

99-39-7455

MOTC-IOT-98-H1DA003

港灣地工資料庫及救災體系建置 研究(1/2)



交通部運輸研究所

中華民國 99 年 4 月

99 港灣地工資料庫及救災體系建置研究 (1/2)

交通部運輸研究所

GPN : 1009901378

定價 200 元

99-39-7455

MOTC-IOT-98-H1DA003

港灣地工資料庫及救災體系建置 研究(1/2)

著者：謝明志、單誠基、蘇青和、賴瑞應、柯正龍
陳志芳、張道光、林雅雯、曾文傑

交通部運輸研究所

中華民國 99 年 4 月

國家圖書館出版品預行編目資料

港灣地工資料庫及救災體系建置研究(1/2)/

謝明志等著. -- 初版. -- 臺北市:交通部

運研所, 民 99. 04

面; 公分

參考書目:面

ISBN 978-986-02-3139-7(平裝)

1. 港埠工程 2. 防災工程 3. 地理資訊系統
4. 資料庫

443. 2029

99007242

港灣地工資料庫及救災體系建置研究(1/2)

著者:謝明志、單誠基、蘇青和、賴瑞應、柯正龍、陳志芳、張道光、
林雅雯、曾文傑

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 99 年 4 月

印刷者:良機事務機器有限公司

版(刷)次冊數:初版一刷 110 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: 200 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: 1009901378

ISBN: 978-986-02-3139-7 (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分內容者,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：港灣地工資料庫及救災體系建置研究(1/2)			
國際標準書號 (或叢刊號) ISBN978-986-02-3139-7 (平裝)	政府出版品統一編號 1009901378	運輸研究所出版品編號 99-39-7455	計畫編號 98-H1DA003
主辦單位：港灣技術研究中心 主管：邱永芳 總計畫主持人：謝明志 計畫主持人：蘇青和、賴瑞應、張道光、林雅雯 研究人員：單誠基、柯正龍、陳志芳、曾文傑 參與人員：陳義松、李春榮、李昭明、何木火、陳毓清、魏瓊蓉、 林隆貞 聯絡電話：04-26587172 傳真號碼：04-26564418			研究期間 自 98 年 01 月 至 98 年 12 月
關鍵詞：地理資訊系統、標準貫入試驗、土壤液化、腐蝕調查、海氣象調查、貨櫃運量、救災體系			
摘要： 本計畫在本年度內更新擴建本所港灣工程基本資料庫，計畫期間邀集本所港研中心各研究群組參與資料之收集及建置，利用地理資訊系統工具，製作查詢分析及展示繪圖模組。計畫期間所完成的工作，計有十三大項：(1)查詢系統架構擴建規劃設計，(2)馬公港地質資料之更新及擴建(3)馬公港液化自動分析模組之建立及應用，(4)馬公港碼頭鋼板腐蝕調查資料查詢模組之建構 (5)臺中港碼頭斷面資料查詢模組之更新建置，(6)臺中港液化漸增動畫製作，(7)臺中港地震水壓監測資料查詢模組建置，(8) 板樁式碼頭之耐震能力評估，(9) 棧橋式碼頭之耐震能力評估，(10)各商港海氣象調查資料查詢模組之更新及建構，(11)三大貨櫃港貨櫃碼頭運量查詢模組資料擴建，(12)臺中港港灣工程基本資料網路查詢系統建構，(13)四大港港灣地區防救災體系整合更新。後續計畫將繼續擴增資料內容，期使所建資料庫系統更臻完善。			
研究成果效益： 1. 學術效益，發表研討會論文 3 篇： (1) 2009 臺灣地理資訊系統年會暨學術研討會，發表論文「GIS 在臺北港區土壤液化分析及震災速報系統之開發應用」。 (2) 2009 臺灣地理資訊系統年會暨學術研討會，發表論文「運用多媒體簡訊服務與地理資訊系統技術提升港灣地區災情通報之精度研究」。 (3) 2009 臺灣地理資訊系統年會暨學術研討會，發表論文「使用開放源碼地理資訊系統取代商業軟體之研究以港灣地區防救災系統為例」。			
2. 社會環境安全影響：本計畫建立港灣地區防救災體系地理資訊系統，目前已建置三大港區資料系統，最終之研究成果應可提供作為港區防救災之災前預防、災時應變及災後重建計畫之參考，以提升我國之整體防災能力，有助於環境之安全與資源之永續利用。			
3. 資料庫建置效益：建置港灣工程基本資料庫及建立港區防救災體系之相關資料庫，可作為港灣地區之地震災前預防、災時應變計畫與決策之參考依據。			

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、基隆等港務局使用。
2. 所開發基隆港、臺北港之港區防救災系統，基隆港務局正規劃納入其「港區緊急事件反應系統」中。
3. 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
99年4月	224	200	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: Establishment and Application of Harbor Engineering Basic Database and Disaster Prevention & Rescue System (1/2)			
ISBN (OR ISSN) ISBN 978-986-02-3139-7 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009901378	IOT SERIAL NUMBER 99-39-7455	PROJECT NUMBER 98-H1DA003
DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER DIVISION DIRECTOR: Yung-Fang Chiu PROJECT ADVISOR: M. J. Hsieh PRINCIPAL INVESTIGATOR: C. H. Su, R. Y. Lai, D. K. Chang, Y. W. Lin. PROJECT STAFF: C. C. Shan, C. L. Kao, J. F. Chen, W. J. Tseng . PROJECT TECHNICIAN: Y. S. Chen, C. R. Lee, Z. M. Lee, M. H. He, Y. Q. Chen, Q. R. Wei, X. F. Huang, L. Z. Lin . PHONE:04-26587172 FAX:04-26564418			PROJECT PERIOD FROM January 2009 TO December 2009
KEY WORDS: Geographic information system, harbor engineering basic data, standard penetration data, soil liquefaction, corrosion investigation, oceanographic investigation data, container loading/unloading.			
ABSTRACT : This project updates and expands the harbor engineering basic database, which is maintained by the Harbor and Marine Technology Center, by using GIS tools. The major tools, to establish this operation, are MapInfo (desk-top GIS) and Mapguide (web GIS). We add data to MapInfo and apply some relative program languages to create the new consulting modules. We have finished thirteen categories in this project as follows: (1) expansion and design of system structure, (2) renewing and expansion of geologic database of Magong Harbor, (3) establishment of liquefaction auto-analysis modules of Magong Harbor, (4) establishment of consulting module of corrosion data of steel piles of Magong Harbor, (5) renewing and expansion of wharf section database of Taichung Harbor, (6) producing incremental liquefaction animation of Taichung Harbor, (7) establishment of consulting module of seismic monitoring data of Taichung Harbor, (8) Seismic capacity evaluation of sheet pile wharves, (9) Seismic capacity evaluation of trestle wharves, (10) expansion and application of consulting module of oceanographic data of each commercial ports, (11) establishment of consulting module of container loading and unloading data of wharves of three container port, (12) establishment of web inquiry system of harbor engineering basic data of Taichung Harbor, (13) planning and establishment of disaster prevention and rescue system on four harbor areas. We will continue to increase contents of this system in the following tasks in order to establish a more complete system. Benefits of research results: 1. Academic benefits, publication of 3 papers in seminars. (1) “The application of GIS in soil liquefaction and earthquake damage instant report system in Taipei Harbor”, 2009 Taiwan Geographic Information System Annual Conference and Academic Seminar. (2) “The study of utilizing multi-media news letter service and GIS to increase the accuracy of Harbor Damage Report System”, 2009 Taiwan Geographic Information System Annual Conference and Academic Seminar.			

(3) “The study of using open source code GIS to replace commercial software”, 2009 Taiwan Geographic Information System Annual Conference and Academic Seminar.

2. Impact on social and environmental safety: the result of this project can provide disaster prevention, disaster emergency management and rehabilitation after disaster.
3. The benefit of database building: It provides valuable information to facilitate the decision-making during and after disaster.

Current situation in application:

1. “Query demonstration system of harbor engineering basic database” developed by this project has been put into use at the ports of Kaohsiung and Keelung.
2. The Disaster Prevention and Rescue System in Keelung and Taipei Harbor developed by this project has been incorporated into its “Harbor Emergency Responsive System”.
3. The database in this project can be used at any time for further study and planning.

DATE OF PUBLICATION April, 2010	NUMBER OF PAGES 224	PRICE 200	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
------------------------------------	------------------------	--------------	--

The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.

港灣地工資料庫及救災體系建置研究(1/2)

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	III
圖目錄.....	VII
表目錄.....	XV
第一章 前言.....	1-1
第二章 資料處理及系統建置.....	2-1
第三章 地質資料更新建置及分析模組查詢展示.....	3-1
第四章 震度漸增液化影響模組設計及動畫製作.....	4-1
第五章 碼頭資料更新建置及分析模組查詢展示.....	5-1
第六章 腐蝕資料更新建置及分析模組系統展示.....	6-1
第七章 貨櫃碼頭營運資料資料更新及查詢展示.....	7-1
第八章 港區地震監測資料建置及查詢展示.....	8-1
第九章 板樁式碼頭耐震能力評估.....	9-1
第十章 棧橋式碼頭耐震能力評估.....	10-1
第十一章 海氣象調查資料建置及查詢展示.....	11-1
第十二章 港灣工程基本資料網路查詢系統建構.....	12-1
第十三章 港灣地區防救災資料庫系統更新整合.....	13-1
第十四章 結論與建議.....	14-1

參考文獻.....	參-1
附錄一 期末報告審查意見及處理情形.....	附錄 1-1
附錄二 期告報告簡報資料.....	附錄 2-1

圖 目 錄

圖 3.1 馬公港鑽孔資料展繪圖(類別符號 BA：玄武岩).....	3-1
圖 3.2 馬公港資料未修正前之 1 號碼頭附近鑽孔柱狀圖.....	3-2
圖 3.3 馬公港資料修正後之 1 號碼頭附近鑽孔柱狀圖.....	3-2
圖 3.4 馬公港及附近海域增補(圓點)及新建(方點)鑽孔位置分佈圖	3-3
圖 3.5 查詢系統主畫面.....	3-10
圖 3.6 馬公港區地圖圖層及選單下拉模式.....	3-10
圖 3.7 馬公港區鑽探孔位分佈圖.....	3-11
圖 3.8 馬公港區鑽孔柱狀圖.....	3-11
圖 3.9 地震強度選取對話框.....	3-12
圖 3.10 馬公港區鑽孔 Liao 液化機率分析結果柱狀圖.....	3-12
圖 3.11 馬公港區 Liao+Lai 法全區液化危險性指數分佈圖.....	3-13
圖 3.12 馬公港區 Seed 抗液化安全係數柱狀圖.....	3-13
圖 3.13 馬公港區 Seed+Iwasaki 法全區液化危險性指數分佈圖.....	3-14
圖 3.14 Lai 液化機率分析方法查詢選單下拉模式.....	3-16
圖 3.15 馬公港區鑽孔 Lai 液化機率分析結果柱狀圖.....	3-16
圖 3.16 馬公港區 Lai_Prob+Lai 法全區液化危險性指數分佈圖.....	3-17
圖 3.17 馬公港區 Lai 抗液化安全係數柱狀圖.....	3-17
圖 3.18 馬公港區 Lai+Iwasaki 法全區液化危險性指數分佈圖.....	3-18
圖 3.19 地震下陷分析成果圖.....	3-19
圖 4.1 震度漸增液化影響動畫成果圖之一.....	4-3
圖 4.2 震度漸增液化影響動畫成果圖之二.....	4-3

圖 4.3 震度漸增液化影響動畫成果圖之三.....	4-4
圖 4.4 震度漸增液化影響動畫成果圖之四.....	4-4
圖 4.5 震度漸增液化影響動畫成果圖之五.....	4-5
圖 4.6 震度漸增液化影響動畫成果圖之六.....	4-5
圖 4.7 震度漸增液化影響動畫成果圖之七.....	4-6
圖 4.8 震度漸增液化影響動畫成果圖之八.....	4-6
圖 4.9 震度漸增液化影響動畫成果圖之九.....	4-7
圖 4.10 震度漸增液化影響動畫成果圖之十.....	4-7
圖 5.1 資料修正之碼頭(標示為紅色者)分佈位置圖	5-2
圖 5.2 新建資料之碼頭(標示為紅色者)分佈位置圖	5-2
圖 5.3 臺中港 2 號碼頭原斷面圖	5-3
圖 5.4 臺中港 2 號碼頭更新斷面圖	5-3
圖 5.5 新增之臺中港碼頭標準斷面圖之一	5-4
圖 5.6 臺中港區地圖圖層及所開發之選單列.....	5-8
圖 5.7 臺中港區「碼頭設計及調查資料」選單下拉模式.....	5-8
圖 5.8 臺中港區碼頭位置分佈圖	5-9
圖 5.9 臺中港區碼頭使用功能主題圖.....	5-9
圖 5.10 臺中港區碼頭斷面圖之一	5-10
圖 6.1 馬公港鋼管樁腐蝕調查分佈位置(紅色區域).....	6-2
圖 6.2 馬公港碼頭資料選單下拉及碼頭位置分佈圖.....	6-6
圖 6.3 馬公港腐蝕調查碼頭位置分佈圖.....	6-6
圖 6.4 檢測位置輸入對話框.....	6-7
圖 6.5 馬公港腐蝕速率調查成果展繪圖	6-7

圖 6.6 馬公港鋼板厚度調查成果展繪圖	6-8
圖 7.1 高雄港貨櫃碼頭分佈位置圖	7-9
圖 7.2 高雄港貨櫃裝卸量選單呈列狀況圖	7-9
圖 7.3 高雄港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪	7-10
圖 7.4 高雄港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪	7-10
圖 7.5 高雄港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪	7-11
圖 7.6 臺中港貨櫃碼頭分佈位置圖	7-11
圖 7.7 臺中港單一碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪	7-12
圖 7.8 臺中港多選碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪	7-12
圖 7.9 臺中港全港碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪	7-13
圖 7.10 基隆港貨櫃碼頭分佈位置圖	7-13
圖 7.11 基隆港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪	7-14
圖 7.12 基隆港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪	7-14
圖 7.13 基隆港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪	7-15
圖 8.1 規劃與實設之整體系統設計-臺中港範例	8-2
圖 8.2 測站相關測量結果平面示意圖-臺中港範例	8-3
圖 8.3 測站相關測量結果斷面示意圖-臺中港範例	8-4
圖 8.4 測站主要地質調查內容與結果示意圖-臺中港範例	8-5
圖 8.5 整體擷取、傳輸與監測控制流程	8-6
圖 8.6 機房構造與配置示意圖	8-6
圖 8.7 臺中港區地震分層監測站設置完成外貌狀況	8-7
圖 8.8 臺中港區地震監測查詢表單下拉及監測站位置展示圖	8-12
圖 8.9 臺中港區之地震監測系統設置示意圖	8-13

圖 8.10 臺中港影響地震震央位置分佈圖.....	8-13
圖 8.11 臺中港南北向分層實測地震波記錄圖之一.....	8-14
圖 8.12 臺灣活斷層分佈位置疊合圖.....	8-14
圖 8.13 臺中港區地震監測資料年份選取對話框.....	8-15
圖 8.14 臺中港區地震監測資料月份選取對話框.....	8-15
圖 8.15 臺中港區地震監測資料日期選取對話框.....	8-15
圖 8.16 臺中港地震引置之水壓反應記錄圖之一.....	8-16
圖 9.1 錨碇鋼板樁碼頭結構耐震能力評估項目與步驟示意圖.....	9-1
圖 9.2 碼頭現況斷面示意圖.....	9-3
圖 9.3 碼頭各土層土壤參數示意圖.....	9-4
圖 9.4 水平震度 $K_h=1.2$ 板樁土壓示意圖.....	9-7
圖 9.5 板樁錨碇力及最大彎矩計算示意圖.....	9-9
圖 10.1 碼頭斷面圖.....	10-1
圖 10.2 碼頭分析單元相關尺寸側視示意圖.....	10-4
圖 10.3 碼頭面分析單元相關尺寸示意圖.....	10-5
圖 10.4 棧橋式碼頭 SAP2000 模型示意圖.....	10-5
圖 10.5 棧橋式碼頭 SAP2000 土壤彈簧模擬示意圖.....	10-6
圖 10.6 水平震度 $K_h=0.1$ 棧橋式碼頭變位示意圖.....	10-8
圖 10.7 水平震度 $K_h=0.32$ 棧橋式碼頭變位示意圖.....	10-10
圖 10.8 水平震度 $K_h=0.2$ 土層液化深度柱狀圖.....	10-12
圖 10.9 水平震度 $K_h=0.36$ 土層液化深度柱狀圖.....	10-13
圖 10.10 水平震度 $K_h=0.36$ 棧橋式碼頭變位示意圖.....	10-14
圖 11.1 臺灣港區海氣象觀測資料地理資訊系統流程圖.....	11-2

圖 11.2	臺中港區海氣象查詢表單及潮位測站位置展示圖.....	11-7
圖 11.3	臺中港潮位資料內容選取對話框.....	11-7
圖 11.4	臺中港潮位資料年份選取對話框.....	11-8
圖 11.5	臺中港潮位資料月季選取對話框.....	11-8
圖 11.6	臺中港潮位資料圖查詢結果之一.....	11-9
圖 11.7	臺中港海流資料圖查詢結果之一.....	11-9
圖 12.1	港灣工程基本資料網路查詢系統架構圖.....	12-2
圖 12.2	Internet Map Server 網際網路地圖伺服器系統架構.....	12-5
圖 12.3	港區工程基本資料網路查詢系統首頁.....	12-7
圖 12.4	港埠規劃資料查詢及展繪功能說明.....	12-7
圖 12.5	鑽探資料查詢及展繪功能說明.....	12-8
圖 12.6	碼頭設計及資料查詢功能說明.....	12-8
圖 12.7	堤防設計及資料查詢功能說明.....	12-9
圖 12.8	海氣象觀測資料查詢功能說明.....	12-9
圖 12.9	使用者登入畫面.....	12-10
圖 12.10	臺中港港區工程基本資料網路查詢系統.....	12-11
圖 12.11	臺中港區基本地圖及功能選單.....	12-11
圖 12.12	圖層管理功能畫面.....	12-12
圖 12.13	港埠設施現況圖層畫面.....	12-13
圖 12.14	港埠設施未來規劃資料圖層畫面.....	12-13
圖 12.15	遙測影像圖層畫面.....	12-14
圖 12.16	臺中港鑽孔位置圖.....	12-15
圖 12.17	臺中港鑽孔柱狀圖.....	12-15

圖 12.18	碼頭位置圖	12-16
圖 12.19	碼頭斷面圖	12-16
圖 12.20	堤防位置結構型式圖	12-17
圖 12.21	堤防斷面圖	12-17
圖 12.22	波浪測站圖	12-18
圖 12.23	測站資料查詢畫面	12-19
圖 12.24	測站資料畫面	12-19
圖 13.1	本研究建議之多方位災情通報流程	13-1
圖 13.2	防救災資料庫系統軟體架構圖	13-3
圖 13.3	防救災資料庫系統系統功能架構圖	13-5
圖 13.4	「系統首頁」畫面配置圖	13-6
圖 13.5	系統主畫面配置圖	13-7
圖 13.6	「災害發生緊急流程」功能畫面圖	13-8
圖 13.7	「新增災害」功能畫面圖	13-9
圖 13.8	「災情通報及管理」功能選單畫面圖	13-10
圖 13.9	「災情更新」功能畫面圖	13-10
圖 13.10	「列印新聞稿」功能畫面圖	13-11
圖 13.11	「災害事件列表」功能畫面圖	13-11
圖 13.12	「語音通報」功能畫面圖	13-12
圖 13.13	「傳真通報」功能畫面圖	13-13
圖 13.14	「簡訊通報」功能畫面圖	13-14
圖 13.15	「3G 手持裝置應變模組」功能畫面圖	13-14
圖 13.16	應變監控功能流程圖	13-15

圖 13.17 多媒體簡訊服務架構.....	13-16
圖 13.18 多媒體簡訊群播系統畫面.....	13-17
圖 13.19 紀錄查詢功能畫面.....	13-18
圖 13.20 防救災資源功能畫面.....	13-18
圖 13.21 圖層控制能畫面.....	13-19

表 目 錄

表 2-1 碼頭設計使用資料檔案及資料紀錄說明	2-7
表 2-2 港區各鑽孔基本資料檔案及資料紀錄說明	2-8
表 2-2 港區各鑽孔基本資料檔案及資料紀錄說明(續).....	2-9
表 2-3 鑽孔之試驗資料檔案及資料紀錄說明	2-10
表 3-1 液化危害指數 PL 分級和相應的抗液化措施說明.....	3-9
表 7-1 貨櫃碼頭營運設計使用資料檔案及資料紀錄說明	7-1
表 9-1 板樁構材相關資料表	9-2
表 9-2 碼頭陸上區土壤參數	9-3
表 9-3 各土層地震主動土壓力係數(ka')及被動土壓力係數(kp')..	9-5
表 9-4 各土層土壓力計算表	9-6
表 9-5 各土層對錨碇鋼索力矩計算表	9-6
表 9-6 水平震度係數 $kh=0.12$ 各土層主動與被動破壞角	9-11
表 10-1 各土層參數.....	10-7
表 10-2 棧橋式碼頭基樁耐震能力評估結果	10-10
表 10-3 土壤參數折減係數 DE	10-13
表 11-1 資料庫表單之格式及登錄內容.....	11-1
表 13-1 系統提供各港之輔助功能一覽表	13-20

第一章 前言

1.1 計畫緣起

港灣工程基本資料種類繁多，大致可分為港區地形、土層分佈、港灣設施、碼頭設計、防波堤設計、規畫配置及海氣象等資料。因資料散見於各港不同單位中，查詢調閱甚為不便，本所港研中心已收錄部份資料，利用軟體工具整合建製成查詢展示系統，並開發資料應用模組，以多樣化表現方式呈現，建立友善介面方便使用者操做使用。

本計畫針對地質、結構及海氣象相關資料進行收集整理及補充建置，擴充既有資料架構及資料內容。資料內容包括地質調查、衛星圖資、碼頭堤防斷面設計、海氣象現場調查等，一般資料以向量圖檔、分析圖及統計表型態配合地理資訊展現，可使資料展現介面更具親和性。

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

1.2 資料建置之重要性

大凡建築工程之規劃設計，皆以搜集環境特性資料為第一要務；而大型的港灣工程，其橫跨之區域動輒數公里以上，區域內的地質及海氣象資料之獲得，乃為最基本之規劃依據。若有完整的港區工程基本資料庫，則港灣建設在工程規劃階段，將可以節省龐大的經費、時

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

1.3 資料處理層級

一般對大量資料的處理可區分為三個層級，即規格化、系統化及應用性，對本研究而言，個項資料因提供單位不同，其表格及內容亦有差異，是故資料處理的第一個步驟即是妥善規劃港區的各项資料，訂定統一表格，使各種不同的資料經過整理而達同一規格。

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

- (1)建立港區基本地圖資料系統。
- (2)建立港區工程環境資料系統。
- (3)展示港區相關資料。
- (4)應用資料並撰寫分析程式。

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

1.4 資料建檔目的

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

電腦化的建檔方式能做大量而有系統的資料儲存工作，並可提供快速且有效的查詢作業服務，真正達到資料共用共享的益處，且未來新的資料又可迅速的補充，使資訊的流通更為便捷。相關資料及查詢系統建置完成後可達到下列目的：

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

1.5 資料建置工具-地理資訊系統

本研究計畫使用港區地圖，在地圖上標示地質碼頭等資料之分佈位置，利用點選方式查詢資料屬性，以圖文方式展示資料內容。以此方式來建置並展示資料，最佳選擇應是地理資訊系統 (Geographic Information System)。地理資訊系統簡稱 GIS，是一套應用電腦來處理地理相關資料的資訊系統，可視為一套電腦資訊的處理軟體。地理資訊系統之父 Tomlinson 曾說，地理資訊系統並不是一個獨立的研究領域，它是資訊處理與各種空間分析技術運用領域之間共同基礎。也因它涵蓋了多種領域的技術，所以要給予一個明確的定義也相當困難。一般而言，都認為 GIS 是一種資訊工具或資訊系統，可用來儲存及處理各種類型的空間資料，並給予適當的運用。國內學者施保旭曾表示：GIS 的精神，在於它能將針對空間個體所得到的各種不同資訊加以整合。他也以軟體工具箱的角度，對 GIS 提出一個概括性的定義，他認為 GIS 乃是一組軟體，它可以使我們：

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

以及

5. 前述工具針對特定應用加以組合調適所得的應用系統。

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

1.6 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。

1.7 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。

1.8 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連結 (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。

1.9 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。

1.10 建檔附屬系統

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

1. 在數據資料庫之建立上，我們採用 MS FoxPro 及 MS Access 來建立基本表格檔。
2. 在影像檔案之輸入及編輯上，我們採用 Imagepals 影像軟體及掃描儀加以輔佐。
3. 基本地圖檔案係取用內政部資訊中心之基本圖檔，再利用 Auto CAD 軟體作圖檔轉入編輯，依據各港區所需的圖幅範圍結合成單一圖檔，再轉入 MapInfo 內使用。
4. 外建資料的傳送，係透過內部網路系統，將各資料送回 MapInfo 工作主機上，再將 FoxPro 及 Imagepals 所建立的檔案，轉成 MapInfo 的內部檔案，在 MapInfo 系統內加以聯結使用。

第二章 資料處理及系統建置

2.1 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。

2.2 地圖座標系統

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)。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)。

TWD67 與 TWD97 的定義如下：

一、TWD67：

1. 參考橢球體採用 1967 年新國際地球原子(GRS67)如下：

(1)長半徑: $a=6378160$ 公尺

(2)短半徑: $b=6356774.7192$ 公尺

(3)扁率: $f=(a-b)/a=1/298.25$

2. 大地基準點以南投埔里之虎子山起算：

(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 $\alpha=323^{\circ} 57' 23.135''$

3. 高程基準面：

(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。

4. 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。

二、TWD97：

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：
 - (1) 長半徑 $a=6378137$ 公尺
 - (2) 短半徑: $b=6356752.3141$ 公尺
 - (3) 扁率 $f=1/298.257222101$
3. 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。
4. 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。

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，故本報告即以此系統，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，本所也當收集港區新標準圖檔，配合新規範逐步修改暨有資料。

2.3 資料貯存架構及容量

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，需各自存放於不同資料夾內，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。由於八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，至少需具有 1.2Gb 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，所建置之資料皆貯存在資料夾<Harbor-1>下，以八個子資料夾分別存放八大港區相關資料，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。

2.4 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 Whrldata.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。

2.5 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。

2.6 液化分析之應用

地理資訊系統，除了整理典藏珍貴資料，及快速便捷的查詢展示外，也應對所典藏的資料提供分析應用的能力。對於地處環太平洋地震帶的臺灣，港灣結構物的最大破壞力乃為烈震強浪所帶來的強烈衝擊及其延生的土壤液化、變形等現象。對於地震這類不可預知的天然災害，若能事先確知那些地點於地震時較可能受創，當可事先採取適當之防範措施，因此，對臺灣各港區而言，建立完整的土層分佈地質資料庫，及利用軟體工具來展繪各鑽孔的可能液化程度，可提供工程人員設計參考，以期達到災害防治的目的(賴、謝，2000；謝，2002)。

本研究之液化分析，採用安全係數評估法及機率分析評估法。安全係數評估法採用美日等不同學者的建議方法，包括(a)Seed 簡易經驗法、(b)新日本道路橋經驗法，(c)Tokimatsu & Yoshimi 經驗法及(d)Lai 判別分析安全係數模式。機率分析評估法採用 Liao et al.的迴歸模式進行分析及 Lai 的判別分析機率模式。液化可能深度一律計算至地表下 20m。各方法簡略說明如下：

2.6.1 Seed 簡易經驗法

本法先由 Seed 和 Ldriss (1971)提出，其後根據震災經驗法，Seed 等

人(1983)提出修正，考慮平均粒徑 D50 的影響，但 Seed 等人(1985)則將 D50 之影響改為細粒含量(FC)之影響，而 1997 年 NCEER Workshop 再予修正(Roberson and Wride, 1998)。

2.6.2 日本道路橋樑經驗法（簡稱 NJRA 法）

日本道路橋樑經驗法（日本道路協會，1996；陳、林，2000）為日本阪神地震後，日本道路協會將此次地震液化經驗及學者相關研究結果整合後，重新擬訂新的土壤液化潛能分析方法，簡稱 NJRA 法，包含重新探討需要進行液化評估的土壤種類，直下型近震及板塊型遠震之地震力，重訂抗液化強度的計算方法等。

2.6.3 Tokimatsu & Yoshimi 經驗法（簡稱 T&Y 法）

本法為東京工業大學 Tokimatsu 與 Yoshimi（1983）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。

2.6.4 Lai 判別分析安全係數模式及機率分析模式

本法為賴聖耀(賴，2003;Lai et al., 2005)利用判別分析(discriminant analysis)方法，為一本土化液化分析模式，此法乃依據所收集的 592 組國內外案例數據，(包括 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分析模式，包括安全係數及機率分析兩種模式。

2.6.5 Liao et al.機率分析法

本研究之液化機率分析採用邏輯迴歸法(Logistic Regression Method)(賴，1990)，本法係以邏輯轉換(Logit Transformation)及最大似

然性法(Maximum Likelihood)之推定分析，將液化機率 PL 表示成地震力參數及土壤特性參數之函數。Liao et al.蒐集震災地區共 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(Liao et al., 1988)，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。

表 2-1 碼頭設計使用資料檔案及資料紀錄說明

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

表 2-2 港區各鑽孔基本資料檔案及資料紀錄說明

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

表 2-2 港區各鑽孔基本資料檔案及資料紀錄說明(續)

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

表 2-3 鑽孔之試驗資料檔案及資料紀錄說明

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

第三章 地質資料更新建置及分析模組查詢展示

3.1 地質資料補充更新概況

本研究近兩年收集澎湖馬公港地質鑽探資料，經篩選彙整後，取出合用資料加以數化，建製成資料表單。上年度已數化 86 孔，而所建資料經核對後，發現皆只建置表層十幾米的土層資料，接續之岩層資料皆未建置。察馬公港鄰近地層皆明顯分為上土層及下岩層，上部土層軟弱而下層為堅硬的玄武岩，岩層調查厚度有達 35.3 米者，如圖 3.1 所示編號 MG_087 之鑽孔。若只建置土層資料，易導致查閱資料者忽略下部具有堅硬的基盤。故本年度增補既有資料，並新增港局大樓附近 14 孔鑽探，合計共 100 個鑽孔資料，全數匯入本所港研中心所開發的「港區工程基本資料查詢展示系統」中。資料增補前之鑽探柱狀圖如圖 3.2 所示，資料增補後之鑽探柱狀圖如圖 3.3 所示，全部鑽孔分佈位置如圖 3.4 所示，其中藍色點位為修正及增補資料的 86 孔，紅色點位為新建的 14 孔，鑽探累積深度總計達 1,592 公尺。

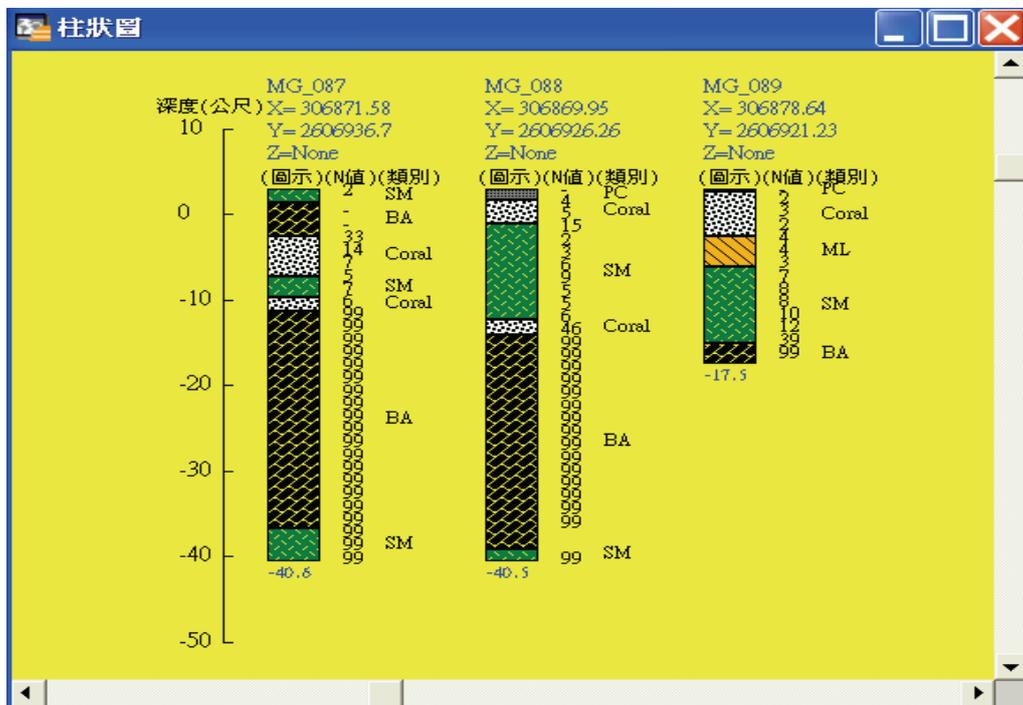


圖 3.1 馬公港鑽孔資料展繪圖(類別符號 BA：玄武岩)

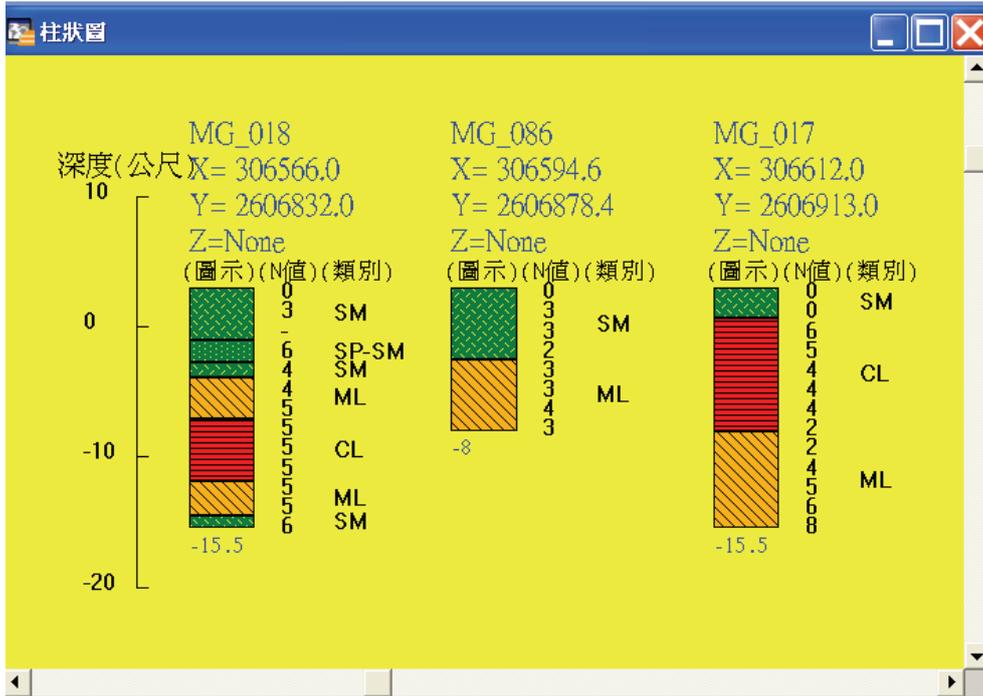


圖 3.2 馬公港資料未修正前之 1 號碼頭附近鑽孔柱狀圖

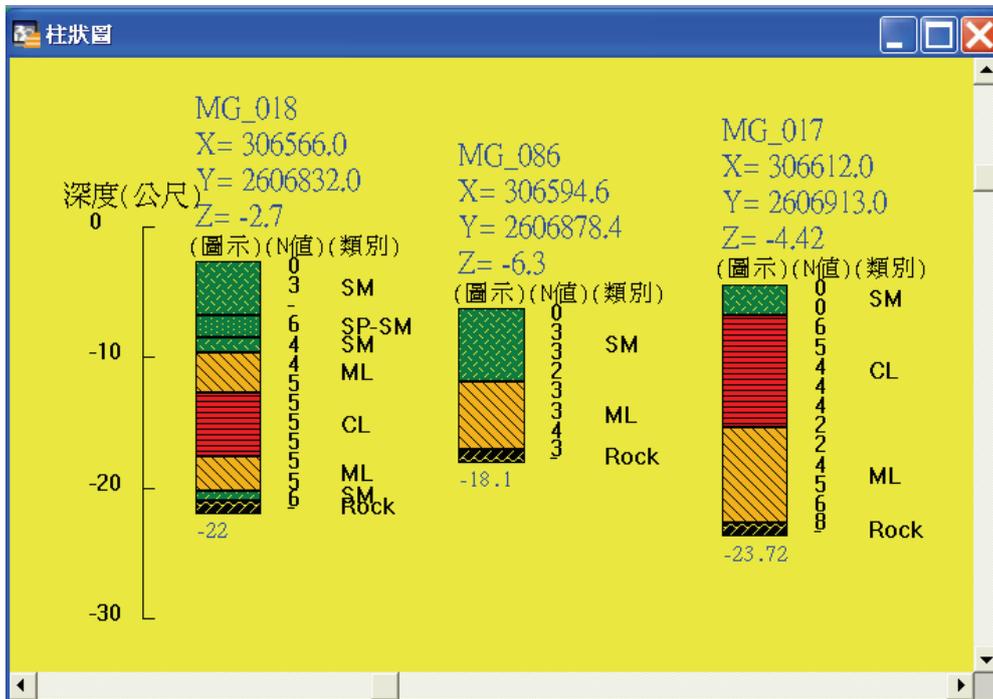


圖 3.3 馬公港資料修正後之 1 號碼頭附近鑽孔柱狀圖



圖 3.4 馬公港及附近海域增補(圓點)及新建(方點)鑽孔位置分佈圖

3.2 查詢系統操作程序

港研中心歷年所建置的地質資料及各項液化分析查詢模組，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)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.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「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。

3.3 馬公港地質鑽探資料及液化分析查詢說明

3.3.1 進入查詢系統

1. 按照 3.2 節程式操作程序 1 至 3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕視窗會展繪出臺灣全島地圖與主要港區的標示位置，如圖 3.5 所示。
2. 將滑鼠遊標移至馬公港標示區內，按滑鼠左鍵，可叫出馬公港區基本地圖圖層，如圖 3.6 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 3.6 也展示新設計的主選單「鑽探資料」功能項下拉查詢模式。

3.3.2 地質鑽探資料查詢

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

1. 此選單之第一選項為「顯示鑽孔位置圖」，點選後螢幕主畫面港區地圖上隨即出現各個鑽孔位置之標示符號，該符號為藍色實心圓點。使用者可用滑鼠點選所欲查詢的鑽孔，來查看該鑽孔的報表資料及展繪該鑽孔的柱狀圖。馬公港的鑽探孔位分佈如圖 3.7 所示。
2. 每一鑽孔之鑽探資料，可用文字或圖形方式來展示。文字資料之資料之展示，係設計成一般鑽探資料之報表格式，使用者在鑽孔位置分佈圖上，先利用滑鼠選取所欲查詢的鑽孔，再下拉「鑽探資料」選單，點選第三選項「鑽孔報表資料」，系統會從資料庫內抓取該鑽孔資料，依循鑽探報表格式在一新開視窗上填註各項資料，使用者可由此查獲該鑽孔之各項試驗數據。
3. 鑽探結果之圖形展示，係循鑽探深度將各土層按其類別用不同顏色及圖樣繪製成柱狀圖形式，並標示各深度之錘擊強度值（即 SPT-N 值）。查詢方式仍須先用滑鼠在鑽孔位置分佈圖上選取所欲查詢的鑽

孔，可選單孔作單孔柱狀圖的展繪，也可一次選取多孔作多孔柱狀圖展繪，(使用者只需在選取第一孔後，按住鍵盤<shift>鍵，則可繼續選取其它鑽孔來作多孔展繪)。鑽孔選取完畢，下拉「鑽探資料」選單，點選第四選項「柱狀圖」，再點選柱狀圖展繪排序方式，系統會從資料庫內抓取各鑽孔資料來繪圖，圖 3.8 所示為五個鑽孔由北向南排序之柱狀圖繪製結果。

3.3.3 Liao 液化機率分析成果展示

1. 柱狀圖繪製完畢後，所選取之鑽孔，也可接續來作液化機率分析，以了解在不同強度之地震侵襲下，各個土層發生液化的機率大小。使用者可在「鑽探資料」選單下，點選第五選項「Liao_液化機率分析」，再點選其排序方向，螢幕隨即出現一對話框，內含不同地震規模及最大加速度之選鈕，如圖 3.9 所示。在對話框內選取某一地震強度，按確定鈕之後，系統即開啟一新視窗，並在此視窗內繪製所選鑽孔在該地震強度下之液化機率分析圖，如圖 3.10 所示。該分析法係採用 Liao et al.(1988)之邏輯迴歸分析模式，而分析成果圖上採用不同顏色來代表不同分析之結果，藍色代表不會液化之土層，而白色到正紅色之顏色漸層變化代表液化機率由 0 到 1 之漸增變化程度，顏色愈紅代表機率值愈高，該土層愈容易發生液化。
2. 除了每個鑽孔的液化分析外，本研究也對整個港區作全面性的液化危險度分析，使用者可由「鑽探資料」選單下的第五選項「Liao_液化機率分析」，拉出「Lai 全區液化危險性指數分佈分析」次選項，程式會呼叫機率危害度分析模組，將全港區所有鑽孔之危害度求算出來，再呼叫 Surfer 軟體，依據賴聖耀的危險度分類等級，繪製分析成果，如圖 3.11 所示。其中液化危險性指數大於 0.4 者，以紅色展繪；界於 0.2 到 0.4 者，以黃色展繪；而小於 0.2 者，以綠色展繪。使用者可清楚分辨出液化程度高中低等區域分佈情況。

3.3.4 Seed 液化分析成果展示

1. 柱狀圖繪製完畢後，所選取之鑽孔，可接續來作液化分析，以了解在不同強度之地震侵襲下，各個土層發生液化的可能。使用者可在「鑽探資料」選單下，點選第七選項「Seed_液化分析」，再點選其排序方向，螢幕隨即出現一對話框，內含不同地震規模及最大加速度之選鈕。在對話框內選取某一地震強度，按確定鈕之後，系統即開啟一新視窗，並在此視窗內繪製所選鑽孔在該地震強度下之抗液化安全係數柱狀圖，如圖 3.12 所示。該分析法係採用 NCCER 修正之 Seed 簡易經驗法 (1997)，在分析成果圖上本系統採用不同顏色來代表不同分析之結果，藍色代表不會液化之土層，紅色代表安全係數小於 1，即會發生液化之土層。綠色代表安全係數大於 1，即不會發生液化之土層。
2. 除了每個鑽孔的液化分析外，本研究也對整個港區作全面性的液化危險度分析，使用者可由「鑽探資料」選單下的第七選項「Seed_液化分析」，拉出「Iwasaki 全區液化危險性指數分佈分析」次選項，程式會呼叫安全係數危害度分析模組，將全港區所有鑽孔之危害度求算出來，再呼叫 Surfer 軟體，依據 Iwasaki 的危險度分類等級，繪製分析成果，如圖 3.13 所示。其中液化潛能指數大於 15 者，以紅色展繪；界於 5 到 15 者，以黃色展繪；而小於 5 者，以綠色展繪。使用者可清楚分辨出液化程度高中低等區域分佈情況。相關液化危害指數 PL 分級，和相應的抗液化措施，說明如表 3-1 所示。
3. 其它分析方法之推估結果，也可依據上述方法查詢而得。

