檢討修正之，監測資料除了以簡易資料庫查詢系統建置外，另以港研中心建置之 GIS 系統展示之。

16.6.2 資料之彙整建置

主要之彙整建置資料包括各測站之基本資料、各筆地震之相關基本資料與各筆地震之實測資料，各筆地震之實測資料並彙整建置成簡報式與資料式兩種成果展示。

各測站之基本資料係以圖表直接建置於系統之第 1、2 層查詢面，各筆地震之相關基本資料則分列於系統之第 3 層查詢表單與各筆地震之實測資料中展示。

各筆地震實測資料之彙整建置，主要依不同測站與年份分別建置之，每筆資料均予編號並建一檔名，並以日期時間為地震之編號與檔名，如地震監測編號 20020331145320 即為該筆資料之檔名，2002 表示西元年，0331145320 依序表示該筆地震資料為 3 月 31 號 14 時 53 分 20 秒感測之地震資料。各年份資料係依編號（即日期）排序分別表列建置於第 3 層查詢表單中之適當儲存格，若要進一步查詢各筆資料之明細，可於該表單直接點選慾查資料之儲存格位置即可查得。各筆監測資料之明細，本研究將其以兩種方式展示之，其一以 Power Point 軟體建成之簡報式綜合資料，其二則以 Excel 軟體建置地震監測波 Data 之詳細資料。

16.6.3 資料庫之查詢與應用內容

本研究所設計之簡易資料庫查詢系統，可供查詢應用之內容如：

1. 各港監測站設置資料

可於簡易資料庫查詢首頁（如圖 16-16 為整體資料庫查詢系統之查詢入口第一層）直接點選之。

2. 台灣主要斷層分佈資料

可於簡易資料庫查詢首頁（如圖 16-16 為整體資料庫查詢系統之查詢入口第一層）直接點選之。

3. 各筆地震監測基本資料

可於簡易資料庫查詢系統之第三層表單直接瀏覽之。

4. 各筆地震監測簡報式之綜合資料

可於簡易資料庫查詢系統之第三層查詢入口直接點選地震監測編號,即可瀏覽以 Power Point 軟體展現之該筆地震監測之綜合簡報資料,內容包括:中央氣象局發佈之規模、震央、震源、最大 PGA 與監測所得之原始波形圖等,目的僅提供相對資料之研究參考比對,僅供瀏覽而不提供原始詳細 Data。

5. 各筆地震監測波 Data 之詳細資料

可於簡易資料庫查詢系統之第三層查詢入口直接點選欲查詢某筆地震監測之各向震波,即可獲取該筆資料之原始 Data,目的在提供相關研究需求之資料查詢與原始 Data 之取得。

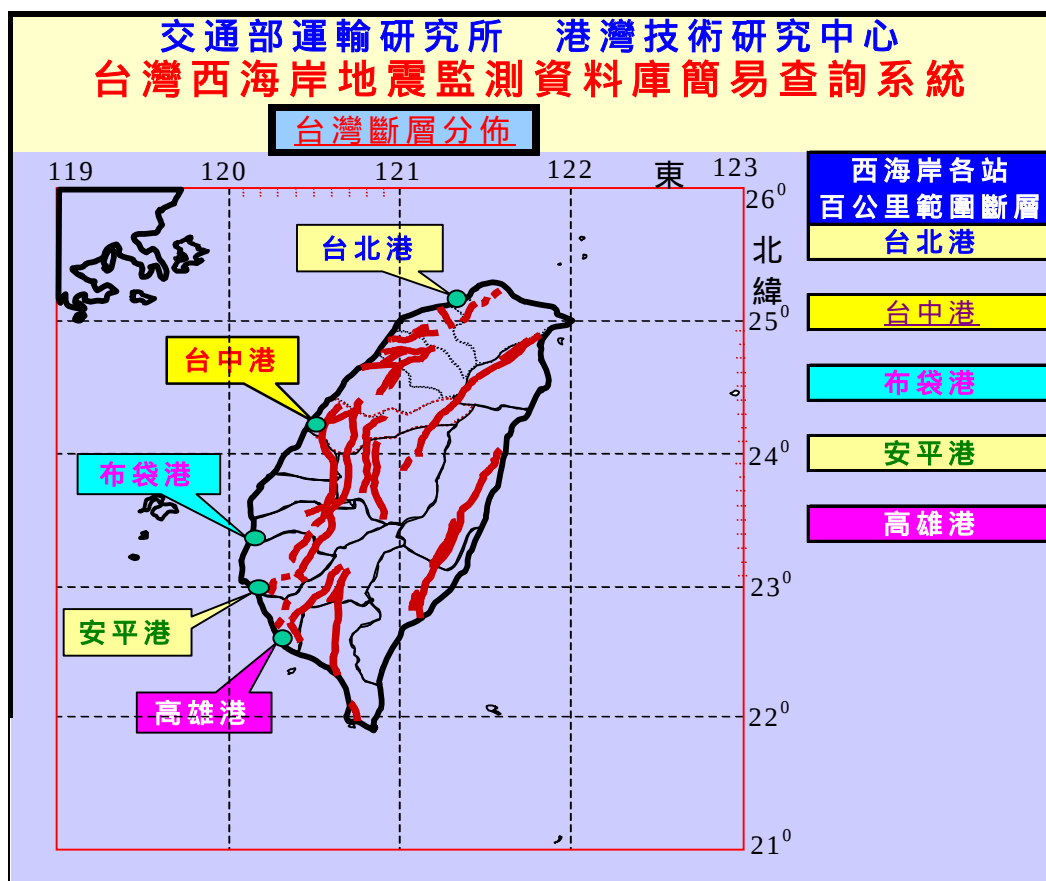


圖 16-16 簡易資料庫查詢首頁 (查詢系統之第 1 層)



圖 16-17 台中港測站資料庫查詢首頁 (查詢系統之第 2 層)

16.6.4 實測歷史地震資料查詢例

若於簡易查詢系統首頁 (如圖 16-16 為系統第 1 層) 中點選台中港後即進入台中港首頁 (如圖 16-17 為系統第 2 層)，續點選慾查詢資料之年份 2002 年即進入該年份之地震監資料表單 (如圖 16-18 為系統第 3 層)，於第 3 層表單中瀏覽後若點選地震監測編號 20020331145320 (如圖 16-18 中箭頭 1 所指位置) 即可查閱該筆地震監測紀錄與氣象局發佈之相關比對簡報資料，該筆地震簡報資料之首頁如圖 16-19。

若慾進一步查詢編號 20020331145320 號地震監測之詳細原始監測 Data，則續於圖 16-18 中右邊點選慾查該筆地震之測向，如點選 20020331145320 號地震之南北測向-SN (如圖 16-18 中箭頭 2 所指位

置)，即可查閱並取得 SN 測向之分層實測詳細資料，含該向震波原始 Data 及以 Excell 軟體展現之波形圖。

該筆編號 20020331145320 號地震之分層動水壓反應之詳細監測原始 Data 資料，則存於圖 16-18 中箭頭 3 所指之 V 垂直測向位置，因本研究累積監測資料所得認為水壓之震態較近似於垂直地震波，故將其與 V 垂直地震波一起儲存，以利後續之研究比較。

於 Excell 軟體下資料可任意重組，圖形可任意調整，方便於研究分析之利用與參考。

回系統首頁

回台中港首頁

台中港地震即時觀測記錄與相關測站記錄資料比對表

觀測日期 年/月/日	地震 觀測 編號	震源		震央		規模 M	最大加速度 gal								
		相對位置 發震時間(時/分/秒)	深度 Km	東經	北緯		測站	觀測時間 時/分/秒	測向	監測土層深度 (M)					
										GL-0	GL-10	GL-20	GL-100	GL-283	
2002 年 3 月															
2002/3/1	氣象局91016號	高雄桃源ES8Km	5.7	120.81	23.11	4.8	桃源			4級					
		16/47/46.7					港務局								
							港研中心								
	20020301164829						26號碼頭	16/48/29	SN	1.142	0.426	0.462	0.390	0.214	
								EW	1.053	0.459	0.415	0.385	0.307		
								V垂直	1.465	2.706	0.618	0.116	0.107		
2002/3/2	氣象局91017號	高雄桃源SE8.8Km	5.0	120.8	23.09	4.6	桃源			135.000					
		16/48/30.5					港務局								
							港研中心								
	20020302164915						26號碼頭	16/49/15	SN	0.737	0.485	0.369	0.244	0.146	
								EW	0.808	0.457	0.320	0.189	0.201		
								V垂直	1.489	1.372	0.509	0.102	0.073		
2002/3/4	氣象局91020號	花蓮西林NW5.2Km	13.3	121.41	23.86	4.9	壽豐			36.000					
		17/04/27.5					港務局								
							港研中心								
	20020304170448						26號碼頭	17/04/48	SN	1.486	1.038	0.896	0.702	0.651	
								EW	2.718	1.265	1.143	0.872	0.722		
								V垂直	1.292	0.706	0.624	0.645	0.423		
2002/3/14	氣象局91022號	嘉義草山EN10.2Km	9.5	120.68	23.39	4.8	草山			15.000					
		19/25/54.5					港務局								
							港研中心								
	20020314192611						26號碼頭	19/26/11	SN	1.802	1.156	1.049	0.645	0.843	
								EW	2.654	1.200	1.478	0.719	0.593		
								V垂直	0.989	0.734	0.595	0.310	0.426		
2002/3/31	氣象局91026號	花蓮秀林E44.3Km	9.6	122.17	24.24	6.8	南澳			283.000					
		14/52/54.7					港務局								
							港研中心								
	20020331145320						26號碼頭	14/53/20	SN	40.908	38.850	29.579	12.894	10.906	
								EW	23.371	23.981	22.431	11.894	12.959		
								V垂直	11.441	11.577	10.240	8.233	5.981		

2

→

1

2

→

3

圖 16-18 台中港地震監測資料查詢表畫面例

圖 16-18 中編號 20020331145320 號 (相對於氣象局發佈之地震編號為 91026 號) 此筆資料為 2002 年台中港地震監測站監測所得之最大地震波，最大 PGA-40.908 gal 由南北向(SN)所測得，其各層之實測波如圖 16-20。

編號：第 91026 號

日期：91年 3 月 31日

時間：14時 52分 54.7秒

位置：北緯 24.24度，東經 122.17度
即在花蓮秀林地震站東 方 44.3 公里

地震深度：9.6 公里

地震規模：6.8

宜蘭南澳 6 級PGA：283 gal

台中港26號碼頭

No：20020331145320

時間：14時 53分20秒

4級-PGA：40.908gal(SN向)

