

103-39-7743

MOTC-IOT-102- H1DA004d

港區工程基本資料庫更新建置與 查詢展示之應用研究(1/2)



交通部運輸研究所

中華民國 103 年 4 月

103-39-7743

MOTC-IOT-102- H1DA004d

港區工程基本資料庫更新建置與 查詢展示之應用研究(1/2)

著 者：張道光、曾文傑、陳志芳

交通部運輸研究所

中華民國 103 年 4 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

港區工程基本資料庫更新建置與查詢展示之應用
研究. (1/2) / 張道光, 曾文傑, 陳志芳著. -- 初
版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民 103.04

面 ; 公分

ISBN 978-986-04-0939-0(平裝)

1.港埠工程 2.地理資訊系統 3.港埠資訊查詢系統

443.2

103006496

港區工程基本資料庫更新建置與查詢展示之應用研究(1/2)

著 者：張道光、曾文傑、陳志芳

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.ihmt.gov.tw (中文版> 中心出版品)

電 話：(04)26587176

出版年月：中華民國 103 年 4 月

印 刷 者：

版(刷)次冊數：初版一刷 75 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所港灣技術研究中心網站

定 價：150 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號 F1•電話：(02) 25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1010300526

ISBN：978-986-04-0939-0 (平裝)

著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：港區工程基本資料庫更新建置與查詢展示之應用研究(1/2)			
國際標準書號 ISBN978-986-04-0939-0 (平裝)	政府出版品統一編號 1010300526	運輸研究所出版品編號 103-39-7743	計畫編號 102H1DA004d
主辦單位：港灣技術研究中心 主管：邱永芳 計畫主持人：張道光 研究人員：陳志芳、曾文傑 參與人員：陳毓清、李春榮、林隆貞、黃如蜜 聯絡電話：(04)26587174 傳真號碼：(04)26564418			研究期間 自 102 年 01 月 至 102 年 12 月
關鍵詞：地理資訊系統、工程基本資料、貨櫃裝卸量			
摘要： 查詢系統及資料庫建檔工作為一永久性的計畫，需要不斷的更新與補充，本研究將以更新建置臺灣各港區工程資料為主要之建置基礎，並將系統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，以多樣化表現方式呈現，給使用者更方便的介面。 本年度主要完成之內容包括：(1)港區工程基本資料查詢展示系統之 TWD67 座標系統轉換 TWD97 座標系統。(2)港灣地區貨櫃碼頭營運資料查詢展示更新建置。(3)港區遙測資料更新建置。(4)港灣工程基本資料網路查詢系統建置，設計友善查詢介面供使用者使用，使規劃及決策人員快速查得需用資料。 研究成果效益： 1. 補充更新暨有港灣環境基本工程資料庫，增建各港基本資料，提供各港務單位查詢使用。 2. 建置港灣工程基本資料庫及查詢系統，可提供港務公司及相關單位在港灣工程規劃、設計及施工之參考與應用，並提昇港灣工程之維護管理效能，延展港灣設施服務年限。 提供應用情形： 1. 本計畫利用地理資訊系統所開發之「港灣工程基本資料查詢展示系統」，已推廣至高雄、基隆等港務分公司使用。 2. 所建置資料庫含各港圖文屬性資料，隨時可提供本所及港務單位研究分析、開發規劃之需用。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
103 年 4 月	174	150	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： ☐ 密 ☐ 機密 ☐ 極機密 ☐ 絕對機密 (解密條件： ☐ 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: Renewal and Establishing Harbor Engineering basic Database and Consulting Demonstration System Application (1/2)			
ISBN 978-986-04-0939-0 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010300526	IOT SERIAL NUMBER 103-39-7743	PROJECT NUMBER 102H1DA004d
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-Fang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chang Tao-Kuang, PROJECT STAFF: J. F. Chen W. J. Tseng, PROJECT TECHNICIAN: Chen Yui-Chin, Lee Chun-Ron , Lin Long-Jen, Huang Ju-Ming PHONE: (04) 26587174 FAX: (04) 26564418			PROJECT PERIOD FROM January 2013 TO December 2013
KEY WORDS: Geographic information system, Engineering basic data, Container loading & unloading			
ABSTRACT: Consulting system and establishing database are permanent plan requiring continually renewing and complement data. This year will renew Harbor data and develop "Harbor Engineering Fundamental Information Inquiring and Displaying System" at web site of Harbor & Marine Technology Center. We hope this database in GIS could perform in various interfaces and give user's convenient way to use it. The work accomplished in this year including: 1. Harbor engineering fundamental information inquiring and displaying System of TWD67 transforming to TWD97, 2. Establishment of consulting module of container loading and unloading data of wharves of container port, 3. Renewing of remote sensing data of 7 harbors, 4. Establishment of web inquiry system of harbor engineering basic data of harbor. Benefits of research results: 1. Renew and supplement "Harbor Engineering Fundamental Information Inquiring and Displaying System" 2. The system provides valuable information to facilitate the decision-making during and after disaster. Current situation in application: 1. "Harbor Engineering Fundamental Information Inquiring and Displaying System" developed by this project has been put into use in Kaohsiung Harbor and Keelung Harbor. 2. The database in this project can be used at any time for further study and planning.			
DATE OF PUBLICATION April 2014	NUMBER OF PAGES 174	PRICE 150	CLASSIFICATION ☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

港區工程基本資料庫更新建置與查詢展示之應用 研究(1/2)

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
目 錄.....	III
圖目錄.....	VII
表目錄.....	XI
第一章 前 言.....	1-1
1.1 計畫緣起.....	1-1
1.2 研究目的.....	1-1
1.3 研究內容.....	1-2
1.4 研究流程.....	1-2
第二章 文獻回顧.....	2-1
2.1 地理資訊系統的應用.....	2-1
2.1.1 地理資訊系統定義.....	2-1
2.1.2 地理資訊系統功能.....	2-1
2.1.3 地理資訊系統的應用範疇.....	2-2
2.2 系統開發工具.....	2-3
2.2.1 MapInfo 地理資訊系統.....	2-3
2.2.2 MapBasic 系統語言開發環境.....	2-4
2.2.3 建檔附屬系統.....	2-5

2.3 資料處理及系統建置	2-5
2.3.1 資料處理原則	2-5
2.3.2 地圖座標系統	2-6
2.3.3 輔助記憶體資料貯存架構	2-7
2.3.4 碼頭設計資料庫架構	2-7
2.3.5 鑽孔位置及剖面土層資料錄說明	2-8
2.4 系統應用模組開發使用	2-11
2.4.1 資料處理及模組運用	2-11
2.4.2 土壤液化評估方法	2-11
2.4.3 Lai (賴聖耀)之判別分析液化模式	2-26
2.4.4 液化危害度分析方法	2-42
2.4.5 液化分析展繪設計	2-44
第三章 港區工程基本資料查詢系統	3-1
3.1 查詢系統介紹	3-1
3.2 查詢展示	3-1
3.2.1 地質資料及液化分析模組操作程序	3-1
3.2.2 碼頭資料查詢操作程序	3-4
3.2.3 堤防資料查詢操作程序	3-6
3.2.4 碼頭鋼板樁腐蝕調查系統操作程序	3-7
3.2.5 海氣象調查資料查詢系統操作程序	3-9
3.2.6 貨櫃碼頭營運資料查詢系統操作程序	3-10
第四章 座標系統 TWD67 轉 TWD97	4-1
4.1 地圖座標系統	4-1

4.1.1 TWD67 座標系統概述	4-1
4.1.2 TWD97 座標系統概述	4-2
4.2 座標系統的轉換	4-4
4.2.1 修改地圖原座標 TWD67 系統	4-4
4.2.2 轉換影像 TWD67 二度分帶座標值	4-5
4.2.3 轉換鑽探地質資料 TWD67 二度分帶座標值	4-7
4.3 座標系統的檢核	4-10
第五章 貨櫃碼頭營運資料查詢展示	5-1
5.1 貨櫃碼頭營運資料更新建置概況	5-1
5.2 貨櫃碼頭營運資料配置圖層及屬性資料錄說明	5-1
5.3 貨櫃碼頭營運資料查詢展示模組設計	5-2
5.3.1 查詢選單設計規劃	5-2
5.3.2 查詢模組設計規劃	5-3
5.4 貨櫃碼頭營運資料查詢展示操作程序	5-4
5.5 高雄港貨櫃碼頭營運資料查詢展示	5-5
5.6 臺中港貨櫃碼頭營運資料查詢展示	5-6
5.7 基隆港貨櫃碼頭營運資料查詢展示	5-7
5.8 臺北港貨櫃碼頭營運資料查詢展示	5-9
第六章 區遙測資料更新建置及圖層查詢展示	6-1
6.1 港區遙測資料補充更新概況	6-1
6.2 查詢系統操作程序	6-2
6.3 港區規劃及遙測資料查詢說明	6-4
6.3.1 進入查詢系統	6-4

6.3.2 港區規劃及遙測資料查詢	6-5
第七章 港灣工程基本資料網路查詢系統建構.....	7-1
7.1 港灣工程基本資料網路查詢系統設置目的	7-1
7.2 系統架構	7-1
7.3 系統開發工具	7-3
7.3.1 HTML (Hypertext Markup Language) 程式語言	7-3
7.3.2 Java Script 程式語言	7-3
7.3.3 Dreamweaver 網頁編輯軟體	7-3
7.4 系統介紹	7-3
7.4.1 查詢系統首頁	7-3
7.4.2 港埠規劃功能	7-5
7.4.3 鑽探資料功能	7-7
7.4.4 碼頭設計及調查資料功能	7-10
7.4.5 堤防設計資料功能	7-11
第八章 結論與建議	8-1
8.1 結論	8-1
8.2 建議	8-2
8.3 研究成果之效益	8-3
8.4 提供政府單位應用情形	8-3
參考文獻	參-1
附錄一 期末審查意見及辦理情形說明表	附錄 1-1
附錄二 期末報告簡報資料	附錄 2-1

圖 目 錄

圖 1.1 研究流程	1-3
圖 2.1 地震規模 $MW=7.5$ 時，不同細料含量之液化阻抗與(N_1) 60 關係	2-12
圖 2.2 應力折減係數 r_d 的由來	2-14
圖 2.3 標準貫入試驗打擊能量比與深度之關係	2-17
圖 2.4 Seed 簡易經驗法分析流程	2-18
圖 2.5 Tokimatsu 與 Yoshimi 簡易經驗法 (1983) 分析流程	2-21
圖 2.6 日本道路橋協會簡易經驗法 (1996) 分析流程	2-24
圖 2.7 $0\% \leq FC \leq 10\%$ 液化判別圖	2-37
圖 2.8 $10\% \leq FC \leq 20\%$ 液化判別圖	2-38
圖 2.9 $20\% \leq FC \leq 30\%$ 液化判別圖	2-38
圖 2.10 $30\% \leq FC \leq 40\%$ 液化判別圖	2-39
圖 2.11 $FC=5\%$ 、 $FC=15\%$ 、 $FC=25\%$ 、 $FC=35\%$ 等液化判別式- C (P)=0 之比較	2-39
圖 2.12 $FC=5\%$ 、 $FC=15\%$ 、 $FC=25\%$ 、 $FC=35\%$ 等液化判別式($P=0.15$) 之比較	2-40
圖 2.13 液化案例之 F 值繪於常態或然率圖上	2-40
圖 2.14 非液化案例之 F 值繪於對數常態或然率圖上	2-41
圖 2.15 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	2-41
圖 3.1 查詢系統介面內容	3-1
圖 4.1 轉換原始程式檔	4-4

圖 4.2 原 TWD67 二度分帶座標值.....	4-5
圖 4.3 轉換 TWD97 二度分帶座標.....	4-5
圖 4.4 原影像 TWD67 二度分帶座標值.....	4-6
圖 4.5 轉換圖像 TWD97 二度分帶座標.....	4-6
圖 4.6 TWD97 座標投影設定.....	4-7
圖 4.7 檔案壓縮.....	4-8
圖 4.8 welldata 檔之欄位更新.....	4-9
圖 4.9 wellsmap 檔之欄位更新.....	4-10
圖 4.10 Taiwan 本圖北部	4-11
圖 4.11 Taiwan 本圖南部	4-11
圖 4.12 基隆港碼頭座標轉換查核.....	4-12
圖 4.13 基隆港地質鑽探資料座標轉換查核.....	4-12
圖 4.14 臺北港碼頭座標轉換查核.....	4-13
圖 4.15 臺北港地質鑽探資料座標轉換查核.....	4-13
圖 4.16 臺中港碼頭座標轉換查核.....	4-14
圖 4.17 臺中港地質鑽探資料座標轉換查核.....	4-14
圖 4.18 安平港碼頭座標轉換查核.....	4-15
圖 4.19 安平港地質鑽探資料座標轉換查核.....	4-15
圖 4.20 高雄港碼頭座標轉換查核.....	4-16
圖 4.21 高雄港地質鑽探資料座標轉換查核.....	4-16
圖 4.22 花蓮港碼頭座標轉換查核.....	4-17
圖 4.23 花蓮港地質鑽探資料座標轉換查核.....	4-17
圖 4.24 蘇澳港碼頭座標轉換查核.....	4-18

圖 4.25 蘇澳港地質鑽探資料座標轉換查核.....	4-18
圖 5.1 高雄港貨櫃碼頭分佈位置圖.....	5-10
圖 5.2 高雄港貨櫃裝卸量選單呈列狀況圖.....	5-10
圖 5.3 高雄港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪.....	5-11
圖 5.4 高雄港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪.....	5-11
圖 5.5 高雄港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪.....	5-12
圖 5.6 臺中港貨櫃碼頭分佈位置圖.....	5-12
圖 5.7 臺中港單一碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪.....	5-13
圖 5.8 臺中港多選碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪.....	5-13
圖 5.9 臺中港全港碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪.....	5-14
圖 5.10 基隆港貨櫃碼頭分佈位置圖.....	5-14
圖 5.11 基隆港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪.....	5-15
圖 5.12 基隆港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪.....	5-15
圖 5.13 基隆港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪.....	5-16
圖 5.14 臺北港貨櫃碼頭分佈位置圖.....	5-16
圖 5.15 臺北港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪.....	5-17
圖 5.16 臺北港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪.....	5-17
圖 5.17 臺北港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪.....	5-18
圖 6.1 查詢系統主畫面.....	6-6
圖 6.2 臺中港區地圖圖層及港埠規劃選單下拉模式.....	6-7
圖 6.3 臺中港的港埠設施現況圖.....	6-7
圖 6.4 臺中港的港埠未來規劃配置圖.....	6-8
圖 6.5 臺中港的港埠規劃對照圖.....	6-8

圖 6.6 臺中港的港區的遙測影像圖.....	6-9
圖 6.7 臺北港 2007 年遙測影像資料.....	6-9
圖 6.8 臺北港 2013 年遙測影像資料.....	6-10
圖 7.1 港灣工程基本資料網路查詢系統架構圖.....	7-2
圖 7.2 港區工程基本資料網路查詢系統首頁.....	7-4
圖 7.3 花蓮港港區工程基本資料查詢系統.....	7-4
圖 7.4 花蓮港功能選單港埠規劃功能.....	7-5
圖 7.5 港埠設施現況圖.....	7-5
圖 7.6 港埠設施未來規劃配置圖.....	7-6
圖 7.7 規劃配置對照圖.....	7-6
圖 7.8 遙測影像圖層畫面.....	7-7
圖 7.9 花蓮港功能選單鑽探資料.....	7-8
圖 7.10 花蓮港鑽孔位置圖.....	7-8
圖 7.11 花蓮港鑽孔柱狀圖.....	7-9
圖 7.12 花蓮港鑽孔報表資料.....	7-9
圖 7.13 花蓮港功能選單碼頭設計及調查資料.....	7-10
圖 7.14 碼頭位置圖與使用功能.....	7-10
圖 7.15 碼頭斷面設計圖.....	7-11
圖 7.16 花蓮港功能選單堤防設計資料.....	7-12
圖 7.17 顯示堤防位置圖.....	7-12
圖 7.18 展示堤防結構形式.....	7-13
圖 7.19 堤防斷面設計圖.....	7-13

表 目 錄

表 2-1 碼頭設計使用資料檔案及資料錄說明	2-8
表 2-2 港區各鑽孔基本資料檔案及資料錄說明	2-9
表 2-3 鑽孔之試驗資料檔案及資料錄說明	2-10
表 2-4 SPT-N 值簡易液化評估法之比較.....	2-15
表 5-1 貨櫃碼頭營運設計使用資料檔案及資料錄說明	5-2
表 6-1 舊有港區衛星影像基本資料-依拍攝日期排序	6-1
表 6-2 港區影像處理紀錄	6-2

第一章 前言

1.1 計畫源起

臺灣目前有七個國際商港及其輔助港，每個港在港埠的創建及長期的維護下，都累積了相當龐大的工程資料，這些資料種類繁多，包括港區地形、土層分佈、海象氣象、港灣設施、碼頭設計、防波堤設計及規畫配置資料。因資料散見於各港不同單位中，查詢調閱甚為不便，為期充分發揮資料管理效益，有必要加以整合。本所港研中心已收錄部份資料，利用 MapInfo 地理資訊系統與軟體工具整合建置成查詢展示系統，並開發資料應用模組，以多樣化表現方式，建立友善界面方便使用者操作使用，使規劃及決策人員快速查得需用資料。

查詢系統及資料庫建檔工作為一永久性的計畫，需要不斷的更新與補充，本研究將以更新建置臺灣各港區工程資料為主要之建置基礎，並將系統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，希望能架構適當查詢系統，以多樣化表現方式呈現，提供給後續之資料庫建立，給使用者更方便的及最新的使用系統。

對臺灣港區而言，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、省立、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他工程應用，以作為規劃設計及災害防治上的基本資料。

1.2 研究目的

電腦化之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之查詢作業服務，真正達到資料共用共享的益處，且未來新的資料又可迅速之補充，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.以數位化形式收集港埠空間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.開發撰寫各項資料分析之模組。
- 4.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。
- 5.提供工程依據：提供給港務港務公司進行工程上之研判。
- 6.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。

1.3 研究內容

本計畫研究內容如下：1.建置港灣環境基本工程資料庫，供資源整合、開發決策之應用，促進港埠現代化。2.各港區基本資料收集彙整與補充更新暨有資料庫。3.各港區地圖座標系統之更新(TWD67 轉 TWD97)。4.建構網頁查詢系統，便利各港務公司及主管單位直接查詢。

在此目標下，本計畫遂於港灣地區進行 1.港區工程基本資料查詢展示系統之 TWD67 座標系統轉換 TWD97 座標系統。2.港灣地區貨櫃碼頭營運資料查詢展示更新建置。3.港區遙測資料更新建置。4.港灣工程基本資料網路查詢系統建置，設計友善查詢介面供使用者使用，使規劃及決策人員快速查得需用資料。

1.4 研究流程

本計畫之研究流程如圖 1.1 所示。

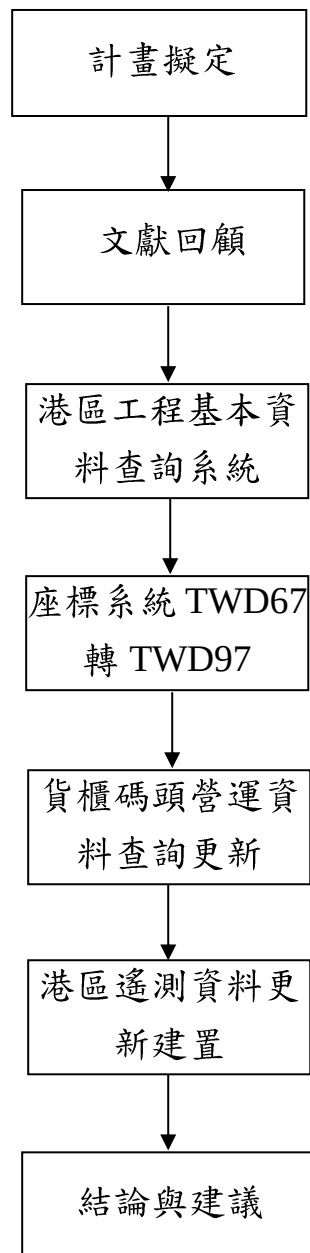


圖 1.1 研究流程

第二章 文獻回顧

2.1 地理資訊系統的應用

2.1.1 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。
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。

2.1.2 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。

2.1.3 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。

2.2 系統開發工具

2.2.1 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，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。

2.2.2 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。

2.2.3 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。

2.3 資料處理及系統建置

2.3.1 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。

2.3.2 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。臺灣地區位於北半球、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.)，該系統在臺灣之初建，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」，於臺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 臺灣大地基準 (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. 臺灣、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。

本報告即以臺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。

2.3.3 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。

2.3.4 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 2-1 所示。

2.3.5 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 2-2 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 2-3 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 2-1 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：Whrfdata			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 2-2 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)	
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 次地下水位量測日期	Date	MMDDYY
25	Gw_level5	第 5 次地下水位量測深度	Decimal(7,2)	
26	Gw_date5	第 5 次地下水位量測日期	Date	MMDDYY
27	Gw_level6	第 6 次地下水位量測深度	Decimal(7,2)	
28	Gw_date6	第 6 次地下水位量測日期	Date	MMDDYY

表 2-3 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)	

2.4 系統應用模組開發使用

2.4.1 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臺中港的地質資料後，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。

2.4.2 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：

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 2.1 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。

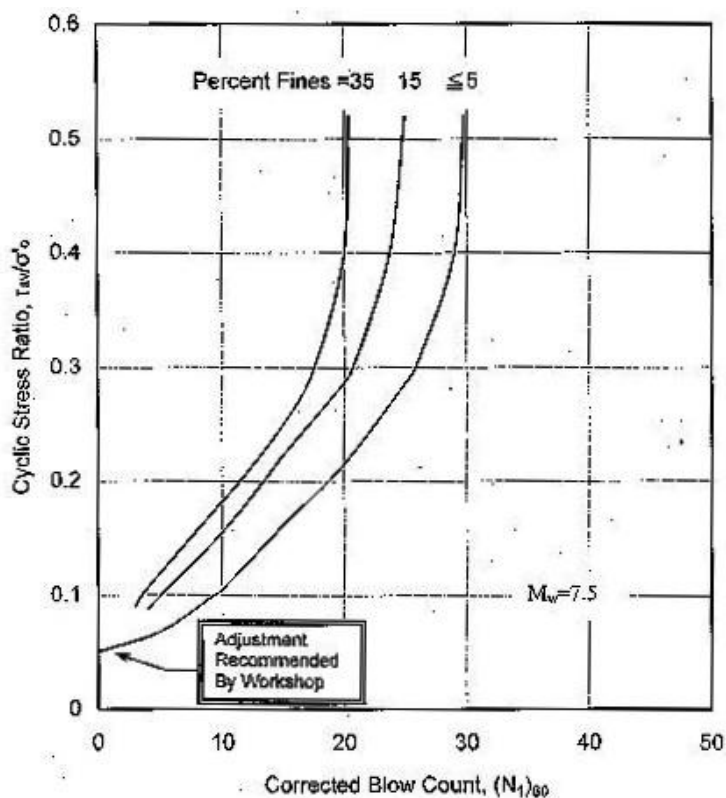


圖 2.1 地震規模 $M_w=7.5$ 時，不同細料含量之液化阻抗與 $(N_1)_{60}$ 關係
(修正自 Seed 等人，1985)

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 2.2 所示：

$$(\tau_{\max})_{\gamma} = \gamma \cdot h \cdot \frac{a_{\max}}{g} \dots\dots\dots (2-1)$$

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：

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

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 5-3 式所示：

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

$(\tau_{\max})_d$ 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：

$$\left(\frac{\tau_{av}}{\sigma'_o}\right)_{eq} = \left(\frac{\tau}{\sigma'_o}\right)_L = 0.65 \cdot \frac{a_{\max}}{g} \cdot \frac{\sigma_o}{\sigma'_o} \cdot \gamma_d \dots\dots\dots (2-4)$$

式中， τ_{ave} 為等值平均反覆剪應力

σ_o 為垂直覆土壓力

σ'_o 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 2-3 所示

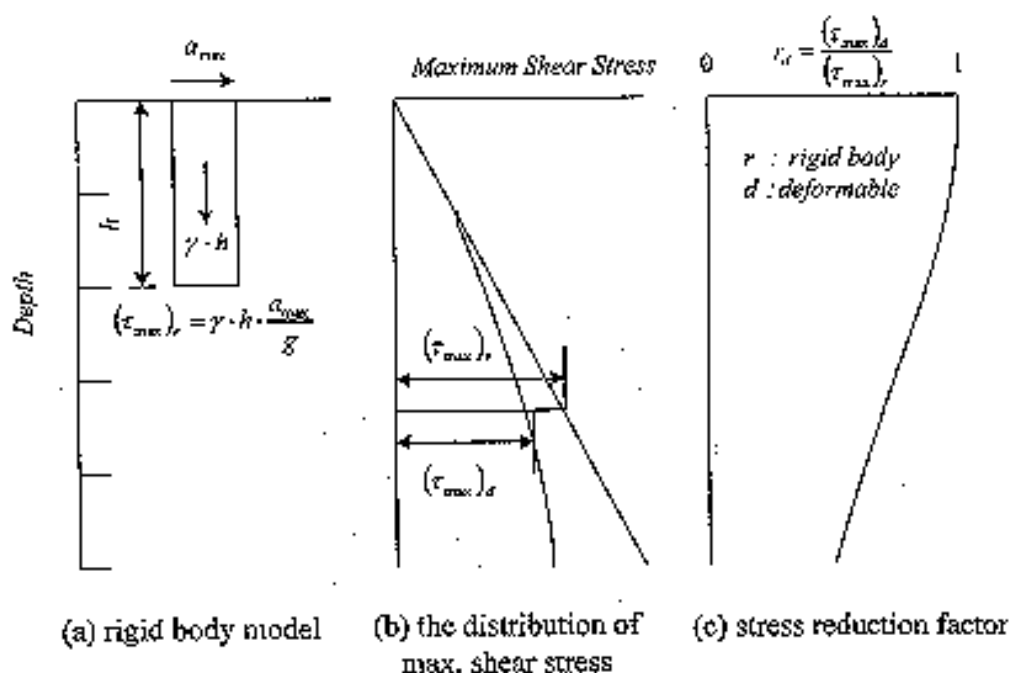


圖 2.2 應力折減係數 γ_d 的由來 (Seed 與 Idriss, 1971)

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 2-4 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 2-5 所示：

$$(N_1)_{60} = C_N \cdot N \cdot \left(\frac{ER}{60} \right) \dots\dots\dots (2-5)$$

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 2-6 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 2.3 所示，其所建議之經驗公式，如式 2-6 所示：

$$C_N = \sqrt{\frac{P_a}{\sigma'_o}} \dots\dots\dots (2-6)$$

$$ER(\%) = 30 \cdot \frac{z}{11} + 50 \quad \text{for } z \leq 11 \text{ meters} \dots\dots\dots (2-7a)$$

$$ER(\%) = 80 \quad \text{for } z \geq 11 \text{ meters} \dots\dots\dots (2-7b)$$

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 2-4 SPT-N 值簡易液化評估法之比較

		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

註：參考黃富國等，1999

由 $(N_1)_{60}$ 與反覆應力比之關係，包含細粒料修正關係，如圖 2.1 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 2.1 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；

$$MSF = \frac{10^{2.24}}{M^{2.56}} \dots\dots\dots (2-8)$$

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

式中：M 為地震規模 (Moment Magnitude)

$$x \text{ 爲 } (N_1)_{60cs}, (N_1)_{60cs} = \alpha + \beta(N_1)_{60} \dots\dots\dots (2-10)$$

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

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

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

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

最後計算該土層之抗液化安全係數如 2-11 式所示，其分析流程如圖 2.4 所示：

$$FS = \frac{CRR_{7.5} \cdot MSF}{CSR} \dots\dots\dots (2-11)$$

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 2-8 所示。

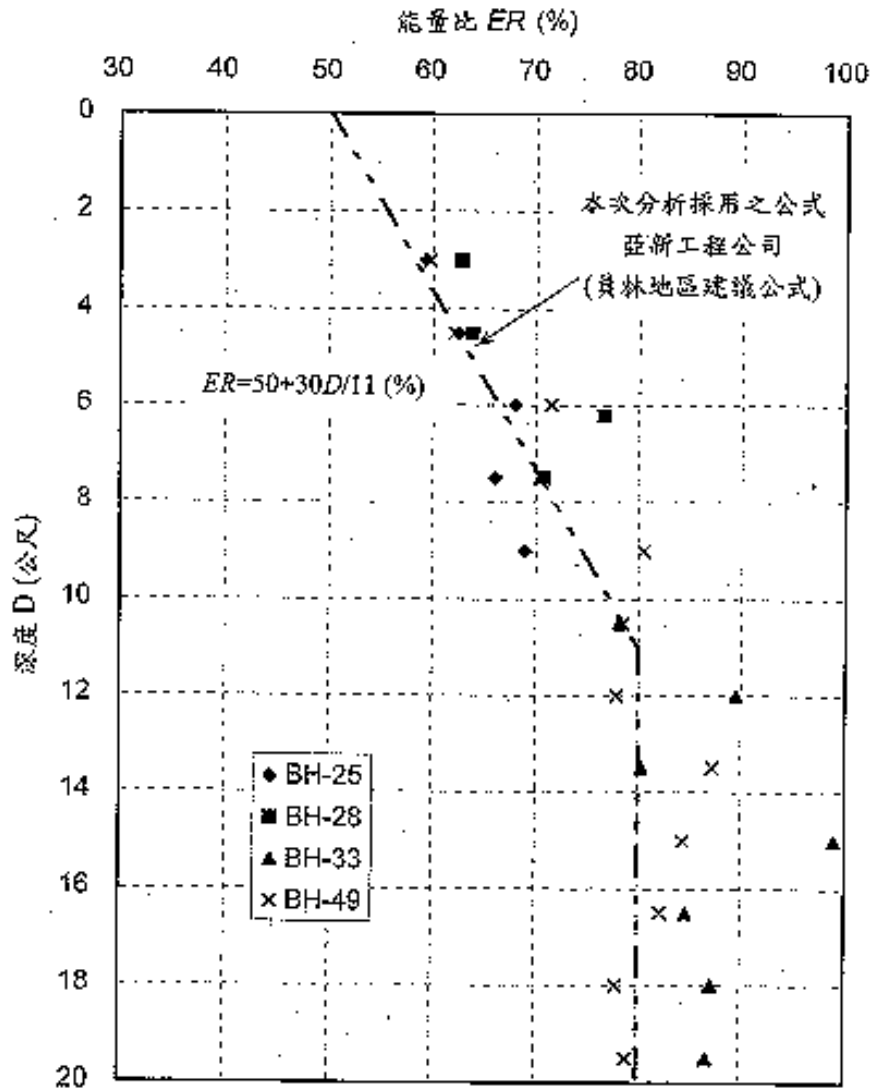


圖 2.3 標準貫入試驗打擊能量比與深度之關係
(亞新工程顧問公司，2000)

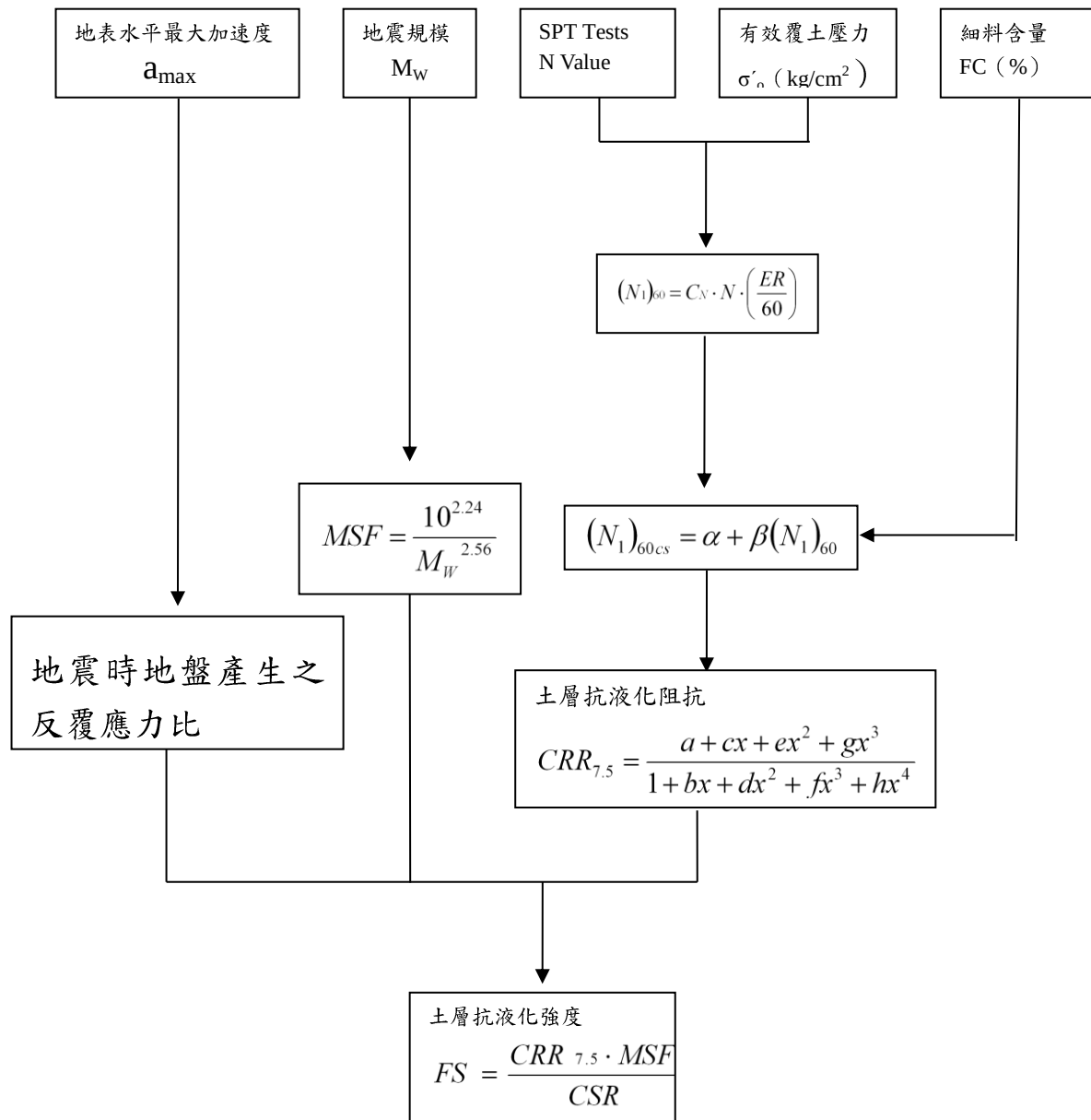


圖 2.4 Seed 簡易經驗法（1997NCEER Workshop）分析流程

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（ $Dr = 50 \sim 85\%$ ），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 Dr （%）之關係式：

$$Dr = 21 \sqrt{\frac{N}{\sigma'_o + 0.7}} \dots\dots\dots (2-12)$$

將 2-12 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：

$$\left(\frac{\tau}{\sigma'_o} \right)_R = a \cdot C_r \left[\frac{16\sqrt{N_a}}{100} + \left(\frac{16\sqrt{N_a}}{C_s} \right)^n \right] \dots\dots\dots (2-13)$$

$$N_a = (N_1)_{80} + \Delta N_f \dots\dots\dots (2-14)$$

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

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

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 2-7 所示

σ'_o 為有效垂直覆土壓力（ kg/cm^2 ）

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 $80 \sim 90$ ，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：

$$CSR = (\tau_{ave}/\sigma'_o)_L = 0.1 \cdot (M - 1) \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_o}{\sigma'_o} \cdot \gamma_d \dots\dots\dots (2-15)$$