表 3-1 液化危害指數 PL 分級和相應的抗液化措施說明

液化危害指數 PL 分級和相應的抗液化措施					
液化等級	液化危害指數 PL	噴水冒砂特點	由液化引起得建築物震害	抗液化措施選擇原則	
				維生管線、重要機房、重要建物	非重要建物
輕微	<5	無噴水冒現象，池邊有零星水冒砂點	液化危險性小，一般不致引起明顯震害	部分消除液化沉陷，或對基礎和上部結構處理。	不採取措施
中等	5-15	噴水冒砂的可能性很大，多數屬於中等程度的噴水冒砂	液化危險較大，可造成不均勻沉陷或裂開	消除液化沉陷或部分消除液化沈陷，並進行基礎和上部結構處理。	採取部分措施處理
嚴重	>15	噴水冒砂的情形嚴重，地裂縫較多，地表型態發生很大變化。	液化危害性大，一般可使建築物產生 10-30cm 的不均勻沉陷，高重心建築物可能嚴重傾斜。	消除液化沈陷	消除液化沈陷或部分消除液化沈陷，或採用結構處理。

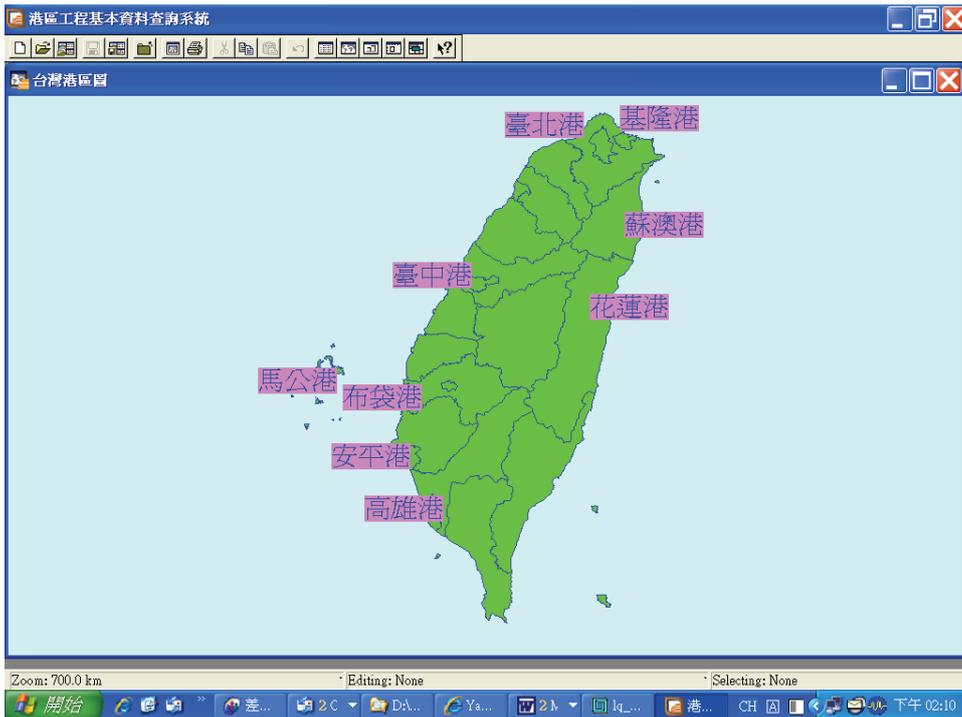


圖 3.5 查詢系統主畫面

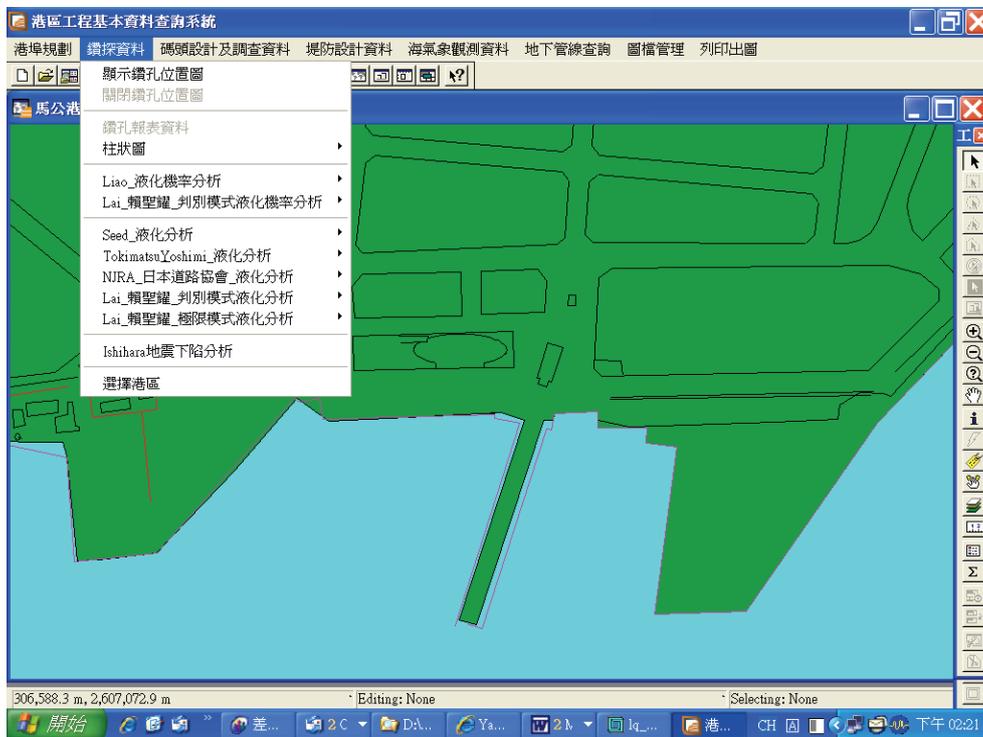


圖 3.6 馬公港區地圖圖層及選單下拉模式



圖 3.7 馬公港區鑽探孔位分佈圖

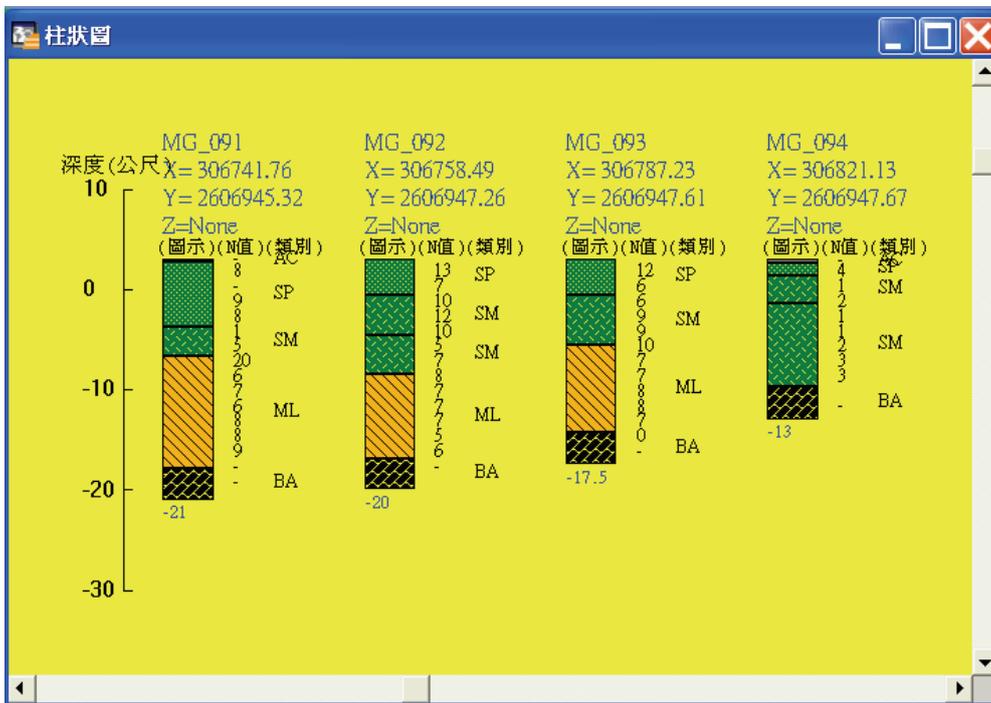


圖 3.8 馬公港區鑽孔柱狀圖

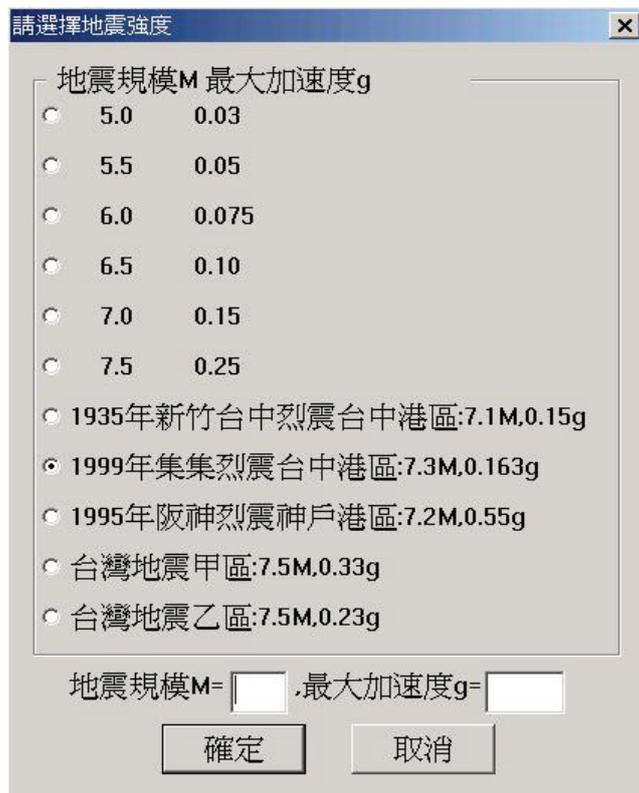


圖 3.9 地震強度選取對話框

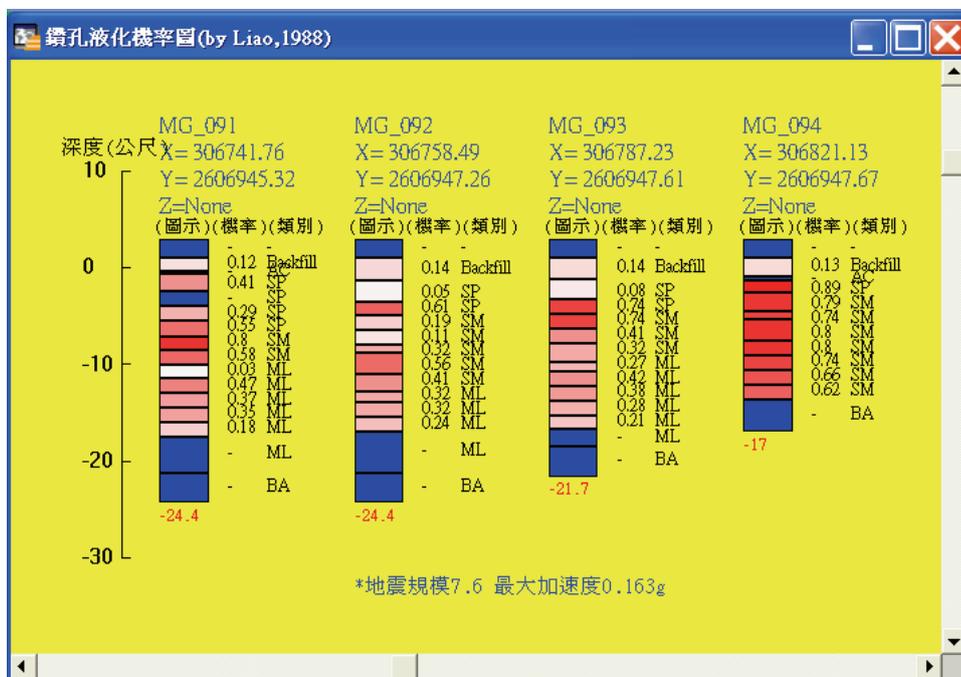


圖 3.10 馬公港區鑽孔 Liao 液化機率分析結果柱狀圖

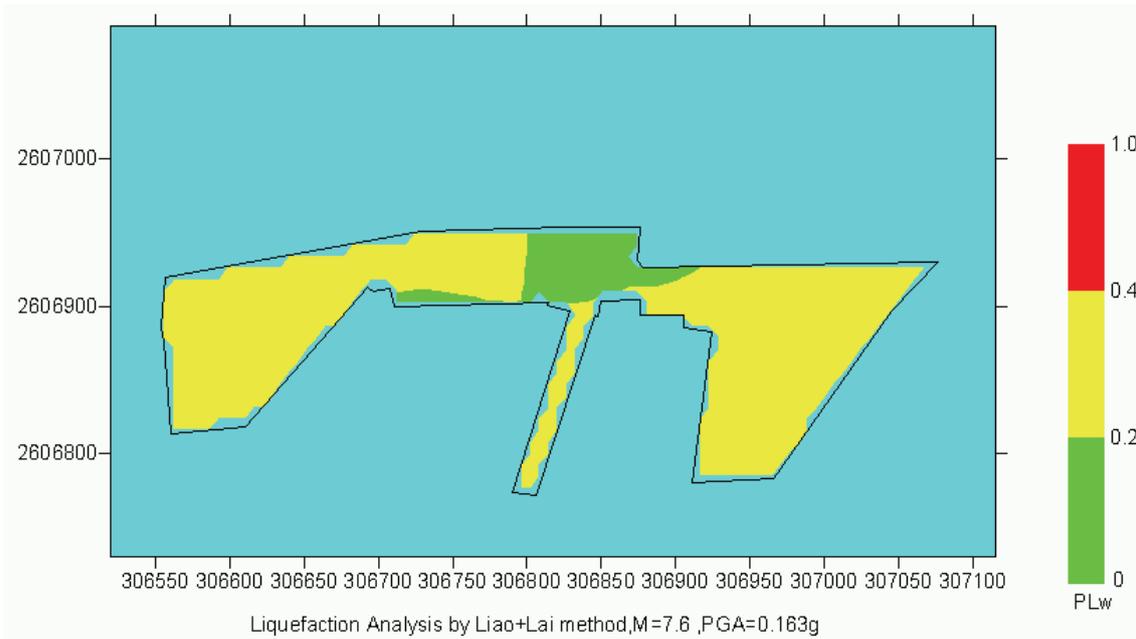


圖 3.11 馬公港區 Liao+Lai 法全區液化危險性指數分佈圖

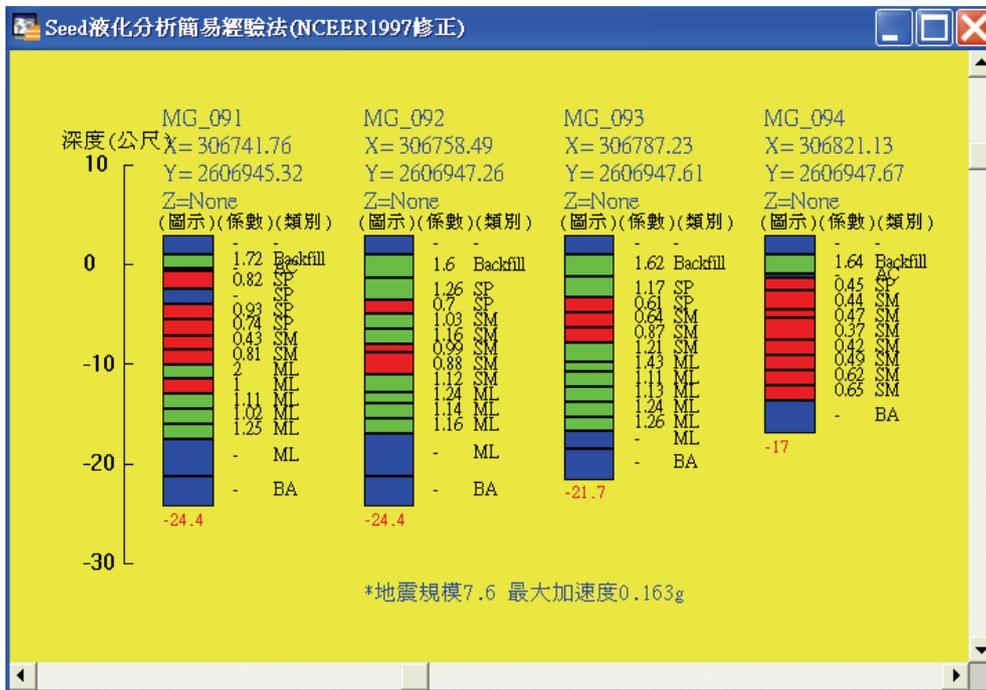


圖 3.12 馬公港區 Seed 抗液化安全係數柱狀圖

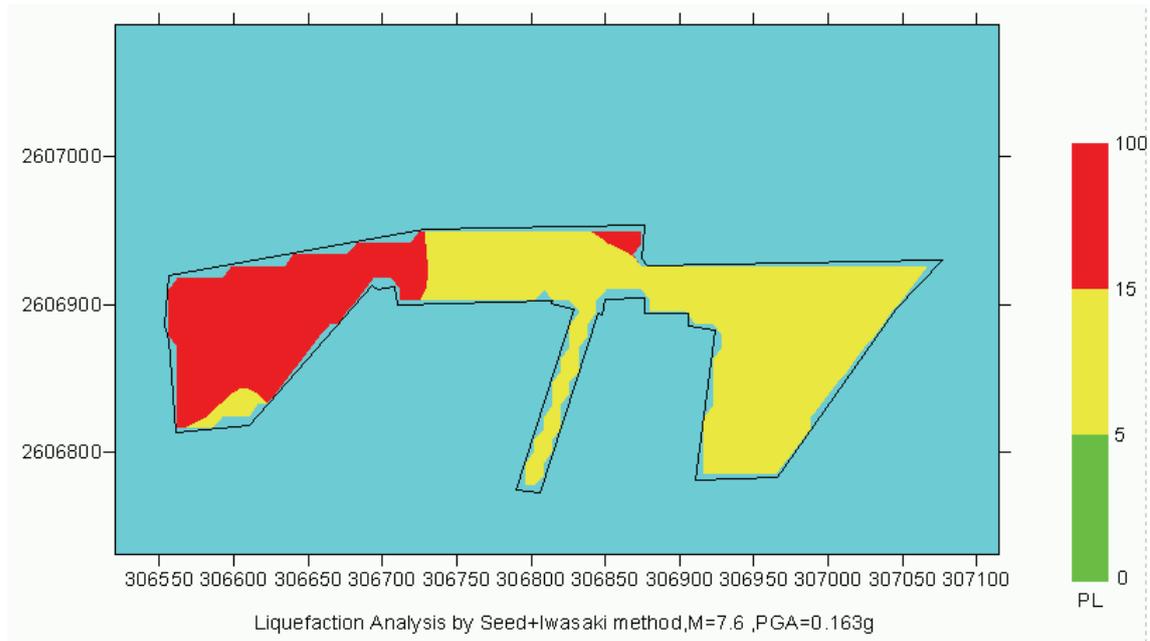


圖 3.13 馬公港區 Seed+Iwasaki 法全區液化危險性指數分佈圖

3.3.5 Lai (賴聖耀, 2003) 本土化液化機率分析成果展示

1. 賴聖耀(2003)所收 921 集集地震及國外液化與非液化案例，利用判別分析(discriminant analysis)方法，發展出以標準貫入試驗(SPT) 評估土壤液化潛能之本土化安全係數及液化機率分析方法。利用 Lai 的方法，在查詢系統上可點取鑽孔來作液化分析，以了解在不同強度之地震侵襲下，各個土層發生液化的機率大小。Lai 液化機率分析方法查詢選單下拉模式如圖 3.14 所示，使用者可在「鑽探資料」選單下，點選第六選項「Lai_賴聖耀_本土化液化機率分析」，再點選其排序方向，螢幕隨即出現一對話框，內含不同地震規模及最大加速度之選鈕，如圖 3.9 所示。在對話框內選取某一地震強度，按確定鈕之後，系統即開啟一新視窗，並在此視窗內繪製所選鑽孔在該地震強度下之液化機率分析圖，如圖 3.15 所示。分析成果圖上採用不同顏色來代表不同分析之結果，藍色代表未做液化分析之土層，而白色到正紅色之顏色漸層變化代表液化機率由 0 到 1 之漸增變化程度，顏色愈紅代表機率值愈高，該土層愈容易發生液化。

2. 除了每個鑽孔的液化分析外，本研究也對整個港區作全面性的液化危險度分析，使用者可由「鑽探資料」選單下，點選第六選項「Lai_賴聖耀_本土化液化機率分析」，拉出「Lai 全區液化危險性指數分佈分析」次選項，程式會呼叫機率危害度分析模組，將全港區所有鑽孔之危害度求算出來，再呼叫 Surfer 軟體，依據賴聖耀的危險度分類等級，繪製分析成果，如圖 3.16 所示。其中液化危險性指數大於 0.4 者，以紅色展繪；界於 0.2 到 0.4 者，以黃色展繪；而小於 0.2 者，以綠色展繪。使用者可清楚分辨出液化程度高中低等區域分佈情況。

3.3.6 Lai (賴聖耀, 2003) 本土化安全係數液化分析成果展示

1. 利用賴聖耀(2003)所發展的本土化安全係數分析方法，在查詢系統上可點取鑽孔來作液化分析，以了解在不同強度之地震侵襲下，各個土層發生液化的可能。使用者可在「鑽探資料」選單下，點選第十選項「Lai_賴聖耀_本土化液化分析」，再點選其排序方向，螢幕隨即出現一對話框，內含不同地震規模及最大加速度之選鈕，如圖 3.9 所示。在對話框內選取某一地震強度，按確定鈕之後，系統即開啟一新視窗，並在此視窗內繪製所選鑽孔在該地震強度下之抗液化安全係數柱狀圖，如圖 3.17 所示。在分析成果圖上本系統採用不同顏色來代表不同分析之結果，藍色代表未做分析（不會液化）之土層，紅色代表安全係數小於 1，即會發生液化之土層。綠色代表安全係數大於 1，即不會發生液化之土層。
2. 除了每個鑽孔的液化分析外，本研究也對整個港區作全面性的液化危險度分析，使用者可由「鑽探資料」選單下的第十選項「Lai_賴聖耀_本土化液化分析」，拉出「Iwasaki 全區液化危險性指數分佈分析」次選項，程式會呼叫安全係數危害度分析模組，將全港區所有鑽孔之危害度求算出來，再呼叫 Surfer 軟體，依據 Iwasaki 的危險度分類等級，繪製分析成果，如圖 3.18 所示。其中液化潛能指數大於 15 者，以紅色展繪；界於 5 到 15 者，以黃色展繪；而小於 5

者，以綠色展繪。使用者可清楚分辨出液化程度高中低等區域分佈情況。

3. 其它分析方法之推估結果，也可依據上述方法查詢而得。

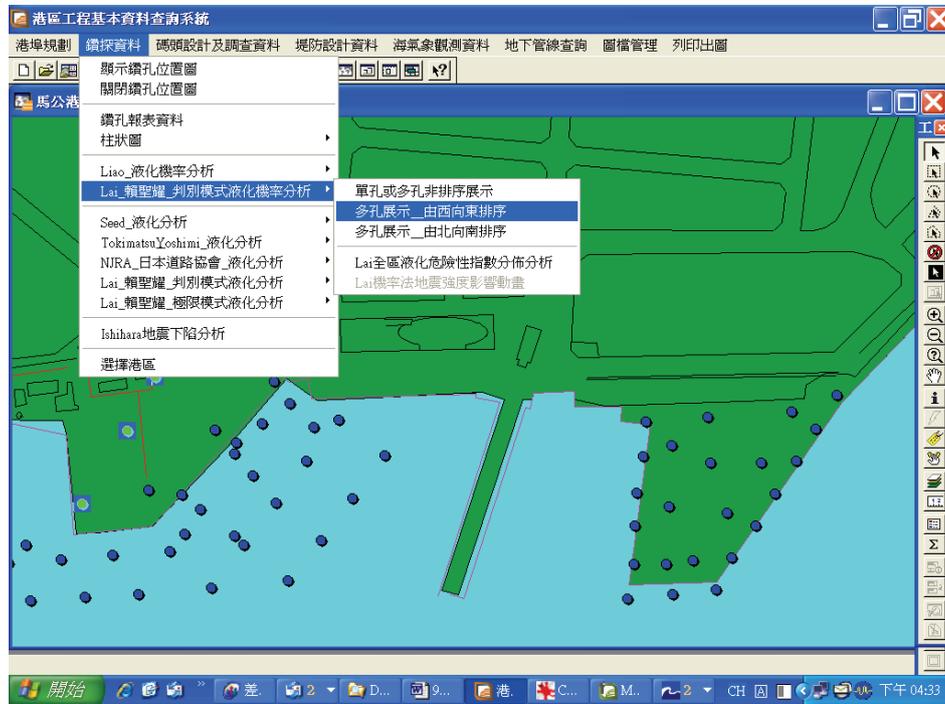


圖 3.14 Lai 液化機率分析方法查詢選單下拉模式

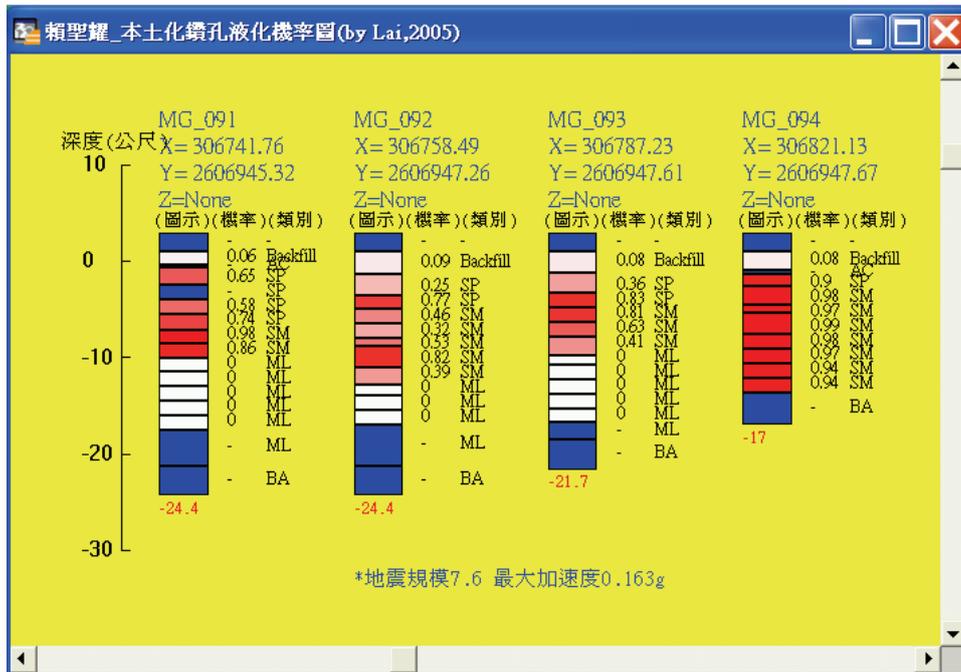


圖 3.15 馬公港區鑽孔 Lai 液化機率分析結果柱狀圖

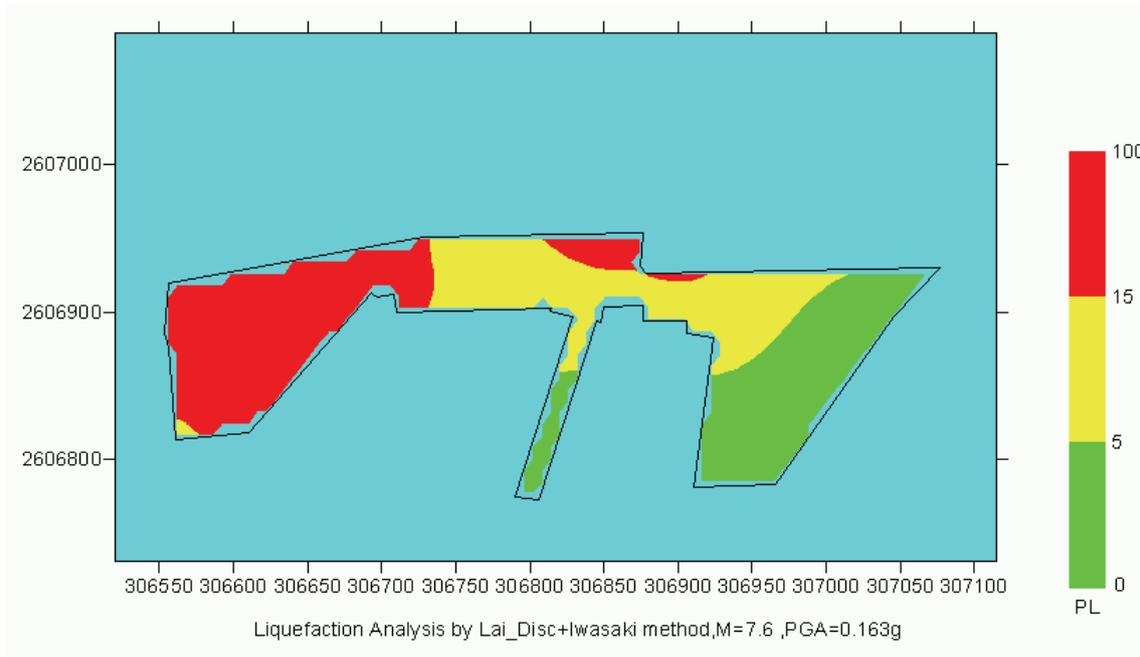


圖 3.18 馬公港區 Lai+Iwasaki 法全區液化危險性指數分佈圖

3.3.7 Ishihara 地震下陷分析成果展示

本研究利用紀雲曜(1997)以回歸分析所求得的 Ishihara & Yashimine 安全係數與最大減應變關係曲線之函數，配合賴聖耀(2002)本土化液化分析所求得的安全係數，來撰寫地震下陷分析程式及下陷潛能繪圖模組，用以展繪不同強度之地震侵襲下，馬公港區因地震發生下陷的可能。使用者可在「鑽探資料」選單下，點選第十一選項「Ishihara 地震下陷分析」，螢幕隨即出現一對話框，內含不同地震規模及最大加速度之選鈕，如圖 3.9 所示。在對話框內選取某一地震強度，按確定鈕之後，系統即呼叫地震下陷分析模組，將全港區所有鑽孔之可能下陷量求算出來，再呼叫 Surfer 軟體，繪製分析成果，如圖 3.19 所示。使用者可清楚分辨出液化程度高中低等區域分佈情況。

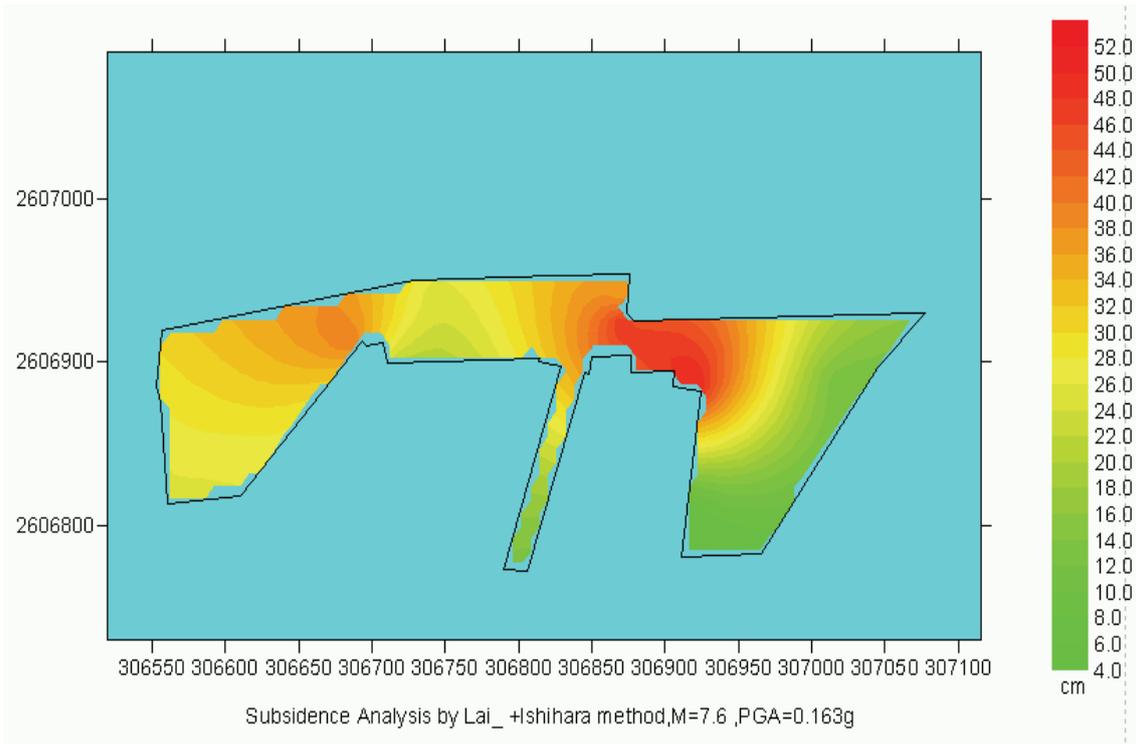


圖 3.19 地震下陷分析成果圖

第四章 震度漸增液化影響模組設計及動畫製作

4.1 震度漸增液化影響動態展示構思

液化災害的評估，不論在單一鑽孔各個土層的危害程度的推算，或擴展到區域性大面積的災害潛勢分析，為讓調閱資料者能快速獲取分析成果，利用軟體工具開發分析展示功能，已是一個可行的方式，本所港灣技術研究中心利用所建港區地質資料庫，已在地理資訊系統上建構相關分析展示模組。但針對大面積的港埠轄區，同一個地震強度下，可能某一區域地質情況已達嚴重損壞，而另一地區可能尚屬安全。為進一步評估隨地震強度的漸增，可能在那幾個強度條件下，地質災害會有比較強烈的變化，或災害面積會有更廣泛的擴展，以供警訊發佈或災害防治，開發震度漸增液化影響動畫的構想於焉成型。

4.2 震度漸增液化影響模組設計規劃

本研究所開發的震度漸增液化影響執行程式，其地質資料來源乃取自本所港研中心所開發的「港區工程基本資料庫」之下的地質資料檔案，故仍需在MapInfo地理資訊系統上執行，所以也利用MapBasic程式語言來開發，程式主模組下劃分十三個副程式，其功能依序說明如下：

- (1) Port_name_Selection 副程式：提供使用者選擇目標港區。
- (2) Analysis_Method_Selection 副程式：提供使用者選擇分析方法。
- (3) Seed_Method 副程式：提供 Seed 液化分析方法。
- (4) Toki_Method 副程式：提供 Tokimatsu & Yoshimi 的液化分析方法。
- (5) NJRA_Method 副程式：提供新日本道路協會液化分析方法。

- (6) Lai_Method 副程式：提供賴聖耀等人所開發的判別分析液化分析方法。
- (7) LaiLimite_Method 副程式：提供賴聖耀等人所開發的極限狀態液化分析方法。
- (8) Calculate_PL 副程式：計算 Iwasaki 的液化危害度指數。
- (9) Seed_Iwasaki_Analysis 副程式：利用 Iwasaki 的液化危害度指數繪製 Seed 方法的液化分析成果圖。
- (10) Toki_Iwasaki_Analysis 副程式：利用 Iwasaki 的液化危害度指數繪製 Tokimatsu & Yoshimi 方法的液化分析成果圖。
- (11) NJRA_Iwasaki_Analysis 副程式：利用 Iwasaki 的液化危害度指數繪製新日本道路協會法的液化分析成果圖。
- (12) Lai_Iwasaki_Analysis 副程式：利用 Iwasaki 的液化危害度指數繪製賴聖耀等人所開發的判別分析法成果圖。
- (13) LaiLimite_Iwasaki_Analysis 副程式：利用 Iwasaki 的液化危害度指數繪製賴聖耀等人所開發的極限狀態法分析成果圖。

液化分析所需的地震規模以定值7.5輸入，而地震尖峰加速度值係利用程式迴圈設計，由0g漸增輸入到0.33g為止。每一尖峰加速度值彙產出一幅分析成果圖，再利用影像處理軟體疊合所有成果圖，匯出成動畫檔案，即可製作出震度漸增液化影響動畫。

4.3 震度漸增液化影響動畫展示

試以賴聖耀等人所開發的判別分析法所得臺中港區震度漸增液化影響動畫，擷取其中10幅來做成果展示，圖4.1至4-10為震度漸增下災害幅員逐漸擴大的序列展現：

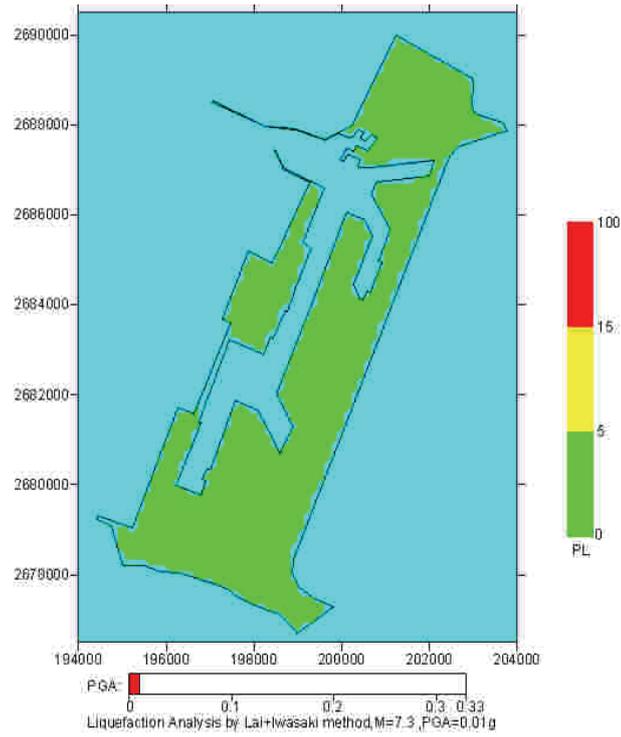


圖4.1 震度漸增液化影響動畫成果圖之一

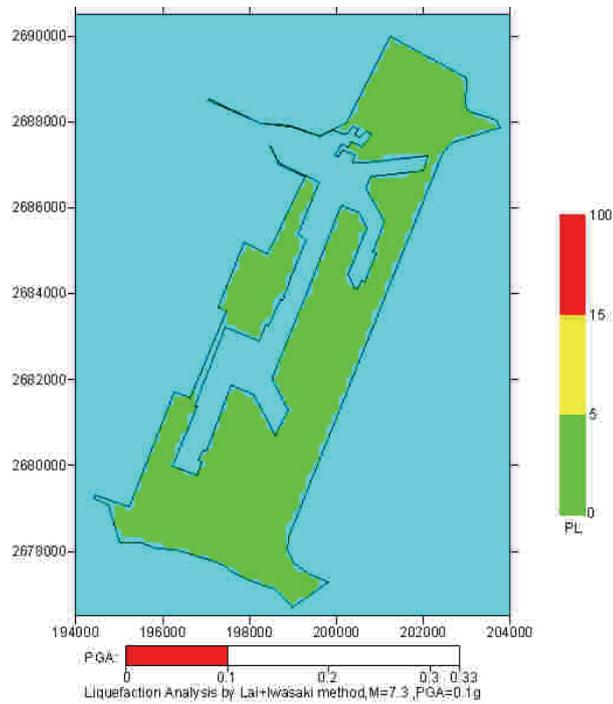


圖4.2 震度漸增液化影響動畫成果圖之二

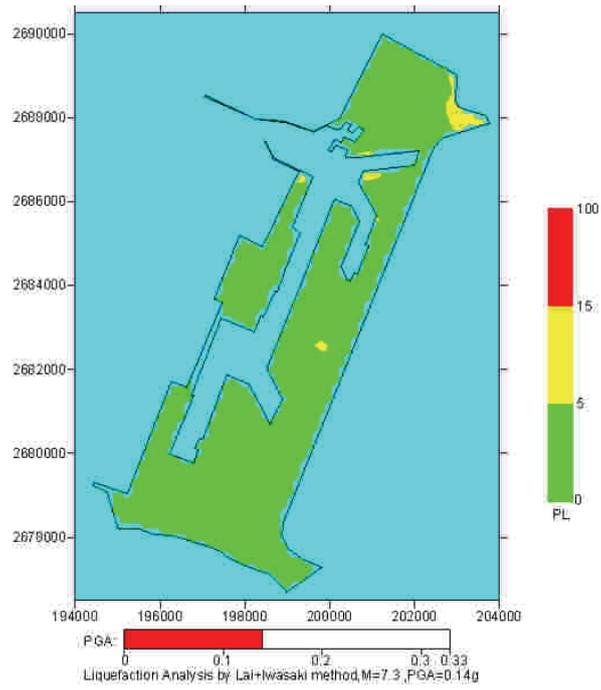


圖4.3 震度漸增液化影響動畫成果圖之三

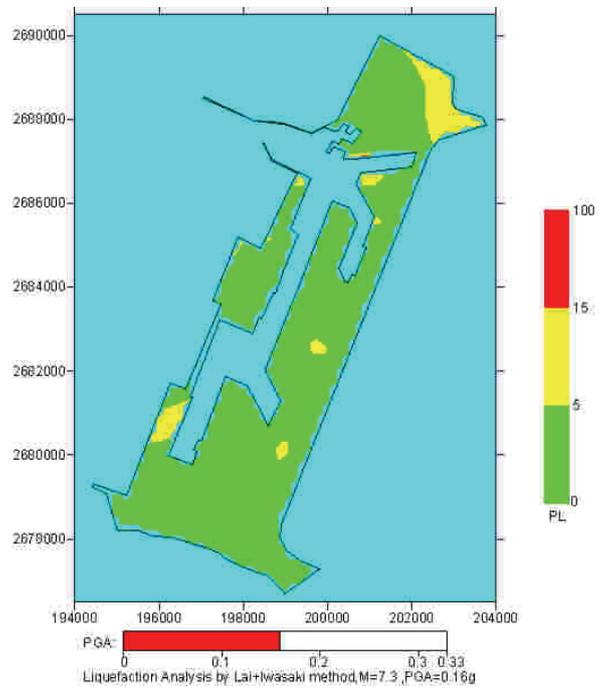


圖4.4 震度漸增液化影響動畫成果圖之四

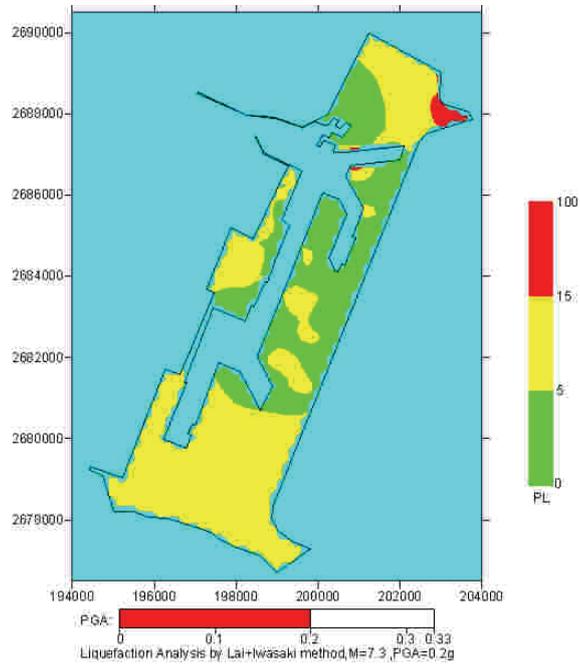


圖4.5 震度漸增液化影響動畫成果圖之五

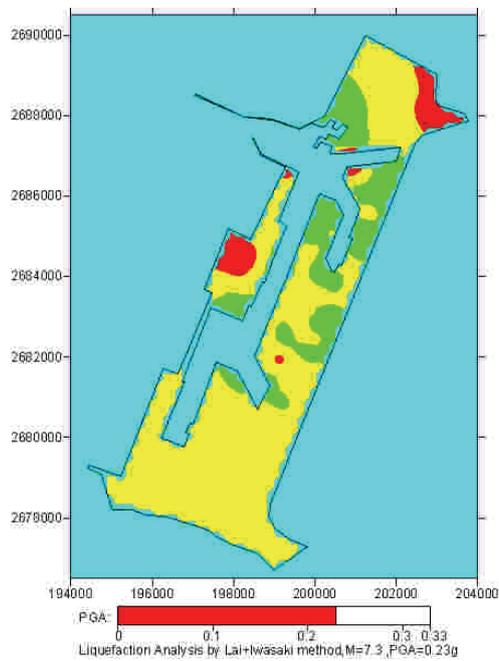


圖4.6 震度漸增液化影響動畫成果圖之六

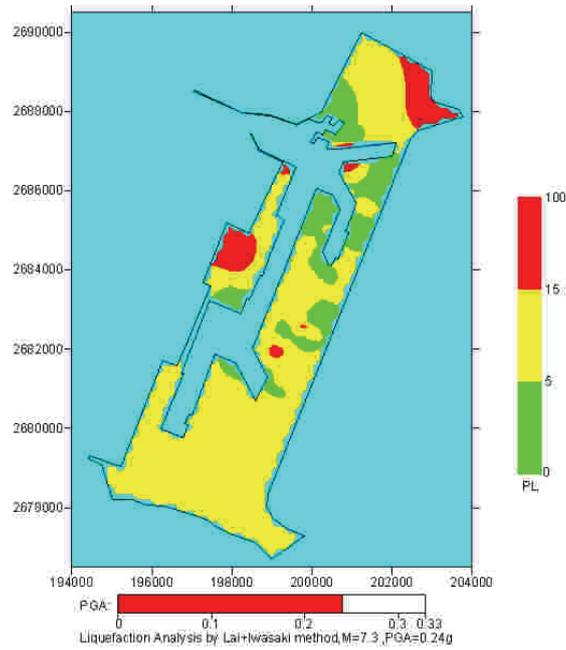


圖4.7 震度漸增液化影響動畫成果圖之七

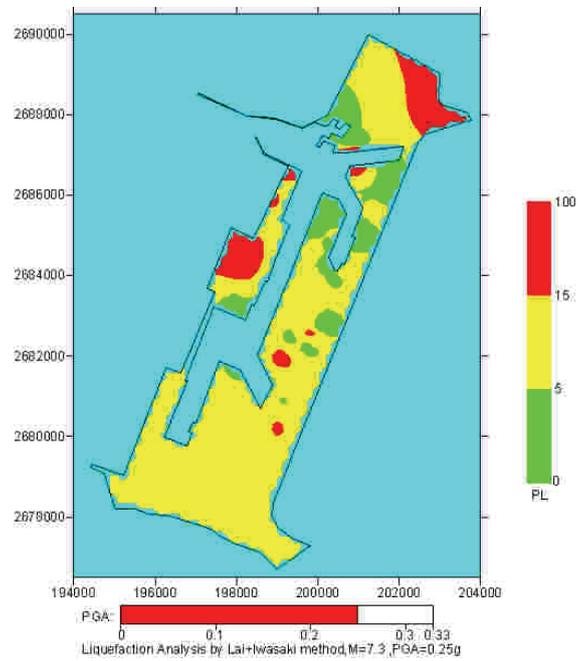


圖4.8 震度漸增液化影響動畫成果圖之八

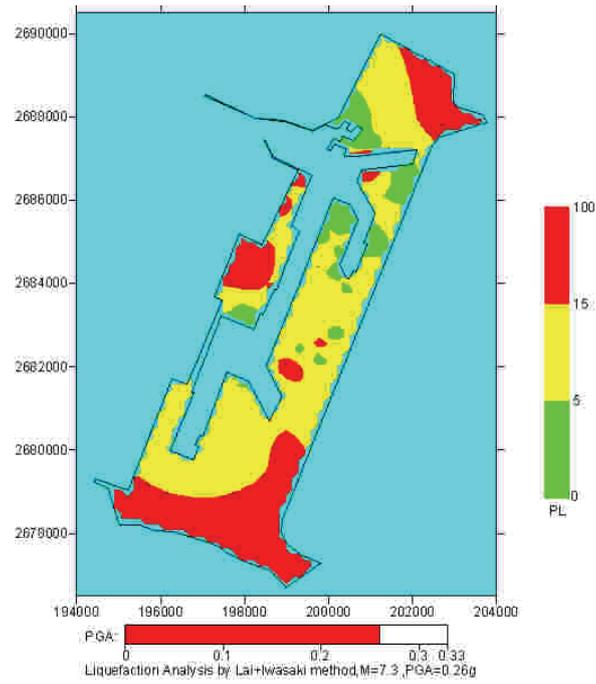


圖4.9 震度漸增液化影響動畫成果圖之九

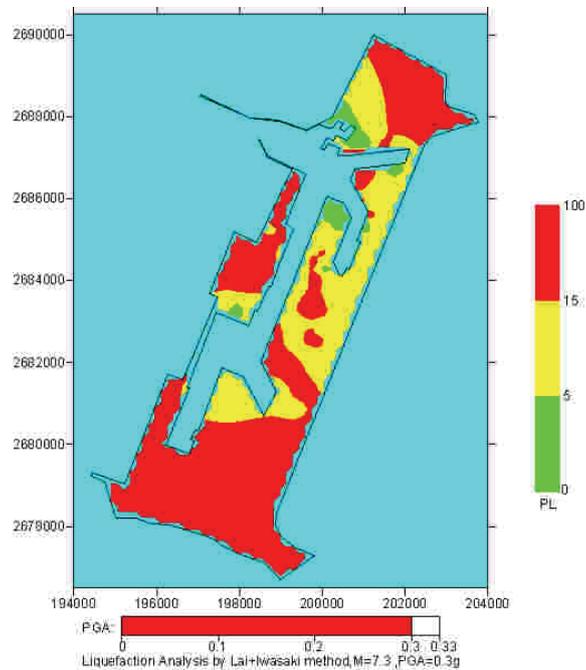


圖4.10 震度漸增液化影響動畫成果圖之十

第五章 碼頭資料更新建置及分析模組查詢展示

5.1 碼頭資料補充更新概況

本所在各港區碼頭堤防等重要結構物的資料庫建置上，係從臺中港相關資料起手作業，經收集彙整後將可用資料數化建檔，並利用地理資訊系統工具開發查詢展示功能，待此雛型模組成型後，再沿用此作業模式至其它港區進行同類資料之開發建置，因此，臺中港區之資料係屬整體資料庫中最老舊之資料。在上年度已建置完交通部所轄九大港基本資料庫後，接續作業當就老舊資料進行檢核及更新，以使資料庫更臻完備。