各地最大震度

宜蘭縣南澳	6	級
苗栗縣南庄	5	級
花蓮縣太魯閣	5	級
台北市	5	級
宜蘭市	5	級
台北縣五分山	4	級
桃園縣中大	4	級
新竹縣竹北	4	級
台中縣德基	4	級
南投縣日月潭	4	級
雲林縣草嶺	4	級
嘉義市	4	級
苗栗市	4	級
彰化市	4	級
花蓮市	4	級
嘉義縣阿里山	3	級
台東縣成功站	3	級
台中市	3	級
台南縣東山	2	級
台東市	2	級

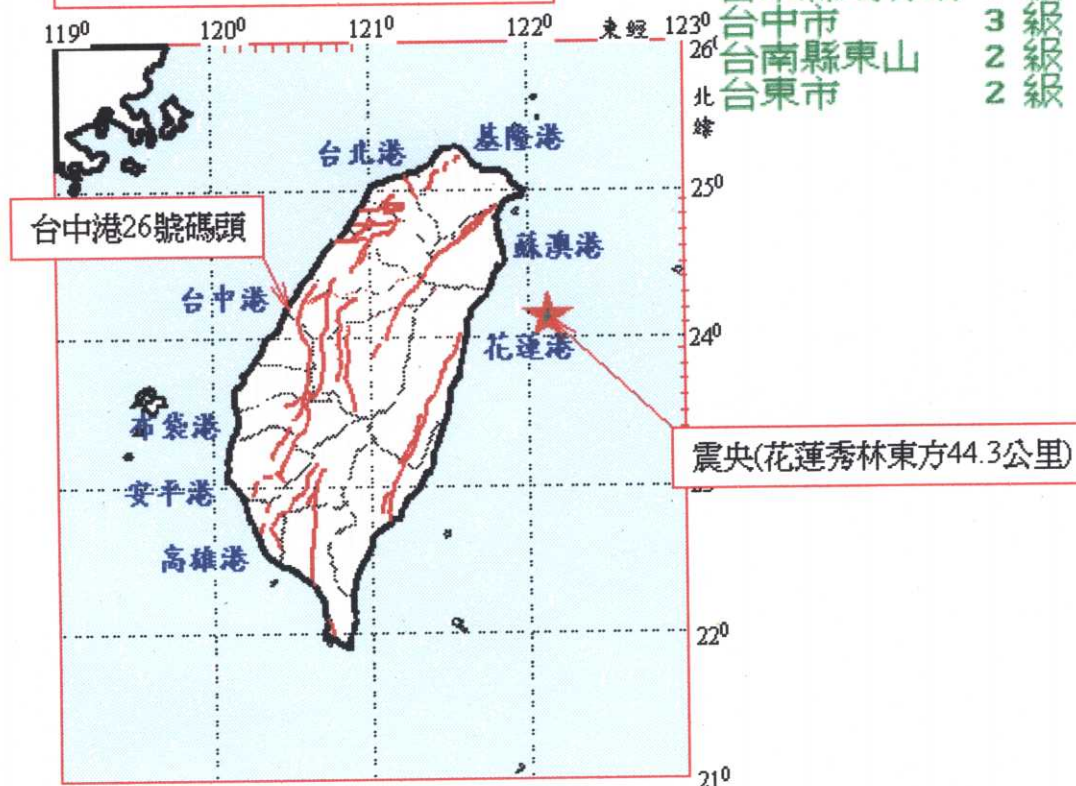


圖 16-19 20020331145320 號地震紀錄簡報資料(首頁)

台中港實測歷史地震紀錄 20020331145320 號地震 (即 331 之歷史地震) 之南北向各監測分層測所得之震波如圖 16-20。

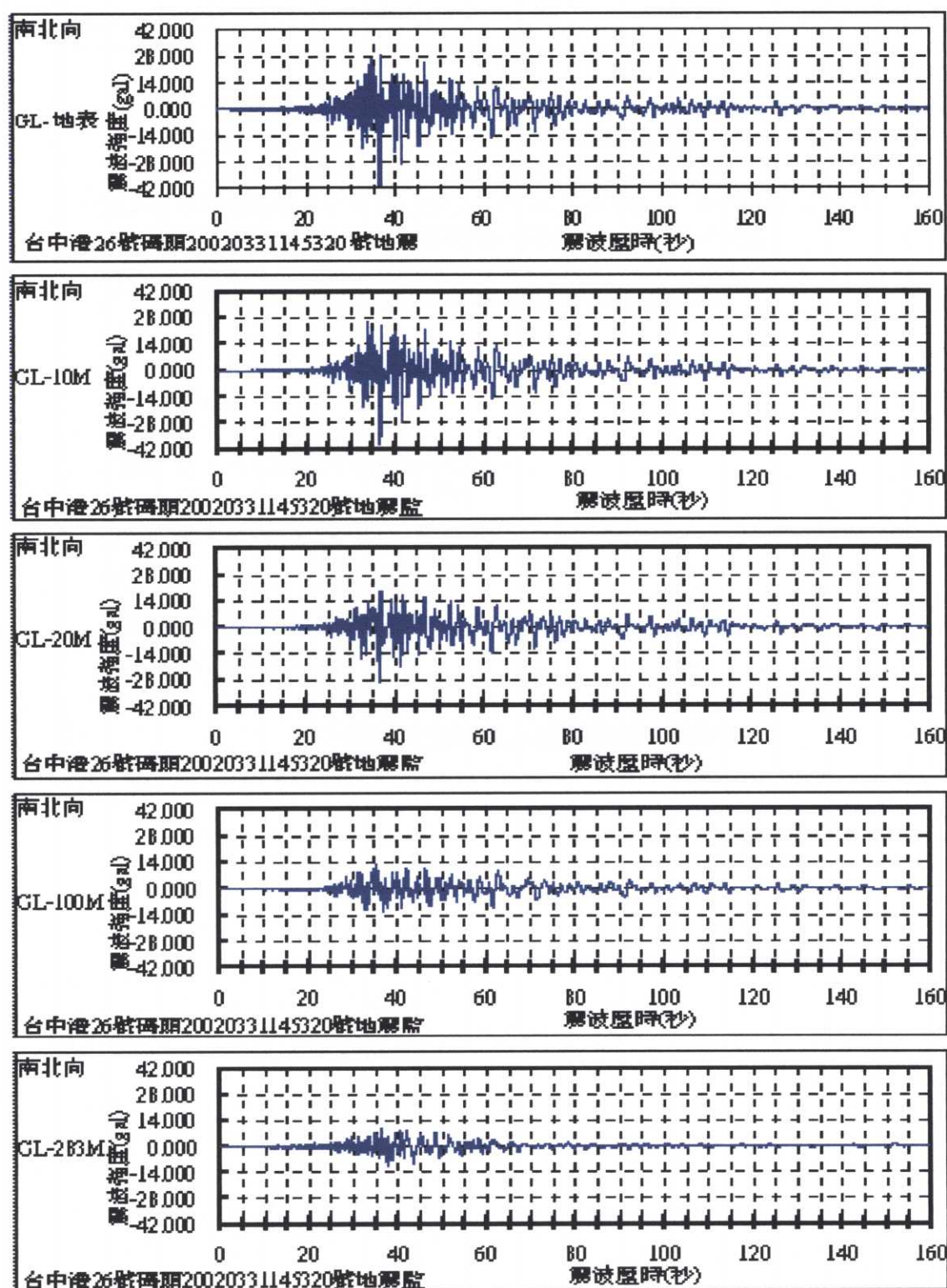


圖 16-20 編號 20020331145320 號地震之南北向分層監測波

編號 20020331145320 號地震部份監測層之地震激發動水壓反應如圖 16-21。各筆地震激發之動水壓反應紀錄亦可於點選地震觀測編號中獲得簡報資料。

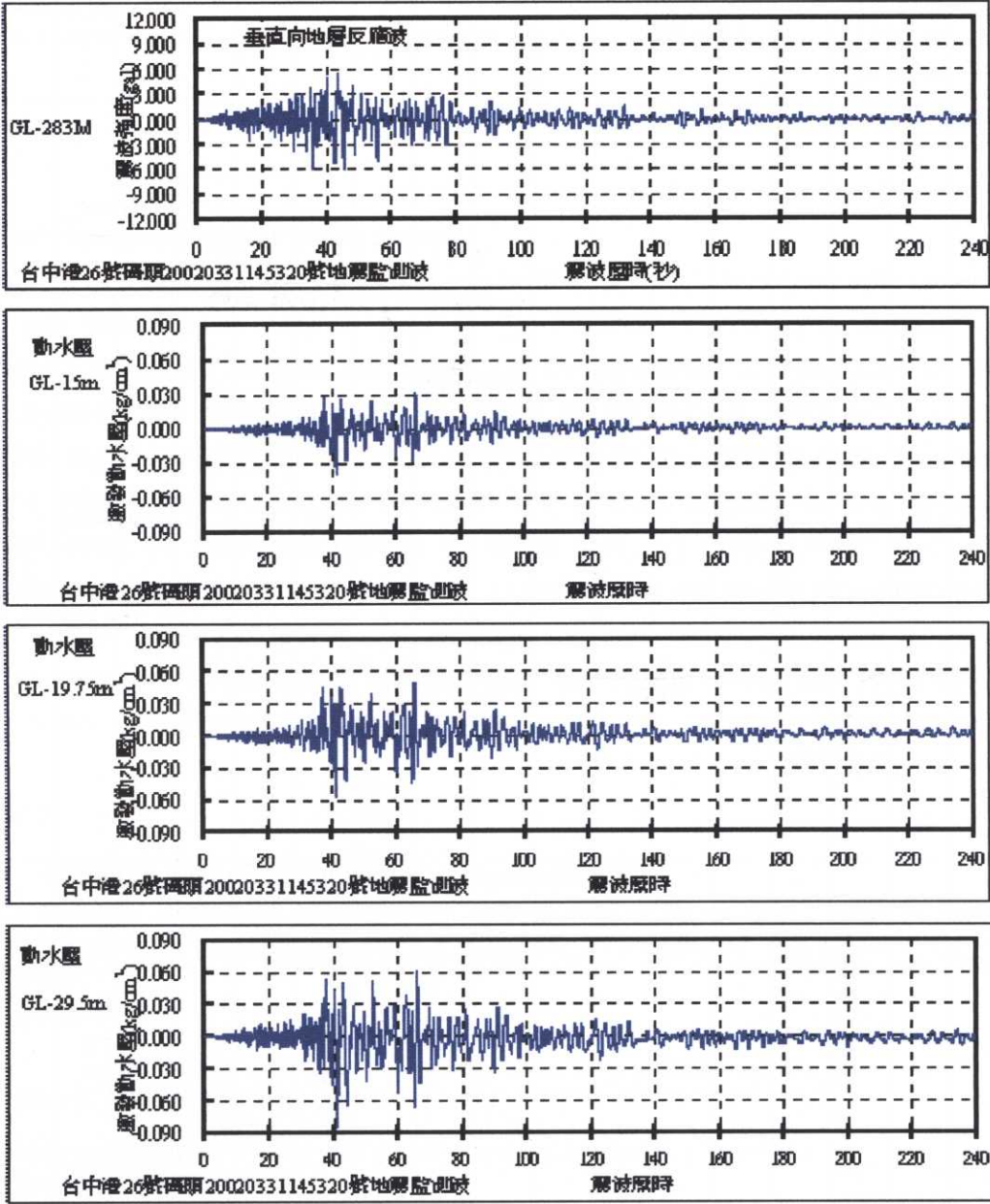


圖 16-21 編號 20020331145320 號地震之動水壓反應分層監測波

16.6.5 監測資料統計

台中港區地震監測紀錄始於 2001 年 9 月，監測至今 (2003 年 11 月 14 日) 所測得之各級大小地震筆數，累積統計明細如表 16-1。

測得各級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況如圖 16-22 至圖 16-26。

表 16-1 台中港區歷史地震監測資料筆數統計表

(統計期間：2001 年 9 月至 2003 年 11 月 14 日)