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/cm^2)

σ'_o 為該深度土壤之有效垂直覆土壓力 (kg/cm^2)

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 $z(\text{m})$ 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 2.5 所示：

$$F_L = \frac{(\tau/\sigma'_o)_R}{(\tau_{ave}/\sigma'_o)_L} \dots\dots\dots (2-16)$$

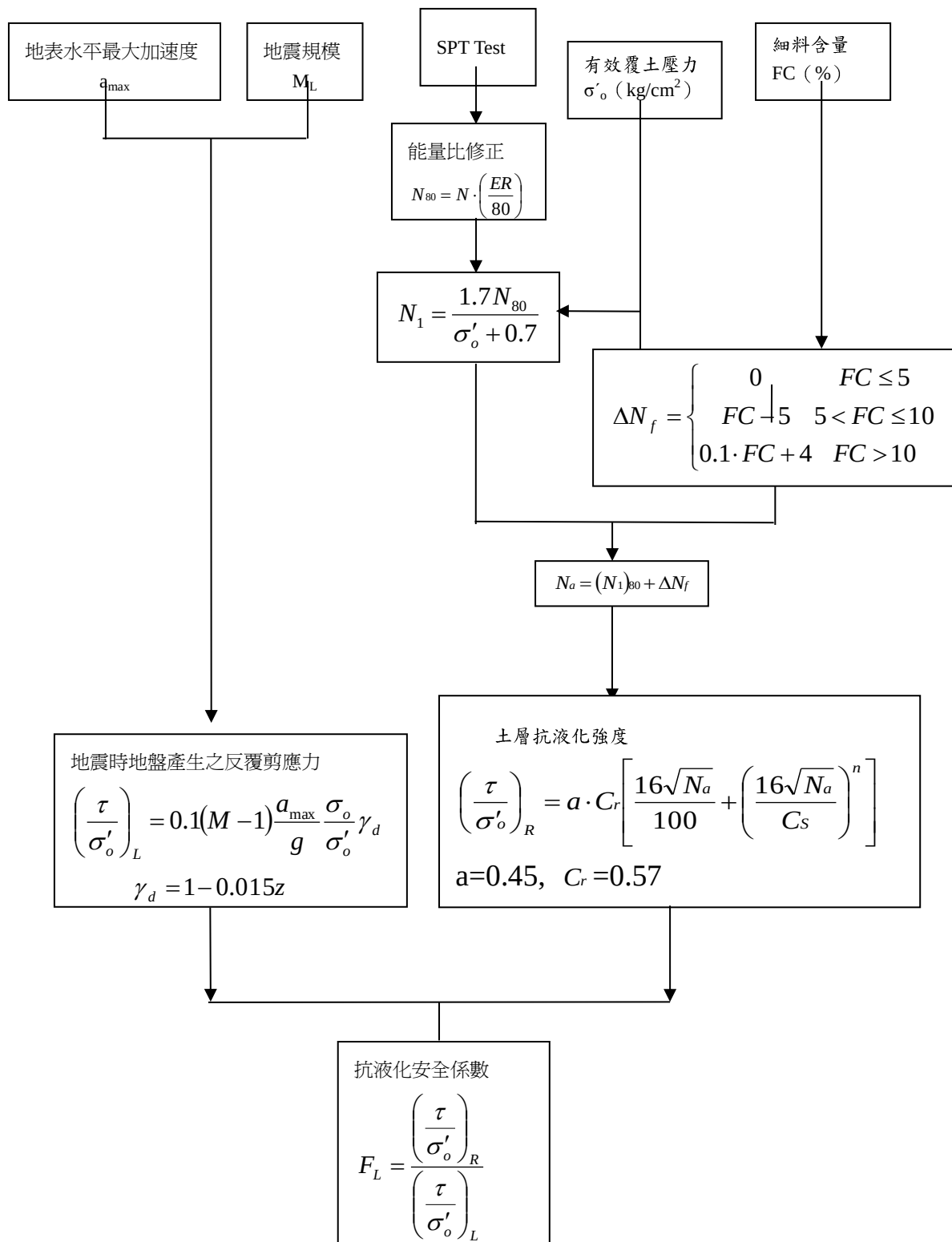


圖 2.5 Tokimatsu 與 Yoshimi 簡易經驗法(1983)分析流程

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 2.6 所示。

首先計算地震力強度 L ，如式 2-17 所示：

$$L = \gamma_d \times k_{hc} \times \frac{\sigma_o}{\sigma'_o} \dots\dots\dots (2-17)$$

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：

$$R = c_w R_L \dots\dots\dots (2-18)$$

$C_w = 1.0$	$(R_L \leq 0.1)$
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：

$$N_a = c_1 (N_1)_{72} + c_2 \dots\dots\dots (2-19)$$

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

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

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

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

礫質土：

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

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 2-21 所示：

$$F_L = \frac{R}{L} \dots\dots\dots (2-21)$$

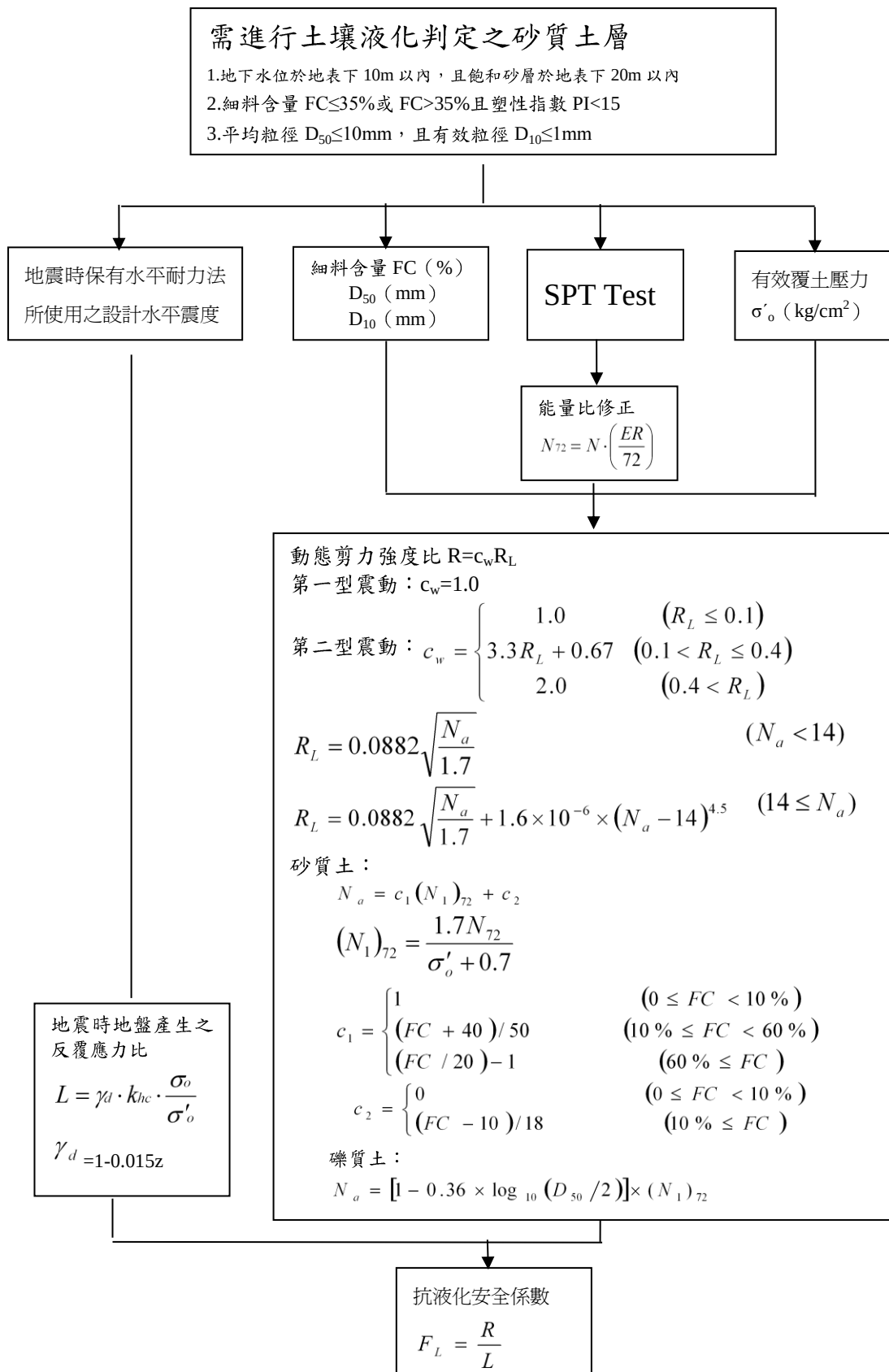


圖 2.6 日本道路橋協會簡易經驗法（1996）分析流程

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，與砂土之有效覆土壓力之比值，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 2-4 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 2-5 式。

Liao, et al. (1988) 以 $SR =$ 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：

$$P_L = \frac{1}{\left\{1 + \exp\left[-\left(\beta_0 + \beta_1 \ln(SR) + \beta_2 (N_1)_{60}\right)\right]\right\}} \dots\dots\dots (2-22)$$

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

$$P_L = \frac{1}{\{1 + \exp[-(16.447 + 6.4603 \ln(SR) - 0.3970(N_1)_{60})]\}} \dots\dots\dots (2-23a)$$

2. 泥砂 (FC>12%) 模式

$$P_L = \frac{1}{\{1 + \exp[-(6.4831 + 2.6854 \ln(SR) - 0.1890(N_1)_{60})]\}} \dots\dots\dots (2-23b)$$

3. 不分淨砂、泥砂之淨砂／泥砂模式

$$P_L = \frac{1}{\{1 + \exp[-(10.167 + 4.1933 \ln(SR) - 0.24375(N_1)_{60})]\}} \dots\dots\dots (2-23c)$$

2.4.3 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。

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：

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

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(2-24)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 (5-24) 結合誤差機率函數 (function of probability of

misclassification) $C(P)$ ，如式(2-25)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。

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

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(2-24)及式(2-25)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：

$$X = \begin{Bmatrix} SR \\ XR \end{Bmatrix} \dots\dots\dots (2-26)$$

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：

$$\bar{X}_\ell = \begin{Bmatrix} \overline{SR}_\ell \\ \overline{XR}_\ell \end{Bmatrix} \dots\dots\dots (2-27)$$

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 $X_{n\ell}$ 之向量亦可表示成下式：

$$\bar{X}_{n\ell} = \left\{ \begin{array}{c} \overline{SR}_{n\ell} \\ \overline{XR}_{n\ell} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (2-28)$$

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：

$$S = \begin{bmatrix} \text{Var}(SR) & \text{Cov}(SR, XR) \\ \text{Cov}(SR, XR) & \text{Var}(XR) \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2-29)$$

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：

$$\alpha = (\bar{X}_\ell - \bar{X}_{n\ell})^T S^{-1} (\bar{X}_\ell - \bar{X}_{n\ell}) \dots\dots\dots (2-30)$$

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：

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

式中

erf^{-1} ：為誤差函數 erf 之反函數

erf ：為誤差函數，其定義為：

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

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。

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：

$$CSR_{7.5} = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_o} = 0.65 \cdot \frac{\gamma_d}{MSF} \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_o}{\sigma'_o} \dots\dots\dots (2-33)$$

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 與之關係式如下：

$$\begin{aligned} &=1.0-0.00765Z, \quad Z \leq 9.15 \text{ m} \\ &=1.174-0.0267Z, \quad 9.15 \text{ m} < Z \leq 23 \text{ m} \dots\dots\dots (2-34) \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{MSF} &= 37.9(M_w)^{-1.81} && \text{for } M_w \geq 5.75 \\ &= 1.625 && \text{for } M_w < 5.75 \dots\dots\dots (2-35) \end{aligned}$$

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：

$$(N_1)_{60} = N_m \cdot C_n \cdot N \dots\dots\dots (2-36)$$

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，

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

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：

$$ER=30*(Z/11)+50 \quad \text{for } Z \leq 11\text{m} \dots\dots\dots (2-37)$$

$$ER=80 \quad \text{for } Z > 11\text{m} \dots\dots\dots (2-38)$$

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(2-39)所示：

$$V_p = \left[\begin{array}{c} \left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\} - \frac{1}{2} \left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{liq} + \left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{non-liq} \end{array} \right]^T \cdot \left[\begin{array}{cc} \text{Var}(\sqrt{(N_1)_{60}}) & \text{Cov}[\sqrt{(N_1)_{60}}, \ln(CSR_{7.5})] \\ \text{Cov}[\sqrt{(N_1)_{60}}, \ln(CSR_{7.5})] & \text{Var}[\ln(CSR_{7.5})] \end{array} \right]_{liq. \text{ and } non-liq}^{-1} \cdot \left[\begin{array}{c} \left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{liq} - \left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{non-liq} \end{array} \right] - C(P) \dots(2-39)$$

誤差機率參數 α ，如式(5-40)

$$\alpha = \left[\begin{array}{c} \left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{liq} - \left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{non-liq} \\ \cdot \left[\begin{array}{cc} \text{Var}(\sqrt{(N_1)_{60}}) & \text{Cov}[\sqrt{(N_1)_{60}}, \ln(CSR_{7.5})] \\ \text{Cov}[\sqrt{(N_1)_{60}}, \ln(CSR_{7.5})] & \text{Var}[\ln(CSR_{7.5})] \end{array} \right]_{liq. \text{ and } non-liq}^{-1} \\ \cdot \left[\begin{array}{c} \left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{liq} - \left\{ \frac{\sqrt{(N_1)_{60}}}{\ln(CSR_{7.5})} \right\}_{non-liq} \end{array} \right] \end{array} \right]^T \quad \dots(2-40)$$

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：

$$V_p = 0.9450876 \cdot \sqrt{(N_1)_{60}} - 2.406358 \cdot \ln(CSR_{7.5}) - 7.802606 - C(p) \dots(2-41)$$

其誤差機率參數 $\alpha=1.917175$

其誤差機率函數 $C(P)$ ，如下式所示：

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

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：

$$V_p = 1.107534 \cdot \sqrt{(N_1)_{60}} - 2.245728 \cdot \ln(CSR_{7.5}) - 8.116554 - C(p) \dots\dots(2-43)$$

其誤差機率參數 $\alpha=2.354608$

其誤差機率函數 $C(P)$ ，如下式所示：

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

模式三：20% ≤ FC ≤ 30% 之判別模式

世界各震災區共 592 組資料，分析得 20% ≤ FC ≤ 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：

$$V_p = 0.8621721 \cdot \sqrt{(N_1)_{60}} - 1.503677 \cdot \ln(CSR_{7.5}) - 5.65012 - C(p) \dots \dots (2-45)$$

其誤差機率參數 $\alpha = 2.171423$

其誤差機率函數 $C(P)$ ，如下式所示：

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

模式四：30% ≤ FC ≤ 40% 之液化判別模式

世界各震災區共 592 組資料，分析得 30% ≤ FC ≤ 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：

$$V_p = 0.8938813 \cdot \sqrt{(N_1)_{60}} - 1.403875 \cdot \ln(CSR_{7.5}) - 5.443882 - C(p) \dots \dots (52-47)$$

其誤差機率參數 $\alpha = 2.078286$

其誤差機率函數 $C(P)$ ，如下式所示：

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

為了使工程界瞭解判別模式之應用，分別將 0% ≤ FC ≤ 10%、10% ≤ FC ≤ 20%、20% ≤ FC ≤ 30% 與、30% ≤ FC ≤ 40% 等四組判別模式，繪製於圖 2.7~圖 2.10，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 2.11 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：

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

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2.12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：

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

由圖2.11及圖2.12 $C(P)=0$ 、 $p=0.15$ 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(2-49)計算，地震引致土層之作用強度， $CSR_{7.5}$ ，以式(2-33)計算，其抗液化之安全係數， F_s ，如下所示：

$$F_s = CRR_{7.5} / CSR_{7.5} \dots\dots\dots (2-51)$$

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(2-50)計算，地震引致土層之作用強度， $CSR_{7.5}$ ，以式(2-33)計算，其抗液化之安全係數， F_s^* ，如下所示：

$$F_s^* = CRR_{7.5}^* / CSR_{7.5} \dots\dots\dots (2-52)$$

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：

$$P_{LB} = \frac{f_L(F_S)}{f_L(F_S) + f_{NL}(F_S)} \dots\dots\dots (2-53)$$

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。

$f_{NL}(F_S)$ ：為液化案例安全係數 F_S 之機率密度函數。

本文以式(2-49)至式(2-52)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 2.13 至圖 2.14 所示,由圖 5-13 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 2.14 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：

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

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

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：

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

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

將式(2-54)-式(2-57)代入式(2-53) 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(2-58)-式(2-59)及圖 2.15($R^2=0.99$, $R^{*2}=0.99$) 所示：

$$P_{LB} = \frac{1}{1 + 0.6(F_S)^3 + 0.4(F_S)^8} \dots\dots\dots (2-58)$$

$$P_{LB}^* = \frac{1}{1 + 1.5(F_S^*)^3 + 1.9(F_S^*)^8} \dots\dots\dots (2-59)$$

由圖 2.15 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， $P_{LB}^*=0.23$ 。

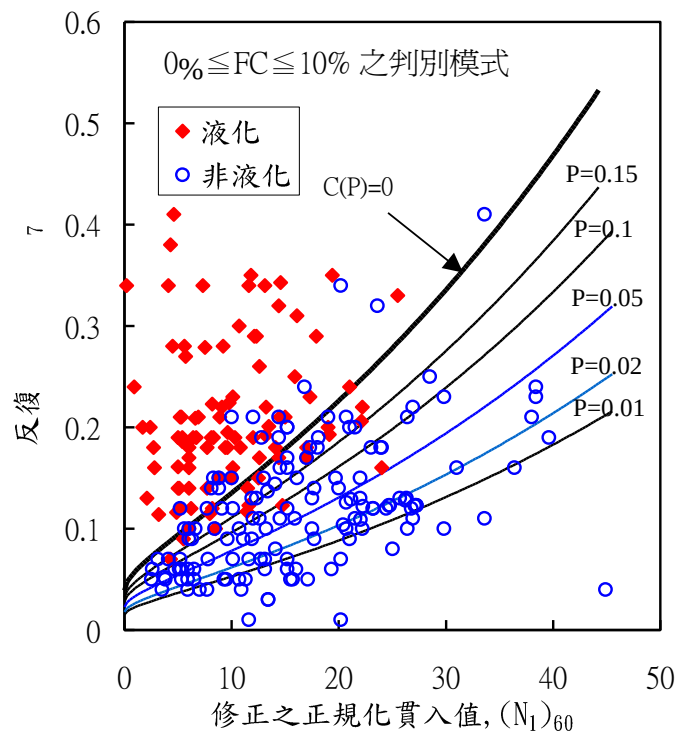


圖 2.7 0% ≤ FC ≤ 10% 液化判別圖
(58 組液化及 70 組非液化案例)

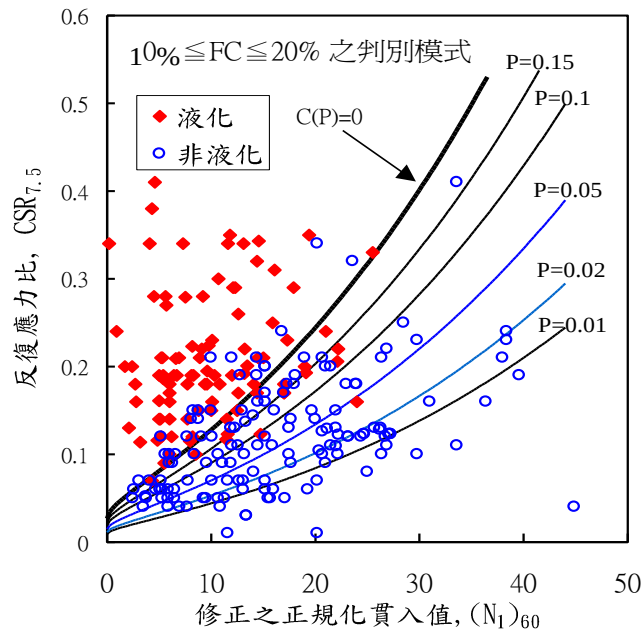


圖 2.8 $10\% \leq FC \leq 20\%$ 液化判別圖
(77 組液化及 95 組非液化案例)

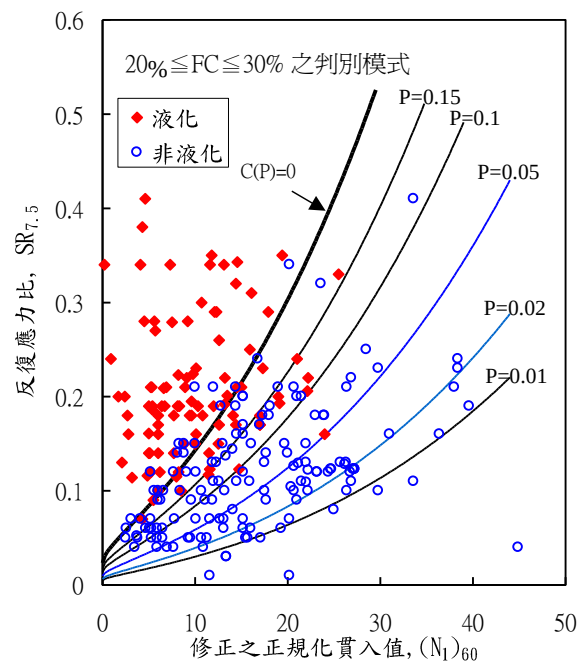


圖 2.9 $20\% \leq FC \leq 30\%$ 液化判別圖
(64 組液化及 32 組非液化案例)

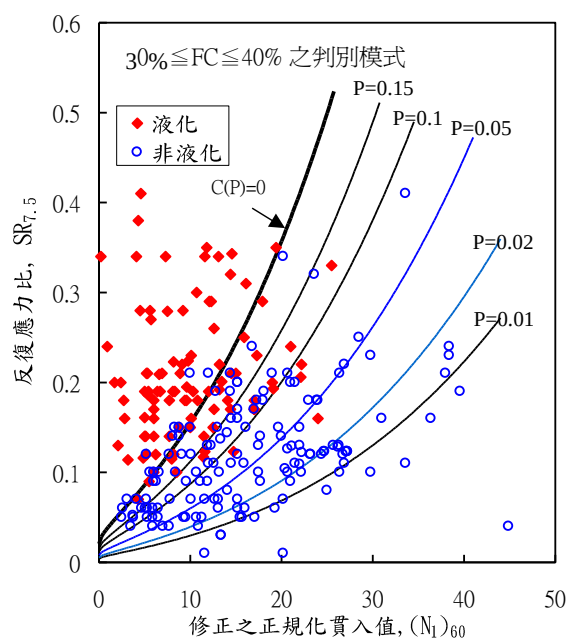


圖 2.10 $30\% \leq FC \leq 40\%$ 液化判別圖
(37 組液化及 29 組非液化案例)

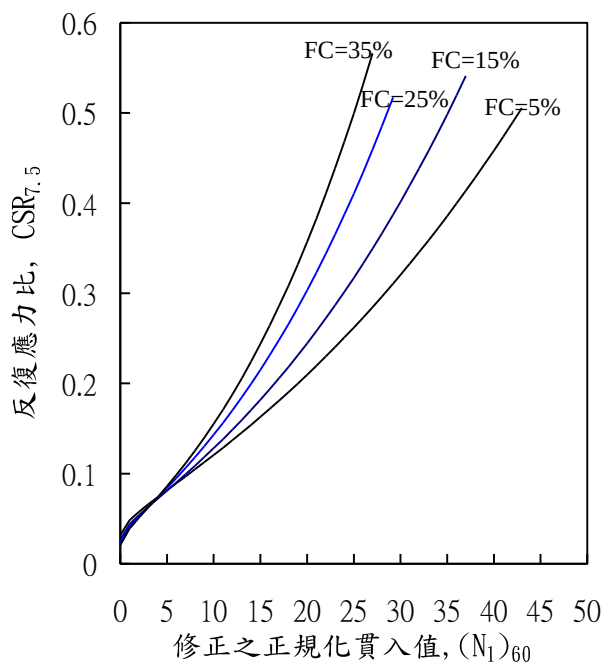


圖 2.11 $FC=5\%$ 、 $FC=15\%$ 、 $FC=25\%$ 、 $FC=35\%$ 等
液化判別式- $C(P)=0$ 之比較

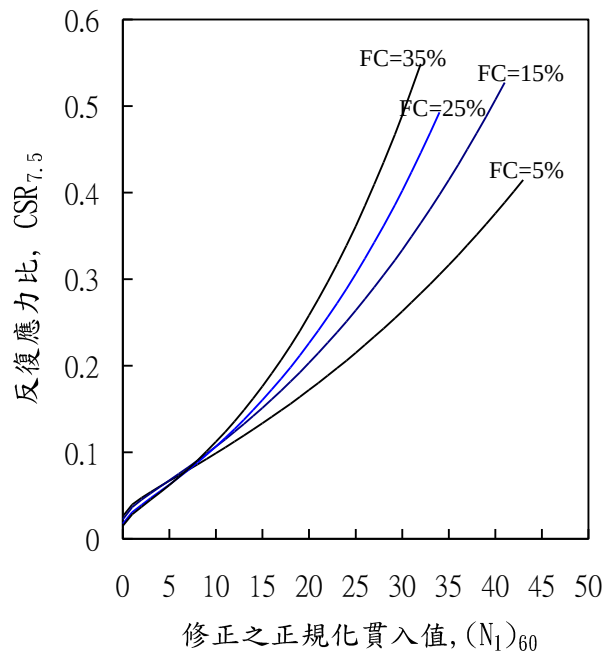


圖 2.12 FC=5%、FC=15%、FC=25%、FC=35% 等
液化判別式($P=0.15$)之比較

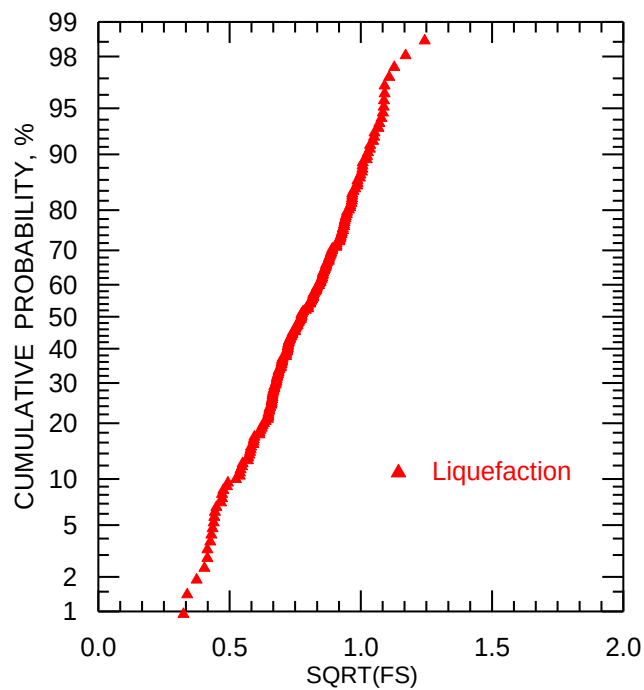


圖 2.13 液化案例之 $\sqrt{F_s}$ 值繪於常態或然率圖上

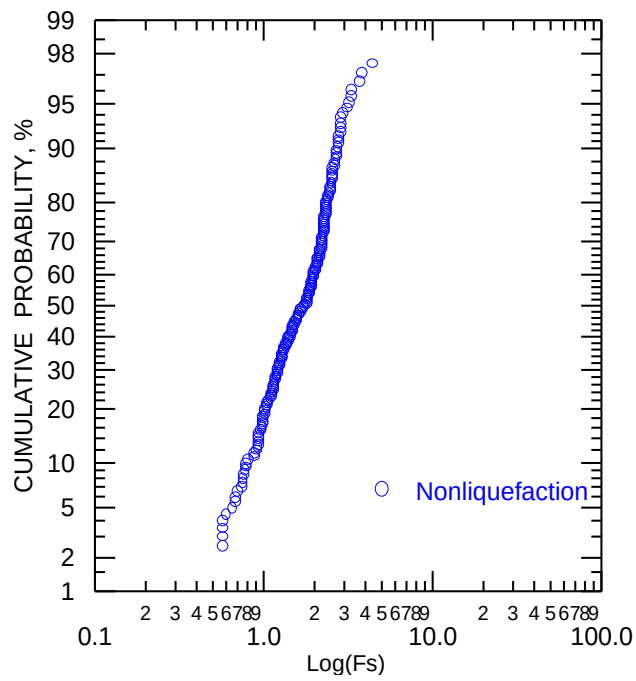


圖 2.14 非液化案例之 F_s 值繪於對數常態或然率圖上

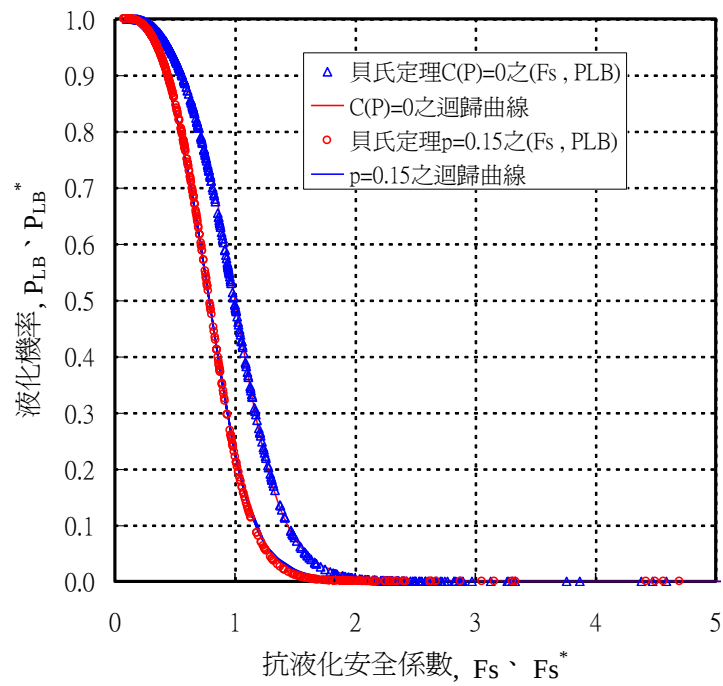


圖 2.15 貝氏定理 $C(P)=0$ 、 $p=0.15$ 之抗液化安全係數
與液化機率之關係圖

2.4.4 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（如臺中港區）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。

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。

$$IL = \int F(Z) \cdot W(Z) dZ \dots\dots\dots (2-60)$$

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：

$IL \geq 15$ 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

$5 \leq IL < 15$ 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

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 PL_w 表示任一鑽孔之液化危險程度。

$$PL_w = \int_0^{20} PL(z) \cdot W(z) \cdot dz / \int_0^{20} W(z) \cdot dz \dots\dots\dots (2-61)$$

上式中

$PL(z)$ ：為各孔各個深度之液化機率，介於 0~1 之間

PL_w ：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：

$PL_w \geq 0.3$ 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。

$0.1 \leq PL_w < 0.3$ 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。

$0 < PL_w < 0.1$ 輕微液化災害風險，液化之可能性很低

$PL_w = 0$ 非液化潛能區

2.4.5 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臺中港區歷年地震的統計結果，包含 50 年到 200 年的再現值，臺中港區的最大地震紀錄值與日本神戶港區的烈震數據，以及新頒布的臺灣地震分區圖甲乙兩區地震強度值。

1. 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遂漸加深，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。

2. 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：(1)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，(2)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。如前所述，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：

$IL \geq 15$	高度液化災害風險區，標示為紅色。
$5 \leq IL < 15$	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，如前節所述，賴聖耀 (2003) 建議以液化危險度 PLw 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 PLw 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：