本研究從新收集比對臺中港區碼頭資料，發現有13座碼頭資料需更新修正，有4座碼頭資料需新建。修正的12座碼頭資料包括1號、2號、3號、4號、4A、西3、西4、西6、西7、101號、102號、103號、104號等碼頭，這些碼頭分佈位置如圖5.1上所標示為紅色之碼頭。其中西3、西4、101號、102號碼頭是因檔案量過於龐大，在全幅展示時會有資料線段漏失等現象，經查係因原圖由AutoCAD製作，再轉成MapInfo檔案，其CAD圖上的中文字係舊的字型碼(如魯班字型)，該文字轉成MapInfo檔案時，每一筆劃都會炸開成一線段，中文字若太多，炸開後檔案量就會變得很大。修正之方法係將中文字都以視窗中文重新輸入，如此則每一列中文註解都變成一個字串，再重新壓縮存檔後，檔案量即大為降低。其餘碼頭皆有部份資料圖形與新資料不相符的現象，可能是當初誤把設計圖當成竣工圖，或是繪製向量檔時描繪時所引發的錯誤。另所新建資料的4座碼頭包括：#4B、20號、21號及西7碼頭，這些碼頭分佈位置如圖5.2上所標示為紅色之碼頭。

以臺中港2號碼頭斷面圖更新前後做比較，圖5.3為原斷面圖，圖5.4為更新斷面圖，發現碼頭面軌道基座、沉箱後方之濾層鋪設、回填卵石或攪碎之回收料混合層之斜坡皆有所改變。另新增資料的碼頭以北碼頭區之#4B為例，展列如圖5.5所示。



圖5.1 資料修正之碼頭(標示為紅色者)分佈位置圖

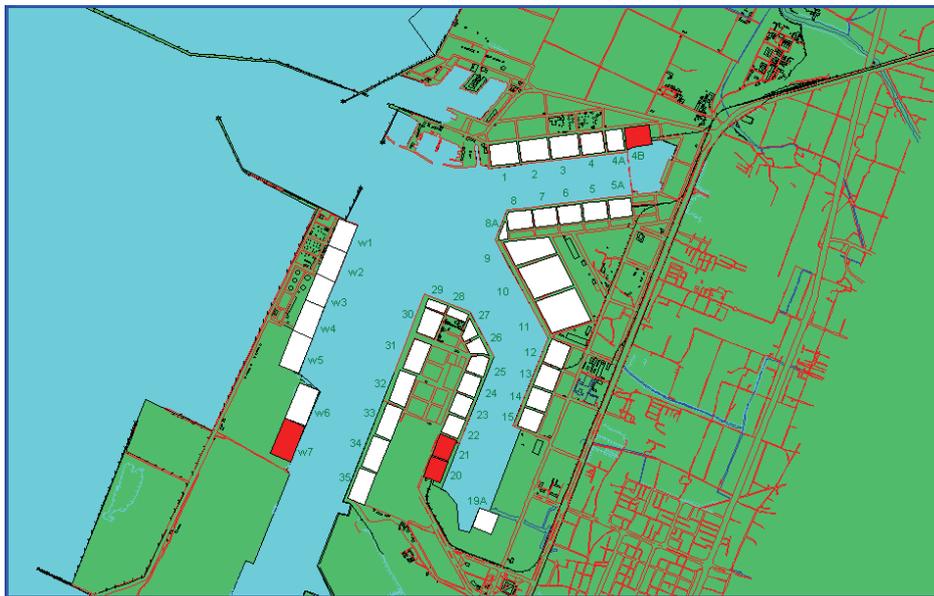


圖5.2 新建資料之碼頭(標示為紅色者)分佈位置圖

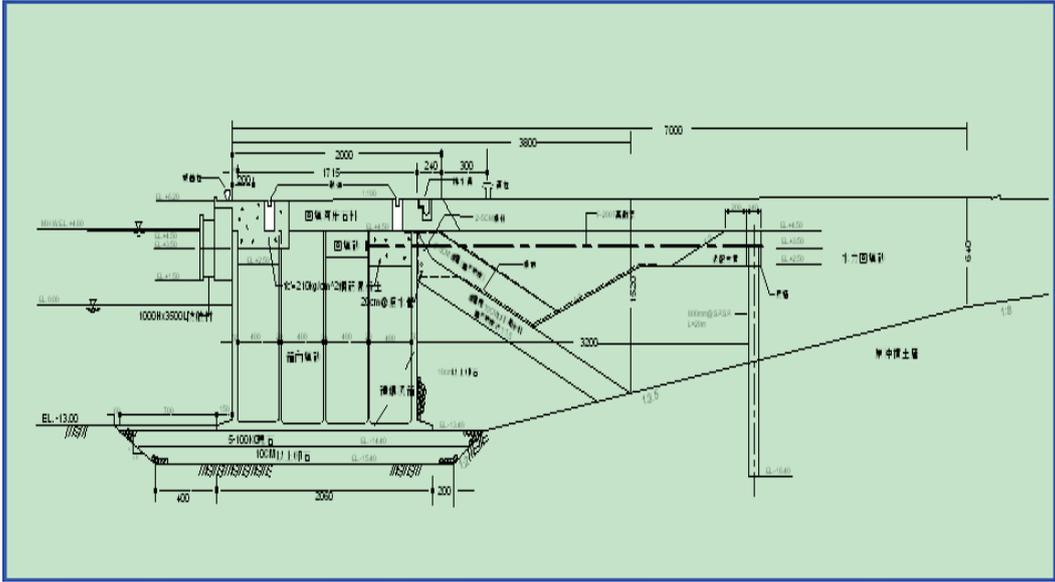
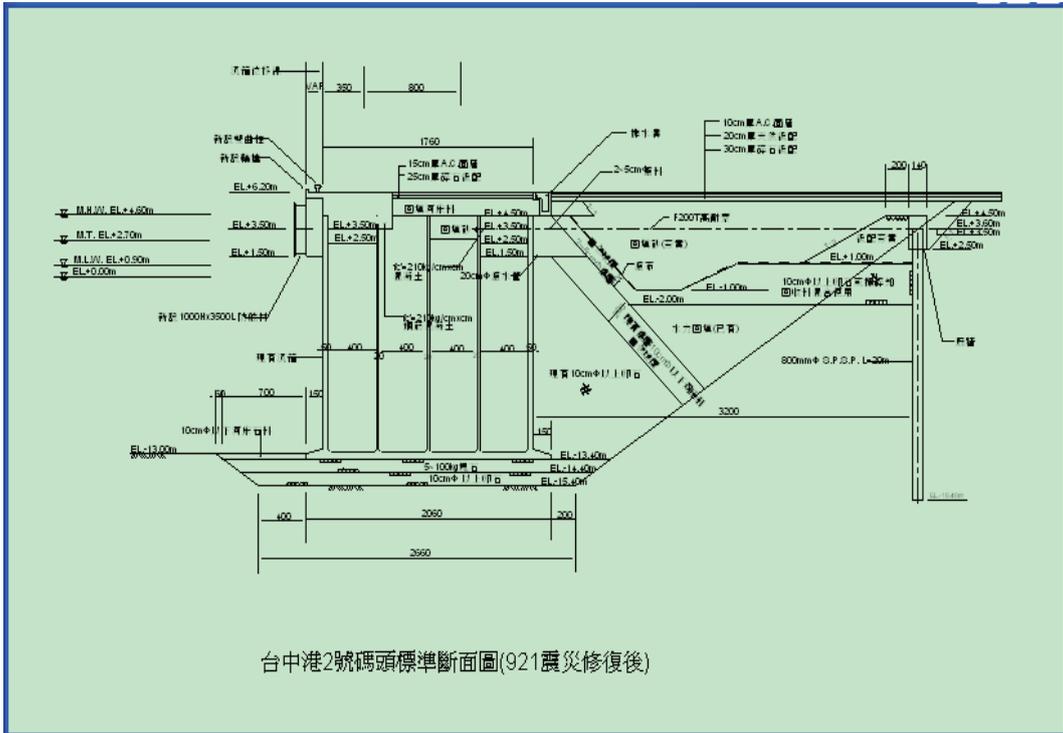


圖5.3 臺中港2號碼頭原斷面圖



台中港2號碼頭標準斷面圖(921震災修復後)

圖5.4 臺中港2號碼頭更新斷面圖

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.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 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。

5.3 臺中港碼頭設計及調查資料查詢說明

5.3.1 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 3-5 所示。
2. 將滑鼠遊標移至臺中港標示區內，按滑鼠左鍵，可叫出臺中港區基本地圖圖層，如圖 5.6 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。而圖 5.7 也展示所設計的主選單「碼頭設計及調查資料」功能表單下拉模式。

5.3.2 碼頭設計及調查資料查詢

查詢系統的第三主選單「碼頭設計及調查資料」，可查詢港區內部

的碼頭設計及腐蝕調查、貨櫃營運等資料，此選單之下計有二十二個選項，主要內容及查詢方式如下：

1. 此選單下拉後之第一選項為「顯示碼頭位置圖」，點選此選項後螢幕港區地圖畫面上隨即出現各個碼頭之分佈位置圖，每一碼頭(含後線)位置都以白色區塊展示。臺中港的碼頭位置分佈如圖 5.8 所示。碼頭位置分佈如圖顯示後，「碼頭設計及調查資料」選單底下所附屬的第三選項：「展示碼頭使用功能」選項，才會由啟始的無效狀態轉變為可點選的有效狀態。
2. 點選第三選項「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。臺中港的碼頭使用功能主題圖如圖 5.9 所示。
3. 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。
4. 再點選第四選項「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。
5. 當點選碼頭分佈位置圖之任一碼頭時，該碼頭區會被紅色斜紋所遮罩，此時「碼頭設計及調查資料」選單底下所附屬的第六選項：「碼頭設計斷面圖」選項，才會由啟始的無效狀態轉變為可點選的有效狀態。點選第該選項後，系統會自動開啟一新的視窗，展繪出該碼頭之斷面圖，如圖 5.10 所示。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。
6. 其它碼頭之設計斷面圖或文字描述資料，也可依照上述方法查詢而得。



圖 5.8 臺中港區碼頭位置分佈圖

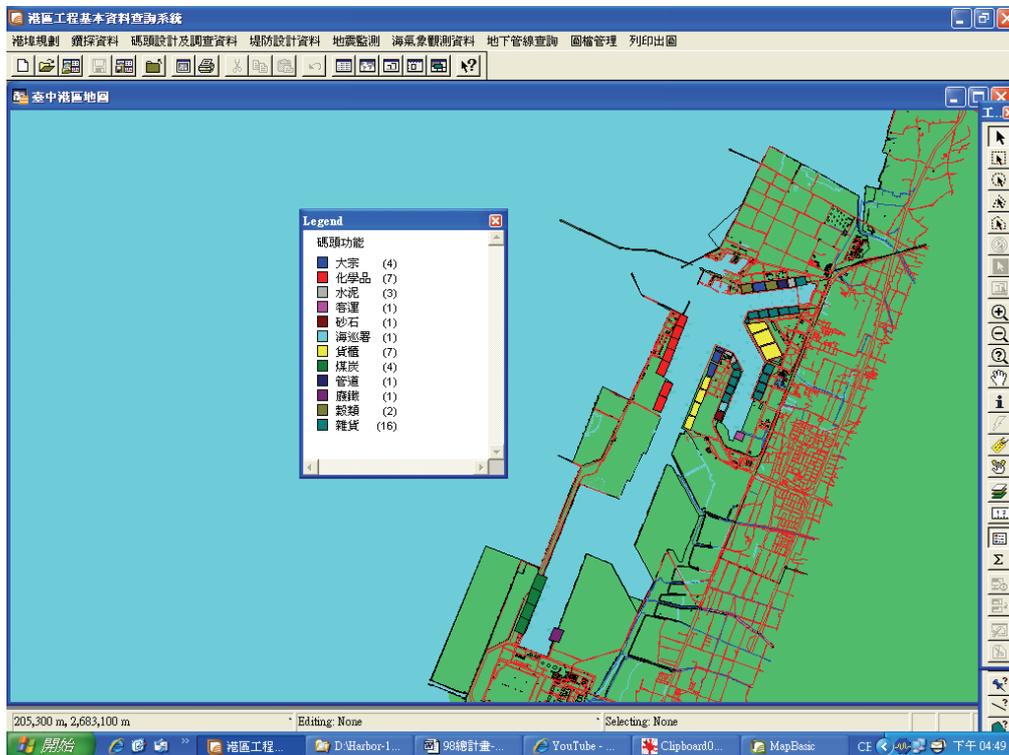


圖 5.9 臺中港區碼頭使用功能主題圖

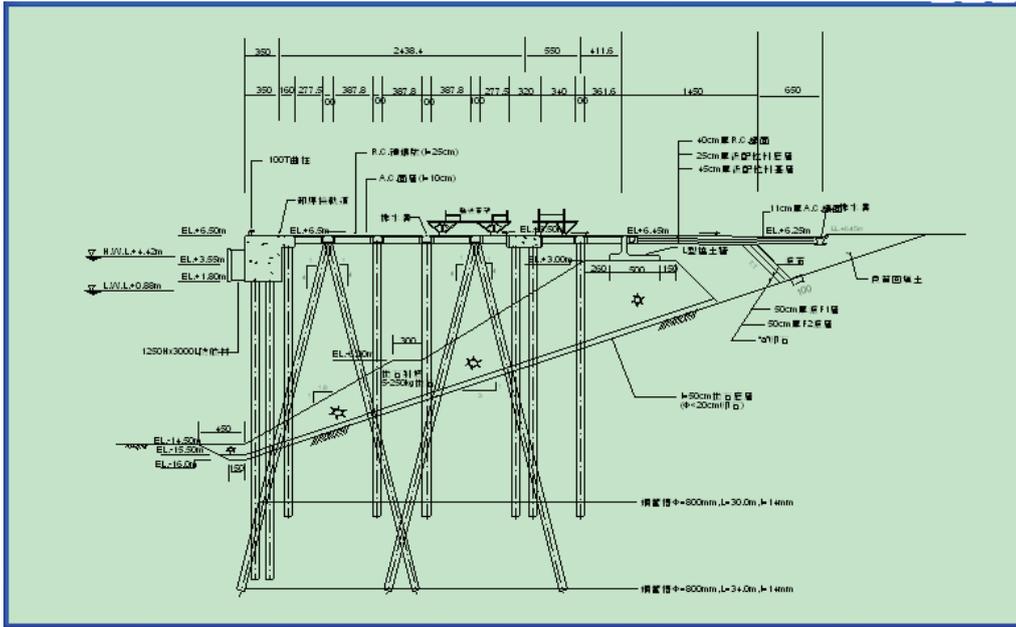


圖 5.10 臺中港區碼頭斷面圖之一

第六章 腐蝕資料更新建置及分析模組系統展示

6.1 碼頭鋼板樁腐蝕資料更新建置概況

本研究彙整本所港灣研究中心於民國 94 年 5 至 6 月所調查的澎湖馬公港碼頭鋼板樁腐蝕資料，將調查所得資料加以數化，建製成資料表單，再匯入資料庫中。調查範圍涵蓋馬公港 6 號、7 號、8 號等三座碼頭，分佈位置如圖 6.1 所示之紅色區域。

馬公港 6、7、8 號碼頭原屬為長 185 公尺，水深為 -3.5 公尺之疊石岸壁橫式碼頭之部份，民國 81 年向南填築 8,800 平方公尺之新生地，改建為棧橋式鋼管樁碼頭，設計水深為 -7.5 公尺。潮汐帶部位之鋼管樁以混凝土保護，海中帶採用犧牲陽極塊法作為防蝕措施，每列打設 4 至 5 排鋼管樁，管壁原始厚度為 12mm。幾乎靠陸側之 4 排鋼管樁都以導電線焊接連通，以使陽極塊提供之保護電流能互相支援。因靠陸處之鋼管樁安裝導電網，故只能在靠海側水深較深的前兩排施作檢測，每支測樁依其所處實際水深，檢測水下深度 -1.5 m、-2.0 m、-2.5 m、-3.0 m、-3.5 m、-4.0 m 等位置，各測樁也依其海床高低各取 4 至 6 個不同水深測點。

6 號碼頭包含轉角(與 5 號碼頭銜接段)全長約 120 公尺，分四個調查區(轉角及北中南四區)共選取 42 支樁為測樁，各檢測水深之平均腐蝕速率在 0.03 至 0.05 mm/yr. 之間。7 號碼頭全長約 56 公尺，分兩個調查區(東區及西區)共選取 42 支樁為測樁，各檢測水深之平均腐蝕速率在 0.04 至 0.05 mm/yr. 之間。8 號碼頭全長約 140 公尺，分兩個調查區(南區及北區)共選取 10 支樁為測樁，各檢測水深之平均腐蝕速率在 0.04 至 0.05 mm/yr. 之間。本研究將此 94 支測樁調查資料數化建檔，匯入資料庫中，再利用程式語言撰寫查詢展示功能，於系統上提供使用者調閱查詢。而馬公港腐蝕速率計算，係從民國 81 年建構起算，至民國 94 年 5 至 6 月調查時候，以此 13.5 年的時間，與損失厚度相除來得其年平均腐蝕速率。

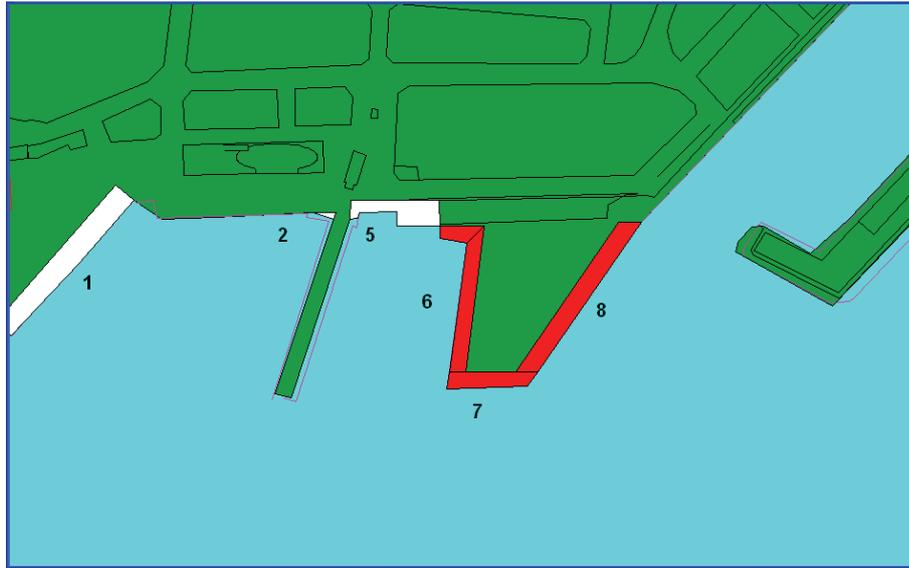


圖 6.1 馬公港鋼管樁腐蝕調查分佈位置(紅色區域)

6.2 系統操作程序

本研究所建置的港區鋼板樁檢測資料及新開發的查詢模組，係架構在本中心所開發的「港區工程基本資料查詢展示系統」之下，該系統的查詢界面設計成下拉式選單方式。主選單共有六大項，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。港區碼頭鋼板樁檢測資料查詢展示之操作程序如下：

1. 在視窗作業環境下，執行 MapInfo 系統，進入該系統內。
2. 點取選單 File\Run MapBasic Program，選擇 d:\harbor-1 內的執行檔 Harbor_2007.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、馬公等港區的分佈位置。
4. 利用滑鼠，點選所欲查詢的港區，則螢幕展繪出該港區的向量地圖，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第一選項「顯示碼頭位置圖」，系統則載入該港區之碼頭位置分佈圖。
5. 再點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第十二選項「顯示腐蝕調查碼頭」，則有腐蝕調查的碼頭區塊會由白色轉變成紅色，可得知那些碼頭為鋼材所構建且有施做腐蝕調查。
6. 利用工具箱內的放大、縮小、平移等工具，可作地圖縮放，以更精細地查詢目標位置及鄰近地形。
7. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之碼頭，此時主選單的第三功能項(即「碼頭設計及調查資料」功能項)底下所附屬的幾個次選項(即「碼頭設計斷面圖」、「碼頭斷面文字資料」、「關閉腐蝕調查碼頭」、「鋼板腐蝕速率展繪」、「鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較」、「海水水質分析成果展示」等功能項等)，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。
8. 當點選到碼頭物件時，該碼頭區會被異色斜紋所遮罩，此時可在第三主選單下點選「鋼板腐蝕速率展繪」選項，系統會開啟「檢測位置輸入對話框」。輸入檢測位置後，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。

6.3 馬公港鋼板樁檢測資料查詢展示

馬公港區碼頭鋼板樁檢測資料查詢展示之操作程序如下：

1. 按照 6.2 節程式操作程序 1 至 3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕視窗會展繪出臺灣全島地圖與主要港區（如基隆、臺北、臺中、高雄、花蓮、蘇澳、馬公等港區）的分佈位置，如圖 3-6 所示。
2. 將滑鼠遊標移至馬公港標示文字區內，按滑鼠左鍵，可叫出馬公港區基本地圖圖層，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第一選項「顯示碼頭位置圖」，系統則載入該港區之碼頭位置分佈圖，如圖 6.2 所示為馬公港碼頭位置分佈情形。
3. 再點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第十二選項「顯示腐蝕調查碼頭」，則有腐蝕調查的碼頭區塊會由白色轉變成紅色，如圖 6.3 所示為馬公港腐蝕調查碼頭分佈位置。
4. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之碼頭，此時選單列的第三主選單（即「碼頭設計及調查資料」選單）底下所附屬的幾個選項（即「碼頭設計斷面圖」、「碼頭斷面文字資料」、「關閉腐

蝕調查碼頭」、「鋼板腐蝕速率展繪」、「鋼板凸測凹三面腐蝕速率比較」、「海水水質分析成果展示」等功能項等)，會由啟始的無效狀態轉變為可點選的有效狀態。

5. 當點選到碼頭物件時，該碼頭區會被異色斜紋所遮罩，此時可在第三主選單下點選「鋼板腐蝕速率展繪」選項，系統會開啟「檢測位置輸入對話框」，如圖 6.4 所示。輸入檢測位置後，系統即呼叫 surfer 程式，展繪該檢測段之腐蝕速率，成果如圖 6.5 所示，圖中上方為三維立體圖，下方為等值分佈圖。
6. 「鋼板厚度調查成果展繪選項」，其操作如步驟 5 所示。展繪成果如圖 6.6 所示。
7. 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 2 至 8，可繼續查詢所需港區之相關資料。
8. 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。

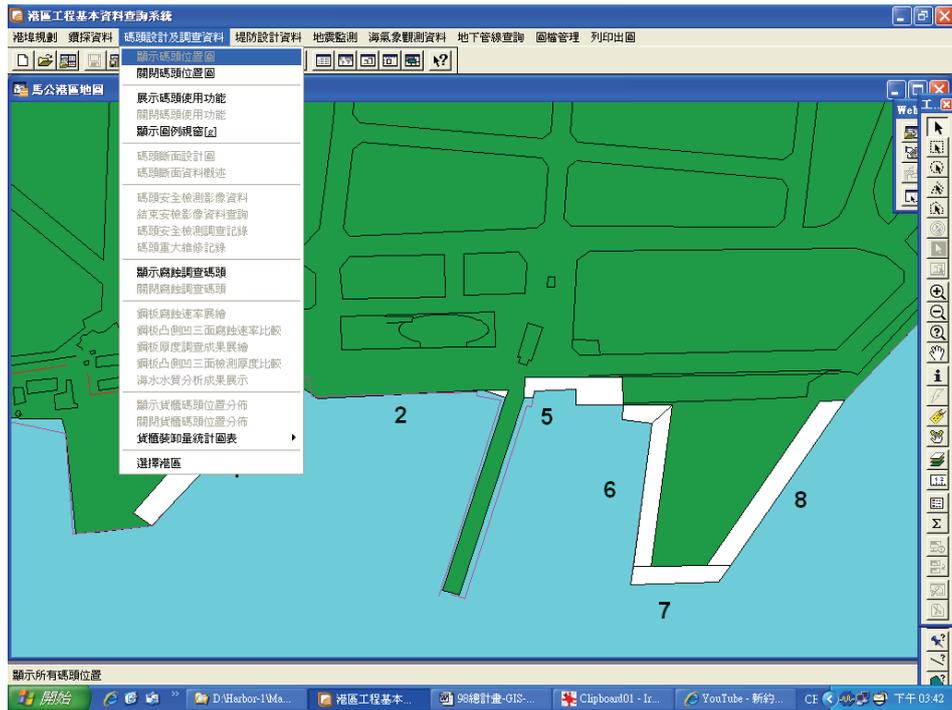


圖 6.2 馬公港碼頭資料選單下拉及碼頭位置分佈圖

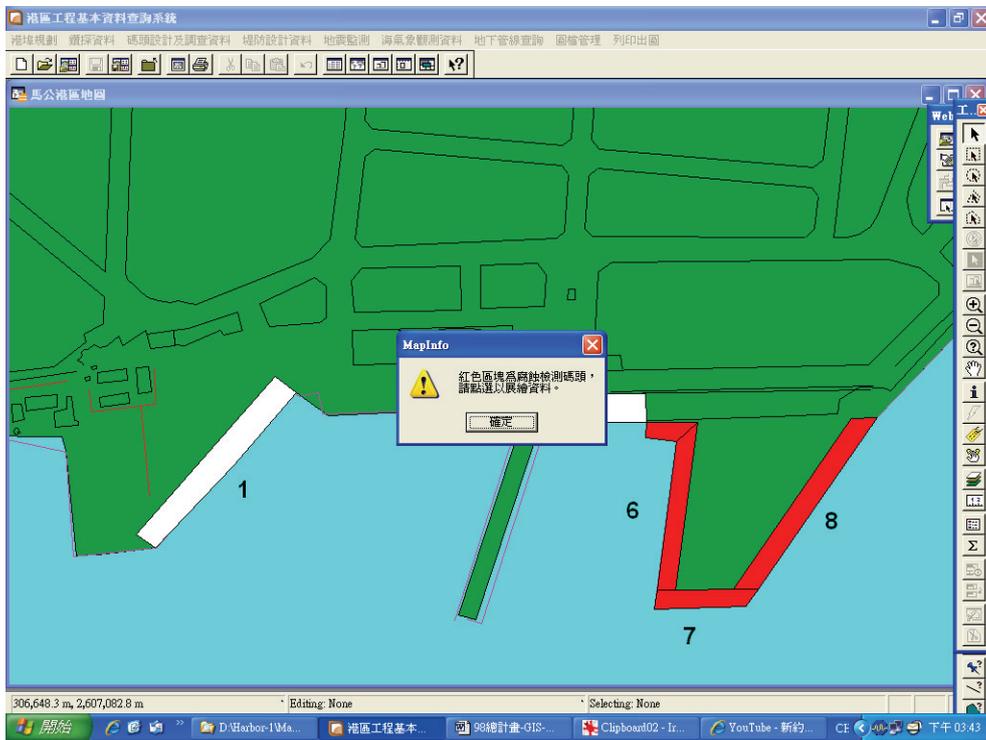


圖 6.3 馬公港腐蝕調查碼頭位置分佈圖

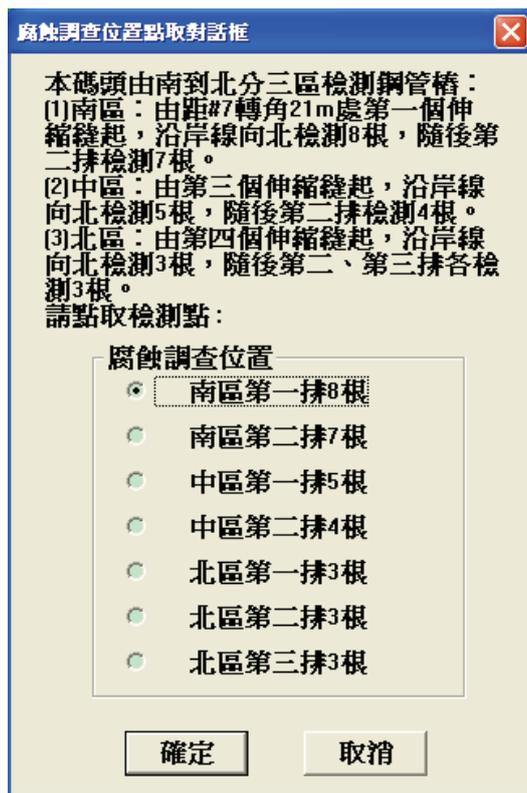


圖 6.4 檢測位置輸入對話框

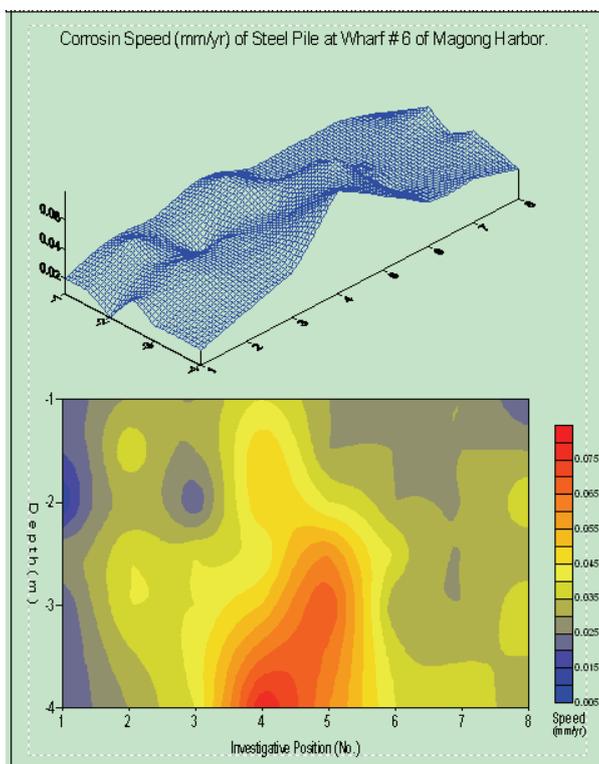


圖 6.5 馬公港腐蝕速率調查成果展繪圖

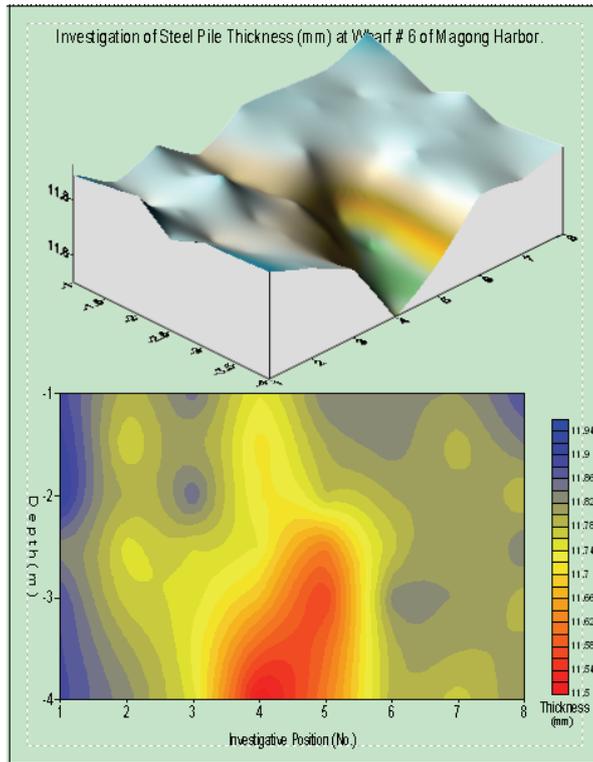


圖 6.6 馬公港鋼板厚度調查成果展繪圖

第七章 貨櫃碼頭營運資料查詢展示

7.1 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、臺中及基隆等三個國際大港，這三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 2007 年的資料，本研究在年度內增列 2008 年資料量。

7.2 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、租賃公司等，其欄位名稱，中文說明，資料型態及長度如表 7-1 所示。

表 7-1 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	租賃公司	租賃公司	Char (30)	

7.3 貨櫃碼頭營運資料查詢展示模組設計

7.3.1 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

7.3.2 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。

7.4 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.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。

7.5 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 7.4 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，如圖 7.1 所示。
2. 利用滑鼠，點選高雄港，則螢幕展繪出高雄港區的向量地圖，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第十九選項「顯示貨櫃碼頭分佈位置圖」，系統則載入該港區之貨櫃碼頭位置分佈圖，貨櫃碼頭以黃色展繪，如圖 7.1 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 7.2 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 7.3 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 7.4 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 7.5 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。

7.6 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 7.4 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，如圖 7.1 所示。
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 7.6 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 7.7 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 7.8 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 7.9 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。

7.7 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 7.4 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，如圖 7.1 所示。
2. 利用滑鼠，點選基隆港，則螢幕展繪出基隆港區的向量地圖，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點

選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第十九選項「顯示貨櫃碼頭分佈位置圖」，系統則載入該港區之貨櫃碼頭位置分佈圖，貨櫃碼頭以黃色展繪，如圖 7.10 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 7.11 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 7.12 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 7.13 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。