地震強度		監測年份			合計(筆)
震度 (級)	地表最大加速度 PGA(gal)	2001	2002	2003	
0	< 0.8	1	3	2	6
1	0.8 ~ 2.5	5	22	9	36
2	2.5 ~ 8.0	5	10	9	24
3	8.0 ~ 25	0	4	2	6
4	25 ~ 80	0	2	0	2
5	> 80	0	0	0	0
合計(筆)		11	41	22	74

台中港區地震監測紀錄於 2001 年 9 月至今 (2003 年 11 月 14 日) 共測得 0 級地震強度 (CWB < 0.8gal) 6 筆，其相對於 CWB 發佈之震源分佈如圖 16-22，震源均來至蘇花沿岸地區，地震規模為 4.5~5.0 間。

台中港區地震監測紀錄於 2001 年 9 月至今 (2003 年 11 月 14 日) 共測得 1 級地震強度 (CWB 0.8~2.5gal) 36 筆，其相對於 CWB 發佈之震源分佈如圖 16-23，震源大部份來至蘇花外海地區，地震規模為 4.0~6.0 間。

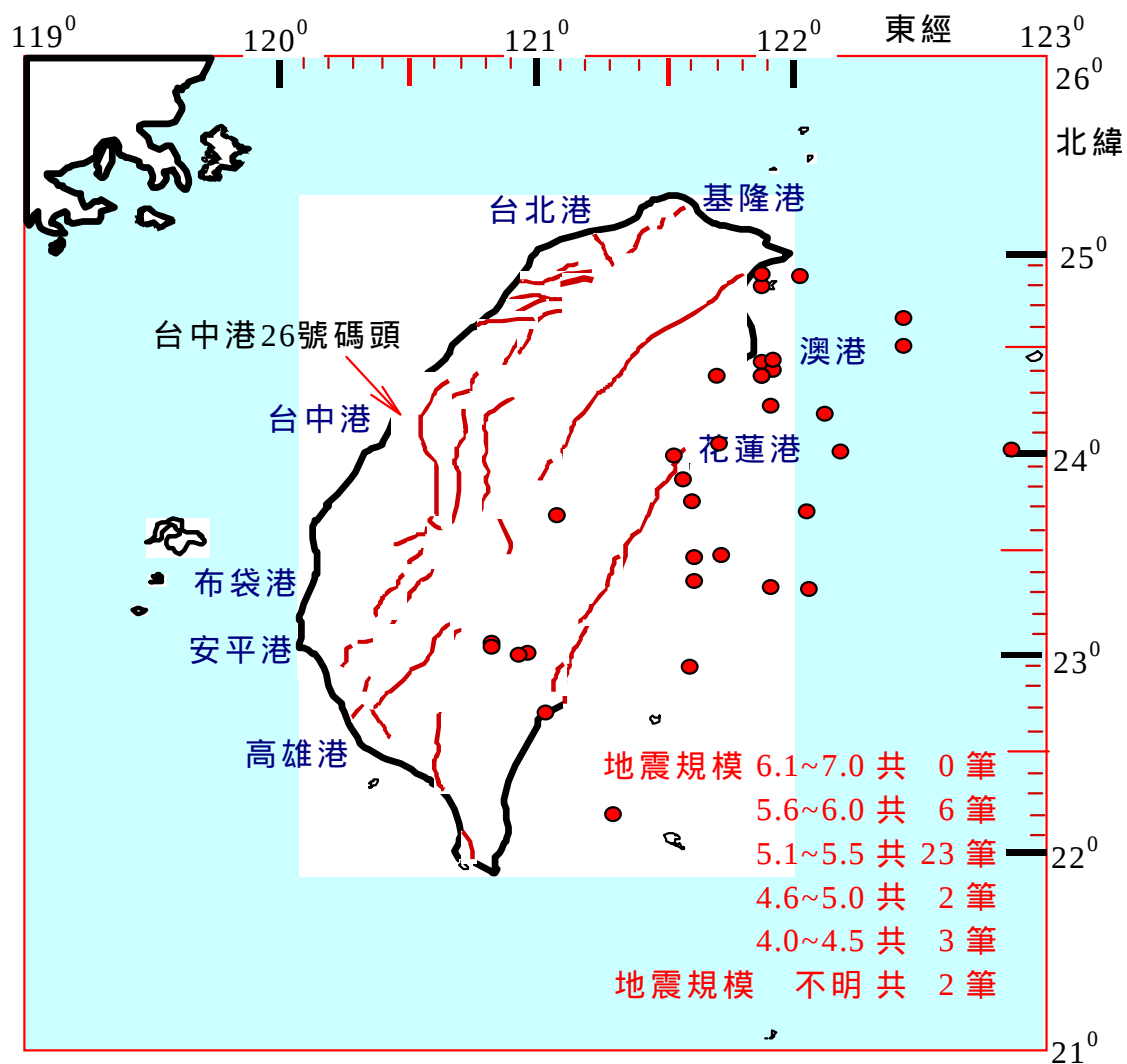


圖 16-23 1 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況

震源 1

地震規模 6.1~7.0 共	3 筆
5.6~6.0 共	4 筆
5.1~5.5 共	7 筆
4.6~5.0 共	7 筆
4.0~4.5 共	3 筆
地震規模 不明 共	0 筆

16-23

台中港區地震監測紀錄於2001年9月至今(2003年11月14日)共測得4級地震強度(CWB 25~80gal) 2筆,其相對於CWB發佈之震源分佈如圖16-26,地震規模為6.2~6.8間,震源均來至蘇花外海。

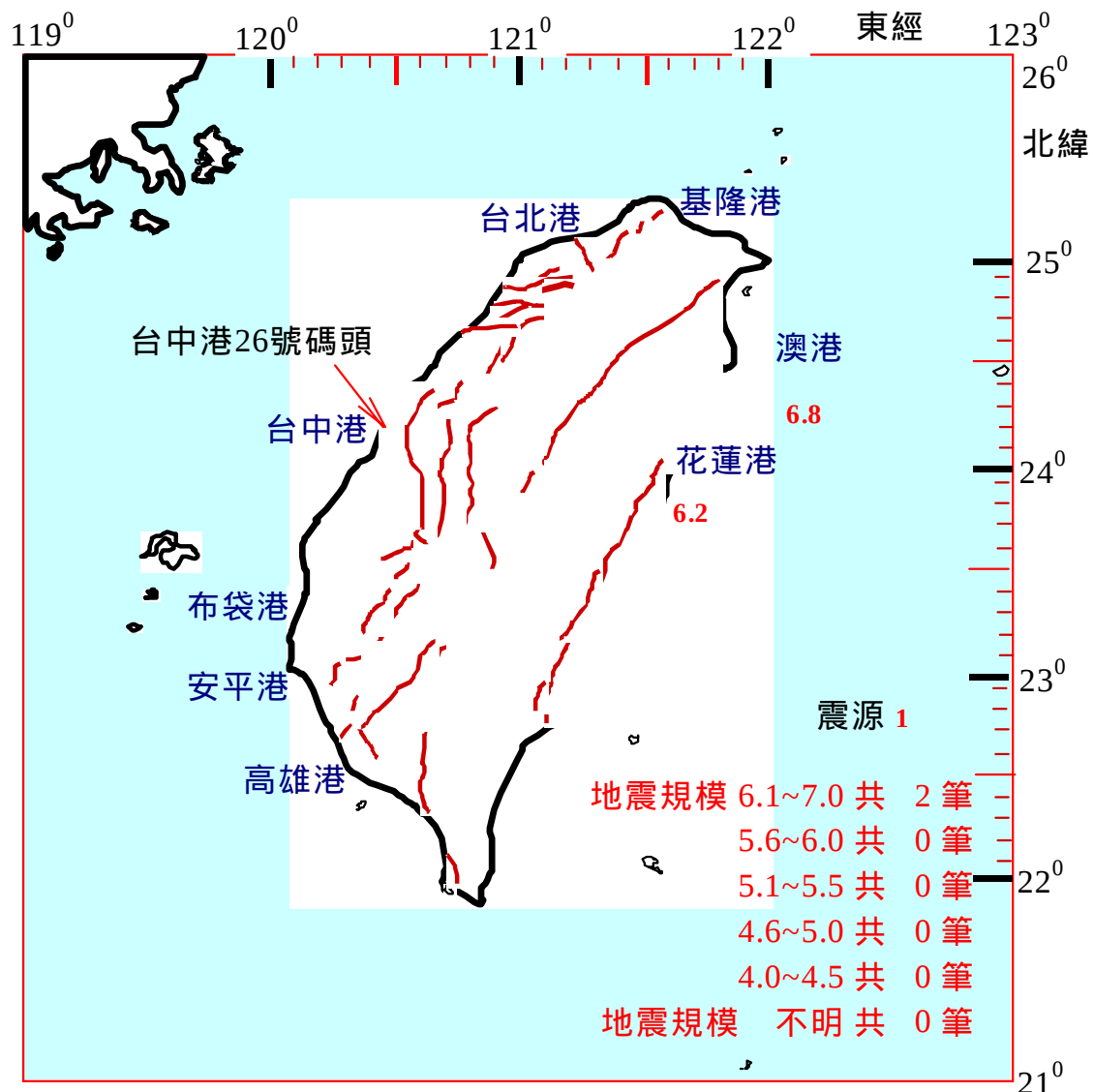


圖 16-26 4 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況

16.7 地震及地下水位量測資料在地理資訊系統上之應用

16.7.1 系統操作程序

本所港研中心所開發的「港區工程基本資料查詢系統」內第五個主選單即為「地震監測」選單，使用者可在此選單下查詢地震及地下水位量測資料，系統操作程序如下所示：

1. 在視窗作業環境下，執行 MapInfo 系統，進入該系統內。
2. 點選功能表 File \ Run MapBasic Program，選擇 d:\harbor-1 內的執行檔 harbor-2003.mbx，按 OK 選鈕，即進入港區工程基本資料查詢系統。
3. 此時螢幕會展繪出台灣全島地圖，並標示基隆、台北、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置。
4. 利用滑鼠，點選其中任一港區，則螢幕展繪出該港區的向量地圖，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「地震監測」主功能項下之第一選單「地震監測系統位置顯示」，系統則展示該港區之地震監測系統設置位置圖。系統設置位置圖以箭靶標誌標記，表示所有地震之震波傳向此位置而由記錄器收錄當地之訊號。
5. 點選「地震監測」主功能項下之第三選單「地震監測系統示意圖顯示」，系統則展示該港區之地震監測系統設置示意圖。
6. 在系統內，港區地震監測資料之查詢設計成兩種方式：一為依震央位置查詢，另一為依地震發生日期查詢。點選「地震監測」主功能項下之第五選單「港區地震監測資料查詢」，可下拉出這兩項查詢選項。
7. 點選「依震央位置查詢」功能項，系統則展示該港區地震監測站所收錄之影響地震震央位置分佈圖。各個影響地震震央位置都標以紅色星星記號，意表地震能量釋放之源點。此時可點選任一震央位置