$P_{LW} \geq 0.4$ 高度液化災害風險區，標示為紅色。

$0.2 \leq P_{LW} < 0.4$ 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。

第三章 港區工程基本資料查詢系統

3.1 查詢系統介紹

本研究所開發的「港區工程基本資料查詢系統」，系統的查詢界面設計成下拉式選單方式。主選單分別為 1.港埠規劃 2.鑽探資料 3 碼頭設計及鑽探資料 3.堤防設計資料 4.地震監測 5.海氣象觀測資料 6.地下管線查詢 7.圖檔管理 8.列印出圖等。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，系統查詢的介面如圖 3.1 所示。

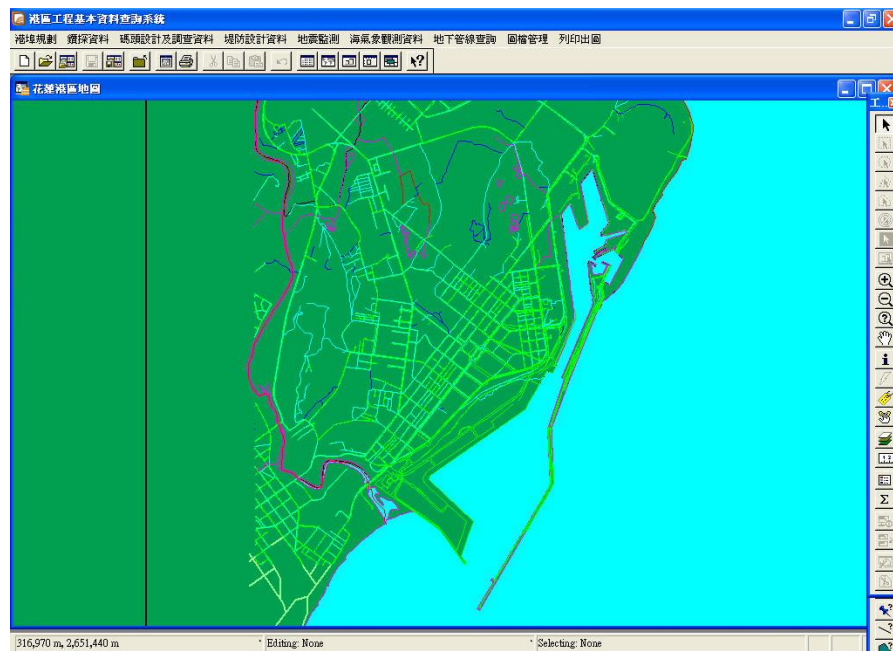


圖 3.1 查詢系統介面內容

3.2 查詢展示

3.2.1 地質資料及液化分析模組操作程序

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、臺北、臺中、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_2013_none_97.MBX，按 OK 選鈕，即進入港區工程基本資料查詢系統。
3. 此時螢幕會展繪出臺灣全島地圖，並標示基隆、臺北、臺中、布袋、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」主選單下之第一選項「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」主選單下之第一選單「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，主功能表的第二選單(即「鑽探資料」選單)底下所附屬的次選項(即「鑽孔報表資料」選項)，以及「柱狀圖」功能項和四個鑽孔液化分析選項底下所附屬的同名稱次選項(即「單孔或多孔非排序展示」選項、「多孔展示__由西向東排序」選項、「多孔展示__由北向南排序」選項等)，會由啟始的無效狀態轉變為可點取的有效狀態。
 - (2)若所點選的物件為碼頭分佈位置圖之任一碼頭時，主功能表的第三選單(即「碼頭設計及調查資料」選單)底下所附屬的幾個次選項(如「碼頭設計斷面圖」、「碼頭斷面文字資料」、「碼頭安全

檢測影像資料料」、「碼頭安全檢測調查記錄」等選項等)，會由啟始的無效狀態轉變為可點取的有效狀態。

(3)若所點選的物件為堤防分佈位置圖之堤防時，主功能表的第四選單(即「堤防資料」選單)底下所附屬的次選項(如「堤防設計斷面圖」選項)，會由啟始的無效狀態轉變為可點取的有效狀態。

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，此時可在第二主選單下點選「鑽孔報表資料」選項，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” 選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選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，此時可點選第六選項「碼頭設計斷面圖」，系統會自動開啟一新的視窗，展繪出該碼頭之斷面圖。又可點選第七選項「碼頭斷面文字資料」，系統會另以一新視窗列出該碼頭之概略描述。也可由「碼頭安全檢測影像資料」選項查詢該碼頭之影像資料，或利用「碼頭安全檢測調

查記錄」、「碼頭重大維修記錄」查詢調查結果。

9. 若要查詢另一港區的碼頭資料，可點選第一主選單「港埠規劃」下的倒數第二選項「選擇港區」，則系統會跳回主畫面顯示港區位置分佈圖。再依循步驟 4 至 8，可繼續查詢所需港區之相關資料。
10. 結束查詢，可在功能表的第一個主選單「港埠規劃」下，拉出最後一個選項「離開系統」，點選後則可停止本程式的執行。

3.2.2 碼頭資料查詢操作程序

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、臺北、臺中、布袋、高雄、花蓮、蘇澳等港區之碼頭相關文件資料，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_2013_none_97.MBX，按 OK 選鈕，即進入港區工程基本資料查詢系統。
3. 此時螢幕會展繪出臺灣全島地圖，並標示基隆、臺北、臺中、布袋、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「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. 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碼頭位置及鄰近地形。
6. 此時可點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第三選項「展示碼頭使用功能」，系統則依各類碼頭之使用功能在碼頭位置圖上標繪

不同顏色，此即碼頭功能主題圖。再點選第五選項「顯示圖例視窗」，系統則開啟該主題圖之圖例視窗。圖例視窗可以滑鼠拉大或平移至適當位置。

7. 圖例視窗顯示後，第五選項會更換文字內容為「隱藏圖例視窗」，點選該選項，系統則關閉該圖例視窗。
8. 此時可點選第四選項「關閉碼頭使用功能」，系統會出現詢問對話框，詢問是否儲存此主題圖，若不儲存可點選 **Discard** 鈕，系統隨即關閉此碼頭功能主題圖。
9. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之物件。若所點選的物件為碼頭分佈位置圖之任一碼頭時，主功能表的第三選單(即「碼頭設計及調查資料」選單)底下所附屬的幾個次選項(如「碼頭設計斷面圖」、「碼頭斷面文字資料」、「碼頭安全檢測影像資料」、「碼頭安全檢測調查記錄」等選項等)，會由啟始的無效狀態轉變為可點選的有效狀態。
10. 當點選到碼頭物件時，該碼頭區會被紅色斜紋所遮罩，此時可點選第六選項「碼頭設計斷面圖」，系統會自動開啟一新的視窗，展繪出該碼頭之斷面圖。又可點選第七選項「碼頭斷面文字資料」，系統會另以一新視窗列出該碼頭之概略描述。也可由「碼頭安全檢測影像資料」選項查詢該碼頭之影像資料，或利用「碼頭安全檢測調查記錄」、「碼頭重大維修記錄」查詢調查結果。
11. 若要查詢另一港區的碼頭資料，可點選第一主選單「港埠規劃」下的倒數第二選項「選擇港區」，則系統會跳回主畫面顯示港區位置分佈圖。再依循步驟 4 至 10，可繼續查詢所需港區之相關資料。
12. 結束查詢，可在功能表的第一個主選單「港埠規劃」下，拉出最後一個選項「離開系統」，點選後則可停止本程式的執行。

3.2.3 堤防資料查詢操作程序

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、臺中、布袋、高雄、花蓮、蘇澳等港區之堤防相關資料，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_2013_none_97.MBX，按 OK 選鈕，即進入港區工程基本資料查詢系統。
3. 此時螢幕會展繪出臺灣全島地圖，並標示基隆、臺北、臺中、布袋、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「堤防設計資料」主選單下之第一選項「顯示堤防位置圖」，系統則載入該港區之堤防位置分佈圖。
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堤防位置及鄰近地形。
6. 此時可點選「堤防設計資料」主選單下之第三選項「展示堤防結構型式」，系統則依各類堤防之結構型式在堤防位置圖上標繪不同顏色，此即堤防功能主題圖。再點選第五選項「顯示圖例視窗」，系統則開啟該主題圖之圖例視窗。圖例視窗可以滑鼠拉大或平移至適當位置。
7. 圖例視窗顯示後，第五選項會更換文字內容為「隱藏圖例視窗」，點選該選項，系統則關閉該圖例視窗。
8. 此時可點選第四選項「關閉堤防結構型式」，系統會出現詢問對話框，詢問是否儲存此主題圖，若不儲存可點選 Discard 鈕，系統隨即關閉此堤防功能主題圖。

9. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之物件。若所點選的物件為堤防分佈位置圖之任一堤防時，「堤防設計資料」選單底下所附屬的「堤防設計斷面圖」選項，會由啟始的無效狀態轉變為可點選的有效狀態。
10. 當點選到堤防物件時，該堤防區會被紅色斜紋所遮罩，此時可點選第六選項「堤防設計斷面圖」，系統會自動開啟一新的視窗，展繪出該堤防之斷面圖。
11. 若要查詢另一港區的堤防資料，可點選第一主選單「港埠規劃」下的倒數第二選項「選擇港區」，則系統會跳回主畫面顯示港區位置分佈圖。再依循步驟 4 至 10，可繼續查詢所需港區之相關資料。
12. 結束查詢，可在功能表的第一個主選單「港埠規劃」下，拉出最後一個選項「離開系統」，點選後則可停止本程式的執行。

3.2.4 碼頭鋼板樁腐蝕調查系統操作程序

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_2013_none_97.MBX，按 OK 選鈕，即進入港區工程基本資料查詢展示系統。
3. 此時螢幕會展繪出臺灣全島地圖，並標示基隆、臺北、臺中、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碼頭資料，可點選第一主選單「港埠規劃」下的倒數第二選項「選擇港區」，則系統會跳回主畫面顯示港區位置分佈圖。再依循步驟 4 至 11，可繼續查詢所需港區之相關資料。
13. 結束查詢，可在功能表的第一個主選單「港埠規劃」下，拉出最後一個選項「離開系統」，點選後則可停止本程式的執行。

3.2.5 海氣象調查資料查詢系統操作程序

本系統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_2013_none_97.MBX，按OK選鈕，即進入港區工程基本資料查詢系統。
3. 此時螢幕會展繪出臺灣全島地圖，並標示基隆、臺北、臺中、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」主選單下之第一選項「潮位測站顯示」，系統則載入該港區之潮位測站位置分佈圖。或是點選第七選項「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碼頭資料，可點選第一主選單「港埠規劃」下的倒數第二選項「選擇港區」，則系統會跳回主畫面顯示港區位置分佈圖。再依循步驟4至11，可繼續查詢所需港區之相關資料。
12. 結束查詢，可在功能表的第一個主選單「港埠規劃」下，拉出最後一個選項「離開系統」，點選後則可停止本程式的執行。

3.2.6 貨櫃碼頭營運資料查詢系統操作程序

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_2013_none_97.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、臺北、臺中、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。

第四章 座標系統 TWD67 轉 TWD97

4.1 地圖座標系統

臺灣現有多數圖籍，包括各港區的規劃設計地形資料，大多採用「1967年臺灣大地基準」(Taiwan Datum 1967)，通稱「TWD67」；而在衛星定位發明後，為因應更精確的地圖測量技術，政府於民國86年公佈「1997臺灣大地基準」(Taiwan Datum 1997)，通稱「TWD97」。本研究也逐步收集港區新基準圖檔，配合新規範逐步修改計有資料，今將此二基準說明如後。

4.1.1 TWD67座標系統概述

1. 臺灣地區的座標系統，從日治時期開始就已建立，經由陸續修測而得。(日治1910年起，採用Bessel 1841參考橢球體)。傳統是以天文觀測及三角測量的方式測定經緯度，由於受到地球重力場分佈不均勻等因素影響，所測得的經緯度只適用於臺灣附近的局部區域。內政部於1980年公佈之2662點三角點，就是以這種方式測量的，為臺灣現有多數圖籍之基準。這套座標系統是採用1967年的國際地球原子計算，通稱為「TWD67」(Taiwan Datum 1967，1967臺灣大地基準)。
2. TWD67座標系統之參考橢球體採用1967年新國際地球原子(GRS67)，其橢球體參數如下：
 - (1)長半徑: $a = 6378160$ 公尺
 - (2)短半徑: $b = 6356774.7192$ 公尺
 - (3)扁率: $f = (a-b)/a = 1/298.25$
3. TWD67之大地基準點，係以南投埔里之虎子山為起算基準，此點又稱為臺灣地理中心點，其參數如下：

(1)經度 $\lambda=120^{\circ} 58' 25.975''$

(2)緯度 $\varphi=23^{\circ} 58' 32.340''$

(3)對頭拒山之方位角 $\alpha=323^{\circ} 57' 23.135''$

4. TWD67的高程基準面，劃分為臺灣本島及澎湖群島兩大部分：

(1)臺灣本島以基隆平均海水面起算。

(2)澎湖以馬公平平均海水面起算。

5. 地圖投影：

有關地籍測量及大比例尺測圖所應用之坐標系統，係採用橫麥卡托投影經差二度分帶，臺灣本島之中央子午線為121°，坐標原點為中央子午線與赤道交點，且橫坐標西移250,000公尺，中央子午線之尺度比率為0.9999。

4.1.2 TWD97座標系統概述

1. 衛星定位發明後，對於地圖測量技術起了至重大變革，不需再透過天文觀測，即可計算地表任何地方的經緯度，不僅精度更高，且所測得的是適用於全球的一套座標系統，我國亦順應世界潮流予以採用，於民國八十六年內政部採用1980年國際地球參考框架而定義，為更適合於全國大地坐標系統之新基準，將此座標系統稱為「TWD97」(Taiwan Datum 1997，1997臺灣大地基準)。
2. 新國家坐標系統之名稱命名為1997臺灣大地基準(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。
3. TWD97之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：

- (1)長半徑 $a=6378137$ 公尺
- (2)短半徑: $b=6356752.3141$ 公尺
- (3)扁率 $f=1/298.257222101$
4. TWD97之高程基準面：內政部已完成臺灣一等水準網，計二、〇六五個一等水準點測量工作，並於基隆設置水準原點及副點，高程系統以基隆港平均海水面為高程基準面，據此訂定二〇〇一年臺灣高程基準（簡稱TWVD2001），作為臺灣高程測量控制系統之基準。
5. 地圖投影：臺灣、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。
6. 目前地圖投影的方式繁多，臺灣地區位於北半球、低緯度區，為配合國際性座標，地圖投影採用橫麥卡托 (Universal Transversal Meccator，簡寫為U.T.M.) 投影方式，U.T.M.法在國際上都以經差六度分帶之範圍來展圖，但為使臺灣地形投影在平面紙圖上更勻稱美觀，政府另行設定以東經121度為中心線的經差二度分帶展圖範圍，因該線較能將臺灣地形均等劃分，而稱此為臺灣地區橫麥卡托投影經差二度分帶系統（簡稱TM2系統）。該系統在臺灣之初建，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，配合當時頒訂的TWD67基準，作為臺灣地區的座標系統，港區許多暨有圖籍都用此系統，故本中心所開發的「港區工程基本資料查詢展示系統」即以此系統，來做為相關圖層的座標系統。但在民國八十六年另頒TWD97基準後，較新的圖檔都逐漸改用97標準來製作，本新也當收集港區新標準圖檔，配合新規範逐步修改暨有資料。

4.2 座標系統的轉換

本港區工程基本資料查詢展示系統座標TWD67轉換TWD97使用的軟體有MapBasic與MapInfo，轉換程序如下：

4.2.1 修改地圖原座標TWD67系統

1.修改地圖原座標 TWD67 系統內之原始程式檔

以 MapBasic 開啟原系統 Harbor_2011_none.mbp 集合檔，如圖 4.1 所示，內有列出所有必需轉換的項目，並將程式內 Application=Harbor_2011_none.MBX，改為 Application=Harbor_2013_none_97.MBX，檔案另存為 Harbor_2013_none_97.mbp。

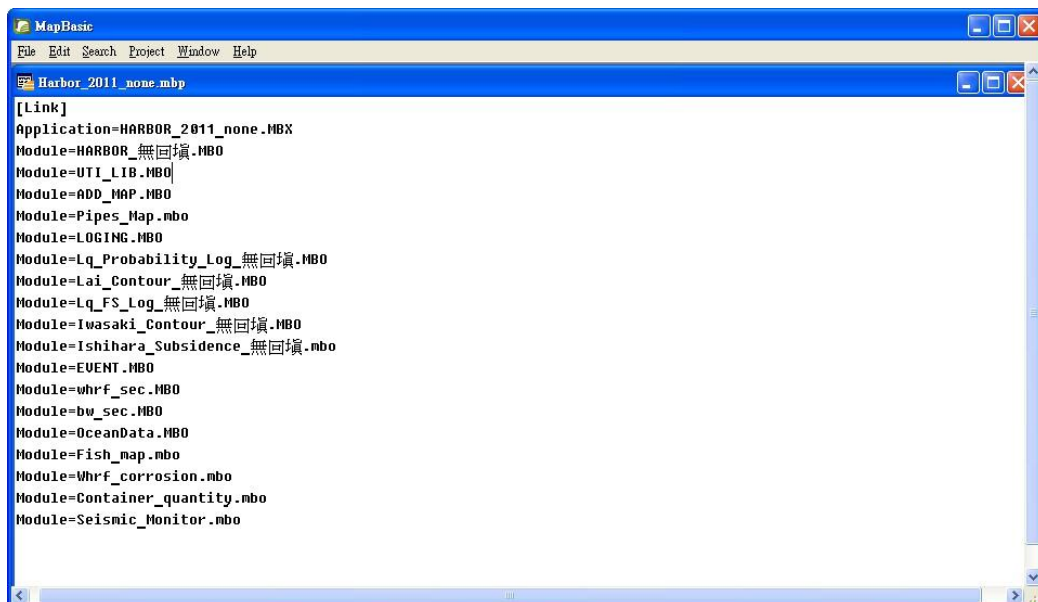


圖 4.1 轉換原始程式檔

2.修正每個項目的 MapBasic Code:

以 MapBasic 開啟.mb 原始程式檔，搜尋程式碼內有 CoordSys Earth Projection 的敘述，將內有 39 的數字改成 104（39 為 TWD67 代碼，104 為 TWD97 代碼），同時內有 Center (XXXXXXX,XXXXXXX) 座標，以大地座標轉換程式將原 TWD67 二度分帶坐標值轉換為 TWD97 二度分帶坐標值，取代原來的座標。並且再搜尋有同樣的程式碼與代碼依序將其轉換與取代(如圖 4.2 與圖 4.3)。完成圖 4.1 之各項

原始程式檔需進行 Compile 與 Link Harbor_2013_none_97.mbp，之後產生之執行檔 Harbor_2013_none_97.mbx 複製到原程式資料夾內。

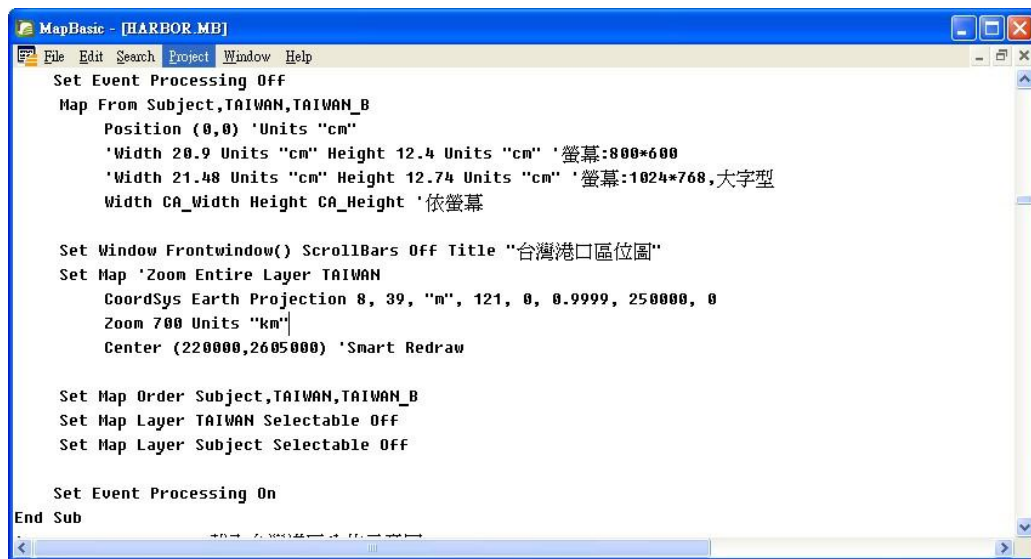


圖 4.2 原 TWD67 二度分帶座標值

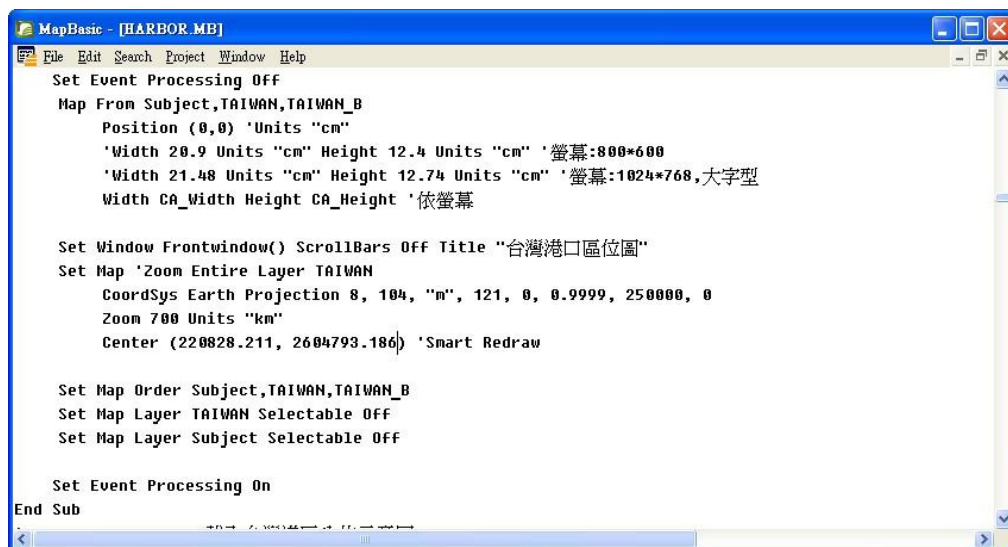
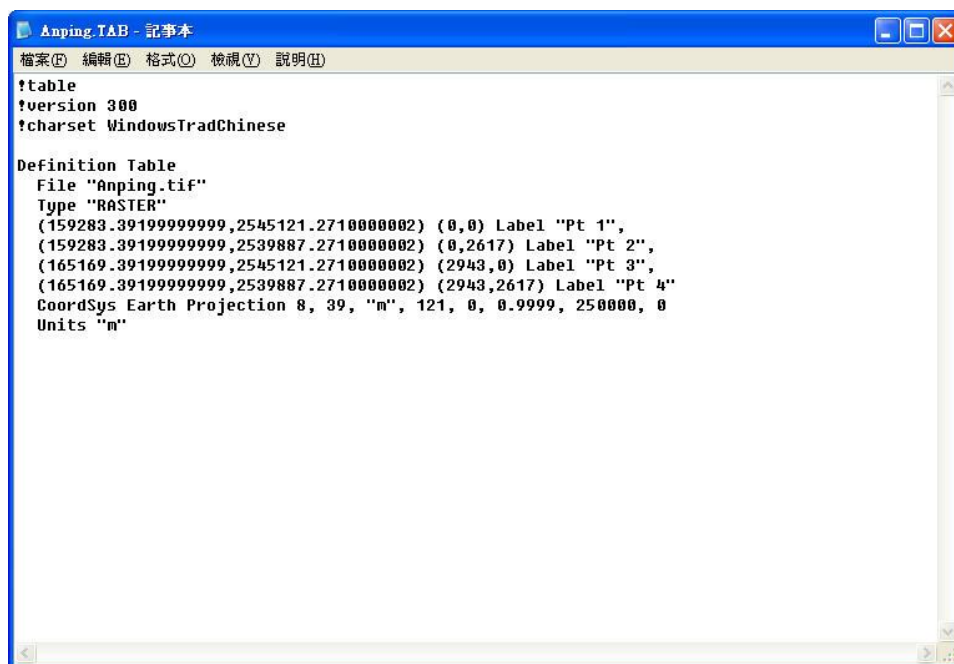


圖 4.3 轉換 TWD97 二度分座坐標

4.2.2 轉換影像TWD67二度分帶座標值

本研究之查詢系統尚有遙測影像的TWD67座標系統,因此在每一個港口之資料夾RS下都必須進行轉換。轉換方法為用文字編輯軟體開啟RS資料夾之*.tab檔,將內部的TWD67座標系統以轉換TWD97座標系

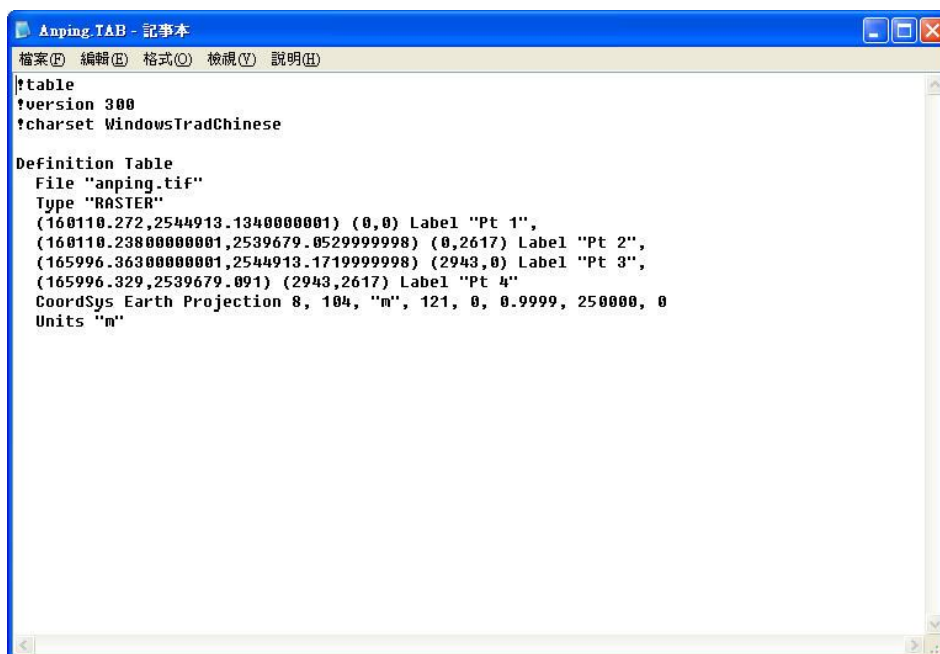
統的程式進行轉換與取代，同時將宣告67程式碼39，以104取代，修正後存檔，完成轉檔（如圖4.4與4.5）。



```
!table
!version 300
!charset WindowsTradChinese

Definition Table
File "Anping.tif"
Type "RASTER"
(159283.39199999999,2545121.27100000002) (0,0) Label "Pt 1",
(159283.39199999999,2539887.27100000002) (0,2617) Label "Pt 2",
(165169.39199999999,2545121.27100000002) (2943,0) Label "Pt 3",
(165169.39199999999,2539887.27100000002) (2943,2617) Label "Pt 4"
CoordSys Earth Projection 8, 39, "m", 121, 0, 0.9999, 250000, 0
Units "m"
```

圖 4.4 原影像 TWD67 二度分帶座標值



```
!table
!version 300
!charset WindowsTradChinese

Definition Table
File "anping.tif"
Type "RASTER"
(160110.272,2544913.13400000001) (0,0) Label "Pt 1",
(160110.238000000001,2539679.05299999998) (0,2617) Label "Pt 2",
(165996.363000000001,2544913.17199999998) (2943,0) Label "Pt 3",
(165996.329,2539679.091) (2943,2617) Label "Pt 4"
CoordSys Earth Projection 8, 104, "m", 121, 0, 0.9999, 250000, 0
Units "m"
```

圖 4.5 轉換圖像 TWD97 二度分帶座標

4.2.3 轉換鑽探地質資料TWD67二度分帶座標值

1.建立新的根目錄「Harbor97」

複製根目錄 D:\Harbor-1，在 D:\ 貼上，更名為「D:\Harbor97」。

2.座標投影設定

(1)開啟 GIS 軟體：開啟 MapInfo Professional

(2)點選視窗功能 Options\Preferences...\ Map window... \ Projection\，在 Table projection 及 Session projection 都設 TWD97 基準台灣二度分帶座標，如圖 4.6。

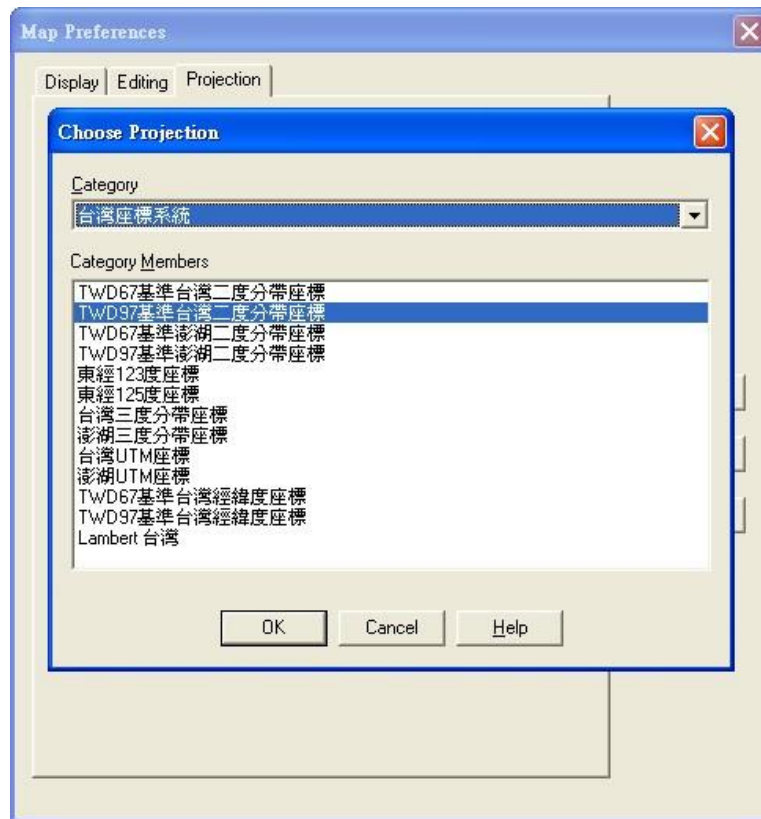


圖 4.6 TWD97 座標投影設定

3.檔案壓縮

(1)開啟檔案 ➔ 開啟瀏覽視窗(Window\New Browser Window)

(2)檢查瀏覽視窗中的資料有無空缺。有空缺則做檔案壓縮。(若資料有空缺，則無法轉成 TWD97 檔，亦可在轉檔不成時再做壓縮。)

(3)檔案壓縮:Table\Maintenance\Pack Table..., 選 Pack Both...→OK ,
如圖 4.7。

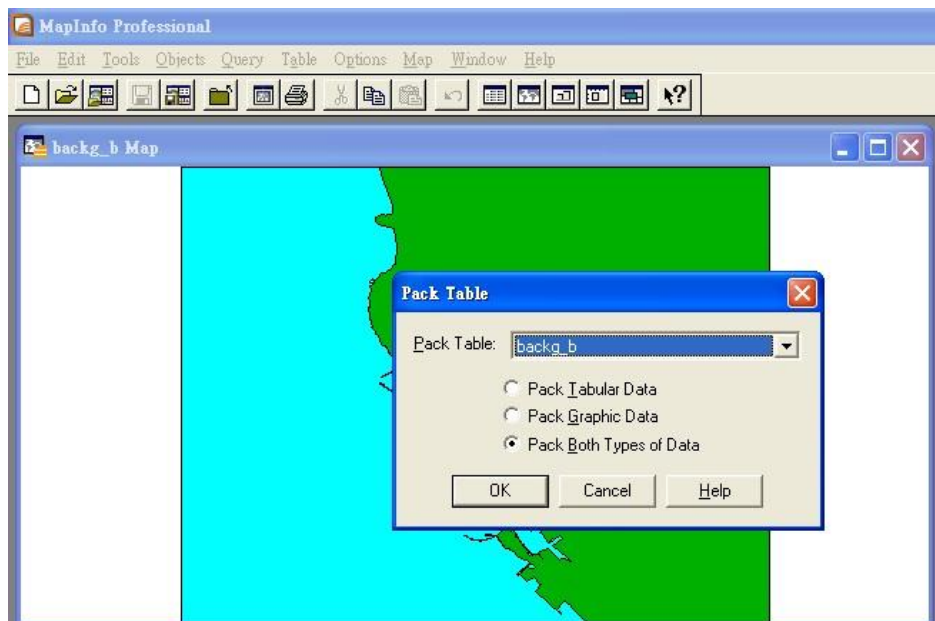


圖 4.7 檔案壓縮

4.TWD67 轉 TWD97(圖形檔轉換)

(1)開啟轉檔程式 DatumGraph_4P.MBX

在 MapInfo 中點選 Tools\Run MapBasic Program...\選取執行檔
D:\Harbor97\DatumGraph_4P.MBX→開啟→視窗產生新選項 圖
形基準轉換。

(2)檔案轉換

圖形基準轉換\虎子山_To_TWD97\選檔案(例:Backg.tab)→開啟→
出現 Message「交付任務完成」即表示轉檔完成→產生新的 TWD97
檔(例:Backgtwd97.tab)。