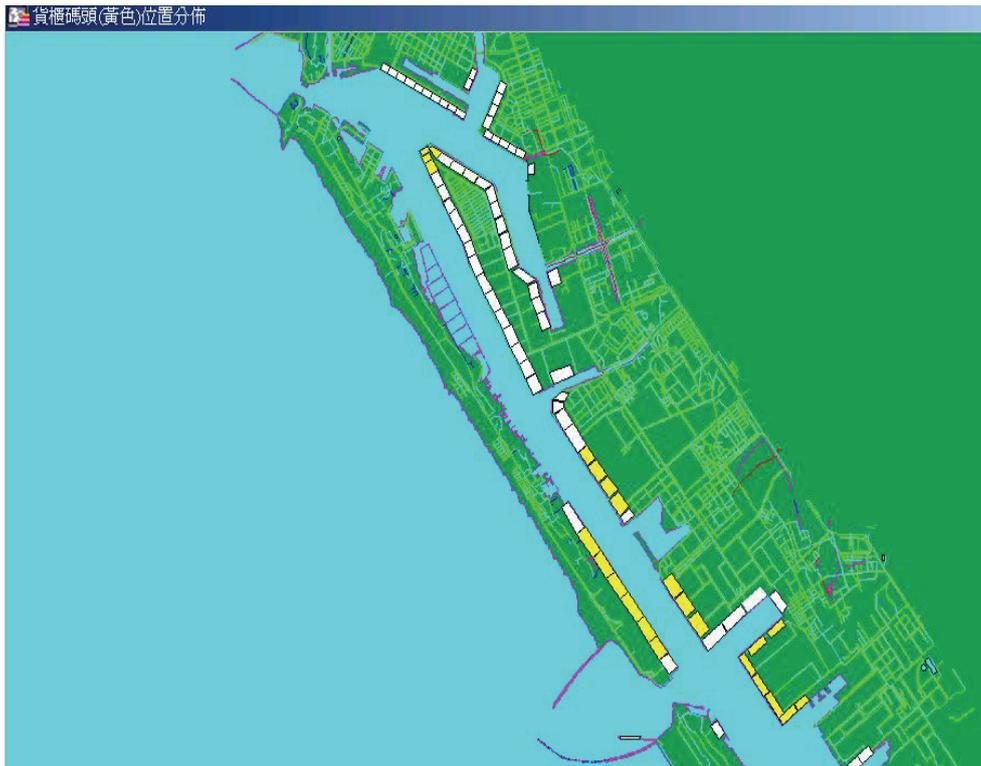


圖 7.1 高雄港貨櫃碼頭分佈位置圖

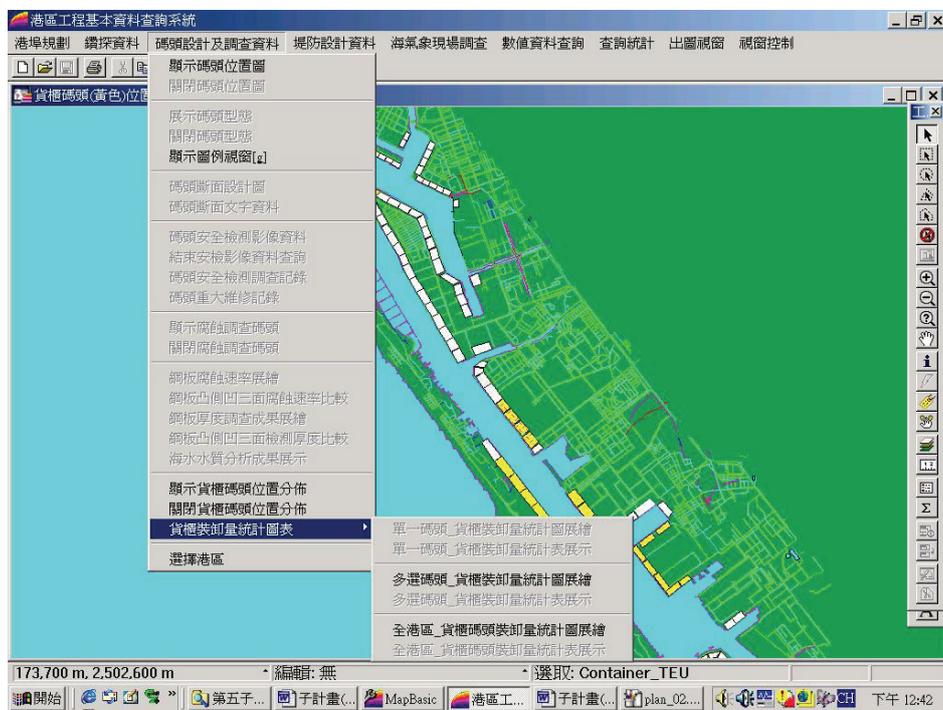


圖 7.2 高雄港貨櫃裝卸量選單呈列狀況圖

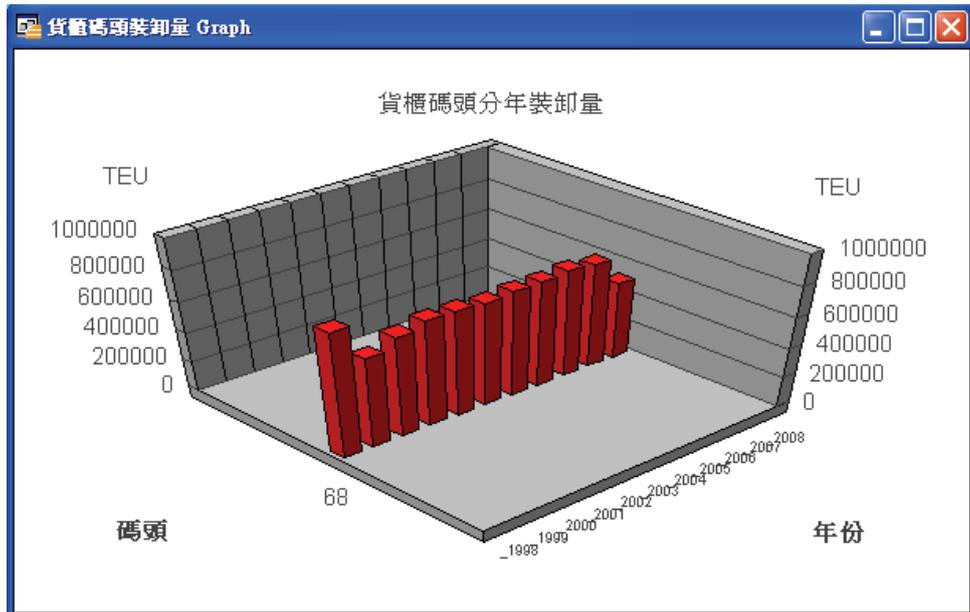


圖 7.3 高雄港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

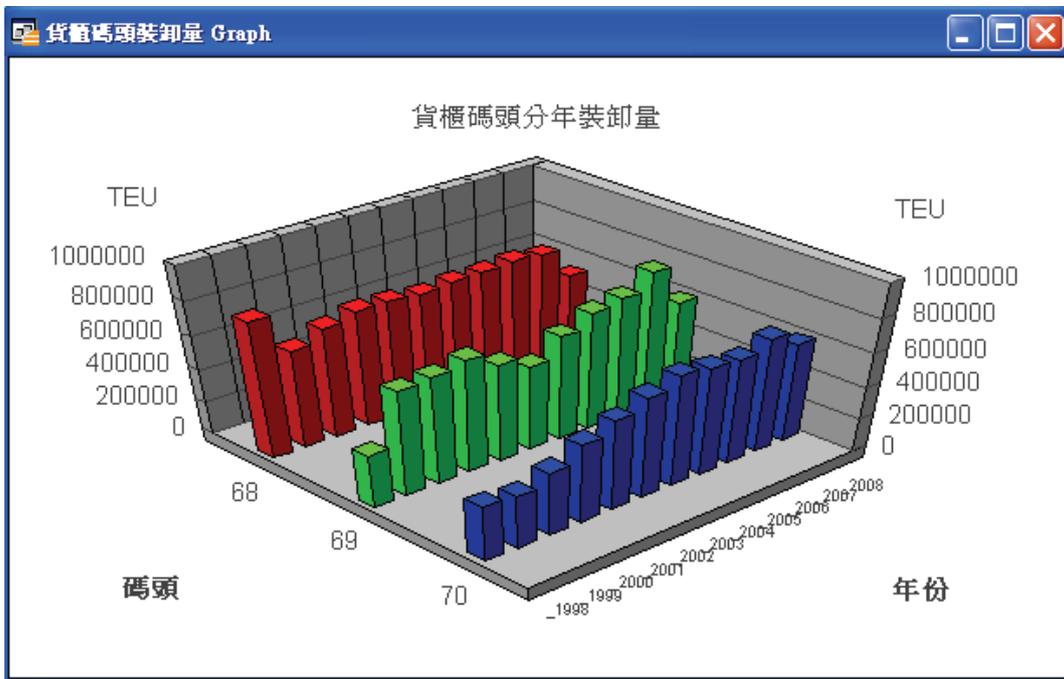


圖 7.4 高雄港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

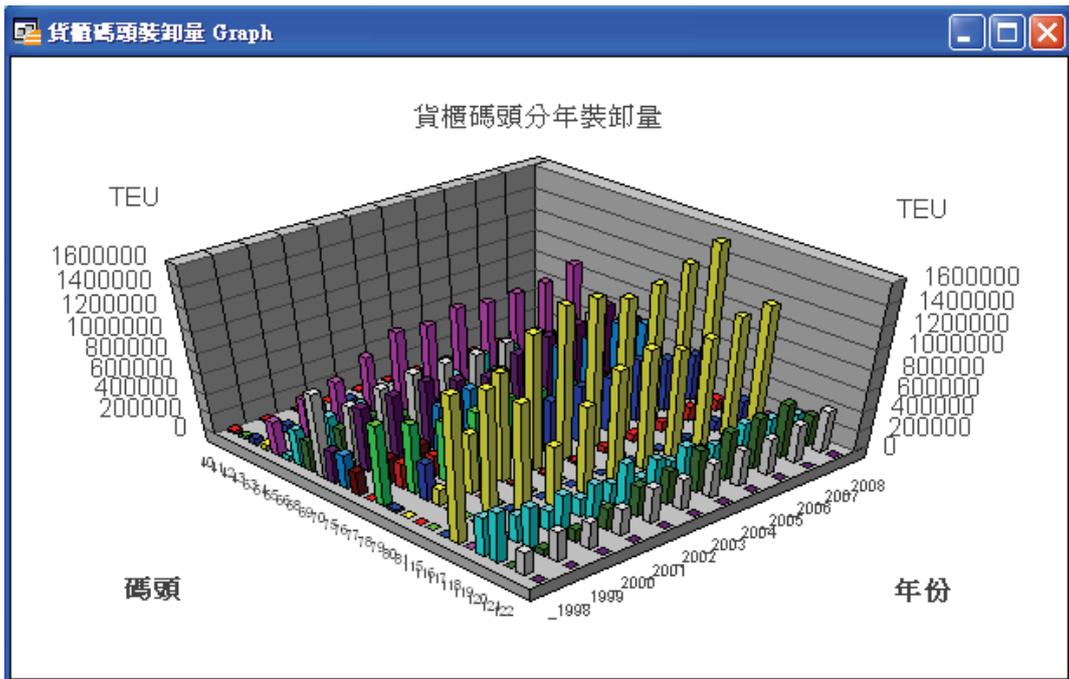


圖 7.5 高雄港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪

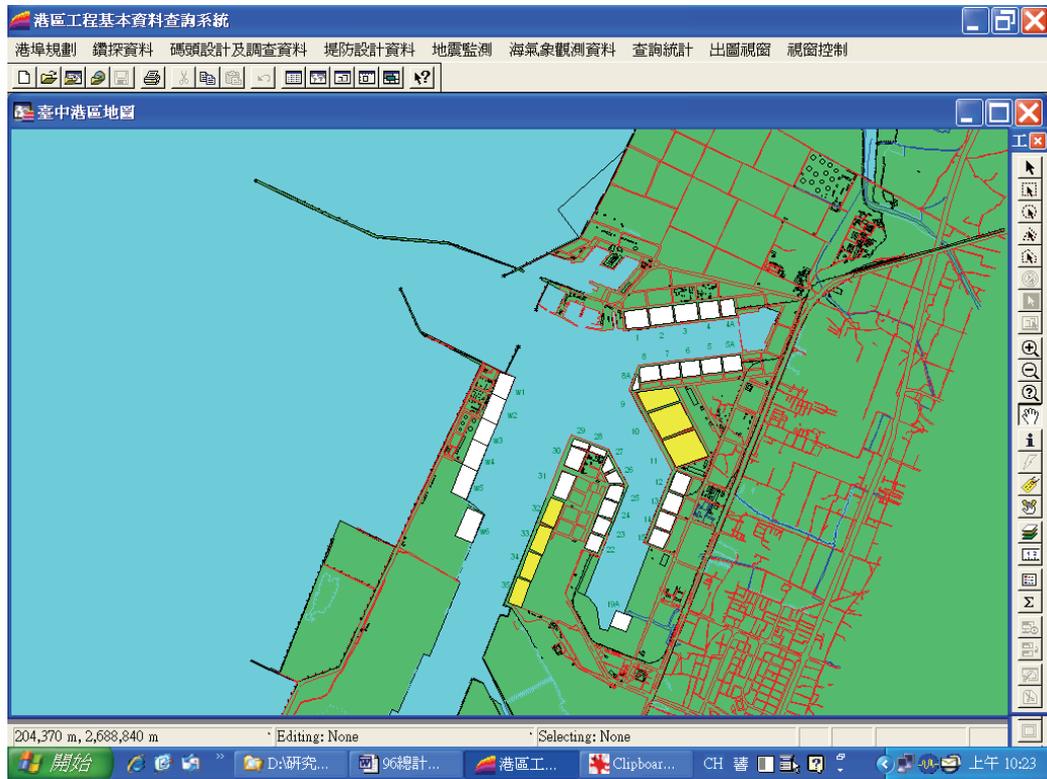


圖 7.6 臺中港貨櫃碼頭分佈位置圖

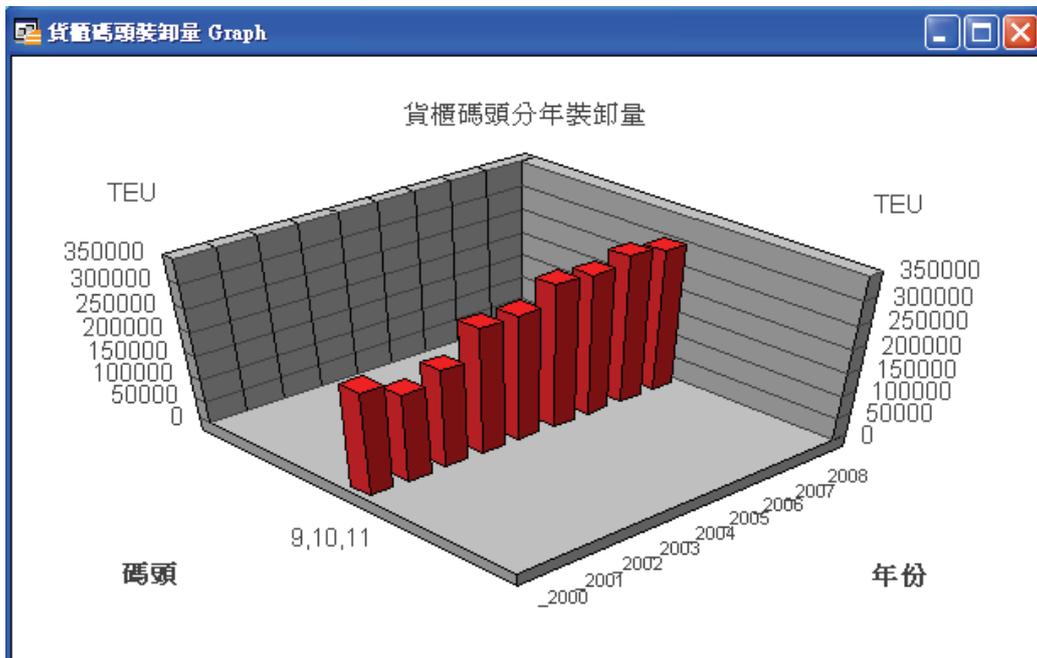


圖 7.7 臺中港單一碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪

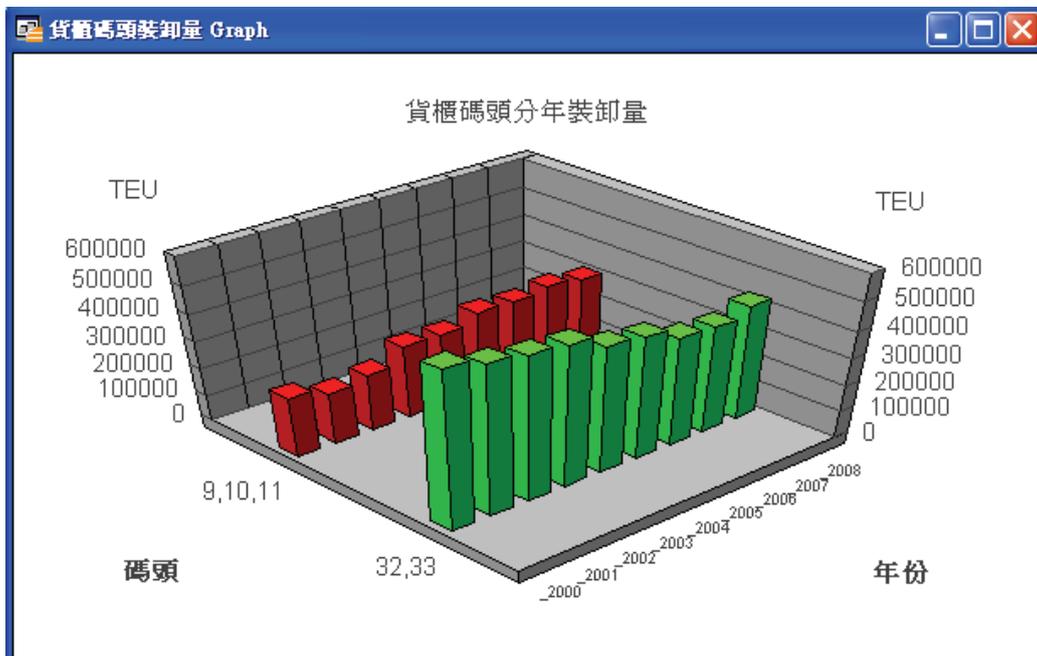


圖 7.8 臺中港多選碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪

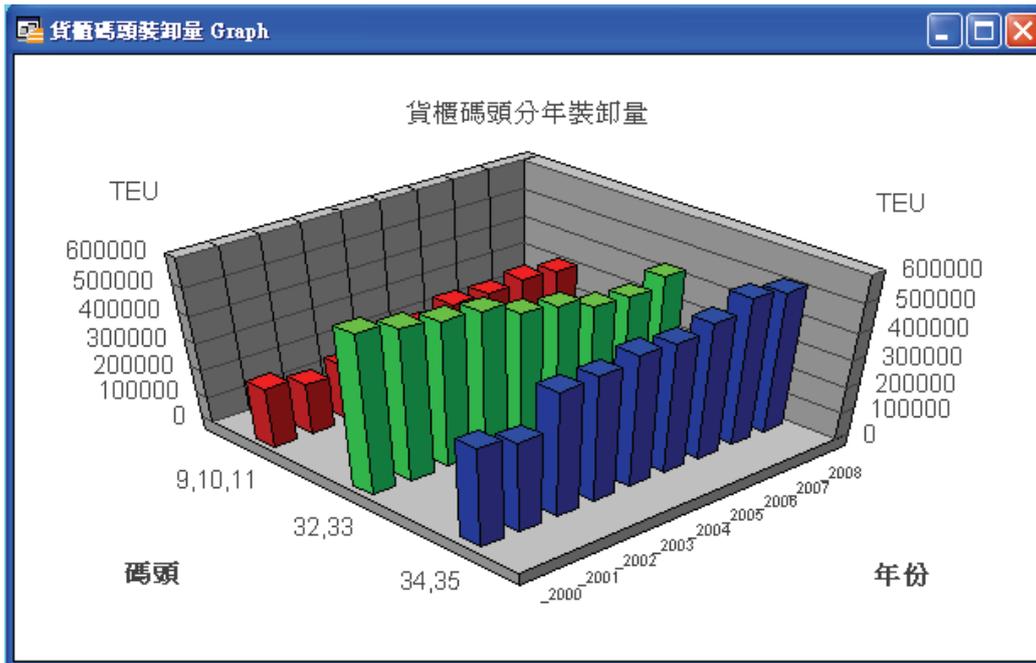


圖 7.9 臺中港全港碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪



圖 7.10 基隆港貨櫃碼頭分佈位置圖

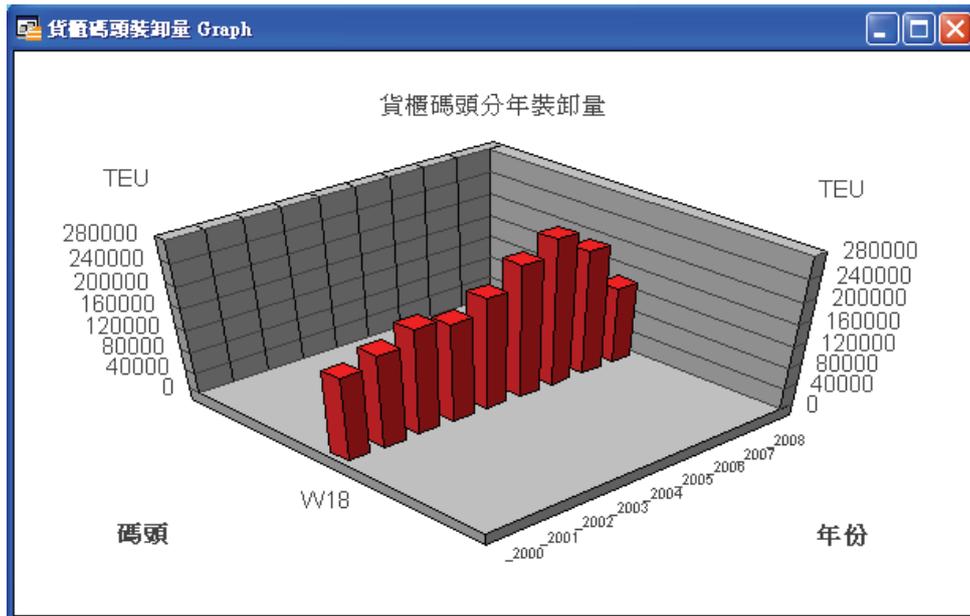


圖 7.11 基隆港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

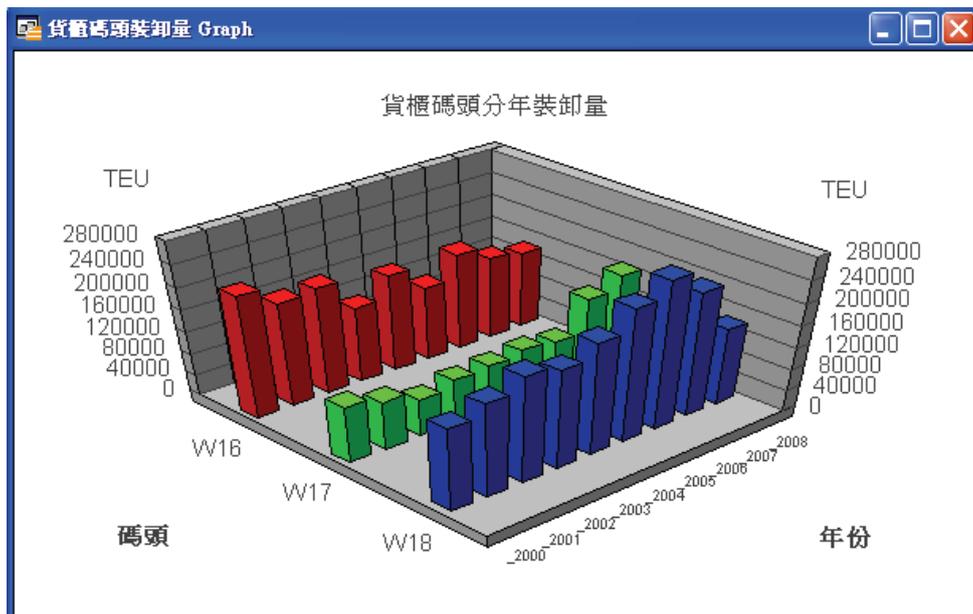


圖 7.12 基隆港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

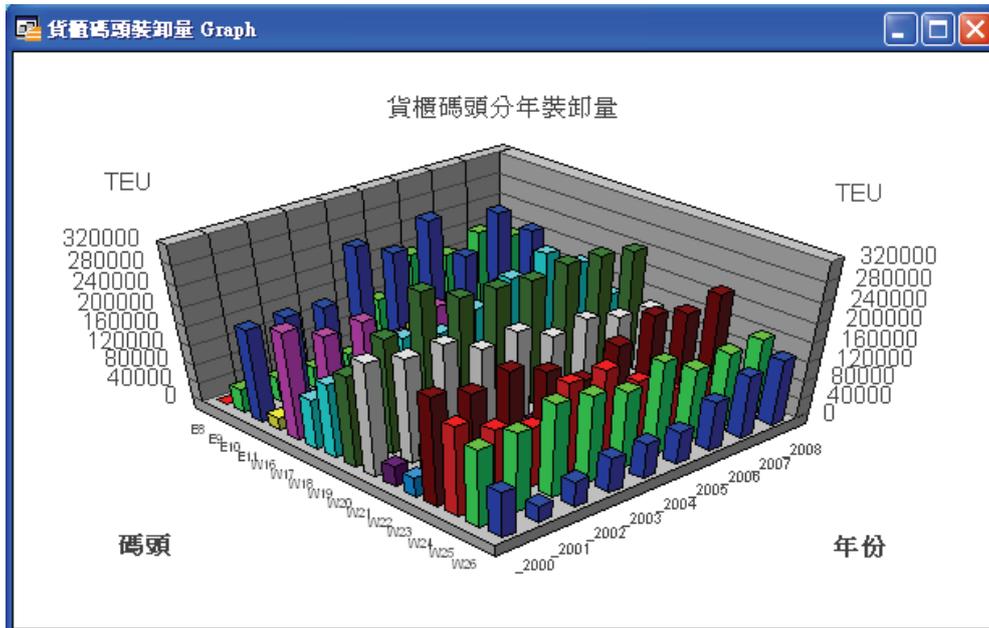


圖 7.13 基隆港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪

第八章 港區地震監測資料建置及查詢展示

8.1 港區監測系統設置目的

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

8.2 系統之規劃設計

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

1. 本系統為分層監測系統

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

2. 各層地層震動與即時水壓反應均採同步監測

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

3. 監測記錄

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

4. 資料儲存與傳送

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

測站規劃與實設之整體系統設計範例如圖 8.1。

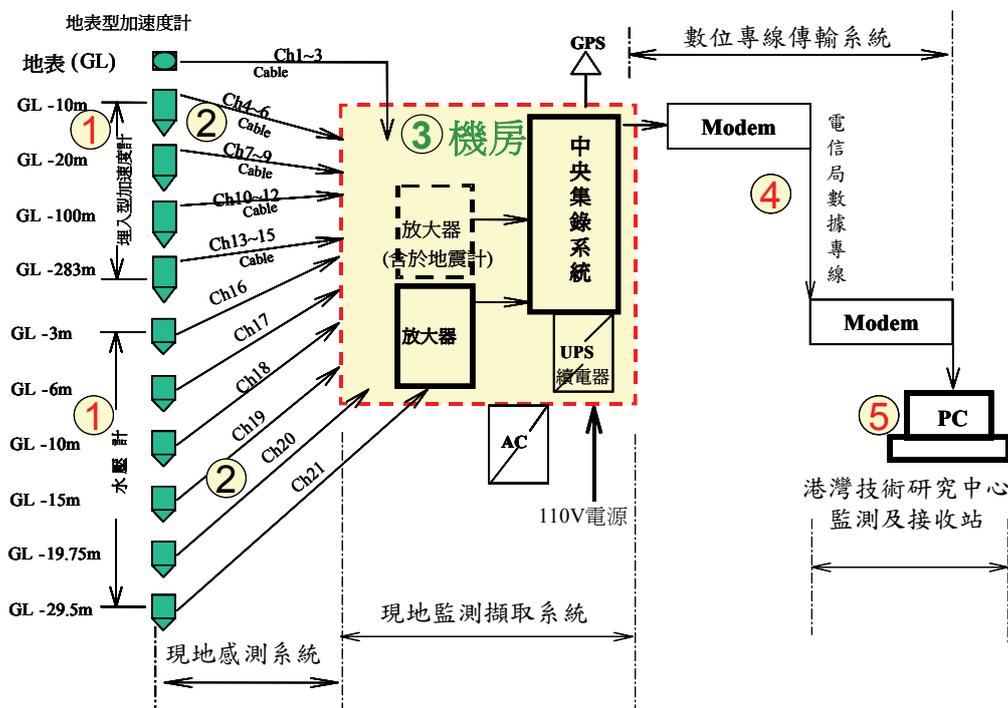


圖 8.1 規劃與實設之整體系統設計-臺中港範例

8.3 系統設置

本研究之系統設置工作，依設置目的其主要工作內容與執行要領如下：

1. 站址標定

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

以臺中港為範例，本研究綜合各項因素並取得港務局之認同，實設站區於 26 號碼頭後線腹地，即於中南一路之迴轉道上綠地上。其站址座標、相關高程、站址環境與站址與港池關係等測量結果如圖 8.2 與圖 8.3。

2. 監測井開挖與感測器埋設

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

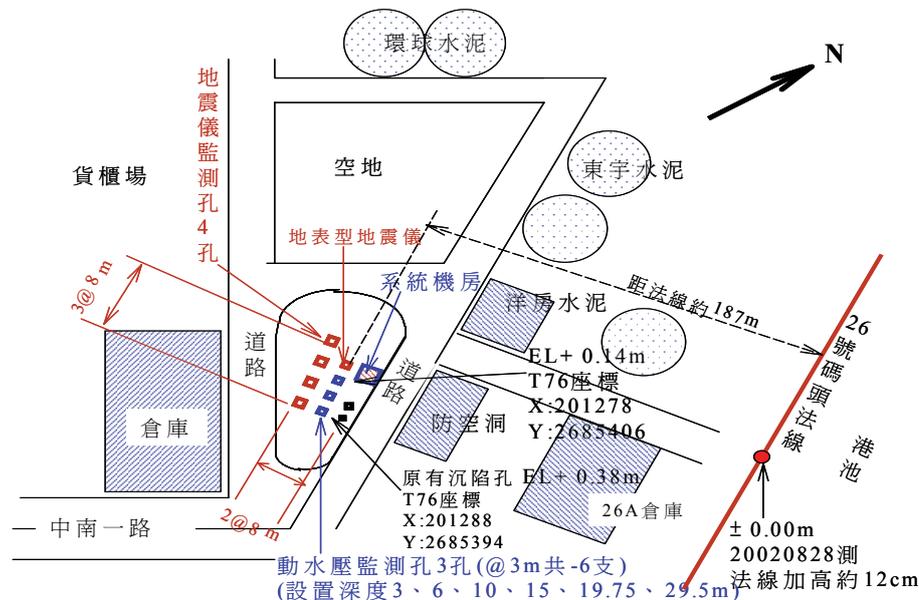


圖 8.2 測站相關測量結果平面示意圖-臺中港範例

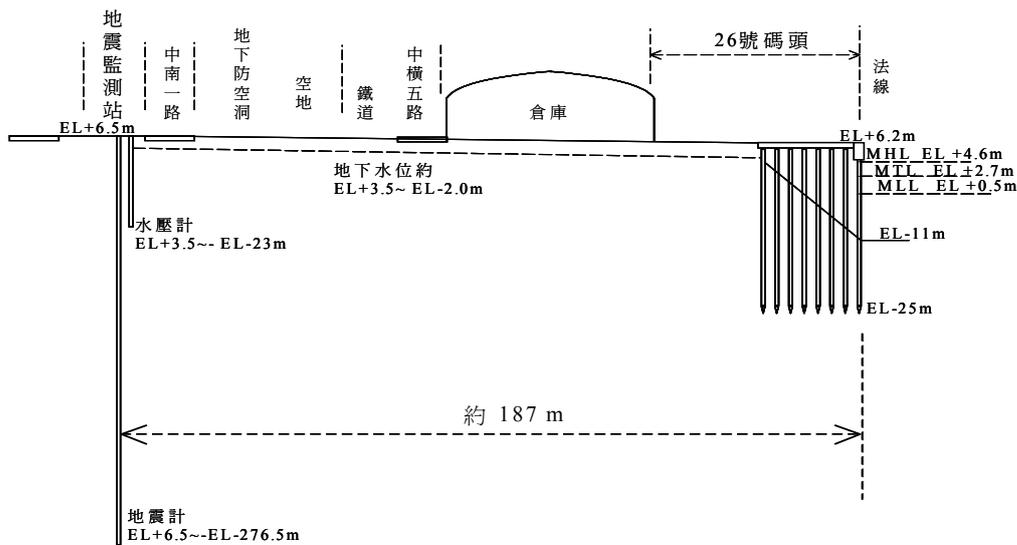


圖 8.3 測站相關測量結果斷面示意圖-臺中港範例

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

配合研究需求，測站內應實施適當之地質調查，以臺中港測站為範例，主要地質調查結果與內容如圖 8.4。

3. 系統組合與設定

整體系統主要係由現地感測系統、現地監測擷取系統、數位專線傳輸系統及港研中心之監控與接收系統組成（各港設計系統組成如圖 8.1 之臺中港範例）。

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

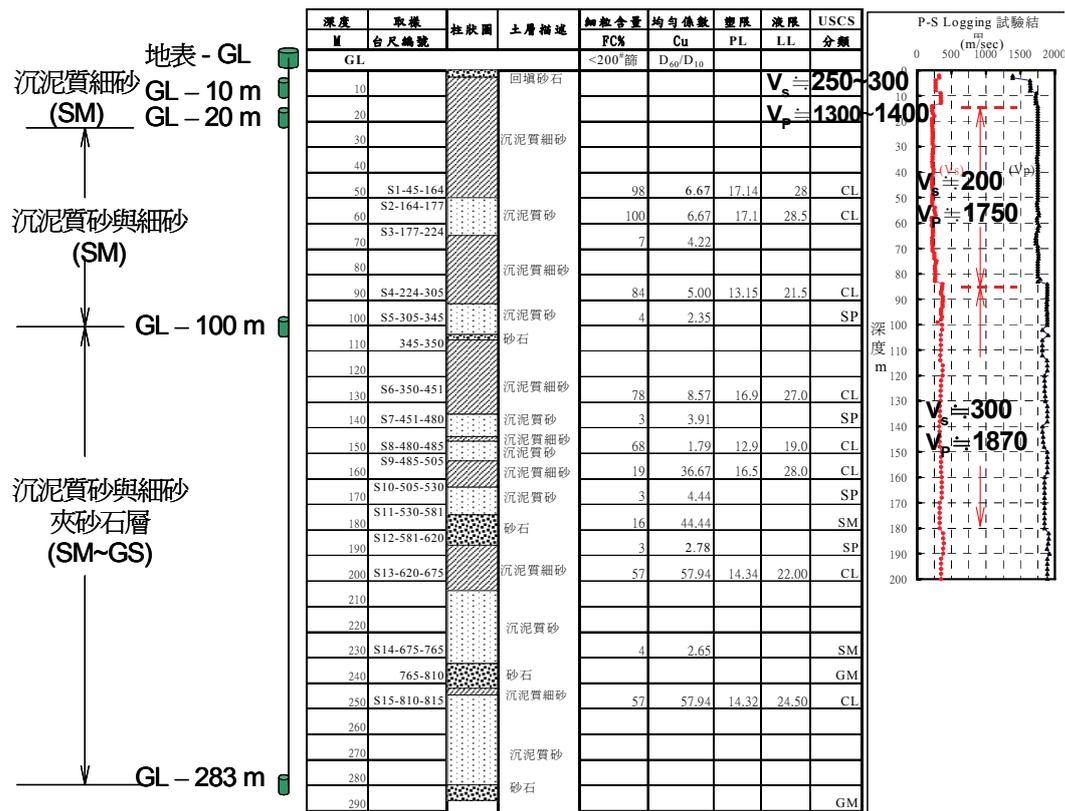


圖 8.4 測站主要地質調查內容與結果示意圖-臺中港範例

8.4 資料擷取、傳輸與監測控制

本研究系統資料擷取頻率設定為 100 HZ。現地監測擷取共有地層震動反應感測 5 層測點，每點均包括水平東西、南北向及垂直向 3ch 之感測。水壓反應感測 6 層測點，每點以 1ch 感測，地層震動反應與水壓反應共計感測 21ch，全部以 Cable 連結至現地測站機房，21ch 採同步監測與訊號傳輸，21ch 之即時感測資料首先全部集錄預存於機房內之中央集錄系統，再利用電信局之數位專線傳輸網路，與港研中心監控站之電腦軟體，將預存中央集錄系統之資料傳輸至港研中心監控站收錄之，整體擷取、傳輸與監測控制流程如圖 8.1 與圖 8.5。

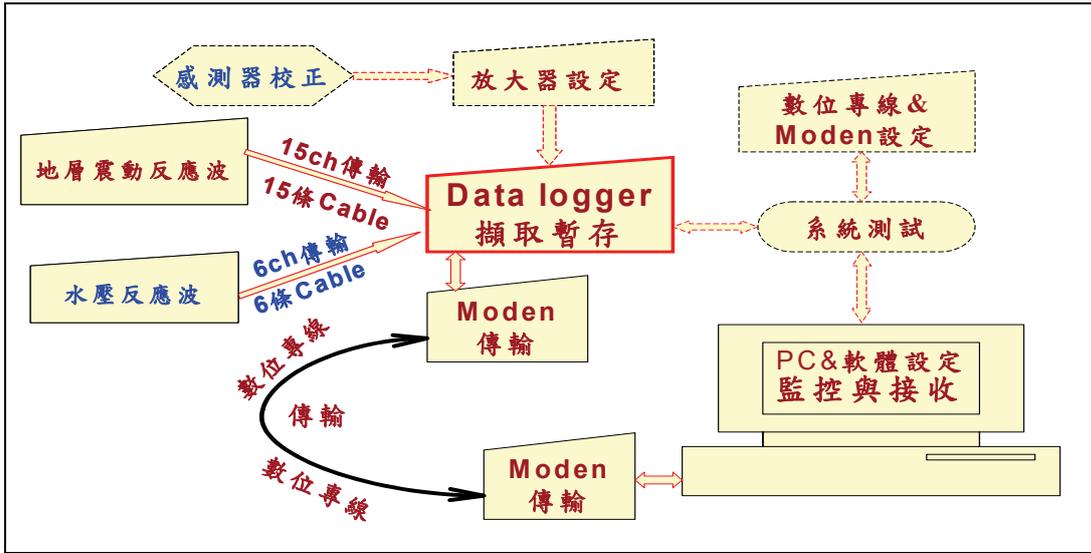


圖 8.5 整體擷取、傳輸與監測控制流程

現地監測站機房內主要配置有 Modem、冷氣、機架、集錄系統、水壓計信號放大器、地震計信號調整器及續電器等。機房構造與配置如圖 8.6。

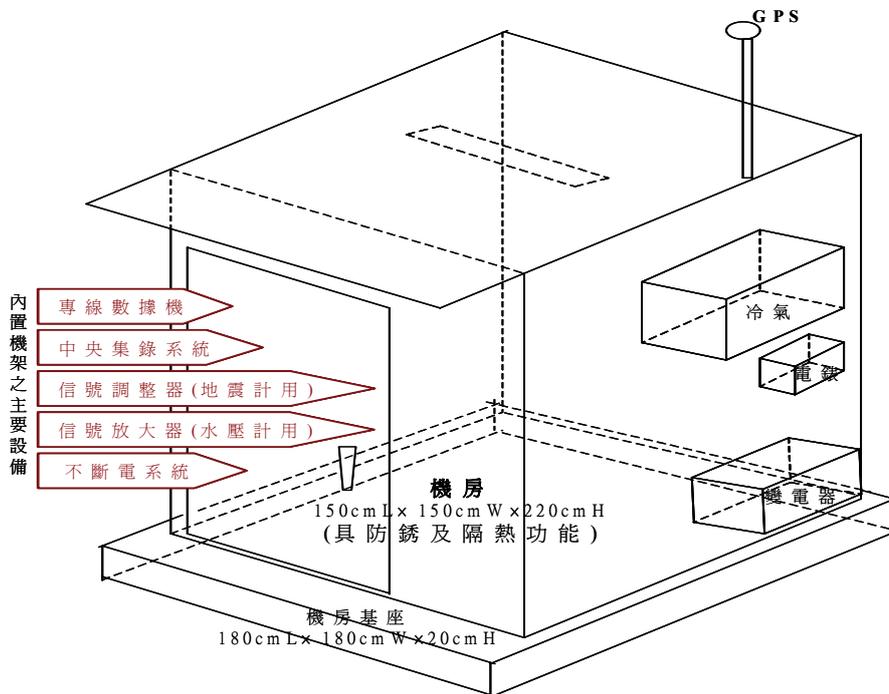


圖 8.6 機房構造與配置示意圖

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

8.5 臺中港區地震分層監測站設置狀況

本所港研中心所設置的臺中港區地震分層監測站，係於西元 2001 年 8 月建置完成。監測站設置位置平面如圖 8.2 所示。測站場地以白色圍籬圈住，內設監測小屋以及監測深井，監測小屋內置監測主機及通訊設備，每一監測深井之井口設水泥臺座，並覆蓋鐵皮頂蓋，以供保護即便於開啟檢核，監測站設置外貌狀況如圖 8.7 所示。



圖 8.7 臺中港區地震分層監測站設置完成外貌狀況

8.6 地震及地下水位量測資料在地理資訊系統上之應用

8.6.1 系統操作程序

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

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

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

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

14. 使用者可依循步驟 6 至 13，繼續查詢其他資料內容。
15. 若要查詢另一港區的相關資料，可點選第一主功能項下的“選擇港區”功能，則系統會跳回主畫面。
8. 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。

8.6.2 臺中港地震及地下水位量測資料查詢展示

臺中港地震及地下水位量測資料查詢展示系統操作程序如下示：

1. 按照 8.6.1 節程式操作程序 1 至 3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕視窗會展繪出臺灣全島地圖與主要港區（如基隆、臺中、高雄、花蓮、蘇澳等港區）的分佈位置，如圖 3-5 所示。
2. 將滑鼠遊標移至臺中港標示文字區內，按滑鼠左鍵，可叫出臺中港區基本地圖圖層，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「地震監測」主功能項下之第一選單「地震監測系統位置顯示」，系統則展示該港區之地震監測系統設置位置圖。系統設置位置圖以箭靶標誌標記，表示所有地震之震波傳向此位置而由記錄器收錄當地之訊號。臺中港區地震監測查詢表單下拉及監測站位置展示如圖 8.8 所示。
3. 點選「地震監測」主功能項下之第三選單「地震監測系統示意圖顯示」，系統則展示該港區之地震監測系統設置示意圖如圖 8.9 所示。
4. 在系統內，港區地震監測資料之查詢設計成兩種方式：一為依震央位置查詢，另一為依地震發生日期查詢。點選「地震監測」主功能項下之第五選單「港區地震監測資料查詢」，可下拉出這兩項查詢選項。
5. 點選「依震央位置查詢」功能項，系統則展示該港區地震監測站所收錄之影響地震震央位置分佈圖。各個影響地震震央位置都標以紅色星星記號，意表地震能量釋放之源點。震央位置分佈如圖 8.10 所

示。此時可點選任一震央位置標記，系統隨即啟動 powerpoint 檔，展示該位置所曾發生之地震，其震波傳到港區後，監測系統所測得的分層震波訊號及水壓變化記錄。該 powerpoint 檔首頁主要為中央氣象局對該次地震的公告，隨後為南北向、東西向、垂直項之分層實測波記錄圖，最後為該地震引置之水壓反應記錄圖。圖 8.11 所示為南北向分層實測波記錄圖。

6. 當點選「依震央位置查詢」功能項之後，該次功能表第三選項「臺灣活斷層分佈位置顯示」，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。點選後，臺灣活斷層分佈位置圖層隨即疊合顯示在地震震央位置分佈圖上，供使用者參考臺灣各地斷層分佈情形。圖 8.12 所示為臺灣活斷層分佈位置疊合圖。而點選「關閉臺灣活斷層分佈位置圖」功能項之後，此圖層即退出畫面。
7. 點選「港區地震監測資料查詢」功能項所下拉出之「依地震發生日期查詢」功能項後，系統即進入資料庫表單搜尋該港地震監測站所登錄之資料年份，隨後在螢幕上顯示「年份選取對話框」，對話框內展列該測站所登錄的所有年份，如圖 8.13 所示，使用者可依需用選取。
8. 選取完目標年份後，系統即進入資料庫表單搜尋該年份之登錄月份，隨後在螢幕上顯示「月份選取對話框」，對話框內展列該選取年份所包括的所有月份，如圖 8.14 所示，使用者可依需用選取。
9. 選取完目標月份後，系統即進入資料庫表單搜尋該月份之登錄日期，隨後在螢幕上顯示「日期選取對話框」，對話框內展列該選取月份所包括的所有日期，如圖 8.15 所示，使用者可依需用選取。
10. 選取完目標日期後，系統隨即進入資料庫表單搜尋該日期之資料檔案，並啟動 powerpoint 檔，展示該位置所曾發生之地震，其震波傳到港區後，監測系統所測得的分層震波訊號及水壓變化記錄。該 powerpoint 檔首頁主要為中央氣象局對該次地震的公告，隨後為南