標記，系統隨即啟動 powerpoint 檔，展示該位置所曾發生之地震，其震波傳到港區後，監測系統所測得的分層震波訊號及水壓變化記錄。該 powerpoint 檔首頁主要為中央氣象局對該次地震的公告，隨後為南北向、東西向、垂直項之分層實測波記錄圖，最後為該地震引置之水壓反應記錄圖。

8. 當點選「依震央位置查詢」功能項之後，該次功能表第三選項「台灣活斷層分佈位置顯示」，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。點選後，台灣活斷層分佈位置圖層隨即疊合顯示在地震震央位置分佈圖上，供使用者參考台灣各地斷層分佈情形。而點選「關閉台灣活斷層分佈位置圖」功能項之後，此圖層即退出畫面。
9. 利用工具箱內的放大、縮小、平移等工具，可作地圖縮放，以更精細地查詢目標位置及鄰近地形。
10. 點選「港區地震監測資料查詢」功能項所下拉出之「依地震發生日期查詢」功能項後，系統即進入資料庫表單搜尋該港地震監測站所登錄之資料年份，隨後在螢幕上顯示「年份選取對話框」，對話框內展列該測站所登錄的所有年份，使用者可依需用選取。
11. 選取完目標年份後，系統即進入資料庫表單搜尋該年份之登錄月份，隨後在螢幕上顯示「月份選取對話框」，對話框內展列該選取年份所包括的所有月份，使用者可依需用選取。
12. 選取完目標月份後，系統即進入資料庫表單搜尋該月份之登錄日期，隨後在螢幕上顯示「日期選取對話框」，對話框內展列該選取月份所包括的所有日期，使用者可依需用選取。
13. 選取完目標日期後，系統隨即進入資料庫表單搜尋該日期之資料檔案，並啟動 powerpoint 檔，展示該位置所曾發生之地震，其震波傳到港區後，監測系統所測得的分層震波訊號及水壓變化記錄。該 powerpoint 檔首頁主要為中央氣象局對該次地震的公告，隨後為南

北向、東西向、垂直項之分層實測波記錄圖，最後為該地震引置之水壓反應記錄圖。

14. 使用者可依循步驟 6 至 13，繼續查詢其他資料內容。
15. 若要查詢另一港區的相關資料，可點選第一主功能項下的“選擇港區”功能，則系統會跳回主畫面。
16. 結束查詢，可由功能表的最後一個功能項“視窗控制”下拉出“離開系統”次功能項，點選後則可停止本程式的執行。

16.7.2 台中港地震及地下水位量測資料查詢展示

台中港地震及地下水位量測資料查詢展示系統操作程序如下示：

1. 按照 16.7.1 節程式操作程序 1 至 3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕視窗會展繪出台灣全島地圖與主要港區（如基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳等港區）的分佈位置，如圖 16-27 所示。
2. 將滑鼠遊標移至台中港標示文字區內，按滑鼠左鍵，可叫出台中港區基本地圖圖層，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「地震監測」主功能項下之第一選單「地震監測系統位置顯示」，系統則展示該港區之地震監測系統設置位置圖。系統設置位置圖以箭靶標誌標記，表示所有地震之震波傳向此位置而由記錄器收錄當地之訊號。台中港區地震監測查詢表單下拉及監測站位置展示如圖 16-28 所示。
3. 點選「地震監測」主功能項下之第三選單「地震監測系統示意圖顯示」，系統則展示該港區之地震監測系統設置示意圖如圖 16-29 所示。
4. 在系統內，港區地震監測資料之查詢設計成兩種方式：一為依震央位置查詢，另一為依地震發生日期查詢。點選「地震監測」主功能項下之第五選單「港區地震監測資料查詢」，可下拉出這兩項查詢選項。

5. 點選「依震央位置查詢」功能項，系統則展示該港區地震監測站所收錄之影響地震震央位置分佈圖。各個影響地震震央位置都標以紅色星星記號，意表地震能量釋放之源點。震央位置分佈如圖 16-30 所示。此時可點選任一震央位置標記，系統隨即啟動 powerpoint 檔，展示該位置所曾發生之地震，其震波傳到港區後，監測系統所測得的分層震波訊號及水壓變化記錄。該 powerpoint 檔首頁主要為中央氣象局對該次地震的公告，隨後為南北向、東西向、垂直項之分層實測波記錄圖，最後為該地震引置之水壓反應記錄圖。圖 16-31 所示為南北向分層實測波記錄圖。
6. 當點選「依震央位置查詢」功能項之後，該次功能表第三選項「台灣活斷層分佈位置顯示」，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。點選後，台灣活斷層分佈位置圖層隨即疊合顯示在地震震央位置分佈圖上，供使用者參考台灣各地斷層分佈情形。圖 16-32 所示為台灣活斷層分佈位置疊合圖。而點選「關閉台灣活斷層分佈位置圖」功能項之後，此圖層即退出畫面。
7. 點選「港區地震監測資料查詢」功能項所下拉出之「依地震發生日期查詢」功能項後，系統即進入資料庫表單搜尋該港地震監測站所登錄之資料年份，隨後在螢幕上顯示「年份選取對話框」，對話框內展列該測站所登錄的所有年份，如圖 16-33 所示，使用者可依需用選取。
8. 選取完目標年份後，系統即進入資料庫表單搜尋該年份之登錄月份，隨後在螢幕上顯示「月份選取對話框」，對話框內展列該選取年份所涵蓋的所有月份，如圖 16-34 所示，使用者可依需用選取。
9. 選取完目標月份後，系統即進入資料庫表單搜尋該月份之登錄日期，隨後在螢幕上顯示「日期選取對話框」，對話框內展列該選取月份所涵蓋的所有日期，如圖 16-35 所示，使用者可依需用選取。
10. 選取完目標日期後，系統隨即進入資料庫表單搜尋該日期之資料檔案，並啟動 powerpoint 檔，展示該位置所曾發生之地震，其震波

傳到港區後，監測系統所測得的分層震波訊號及水壓變化記錄。該 powerpoint 檔首頁主要為中央氣象局對該次地震的公告，隨後為南北向、東西向、垂直項之分層實測波記錄圖，最後為該地震引置之水壓反應記錄圖。圖 16-36 所示為地震引置之水壓反應記錄圖。

11. 使用者可依循步驟 3 至 10，繼續查詢其他資料內容。
12. 若要查詢另一港區的相關資料，可點選第一主功能項下的“選擇港區”功能，則系統會跳回主畫面。
13. 結束查詢，可由功能表的最後一個功能項“視窗控制”下拉出“離開系統”次功能項，點選後則可停止本程式的執行。



圖 16-27 查詢主畫面

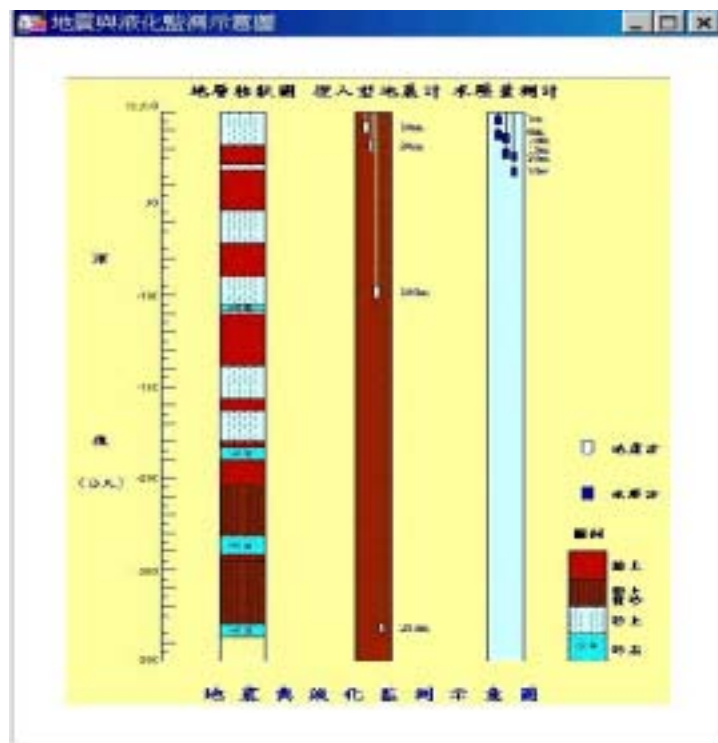
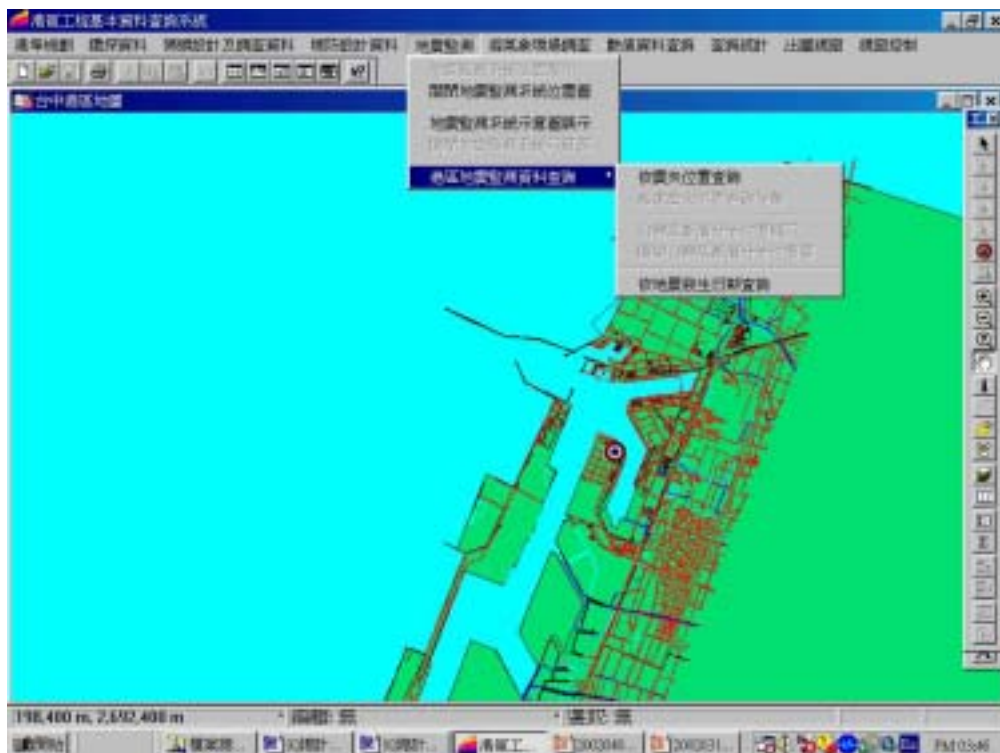