5.各港 welldata 與 wellsmap 兩檔的 X、Y 座標值更新

(1)welldata 檔之欄位更新，如圖 4.8。

a.開啟已轉檔之 welldatatwd97 檔

b.點選視窗之 Table\Update Column 功能去更新。

c.設定值：

Table to update: welldatatwd97

Column to update: Pos_x(第 1 次)、Pos_y (第 2 次)

Get value from: welldatatwd97

Value : CentroidX[obj] (第 1 次)、CentroidY[obj] (第 2 次) (用 Assist \ Functions 選 CentroidX 或 CentroidY。

完成後，將 Welldatatwd97 另存新檔。

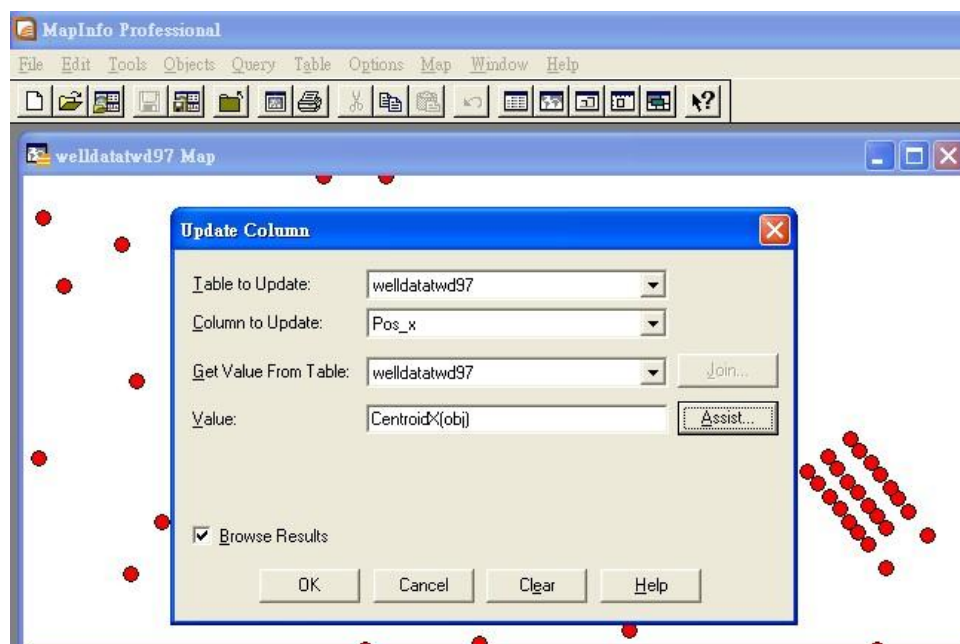


圖 4.8 welldata 檔之欄位更新

(2)wellsmap 檔之欄位更新，如圖 4.9。

a.在 Welldatatwd97 檔開啟時做更新。點選 Query\SQL Select 功能。

b.由新產生的 Welldatatwd97 檔中，選取 Tag_key、Pos_x 及 Pos_y 三欄位，產生新的 Wellsmaptd97 檔，方法如下：

在 SQL Select 對話視窗中，配合右上方 Tables、columns 等下拉鈕，輸入

from Tables: Welldatatwd97

Select columns: Tag_key, Pos_x, Pos_y

Into table name: Wellsmaptwd97

c.完成後，將 Wellsmaptwd97 另存新檔。

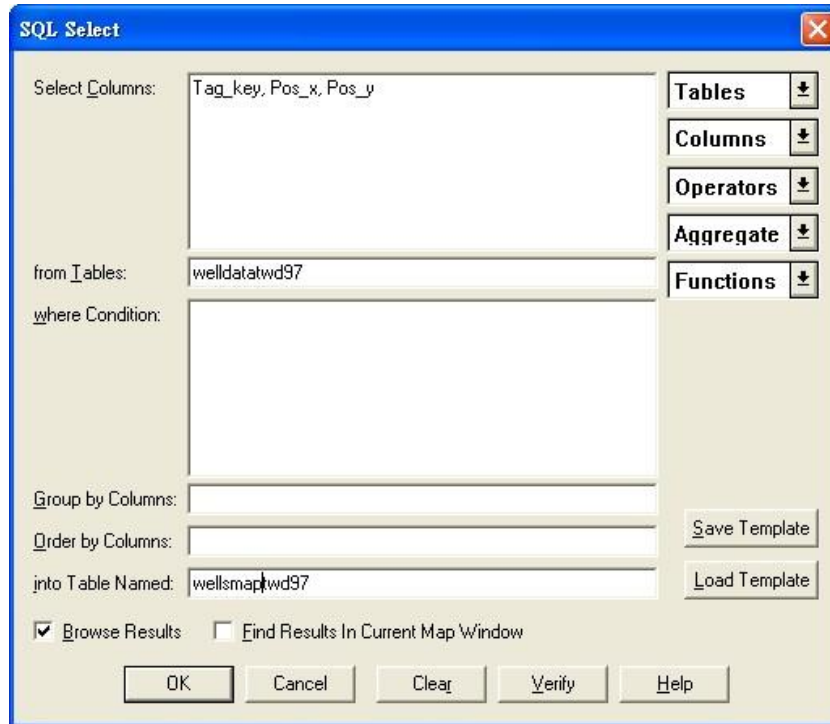


圖 4.9 wellsmap 檔之欄位更新

6.將 welldatatw97 與 wellsmaptw97 相關聯檔重新命名為 welldata 與 wellsmap，全部取代原資料夾的舊檔。

4.3 座標系統的檢核

原TWD67二度分帶坐標系統轉換影像TWD97二度分帶坐標值後，必須檢核有座標系統的圖檔，檢核包含基本圖（backg、backg_b）、鑽探圖（welldata、wellsmap）、碼頭圖（whrfdata、whrf_no）、防波堤圖（bw_data）與規劃圖（Futr_map、Futr_txt、Prsntmap、Prsnttxt）。本系統建置有多個港，只選擇幾個範例港進行相關圖檔之查核，查核如下：

1.Taiwan 本圖

經轉換 TWD97 座標,Taiwan 本圖之移動情形,如圖 4.10 與 4.11。



圖 4.10 Taiwan 本圖北部



圖 4.11 Taiwan 本圖南部

2.基隆港

圖 4.12 為已轉換之 TWD97 座標的基隆港底圖，紅色標示為轉換 TWD97 座標之碼頭，白色標示為原座標系統碼頭位置。圖 4.13 紅色點標示為轉換 TWD97 座標之基隆港地質鑽探資料，藍色標示點為原座標系統之基隆港地質鑽探資料。從圖可查核基隆港座標轉換情形。

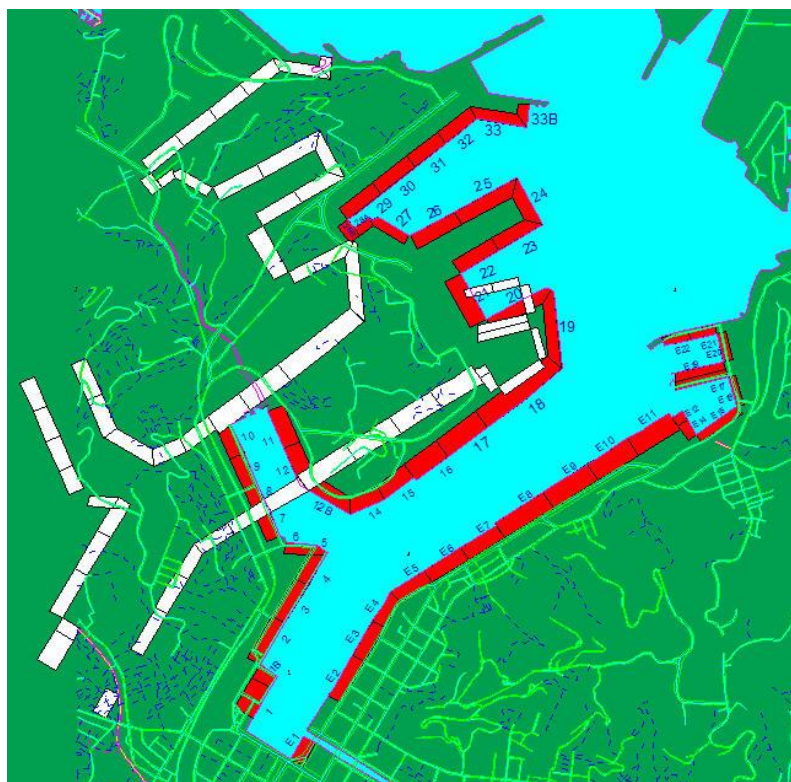


圖 4.12 基隆港碼頭座標轉換查核



圖 4.13 基隆港地質鑽探資料座標轉換查核

3.臺北港

圖 4.14 為已轉換之 TWD97 座標的臺北港底圖，紅色標示為轉換 TWD97 座標之碼頭，白色標示為原座標系統碼頭位置。圖 4.15 紅色點標示為轉換 TWD97 座標之基隆港地質鑽探資料，藍色標示點為原座標系統之臺北港地質鑽探資料。從圖可查核臺北港座標轉換情形。

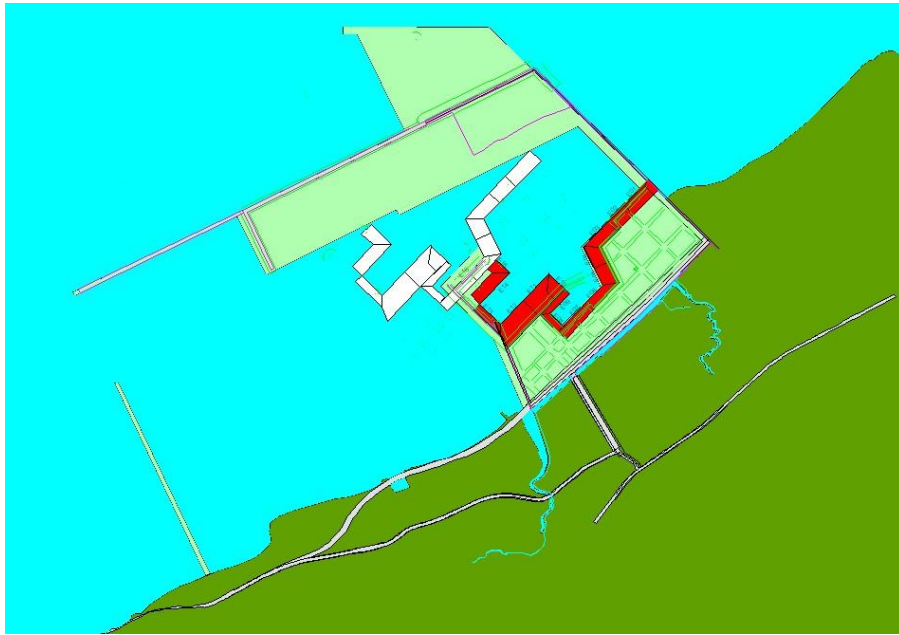


圖 4.14 臺北港碼頭座標轉換查核

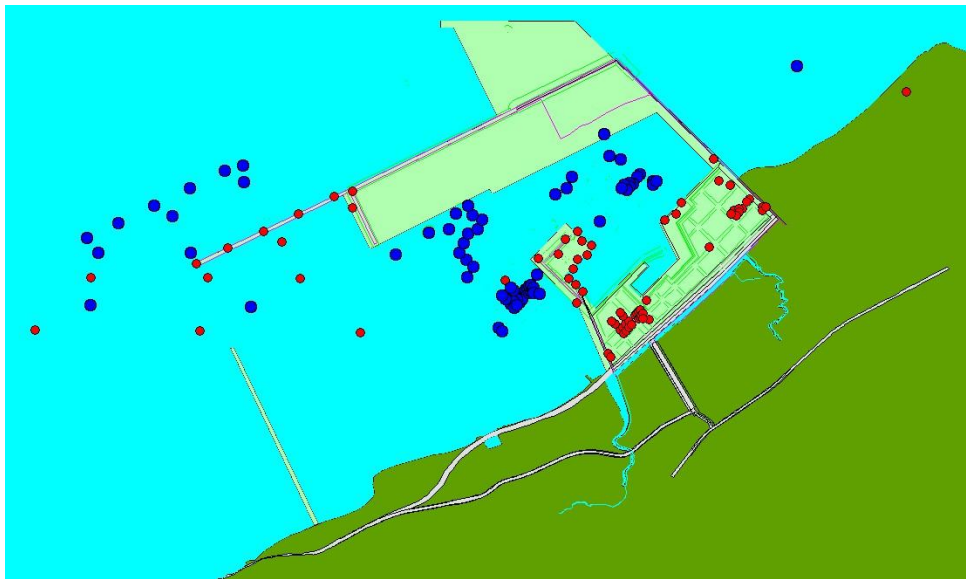


圖 4.15 臺北港地質鑽探資料座標轉換查核

4.臺中港

圖 4.16 為已轉換之 TWD97 座標的臺中港底圖，紅色標示為轉換 TWD97 座標之碼頭，白色標示為原座標系統碼頭位置。圖 4.17 紅色點標示為轉換 TWD97 座標之臺中港地質鑽探資料，藍色標示點為原座標系統之臺中港地質鑽探資料。從圖可查核臺中港座標轉換情形。



圖 4.16 臺中港碼頭座標轉換查核

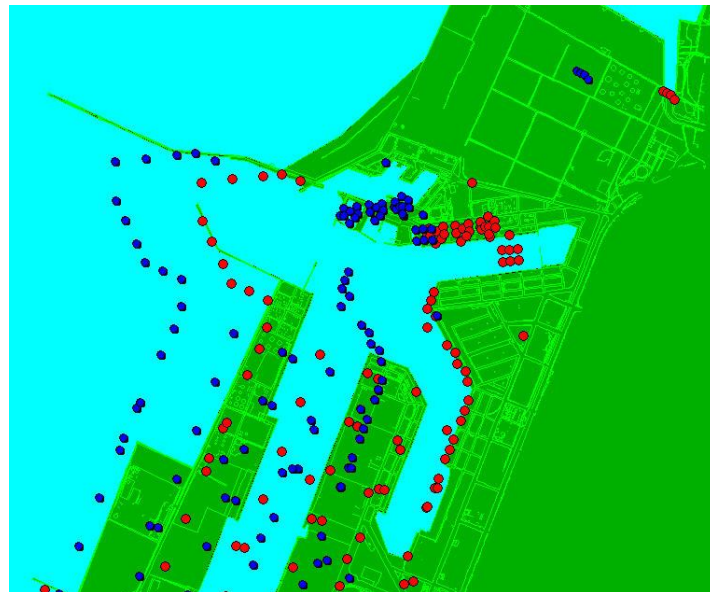


圖 4.17 臺中港地質鑽探資料座標轉換查核

5.安平港

圖 4.18 為已轉換之 TWD97 座標的安平港底圖，紅色標示為轉換 TWD97 座標之碼頭，白色標示為原座標系統碼頭位置。圖 4.19 紅色點標示為轉換 TWD97 座標之安平港地質鑽探資料，藍色標示點為原座標系統之安平港地質鑽探資料。從圖可查核安平港座標轉換情形。

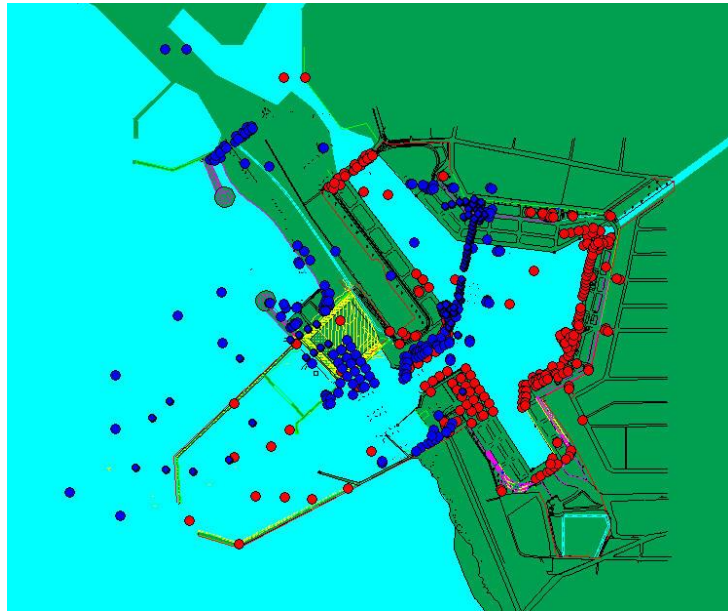


圖 4.18 安平港碼頭座標轉換查核

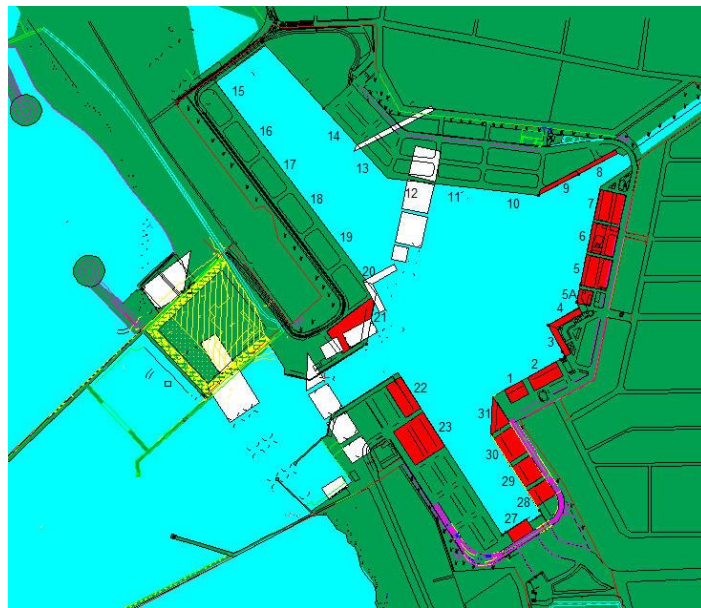


圖 4.19 安平港地質鑽探資料座標轉換查核

6.高雄港

圖 4.20 為已轉換之 TWD97 座標的高雄港底圖，紅色標示為轉換 TWD97 座標之碼頭，白色標示為原座標系統碼頭位置。圖 4.21 紅色點標示為轉換 TWD97 座標之高雄港地質鑽探資料，藍色標示點為原座標系統之高雄港地質鑽探資料。從圖可查核高雄港座標轉換情形。

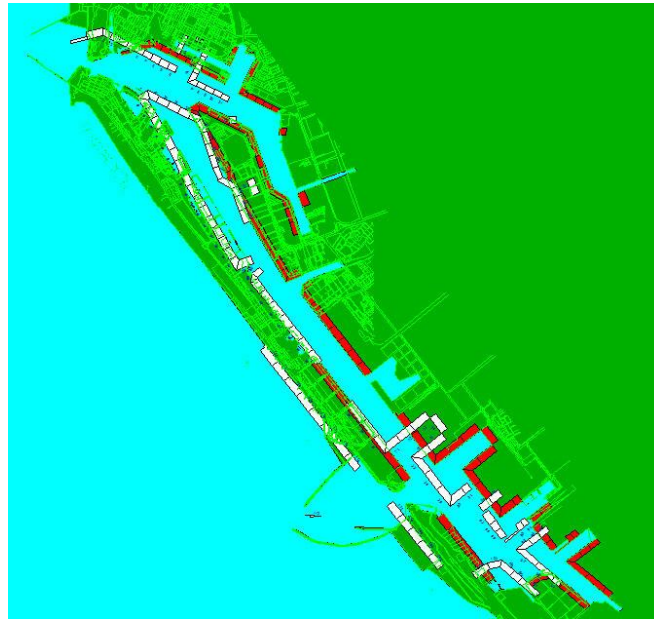


圖 4.20 高雄港碼頭座標轉換查核



圖 4.21 高雄港地質鑽探資料座標轉換查核

7.花蓮港

圖 4.22 為已轉換之 TWD97 座標的花蓮港底圖，紅色標示為轉換 TWD97 座標之碼頭，白色標示為原座標系統碼頭位置。圖 4.23 紅色點標示為轉換 TWD97 座標之花蓮港地質鑽探資料，藍色標示點為原座標系統之花蓮港地質鑽探資料。從圖可查核花蓮港座標轉換情形。



圖 4.22 花蓮港碼頭座標轉換查核



圖 4.23 花蓮港地質鑽探資料座標轉換查核

8. 蘇澳港

圖 4.24 為已轉換之 TWD97 座標的蘇澳港底圖，紅色標示為轉換 TWD97 座標之碼頭，白色標示為原座標系統碼頭位置。圖 4.25 紅色點標示為轉換 TWD97 座標之蘇澳港地質鑽探資料，藍色標示點為原座標系統之蘇澳港地質鑽探資料。從圖可查核蘇澳港座標轉換情形。



圖 4.24 蘇澳港碼頭座標轉換查核



圖 4.25 蘇澳港地質鑽探資料座標轉換查核

第五章 貨櫃碼頭營運資料查詢展示

5.1 貨櫃碼頭營運資料更新建置概況

臺灣主要經營櫃進出口的商业港埠，計有高雄、臺中、臺北及基隆等四個國際大港，這四個港都建有貨櫃碼頭及貨櫃裝卸設施，諸如卸載貨櫃的貨櫃起重機、搬運貨櫃的門式機及暫時放置貨櫃的貨櫃堆置場，且每年都有大量的貨櫃進出。通常貨櫃運量的使用需求上，大都以整個港的進出口量或承租航商的年營運量來做統計，以供公部門經營籌畫及專家學者分析研究需用；但為了解各個貨櫃碼頭年度荷載量及使用頻率的高低，以供碼頭工程維護及預算編列的考量，需要較詳細的來統計各個碼頭的年營運量。故本所港灣研究中心的港灣工程基本資料庫中，也在碼頭資料庫中增添貨櫃碼頭營運資料項，該項資料已登錄 1998 年至 2011 年的資料，本研究在年度內增列 2012 年資料量，並且新建置臺北港 2009 年至 2011 年的查詢資料。

5.2 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、臺中港、臺北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 13 個欄位，依序為：碼頭、1998 年、1999 年、2000 年、2001 年、2002 年、2003 年、2004 年、2005 年、2006 年、2007 年、2008 年、2009 年、2010 年、2011 年、2012 年、租賃公司等，其欄位名稱，中文說明，資料型態及長度如表 5-1 所示。

表 5-1 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	1998 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
3	1999 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
4	2000 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
5	2001 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
6	2002 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
7	2003 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
8	2004 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
9	2005 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
10	2006 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
11	2007 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
12	2008 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
13	2009 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
14	2010 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
15	2011 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
16	2012 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
17	租賃公司	租賃公司	Char (30)	

5.3 貨櫃碼頭營運資料查詢展示模組設計

5.3.1 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

5.3.2 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、臺中港及基隆港港區資料夾底下。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。

5.4 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)海氣象現地調查等。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_2011_none.MBX，按 OK 選鈕，即進入港區工程基本資料查詢展示系統。
3. 此時螢幕會展繪出臺灣全島地圖，並標示基隆、臺北、臺中、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。

5.5 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 5.4 節程式操作程序 1 至 3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕會展繪出臺灣全島地圖，並標示基隆、臺中、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置。
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 5.1 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 5.2 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 5.3 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 5.4 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 5.5 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。

5.6 臺中港貨櫃碼頭營運資料查詢展示

臺中港貨櫃碼頭營運資料查詢展示之操作程序如下：

1. 按照 5.4 節程式操作程序 1 至 3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕會展繪出臺灣全島地圖，並標示基隆、臺中、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置。
2. 利用滑鼠，點選臺中港，則螢幕展繪出臺中港區的向量地圖，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 5.6 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，臺中港單一碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪如圖 5.7 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，臺中港多選碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪如圖 5.8 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。臺中港全港碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪如圖 5.9 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。

5.7 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 5.4 節程式操作程序 1 至 3，使用者可進入查詢系統的主畫面，

此時螢幕會展繪出臺灣全島地圖，並標示基隆、臺中、臺北、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置。

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 5.10 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 5.11 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 5.12 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 5.13 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。

5.8 臺北港貨櫃碼頭營運資料查詢展示

臺北港貨櫃碼頭營運資料查詢展示之操作程序如下：

1. 按照 5.4 節程式操作程序 1 至 3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕會展繪出臺灣全島地圖，並標示基隆、臺中、臺北、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置。
2. 利用滑鼠，點選臺北港，則螢幕展繪出臺北港區的向量地圖，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 5.14 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，臺北港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪如圖 5.15 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，臺北港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪如圖 5.16 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。臺北港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪如圖 5.17 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 5.1 高雄港貨櫃碼頭分佈位置圖