北向、東西向、垂直項之分層實測波記錄圖，最後為該地震引置之水壓反應記錄圖。圖 8.16 所示為地震引置之水壓反應記錄圖。

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

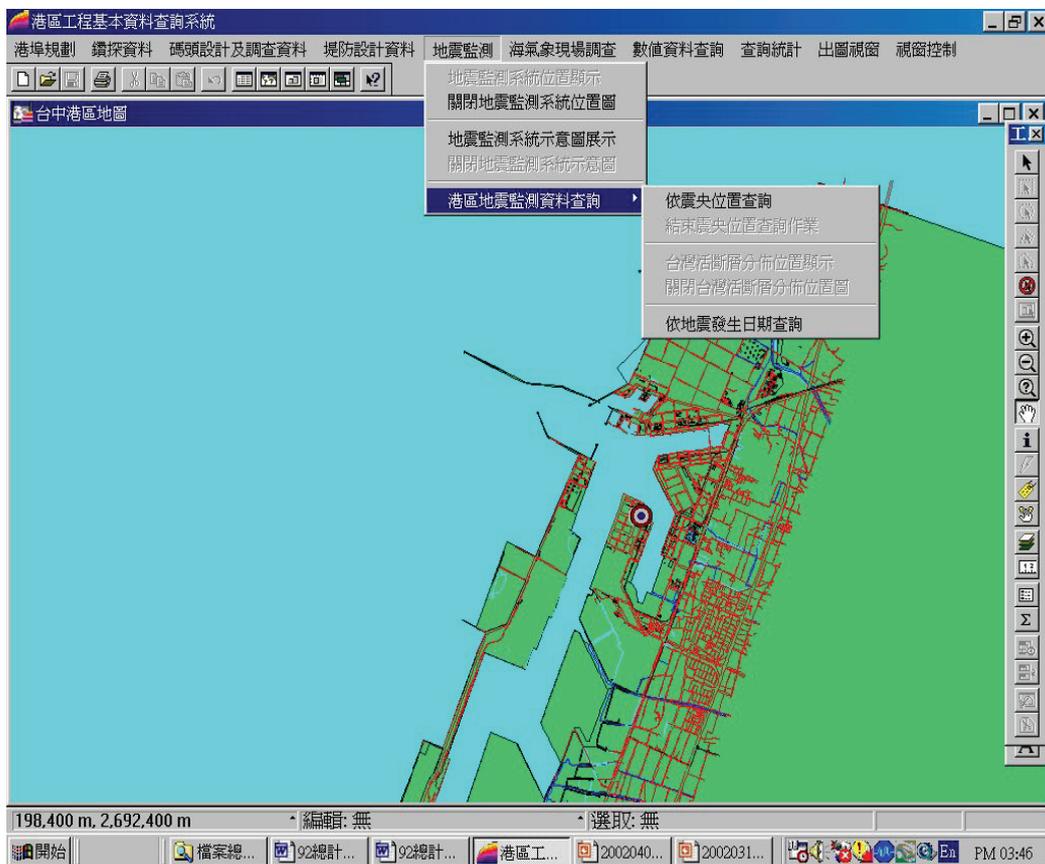


圖 8.8 臺中港區地震監測查詢表單下拉及監測站位置展示圖

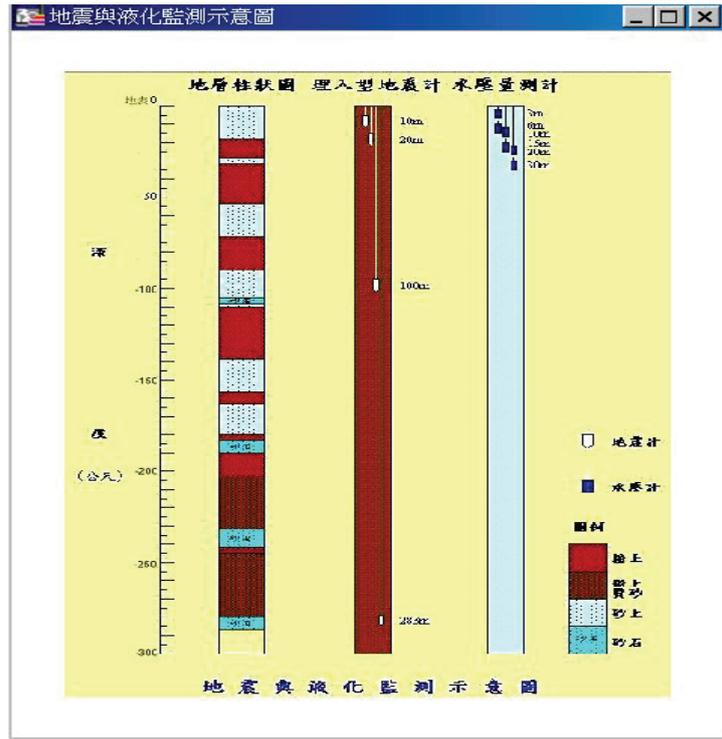


圖 8.9 臺中港區之地震監測系統設置示意圖

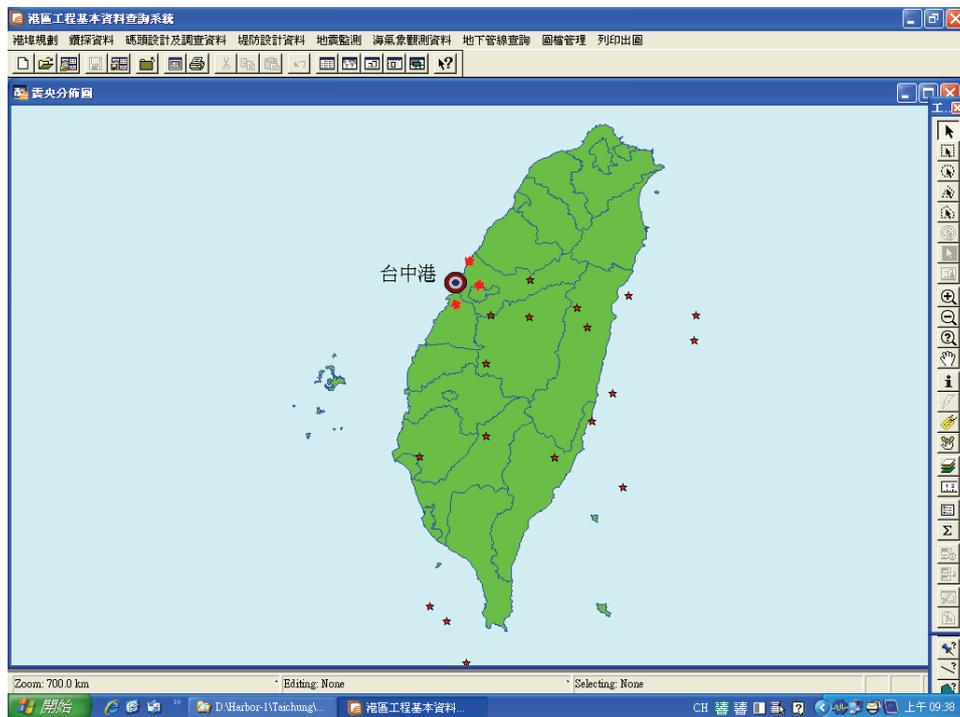


圖 8.10 臺中港影響地震震央位置分佈圖

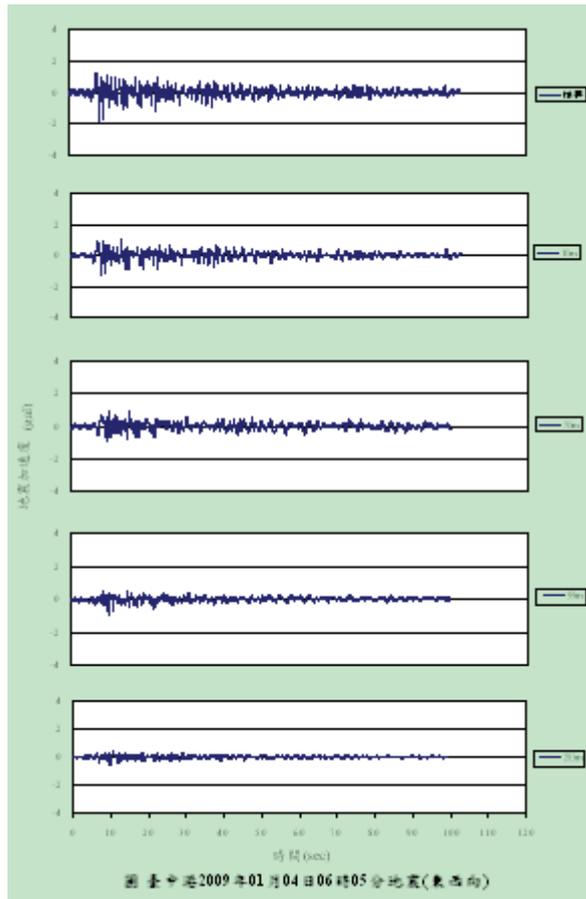


圖 8.11 臺中港南北向分層實測地震波記錄圖之一



圖 8.12 臺灣活斷層分佈位置疊合圖



圖 8.13 臺中港區地震監測資料年份選取對話框

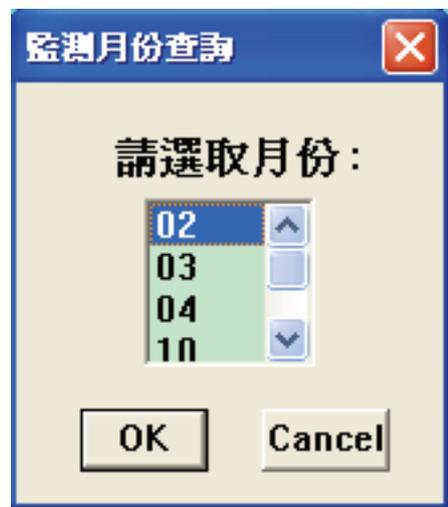


圖 8.14 臺中港區地震監測資料月份選取對話框

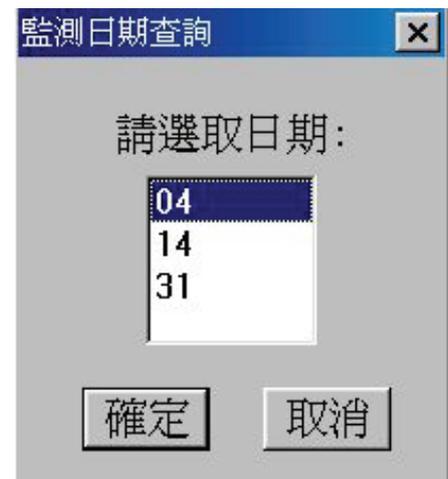


圖 8.15 臺中港區地震監測資料日期選取對話框

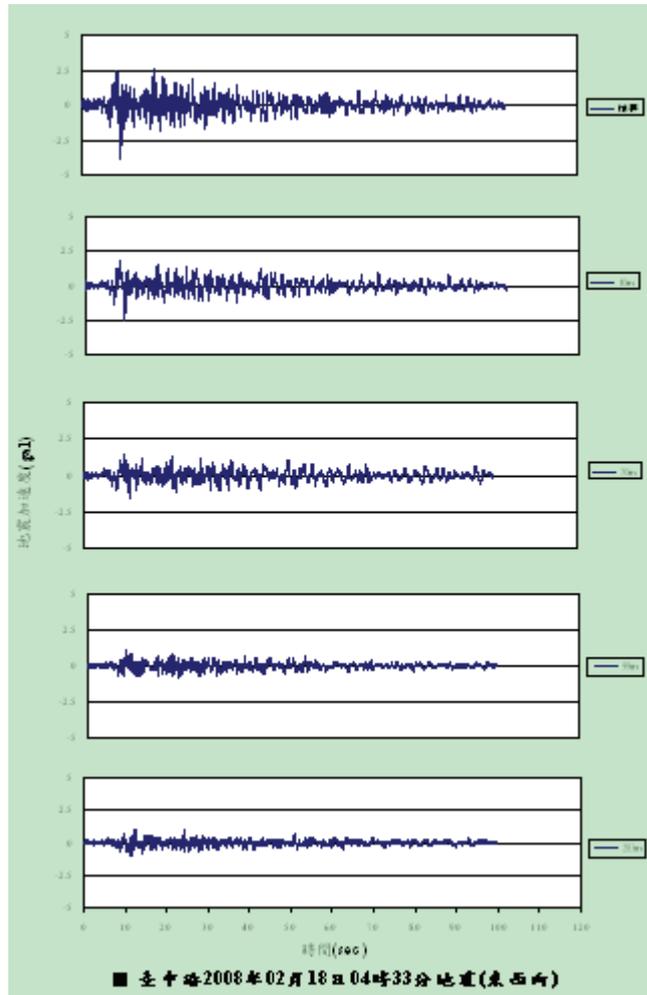


圖 8.16 臺中港地震引置之水壓反應記錄圖之一

第九章 板樁式碼頭耐震能力評估

本章針對臺北港工作船渠之錨碇鋼板樁碼頭之碼頭設計斷面相關資料及結構計算書的相關基本設計條件，配合部頒之碼頭設計基準，對碼頭結構之耐震能力做一評估，評估的項目與步驟如圖 9.1 所示。

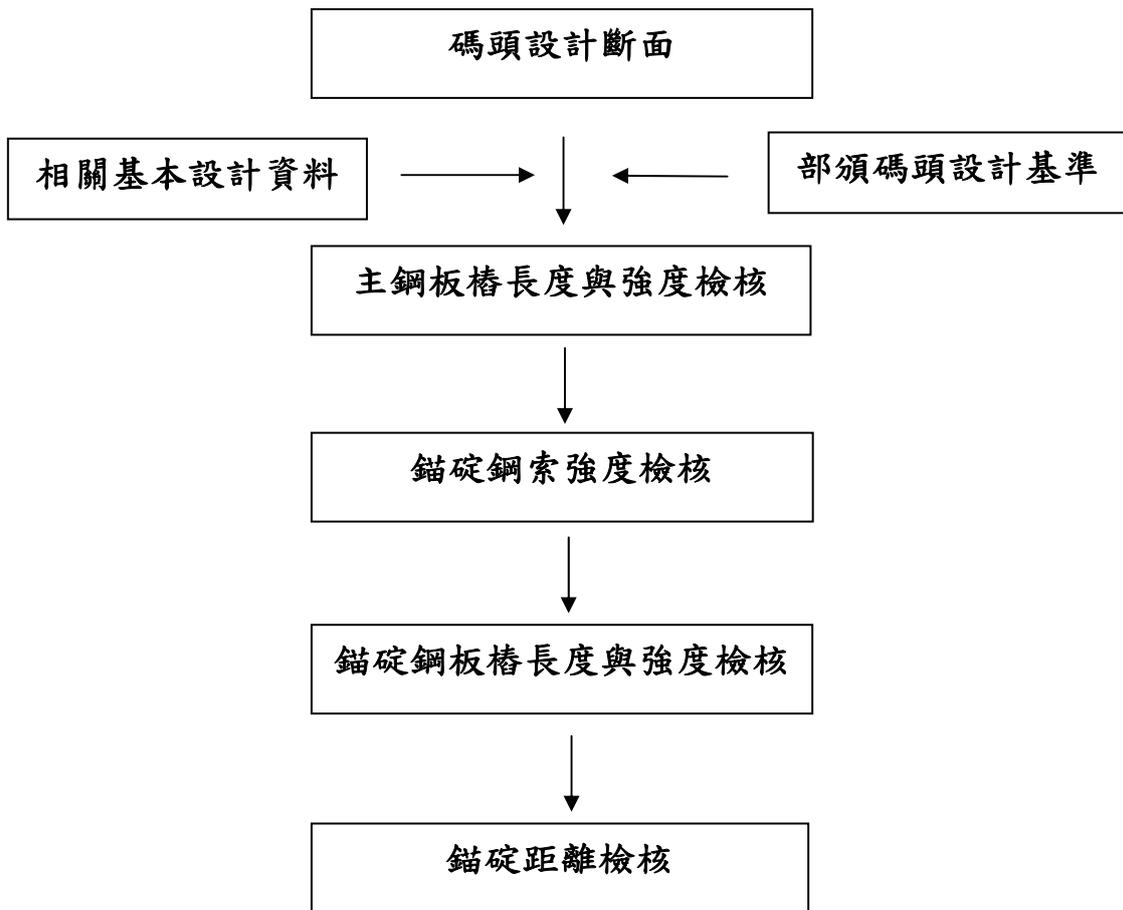


圖 9.1 錨碇鋼板樁碼頭結構耐震能力評估項目與步驟示意圖

9.1 板樁現況與分析條件

本研究依據基隆港務局提供之碼頭斷面圖（如圖 9.2 所示）、結構構材強度（如表 9-1 所示）及該碼頭之相關地質鑽探資料（如表 9-2 所示）合併處理成圖 9.3 所示的本研究結構物穩定性分析的資料。

由於我國港灣構造物設計基準仍採用工作應力設計法設計，也就是材料的容許應力只採用 0.6 倍的降伏強度（ σ_y ），但依據目前之設計地震力考量，已將其對結構物使用年限內之破壞機率，經由可靠度理論考慮進來，所以考慮結構物之耐震能力檢核應採用強度設計法才合理，故一般港灣工程實務設計均會將其容許應力乘上 1.33 倍來設計，故本研究在後續的耐震能力檢核部份，將材料的容許應力均乘上 1.33 倍來檢核其耐震性。

表 9-1 板樁構材相關資料表

	斷面積 A	慣性矩 I	斷面模數 Z	彈性係數 E	降伏強度 σ_y
主樁 PU-25(SY40)	199cm ²	56,490 cm ⁴	2,500 cm ³	2100000 kg/cm ²	4000 kg/cm ²
錨碇樁 PU-25(SY30)	199cm ²	56,490 cm ⁴	2,500 cm ³	2100000 kg/cm ²	3000 kg/cm ²
錨碇拉桿 F130T	-	-	-	2100000 kg/cm ²	126 公噸

資料來源：基隆港務局及本研究整理

表 9-2 碼頭陸上區土壤參數

深度(M)	厚度(M)	土壤描述	N	r_t (T/M ³)	C (T/M ²)	ϕ (deg.)
+4~+0.5	3.5	回填石	-	2.10	0	45
+0.5~-2.5	3	回填砂	-	1.75	0	33
-2.5~-6.5	4	灰色沉泥質砂或砂質沉泥	10	1.8	0.2	33
-6.5~-9	2.5	灰色沉泥質砂夾砂質沉泥	10	1.8	0.2	33
-13	4	灰色沉泥質黏土或砂質沉泥	10	1.85	0.2	33

資料來源：基隆港務局及本研究整理

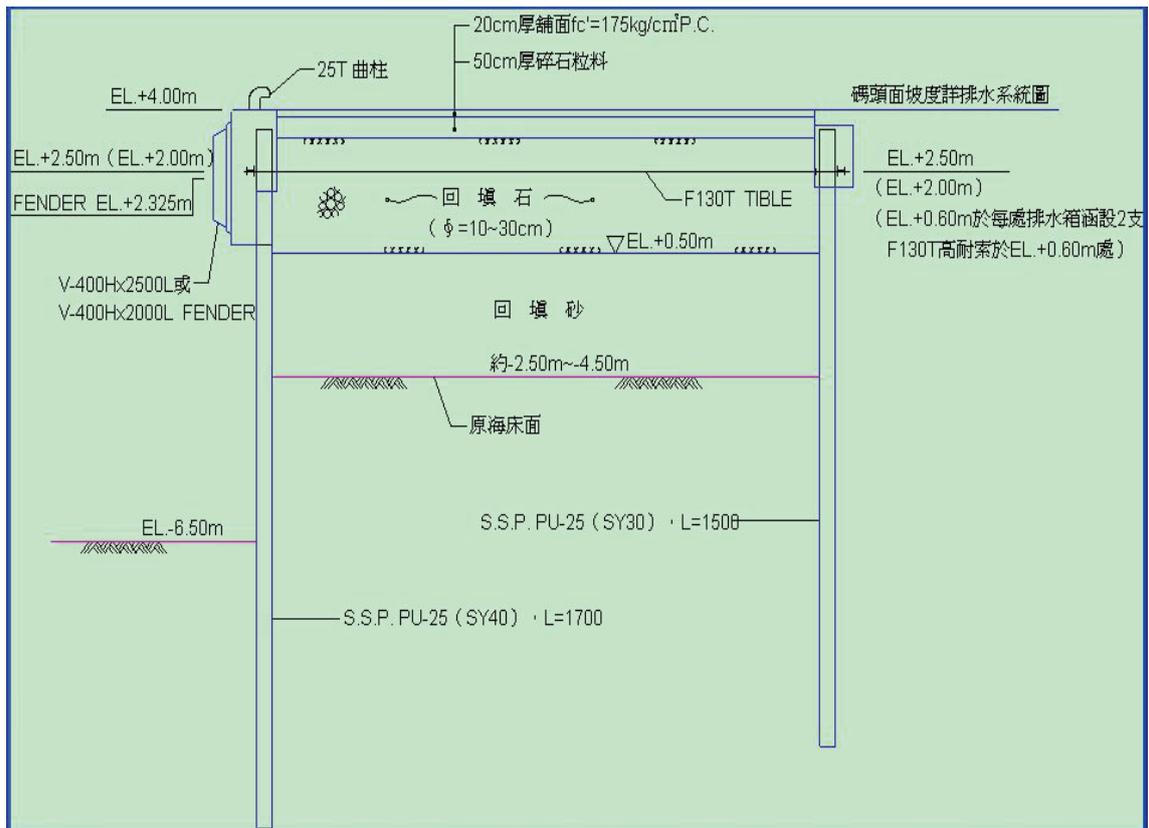


圖 9.2 碼頭現況斷面示意圖

資料來源：基隆港務局及本研究整理

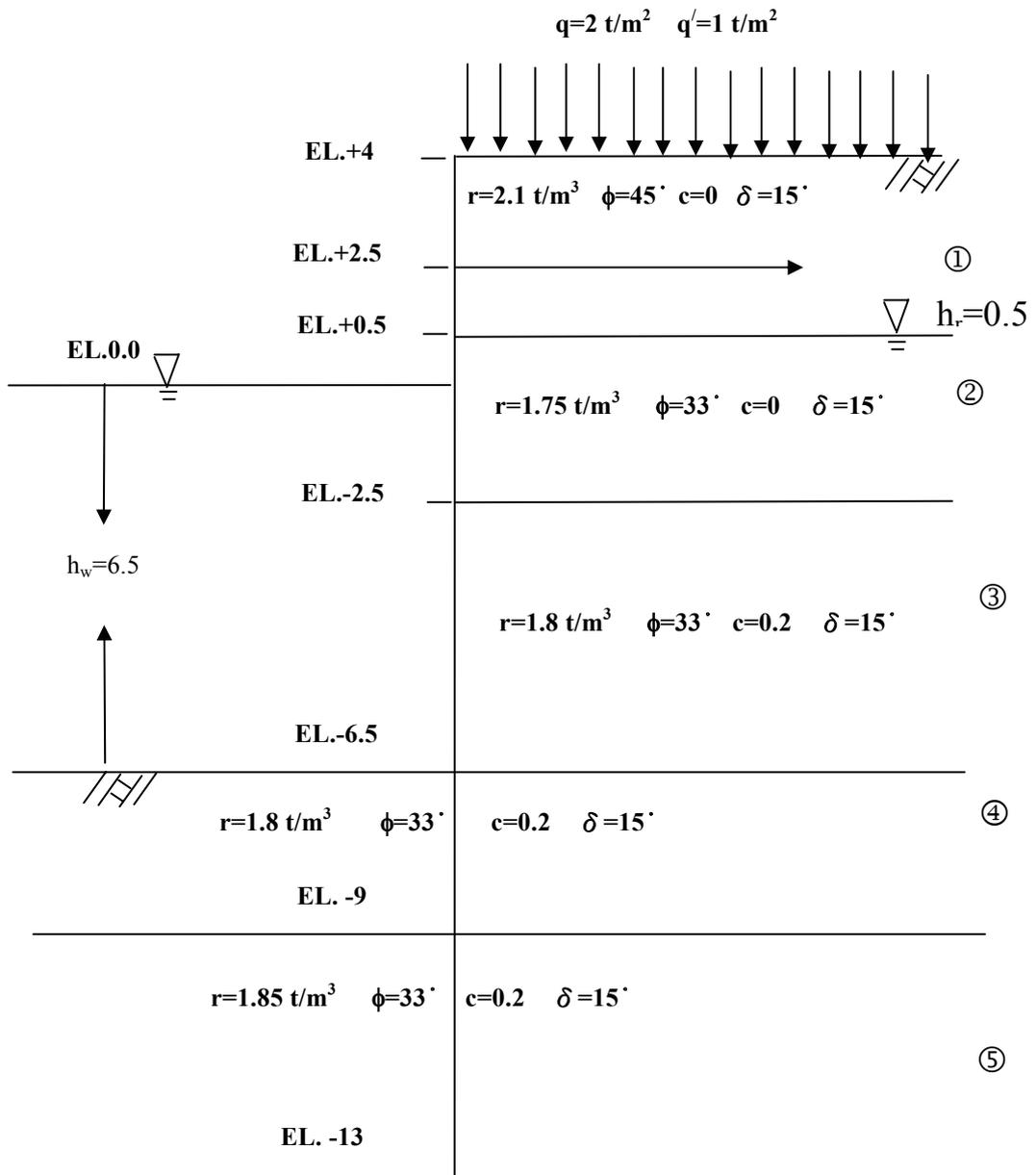


圖 9.3 碼頭各土層土壤參數示意圖

資料來源：本研究整理

9.2 碼頭耐震能力評估

本小節依據圖 9.1 之錨碇鋼板樁碼頭耐震能力評估項目與步驟評估本案例碼頭之耐震能力，評估結果本案例碼頭能承受水平震度 $K_h=0.12$ 之耐震能力，各項檢核項目以主鋼板樁入土長度檢核之安全性最低，茲說明如下：

依圖 9.3 所示的各土層參數，配合部頒碼頭設計基準所規定的公式，計算得各土層地震力作用下之主動土壓力係數 (ka') 及被動土壓力係數 (kp')，如表 9-3 所示。

表 9-3 各土層地震主動土壓力係數(ka')及被動土壓力係數(kp')

土層	q' 上載荷重(t)	r_i 土壤有效單位重(t/m^3)	ϕ_i 土壤內摩擦角	c_i 凝聚力(t/m^3)	δ_i 壁面摩擦角	H_i 土層厚度(m)	Ka'_i 主動土壓力係數	Kp'_i 被動土壓力係數
1	1	2.1	45°	0	15°	3.5	0.2170	
2	1	0.75	33°	0	15°	3	0.4840	
3	1	0.8	33°	0.2	15°	4	0.4735	
4	1	0.8	33°	0.2	15°	2.5	0.4735	4.5795
5	1	0.85	33°	0.2	15°	4	0.4645	4.6233

1. 主鋼板樁入土長度檢核

依規範規定，板樁入土長度須滿足下式

$$S.F \leq \frac{M_p}{M_a} \dots\dots\dots (9-1)$$

式中

S.F.：安全係數（常時 1.5，地震時 1.2）

M_p ：被動土壓力對拉桿裝設點之力矩

M_a ：主動土壓力與殘留水壓力對拉桿裝設點之力矩

本研究利用 Excel 試算軟體協助評估板樁入土長度、錨碇力及板樁最大彎矩，計算各土層作用在主鋼板樁上之主動土壓力與被動土壓力如表 9-4 及圖 9.4 所示，各土層土壓力作用於錨碇鋼索之力矩如表 9-5 所示，檢核結果如 9-2 式所示，板樁入土長度安全係數為 1.27，符合規範要求安全係數要大於 1.2 的要求。

表 9-4 各土層土壓力計算表

各層主動土壓值 (t/m)		各層被動土壓值 (t/m)		土層厚度 H_i (m)	各層主動土壓力 $= \frac{p_{ai1} + p_{ai2}}{2} \times \text{土層厚度}$		各層被動土壓力 $= \frac{p_{pi1} + p_{pi2}}{2} \times \text{土層厚度}$	
P_{a11}	0.210			3.5	P_{a1}	3.430(t)		
P_{a12}	1.750							
P_{a21}	3.904							
P_{a22}	4.956			3	P_{a2}	13.291(t)		
P_{a31}	4.583							
P_{a32}	6.046			4	P_{a3}	21.258(t)		
P_{a41}	6.046	P_{p11}	0.827	2.5	P_{a4}	16.259(t)	P_{p1}	13.126(t)
P_{a42}	6.961	P_{p12}	9.674					
P_{a51}	6.826	P_{p21}	9.763	4	P_{a5}	30.354(t)	P_{p2}	69.418(t)
P_{a52}	8.351	P_{p22}	24.947					

表 9-5 各土層對錨碇鋼索力矩計算表

$P_{ai}(t)$ ①	與拉桿距離 (m)②	$M_{ai} = ① \times ②$ (t-m)	$P_{pi}(t)$ ③	與拉桿距離 (m)④	$M_{pi} = ③ \times ④$ (t-m)
3.430	1.709	5.859			
13.291	3.559	47.306			
21.258	7.092	150.757			
16.259	10.279	167.134	13.126	10.601	139.151
30.354	13.567	411.808	69.418	13.792	957.393

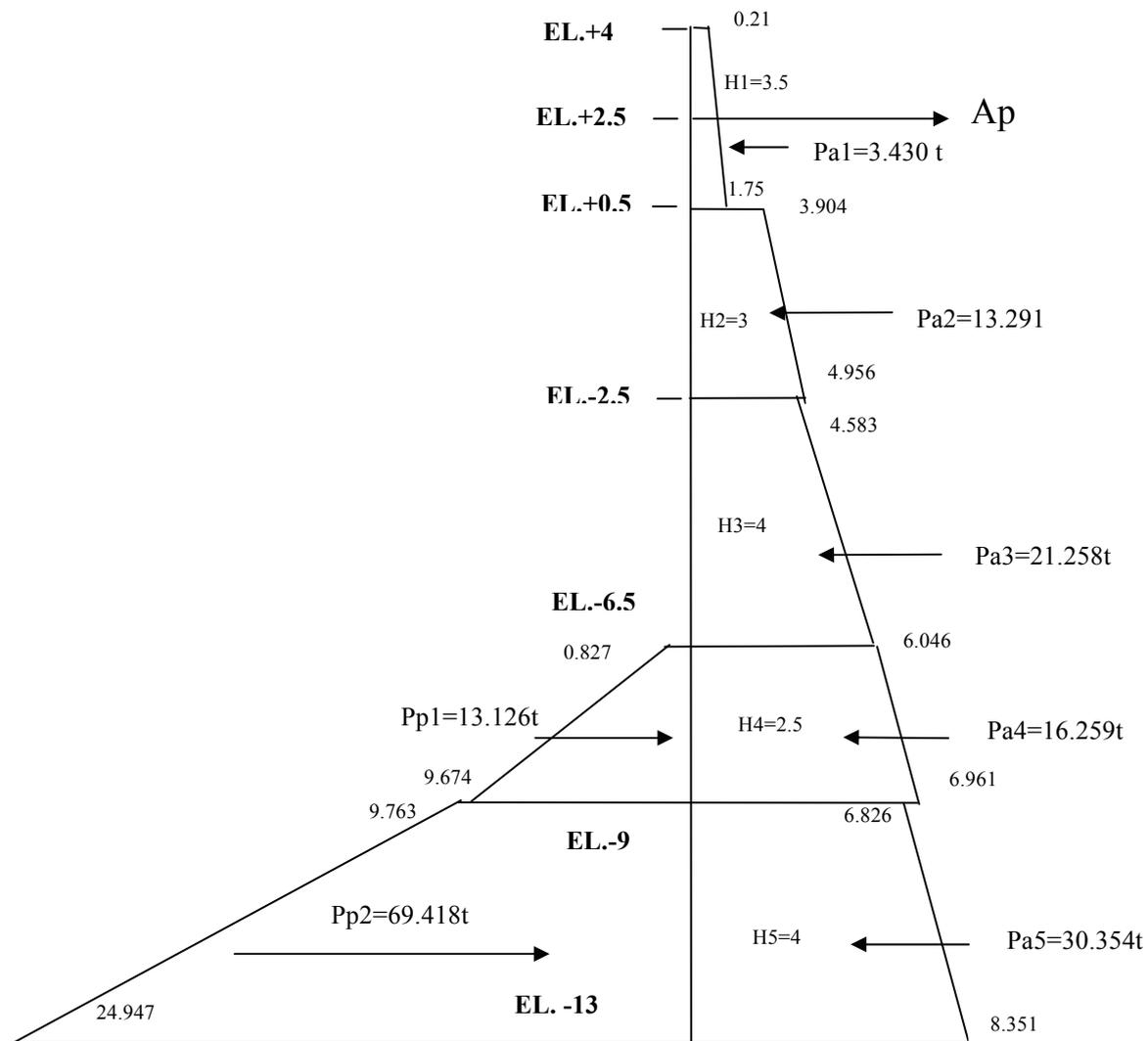


圖 9.4 水平震度 $K_h=1.2$ 板樁土壓示意圖

殘留水壓對拉桿之力矩 (M_{rw})

$$\begin{aligned}
 M_{rw} &= 0.5 * r_w * h_r * h_r * (h_r * 2/3 + 2) + h_r * r_w * (h_w + H_4 + H_5) \\
 &\quad * ((h_w + H_4 + H_5) / 2 + 2.5) \\
 &= 58.792 \text{ t-m}
 \end{aligned}$$

式中

r_w : 海水單位重(本研究以 1t/m^3 簡算)

h_r : 碼頭後線殘留水位與海平面高程差(本案例以 0.5m 計算)

h_w :海平面高程與海床高程差(碼頭水深本案例以 6.5m 計算)

H4、H5:土層 4 與土層 5 之厚度

依據基準動水壓力公式以下式計算

$$P_{dw} = 7/12 * k_{h1} * r_w * h_w^2$$

式中

k_{h1} :碼頭水平震度(本案例以 0.12 計算)

動水壓對拉桿之力矩 (M_{dw})

$$\begin{aligned} M_{dw} &= 7/12 * k_{h1} * r_w * h_w^2 * (3/5 * h_w + 1) \\ &= 7/12 * 0.12 * 1 * 6.5 * 6.5 * (3/5 * 6.5 + 2.5) \\ &= 18.928 \text{ t-m} \end{aligned}$$

$$S.F. = \frac{M_{p1} + M_{p2}}{M_{a1} + M_{a2} + M_{a3} + M_{a4} + M_{a5} + M_{rw} + M_{dw}} = 1.28 \dots\dots\dots (9-2)$$

2. 主鋼板樁最大彎矩與錨碇力檢核

依基準規定作用於板樁之最大彎矩，係假設板樁為以拉桿裝設位置及海底面為支承之簡支樑，而以海底面以上之土壓力、動水壓力及殘留水壓力為載重，如圖 9.5 所示，來計算錨碇力 (A_p)，進而求取主鋼板樁之最大彎矩。經由 Excel 試算軟體計算，板樁錨碇力為 17.82 公噸，最大彎矩發生在距板樁頂點 6.4 公尺處，最大彎矩約為 52.96 公噸-公尺。說明如下

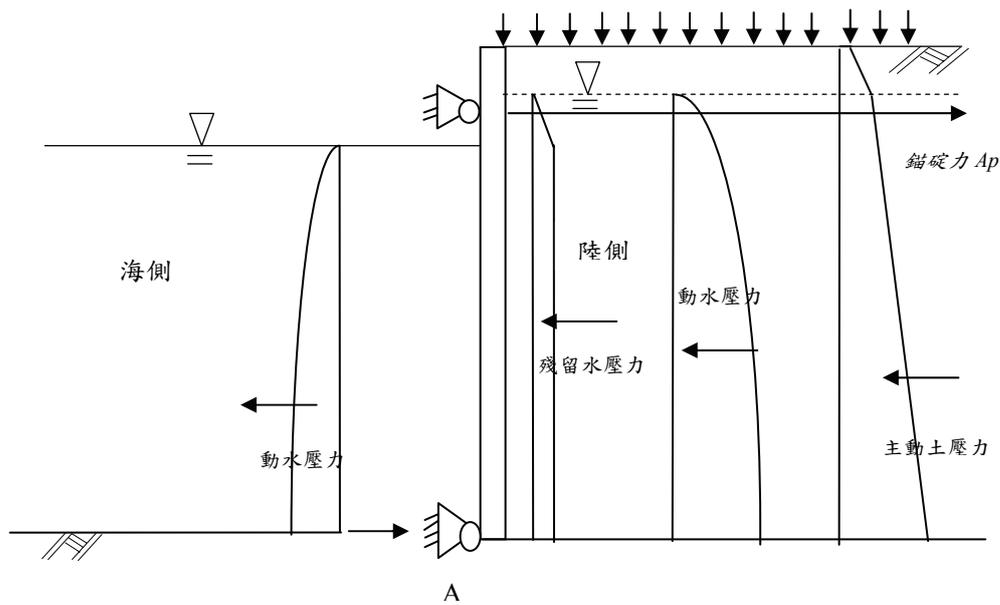


圖 9.5 板樁錨碇力及最大彎矩計算示意圖

依圖 9.5 示意圖，主動土壓力對 A 鉸點之力矩(P_{am})

$$\begin{aligned}
 P_{am} &= P_{a1} * (((2 * P_{a11} + P_{a12}) / (P_{a11} + P_{a12})) * H_1 / 3 + H_2 + H_3) + \\
 &\quad P_{a2} * (((2 * P_{a21} + P_{a22}) / (P_{a21} + P_{a22})) * H_2 / 3 + H_3) + \\
 &\quad P_{a3} * ((2 * P_{a31} + P_{a32}) / (P_{a31} + P_{a32})) * H_3 / 3 \\
 &= 141.308 \text{ t-m}
 \end{aligned}$$

殘留水壓對 A 鉸點之力矩 (M_{rw})

$$\begin{aligned}
 M_{rw} &= 0.5 * r_w * h_r * h_r * (h_r / 3 + h_w) + 0.5 * r_w * h_r * h_w * h_w \\
 &= 11.396 \text{ t-m}
 \end{aligned}$$

動水壓對 A 鉸點之力矩 (M_{dw})

$$\begin{aligned}
 M_{dw} &= 7/12 * k_{h1} * r_w * h_w^2 * (2/5 * h_w) \\
 &= 7/12 * 0.12 * 1 * 6.5 * 6.5 * (2/5 * 6.5) \\
 &= 7.690 \text{ t-m}
 \end{aligned}$$

$$A_p = \frac{P_{am} + M_{rw} + M_{dw}}{9} = 17.82$$

$$A_p * \text{鋼索間距} = 17.82 * 1.6$$

$$= 28.51 \text{ t} < \frac{126\text{t}}{2.5} = 50.4\text{t} \quad (\text{O.K.})$$

經由 Excel 試算軟體運算得最大彎矩發生在距板樁頂點 6.4 公尺處。 $M_{\max} = 52.96$ 公噸-公尺 $< 0.6 * f_y * z * 1.33 = 0.6 * 4000 * 2500 * 1.33$

$$= 7980000 \text{ 公斤-公分} = 79.8 \text{ 公噸-公尺} \\ (\text{O.K.})$$

3. 錨碇板樁最大彎矩與入土長度檢核

本研究依據張有麟單樁橫向承載力理論來檢核錨碇板樁之最大彎矩與入土長度。

$$M_{\max} = 0.322 \frac{T}{\beta} \dots\dots\dots(9-3)$$

其中

T：作用於樁頭之橫向力

$$\beta：樁變形因素，\beta = \sqrt[4]{\frac{k_h \times B}{4EI}}$$

k_h ：橫向地盤反力係數， $k_h = 0.15N$

B：樁寬

EI：基樁之撓曲剛度

N：標準貫入試驗值

由表 9-2 及圖 9.2 可以知道錨碇樁頭之土層標準貫入試驗值 N 為 10，所以 $k_h = 0.15N = 1.5$ ，又 B 以 100 公分代入， $E = 2100000$ ， $I = 56490$ ，代入得 $\beta = 0.004217$

$$M_{\max} = 0.322 \frac{T}{\beta} = 0.322 \frac{17.82 \times 1000}{0.004217} = 1360944 = 13.61 \text{ t-m}$$

$$0.6 * f_y * Z * 1.3 = 0.6 * 3000 * 2500 * 1.33 = 59.85 \text{ t-m} > 13.61 \text{ t-m} \quad (\text{O.K.})$$

錨碇鋼板入土樁長 $L_m = \pi/\beta$ ，由圖 9.2 所示錨碇鋼板樁長 15 公尺，依下式檢核結果顯示長度足夠。

$$L_m = \frac{\pi}{\beta} = 7.5 \text{ m} < 15 \text{ m} \quad (\text{O.K.})$$

4. 錨碇距離檢核

由圖 9.2 及圖 9.3 可得知錨碇各土層之 ϕ 值，由部頒碼頭設計基準查表及本研究內插得各土層的主動與被動破壞角如表 9-6 所示。則錨碇最短距離長度如下式計算需達 12.73 公尺，現況錨碇距離由圖 9.3 可得知 16 公尺，滿足基準要求之錨碇距離。

表 9-6 水平震度係數 $k_h=0.12$ 各土層主動與被動破壞角

土層	ϕ	ξ_{ai}	ξ_{pi}
1	45°	61°	21.7°
2	33°	52.5°	26.8°
3	33°	52.5°	26.8°

$$D = H_3 * \cot \zeta_{a3} + H_2 * \cot \zeta_{a2} + H_1 * \cot \zeta_{a1} + (L_m/3) * \cot \zeta_{p1}$$

$$= 12.73 \text{ m} < 16 \text{ m} \quad (\text{O.K.})$$

第十章 棧橋式碼頭耐震能力評估

本章以高雄港既有棧橋式碼頭為實例，以結構分析軟體 SAP2000 評估既有棧橋式碼頭之耐震能力，茲說明如下：

10.1 碼頭斷面與分析條件

本案例為斜樁棧橋式碼頭，碼頭標準斷面圖詳如圖 10.1 所示，碼頭上部結構為鋼筋混凝土梁版系統，下部結構為鋼管樁組成，基樁尺寸分別為直徑 80 公分，厚 1.2 公分。碼頭之一般條件、自然條件、材料強度、載重等基本設計資料如下說明。

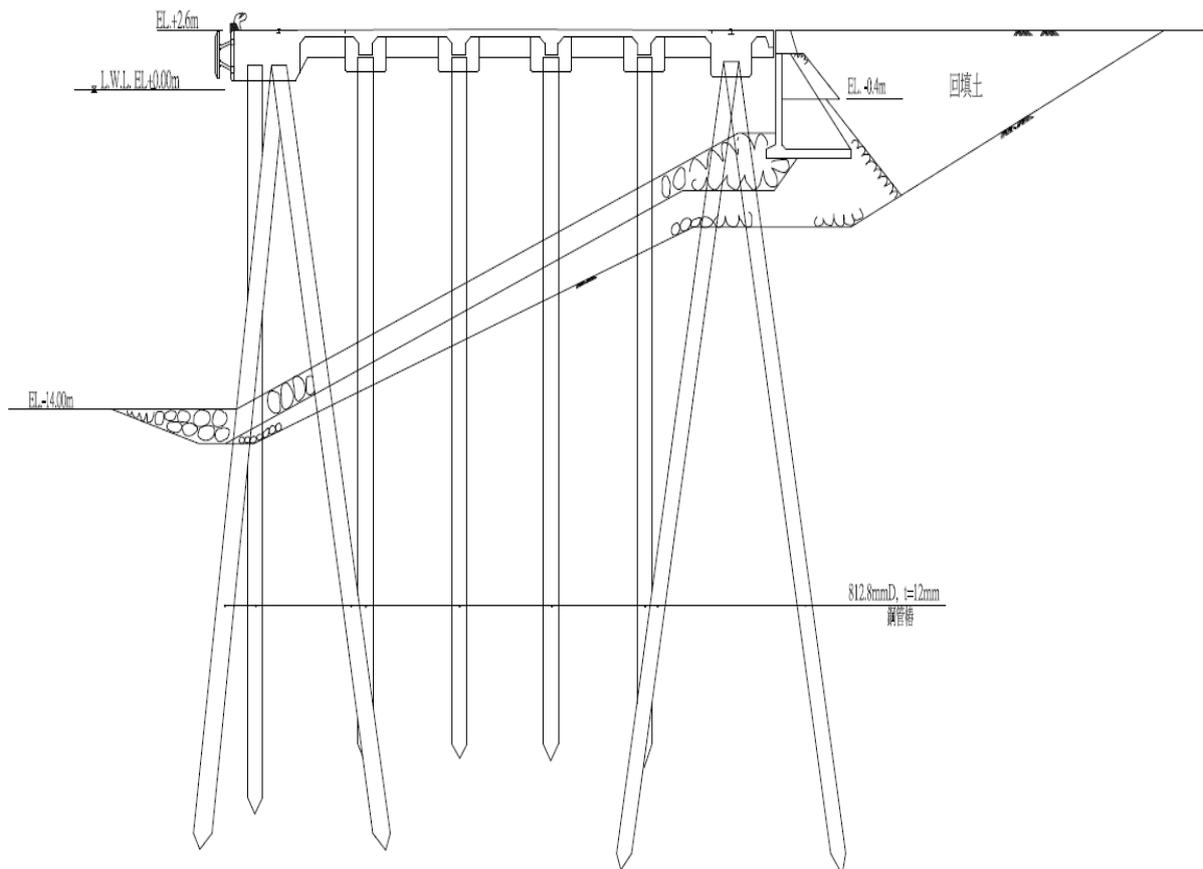


圖 10.1 碼頭斷面圖

(1)一般條件

碼頭泊船噸位：55,000GT

設計水深：EL.-14.0M

碼頭面高程：EL.+2.6M

碼頭長度：320 M

(2)自然條件

潮位：H.H.W.L. EL.+2.6M

H.W.L. E.L.+1.2M

M.W.L. E.L.+0.6M

L.W.L. E.L.+0.3M

L.L.W.L. E.L.+0.0M

(3)超載

平時：3 (t/m²)

地震時：1 (t/m²)

(4)地震係數

水面上：K_h=0.1

水面下：K_h=0.2

(5)單位重

鋼材 7.85t/m³

鋼筋混凝土 2.45 t/m³

(6)容許應力

混凝土

鋼筋混凝土 $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$

純混凝土 $f_c' = 175 \text{ kg/cm}^2$

容許應力根據 ACI 鋼筋混凝土設計相關規範地震、颱風、船舶靠岸時容許值增加 1/3。

鋼筋 $f_a = 1,400 \text{ kg/cm}^2$ ($f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$)

$f_a = 1,600 \text{ kg/cm}^2$ ($f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$)

地震、颱風、船舶靠岸時上述容許值增加 1/3。

構造用鋼材、鋼管樁(SS41、STK41 或同級品)

軸向拉應力 $\sigma_a = 1,400 \text{ kg/cm}^2$

軸向壓應力 $0 < l/r < 110$ $\sigma_{ca} = 1,300 - 0.06(l/r)^2 \text{ kg/cm}^2$

$l/r > 110$ $\sigma_{ca} = 7,200,000/(l/r)^2 \text{ kg/cm}^2$

彎曲應力 $\sigma_{ba} = 1,300 \text{ kg/cm}^2$

剪應力 $\sigma_a = 800 \text{ kg/cm}^2$

彈性模數 $E_s = 2.1 \times 10^7 \text{ t/m}^2 = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