圖 16-30 台中港影響地震震央位置分佈圖

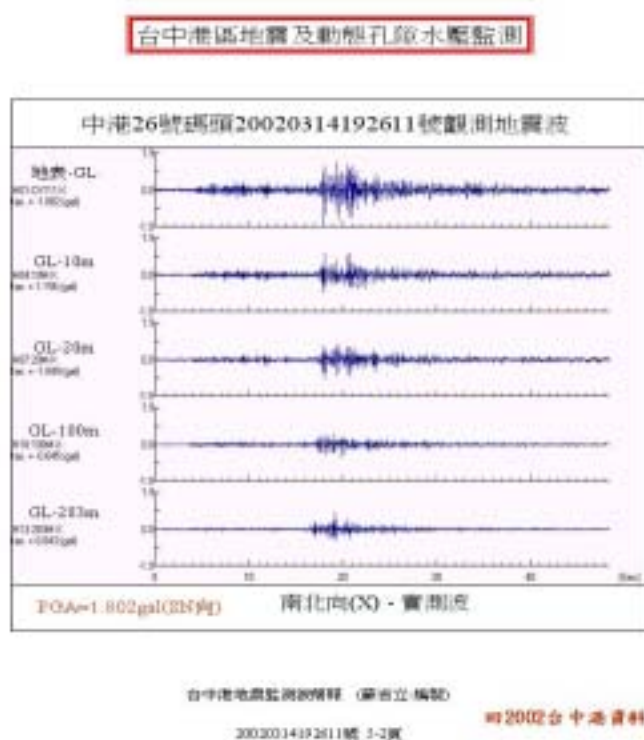


圖 16-31 台中港南北向分層實測地震波記錄圖之一

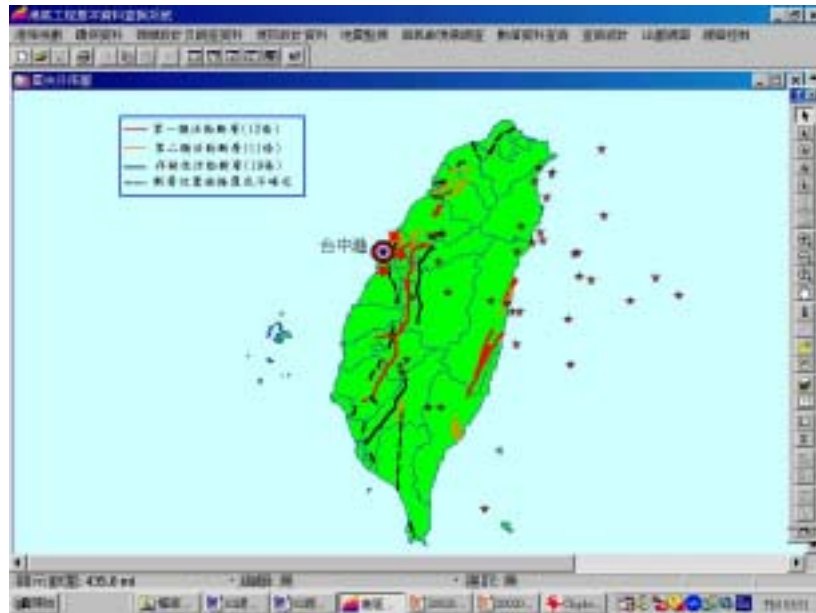


圖 16-32 台灣活斷層分佈位置疊合圖



圖 16-33 台中港區地震監測資料年份選取對話框



圖 16-34 台中港區地震監測資料月份選取對話框



圖 16-35 台中港區地震監測資料日期選取對話框

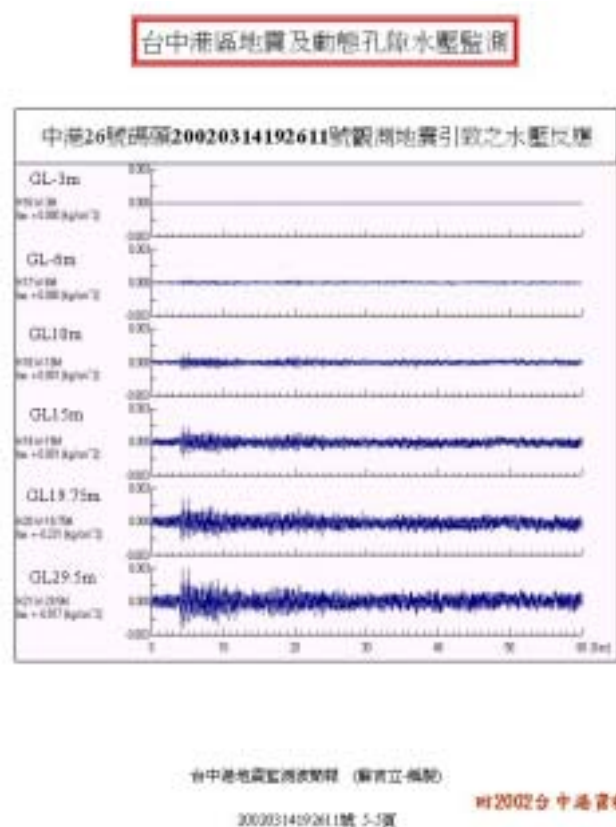


圖 16-36 地震引置之水壓反應記錄圖

第十七章 結論與建議

7.1 結 論

1. 港灣工程基本資料種類繁多，大致可分為港區地形、土層分佈、港灣設施、碼頭設計、防波堤設計、規劃配置及海氣象等資料。因資料散見於各港不同單位中，查詢調閱甚為不便，本所港研中心已收錄有部份資料，且利用地理資訊系統著手加以整合。為期充分發揮資料管理效益，宜開發資料應用模組，架構成一適當查詢系統，以多樣化表現方式呈現，建立友善介面供使用者使用。
2. 港區地質等相關資料之獲取，常需耗費大量的人力經費及時間，取得極為不易，這些珍貴的資料，值得有系統的加以收集整理，一來避免資料散失，二來可作港區規劃及工程維護之參考依據。
3. 資料除了作有系統的收集整理及建檔貯存之外，更需善加利用既有資料，如增加分析功能以及提供主事者方便調閱查詢，以達決策支援之功效，故本研究利用 MapInfo 地理資訊系統及 MapBasic 程式語言撰寫查詢分析系統，以提升資料的使用價值。
4. 查詢系統及資料庫之建檔工作為一永久性的計畫，須不斷的補充更新，使各港區資料庫更趨完備。
5. 地理資訊系統，除了整理典藏珍貴資料，及快速便捷的查詢展示外，也應對所典藏的資料提供分析應用的功能。本研究利用軟體工具來設計分析模組，由資料庫內擷取地質資料，展繪各鑽孔及全區域的可能液化程度，可提供工程人員設計參考，預做災害防治處理。
6. 成果網頁製作係將系統所建置之部份資料，提供在網路上供各界查詢。系統包括三維動態港池模型導覽，以及依據港務局所提供的原始資料，港區配置規劃、碼頭使用類別及構造型式、堤防使用類別及構造型式來建置相對應的二維平面或三維立體圖。三維立體圖更

運用程式技巧來展現各方向的預視圖，形成立體動畫的效果。接著結合現場的海氣象調查統計，以及數值模式推算的結果，將查詢架構及資料庫內容予以擴充，以供查詢使用。

7. 網際網路最大的缺點就是受限於網路的頻寬，因此製作網頁系統時就須考慮到網路的頻寬問題。雖然受限於網路頻寬的限制，無法像在個人電腦般的全螢幕快速動態模擬，但也儘可能運用最新的電腦程式及書寫相關的 Java, Asp 語言來表現最佳的三維動態港池模型導覽。又由於數值模式模擬結果的資料量相當大，在網路頻寬限制下並不適宜提供網際線上模擬展示，只能提供數值模擬結果表現圖。
8. 虛擬實境導覽之一景，在本年度的計畫中，使用了 Microstation V8 來製作虛擬實境導覽程式，利用 Quicktime 瀏覽程式可以整個 720 度觀看碼頭及堤防之三維立體圖；也可利用滑鼠控制鍵來上、下、左、右 360 度導覽整個港區。
9. 在港灣工程單價資料庫建置上，對於直接之工程、工作或事項之單價分析方法，係蒐集歷史造價並採用統計實績之單位基準法，分總項與分項分別加以彙整分析，求得合理之單位面積、單位體積、單位區間、單位長度或單位設備造價之範圍。對於部份非直接之工程、工作或事項之單價則以統計實績之比例基準法，可依價格比例、數量比例或百分比比例法等求得合理之比例範圍。此工作因涉及資料蒐集量之足夠性，故尚於整理研析中。目前既定之分析方向與架構並未十分成熟。希望未來能與有共識之研究人員於資料之蒐集整理、建置與分析上分工合作共同研究。
10. 港灣工程單價資料庫建置計畫主要之研究重點與目標為：資料收集整理與分析歷史工程相關單價。本年度除了完成簡易資料庫之整體架構外，目前先行建置高雄港資料庫，彙整數化高雄港資料庫之歷史工程資料有 51 筆，歷史單價分析資料有 97 筆。因人力與經費支援限制，短期先行建置此一易於維護、查詢、應用之簡易資料庫，

提供當前研究分析之應用。而此研究為一持續性之工作，將陸續開發其他港區之相關資料庫。

- 11.在港區地震及地下水位量測資料彙整建置之研究上，現地安裝監測至今，所測得最大 PGA 值為編號 20020331145320 號之監測紀錄，即 2002 年 3 月 31 日 14 時 53 分 20 秒感測之 331 地震(震源於花蓮秀林東方 44.3 km，地震規模 6.8)，由地表南北向感測所得之 PGA 為 SN-40.908 gal，而 GL-283m 監測層 SN 向之最大加速度為 10.906 gal，該次地震 SN 向震波由底層 283m 傳至地表其放大倍率約 3.75 倍。
- 12.為確保地震發生時位於軟弱沖積土層上碼頭結構物之安全，針對地震於港區地盤所產生之效應進行監測是必要的。其監測資料可幫助瞭解港區沖積地層之地震振動特性，提供碼頭結構物設計及港區地震工程研究之參考與應用。
- 13.地理資訊系統不僅能建置長久性資料，且查詢快速便捷，更可撰寫應用模組進行資料分析，在資料保存及分析上，是一個極佳的開發工具。