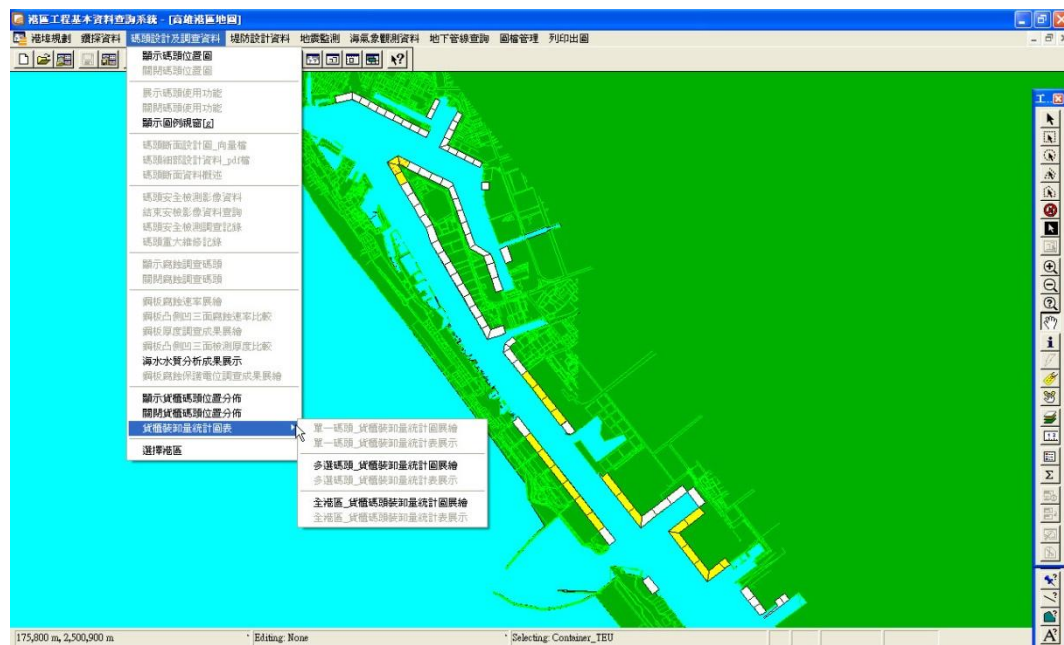


圖 5.2 高雄港貨櫃裝卸量選單呈列狀況圖

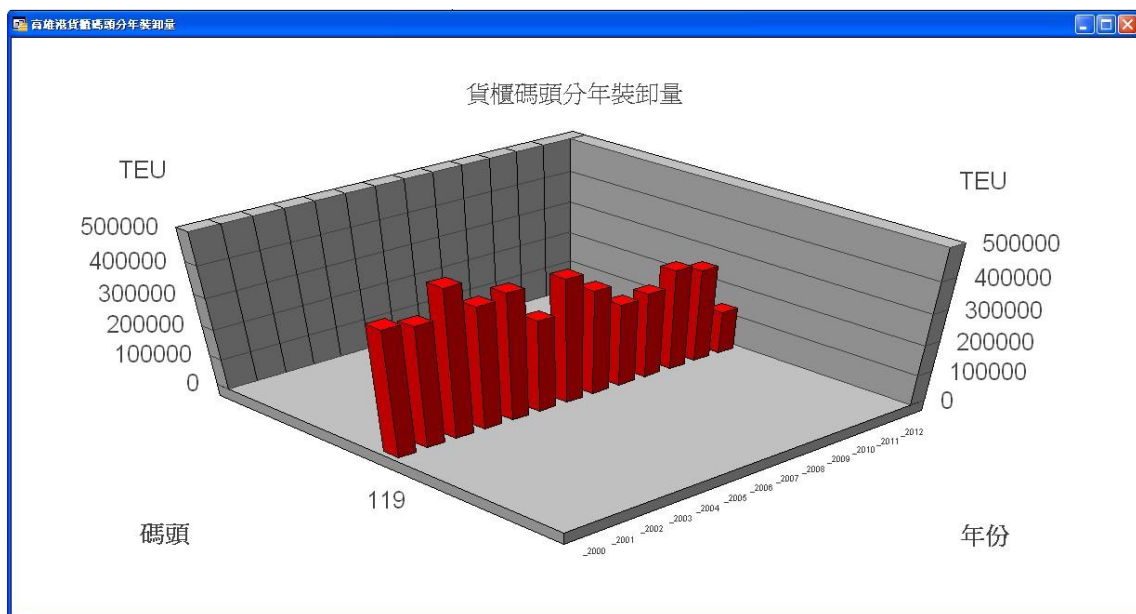


圖 5.3 高雄港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

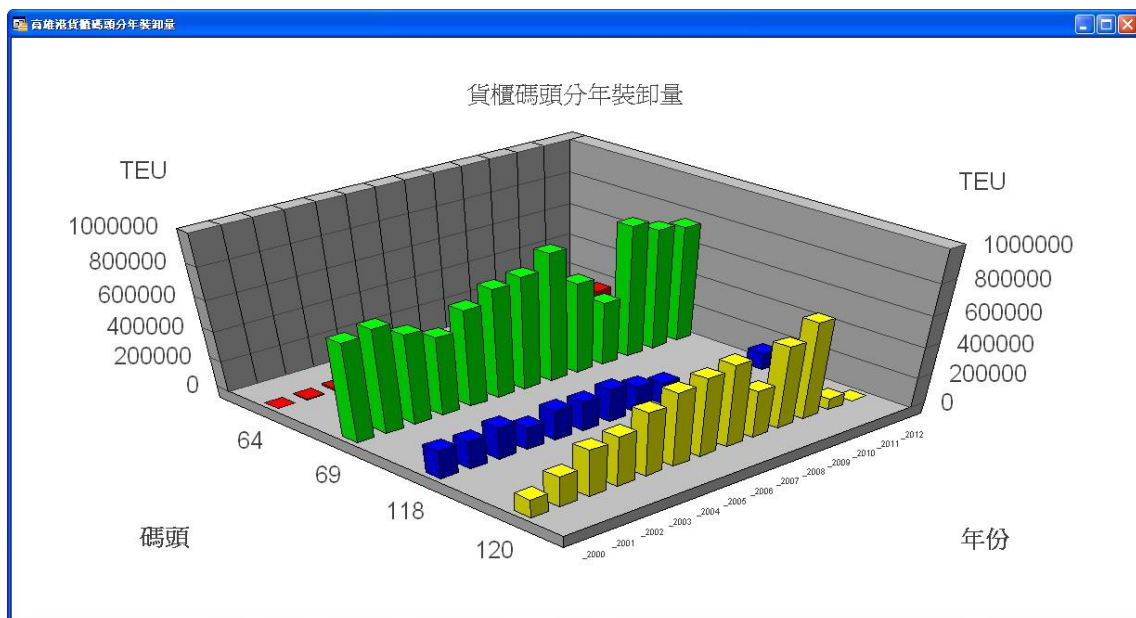


圖 5.4 高雄港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

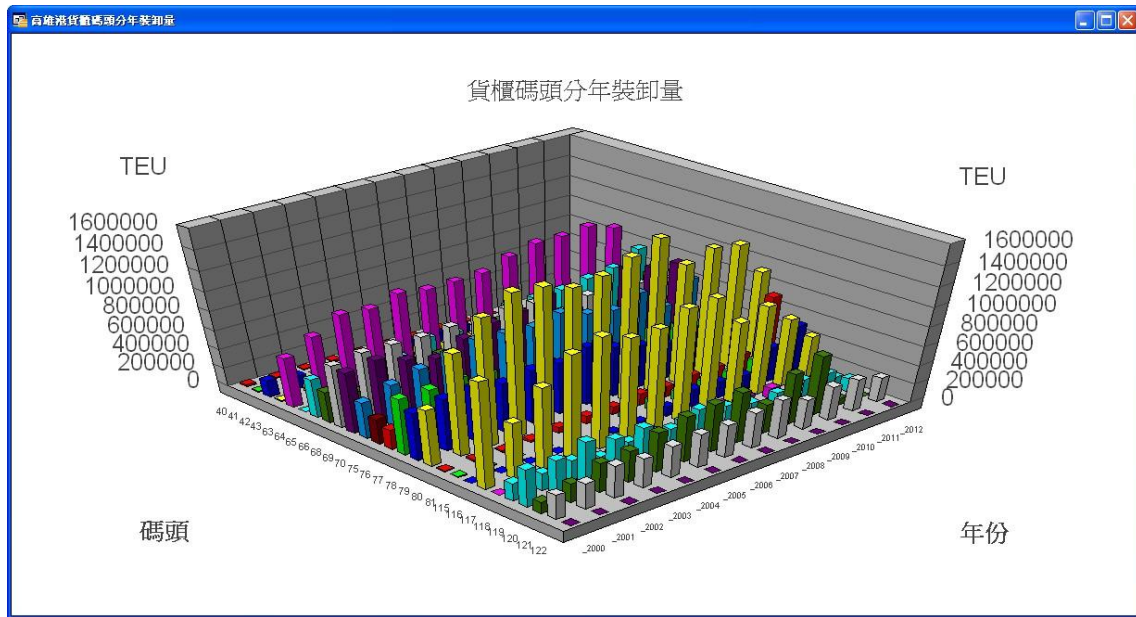


圖 5.5 高雄港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪



圖 5.6 臺中港貨櫃碼頭分佈位置圖

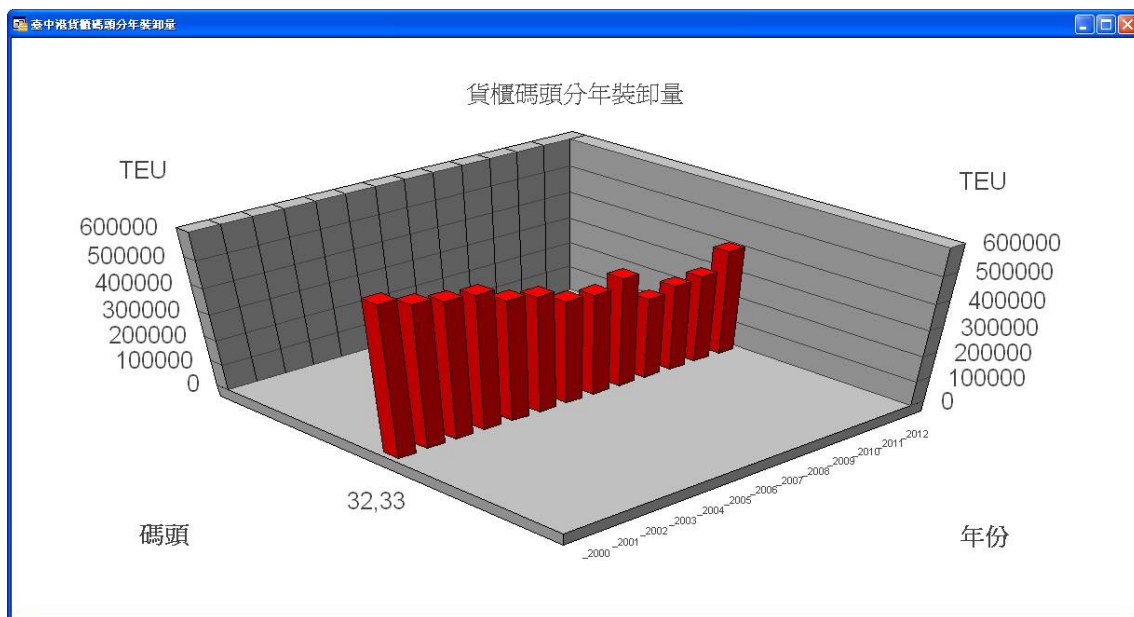


圖 5.7 臺中港單一碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪

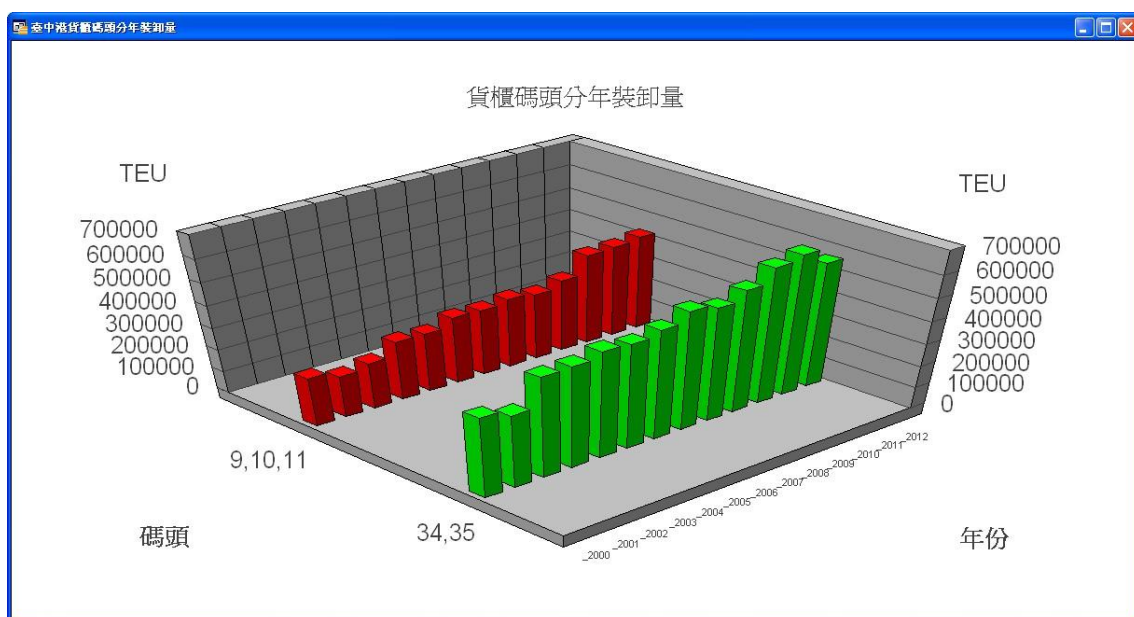


圖 5.8 臺中港多選碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪

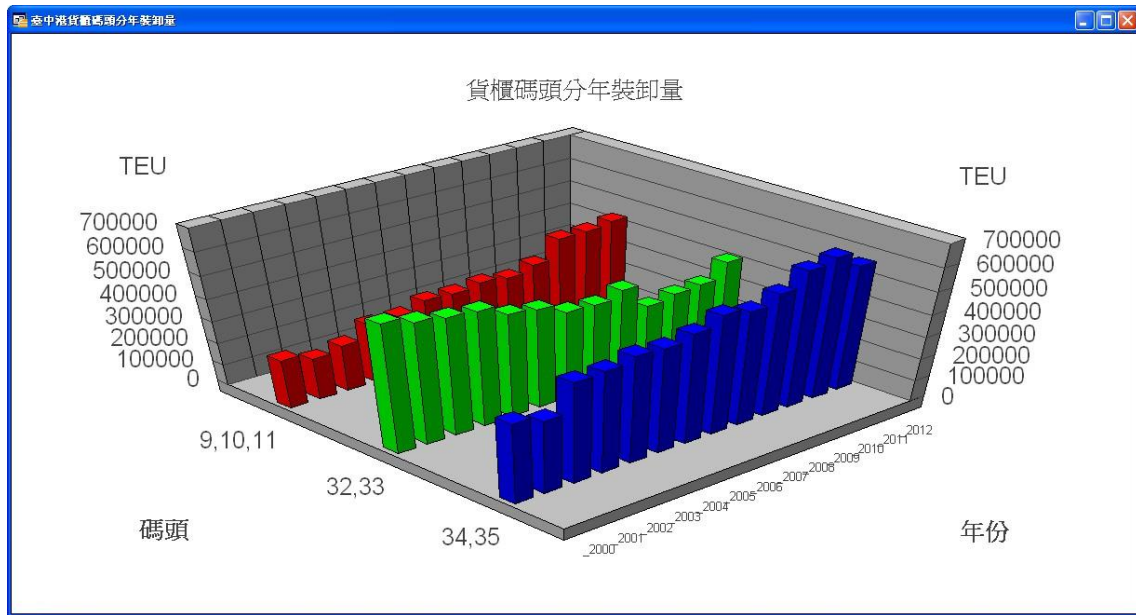


圖 5.9 臺中港全港碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪

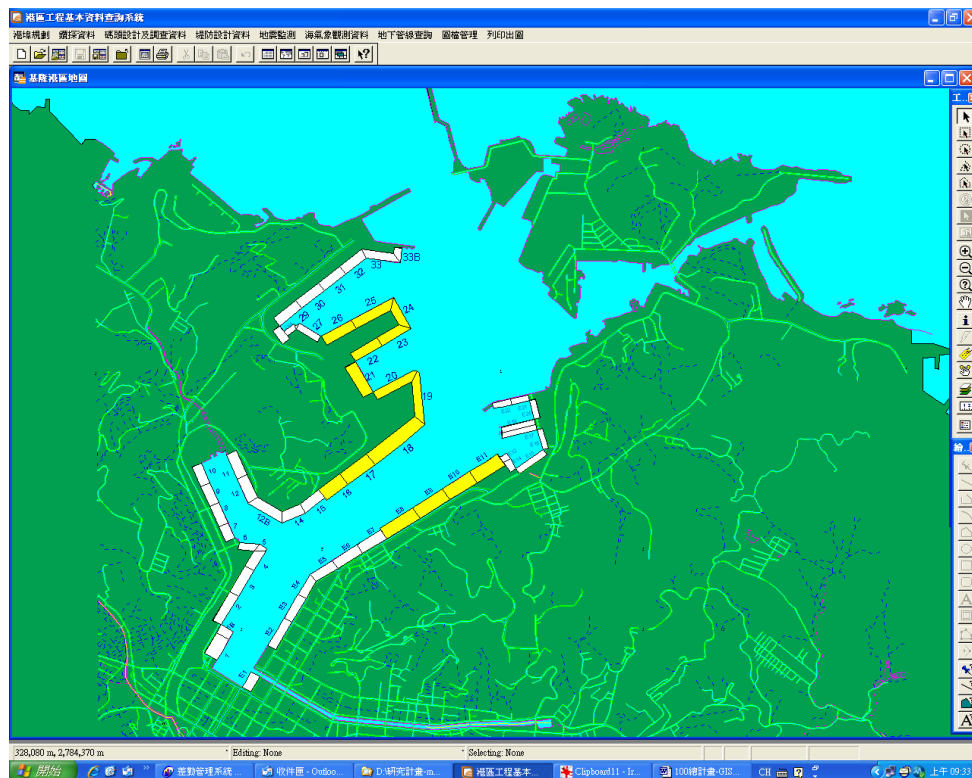


圖 5.10 基隆港貨櫃碼頭分佈位置圖

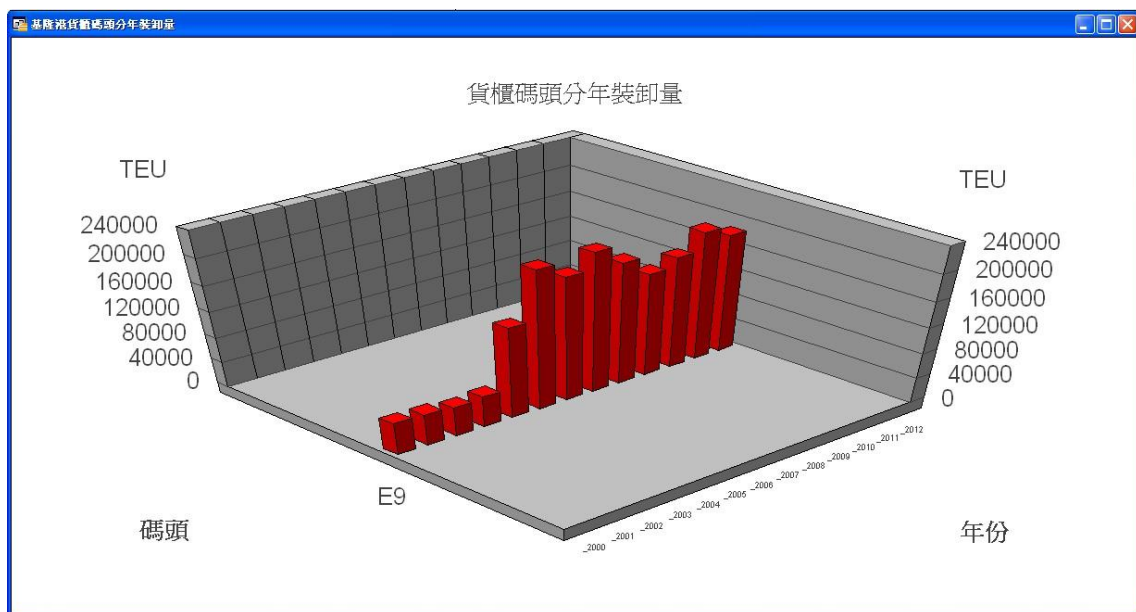


圖 5.11 基隆港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

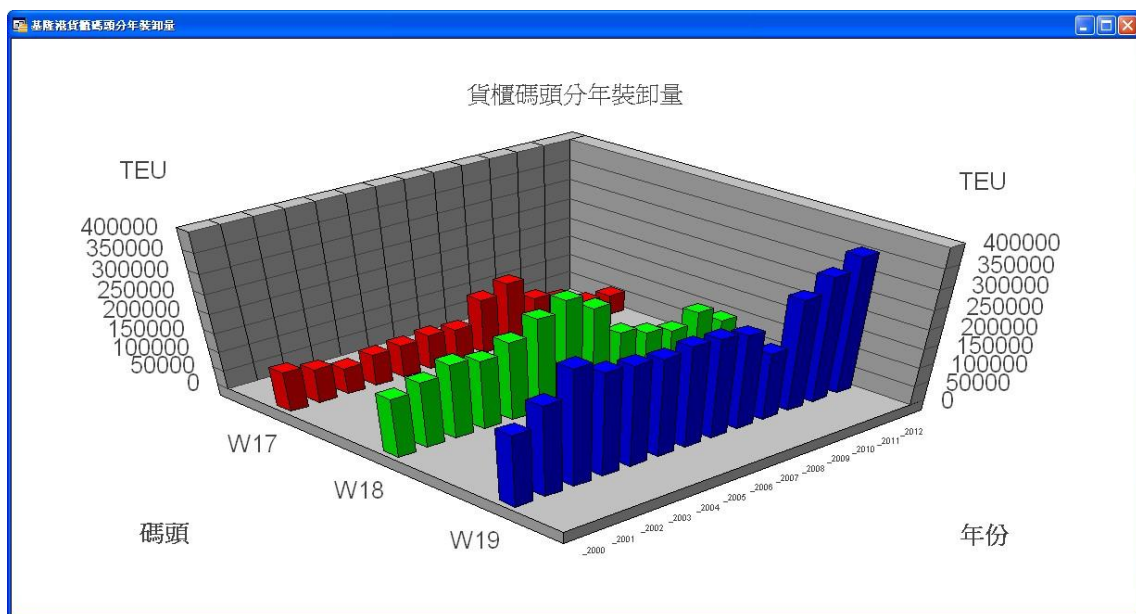


圖 5.12 基隆港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

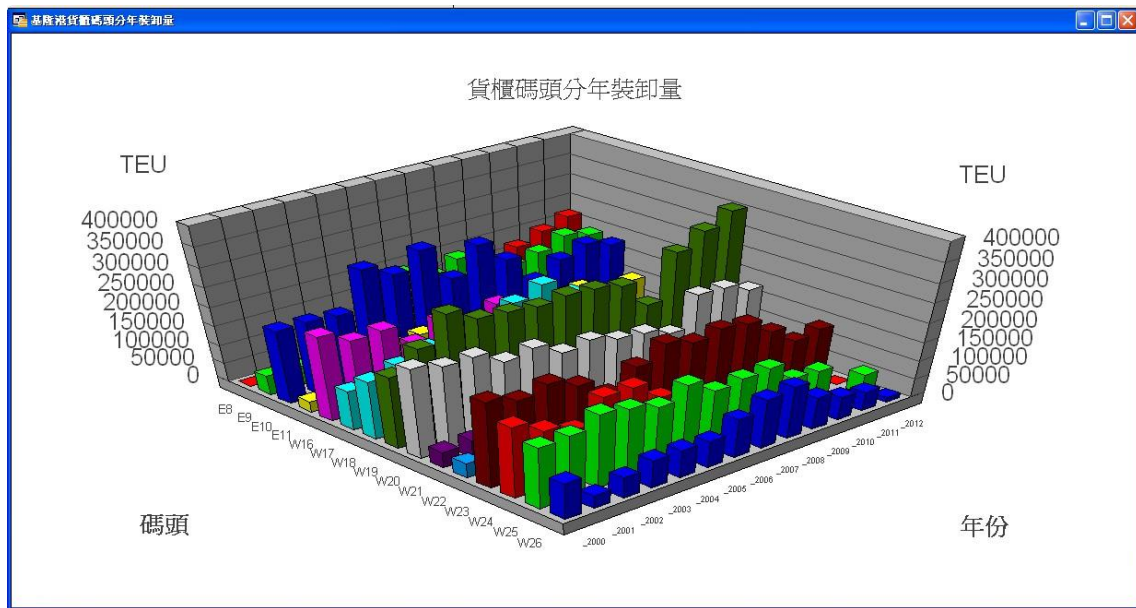


圖 5.13 基隆港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪



圖 5.14 臺北港貨櫃碼頭分佈位置圖

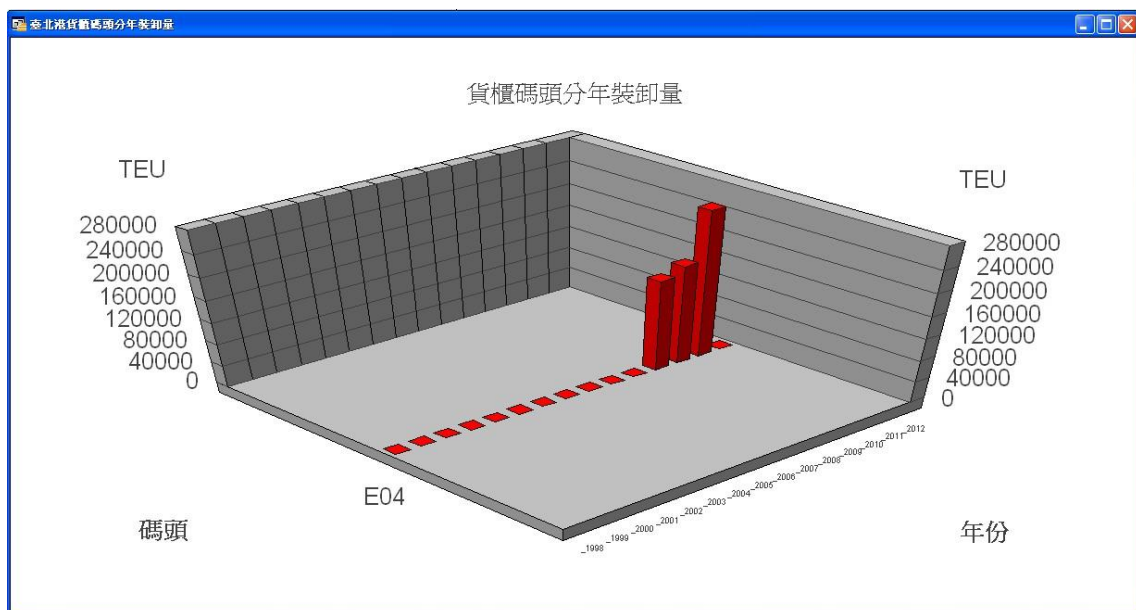


圖 5.15 臺北港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

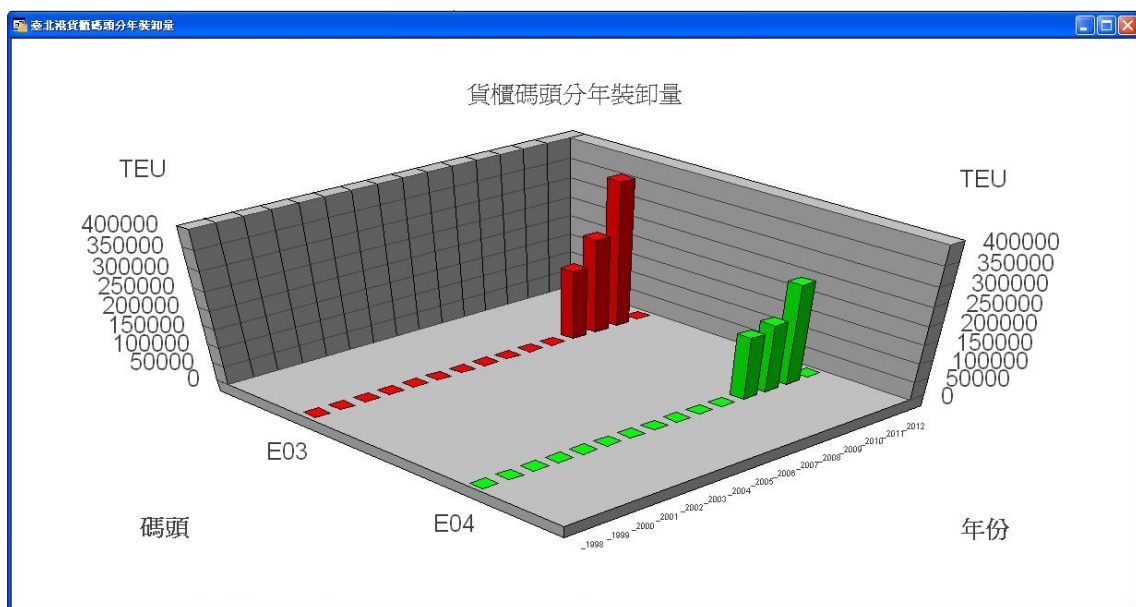


圖 5.16 臺北港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

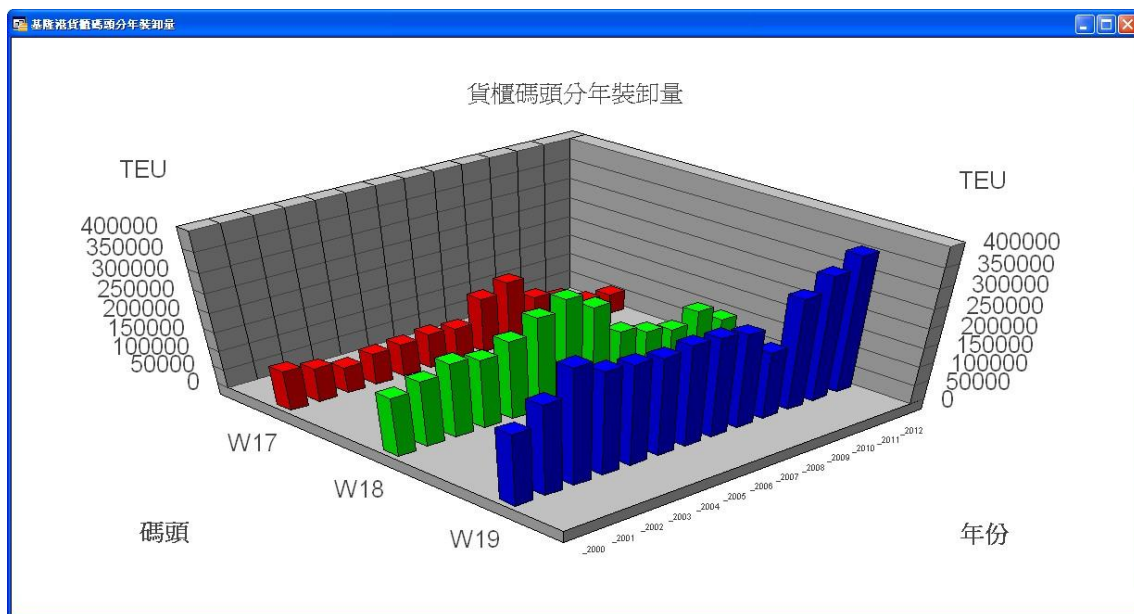


圖 5.17 臺北港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪

第六章 港區遙測資料更新建置及圖層查詢展示

6.1 港區遙測資料補充更新概況

為了解港區地形地貌，本研究也收集各港區衛星遙測影像資料，提供規劃設計、查詢比對使用。前期所收錄的港區衛星遙測影像資料，已是 2006 及 2007 年的資料檔，相關基本資料依拍攝日期排序羅列如表 6-1 所示。本年度配合港區防救災計畫需求，增添七大港區的福衛二號衛星遙測影像資料，資料處理情形如表 6-2 所示，其中臺中港拍攝日期為 2013 年 2 月，蘇澳港拍攝日期為 2013 年 6 月，高雄港拍攝日期為 2013 年 2 月，臺北港拍攝日期為 2013 年 8 月，基隆港拍攝日期為 2013 年 8 月，安平港拍攝日期為 2013 年 2 月，花蓮港拍攝日期為 2013 年 6 月。白雲覆蓋率由 0%至 55%不等，所有圖檔皆為解析度 8m*8m 的彩色影像與 2m*2m 的灰階影像融合而成。

表 6-1 舊有港區衛星影像基本資料-依拍攝日期排序

區域	拍攝日期	衛星代碼	解析度
馬公港	20061107	FS2	2m
臺北港	20070129	FS2	2m
高雄港	20070201	SP5	2.5m
安平港	20070202	FS2	2m
布袋港	20070202	FS2	2m
蘇澳港	20070207	SP5	2.5m
花蓮港	20070214	FS2	2m
臺中港	20070303	FS2	2m
基隆港	20070304	SP5	2.5m

FS2:福衛二號，SP5: SPOT 衛星

表 6-2 港區影像處理紀錄

區域	拍攝日期	條帶	影像 ID	雲覆率	彩色/灰階	解析度
安平港	20130117/ 20130218	s1s2	AD0267/ AEC236	22%/ 16%	MS	8m
		s1s2	AD025D/ AEC26C	15%/ 13%	PAN	2m
臺中港	20130218	s2	AEC236	16%	MS	8m
		s2	AEC26C	13%	PAN	2m
高雄港	20130218/ 20130116	s2s3	AEC236/ ACF425	16%/ 6%	MS	8m
		s2s3	AEC26C/ ACF474	13%/ 3%	PAN	2m
臺北港	20130717/ 20130812	s4s5	B6E825/ B8542B	29%/ 52%	MS	8m
		s4s5	B6E822/ B85470	34%/ 55%	PAN	2m
基隆港	20130805	s6	B7F266	2%	MS	8m
		s6	B7F260	4%	PAN	2m
蘇澳港	20130628	s7	B5DE58	0%	MS	8m
		s7	B5DE77	3%	PAN	2m
花蓮港	20130628	s7	B5DE58	0%	MS	8m
		s7	B5DE77	3%	PAN	2m

6.2 查詢系統操作程序

港研中心歷年所建置的港區資料及各項分析出圖查詢模組，皆架構在「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客製化選單。系統操作及查詢說明如下：

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、臺北、臺中、高雄、花蓮、蘇澳等港區之規劃、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_2013_none_97.MBX，按 OK 選鈕，即進入港區工程基本資料查詢系統。
3. 此時螢幕會展繪出臺灣全島地圖，並標示基隆、臺北、臺中、布袋、高雄、花蓮、蘇澳、馬公等港區的分佈位置。
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「港埠規劃」主選單下之第一選項「港埠設施現況圖」，系統則載入該港區之港埠設施現況圖。或是點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第一選單「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位置及鄰近地形。
6. 選單利用不可點取之設定，避免錯誤點選。

本系統提供不可點取之設定，將暫時不需運作的功能與予停用，待關聯圖層開啟後，再將需用功能啟動。例如「港埠規劃」主選單，其下之第一選項「港埠設施現況圖」或第三選項「未來規劃配置圖」等開啟圖層之功能，都預設為可啟動；而第二選項「關閉港埠設施現況圖」或第四選項「關閉未來規劃配置圖」等關閉圖層之功能，預設為不可啟動(選項顏色為灰白)。系統待第一選項被點取後，第二選項即被更換為可啟動(選項顏色由灰白轉為

正常)，第三及第四選項也是如此配搭，系統乃以此種設計來避免錯誤點選。

7. 下拉選單，點取可啟動的選項，以查詢展示相關資料。

若要查詢港埠設施現況或未來規劃資料，可用滑鼠點選第一主選單「港埠規劃」，系統即下拉出此主選單內之各個選項。隨後點取第一選項「港埠設施現況圖」，系統即在目前視窗內展現設施現況圖層，此時第二選項已被更換為可啟動，點選第二選項「關閉港埠設施現況圖」，則該圖層被關閉而視窗內容回復為原來的港區地形圖。使用者依此方式可查詢展示需用資料。

8. 若要查詢另一港區的相關資料，可點選第一主選單「港埠規劃」下的倒數第二選項「選擇港區」，則系統會跳回主畫面顯示港區位置分佈圖。再依循步驟 4 至 7，可繼續查詢所需港區之相關資料。
9. 結束查詢，可在功能表的第一個主選單「港埠規劃」下，拉出最後一個選項「離開系統」，點選後則可停止本程式的執行。

6.3 港區規劃及遙測資料查詢說明

6.3.1 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臺灣全島地圖與主要港區的標示位置，如圖 6.1 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 6.2 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 6.2 也展示新設計的主選單「港埠規劃」功能項下拉查詢模式。

6.3.2 港區規劃及遙測資料查詢

下拉查詢系統的第一主選單「港埠規劃」項，可查詢所選港區的港區規劃及遙測圖層等資料，此選單之下計有十二個選項，其重要內容及查詢方式如下：

1. 此選單之第一選項為「港埠設施現況圖」，點選後螢幕主畫面原有的港區地形圖隨即被更替為此港區的港埠設施現況圖，以臺中港為例，臺中港的港埠設施現況圖展示如圖 6.3 所示。使用者可用滑鼠點選工具箱內的放大、縮小、平移等工具，作地圖縮放，以更精細地查詢目標位置及鄰近地形。查詢完畢可點選第二選項「關閉港埠設施現況圖」，則港埠設施現況圖層隨即被關閉，視窗回復為原有港區地形圖。
2. 若要查詢港埠未來規劃資料，可用滑鼠點選此主選單下的第三選項「未來規劃配置圖」，此時螢幕主畫面原有的港區地形圖隨即被更替為此港區的未來規劃配置圖，臺中港的港埠未來規劃配置圖展示如圖 6.4 所示。查詢完畢可點選第四選項「關閉未來規劃配置圖」，則未來規劃配置圖層隨即被關閉，視窗回復為原有港區地形圖。
3. 若要將「港埠設施現況圖」及「未來規劃配置圖」同時展現以做比對，可點選第五選項「規劃配置對照圖」，此時螢幕主畫面會被平均切換為左右兩個視窗，左視窗展現此港區的港埠設施現況圖，右視窗展現此港區的未來規劃配置圖，臺中港的港埠規劃對照圖展示如圖 6.5 所示，使用者可藉此比對此港區現況與未來的發展差異。查詢完畢可點選第六選項「關閉對照圖」，則港埠設施現況與未來規劃配置圖層隨即被關閉，視窗回復為原有港區地形圖。
4. 若要查詢港區遙測影像資料，可用滑鼠點選此主選單下的第七選項「港區遙測影像圖」，此時螢幕主畫面原有的港區地形圖隨即被更替為此港區的遙測影像圖，臺中港的港區的遙測影像

圖展示如圖 6.6 所示。查詢完畢可點選第八選項「關閉港區遙測影像圖」，則港區遙測影像圖層隨即被關閉，視窗回復為原有港區地形圖。

本計畫在年度內共更新臺灣七大商業港區的遙測影像資料，除上述臺中港區資料外，尚有高雄港、蘇澳港、臺北港、基隆港、安平港以及花蓮港等港區的遙測影像資料也一併更新。比對各港區的前後期遙測影像資料，發現臺北港的地形變化最大，乃因臺北港正在填海造陸擴建新港區，因此陳列該港前後期遙測資料於後，其前期(2007 年)遙測影像資料如圖 6.7 所示，本期(2013 年)遙測影像資料如圖 6.8 所示，以供比對參考。