地震、颱風、船舶靠岸時，上項容許值增加 1/2。

10.2 模型建置

依據碼頭之斷面、設計條件及相關基本資料整理出本研究之分析單元斷面尺寸示意圖，如圖 10.2 及圖 10.3 所示，依據分析斷面建構出本案例之分析模型如圖 10.4 所示。其中，樁入土部份，本研究以土壤彈簧模擬土壤與結構之互制行為，每一節點均設定三向的土壤彈簧，水平向彈簧及垂直向彈簧，如圖 10.5 所示，其中水平向包括 x(Hsx)及 y(Hsy)向，垂直向為 z 向，而 z 向彈簧又分樁周摩擦彈簧(Vs)及樁底彈簧(Vp)，相關彈簧係數值之模擬說明如後。

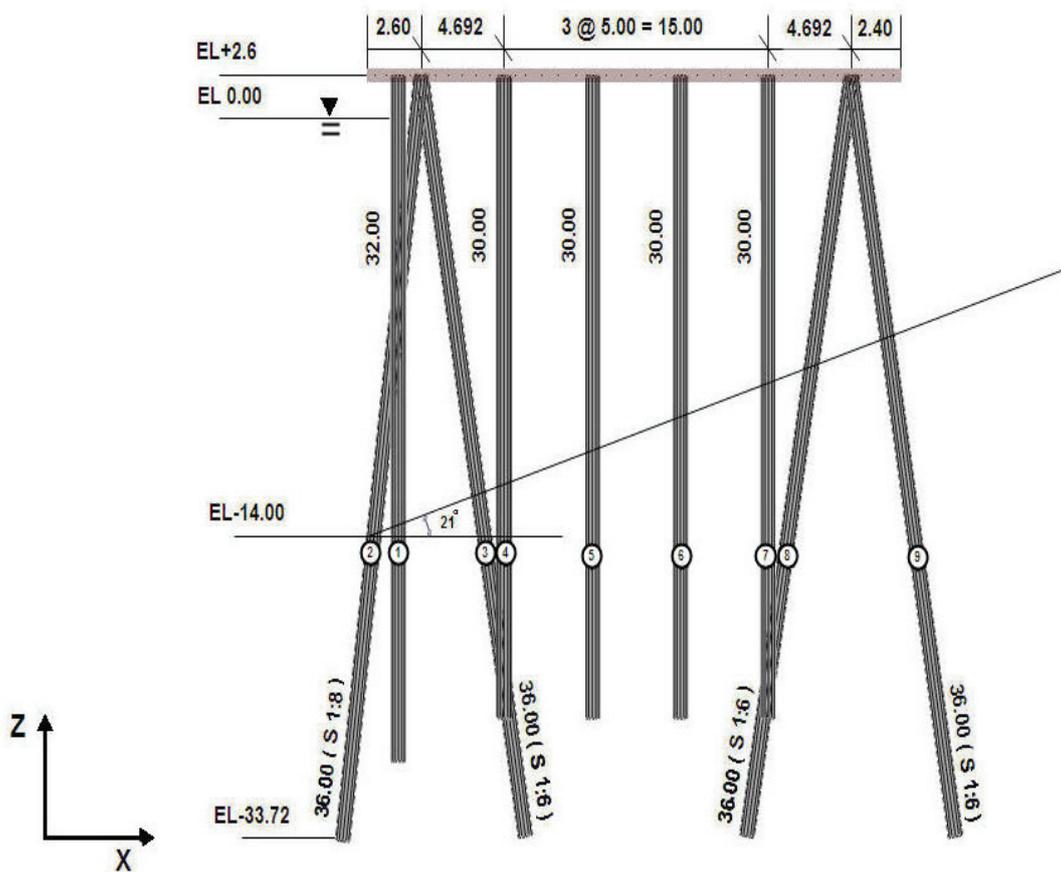


圖 10.2 碼頭分析單元相關尺寸側視示意圖

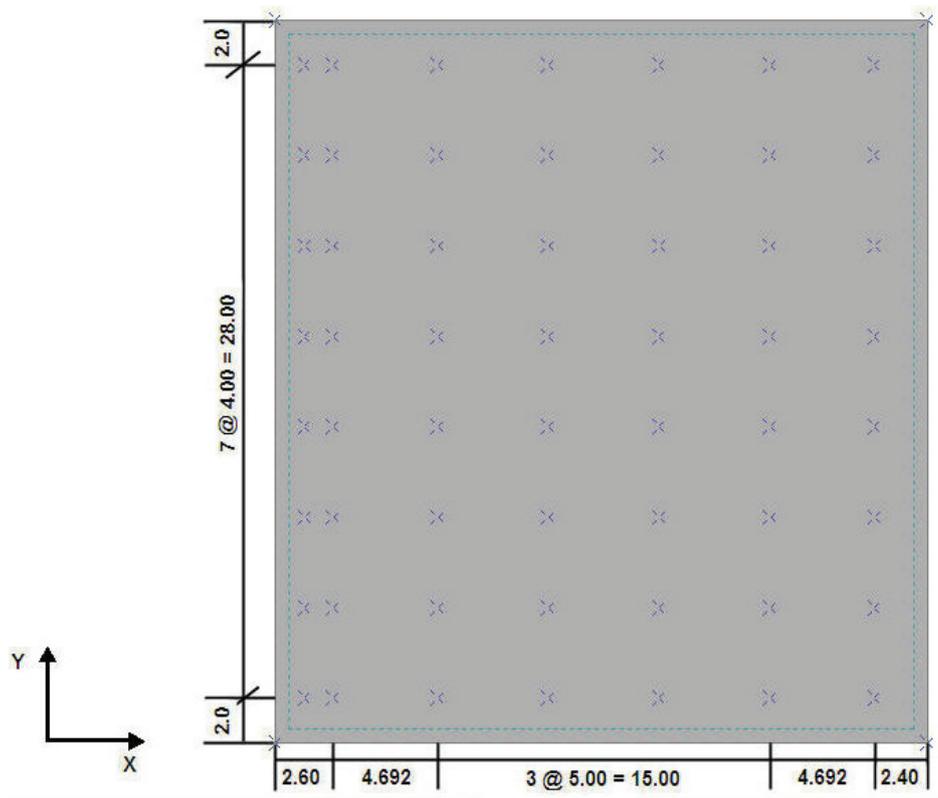


圖 10.3 碼頭面分析單元相關尺寸示意圖

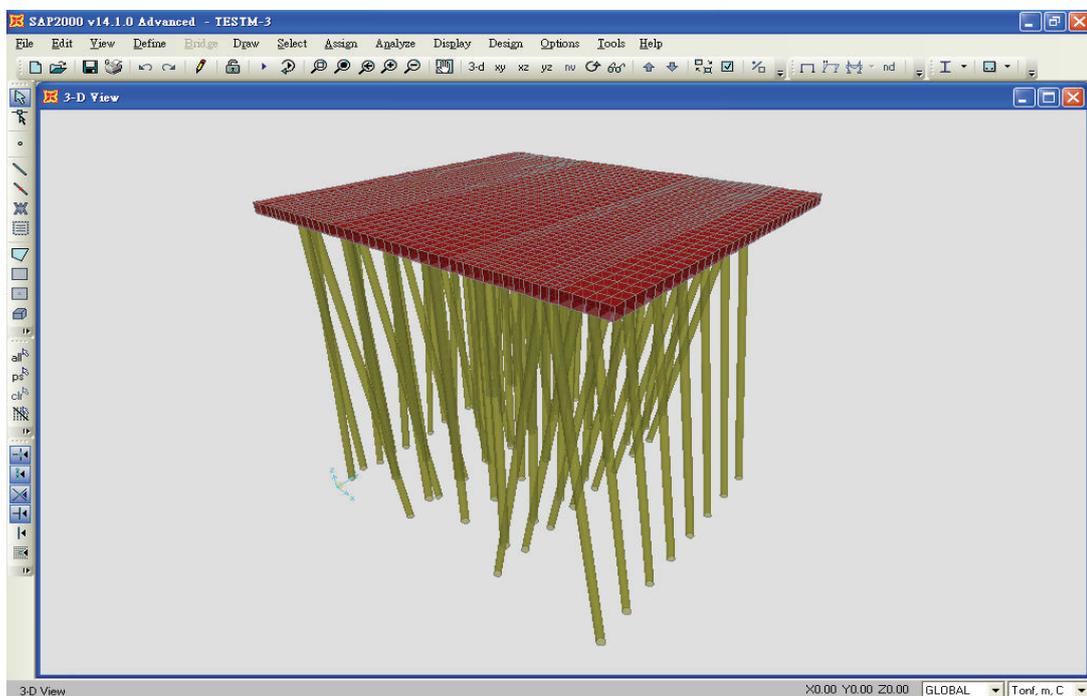


圖 10.4 棧橋式碼頭 SAP2000 模型示意圖

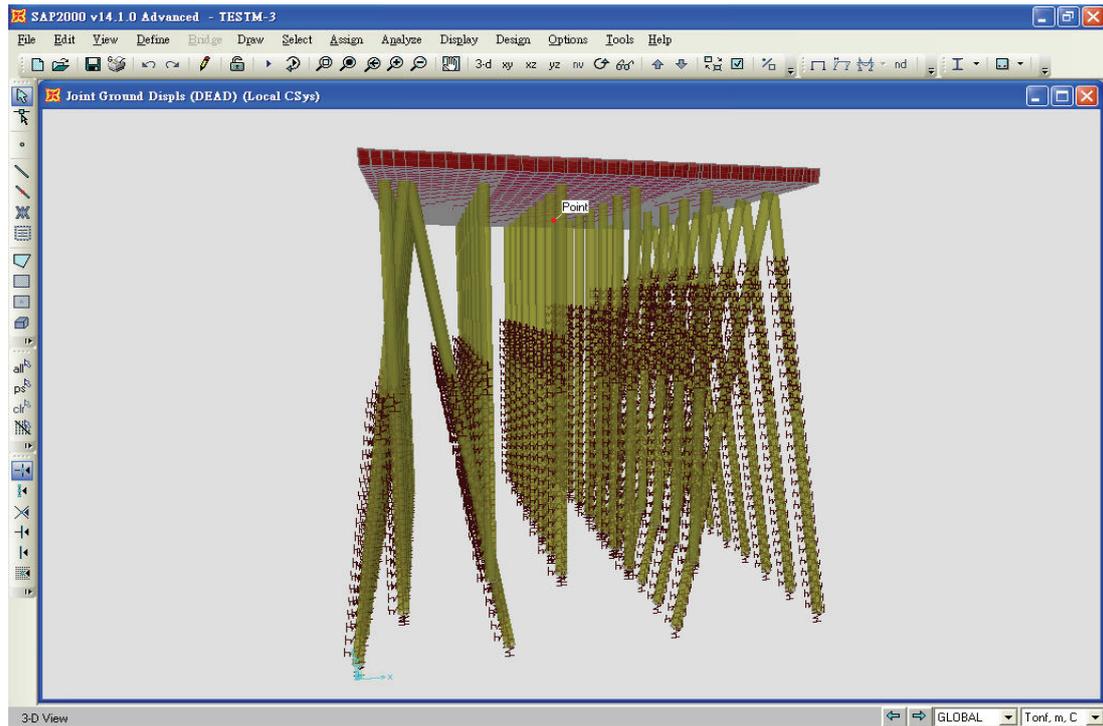


圖 10.5 棧橋式碼頭 SAP2000 土壤彈簧模擬示意圖

依據碼頭興建時之鑽探剖面資料，規納簡化將現地土層由上而下分成六層，作為本研究之分析土層，各土層相關參數如表 10-1 所示。本研究依據表 10-1 之各土層參數，配合一般常用之土壤彈簧經驗公式模擬各樁之土壤彈簧，相關公式說明如下。

直樁水平向土壤彈簧 H_s

$$H_s = H_{sx} = H_{sy} = 0.15 \times N \times D$$

其中

N：標準貫入試驗之打擊數

D：樁之直徑(公尺)

斜樁水平向土壤彈簧 H_{sx} 、 H_{sy}

$$H_{sx} = 0.15 \times N \times D$$

$$H_{sy} = 0.15 \times N \times D / \cos\theta$$

其中

θ ：斜樁與水平之夾角

直樁垂直向土壤彈簧 V_s

$$V_s = 0.2 \times N \times \pi \times D$$

斜樁垂直向土壤彈簧 V_s

$$V_s = 0.2 \times N \times \pi \times D$$

樁底土壤彈簧 V_p

$$V_p = 30 \times N \times \pi \times D^2 / 4$$

表 10-1 各土層參數

土層	1	2	3	4	5	6
高程	0~-2	-2~-6	-6~-14	-14~-22	-22~-36	-36~-50
厚度(M)	2	4	8	8	14	14
N 值	10	10	13	16	20	25
單位重 (t/m ³)	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
黏滯係數 (t/m ²)	1	1	3	1	1	5
土壤摩擦角 (degrees)	30	30	35	35	32	32
土壤分類	SM	SM	SM	SM	ML	ML

10.3 不考慮土壤液化碼頭耐震能力評估

由於過去的碼頭設計是依據基準所提供的各區震度做為設計依據，故本章將以 SAP2000 所提供的相關分析工具，以靜力分析方式做碼頭之耐震能力評估。在地震力輸入部份，本研究首先以原設計之地震力(水平震度 $k_h=0.1$)輸入建構之模型中，評估碼頭相關構件應力是否在基準規定的容許範圍之內，經分析結果(如圖 10.6 所示)，碼頭水平最大變位為 0.77 公分，應力以最靠近碼頭後線的短斜樁(圖 10.2 之 9 號樁)受力最大，軸力與彎矩分別為 92 公噸與 21.92 公噸-公尺，經計算其應力為 682 公斤每平方公分，尚在容許應力(1,908 kg/cm^2)範圍內。相關說明如下所示：

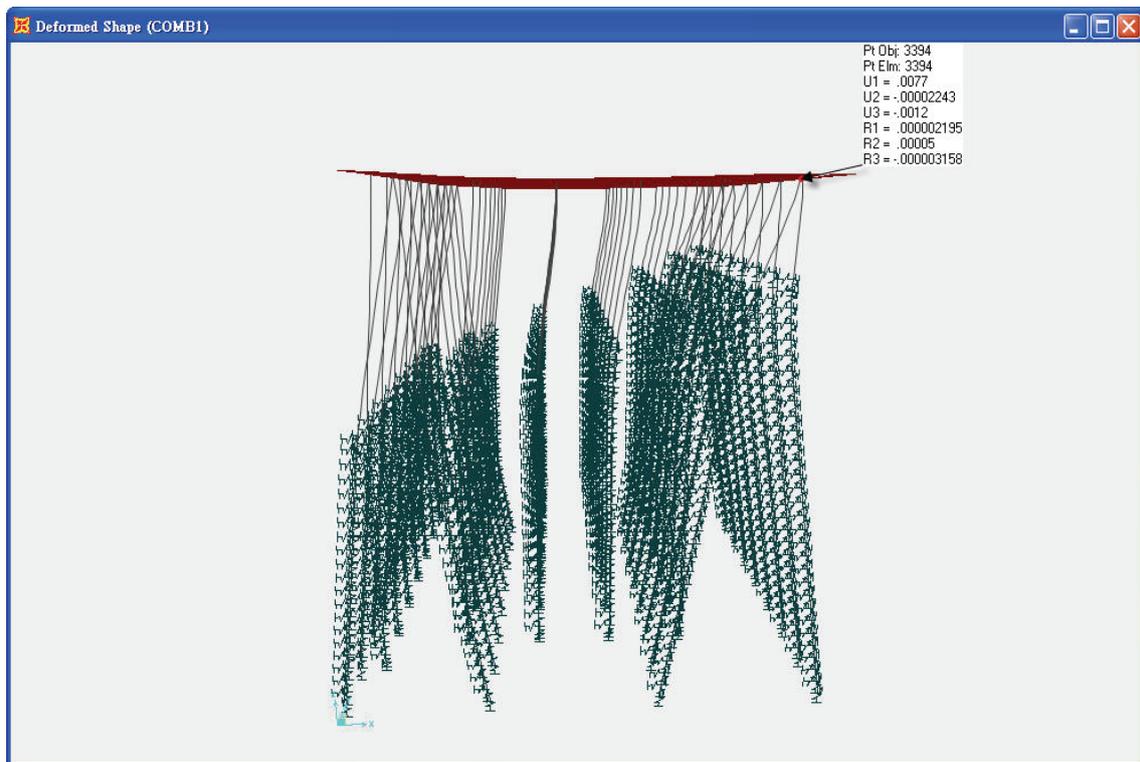


圖 10.6 水平震度 $K_h=0.1$ 棧橋式碼頭變位示意圖

$$\text{外徑 } D_{\text{out}} = 80 \text{ cm}$$

$$\text{內徑 } D_{\text{in}} = 80 - 2 \times 1.2 = 77.6 \text{ cm}$$

$$\text{斷面積 } A = \frac{\pi}{4}(D_{\text{out}}^2 - D_{\text{in}}^2) = 297 \text{ cm}^2$$

$$\text{斷面慣性矩 } I = \frac{\pi}{64}(D_{\text{out}}^4 - D_{\text{in}}^4) = 230516 \text{ cm}^4$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = 27.86 \text{ cm}$$

斜樁突出地表面之長度 $\ell = 600 \text{ cm}$

$$\text{因樁細長比 } \frac{\ell}{r} = 21.54 < 110$$

$$\text{故樁容許軸向壓應力 } \sigma_{ca} = 1,300 - 0.06 \times \left(\frac{\ell}{r}\right)^2 = 1272 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{地震力作用下樁容許軸向壓應力 } \sigma_{ca}' = \sigma_{ca} \times 1.5 = 1,908 \text{ kg/cm}^2$$

樁之斷面應力，由式(10-1)計算之，且斷面應力要小於地震力作用下容許軸向壓應力(σ_{ca}')。

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{Z} \times \frac{\sigma_{ca}}{\sigma_{ba}} < \sigma_{ca}' \dots\dots\dots (10-1)$$

式中

P=樁之軸力

A=樁之斷面積

Z=樁之斷面係數

M=樁之彎矩

σ_{ca} =樁之軸向容許壓縮應力強度

σ_{ba} =樁之容許彎曲應力強度

$$Z = \frac{I}{\frac{D}{2}} = 5763 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = \frac{92000}{297} + \frac{2192000}{5763} \times \frac{1272}{1300} = 682 \text{ kg/cm}^2 < 1908 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$

本研究逐步增加水平地震力之大小，直到樁之軸向應力大於地震力作用下容許軸向壓應力(σ_{ca})為止，分析結果如表 10-2 所示。經評估結果，碼頭能承受水平震度 $K_h=0.32$ 之耐震能力，碼頭變位示意圖如圖 10.7 所示。

表 10-2 棧橋式碼頭基樁耐震能力評估結果

水平震度	水平變位	軸壓力	彎矩	應力	檢核結果
0.1	0.78 cm	92t	21.92 t-m	682 kg/cm ²	O.K.
0.32	2.53 cm	211.18t	69.20 t-m	1886 kg/cm ²	O.K.
0.33	2.58cm	216.67t	71.36 t-m	1941kg/cm ²	N.G.

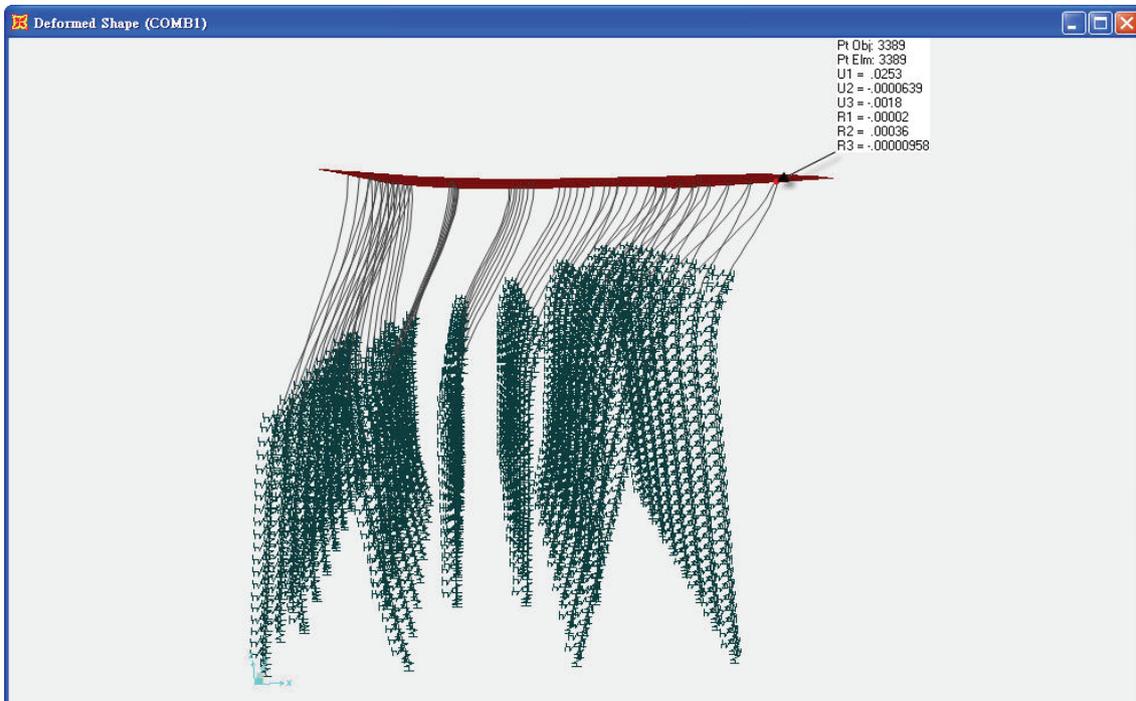


圖 10.7 水平震度 $K_h=0.32$ 棧橋式碼頭變位示意圖

10.4 考慮土壤液化碼頭耐震能力評估

依據本所賴聖耀本土化液化潛能評估理論，以 GIS 軟體模擬該港區的液化風險度，在地震規模 $M=7$ ，地表加速度 $PGA=0.2g$ 的條件下，高程 2.6~0 公尺、-2~-6 公尺及 -8~-12 公尺之土壤均可能發生液化，如圖 10.8 所示，依此研判，碼頭護坡及護岸均可能已發生破壞。基樁部份，因基礎部份土壤發生液化，使得基樁受土壤束制變小，細長比變大，進而產生較大變位。本小節考慮土壤液化效應，不考慮碼頭邊坡及護岸可能已發生破壞對樁的影響，僅評估碼頭基樁之耐震能力，以 SAP2000 進行樁之耐震能力評估。

由於 SAP2000 為結構分析與設計的軟體，它無法模擬土壤的受力與變形關係，所以軟體在模擬土壤與結構之互制行為時，以假設土壤彈簧來代替，針對本案例之基樁土壤土層發生液化的情況，SAP2000 也無法去評估液化土壤對基樁之作用力，是故本研究擬依據公路橋梁耐震設計規範中對液化土壤參數折減的方式，如表 10-3 所示，折減土壤標準貫入試驗值 (N)，再依據前面小節的土壤彈簧公式換算等值的土壤彈簧輸入結構模型中來分析基樁之耐震能力。

經本研究逐步增加水平地震力之大小，直到樁之軸向應力大於地震力作用下容許軸向壓應力 (σ_{ca}) 為止，評估結果，碼頭承受水平震度 $K_h=0.36$ 時，土層液化深度如圖 10.9 所示，此時軸力為 248.64 公噸，彎矩 45.39 公噸-公尺，碼頭水平變位為 4.94 公分，如圖 10.10 所示，樁最大應力 1,418 公斤每平方公分，樁應力在容許應力 ($1,438 \text{ kg/cm}^2$) 範圍內，相關計算說明如下：

斜樁因土層液化，造成突出地表面之長度 (l) 變長為 21 公尺。

$$\text{因樁細長比 } \frac{l}{r} = 75.4 < 110$$

$$\text{故樁容許軸向壓應力 } \sigma_{ca} = 1,300 - 0.06 \times \left(\frac{\ell}{r}\right)^2 = 959 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{地震力作用下樁容許軸向壓應力 } \sigma_{ca}' = \sigma_{ca} \times 1.5 = 1,438 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{248640}{297} + \frac{4539000}{5763} \times \frac{959}{1300} = 1418 \text{ kg/cm}^2 < 1438 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

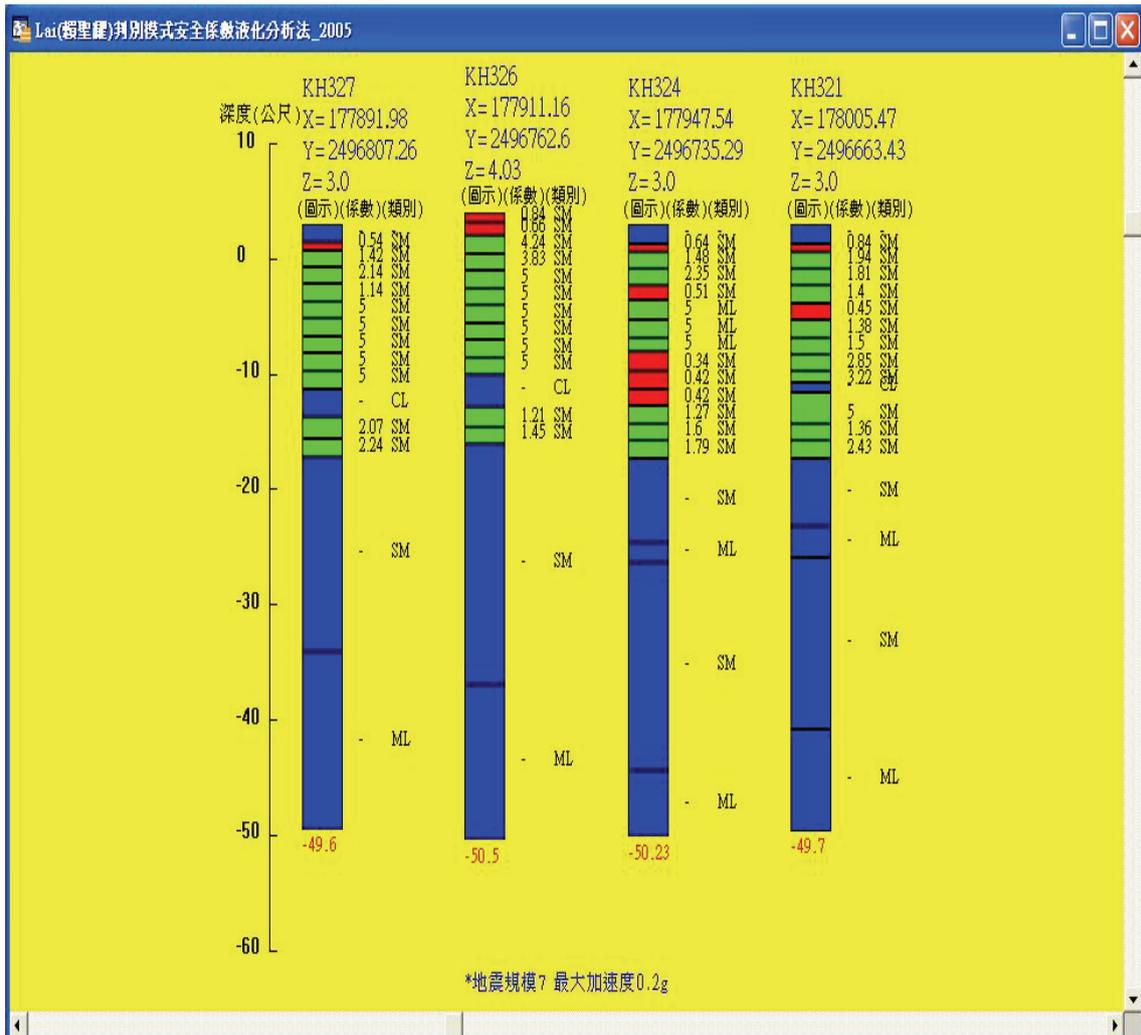


圖 10.8 水平震度 $K_h=0.2$ 土層液化深度柱狀圖

表 10-3 土壤參數折減係數 D_E

F_L 之範圍	距地表面之深度 $x(m)$	折減係數 D_E
$F_L \leq 0.6$	$0 \leq x \leq 10$	0
	$10 < x \leq 20$	1/3
$0.6 < F_L \leq 0.8$	$0 \leq x \leq 10$	1/3
	$10 < x \leq 20$	2/3
$0.8 < F_L \leq 1.0$	$0 \leq x \leq 10$	2/3
	$10 < x \leq 20$	1

資料來源：公路橋梁耐震設計規範

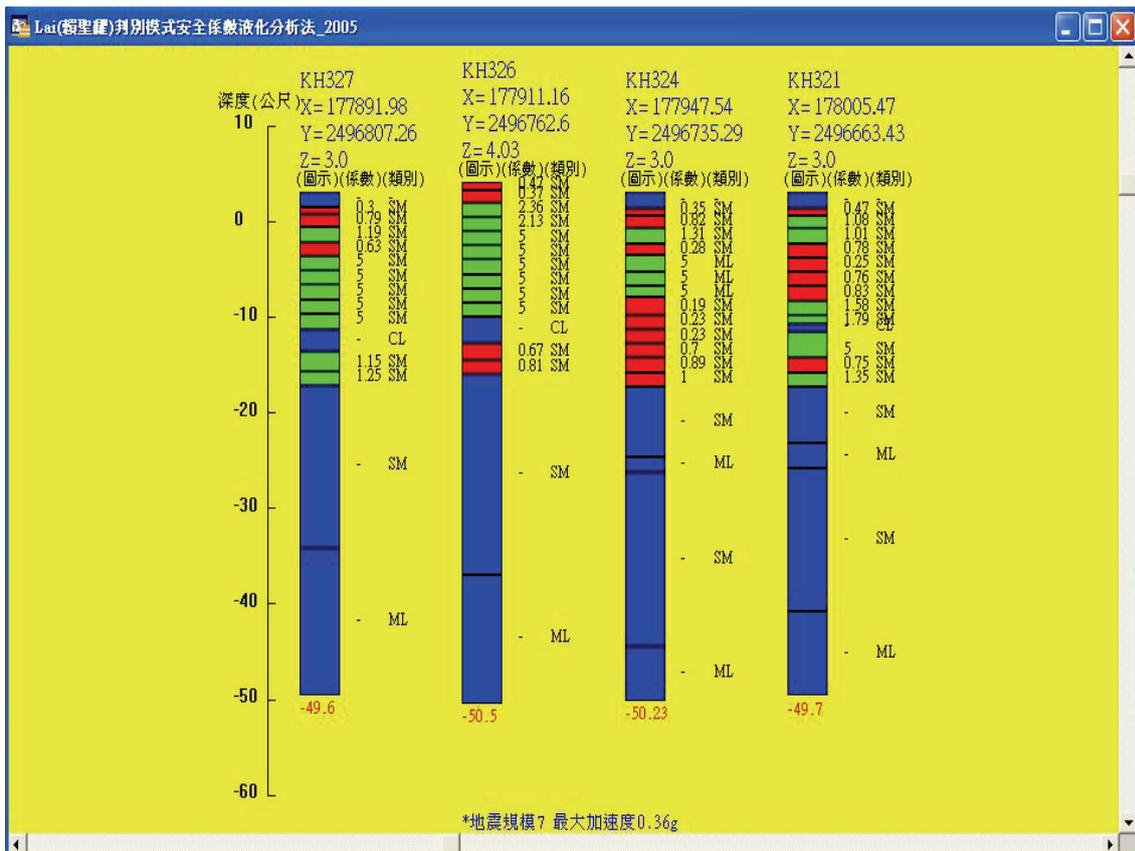


圖 10.9 水平震度 $K_h=0.36$ 土層液化深度柱狀圖

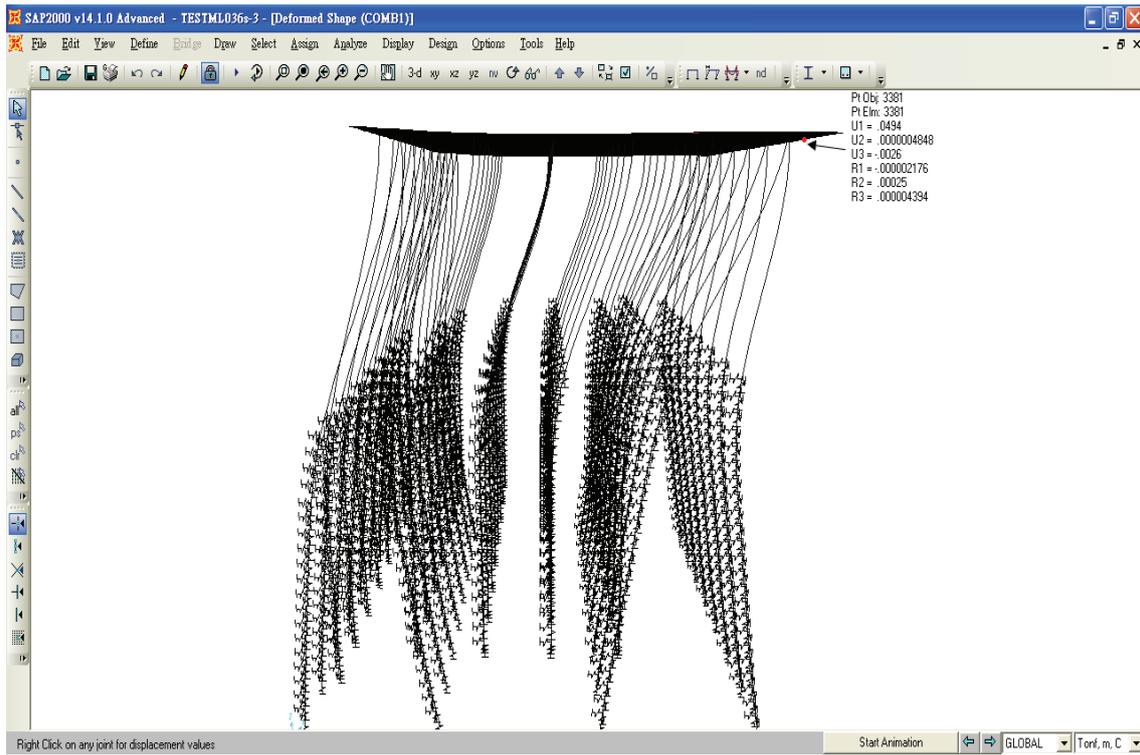


圖 10.10 水平震度 $K_h=0.36$ 棧橋式碼頭變位示意圖

第十一章 海氣象調查資料查詢展示

11.1 海氣象調查資料查詢設計

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

表 11-1 資料庫表單之格式及登錄內容

序號	方法	港區	類別	年份	月季	點區	碼1	碼2	X座標	Y座標	檔圖表說明	目錄	全檔名	副檔名	內容
1	現場	臺北港	波浪	2000	6月	點	1	1	287,042	2,786,156	表	D:\GisF1\TP\VI\	V006TP11.pdf	pdf	波高與週期月報表
2	現場	臺北港	波浪	2000	6月	點	1	1	287,042	2,786,156	表	D:\GisF1\TP\VI\	V006TP17.pdf	pdf	波高與波向月報表
3	現場	臺北港	波浪	2000	7月	點	1	1	287,042	2,786,156	表	D:\GisF1\TP\VI\	V008TP11.pdf	pdf	波高與週期月報表
4	現場	臺北港	波浪	2000	7月	點	1	2	287,042	2,786,156	表	D:\GisF1\TP\VI\	V008TP17.pdf	pdf	波高與波向月報表
5	現場	臺北港	波浪	2000	8月	點	1	2	287,042	2,786,156	表	D:\GisF1\TP\VI\	V00BTP11.pdf	pdf	波高與週期月報表
6	現場	臺北港	波浪	2000	8月	點	1	2	287,042	2,786,156	表	D:\GisF1\TP\VI\	V00BTP17.pdf	pdf	波高與波向月報表
7	現場	臺北港	波浪	2000	9月	點	1	0	287,042	2,786,156	表	D:\GisF1\TP\VI\	V00CTP11.pdf	pdf	波高與週期月報表
8	現場	臺北港	波浪	2000	9月	點	1	0	287,042	2,786,156	表	D:\GisF1\TP\VI\	V00CTP17.pdf	pdf	波高與波向月報表
9	現場	臺北港	波浪	2000	10月	點	1	0	287,042	2,786,156	表	D:\GisF1\TP\VI\	V011TP11.pdf	pdf	波高與週期月報表

現場觀測海氣象資料圖表查詢系統流程如圖 11.1 所示，查詢項目包括有風力、波浪、潮汐及海流等 4 項。進入系統，主畫面即顯示臺灣地圖及標示所有港區位置，以滑鼠選一港區，則背景顯示港區詳細地圖及標示所有測點位置，以滑鼠選一測點，則列出下拉式標題：(1)潮汐、(2)海流、(3)風力、(4)波浪，以滑鼠點選任一主項目，接著再進入下一層點選子項目。查詢內容除重要的統計圖或統計表，各觀測站或觀測區，皆有測站(區)位置、儀器安置、記錄期間等說明。

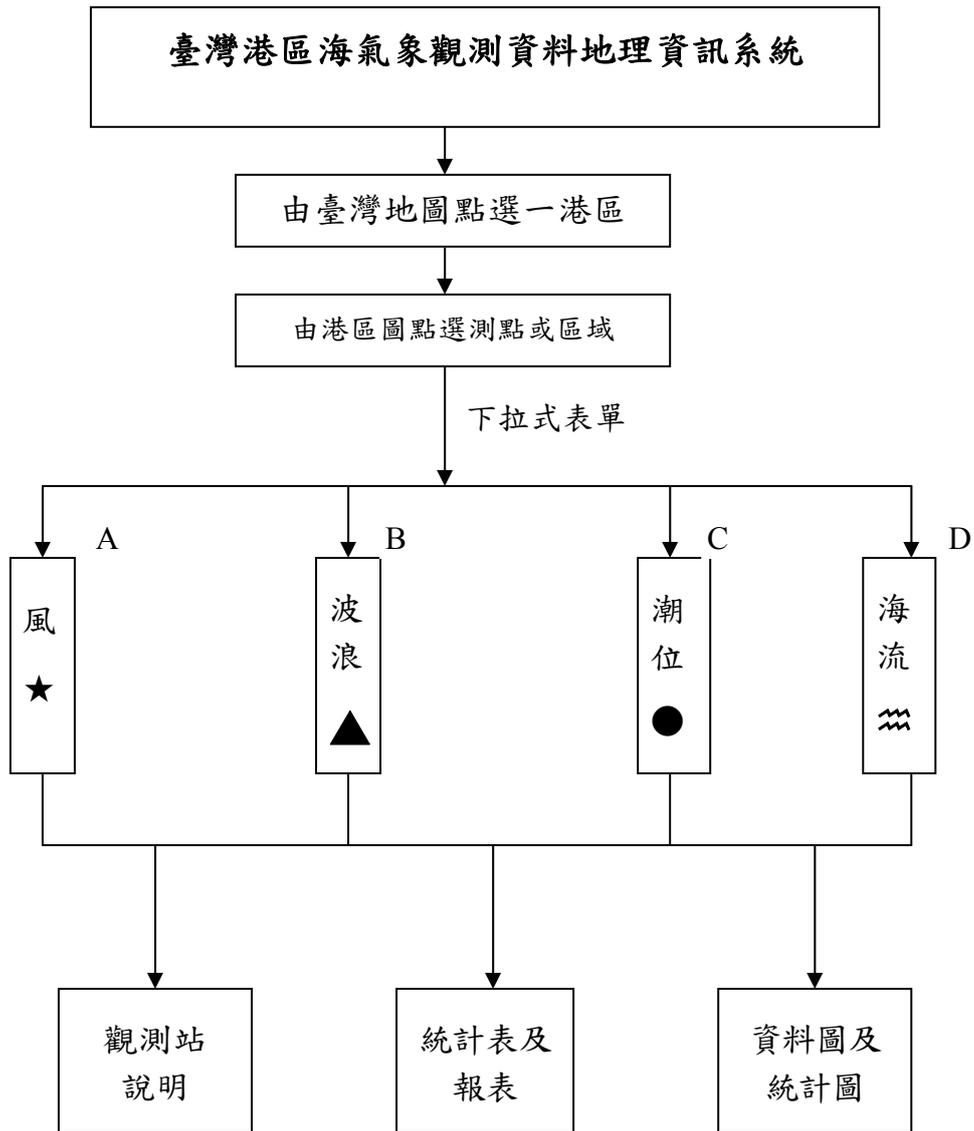


圖 11.1 臺灣港區海氣象觀測資料地理資訊系統流程圖

11.2 查詢選單與檔案關聯說明

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

1)潮汐資料:內容 → 查詢過程 → 檔案類型:

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

2)海流資料:內容 → 查詢過程 → 檔案類型:

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

3)風力資料:內容 → 查詢過程 → 檔案類型:

風測站說明:	→ PS 檔(例 WIM1TC40.PS)
風觀測記錄表	→ PS 檔(例 W971TC40.PS)
風統計表	→ PS 檔(例 W970TC45.PS)
風資料	→選年→選月→ASC 檔(例 W971TC40.1HE)
風月報表	→選年→選月→PS 檔(例 W971TC41.PS)
風速及風向聯合分佈	→選年→選月→PS 檔(例 W971TC42.PS)
風月資料圖	→選年→選月→PS 檔(例 W971TC4I.PS)
風玫瑰圖	→選年→選月→PS 檔(例 W971TC4J.PS)

4)波浪資料：內容 → 查詢過程 → 檔案類型：

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

11.3 系統操作程序

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

1. 在視窗作業環境下，執行MapInfo系統，進入該系統內。
2. 點選功能表File\Run MapBasic Program，選擇d:\harbor-1內的執行檔harbor.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。

11.4 臺中港海氣象調查資料查詢展示

臺中港海氣象調查資料查詢展示系統操作程序如下所示：

1. 按照8.3節程式操作程序1至3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕視窗會展繪出臺灣全島地圖與主要港區（如基隆、臺北、臺中、高雄、花蓮、蘇澳等港區）的分佈位置，如圖3-5所示。
2. 將滑鼠遊標移至臺中港標示文字區內，按滑鼠左鍵，可叫出臺中港區基本地圖圖層，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海

面區域位置。此時可點選「海氣象現地調查」主功能項下之第一選單「潮位測站顯示」，系統則載入該港區之潮位測站位置分佈圖。或是點選第七選單「流測站顯示」，系統則載入該港區之流測站位置分佈圖。其他測站也可依此方式顯示。當所叫用的測站位置圖顯示在螢幕上時，該功能表底下所附屬的測站關閉功能項，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。臺中港區海氣象查詢表單下拉及潮位測站位置展示如圖11.2所示。

3. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之物件。當所點選的物件為測站位置時，系統即進入資料庫表單搜尋該測站之內容項目，隨後在螢幕上顯示「資料內容選取對話框」如圖11.3，對話框內展列該測站所登錄的所有內容項目，使用者可選取需用項目。
4. 選取完需用項目後，系統即進入資料庫表單搜尋該項目之登錄年份，隨後在螢幕上顯示「年份選取對話框」如圖11.4，對話框內展列該測站所登錄的所有年份，使用者可依需用選取。
5. 選取完目標年份後，系統即進入資料庫表單搜尋該年份之登錄月季，隨後在螢幕上顯示「月季選取對話框」如圖11.5，對話框內展列該測站所登錄的所有月季，使用者可依需用選取。
6. 選取完目標月季後，系統即進入資料庫表單搜尋該月季之資料檔案，隨後在螢幕上顯示查詢結果，圖11.6為臺中港潮位資料圖查詢結果之一。
7. 使用者可依循步驟3至6，繼續查詢其他資料內容。如圖11.7為臺中港海流資料圖查詢結果之一。
8. 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。
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。