7.2 建議

1. 國內各港及研究機構雖有許多基本工程資料可供參考利用，可惜這些資料散見於各有關單位，保存及調閱皆甚為不便，故利用軟體工具將資料數化，有系統的整理分析並儲存鍵置成資料庫，彙整在一系統下查詢管理，已是一個可行的問題解決方法。
2. 港區資料涵蓋項目廣泛，不僅碼頭、地質、風潮波流等特性資料值得加以建置典藏，其他有關港區的土地利用、人文景觀、社經條件資料之建置分析，都具有參考利用的價值，這些尚待後續計畫繼續努力。

3. 施做全區域的液化危險度分析時，在安全係數的評估方法上，Iwasaki 等人所採用的方法，只對深度做累加計算，若遇到深度不足 20m 的鑽孔，求算出來的該孔液化潛能指數會偏小，即會使液化的可能性偏低。而在機率分析的評估方法上，賴聖耀所提的方法，有考慮深度的影響而除上深度的累加值，這會減少鑽孔深度不足導致液化潛能指數偏小的影響，此結果也較符合現狀。然而，對於欲作分析的鑽孔，仍建議在規劃及執行現地試驗時，鑽探深度以超過地下 20m 為宜。
4. 本研究地下水位的深度，係依據鑽探報告內所登錄的數據，但在海邊若遇漲退潮，水位會受影響，且烈震來襲時，因水壓受震盪而增高，水位也會提升。如何才能得到一個較合理的水位值，有需要再做進一步的監測及研究。
5. 對港灣工程單價資料庫之建置，建議對於直接之工程、工作或事項之單價分析方法，可蒐集歷史預算造價或標價，並以統計實績之單位基準法，分總項或單項分別加以彙整分析，且於某種相同標定條件下，求得符合一般標定範圍之合理單位面積、單位體積、單位區間、單位長度或單位設備造價之範圍。對於部份非主體或直接之工程、工作或事項之單價則以統計實績之比例基準法，可依價格比例、數量比例或百分比比例法等求得合理之比例範圍。此工作因涉及資料蒐集量之足夠性，故須持續整理與研析。
6. 本計畫承繼本所港研中心地理資訊系統的建置業務，繼續擴建台灣各國際商港港區工程基本資料庫。以往在五個國際港（基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳港等）上已建置有碼頭、地質、規劃等資料，計畫期間開始增建台北港的相關資料。並在既已開發的港埠上，擴增海氣象調查、數值模擬、腐蝕調查、貨櫃運量等資料項。這些擴建工作乃是由不同研究群組彙整資料而以資料預備較完整的港口開始建置。目前海氣象調查、數值模擬這兩項資料已完成台中、高雄、花蓮三港之建置，腐蝕調查資料已完成基隆、花蓮兩港之建置，地震及地下水位監測資料已完成台中港之建置，貨櫃運量資料已完成

基隆、台中、高雄三港之建置，而查詢系統的規劃及程式模組的設計乃是依據這些資料來撰寫及除錯。目前資料項的查詢架構已完成設計，其餘各港之相關資料將分年繼續彙整建置。

參考文獻

1. 日本道路協會 (1996), 「道路橋示方書.同解說」, V 耐震設計篇。
2. 李咸亨、謝浩明 (1988), 「大地工程地質資料庫系統及台北市區建檔研究」, 內政部營建署。
3. 許茂雄 葉永田 蔡益超 (1989), 「國科會防災科技勘災報告 78-01 號」, pp.6-8.
4. 陳景文、林宏翰 (2000), 「高雄都會區土壤液化潛能微分區」, 地工技術, 第 82 期, PP.7-1 7-18
5. 陳桂清、饒正、柯正龍、張道光、羅建明、林受勳、邱永芳、何良勝 (2002), 「花蓮港外港防波堤及碼頭鋼板樁監測」, 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, CHMT-9101。
6. 陳桂清、柯正龍、饒正、林玲煥、張道光、羅建明、林受勳、邱永芳、何良勝 (2000), 「花蓮港構造物檢測」, 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, MOTC-IOT-IHMT-HE8907。
7. 陳冠宇、簡仲璟、蘇青和、曾相茂 (2002), 「邊緣波引致港池共振的機制-以花蓮港為例」, 第十三屆水利工程研討會。
8. 張金機, 曾相茂 (1993) 「高雄海域海氣象調查研究」, 專刊第 89 號, 港灣技術研究所。
9. 莊文傑、江中權 (1999), 「台中港港口第二期擴建工程規劃:波浪數值模擬計算報告書」, 港灣技術研究所專刊第 161-1 號。
10. 莊文傑、江中權 (1999), 「台中港港口第二期擴建工程規劃:海流數值模擬計算報告書」, 港灣技術研究所專刊第 161-2 號。
11. 莊文傑, 江中權 (2002), 「台灣四周海域海流數值模擬研究(二)-高雄港海域潮汐與潮流之數值模擬研究」, 交通部運輸研究所

MOTC-IOT-IHMT-NA9017 基本研究報告。

12. 賴聖耀 (1990), 「以標準貫入試驗值建立土壤液化潛能判別模式」, 中國土木水利工程學刊, 第二卷, 第四期, PP.301-311。
13. 賴聖耀、謝明志 (1996), 「台中港區土壤液化危險度分析與應用」八十五年度港灣大地工程研討會 PP.7-1 7-18。
14. 賴聖耀、謝明志 (2000), 「港灣地區土壤液化與震陷潛能評估」, 港灣工程耐震安全評估與災害防治研討會。
15. 賴聖耀 (2001), 「台中港北碼頭區之液化潛能與碼頭穩定性分析」, 2001 地震災害境況模擬研討會。
16. 賴聖耀 (2003), 「以 SPT 試驗評估液化潛能之本土化模式」, , 第二十五屆海洋工程研討會, pp.749-755.。
17. 謝明志、單誠基、賴聖耀、李延恭 (1997), 「地理資訊系統在港灣工程資料查詢展示之應用」, 第十九屆海洋工程研討會, pp.627-632.
18. 謝明志 (2001), 「地理資訊系統在砂質港區地質資料建置及液化分析之應用」, 2001 地震災害境況模擬研討會。
19. 謝明志 (2002a), 「港區液化潛能圖製作自動化研究」, 液化潛能評估方法及潛能圖之製作研討會, 國家地震中心, 台北。
20. 謝明志 (2002b), 「GIS 應用於台中港區土壤液化潛能之評估」, 2002 中華地理資訊學會年會暨學術研討會, 台中。
21. 謝明志、單誠基、蘇青和、曾相茂、蘇吉立、曾文傑、郭明哲、康英仁 (2002), 「地理資訊系統在台中港區工程基本資料查詢展示之應用」, 第二十四屆海洋工程研討會, pp.759-764.。
22. 謝明志、蘇青和、單誠基、曾文傑 (2003), 「地理資訊系統在花蓮港區工程基本資料查詢展示之應用」, 第二十五屆海洋工程研討會, pp.835-839.。

23. 謝基政、林炳森 (2000), 「南投地區土壤液化評估方法之研究」, 中興大學碩士論文, pp.24-45.
24. 饒正、陳桂清、柯正龍、張道光(2002), 「碼頭鋼板樁現況調查與腐蝕防治研究」, 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, MOTC-IOT-IHMT-MA9001。
25. 蘇青和、陳明宗 (1995), 「花蓮港港池之共振特性探討」, 中華民國第十七屆海洋工程研討會論文集, PP.113 129。
26. 蘇青和、莊文傑 (1996) , 「台中港港池水理模式之研究」, 港灣技術研究所, 基本研究報告, 85-研(七)。
27. 蘇青和、蔡丁貴 (1996), 「花蓮港港灣設施改善計畫之研究---數值模擬」, 港灣技術研究所專刊第 128 號。
28. 蘇青和、莊文傑、陳明宗 (1996), 「台中港港口海流數值推算」, 中華民國第十八屆海洋工程研討會論文集, PP.389 400。
29. 蘇青和、莊文傑、曾哲茂 (1997) 「高雄港港池水理模式之研究」, 港灣技術研究所, 基本研究報告, 86-研(十三)。
30. 蘇青和 (1998) 「高雄港近岸及港內地區海流特性之研究」, 港灣技術研究所, 基本研究報告, 87-研(十一)-1。
31. 蘇青和、廖慶堂 (2002), 「台中港觀測潮汐資料專刊 (1971~2001)」, 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, 基本研究報告, 91-86-734, MOTC-IOT-91-MA07-03。
32. 蘇青和、廖慶堂 (2002), 「花蓮港觀測潮汐資料專刊 (1980~2001)」, 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, 基本研究報告。
33. 蘇青和、廖慶堂 (2002), 「高雄港觀測潮汐資料專刊 (1971~2001)」, 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, 基本研究報告, MOTC-IOT-91-MA07-03, 91-82-732。

34. 蘇青和 (2003), 「2002 年海氣地象資料年報—潮汐部份」, 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, 基本研究報告, MOTC-IOT-92-H2BA01-3, 92-107-771。
35. 蘇青和 (2003), 「2002 年海氣地象資料年報—海流部份」, 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, 基本研究報告, MOTC-IOT-92-H2BA01-3, 92-106-770。
36. 蘇青和 (2003), 「2002 年海氣地象資料年報—風力部份」, 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, 基本研究報告, MOTC-IOT-92-H2BA01-3, 92-104-768。
37. 蘇青和(2003), 「2002 年海氣地象資料年報—波浪部份」, 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, 基本研究報告, MOTC-IOT-92-H2BA01-3, 92-105-769。
38. 蘇青和(2003), 「2002 年海氣地象資料年報—地象部份」, 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, 基本研究報告, MOTC-IOT-92-H2BA01-3, 92-108-772。
39. Iwasaki, T., Arakawa, T. and K. Tokida (1982), "Simplified Procedures for Assessing Soil Liquefaction During Earthquakes," Soil Dynamics and Earthquake Engineering Conference Southampton, pp.925-939.
40. Lai, S.Y., Hsu S.C., and M.J. Hsieh (2004), "Discriminant Model for Evaluating Soil Liquefaction Potential Using CPT Data, " J. of Geot. Engr., ASCE (publication accepted).
41. Liao, S.S.C., Veneziano, D. and R.V. Whitman (1988), "Regression Models for Evaluating Liquefaction Probability, " J. of Geot. Engr., ASCE, Vol.114, No.4, pp.389~411.
42. Roberson, Peter K., and Cathrine E. Wride (1998), "Cyclic Liquefaction and its Evaluation Based on SPT and CPT," Proceedings of the MCEER Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soil.