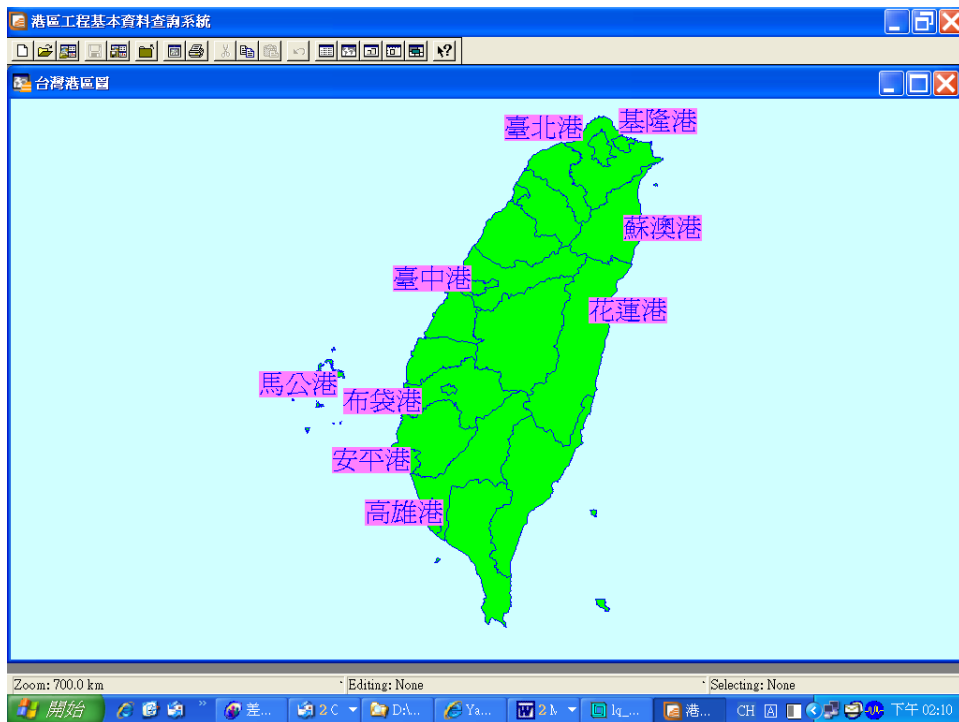


圖 6.1 查詢系統主畫面

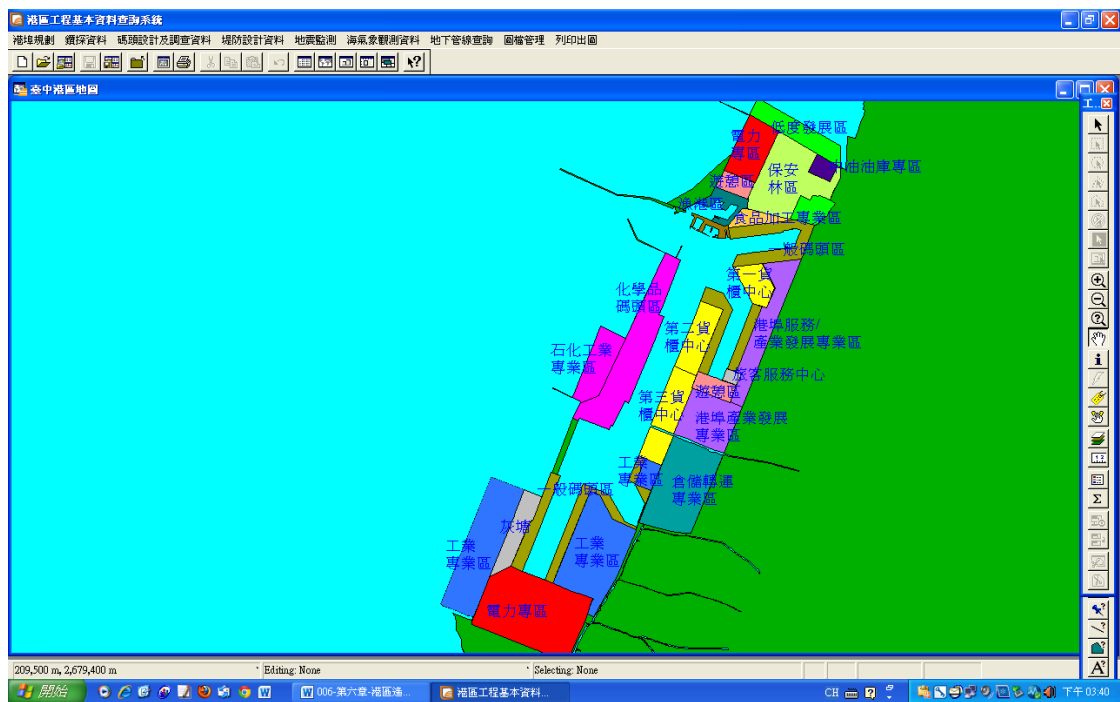


圖 6.4 臺中港的港埠未來規劃配置圖

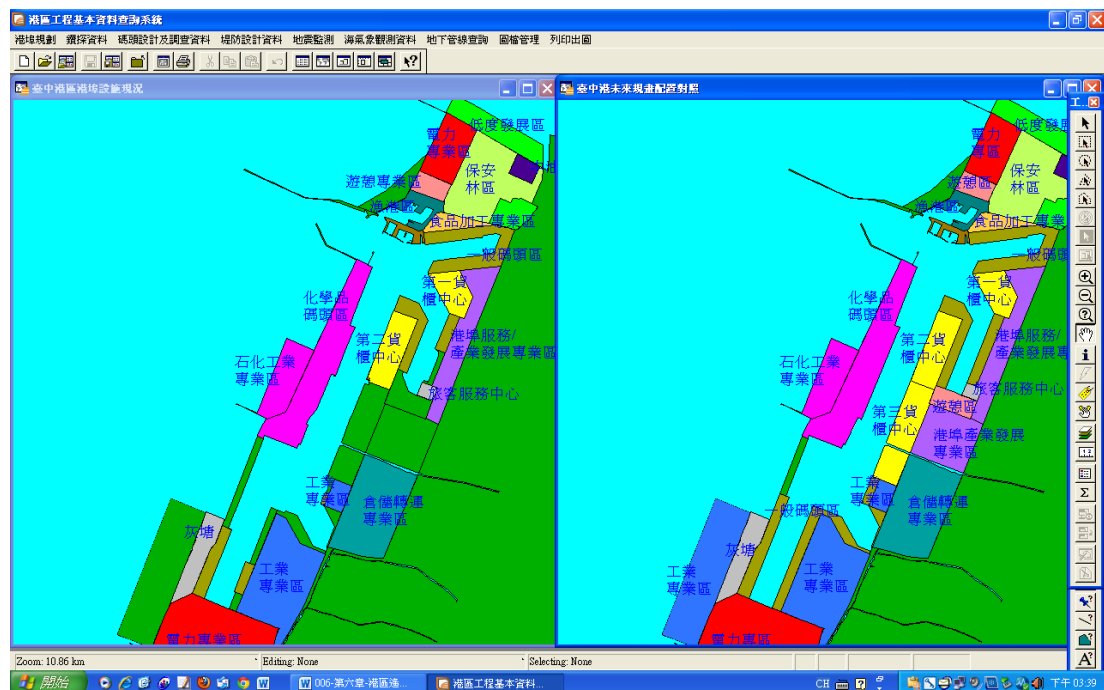


圖 6.5 臺中港的港埠規劃對照圖

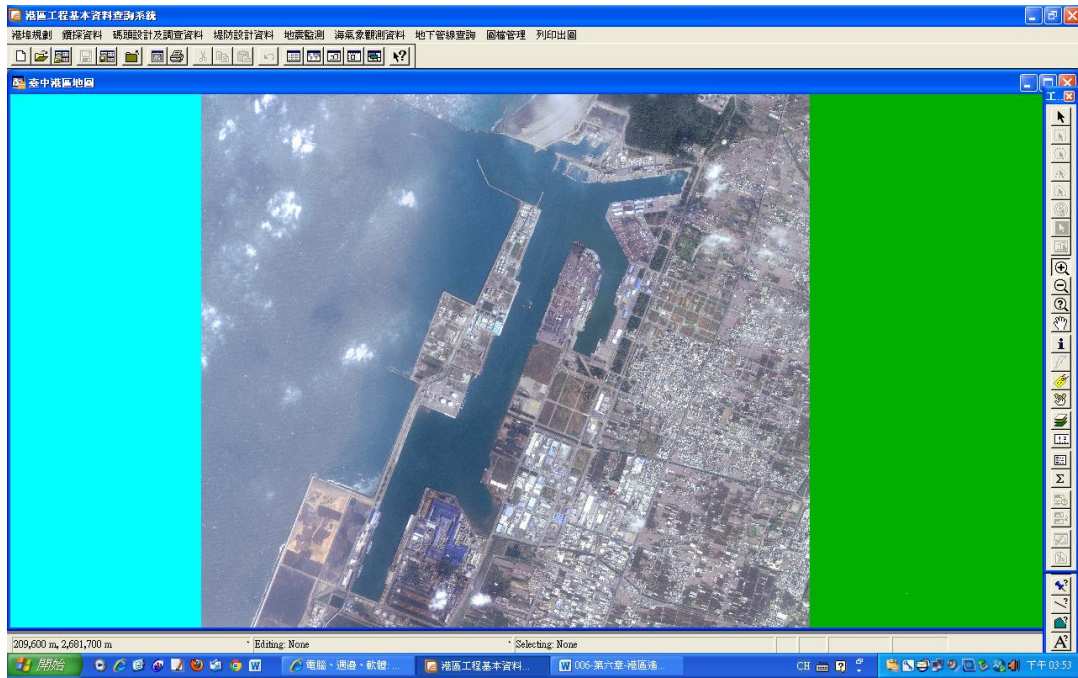


圖 6.6 臺中港的港區的遙測影像圖

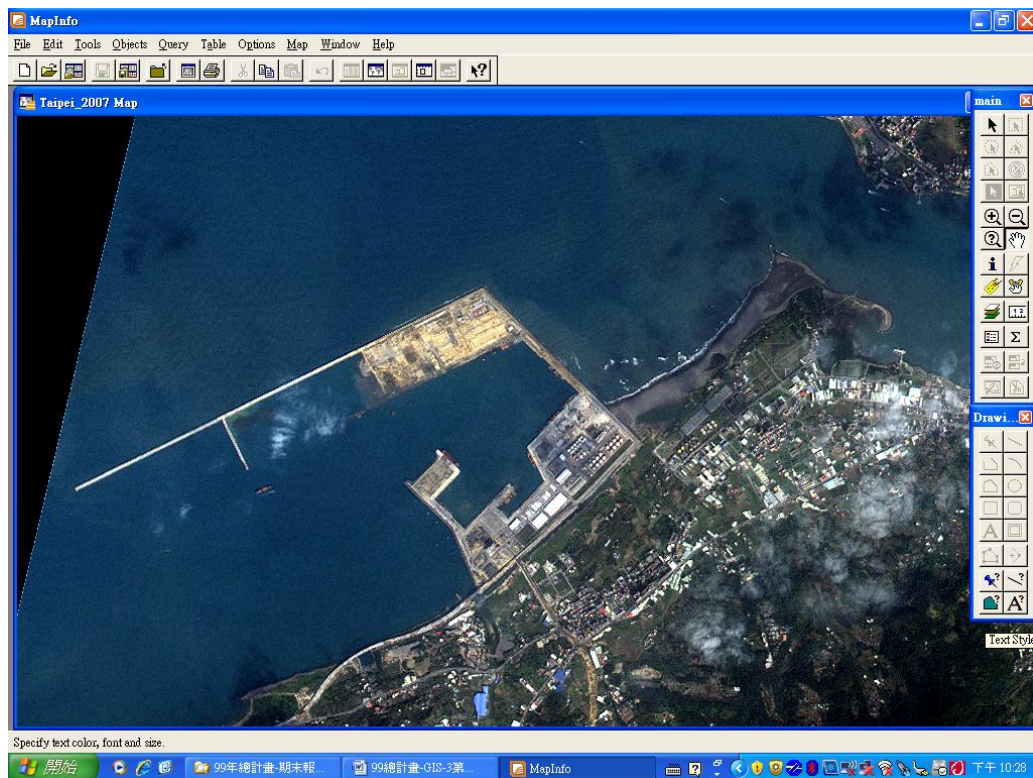


圖 6.7 臺北港 2007 年遙測影像資料

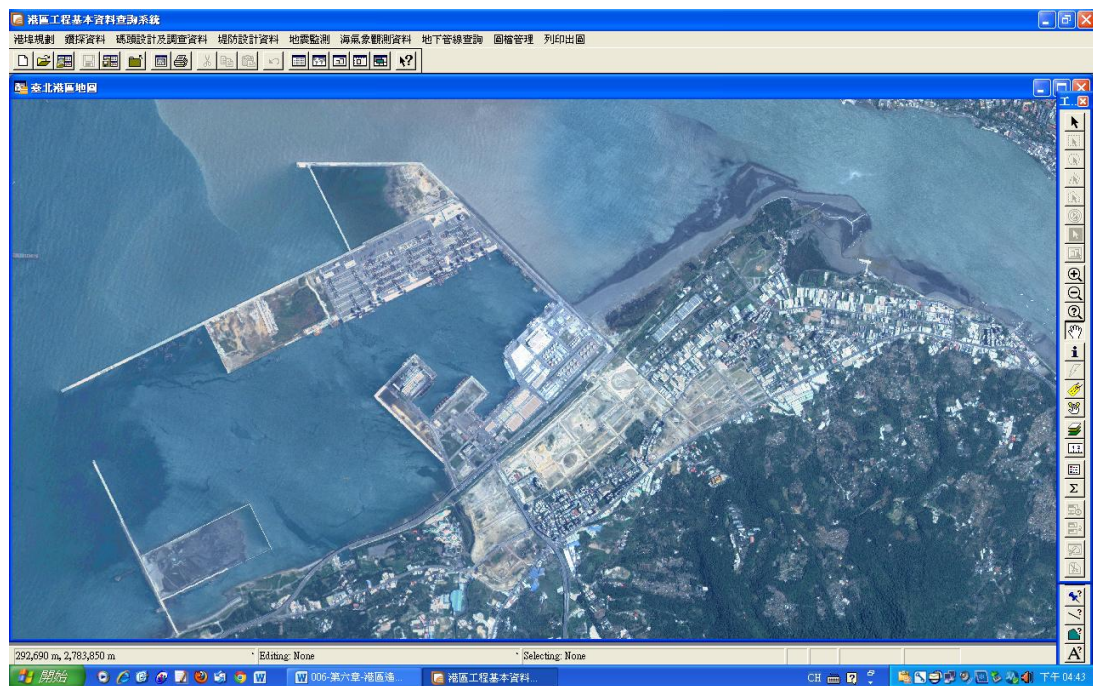


圖 6.8 臺北港 2013 年遙測影像資料

第七章 港灣工程基本資料網路查詢系統建構

7.1 港灣工程基本資料網路查詢系統設置目的

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。充分發揮資料管理效益，開發資料應用模組，架構成港區工程基本資料查詢系統，以多樣化表現方式呈現，建立友善介面供使用者使用。

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，本研究在原系統架構下，新建置網路版之查詢系統，利用網路即可上網查詢該港相關資料，免去單機版安裝及使用者人數限制之困擾，可使資料展現介面更具親和性。

本計畫針對已架構之查詢系統，本年度將花蓮港之查詢系統網路化，系統內容包含：

- 1.港埠規劃資料查詢展繪：含現況及未來規劃等資料。
- 2.鑽探資料查詢展繪：含鑽孔報表與柱狀圖資料。
- 3.碼頭設計及調查資料查詢展繪：含斷面圖等資料。
- 4.堤防設計資料查詢展繪：含斷面圖、型式主題圖等資料。

7.2 系統架構

港灣工程基本資料網路查詢系統架構如圖 7.1 所示。

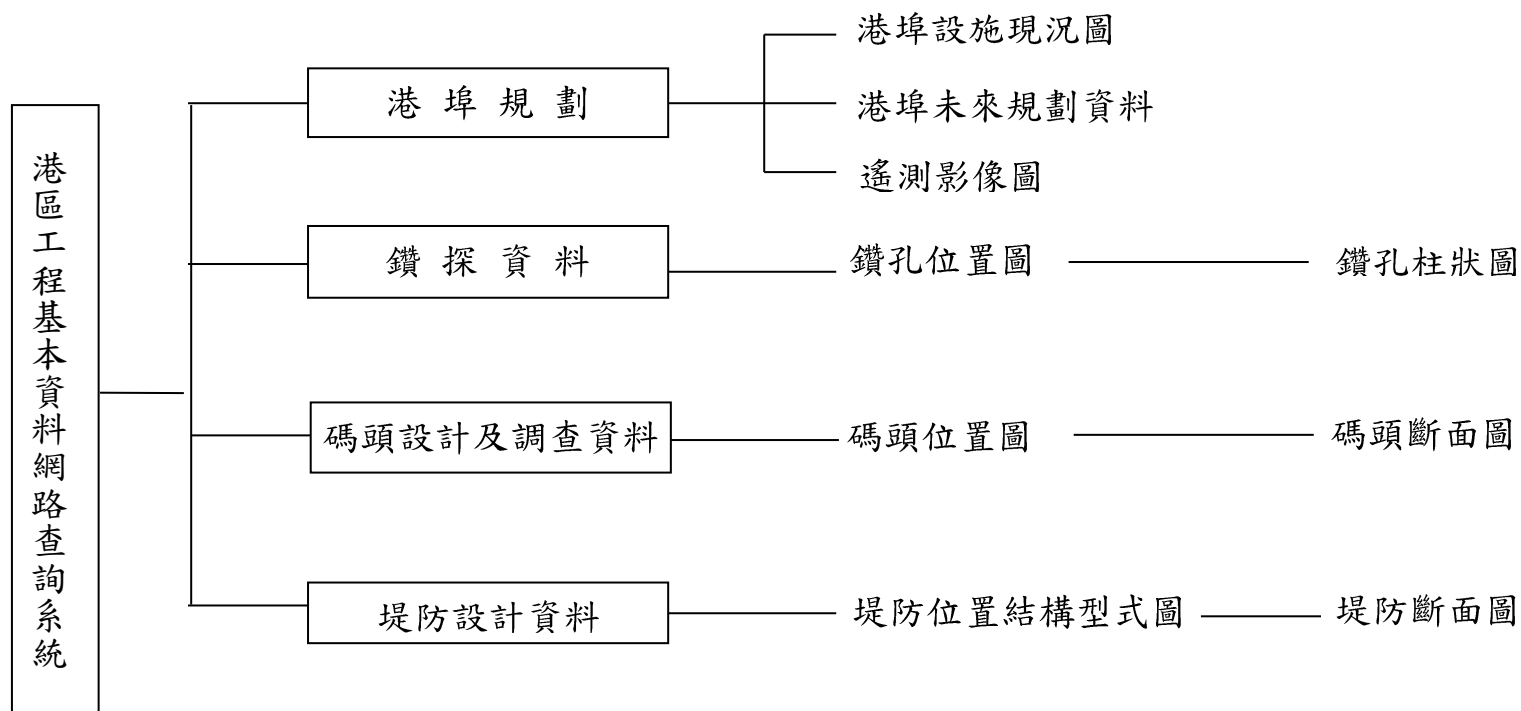


圖 7.1 港灣工程基本資料網路查詢系統架構圖

7.3 系統開發工具

7.3.1 HTML (Hypertext Markup Language) 程式語言

HTML 是一種利用純文字的方式來進行幕後版排的方式，是網頁的原始碼呈現的方式之一，可以利用連結的方式，移動到所需要的頁面，本研究網頁製造使用之程式語言即 HTML。

7.3.2 Java Script 程式語言

Java Script 是 Sun 公司和 Netscape 公司合作開發的。Java Script 因為是由 JAVA 發展出來的，所以可算是物件導向 (object-oriented) 語言。它是直譯式的程式語言，本研究將 Java Script 整合運用至 HTML 中，讓網頁更生動。

7.3.3 Dreamweaver 網頁編輯軟體

Dreamweaver 是一套網頁編輯軟體，有強大的網站管理功能，當修改檔名、移動或刪除檔案時，它會自動修正相關的連結；它還內建 FTP 功能，可以直接將檔案上傳到網站伺服器，在網站視窗中可以看到本地端和遠端網站的檔案，隨時檢查兩端的差異。

在 Dreamweaver 使用圖層 (layer) 功能，能放置任何網頁上的物件，並且可以移動物件到任何位置以及相互重疊，就像是 Word 的圖文框，非常方便。還有樣版 (template) 功能，當要製作很多相同的網頁版面，就可以套用同一個樣版，減少重覆設計的時間。

7.4 系統介紹

7.4.1 查詢系統首頁

港區工程基本資料網路查詢系統首頁如圖 7.2 所示，可點選臺灣圖示下的港口或左側的選單，進入欲查詢的港口。本研究以建置花蓮港

基本資料網頁查詢為例，點選花蓮港即進入花蓮港查詢系統，如圖 7.3 所示。本查詢系統內含港埠規畫資料查詢、鑽探資料查詢、碼頭設計資料查詢、堤防設計資料查詢，點選每一個查詢選單，則可進入查詢資料。

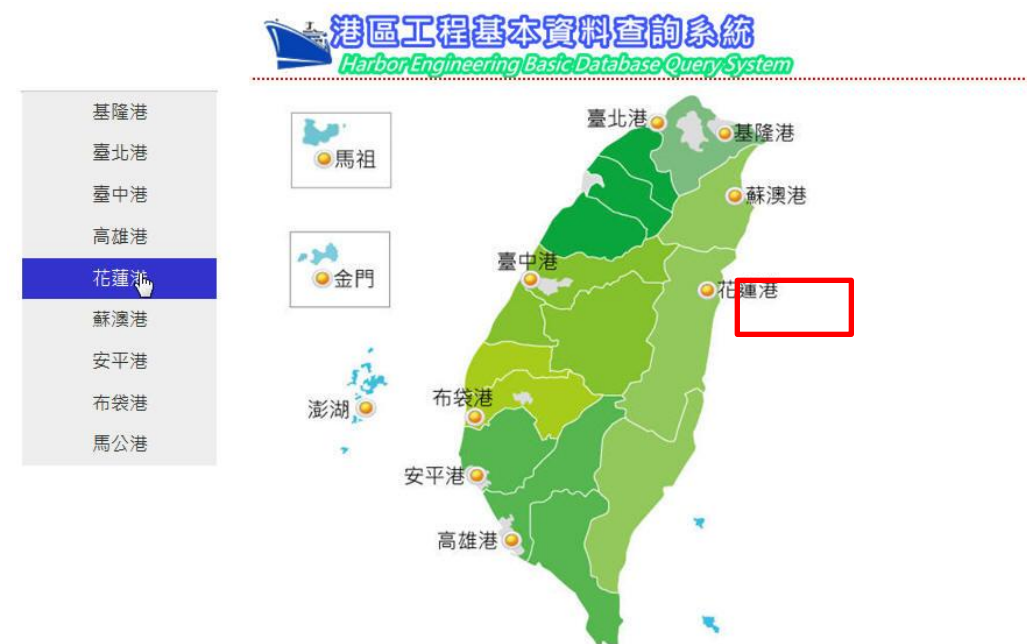


圖 7.2 港區工程基本資料網路查詢系統首頁

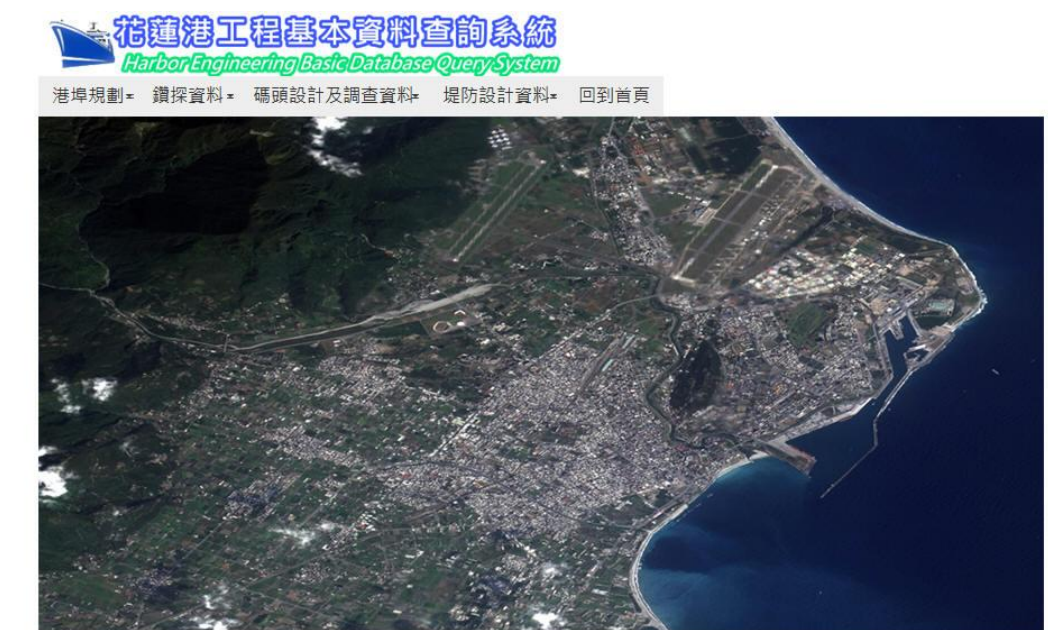


圖 7.3 花蓮港港區工程基本資料查詢系統

7.4.2 港埠規劃功能

點選畫面上方功能選單內港埠規劃功能，如圖 7.4 所示，會下拉式列出港埠設施現況圖層、港埠設施未來規劃配置圖、規劃配置對照圖、及港區遙測影像等圖層選項，使用者點選後即會展繪該項圖層。港埠設施現況、港埠設施未來規劃配置圖、規劃配置對照圖、及港區遙測影像，如圖 7.5、7.6、7.7 及 7.8 所示。

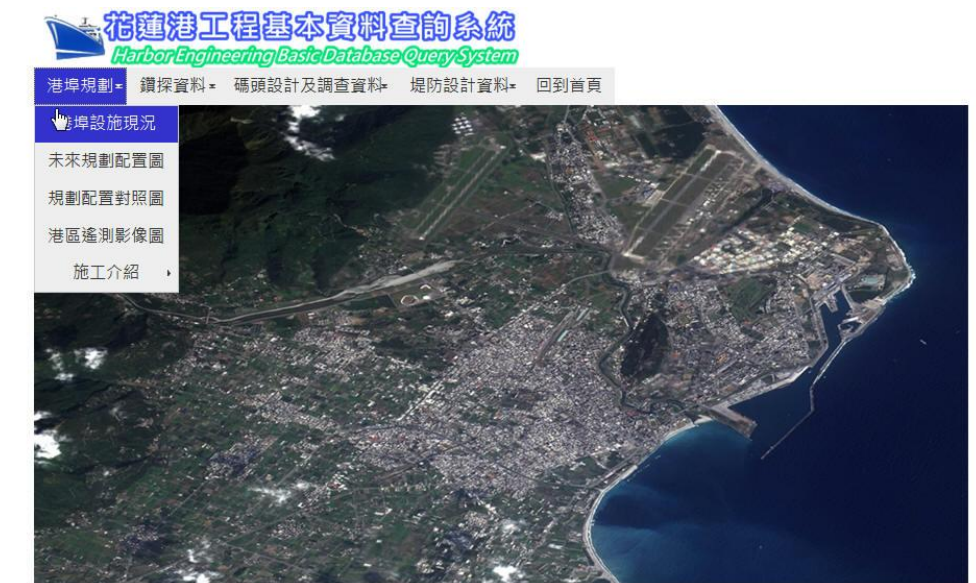


圖 7.4 花蓮港功能選單港埠規劃功能



圖 7.5 港埠設施現況圖



圖 7.6 港埠設施未來規劃配置圖

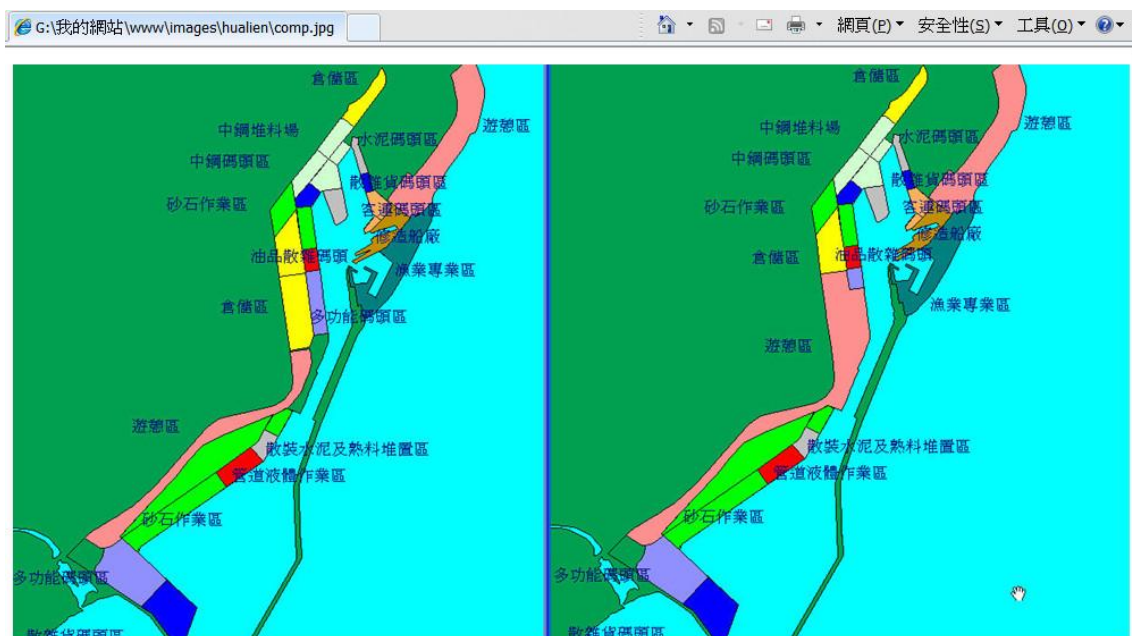


圖 7.7 規劃配置對照圖

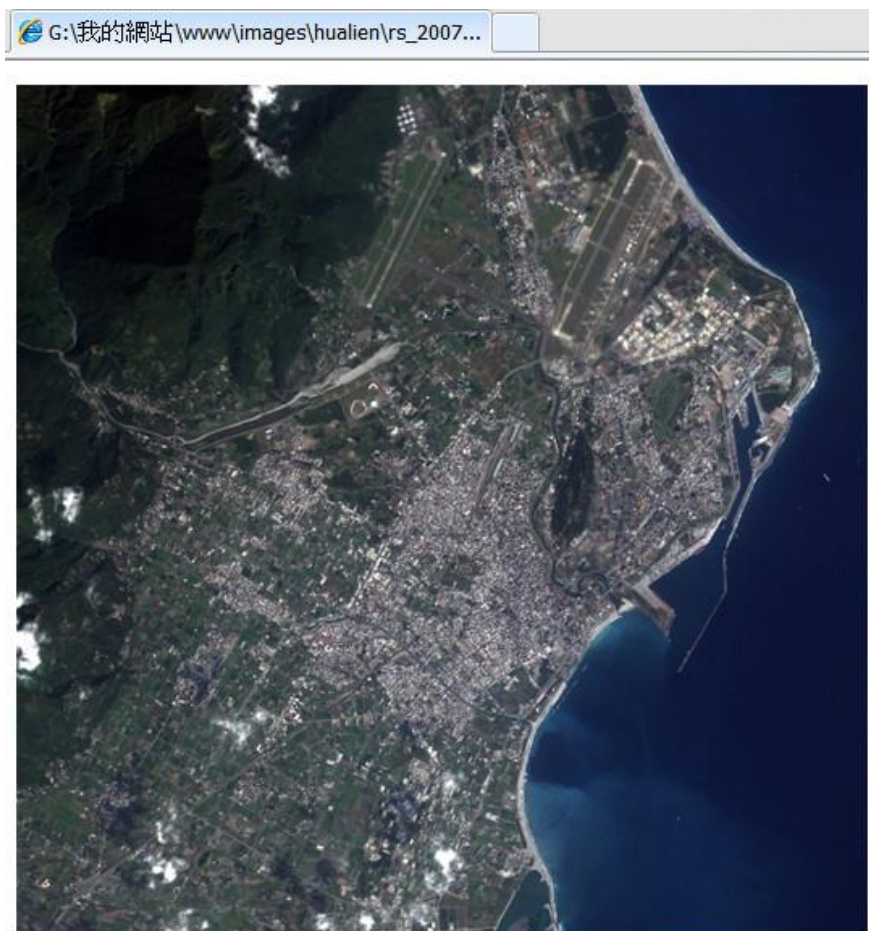


圖 7.8 遙測影像圖層畫面

7.4.3 鑽探資料功能

點選畫面上方功能選單內鑽探資料功能，會下拉式列出鑽孔位置、鑽孔報表資料與柱狀圖選項，如圖 7.9 所示，使用者點選列出鑽孔位置即會展繪鑽孔位置圖，如圖 7.10 所示。欲了解該鑽孔柱狀圖，可先點選柱狀圖下拉選單，再點選圖上該鑽孔位置，即會新開視窗繪出該孔柱狀圖，如圖 7.11 所示。欲了解該鑽孔報表資料，可先點選鑽孔報表資料下拉選單，再點選圖上該鑽孔位置，即會新開視窗顯示報表資料，如圖 7.12 所示。

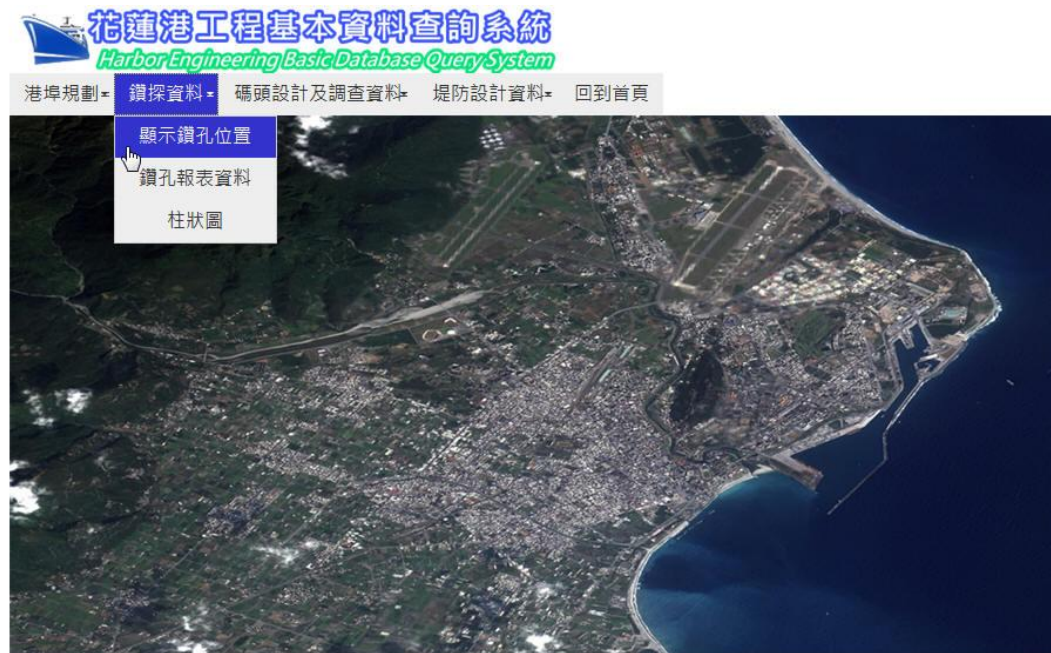


圖 7.9 花蓮港功能選單鑽探資料



圖 7.10 花蓮港鑽孔位置圖

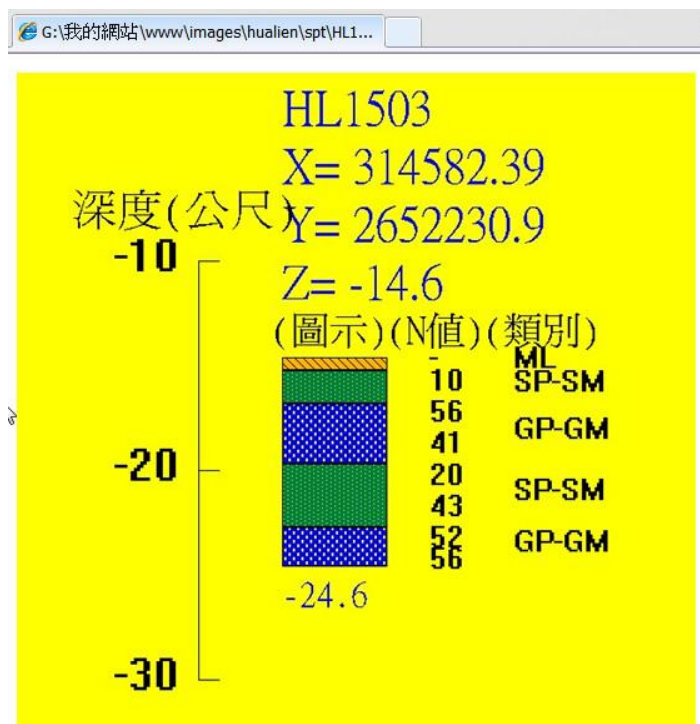


圖 7.11 花蓮港鑽孔柱狀圖

G:\我的網站\www\images\hualien\spt\HL1...