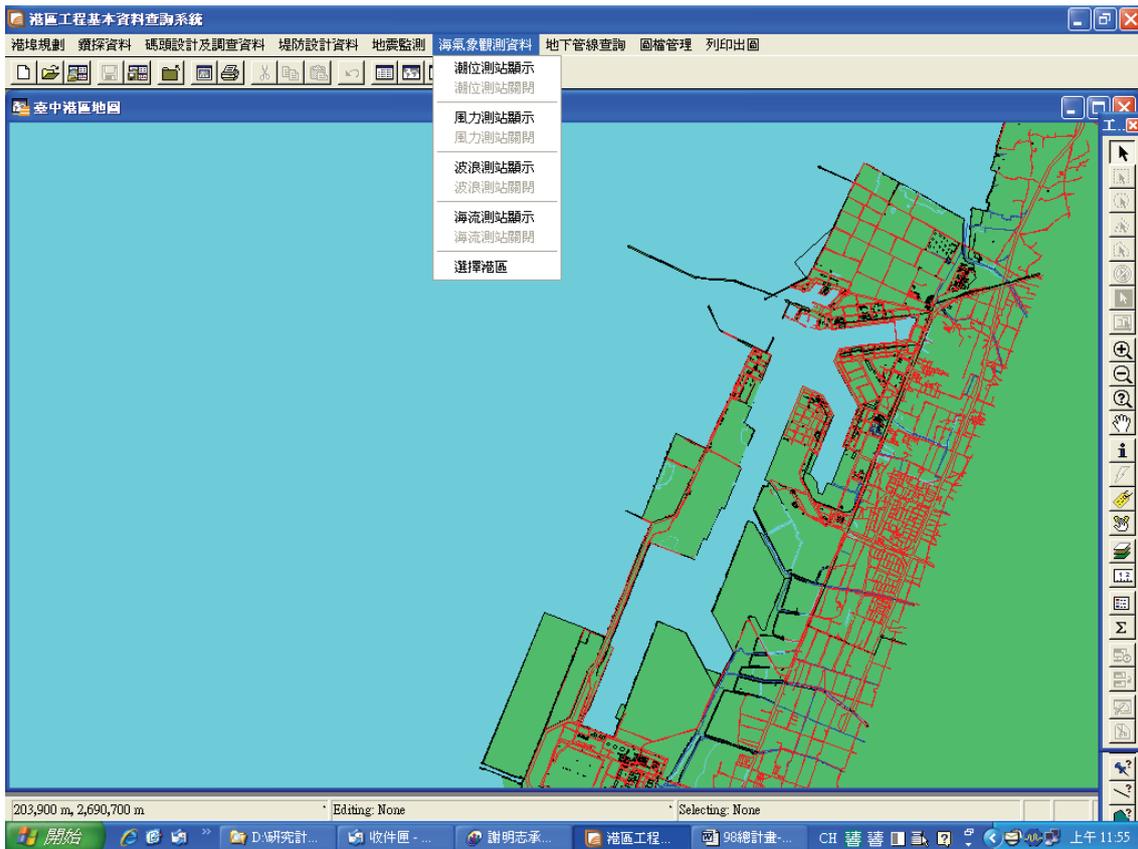


圖 11.2 臺中港區海氣象查詢表單及潮位測站位置展示圖

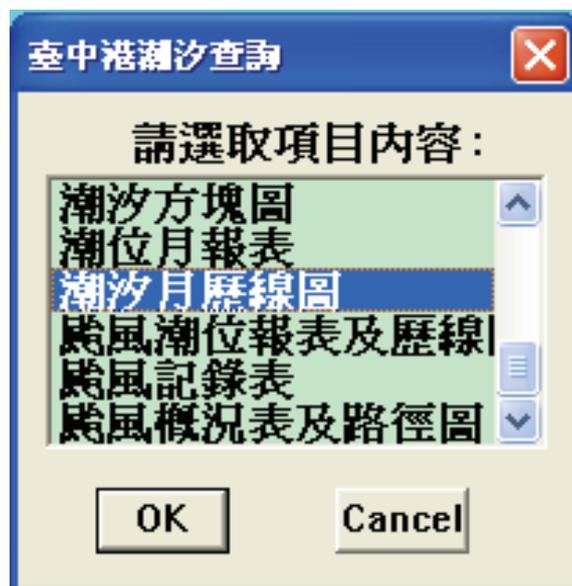


圖 11.3 臺中港潮位資料內容選取對話框



圖 11.4 臺中港潮位資料年份選取對話框



圖 11.5 臺中港潮位資料月季選取對話框

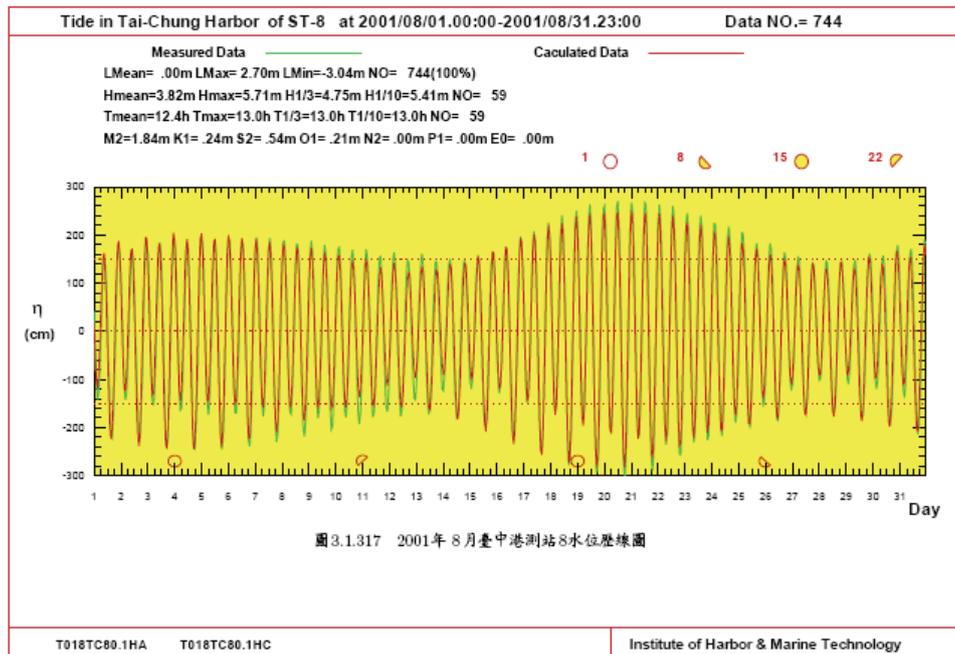


圖 11.6 臺中港潮位資料圖查詢結果之一

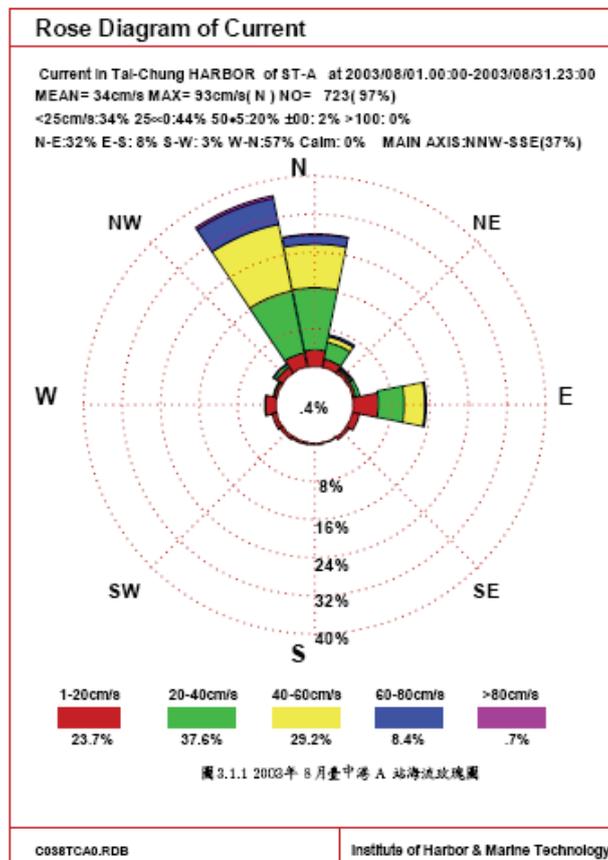


圖 11.7 臺中港海流資料圖查詢結果之一

第十二章 港灣工程基本資料網路查詢系統建構

12.1 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。

本計畫針對已架構之查詢系統，本年度將臺中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。
- 5.海氣象觀測資料查詢展繪：含風潮浪流等資料。

本計畫成果可使資料查詢更便利，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。

12.2 系統架構

港灣工程基本資料網路查詢系統架構如圖 12.1 所示。

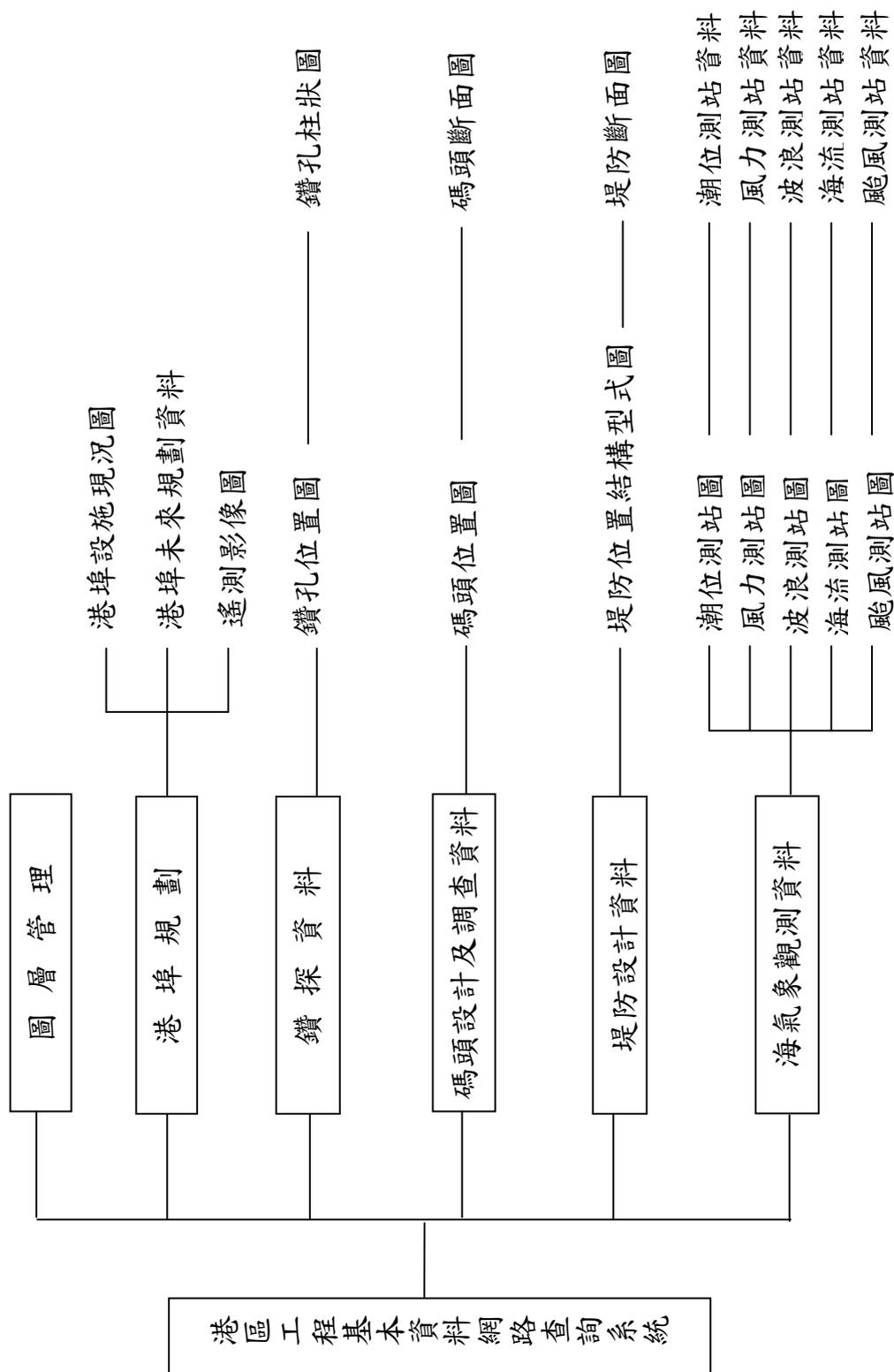


圖 12.1 港灣工程基本資料網路查詢系統架構圖

12.3 系統開發工具

12.3.1 Inet Editor GIS 編輯器

依據資料建檔工作所需具備之軟體基本功能，本研究採用藏識科技有限公司所發展的地理資訊系統應用軟體，該軟體即命名為 Inet Editor GIS 編輯器。INet Editor 是 INet Tools 成員中的地圖編輯器，是一個完整的地理資訊系統，可以對本端的向量資料、影像資料，或是遠端的空間資料庫，做迅速且正確的整合。並可對資料做修改、查詢、運算建立 Grid 圖層、3D 模型、資料分析及資料展示等功能。該系統特色如下：

1.特殊編修功能

以線段切割線段、以線段切割面、將線段延伸至某圖素邊界．．．等特殊編修功能，是針對地理資訊人員的需求而設計，大大增加了地理資訊編修的方便性。

2.追點編修功能

「追點」是為描繪幾何圖形而設計的輔助編修功能。根據滑鼠的移動方向，追點功能便會自動鎖定參考圖層中的交點及節點，並繪製出連結的線段。

3.VBA 開發自製化功能

INet GISViewer 內提供 VBA 開發巨集的能力，可以在 Viewer 內開發自己專屬的功能。設計好的巨集可以匯出成單獨的檔案，供匯入到其他的 INet Viewer 內。

4.遠端空間資料庫連線

INet GISViewer 內建與遠端空間資料庫(INet SDS)連線的能力。連線後可以取得遠端空間資料庫的資料作為 Viewer 內的圖層。

5.建置立體模型

配合高程資料，INet GISViewer 可直接顯示立體模型。亦可將圖素為面的向量圖層設定為 3D 建物模型圖層，便可在立體模型上一併展現建物的模型資料。若再設定貼圖材質，便可真實地展現建物風格。

6.特殊影像演算技術:

INetGIS 系統核心亦發展出一套演算速度與資料大小相關性極小的演算法，也就是說對於 1GB 與 1TB 的影像其開檔與顯示速度幾乎相同，INetGIS 系統能讓 1TB 的影像資料於數秒內開檔並顯示。

7.將多張影像合併的鑲嵌技術:

INetGIS 具有將多張影像製作成鑲嵌影像的能力，可將多張影像製作成一個 IIF 影像檔。IIF 影像採用特殊的演算法與資料結構，使所製作的鑲嵌影像沒有容量限制，以 Windows NT 檔案系統為例，可容納大約為 16,777,216TB (1TB=1,024GB)鑲嵌影像。

12.3.2 Inet Transfer Data 資料轉換器

本研究採用藏識科技有限公司所發展的資料轉換器軟體，該軟體即命名為 Inet Transfer Data 資料轉換器。Inet Transfer Data 是 INet Tools 成員中的資料轉換器，可以轉換向量資料、影像資料及高程資料。

可提供單一檔案或資料夾所有檔案轉換資料格式，轉換速度快。

提供向量資料轉換，欲轉換向量檔來源檔案格式可為 SHP、MIF、GEO、GEODB、DWG、DGN、DNC、ENC，目的檔格式會依來源對應改變，SHP、MIF、DWG、DGN、DNC、ENC 可轉為 GEO 或 GEODB 檔案格式，GEO 可轉為 GEODB、SHP、MIF、DWG、DGN 檔案格式，GEODB 可轉為 GEO、SHP、MIF、DWG、DGN 檔案格式。

提供影像資料轉換，欲轉換影像檔來源檔案格式可為 TIF、JPG、SID、IIF、HIF、ECW，目的檔格式為 IIF 檔案格式，在轉換時可進行進階影像設定如色彩平衡（對比、亮度、色彩偏移調整）、壓縮影像及透視度設定。

提供高程資料轉換，欲轉換高程檔來源檔案格式可為 ASC、HDR、DT1，目的檔格式為 DEM 檔案格式。

12.3.3 Internet Map Server 網際網路地圖伺服器系統

INet IMS 是 INet GIS 成員中的網際網路地圖伺服器，負責在網際網路中提供豐富的 GIS 相關功能，如瀏覽圖資、圖層套疊、定位、查詢、環域分析、路網分析、3D 顯示及各種幾何演算與空間分析功能。

INet IMS 除了擁有豐富的 GIS 功能外，還擁有強大與方便的開發環境，以符合不同使用者的需求。其架構如圖 12.2 所示。

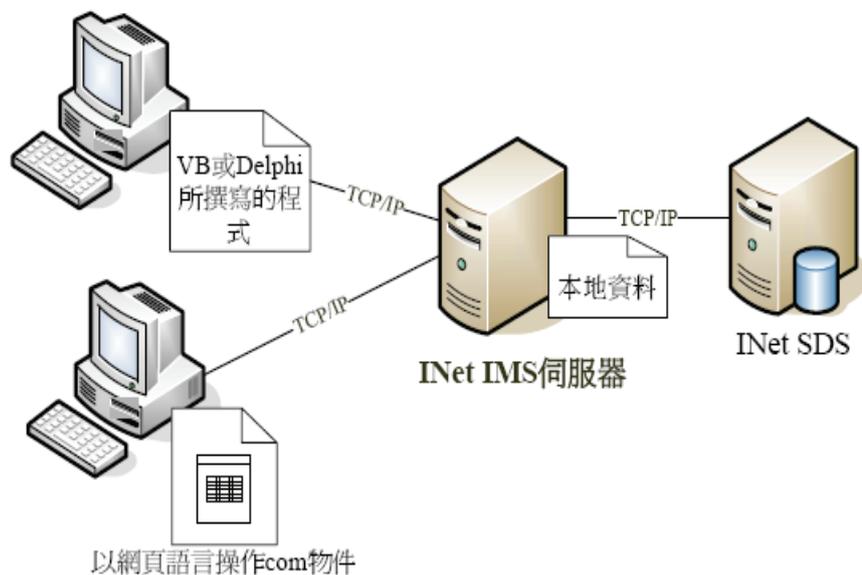


圖 12.2 Internet Map Server 網際網路地圖伺服器系統架構

12.3.4 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。

12.3.5 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。

12.3.6 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。

12.4 系統介紹

12.4.1 查詢系統首頁

港區工程基本資料網路查詢系統首頁如圖 12.3 所示，首頁顯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、堤防設計資料查詢及海氣象觀測資料查詢，點選每一個查詢圖示，可進一步了解該查詢功能，如圖 12.4~12-8 所示。



圖 12.3 港區工程基本資料網路查詢系統首頁

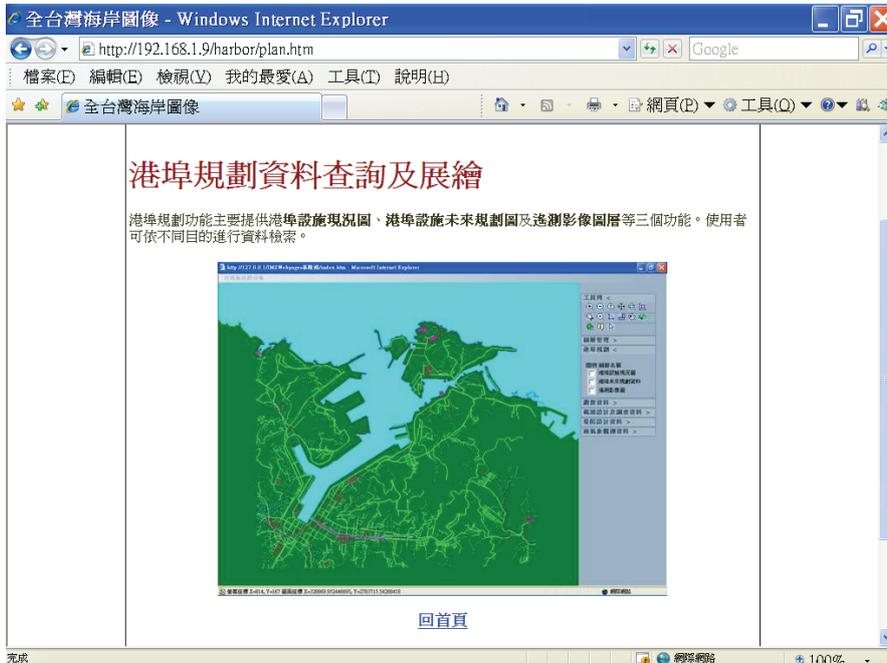


圖 12.4 港埠規劃資料查詢及展繪功能說明



圖 12.5 鑽探資料查詢及展繪功能說明

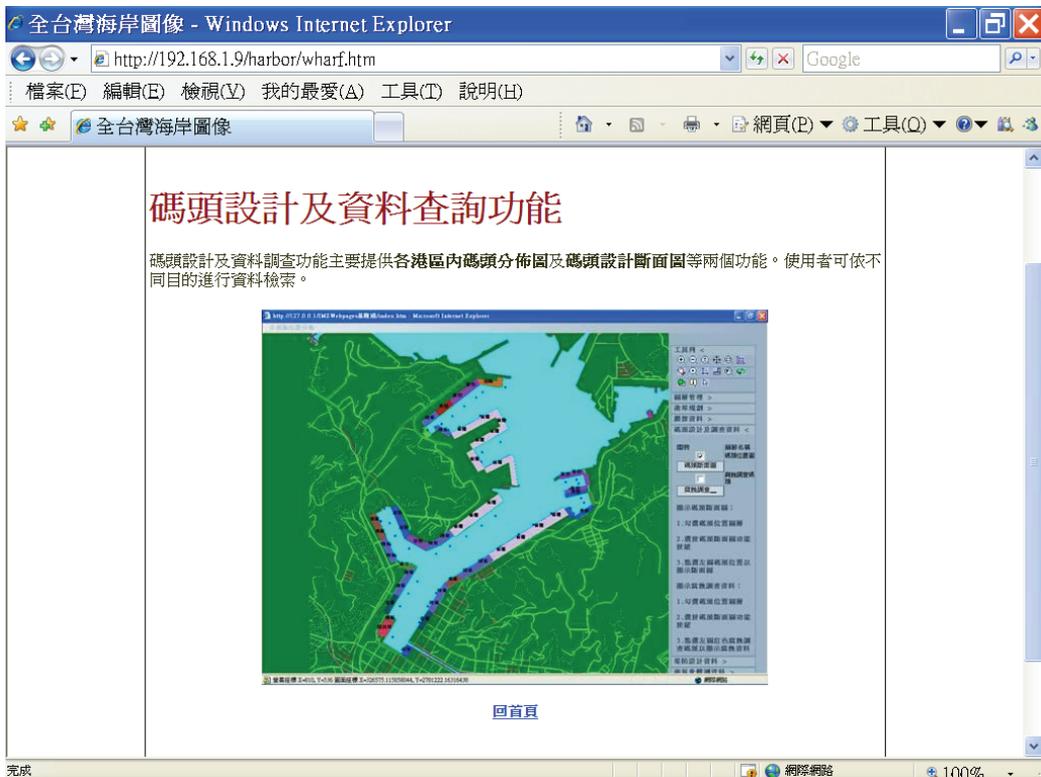


圖 12.6 碼頭設計及資料查詢功能說明



圖 12.7 堤防設計及資料查詢功能說明

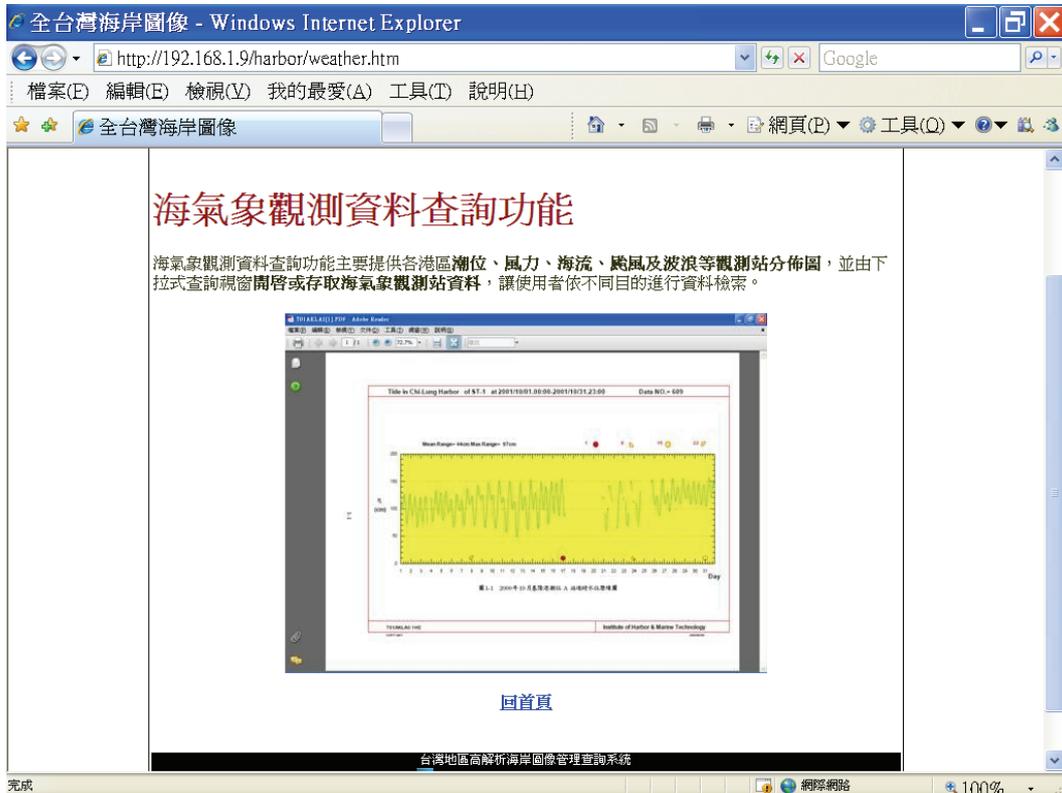


圖 12.8 海氣象觀測資料查詢功能說明

於港區工程基本資料網路查詢系統首頁按「使用者登入」按鈕，即會進入使用者登入畫面，如圖 12.9 所示。



圖 12.9 使用者登入畫面

使用者輸入帳號和密碼後，可查詢該使用者權限的港區資料，如圖 12.10 所示，該使用者可查詢臺中港港區工程基本資料。目前港區工程基本資料網路查詢系統已建立基隆港、蘇澳港、花蓮港、臺中港的港區工程基本資料。



圖 12.10 臺中港港區工程基本資料網路查詢系統

將滑鼠遊標移至臺中港標示區內，按滑鼠左鍵，會開啟臺中港區基本地圖圖層，如圖 12.11 所示。而相關的功能選單也同時呈現在畫面右方。

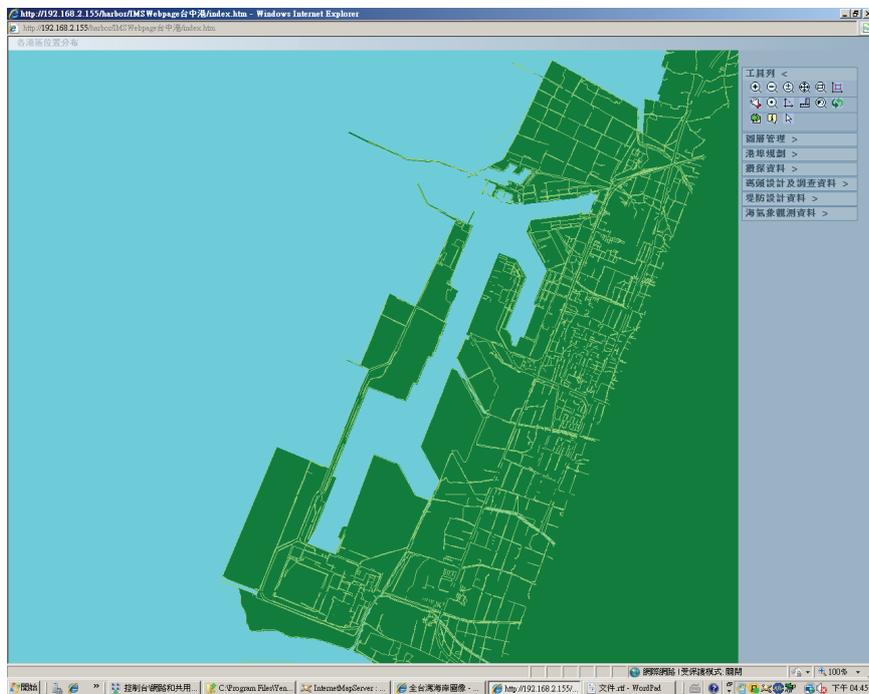


圖 12.11 臺中港區基本地圖及功能選單

12.4.2 圖層管理功能

點選畫面右方功能選單內圖層管理功能，會下拉式列出所有可能使用之圖層，使用者可以自行勾選開啟或關閉圖層，如圖 12.12 所示。

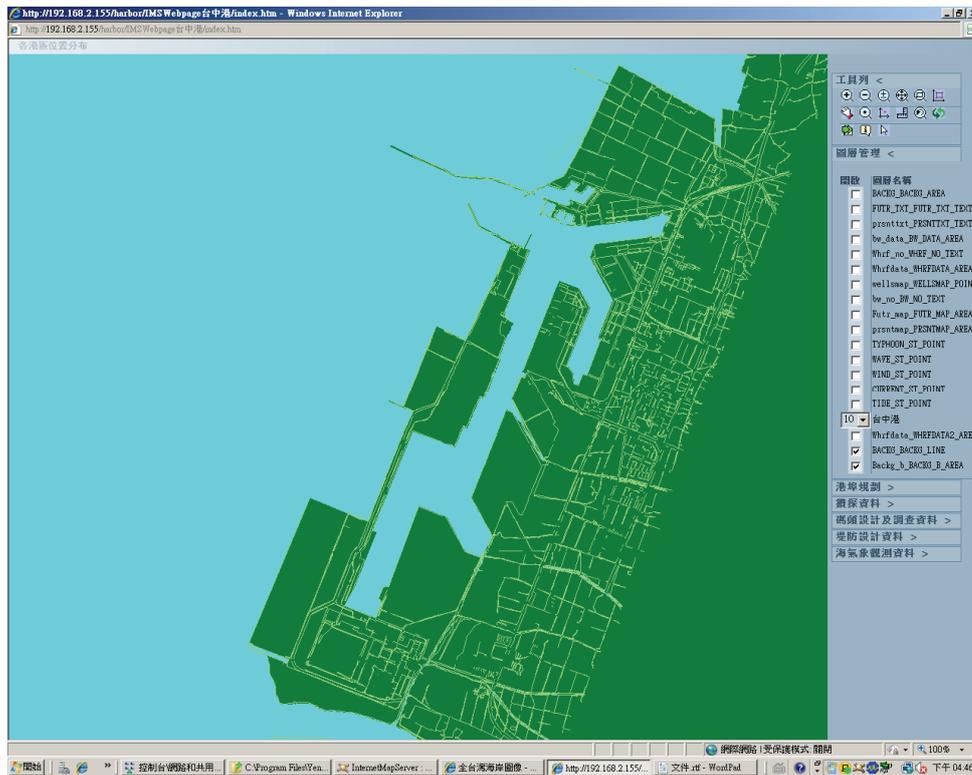


圖 12.12 圖層管理功能畫面

12.4.3 港埠規劃功能

點選畫面右方功能選單內港埠規劃功能，會下拉式列出港埠設施現況圖層、港埠設施未來規劃資料圖層、遙測影像圖層此三個圖層選項，使用者勾選後即會展繪該項圖層。港埠設施現況圖層、港埠設施未來規劃資料圖層、遙測影像圖層，如圖 12.13、12-14 及 12-15 所示。

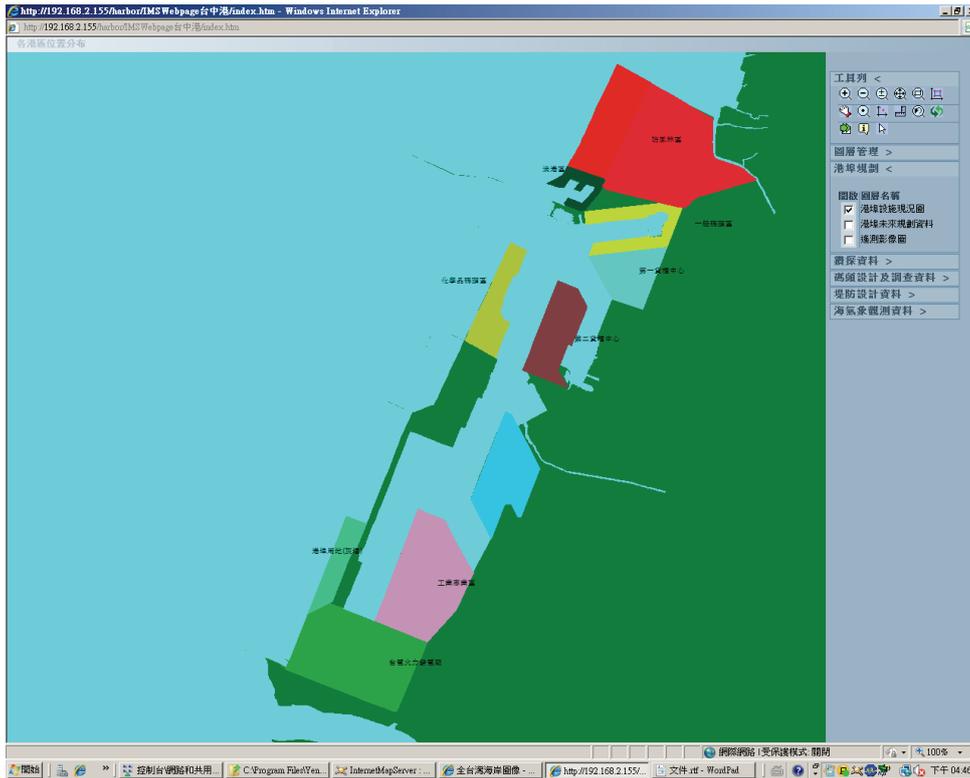


圖 12.13 港埠設施現況圖層畫面

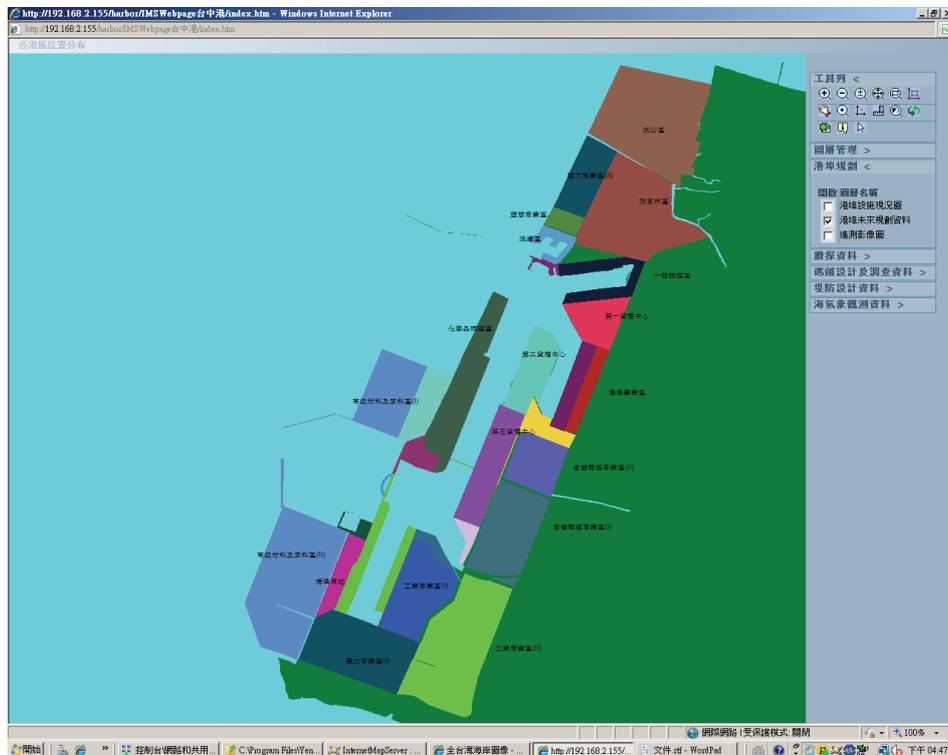


圖 12.14 港埠設施未來規劃資料圖層畫面

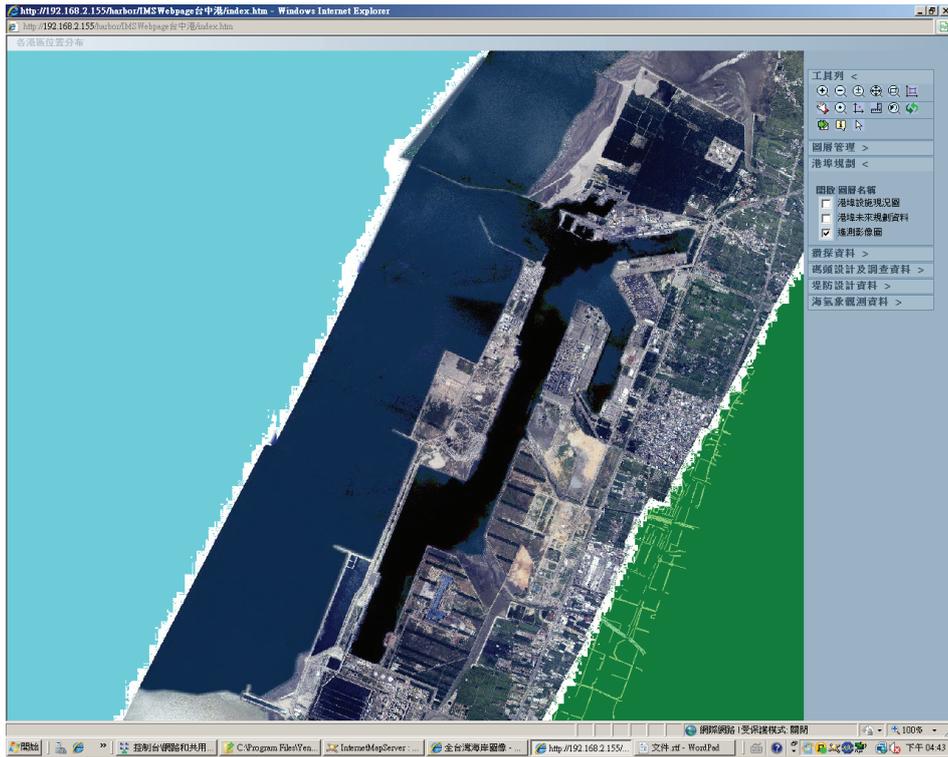


圖 12.15 遙測影像圖層畫面

12.4.4 鑽探資料功能

點選畫面右方功能選單內鑽探資料功能，會下拉式列出鑽孔位置圖層選項，使用者勾選後即會展繪鑽孔位置圖，如圖 12.16 所示。欲了解該鑽孔柱狀圖，可先點選柱狀圖按鈕，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 12.17 所示。

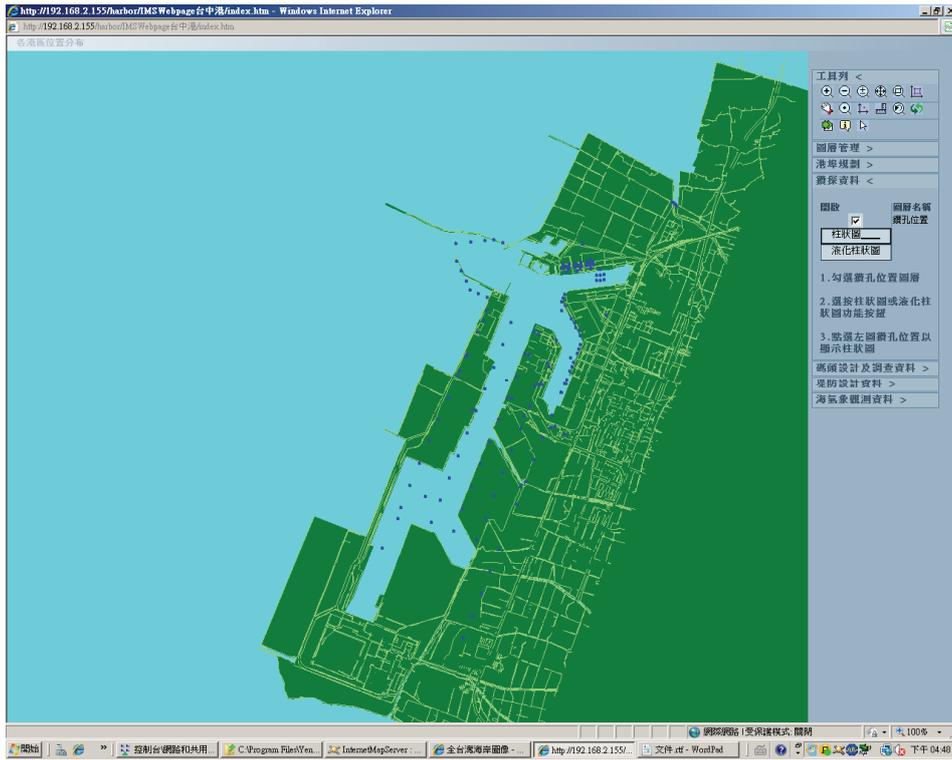


圖 12.16 臺中港鑽孔位置圖

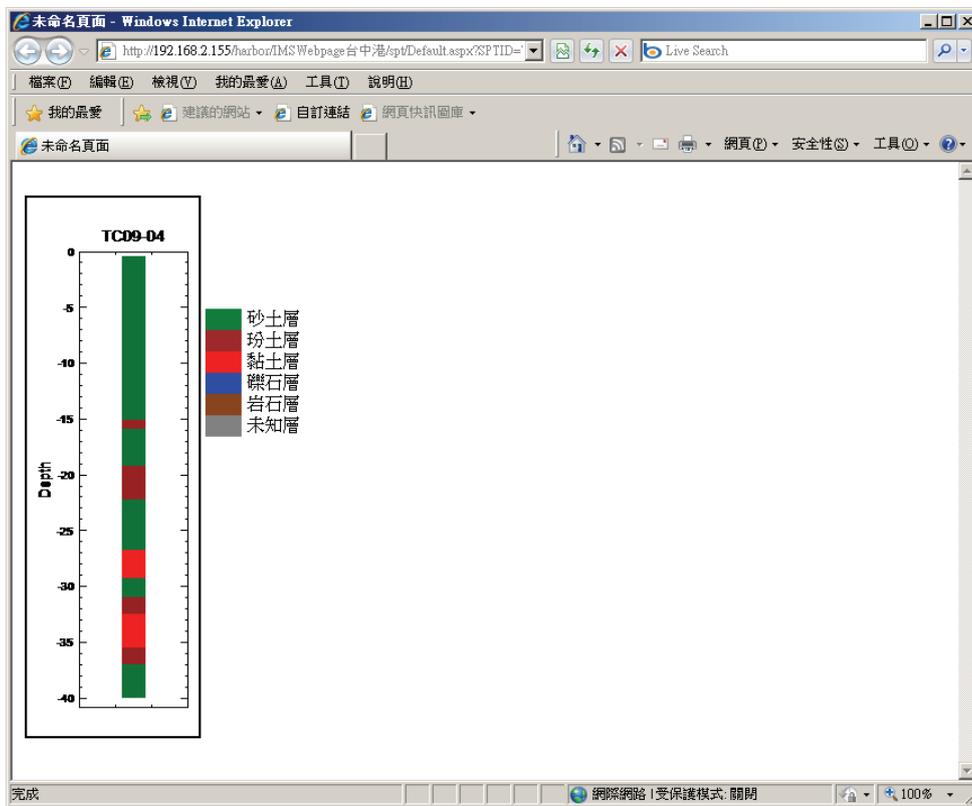


圖 12.17 臺中港鑽孔柱狀圖

12.4.5 碼頭設計及調查資料功能

點選畫面右方功能選單內碼頭設計資料功能，會下拉式列出碼頭位置圖層，使用者勾選後即會展繪該圖層，如圖 12.18 所示。欲了解碼頭斷面圖，可先勾選碼頭位置圖層，再按碼頭斷面圖按鈕，再點選圖上該碼頭位置，即會新開視窗繪出該碼頭斷面圖，如圖 12.19 所示。