地理資訊系統在港灣工程資料 查詢展示之建置應用(2/3)

計畫召集人：朱金元

計畫主持人：謝明志、張道光、蘇青和、簡仲璟、
單誠基、陳明宗、蘇吉立

研究人員：賴聖耀、曾文傑、柯正龍、羅建明、
何良勝、曾相茂、吳基、林柏青、
廖慶堂、徐如娟、莊文傑、陳冠宇、
江中權、林玲煥、劉清松

執行單位：交通部運輸研究所港灣技術研究中心

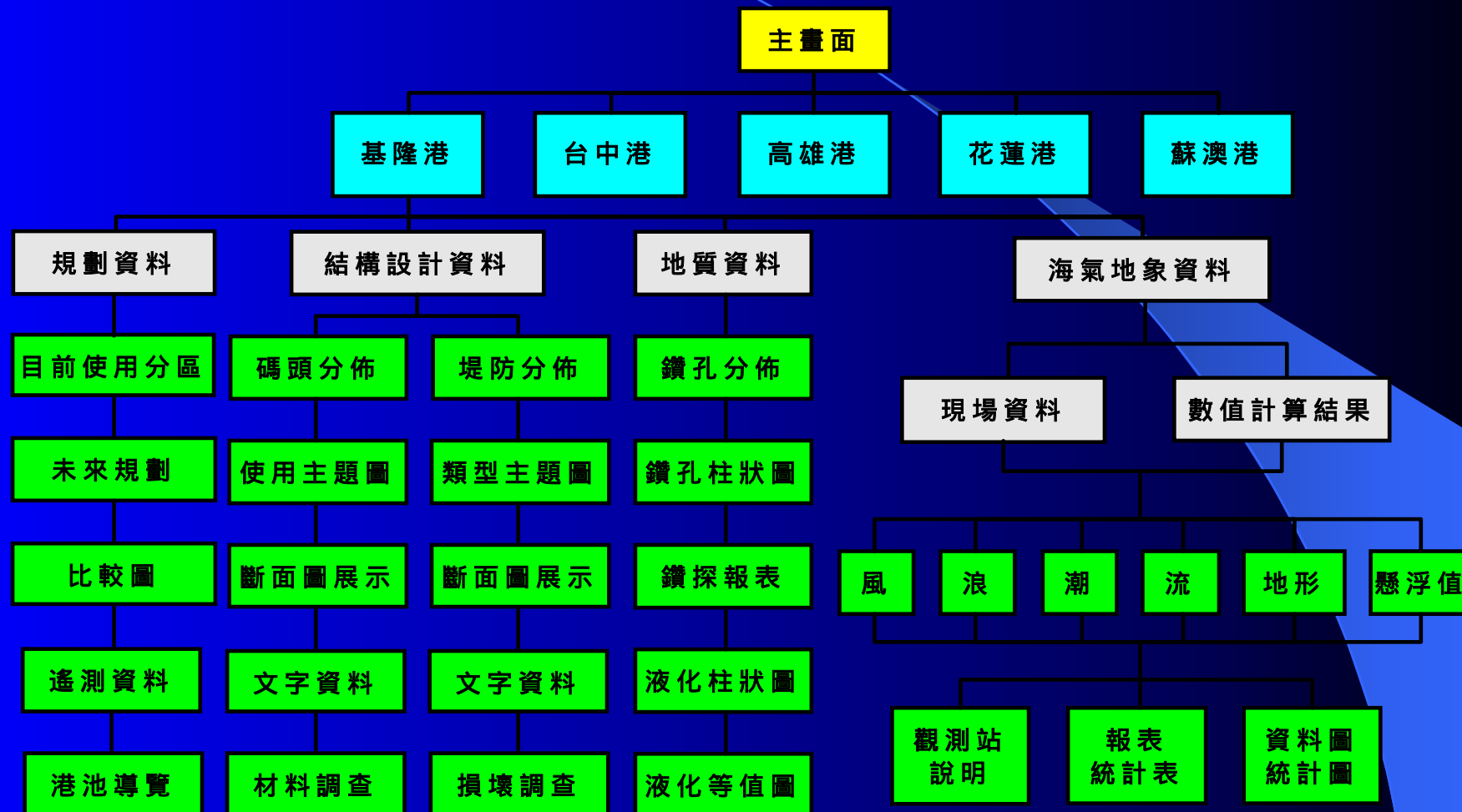
計畫編號：92-研(D5)

計畫時程：92.1.1~92.12.31

一、計畫緣起

- 延續並擴大本中心地理資訊系統(GIS)的開發建構。
- 將散見各單位之港灣工程資料彙整數化，建檔儲存。
- 利用地理資訊系統工具開發應用模組，架構成查詢系統。

發展規劃-中程規劃



二、系統建置工具

- MapInfo：GIS軟體
- MapBasic：應用程式撰寫
- AutoCAD：空間資料建置
- Foxpro：屬性資料建置
- Surfer：等值分析展繪
- MicroStation：三維港池模型建置

三、本年度工作內容

- 以八個子計畫收集彙整歷年資料並開發展示模組
 - 子計畫(一)：地理資訊系統在港區地工資料之應用
(含系統開發)
 - 子計畫(二)：地理資訊系統在港工材料查詢展示之應用
 - 子計畫(三)：港區海氣象資料彙整建檔
 - 子計畫(四)：港區海氣象數值模式建置
 - 子計畫(五)：港區設計規劃資料建置
 - 子計畫(六)：港灣資料網頁系統之建置
 - 子計畫(七)：港灣工程單價資料庫之建立
 - 子計畫(八)：港區地震及地下水位量測資料彙整建置

四、年度內完成之工作項目

年度內所完成的工作，計有十大項：

- (1) 系統架構擴建，
- (2) 海氣象調查資料查詢模組之增建，
- (3) 海象數值模擬資料查詢模組之增建，
- (4) 碼頭板樁腐蝕調查資料查詢模組之增建，
- (5) 碼頭貨櫃運量查詢模組之增建，
- (6) 液化分析模組之擴建及應用，
- (7) 港灣工程單價資料庫之擴建，
- (8) 港區地震及地下水位量測資料彙整新建，
- (9) 系統資料的補充更新，
- (10) 成果網頁之建置。

港區資料查詢系統

90年資料量

分類 \ 數量	基隆港	台中港	高雄港	花蓮港	蘇澳港
碼頭斷面數化圖	55	30	80	25	13
碼頭條件資料表	55	30	80	25	13
鑽探記錄資料表	276	135	129	21	119
港區鑽孔資料表	1	1	1	1	1
堤防斷面數化圖	51	37	22	25	
港區規劃圖	2	2	2	2	2
自然條件資料表	1	1	1	1	1
港區數化圖	1	1	1	1	1
水系數化圖	1	1	1	1	1
碼頭分佈數化圖	1	1	1	1	1
鑽孔分佈數化圖	1	1	1	1	1

鑽探報表，鑽孔柱狀圖，液化柱狀圖 由程式產生

港區資料查詢系統

91年資料量(一)

分類 \ 數量	基隆港	台中港	高雄港	花蓮港	蘇澳港	台北港
碼頭斷面數化圖	55	30	80	25	13	5
碼頭條件資料表	55	30	80	25	13	
鑽探記錄資料表	276	135	129	21	119	110
港區鑽孔資料表	1	1	1	1	1	1
堤防斷面數化圖	51	37	22	25	14	16
港區規劃圖	2	2	2	2	2	
自然條件資料表	1	1	1	1	1	
港區數化圖	1	1	1	1	1	1
水系數化圖	1	1	1	1	1	1
碼頭分佈數化圖	1	1	1	1	1	1
鑽孔分佈數化圖	1	1	1	1	1	1
堤防分佈數化圖	1	1	1	1	1	1

鑽探報表，鑽孔柱狀圖，液化柱狀圖 由程式產生

港區資料查詢系統

91年資料量(二)

分類 \ 數量	基隆港	台中港	高雄港	花蓮港	蘇澳港
風力調查圖表		364		98	
潮位調查圖表		643		228	
波浪調查圖表		41		560	
海流調查圖表		345		103	
潮位數值成果圖表		8		9	
波浪數值成果圖表		8		20	
海流位數值成果圖表		8		9	
碼頭貨櫃裝卸年份		2	4		
碼頭板樁腐蝕調查表				5	

港區資料查詢系統

92年資料量(一)

分類 \ 數量	基隆港	台中港	高雄港	花蓮港	蘇澳港	台北港
碼頭斷面數化圖	55	44	100	25	13	5
碼頭條件資料表	55	30	80	25	13	
鑽探記錄資料表	276	135	129	21	119	110
港區鑽孔資料表	1	1	1	1	1	1
堤防斷面數化圖	51	37	22	25	14	16
港區規劃圖	2	2	2	2	2	
自然條件資料表	1	1	1	1	1	
港區數化圖	1	1	1	1	1	1
水系數化圖	1	1	1	1	1	1
碼頭分佈數化圖	1	1	1	1	1	1
鑽孔分佈數化圖	1	1	1	1	1	1
堤防分佈數化圖	1	1	1	1	1	1

鑽探報表、鑽孔柱狀圖、液化柱狀圖、區域液化等值圖由程式產生

港區資料查詢系統

92年資料量(二)

分類 \ 數量	基隆港	台中港	高雄港	花蓮港	蘇澳港
風力調查圖表		364	197	98	
潮位調查圖表		643	955	228	
波浪調查圖表		41	111	560	
海流調查圖表		345	294	103	
潮位數值成果圖表		8	12	9	
波浪數值成果圖表		8	5	20	
海流位數值成果圖表		8	13	9	
碼頭貨櫃裝卸年份	3	3	5		
碼頭板樁腐蝕調查表	6			5	

4-1、資料收集彙整

- 基隆港 -地質、碼頭腐蝕調查、貨櫃運量
- 台北港 -地圖、碼頭、堤防、地質
- 台中港-地圖、碼頭、堤防、貨櫃運量、
海氣象調查、海象數值模擬
- 高雄港-地圖、地質、碼頭、貨櫃運量、
海氣象調查、海象數值模擬
- 花蓮港 -碼頭航道腐蝕調查、海氣象調查、
海象數值模擬
- 蘇澳港 -碼頭
- 工程單價資料 -9個工商港及漁港

4-2、資料數化建檔(一)

(1) 基隆港 –

- a. 水質- (#E2~#E7) 90年檢測資料各一
- b. 碼頭- (#E2~#E7) 鋼板樁腐蝕檢測資料
- c. 貨櫃運量- (#E8~#E11, #W16~#W26)
89-91年碼頭運量
- d. 鑽探報告11冊彙整建檔 – 261孔