鑽孔編碼: HL1503

計劃名稱: 花蓮港務局25號碼頭鑽孔位置鑽探工程

鑽孔編號: BH-3

X座標: 314582.39

鑽孔傾角: 90

提供單位: 花蓮港務局

Y座標: 2,652,231

鑽孔孔徑: 0 cm

鑽探公司: 港埠服務社

Z座標: -14.6 m

鑽孔深度: 10 m

試驗公司:

水位計: (1.觀測井 2.水壓計)

鑽探日期: 1988/10/01

埋設深度: 0 m

地下水位深度: 14.6 m

日期: 1988/10/01

深度 (m)	土壤岩層說明	土壤 分類	取 樣 率	RQD	N 值	採 樣 編 號	礫 石 %	砂 土 %	粉 土 %	黏 土 %	自然 含 水 量 %	液 性 限 度 %	塑 性 指 數	總 單 位 重 t/m ³	比 重 G _s	孔 隙 比 e
0.3	灰色細砂質沉泥	ML	0	0	-		0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.6																
1.35	灰色細中粗砂含礫石	SP-SM	0	0	10	S-1	8	86	6	0	18.30	0.0	2.01	2.66	0.57	
2.2																
2.85	灰色礫石夾中粗砂含礫石	GP-GM	0	0	56	S-2	46	45	9	0	8.6	0.0	2.23	2.63	0.28	
4.35	灰色礫石夾中粗砂含礫石	GP-GM	0	0	41	S-3	54	41	5	0	5.6	0.0	1.99	2.62	0.39	
5.1																
5.85	灰色細中粗砂含礫石	SP-SM	0	0	20	S-4	17	73	10	0	11.40	0.0	2.14	2.64	0.37	
7.35	灰色細中粗砂含礫石	SP-SM	0	0	43	S-5	42	52	6	0	6.7	0.0	2.06	2.61	0.35	
8.1																
8.85	灰色礫石夾中粗砂含礫石	GP-GM	0	0	52	S-6	49	47	4	0	5.3	0.0	2.18	2.62	0.27	
9.85	灰色礫石夾中粗砂含礫石	GP-GM	0	0	56	S-7	50	43	7	0	6.9	0.0	2.04	2.63	0.38	
10.0																

圖 7.12 花蓮港鑽孔報表資料

7.4.4 碼頭設計及調查資料功能

點選畫面上方功能選單內碼頭設計及調查資料功能，會下拉式列出顯示碼頭位置圖與使用功能、碼頭斷面設計圖選項，如圖 7.13 所示，使用者點選顯示碼頭位置圖與使用功能，即會展現花蓮港碼頭的位置與使用功能，如圖 7.14 所示。欲了解該碼頭的斷面設計，可先點碼頭斷面設計圖下拉選單，再點選圖上該碼頭，即會新開視窗繪出該碼頭斷面設計圖，如圖 7.15 所示。

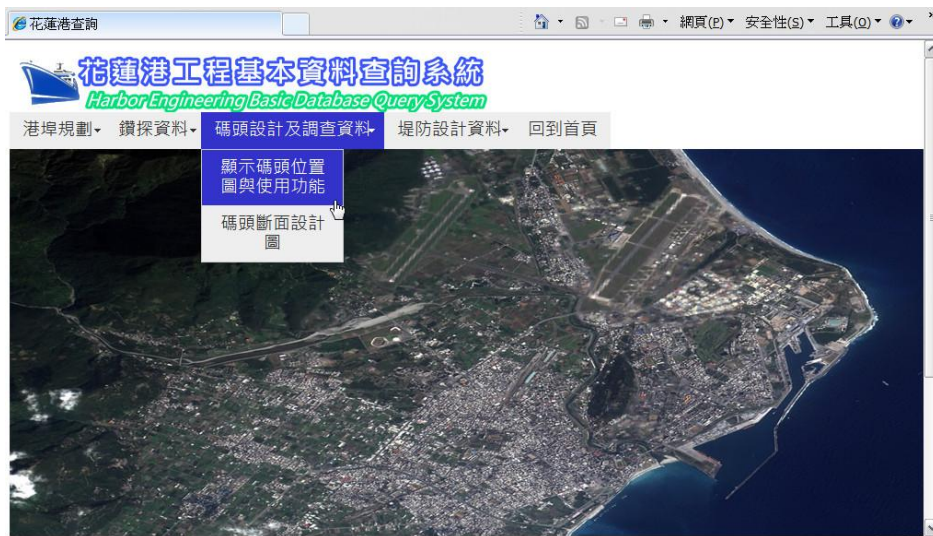


圖 7.13 花蓮港功能選單碼頭設計及調查資料

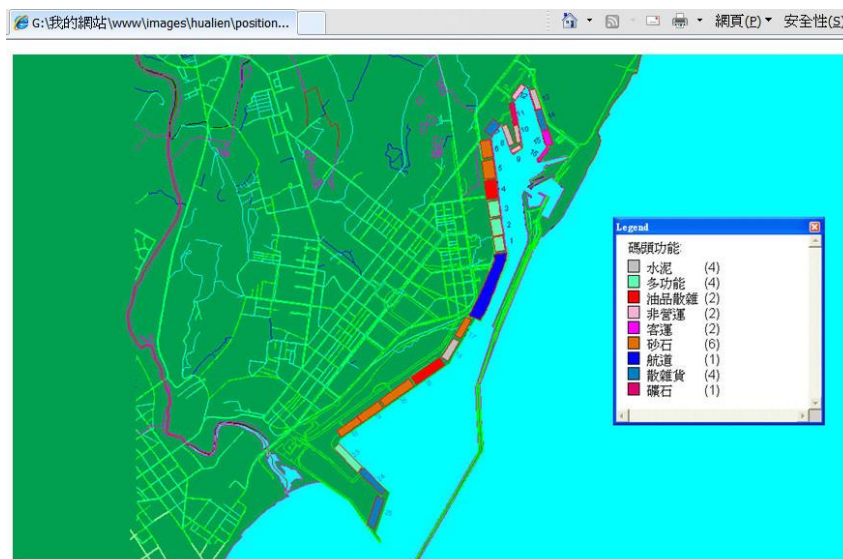
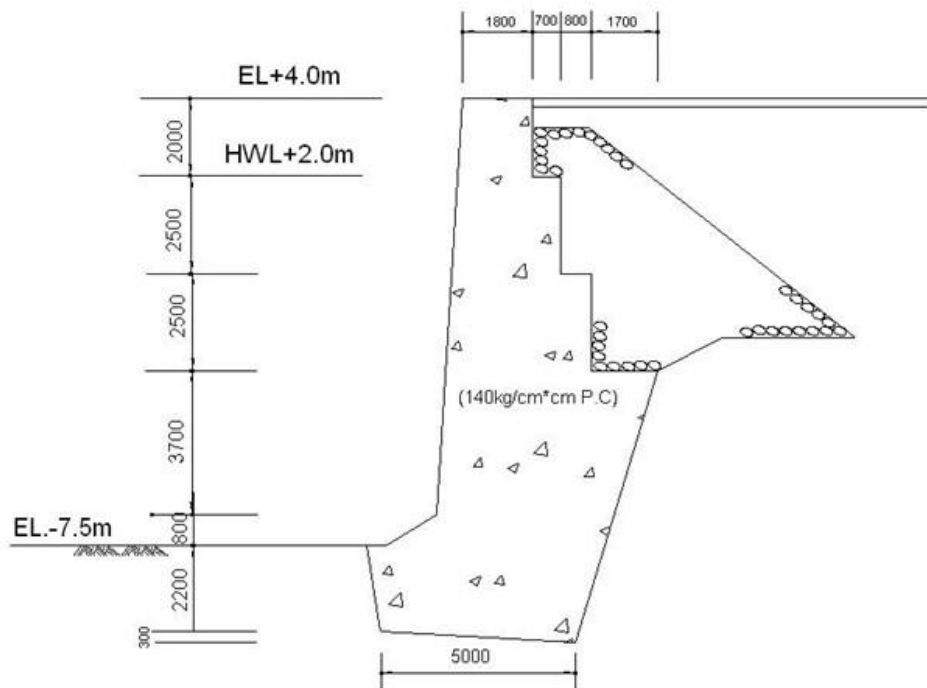


圖 7.14 碼頭位置圖與使用功能



1,2,3號碼頭岸壁斷面圖

圖 7.15 碼頭斷面設計圖

7.4.5 堤防設計資料功能

點選畫面上方功能選單內堤防設計資料功能，會下拉列出顯示堤防位置圖、展示堤防結構形式與堤防設計斷面設計圖選項，如圖 7.16 所示。使用者點選顯示堤防位置圖，即會展現花蓮港堤防的位置，如圖 7.17 所示。欲了解該堤防的結構形式，可先點選展示堤防結構形式下拉選單，即會新開視窗繪出該堤防結構形式，如圖 7.18 所示。欲了解該堤防的斷面設計，可先點選堤防斷面設計圖下拉選單，再點選圖上該堤防，即會新開視窗繪出該堤防斷面設計圖，如圖 7.19 所示。



圖 7.16 花蓮港功能選單堤防設計資料

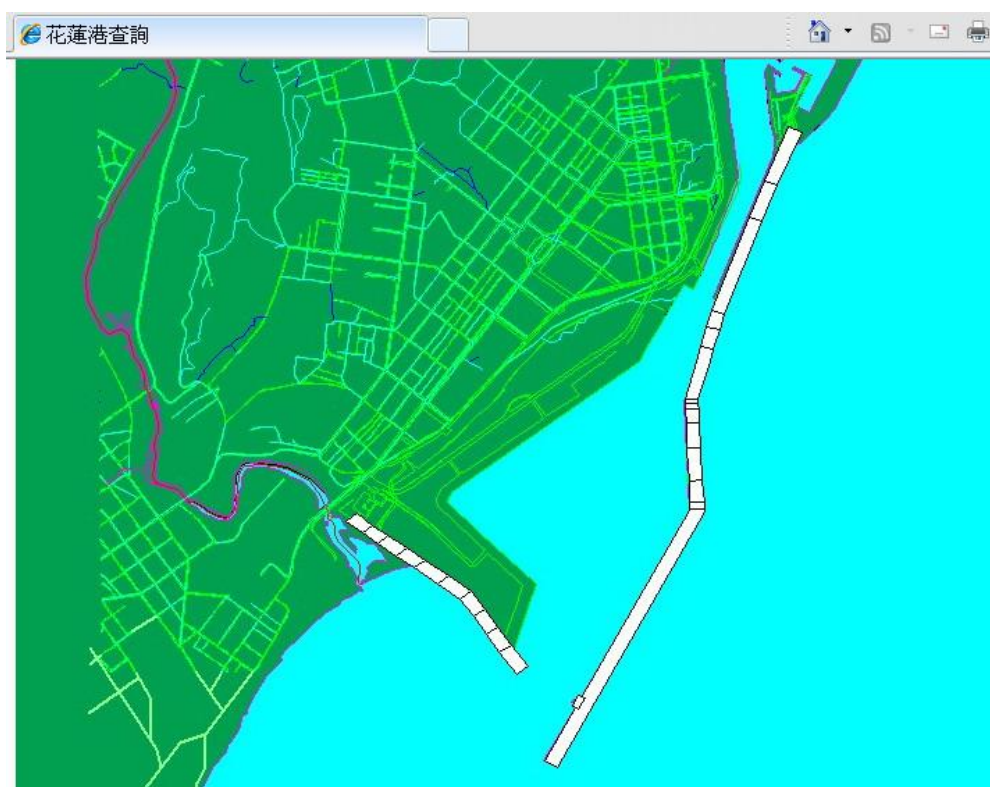


圖 7.17 顯示堤防位置圖



圖 7.18 展示堤防結構形式

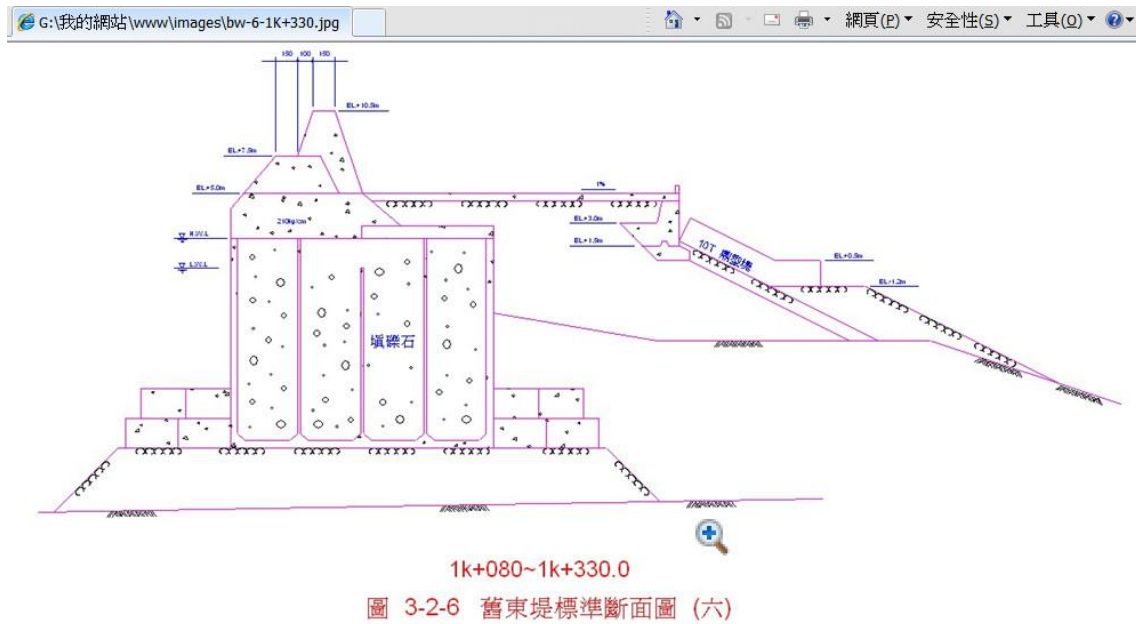


圖 7.19 堤防斷面設計圖

第八章 結論與建議

港灣工程規劃基本資料種類繁多，大致可分為港區地形、土層分佈、海象氣象、港灣設施、碼頭設計、防波堤設計及規畫配置資料。因資料散見於各港不同單位中，查詢調閱甚為不便，本中心雖收錄有部份資料，但也分散於各組研究人員手中，為期充分發揮資料管理效益，有必要加以整合，建置成查詢系統，以多樣化表現方式呈現，並提供友善介面供使用者使用，使規劃及決策人員快速查得需用資料。

本計畫預期目標如下：1.建置港灣環境基本工程資料庫，供資源整合、開發決策之應用，促進港埠現代化。2.各港區基本資料收集彙整與補充更新暨有資料庫。3.各港區地圖座標系統之更新(TWD67 轉 TWD97)。4.建構網頁查詢系統，便利各港務公司及主管單位直接查詢。

在此目標下，本計畫遂於港灣地區進行(1)港區工程基本資料查詢展示系統之 TWD67 座標系統轉換 TWD97 座標系統。(2)港灣地區貨櫃碼頭營運資料查詢展示更新建置。(3)港區遙測資料更新建置。(4)港灣工程基本資料網路查詢系統建置，設計友善查詢介面供使用者使用，使規劃及決策人員快速查得需用資料。

8.1 結 論

1. 本計畫執行乃依港研中心各研究群組之專長，劃分工作群組合力彙整中心歷年研究成果，擴建港灣工程基本資料庫。本計畫於年度內更新建置的資料項目，計有七大港區遙測影像資料更新。在各個貨櫃碼頭的年營運量資料上，新增高雄、臺中及基隆等三個國際大港 2013 年的運量統計，並新建置 2010~2012 年臺北港運量資料。
2. 本研究所開發或取用的系統圖檔，為配合多數舊有資料，都依 TWD67 基準來建置，但內政部在民國八十六年頒佈 TWD97 新基準後，較新的圖檔都逐漸改用 97 標準來製作，因此本研究當收集港區

新標準圖檔，配合新規範逐步修改暨有資料並轉換 TWD97 座標系統。

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. 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。

8.2 建議

1. 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。
2. 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。
3. 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。
4. 本研究建議港區資料應配合未來資訊港/電子港的建置規則，同時針對港區內各設施、設備之資訊，進行更新、資料數位化之工作，並朝向資料統一倉儲管理，分責進行維護的資料庫管理架構，以利未來與中央之資料倉儲與共通資料標準及圖資流通服務接軌。

8.3 研究成果之效益

本期研究成果與效益有：

1. 補充更新暨有港灣環境基本工程資料庫，增建各港基本資料，提供各港務單位查詢使用。
2. 建置港灣工程基本資料庫及查詢系統，可提供港務公司及相關單位在港灣工程規劃、設計及施工之參考與應用，並提昇港灣工程之維護管理效能，延展港灣設施服務年限。
3. 本研究之系統可供學術單位從事研究分析所需之基本資料。

8.4 提供政府單位應用情形

1. 本計畫利用地理資訊系統所開發之「港灣工程基本資料查詢展示系統」，已推廣至高雄、基隆等港務分公司使用。
2. 所建置資料庫含各港圖文屬性資料，隨時可提供本所及港務單位研究分析、開發規劃之需用。

參考文獻

1. 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.
2. Lai, S. Y., Chen, K. C., Hsieh, M. J., Lee, F. B., Su, J. L and Chen, J. F (2003), "Geotechnic Monitoring and Measures against Liquefaction at Harbor Area", Taiwan Society of Disaster Medicine, Vol.1, Supplement A.
3. Lai, S.Y., Hsu S.C., and M.J. Hsieh (2004), "Discriminant Model for Evaluating Soil Liquefaction Potential Using CPT Data", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 130(12), pp1271-1282.
4. Lai, S.Y., Lin, P. S., Hsieh, M.J. and H. F. Jim. (2005), "Regression Model for Evaluating Liquefaction Potential by Discriminant Analysis of the SPT N value", Canadian Geotechnical Journal. Vol. 42, No. 3, pp.856-875.
5. Lai, S.Y., Hsu S.C., and M.J. Hsieh (2006), "Closure to Discriminant model for evaluating soil liquefaction potential using cone penetration test data", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, Vol.132, No.5.
6. Lai, S.Y., Chang, W.J. and P.S. Lin (2006), "Logistic Regression Model for Evaluating Soil Liquefaction Probability Using CPT Data", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, Vol.132, No.6.
7. Lai, S.Y., Hsieh, M.J., Chang, W.J. and P.S. Lin (2006), "Verifications and Physical Interpretations of the Discriminant Model for Evaluating Liquefaction Potential on SPT-N value," TAIPEI2006 International Symposium on New Generation Design Codes for Geotechnical Engineering Practice Nov. 2~3, 2006, Taipei, Taiwan.

8. Lai, S.Y., Hsieh, M.J., Lee, F.B., Chen, J.F., Su, G.L., Lai, Z.E. and Y.W. Lin (2006), "CPT-Based Method for Evaluating Liquefaction Potential on Discriminant Analyses", International Symposium on Geohazards Mitigation Nov. 1, 2006, Tainan, Taiwan.
9. 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.
10. 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.
11. 交通部,「公路橋樑耐震設計規範」,民國84年。
12. 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
13. 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。
14. 賴聖耀(2001),「臺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。
15. 賴聖耀等(2002),「港灣地區地震監測與土壤液化潛能評估之研究」,交通部運輸研究所,民國91年2月。
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. 賴聖耀等(2005),「港灣地區大地監測調查與液化防治之研究(3/3)」,交通部運輸研究所,民國94年。
18. 賴聖耀(2006),以極限狀態分析法建立標準貫入試驗之液化分析模式」,中國土木水利工程學刊,第十八卷,第一期,pp.13-24。
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，臺北。

20. 謝明志 (2002b),「GIS 應用於臺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，臺中。
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),「地理資訊系統在臺中港區工程基本資料查詢展示之應用」,第 24 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 25 屆海洋工程研討會, pp.835-839。
23. 謝明志、賴聖耀、單誠基、蘇青和、曾文傑 (2004),「地理資訊系統在高雄港區工程基本資料查詢展示之應用」,第 26 屆海洋工程研討會, 725 頁-729 頁。
24. 謝明志、蘇青和、賴聖耀、單誠基、陳明宗、張道光、曾文傑 (2005),「地理資訊系統在基隆港區工程基本資料查詢展示之應用」,第 27 屆海洋工程研討會, 725 頁-729 頁。
25. 謝明志、賴聖耀、單誠基、曾文傑、林雅雯 (2006),「地理資訊系統在基隆港區工程基本資料查詢展示之應用」,第 28 屆海洋工程研討會, 929 頁-933 頁。
26. 謝明志、賴聖耀、單誠基、林雅雯、曾文傑 (2007),「地理資訊系統在安平港區工程基本資料查詢展示之應用」,第 29 屆海洋工程研討會, 769 頁-773 頁。
27. 謝明志、賴聖耀、單誠基、林雅雯、曾文傑 (2007),「GIS 應用於高雄港區土壤液化潛能之評估」,2007 臺灣地理資訊系統年會暨研討會。
28. 謝明志、單誠基、賴瑞應、陳志芳、林雅雯、曾文傑 (2008),「GIS 在安平港區土壤液化分析及震災速報系統之開發應用」,第 30 屆海洋工程研討會, 769 頁-773 頁。

29. 謝明志、單誠基、賴瑞應、陳志芳、林雅雯、曾文傑 (2008),「港區工程基本資料查詢展示系統」,第 30 屆海洋工程研討會專題討論及海洋科技展示論文專刊。
30. 謝明志、曾文傑、黃敏郎、葉永信 (2008),「運用地理資訊系統技術建立港灣地區防救災體系之研究」,第 30 屆海洋工程研討會專題討論及海洋科技展示論文專刊。
31. 謝明志、陳志芳、單誠基、賴瑞應、林雅雯、曾文傑 (2008),「GIS 在高雄港區土壤液化分析及震災速報系統之開發應用」,2008 臺灣地理資訊系統年會暨空間資訊基礎建設國際研討會。
32. 謝明志、陳志芳、單誠基、賴瑞應、林雅雯、曾文傑 (2009),「GIS 在臺北港區土壤液化分析及震災速報系統之開發應用」,2009 臺灣地理資訊系統年會暨學術研討會。

附錄一

期末審查意見及辦理情形說明表

期末審查意見及辦理情形說明表

審查委員	審查意見	處理情形
1. 中興大學土木工程學系林炳森教授	1. 英文摘要應修飾文法，This year will renew Harbour data and developed，應為現在式 develop。	1. 遵照委員指示修改。
	2. Ch. 5. 貨櫃碼頭營運資料查詢展示→建議可加分析，如比較不同港區或營運模式。	2. 感謝委員指示，列入後續研究方向。
	3. Ch. 6. 表 6. 2，解析度應儘量相似。	3. 遵照辦理。
	4. 建議可增加教育訓練，讓各港區有興趣人員可以使用。	4. 感謝委員建議，參照辦理。
	5. 成果對各港區具有實用價值。	5. 感謝委員肯定。
2. 成功大學土木工程學系陳景文教授	1. 港區工程基本資料庫的建置對港區工程規劃、設計與施工具有正面與實質之意義。	1. 感謝委員肯定。

審查委員	審查意見	處理情形
	2. 本研究計畫資料完整齊全可供學術與工程實務之重要參考。	2. 感謝委員的肯定。
	3. 建議資料庫可增設一些應用軟體，如鑽探資料，可進一步利用應用軟體進行分析，研判之後續工作。	3. 感謝委員建議，參照辦理。
3. 本所臺灣技術研究中心李豐博前副主任	1. 各港區資料庫及查詢系統建置為持續性計畫，肯定不斷更新建置與補充，增進了本計畫之應用價值。	1. 感謝委員肯定。
	2. 馬公港亦為國內商港之一，該港相關資料將來宜列入資料庫建檔及查詢系統建置。	2. 謝謝委員指正，馬公港之資料已經建置於查詢系統，若有新資料將會進行更新。

審查委員	審查意見	處理情形
4. 本所港灣技術研究中心賴聖耀前組長	1. 本研究承襲了港區地質調查資料、碼頭資料、鋼板樁腐蝕調查資料、海氣象調查資料、地震監測資料、碼頭營運資料等基本工程資料與調查資料，除了建置資料查詢系統，亦透過多年的學術研究成果，以多種模擬分析，快速的展示出各種替選方案，提供港灣決策參考；整體的研究，具有深度與完整性，值得嘉許。	1. 感謝委員肯定。
	2. 本研究之資料庫建置已夠辛苦，又要將舊有的座標系統 67 轉換至新座標系統 97，真是勞苦功高，辛苦沒人知，還好我們審查委員有看出端倪，給予高度的肯定。	2. 感謝委員指肯定。

審查委員	審查意見	處理情形
	3. 本研究在資料分析上，能結合港區地質調查資料庫，及國內外液化分析模式，展繪出精美的液化危險區域分佈圖，提供地震災害的速報，對於港區地震的防救災，提供可靠又快速的參考資訊；建議在腐蝕的分析上和碼頭營運的分析上，亦能結合調查資料，和分析模式，展繪出腐蝕的趨勢及營運的預測，提供碼頭維護與營運管理決策的參考。	3. 感謝委員建議，後續將朝此方向研究。
5. 本所港灣技術研究中心柯正龍研究員	1. 中文摘要關鍵詞「貨櫃運量」建議配合英文字義及報告第五章內容修改為「貨櫃裝卸量」。	1. 遵照辦理。
	2. 圖目錄之圖 2.2 建議依照報告內 2-14 圖名更正。	2. 遵照辦理。
	3. 第 4 章座標系統 67 轉 97? 可否改為 TWD67 改 TWD97。	3. 遵照辦理。

審查委員	審查意見	處理情形
	4. 第 4 章相關座標系統轉換前後查核結果之圖說建議更改，以利閱讀。	4. 遵照辦理。
	5. 研究流程，建議依研究內容從屬關係，部份予以補充。	5. 遵照辦理。

附錄二

期末報告簡報資料

執行人員：張道光、陳志芳、曾文傑
計畫編號：MOTC-IOT-102-H1DA004d
執行單位：交通部運輸研究所港灣技術研究中心
計畫時程：102.01.01~102.12.31

計畫時程：102.01.01~102.12.31



- 計畫緣起
- 港區工程基本資料查詢系統
- 座標系統TWD67轉TWD97
- 查詢系統資料更新
- 港灣工程基本資料網路查詢系統建構
- 結論

▣ 計畫緣起

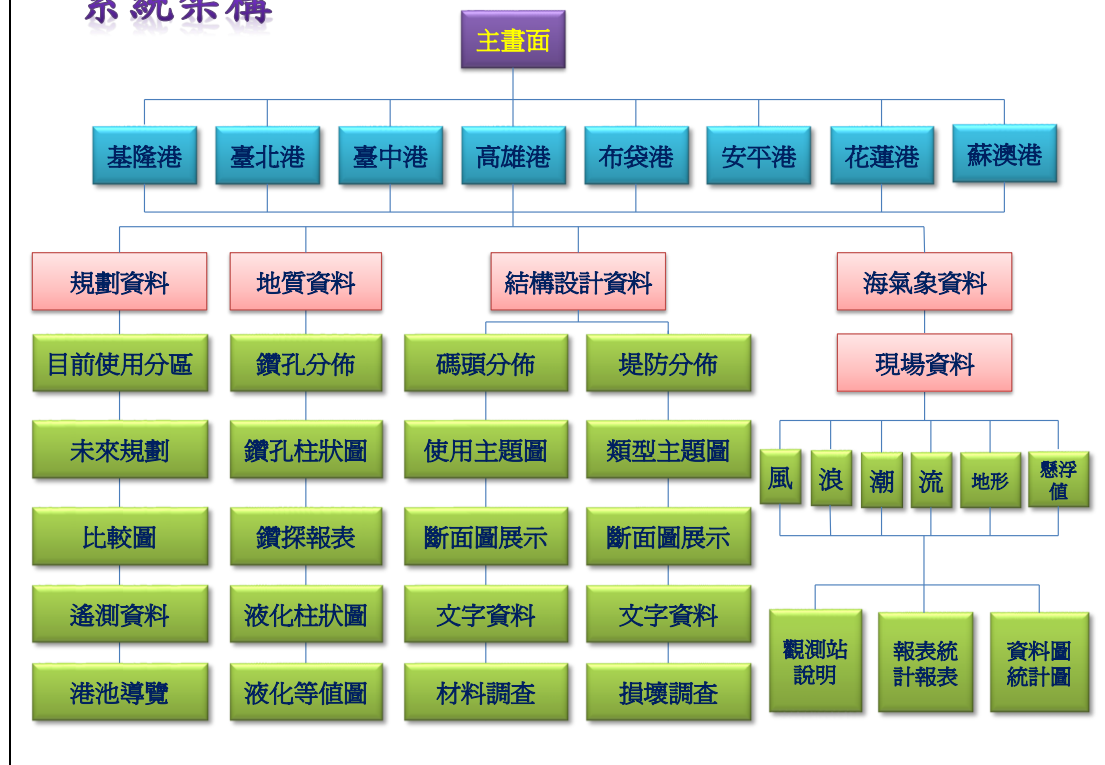
- 延續並擴大本中心地理資訊系統(GIS) 的開發建構。
- 查詢系統及資料庫建檔工作為一永久性的計畫，需要不斷的更新與補充。
- 將散見各單位之港灣工程資料彙整數化，建檔儲存。
- 利用地理資訊系統工具開發應用模組，架構成查詢系統。

▣ 港區工程基本資料查詢系統

目標港區



系統架構

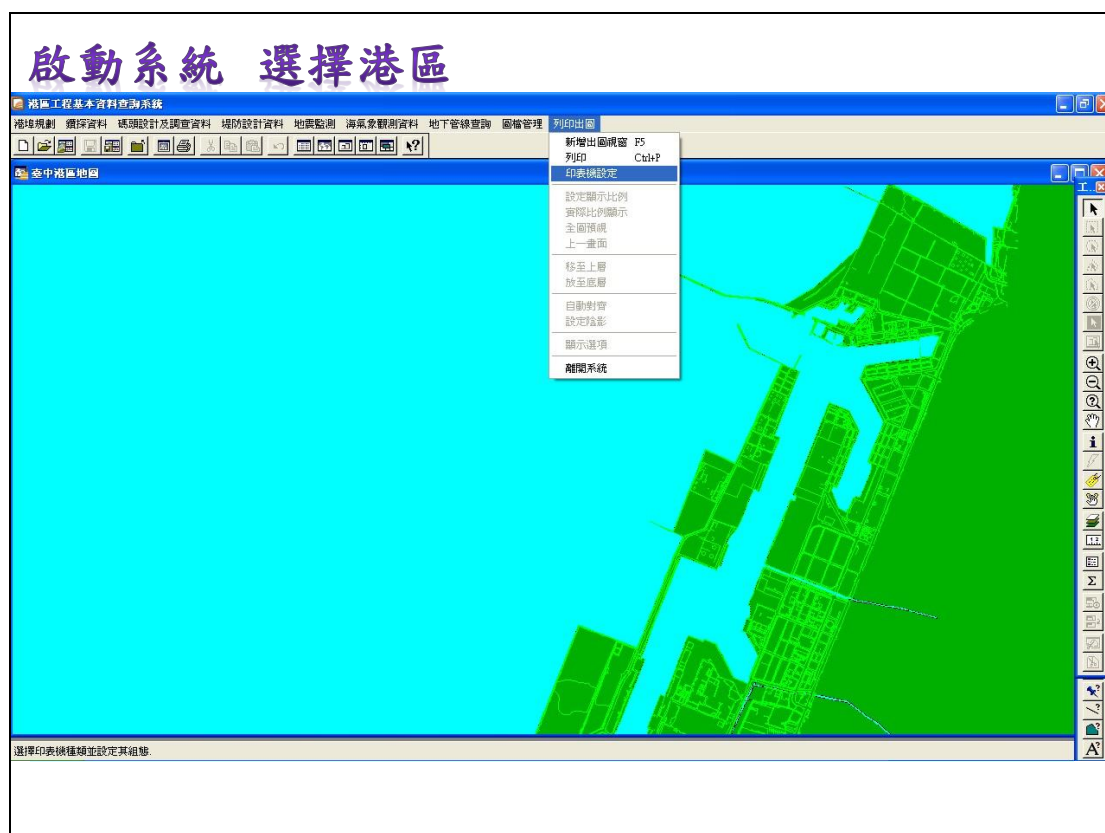


系統建置工具

- MapInfo：建置規劃配置及基本圖層。
- Foxpro&Access：建置地質屬性資料表單。
- AutoCAD：繪製碼頭、堤防斷面圖。
- Surfer：等值分析展繪
- MapBasic：撰寫查詢及分析模組，設計查詢展示系統。

使用者介面

- 利用MapBasic程式語言，在MapInfo上開發使用者介面。
- 此客製化介面包括：
 - 全新選單
 - 下拉式選項
 - 客製化對話框



選單內容

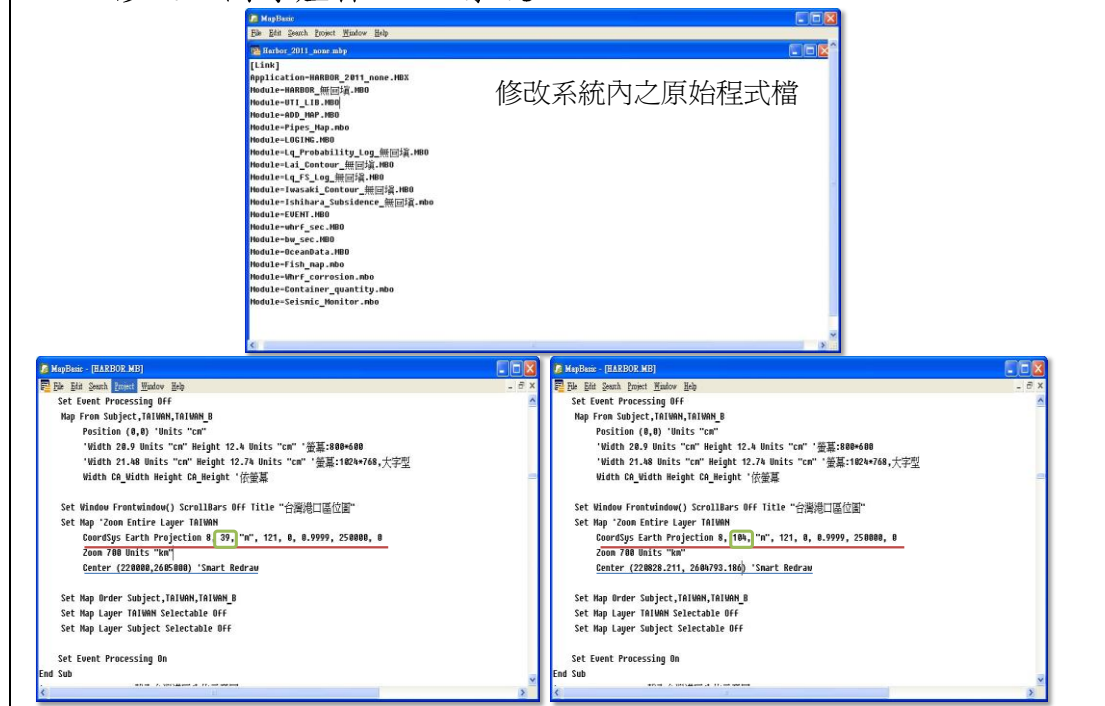
- 1) **港埠規劃**：含港區目前配置圖、未來規劃圖、規劃對照圖、遙測資料等選項。
- 2) **地質鑽探**：含港區鑽孔分佈圖、鑽探報表展示、鑽孔柱狀圖展繪、液化柱狀圖展繪、液化動畫展示等選項。
- 3) **碼頭資料**：含港區碼頭位置分佈圖、碼頭功能主題圖、碼頭設計斷面圖展示、鋼板樁腐蝕調查展繪等選項。
- 4) **堤防資料**：含港區堤防位置分佈圖、堤防型式主題圖、堤防設計斷面圖展示等選項。
- 5) **地震監測資料**：含港區地震監測系統示意圖、監測資料查詢-依震央位置查詢或依發生日期查詢等選項。
- 6) **海氣象現地調查資料**：含港區歷年調查之潮汐、波浪、海流、風資料等。

座標系統TWD67轉TWD97

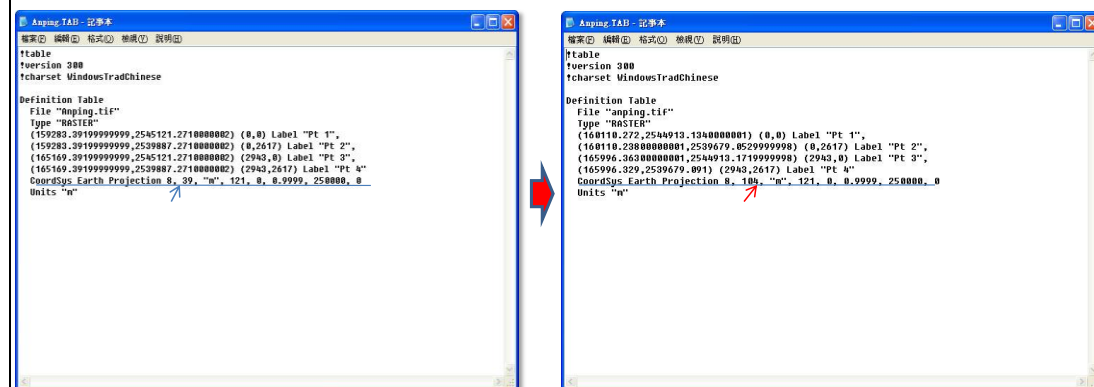
- 臺灣現有多數圖籍，包括各港區的規劃設計地形資料，大多採用「1967年臺灣大地基準」(Taiwan Datum 1967)，通稱「TWD67」；而在衛星定位發明後，為因應更精確的地圖測量技術，政府於民國86年公佈「1997臺灣大地基準」(Taiwan Datum 1997)，通稱「TWD97」。
- TWD67 是只適用於臺灣地區的座標系統，若要與其它國家銜接就會發生問題；TWD97 則與全球座標系統一致。兩者所採用的基準不同，所以同一地點在兩套系統中的座標就不會相同。
- 本研究也逐步收集港區新基準圖檔，配合新規範逐步修改計有資料。

座標系統的轉換

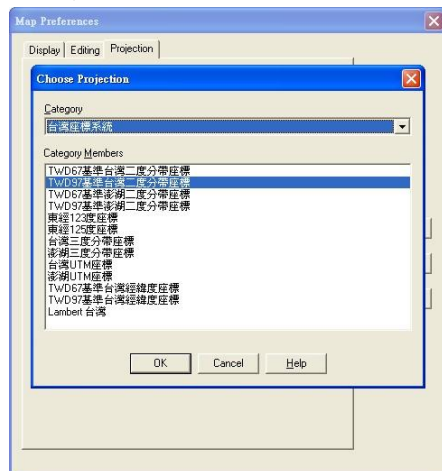
➤ 修改地圖原座標TWD67系統



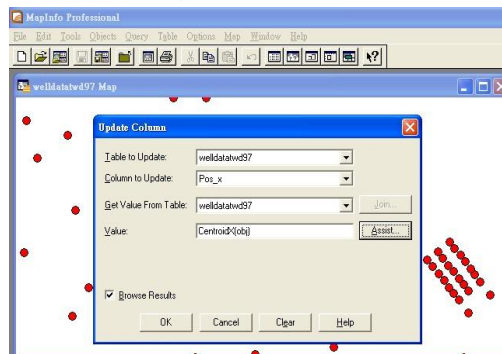
➤ 轉換影像TWD67二度分帶坐標值



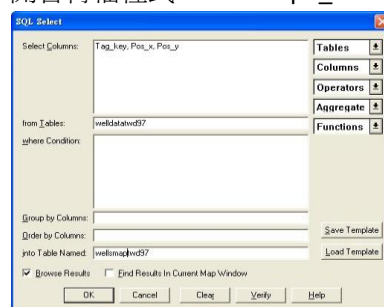
➤ 轉換鑽探地質資料TWD67二度分帶坐標值



座標投影設定



開啓轉檔程式DatumGraph_4P.MBX



座標系統的檢核

- 原TWD67二度分帶坐標系統轉換影像TWD97二度分帶坐標值後，必須檢核有座標系統的圖檔，檢核包含基本圖（backg、backg_b）、鑽探圖（welldata、wellsmap）、碼頭圖（whrfdata、whrf_no）、防波堤圖（bw_data）與規劃圖（Futr_map、Futr_txt、Prsntmap、Prsnttxt）。
- TWD67 與 TWD97 座標概略換算公式

$$\text{TWD97 橫座標} = \text{TWD67 橫座標} + 828 \text{ 公尺}$$

$$\text{TWD97 縱座標} = \text{TWD67 縱座標} - 207 \text{ 公尺}$$

➤ 以台中港為例



臺中港碼頭查核



臺中港地質鑽探資料查核

➤ 以花蓮港為例



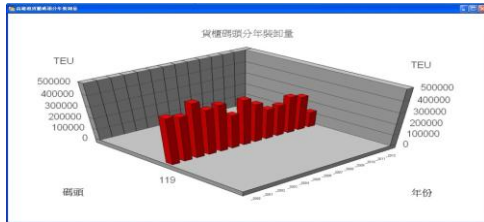
花蓮港碼頭查核



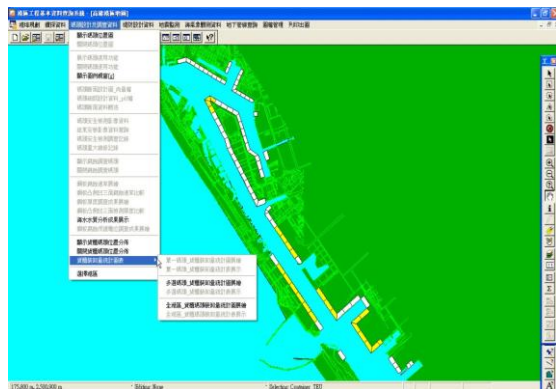
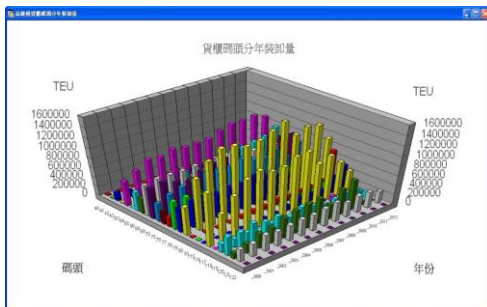
花蓮港地質鑽探資料查核

貨櫃碼頭營運資料查詢展示

所點選單一貨櫃區歷年裝卸量



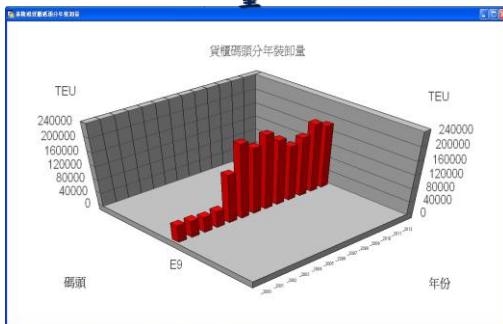
全港各貨櫃區歷年裝卸量



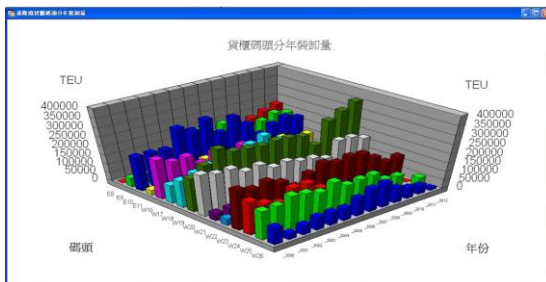
黃色區塊為貨櫃碼頭區，可展繪所點選之貨櫃區歷年裝卸量，或全港各貨櫃區裝卸量。

高雄港貨櫃碼頭裝卸量展繪

所點選單一貨櫃區歷年裝卸量



全港各貨櫃區歷年裝卸量



黃色區塊為貨櫃碼頭區，可展繪所點選之貨櫃區歷年裝卸量，或全港各貨櫃區裝卸量。

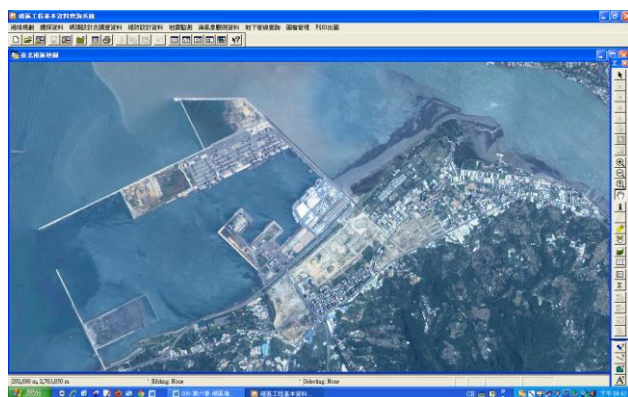
基隆港貨櫃碼頭裝卸量展繪

港區遙測資料更新建置及圖層查詢展示

現有港區衛星影像基本資料

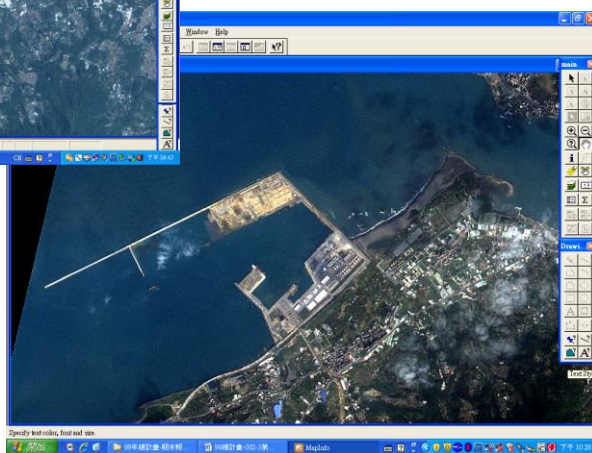
區域	拍攝日期	條帶	影像ID	雲覆率	彩色/灰階	解析度
安平港	20130117/ 20130218	s1s2	AD0267/ AEC236	22%/ 16%	MS	8m
		s1s2	AD025D/ AEC26C	15%/ 13%	PAN	2m
臺中港	20130218	s2	AEC236	16%	MS	8m
		s2	AEC26C	13%	PAN	2m
高雄港	20130218/ 20130116	s2s3	AEC236/ ACF425	16%/ 6%	MS	8m
		s2s3	AEC26C/ ACF474	13%/ 3%	PAN	2m
臺北港	20130717/ 20130812	s4s5	B6E825/ B8542B	29%/ 52%	MS	8m
		s4s5	B6E822/ B85470	34%/ 55%	PAN	2m
基隆港	20130805	s6	B7F266	2%	MS	8m
		s6	B7F260	4%	PAN	2m
蘇澳港	20130628	s7	B5DE58	0%	MS	8m
		s7	B5DE77	3%	PAN	2m
花蓮港	20130628	s7	B5DE58	0%	MS	8m
		s7	B5DE77	3%	PAN	2m

臺北港區遙測資料比對



臺北港2013年遙測影像資料

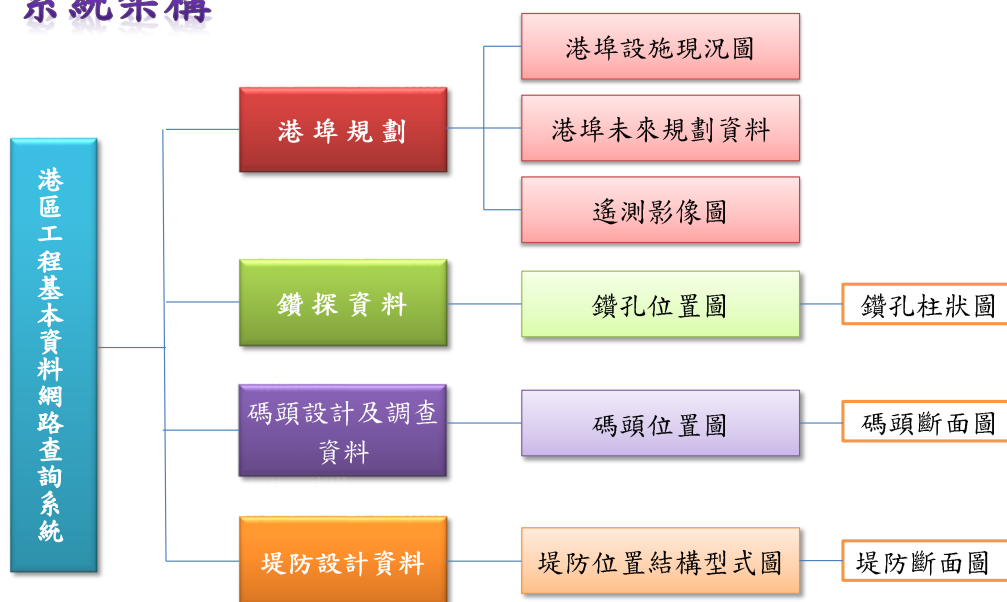
臺北港2007年遙測影像資料



■ 港灣工程基本資料網路查詢系統建構

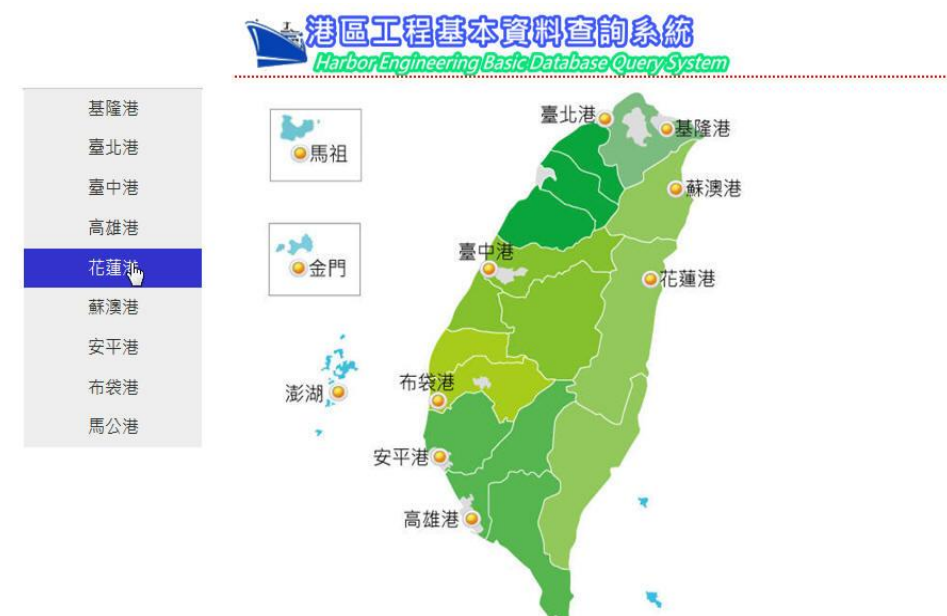
- 為了將相關地理資訊查詢系統的查詢功能發揮的更完善，讓需要獲得相關資訊的人士能更方便，將原本在個人電腦或工作站上的地理資訊系統提供上網查詢是必然的趨勢。因此，本研究在原系統架構下，新建置網路版之查詢系統，利用網路即可上網查詢該港相關資料，免去單機版安裝及使用者人數限制之困擾，可使資料展現介面更具親和性。

系統架構



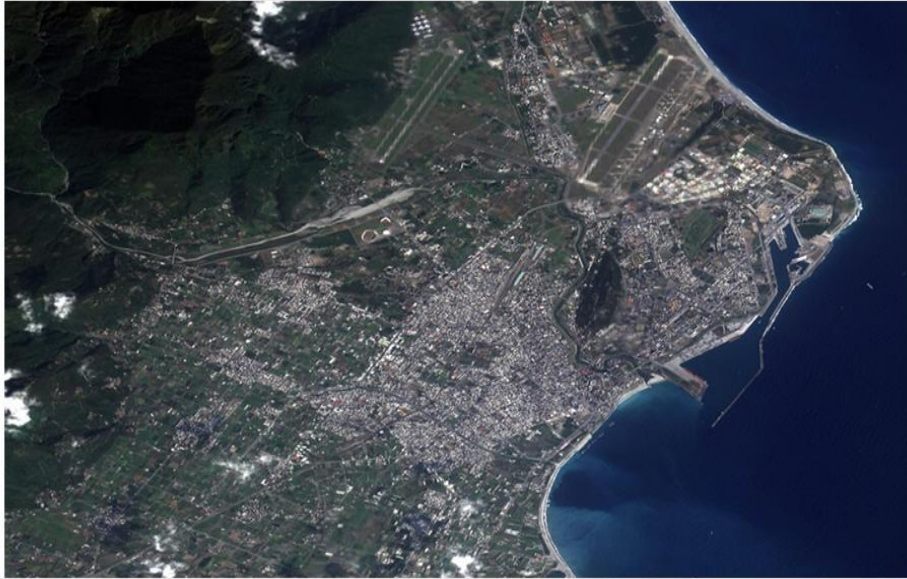
系統開發工具

- HTML (Hypertext Markup Language)
程式語言
- Java Script 程式語言
- Dreamweaver 網頁編輯軟體



花蓮港工程基本資料查詢系統 Harbor Engineering Basic Database Query System

港埠規劃 • 鑽探資料 • 碼頭設計及調查資料 • 堤防設計資料 • 回到首頁



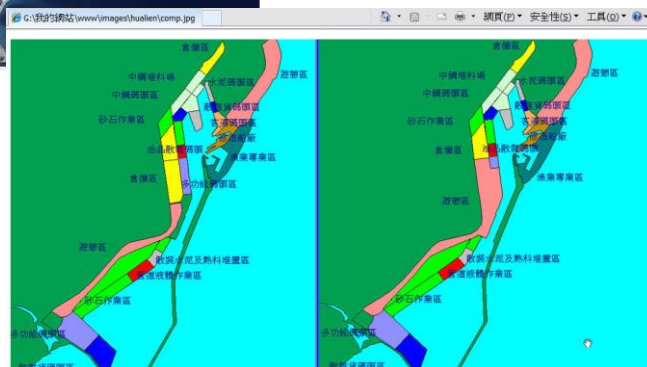
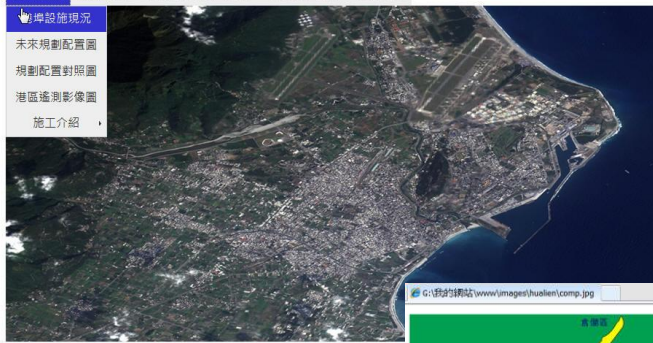
港埠規劃功能

花蓮港工程基本資料查詢系統 Harbor Engineering Basic Database Query System

港埠規劃 • 鑽探資料 • 碼頭設計及調查資料 • 堤防設計資料 • 回到首頁

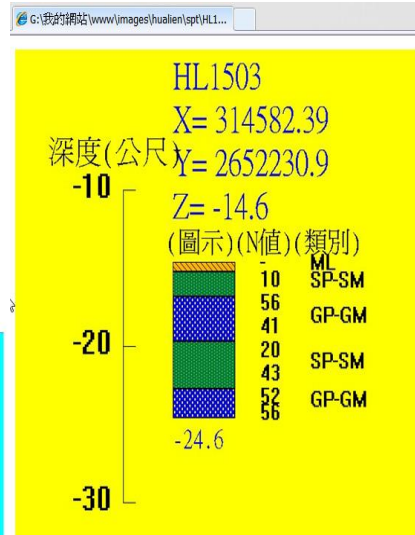
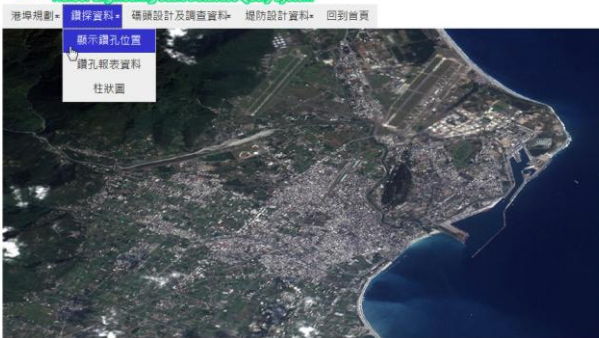
港埠設施現況

未來規劃配置圖
規劃配置對照圖
港區遙測影像圖
施工介紹



鑽探資料功能

花蓮港工程基本資料查詢系統
Hualien Engineering Basic Database Query System



G:\我的網站\www\images\hualien\spt\HL1...

鑽孔編號: HL1503

計劃名稱: 花蓮港務局25號碼頭填築工程鑽探工程

鑽孔編號: BH-3

X座標: 314582.39

鑽孔傾角: 90

提供單位: 花蓮港務局

Y座標: 2,652,231

鑽孔孔徑: 0 cm

鑽探公司: 港埠服務社

Z座標: -14.6 m

鑽孔深度: 10 m

試驗公司:

水位計: (1.觀測井 2.水壓計)

鑽探日期: 1988/10/01

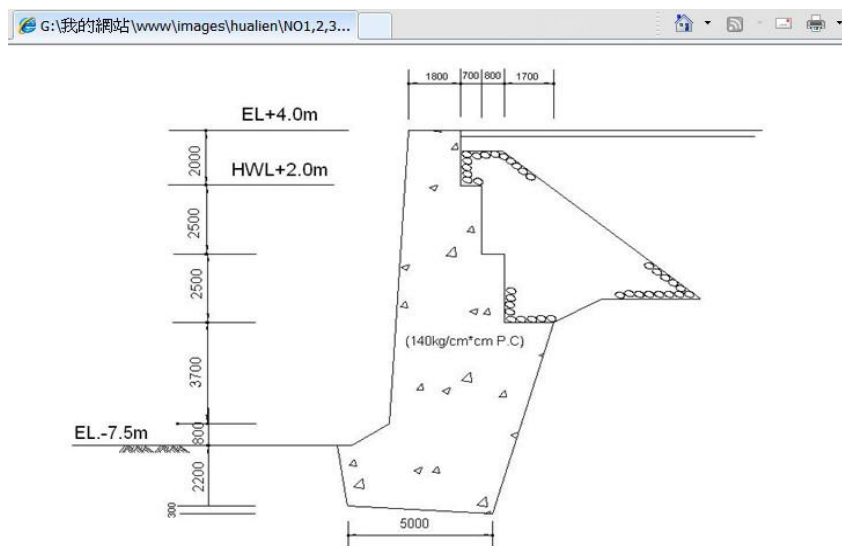
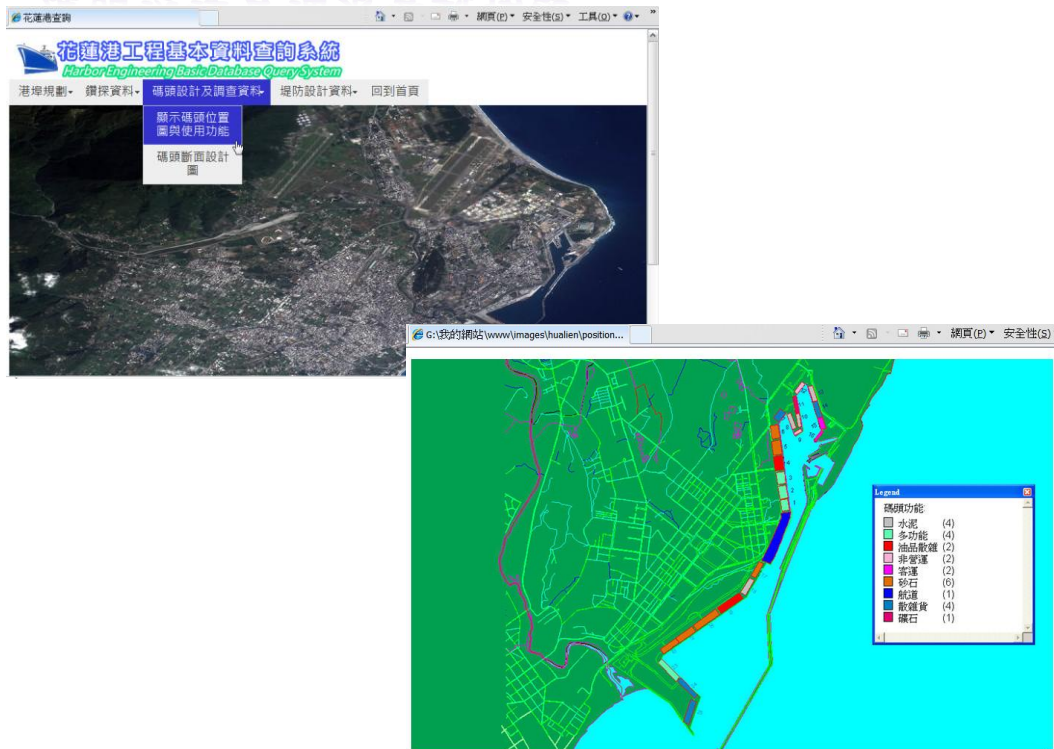
埋設深度: 0 m

地下水位深度: 14.6 m

日期: 1988/10/01

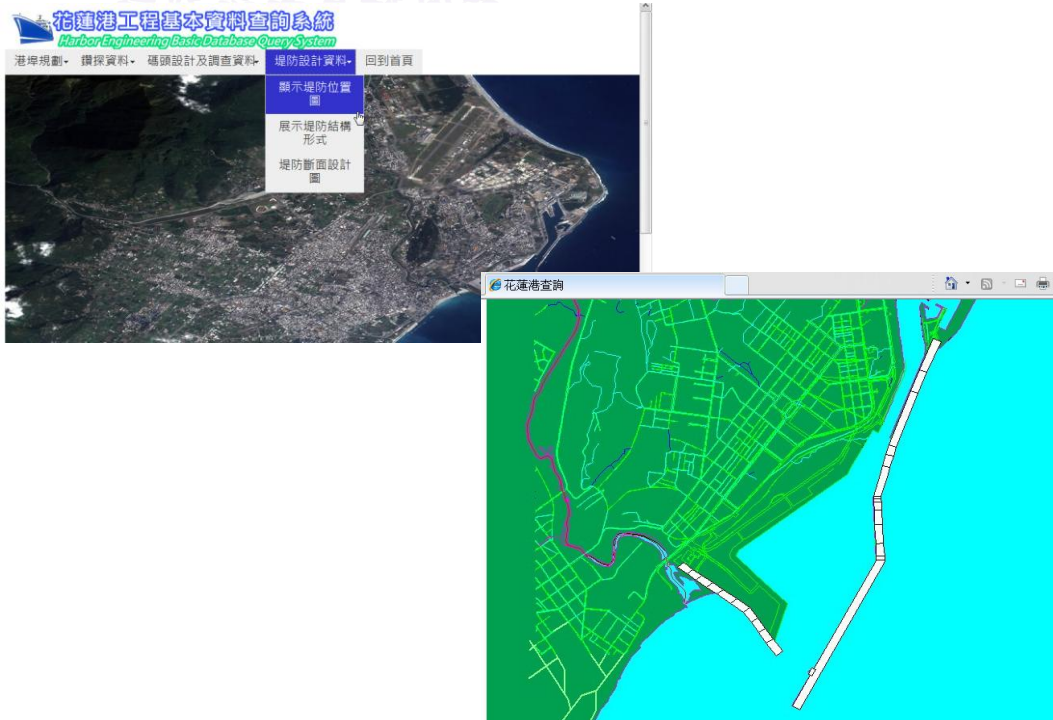
深度 (m)	土壤岩層說明	岩石分類	取樣率	RQD	N值	採樣編號	礫石 %	砂土 %	粉土 %	粘土 %	自然含水量 %	液性限度 %	塑性指數	總單位重 t/m ³	比重 Gs	孔隙比 e
0.3	灰色細砂質沉泥	ML	0	0	-		0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.6	灰色細中粗砂含礫石	SM	0	0	10	S-1	8	86	6	0	18.30	0.0	0.0	2.01	2.66	0.57
1.35	灰色細中粗砂含礫石	SM	0	0	41	S-3	54	41	5	0	5.6	0.0	0.0	1.99	2.62	0.39
2.2	灰色礫石夾中粗砂含礫石	SM	0	0	56	S-2	46	45	9	0	8.6	0.0	0.0	2.23	2.63	0.28
2.85	灰色礫石夾中粗砂含礫石	SM	0	0	41	S-3	54	41	5	0	5.6	0.0	0.0	1.99	2.62	0.39
4.35	灰色細中粗砂含礫石	SM	0	0	20	S-4	17	73	10	0	11.40	0.0	0.0	2.14	2.64	0.37
5.1	灰色細中粗砂含礫石	SM	0	0	43	S-5	42	52	6	0	6.7	0.0	0.0	2.06	2.61	0.35
7.35	灰色細中粗砂含礫石	SM	0	0	52	S-6	49	47	4	0	5.3	0.0	0.0	2.18	2.62	0.27
8.1	灰色礫石夾中粗砂含礫石	SM	0	0	56	S-7	50	43	7	0	6.9	0.0	0.0	2.04	2.63	0.38
8.85	灰色礫石夾中粗砂含礫石	SM	0	0												
9.85	灰色礫石夾中粗砂含礫石	SM	0	0												
10.0	灰色礫石夾中粗砂含礫石	SM	0	0												

碼頭設計及調查資料功能



1,2,3號碼頭岸壁斷面圖

堤防設計資料功能



■ 結論與建議

1. 本計畫執行乃依港研中心各研究群組之專長,劃分工作群組合力彙整中心歷年研究成果，擴建港灣工程基本資料庫。本計畫於年度內更新建置的資料項目，計有七大港區遙測影像資料更新。在各個貨櫃碼頭的年營運量資料上，新增高雄、臺中及基隆等三個國際大港**2012**年的運量統計，並新建置**2009~2011**年臺北港運量資料。
2. 本研究所開發或取用的系統圖檔，為配合多數舊有資料，都依TWD67基準來建置，但內政部在民國八十六年頒佈TWD97新基準後，較新的圖檔都逐漸改用97標準來製作，因此本研究當收集港區新標準圖檔，配合新規範逐步修改暨有資料並轉換TWD97座標系統。

■ 結論與建議

3. 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。
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. 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。

簡報完畢 敬請指正