4-2、資料數化建檔(二)

(2) 台北港 -

- a.地質資料建置- 5冊110孔
- b.堤防斷面圖檢核、轉檔製作 - 16幅
- c.堤防位置配置圖製作 - 1幅
- d.碼頭斷面圖繪製轉檔製作 - 5幅
- e.碼頭位置配置圖製作 - 1幅
- f.港區基本圖轉檔製作-水系及配置圖 各1幅

4-2、資料數化建檔(三)

(3) 台中港 -

- a.北堤外延段轉檔製作 - 11幅
- b.新增碼頭轉檔製作 - 4幅
- c.火力電廠西側鑽探 - 50孔
- d.過港隧道預定地鑽探- 2孔
- e.海氣象資料 – 風364筆、潮643筆、浪41筆、流345筆
- f.數值地形圖更新-2幅
- g.遙測影像檔更新-1幅
- h.碼頭位置分佈圖及主題圖更新-1幅
- i.堤防位置分佈圖及主題圖更新-1幅
- j.貨櫃運量- (#9~#11) 89-91年碼頭運量
- k.地震及地下水位監測- 90-92年監測資料
- l.本土化液化分析模組新建-Lai method

4-2、資料數化建檔(四)

(4) 高雄港 -

- a.擴建碼頭轉檔製作 - 9幅
- b .新增碼頭轉檔製作 - 3幅
- c .數化鑽探報告 - 共54冊、累積深度 17567m
- d .海氣象資料 – 風197筆、潮955筆、浪111筆、流294筆
- e.數值地形圖更新-2幅
- F.港區未來規劃圖更新-1幅
- g.碼頭位置分佈圖及主題圖更新-1幅
- h.貨櫃運量- (1st~5th貨櫃中心) 87-91年碼頭運量
- i.本土化液化分析模組新建-Lai method

4-2、資料數化建檔(五)

- (5) 花蓮港 -

- a. 航道- (90年)鋼板樁腐蝕及水質檢測資料各一
- b. 碼頭- (#4~#6、#8)鋼板樁腐蝕檢測資料
- c. 航道斷面圖- ACAD繪製 - 2幅
- d. 海氣象資料- 風98筆, 潮228筆, 浪560筆, 流103筆.

- (6) 蘇澳港 -

- a. 堤防斷面圖繪製 - 14幅
- b. 堤防位置分佈圖繪製 - 1幅
- c. 堤防類別主題圖設計 - 1幅

4-3、應用模組開發

- a. 台北港查詢展示程式設計
- b. 高雄港、台中港、花蓮港海氣象調查資料查詢程式設計
- c. 高雄港、台中港、花蓮港海象數值資料查詢程式設計
- d. 基隆港、花蓮港腐蝕調查展示程式設計
- e. 台中港、高雄港、基隆港碼頭貨櫃裝卸量查詢程式設計
- f. 高雄港烈震液化分析展繪程式設計
- g. 其餘已數化資料將在下年度繼續建置

4-4、港灣工程單價資料庫(一)

● 資料之蒐集與整理

目的：建立港灣工程歷史造價資料庫，以為港灣工程人員於工程規劃設計時估計預算之參考，並可於未來研究上，提供彙整、統計與分析歷史工程造價及相關單價所須足量資料之依據。

資料來源	資料類型
各港、工程公司或顧問公司	港灣工程歷史預算造價明細與發包造價明細。
公共工程委員會	歷史標案、PCCES系統既有可利用之歷史工程單價。
政府採購公報系統	港灣工程歷史決標資料。
經濟性之相關網站	歷年可用之相關經濟數據。

4-4、港灣工程單價資料庫(二)

● 相關資料之搜集及整理現況統計 (至2003年11月)：

擬建資料庫名稱		擬建資料庫編號	已蒐集整理 電子檔筆數	已蒐集整理 文件檔筆數
港區資料	分析資料			
其它漁港		0	0	10
高雄港		1 KA 375097700 M	51	19
安平港		2 AN 375097705 M	22	3
布袋港		3 PU 375097706 M	1	1
麥寮港		4 MY 375097000 M	5	0
台中港		5 TH 375097900 M	6	2
台北港		6 TA 375097690 M	3	1
基隆港		7 KI 375097600 M	26	6
蘇澳港		8 SU 375097608 M	5	0
花蓮港		9 HA 375097800 M	3	0
	單項分析	無	97	0
	總項分析	無	0	0
合計			219	42

4-4、港灣工程單價資料庫(三)

- 港灣設施相關工程單價資料整理分析目前進度如下：
 - 2-1. 擬進行工程總價分析-----搜集整理219筆決標工程相關資料
 - 2-2. 擬分項進行工程單項分析----搜集彙整各港相關資料
- 港灣工程預算編列及審核相關作業檢討目前進度如下：
 - 擬依碼頭設施分類分階段檢討。
- 工程會現有之PCCES與QTS系統之應用進度如下：
 - 目前另以EXCEL建立資料庫，已完成系統架構規劃及高雄港基本模型。
 - 採用這種變通方法的目的是在快速提供現階段之研究須求。

五、系統成果展示

- a. 台中港本土化液化分析(Lai-method)查詢程式設計
- b. 台中港海氣象調查資料查詢程式設計
- c. 台中港海象數值資料查詢程式設計
- d. 花蓮港海氣象調查資料查詢程式設計
- e. 花蓮港海象數值資料查詢程式設計
- f. 花蓮港腐蝕調查資料展示程式設計
- g. 高雄港碼頭貨櫃裝卸量查詢程式設計
- h. 更新資料之查詢展示
- i. 台北港工程基本資料查詢展示
- j. 花蓮港三維港池模型導覽動畫
- k. 成果網頁瀏覽。

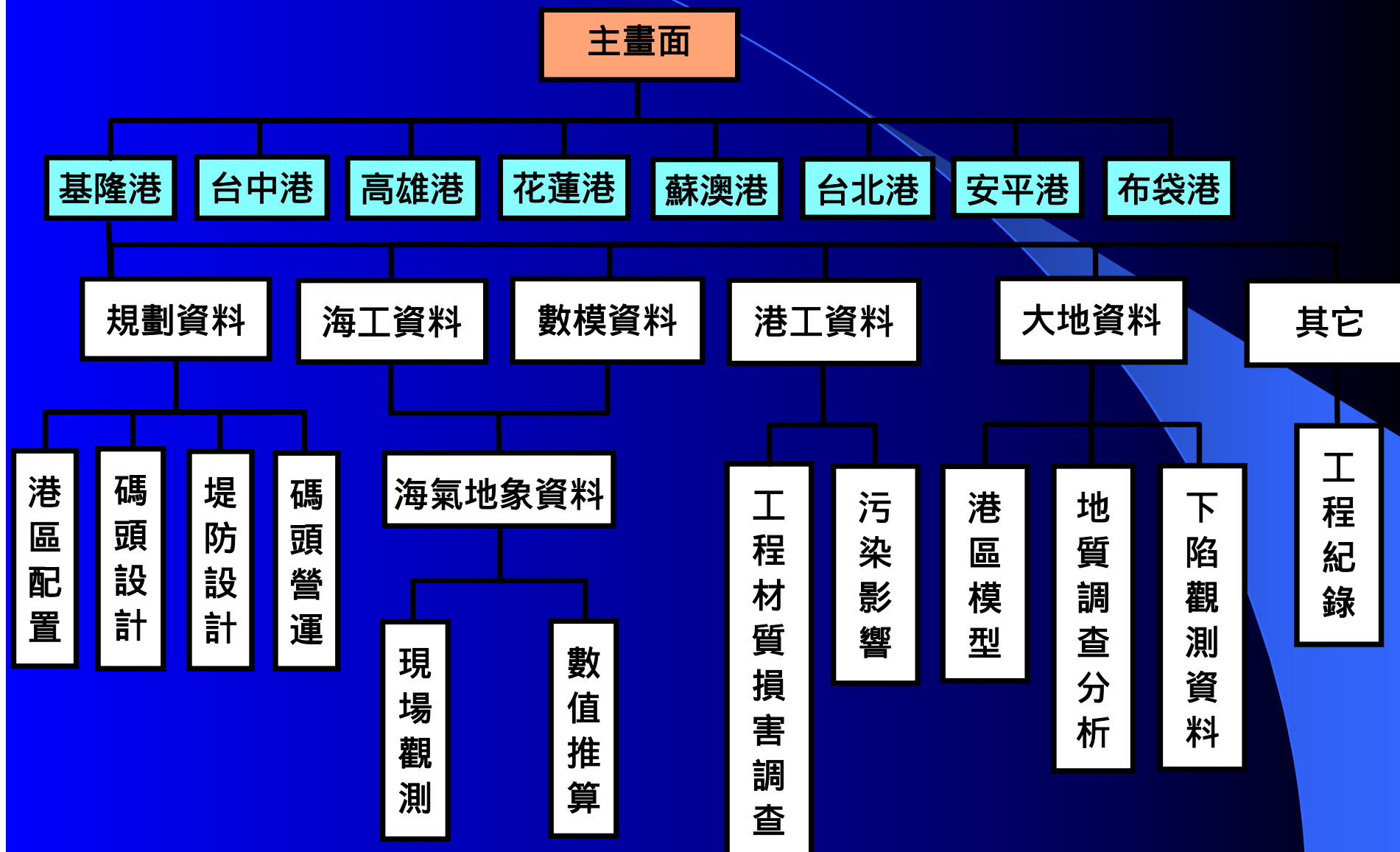
六、結論(一)

- 1. 港區工程等基本資料之獲取，常需耗費大量的人力經費及時間，取得極為不易，這些珍貴的資料，值得有系統的加以收集整理，一來避免資料散失，二來可作港區規劃及工程維護之參考依據。
- 2. 港灣工程基本資料種類繁多，為充分發揮資料管理效益，宜開發資料應用模組，架構成一適當查詢系統，以多樣化表現方式呈現，建立友善介面供使用者使用。
- 3. 資料除了作有系統的收集整理及建檔貯存之外，更需善加利用暨有資料，如加增分析功能以及提供主事者方便調閱查詢，以達決策支援之功效，故本研究利用MapInfo地理資訊系統及MapBasic程式語言撰寫查詢分析系統，以提升資料的使用價值。

六、結論(二)

- 4. 查詢系統及資料庫之建檔工作為一永久性的計劃，須不斷的補充更新，使各港區資料庫更趨完備。
- 5. 國內各港及研究機構雖有許多基本工程資料可供參考利用，可惜這些資料散見於各有關單位，保存及調閱皆甚為不便，故利用軟體工具將資料數化，有系統的整理分析並儲存鍵置成資料庫，彙整在一系統下查詢管理，已是一個可行的問題解決方法。

長程規劃



簡報完畢
敬請指正