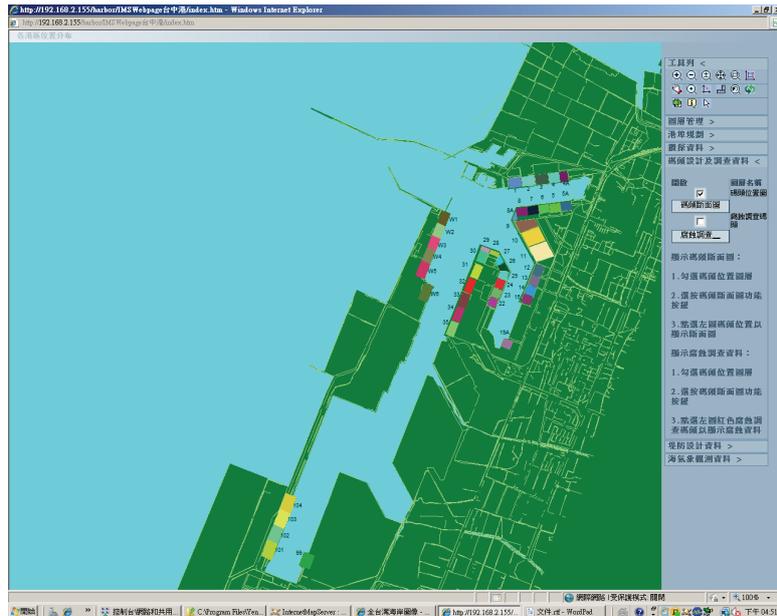


圖 12.18 碼頭位置圖

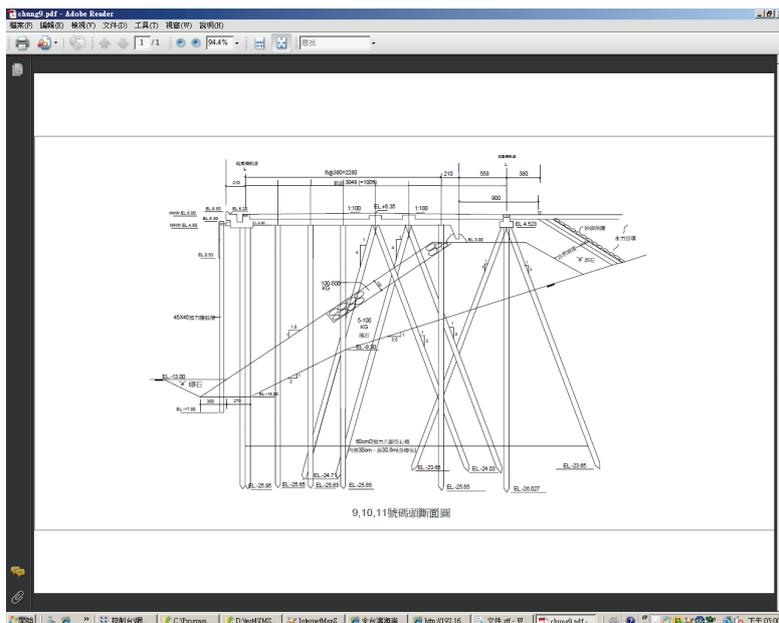


圖 12.19 碼頭斷面圖

12.4.6 堤防設計資料功能

點選畫面右方功能選單內堤防設計資料功能，會下拉式列出堤防位置結構型式圖層選項，使用者勾選後即會展繪該圖層，如圖 12.20 所示。欲了解堤防斷面圖，可先勾選堤防位置結構型式圖層，再按堤防斷面圖按鈕，再點選圖上該堤防位置，即會新開視窗繪出該堤防斷面圖，如圖 12.21 所示。

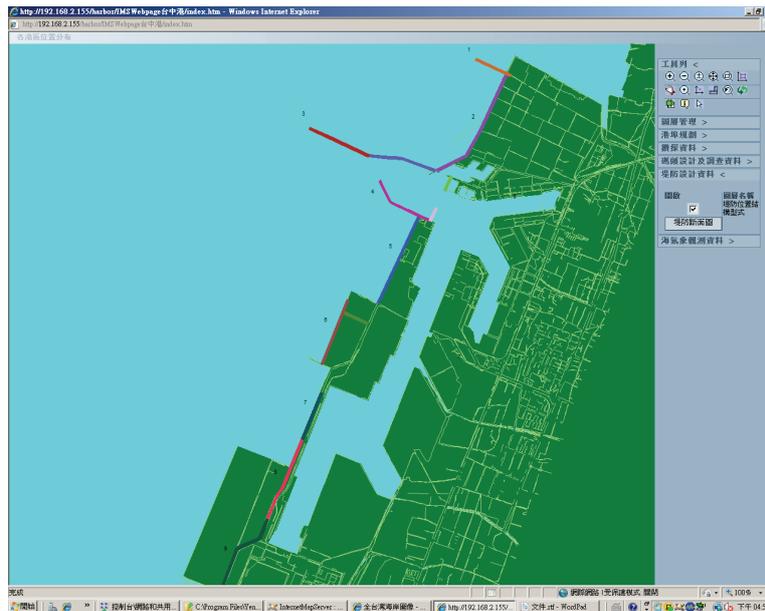


圖 12.20 堤防位置結構型式圖

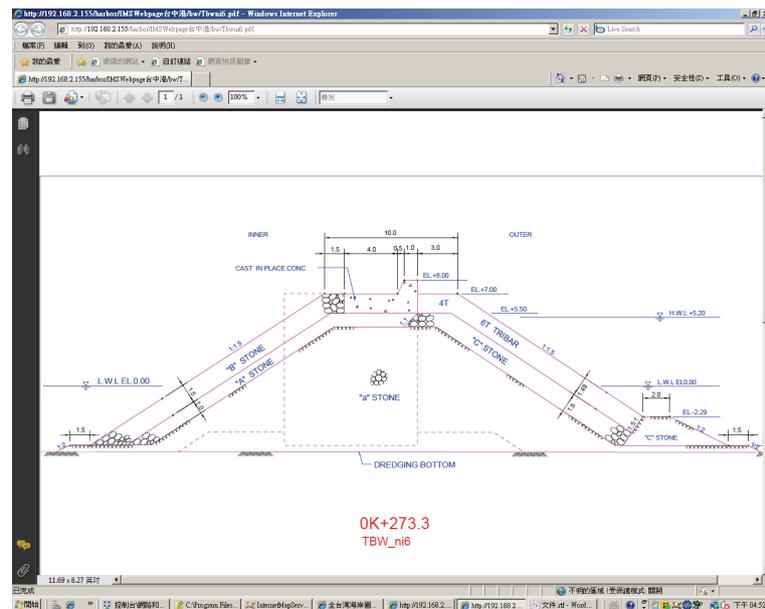


圖 12.21 堤防斷面圖

12.4.7 海氣象觀測資料功能

點選畫面右方功能選單內海氣象觀測資料功能，會下拉式列出潮位測站圖層、風力測站圖層、波浪測站圖層、海流測站圖層、颱風測站圖層選項，使用者勾選後即會展繪該測站圖層，如圖 12.22 所示。欲了解該測站資料，可先勾選該測站圖層，再點選圖面上測站位置，即會開新視窗供查詢測站資料，如圖 12.23 所示。選取圖形內容、年份及月份後再按連結即可開啟該份測站資料檔（PDF 格式），如圖 12.24 所示。

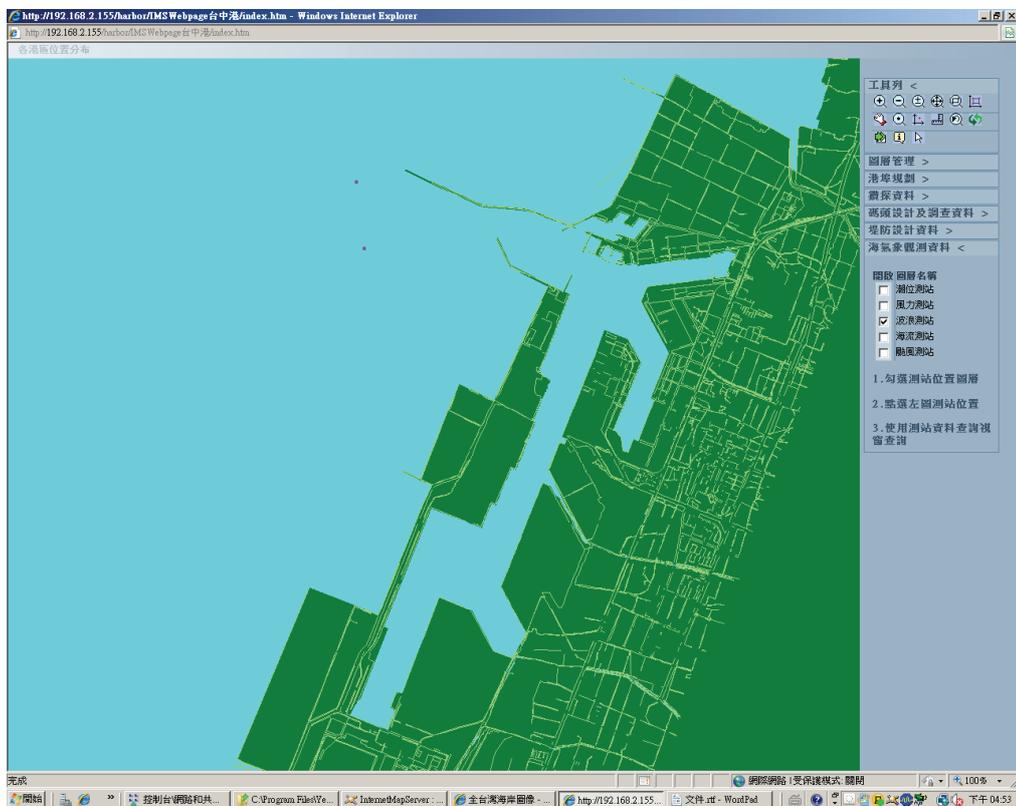


圖 12.22 波浪測站圖

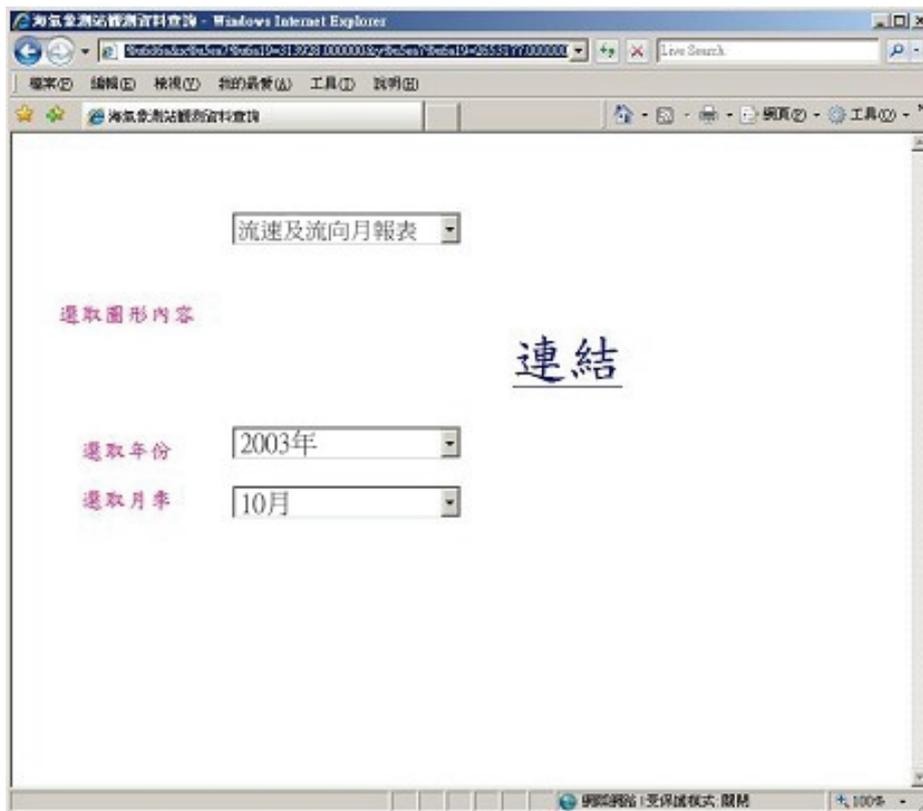


圖 12.23 測站資料查詢畫面

表 3.1.3 2003 年 10 月 臺中港測站 A 觀測逐時流速及流向月報表
2003年10月1日0時0分 ~ 2003年10月31日23時0分

日期	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	平均	最大	
10/01	18.5W 17.1E	17.7E 12.2E	16.5E 12.5W	16.5NW 20.5E	17.5E 20.5W	17.5E 17.5E																					
10/31	18.5W 17.1E	17.7E 12.2E	16.5E 12.5W	16.5NW 20.5E	17.5E 20.5W	17.5E 17.5E																					
平均																											
最大																											

註1: 流速單位為 cm/s, 流向為去向, 月平均流速 = 38cm/s, 最大流速 = 112cm/s, 其流向為 WSW。
註2: 每小時記錄一次, 資料計 744筆。標名: C03ATCA0.1HA。

港灣技術研究中心

圖 12.24 測站資料畫面

第十三章 港灣地區防救災資料庫系統整合更新

本計畫前期研究已分年完成基隆、臺北、臺中、高雄四個港之防救災資料庫系統，但因為各年度之執行重點與各港務局之需求不一，因此四個港的系統架構並不一致。本年度已完成防救災資料庫整合雛形系統，茲將整合系統成果說明如後：

13.1 防救災資料庫系統功能需求

本研究針對防救災資料庫系統功能之需求，進行使用者訪談並與委託單位進行工作報告討論後得到以下功能需求目標：

1. 採多方位災情通報流程：

由訪談結果分析顯示，主要通報方式為室內電話及行動電話為主，但往往人、事、時、地、物等資訊無法在室內電話及行動電話中完全展現出來，因此採用多方位災情通報方式（圖 13.1），如多媒體簡訊、自動語音電話、網路自動傳真，配合手持裝置的使用，可有效提升災情通報的精度、時效與品質。

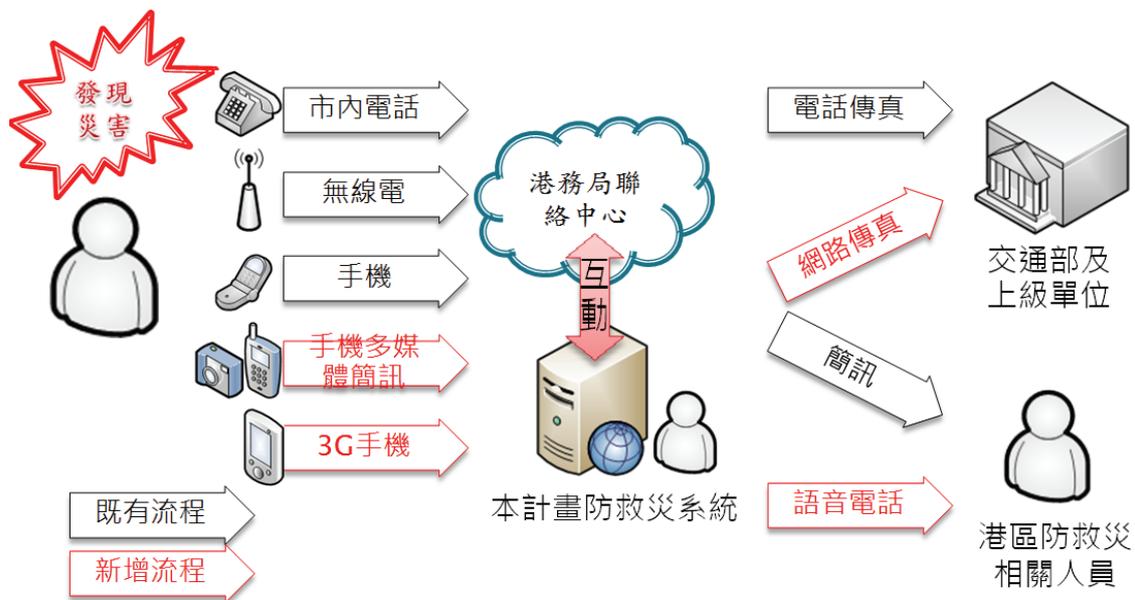


圖 13.1 本研究建議之多方位災情通報流程

2. 需具有時、空資訊展整合示能力：

系統需可整合港務局既有 CCTV、船舶動態等即時資訊，同時可以地理資訊平台展現空間資訊、即時資訊、防救災資訊、災害潛勢資訊，在災情輸入方面可用空間點選進行輸入，亦可納入災害防救相關鏈結。

3. 防救災資源資料維護簡單化：

具有整批防救災資源資料維護能力，讓港務局人員以檔案抽換方式簡易維護港區內之防救災資源資料。

4. 定位為各港既有系統之輔助系統：

目前各港皆有自己的作業流程配合相關系統執行防救災業務，但往往面臨空間展示能力不足、彼此系統未整合等問題。因此本整合系統應定位為各港之輔助系統，藉此可補足各港既有系統之不足處，達到相輔相成的效果，提升使用意願。

13.2 防救災資料庫系統架構

防救災資料庫系統架構之內容依軟硬體架構規劃、使用者規劃、系統功能架構規劃等三部份進行說明。

13.2.1 軟、硬體架構規劃

根據以上需求，防救災資料庫系統之軟、硬體架構（如圖 13.2）共包含包括系統端、資料庫端、使用者端三部份：

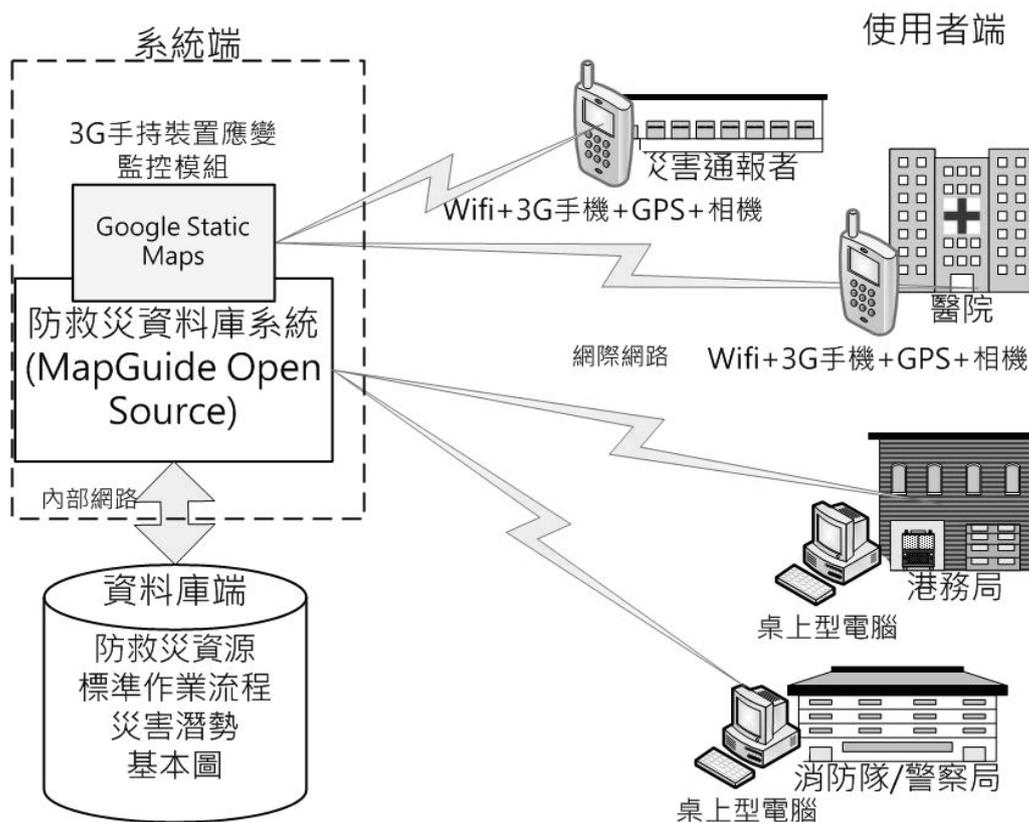


圖 13.2 防救災資料庫系統軟硬體架構圖

1.系統端：

系統端是輔助決策支援系統的核心，透過 MGOS 網際網路地理資訊系統，提供使用者查詢資料庫之空間圖資，並於 3G 手持裝置應變模組中藉由 Google Static Maps 自動提供使用者於所需的圖資。

2.使用者端：

使用者透過網際網路進入本系統取得輔助決策之資源，而本系統規劃包括港務局、港務消防隊、港務警察局、港區廠商、與醫院等使用者可利用 3G 手持裝置或電腦上網進入本系統進行各項防救災業務操作。

3.資料庫端：

資料庫為本系統之所有查詢與分析所需資訊之主要來源，而資料庫內容包括防救災資源、標準作業流程、災害潛勢、基本圖等。

此系統規劃以一台伺服器主機，提供網路伺服服務、地理資訊系統伺服服務及資料庫伺服服務，彼此透過內部應用程式及地理資訊系統進行連結，此伺服器建議放置於港灣中心資訊室，透過內部權限控管，進行安全管制，資料庫與地理資訊系統部分考量港灣中心之經費與未來規劃配置使用 Google Map 及開放源碼資料庫進行系統之開發。

13.2.2 使用者規劃

系統之使用者規劃包含三個部份，系統管理員、一般使用者及應變中心指揮官，而依權限不同，有限制的進行各項功能操作。

1.系統管理者：

系統管理者的功能權限可進行帳號之啟用管理工作，針對系統之使用者帳戶可進行啟用與停止的工作。

2.一般使用者：

為本系統最主要之使用者，通常為應變小組的成員，也是輸入災情資訊最主要的人員。它可以執行災情登錄、災情維護與災情發布等功能。

3.指揮官：

應變小組之指揮官主要是於災害發生時可瀏覽即時之最新災情，並可瀏覽各分組之災害應變流程，可藉此輔助下達防救災之決策。

13.2.3 系統功能架構規劃

根據上述概念，本系統之功能規劃共為三個部份（如圖 13.3），分別「災害發生緊急流程」、「災中應變流程」、「輔助功能」。災害發生緊急流程為災害發生時，緊急輸入災情的管道，使用者無須登入系統，就可於「系統首頁」中選取「新增災害」功能並進行「緊急通報」與「簡訊發布」。

災中應變流程為執行災害應變之功能流程，依據功能之重要性進行配置，包括「新增災害」、「災情通報」、「通報單傳真」、「簡訊發布」、「災情更新」、「新聞稿列印」與「警戒區劃定」。

輔助功能為應變作業中可供資料查詢參考之功能，包括「紀錄查詢」、「防救災資源」與「圖層控制」。

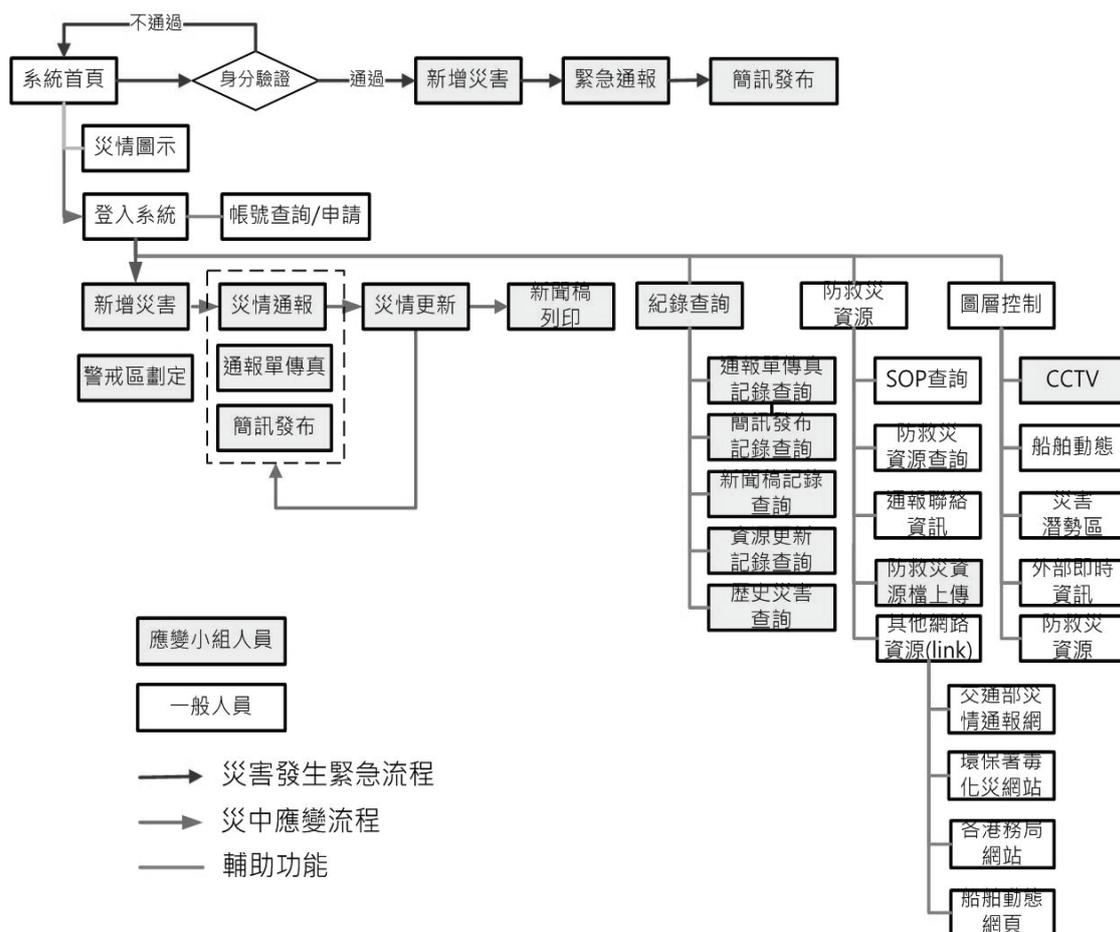


圖 13.3 防救災資料庫系統系統功能架構圖

若使用者以 3G 手持裝置進入系統則進入「3G 手持裝置應變模組」網頁，進行「災況通報」、「決策樹分析引擎」、「資料自動彙整」與「災情通訊」四個功能。

13.3 系統功能

13.3.1 系統首頁

系統使用者無須登錄系統即可於首頁中了解最新災情資訊，而所規劃之功能項目包括：

1. 「災害狀況圖示」：以地圖方式顯示港埤地區之災害狀況(災害類型與最新處置現況)。使用 MapGuide Open Source 軟體，無需下載任何元件即可瀏覽地圖資訊。
2. 「緊急通報」：災害發現者或災情輸入者不必登入系統而直接進行「新增災害」與「簡訊發布」功能。
3. 「登入系統」：輸入帳號密碼，以進入系統主畫面進行各項功能操作。



圖 13.4 「系統首頁」畫面配置圖

13.3.2 系統主畫面配置

當使用者通過檢核後，會有歡迎訊息出現，同時會開啟系統之主畫面，而主畫面配置如圖 13.5，包括主功能選單、圖面控制工具列、地圖區等：

- 1.主功能選單：在系統之最上方為功能選單的位置，由此處可切換各功能，『功能選單』的功能規劃由防救災重要程度依序擺置；包括『新增災害』、『警戒範圍劃定』、『災情通報及管理』、『防救災資源』、『圖層控制』、『紀錄查詢』等功能。
- 2.『圖面控制工具列』：位於系統畫面之中間偏上方的位置，主要提供地圖區的控制工具，而這些工具包括『列印』、『量測』、『平移』、『放大』、『縮小』、『恢復視景』、『選取』、『搜尋』等功能。
- 3.『地圖區』：位於系統畫面之中間的位置，主要提供空間資料之顯示位置，可利用於『圖面控制工具列』的各項工具進行地圖的操作，包含選取以及屬性查詢的功能。

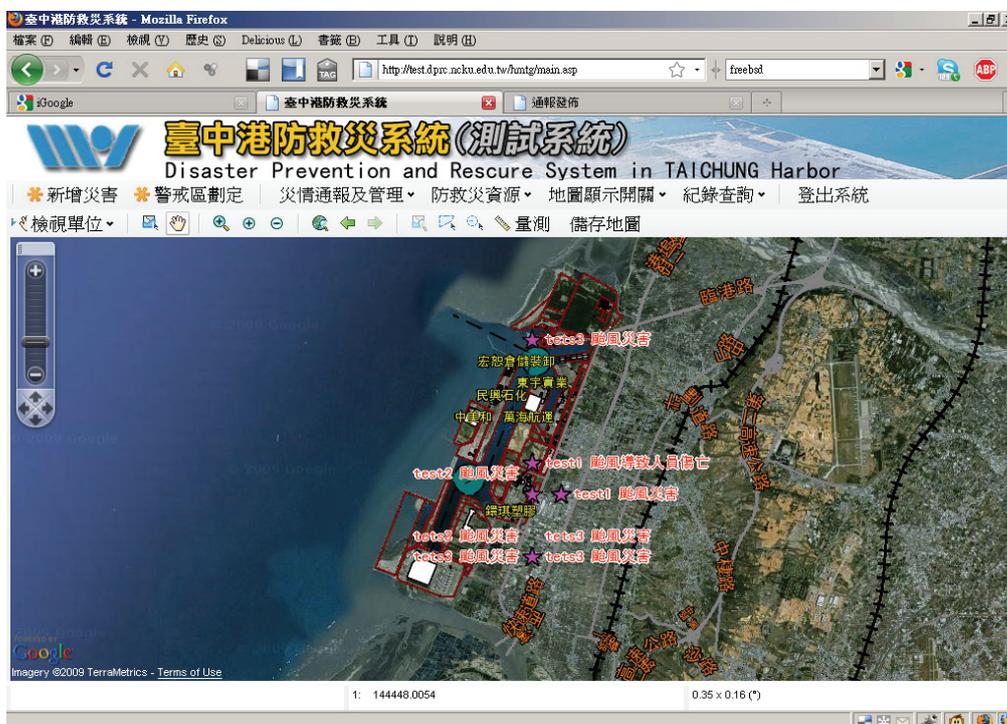


圖 13.5 系統主畫面配置圖

13.3.3 災害發生緊急流程功能

災害發生緊急流程功能設計於同一畫面中進行「緊急通報」功能，可直接進行「新增災害」與「簡訊發布」，當災害發生時災害發現者或聯絡中心人員於系統首頁中，直接點選此功能而無須登入系統。於畫面中選取致災事件、災害類型，輸入災害描述並選取災害位置或輸入坐標（經、緯度）後即可完成。同時可勾選「簡訊發布」檢核方塊



直接進行「緊急通報」。

圖 13.6 「災害發生緊急流程」功能畫面圖

13.3.4 災中應變流程功能

災中應變流程，包括『新增災害』、『警戒範圍劃定』、『災情通報及管理』等功能，而針對 3G 手持裝置另設計有「3G 手持裝置應變模組」網頁，另對一般可拍照 2G 手機則可使用多媒體簡訊服務(MMS)將現地災況以照片、聲音、文字甚至是動畫的方式回傳至伺服器當中，各功能詳細內容如下說明：

13.3.4.1 新增災害功能

『新增災害』：當災害發生時災害發現者或聯絡中心人員可點選此功能進行災害之新增，於選取致災事件、災害類型，輸入災害描述與災害位置之坐標（經、緯度）或選擇地區位置後即可完成（圖 13.7）。

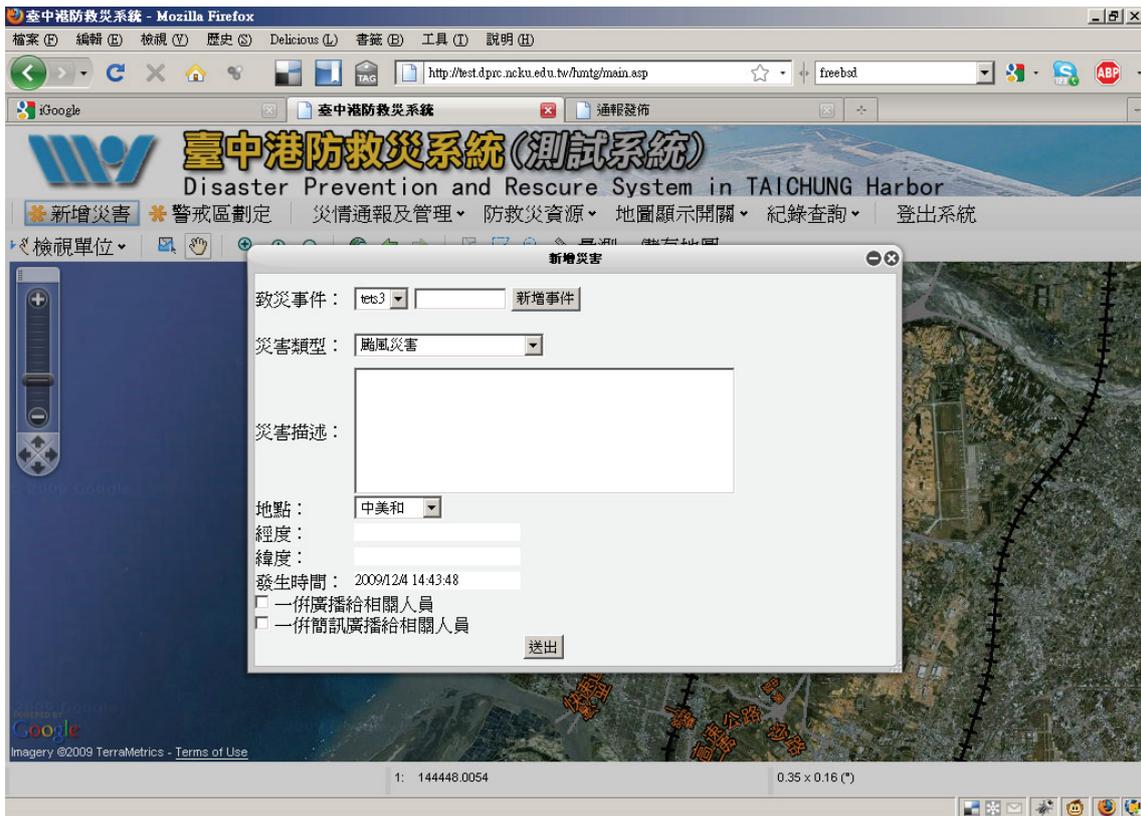


圖 13.7 「新增災害」功能畫面圖

13.3.4.2 警戒區劃定功能

『警戒區劃定』：當災害發生後，應變小組人員可以使用此功能於地圖區中選定災害位置，於輸入警戒距離後完成『警戒區劃定』。

13.3.4.3 災情通報及管理功能

『災情通報及管理』：為本系統最主要之功能，可進行包括『語音通報』、『傳真通報』、『簡訊通報』等多元通報，而此功能選單尚包括『災情更新』與『列印新聞稿』。(圖 13.8)



圖 13.8 「災情通報及管理」功能選單畫面圖

13.3.4.4 災情更新功能

當災害狀況有異動時，點選此功能後可以新增災害狀態，包括災害的處置情形選單、最新災況之描述。亦可勾選『一併廣播簡訊給全部人員』，立即進行簡訊發布。(圖 13.9)

圖 13.9 「災情更新」功能畫面圖

13.3.4.5 列印新聞稿功能

災情結束後應變小組人員，進入系統之列印新聞稿功能（圖 13.10），將災情狀況作瀏覽、選取與列表(圖 13.11)，並按下「列印」按鈕列印新聞稿交由上級核定後，完成災後報表工作。

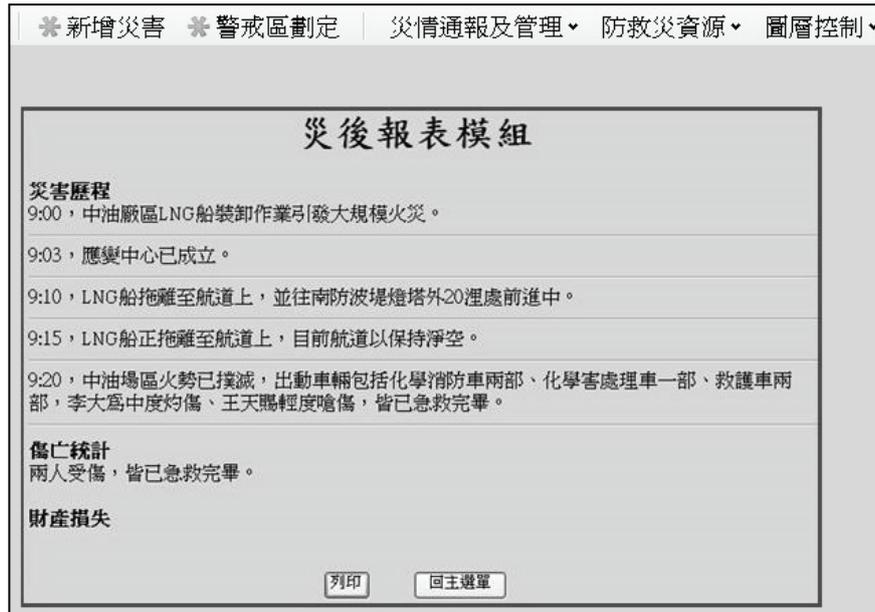


圖 13.10 「列印新聞稿」功能畫面圖

* 新增災害 * 警戒區劃定 災情通報及管理 防救災資源 圖層控制 紀錄查詢 登出系統						
事件名稱：LNG測試事件 2008/11/20 下午 04:00:50						
災情描述	災害類別	最新狀況	發生時間	SOP	結束	
test	颱風災害			檢視	<input checked="" type="checkbox"/>	
進港導致火災爆炸	LNG船進港導致災害	2.通報	2008/11/20 16:1:52	檢視	<input checked="" type="checkbox"/>	
事件名稱：LNG事件測試 2008/11/20 下午 03:53:17						
災情描述	災害類別	最新狀況	發生時間	SOP	結束	
事件名稱：LNG 2008/11/11 上午 11:56:24						
災情描述	災害類別	最新狀況	發生時間	SOP	結束	
test2	LNG船進港導致火災爆炸	1.狀況研判	2008/11/16 16:4:3	檢視	<input checked="" type="checkbox"/>	
碰撞	LNG船進港導致船舶災害	4.警戒處理	2008/11/16 16:57:26	檢視	<input checked="" type="checkbox"/>	
事件名稱：測試颱風 2008/10/27 下午 06:05:22						
災情描述	災害類別	最新狀況	發生時間	SOP	結束	
纜繩脫落	颱風災害	A.陸上傷亡	2008/10/27 18:8:11	檢視	<input checked="" type="checkbox"/>	

圖 13.11 「災害事件列表」功能畫面圖

13.3.5 災中多元化通報

本系統設計災中多元化通報方式，可提供傳統市內電話、收機通話等方式，更多之時間、空間、影音、文字等災情資訊與輔助決策建議，而這些多元化通報方式包括：

1. 文字轉語音通報。
2. 網路傳真通報。
3. 文字簡訊通報。
4. 多媒體簡訊通報。
5. 3G 手持裝置通報。

主要之通報功能皆可透過一般手機完成，而針對 3G 手持裝置另設計有「3G 手持裝置應變模組」網頁，另對一般可拍照 2G 手機則可使用多媒體簡訊服務(MMS)將現地災況以照片、聲音、文字甚至是動畫的方式回傳至伺服器當中，各功能詳細內容如下說明：

13.3.5.1 語音通報功能

『語音通報』功能可將災害資訊文字轉成語音電話傳送出去（圖 13.12），因為無文字數量之限制，因此災害之資訊描述優於簡訊通報方式，『語音通報』可傳送至室內電話或手機，因此通報範圍也較為廣泛。



圖 13.12 「語音通報」功能畫面圖

13.3.5.2 傳真通報功能

本功能主要提供應變小組人員進行災情確認與傳遞之用，災情一旦經由確認，即可利用本功能進行災情傳遞通報單之製作作業，待通報單製作完成後，送交上級確認核可後，即可利用系統通報功能選定通報對象，進行通報單之發送工作。(圖 13.13)

敬陳	通報時間	09	年	06	月	03	日	15	時	30	分
<input type="checkbox"/> 交通部部長室	通報別	<input checked="" type="radio"/> 初報 <input type="radio"/> 續報 <input type="radio"/> 結報									
<input type="checkbox"/> 交通部政務次長室	通報人員	單位: 臺中港務局									
<input type="checkbox"/> 交通部常務次長室_1		職稱:									
<input type="checkbox"/> 交通部常務次長室_2		姓名:									
<input type="checkbox"/> 交通部主任秘書室	電話	04-26642327				傳真	04-26565702				
<input type="checkbox"/> 交通部航政司											
<input type="checkbox"/> 交通部交通動員委員會 (災害模式通報窗口)											
<input type="checkbox"/> 行政院環保署											
<input checked="" type="checkbox"/> 臺中市政府環保局											
<input checked="" type="checkbox"/> 臺中市政府消防局											
<input type="checkbox"/> 本局各相關單位											
災害類別:											
中央災害防救單位: 交通部						電話:	02-23492332				
業務主管機關:											
發生時間	09	年	06	月	03	日	13	時	05	分	
災害地點	西碼頭										
現場指揮官	單位:	臺中港務局				姓名:	陳義雄				
	職稱:	副局長				電話:	0925952591				
發生原因	LNG儲槽洩漏										
	已控制										

圖 13.13 「傳真通報」功能畫面圖

13.3.5.3 簡訊通報功能

點選『簡訊通報』後，最近災情狀況將會自動帶入訊息內容，在選取要發送的對象後按下送出，系統將發出簡訊內容給所有被選取的人。(圖 13.14)

3G 手持裝置應變模組架構上，依災害處置程序規劃四個部份的功能（圖 13.16），分別為災況通報、決策樹分析引擎、資料自動彙整與災情通訊，而細部功能說明如下：

1. 災況通報：

災害發生後，災害發現者(將訊息傳遞給系統操作者)利用災況通報功能，輸入災害類型、災害規模、災害位置、天候狀況等資訊進行通報。

2. 決策樹分析引擎：

應變監控模組之決策樹分析引擎接收到災況通報後，立即進入資料庫進行鄰近災區之圖資篩選並搜尋相關防救災資源與救援動線以提供輔助建議，同時針對災害歷程進行控管。

3. 資料自動彙整：

決策樹分析引擎完成分析後，系統進行資料自動彙整，依不同使用者需求篩選災害歷程、避難路線圖、救援動線圖、警戒管制區圖、救災機具清單等輔助決策訊息以自動傳遞方式提供。

4. 災情通訊：

使用者收到輔助決策後可以此為參考進行災況處置與決策。當處置完成後，再利用災情通訊功能進行處置之狀況回報。如果災情獲得控制，則離開本系統之各項操作功能。

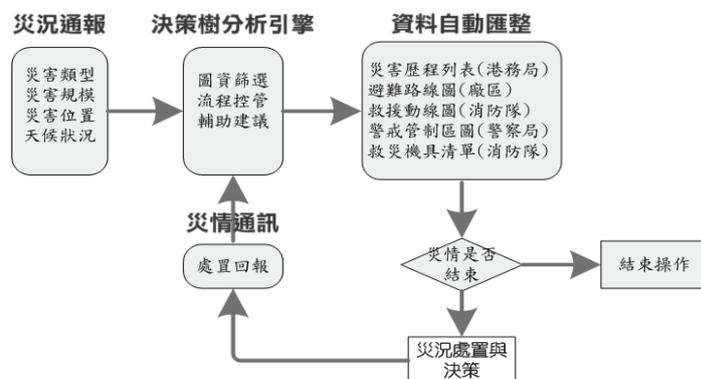


圖 13.16 應變監控功能流程圖

13.3.5.5 多媒體簡訊災況回報及廣播模組

本研究之多媒體簡訊服務架構如圖 13.17，多媒體簡訊服務是租用中華電信股份有限公司行動電話簡訊特碼服務，當災害發現者發現災情後，以具有照相功能可使用 MMS 的手機，進行拍照並輸入災情簡訊內容，傳送至行動電話簡訊特碼服務指定的電話號碼，即完成多媒體簡訊傳送。

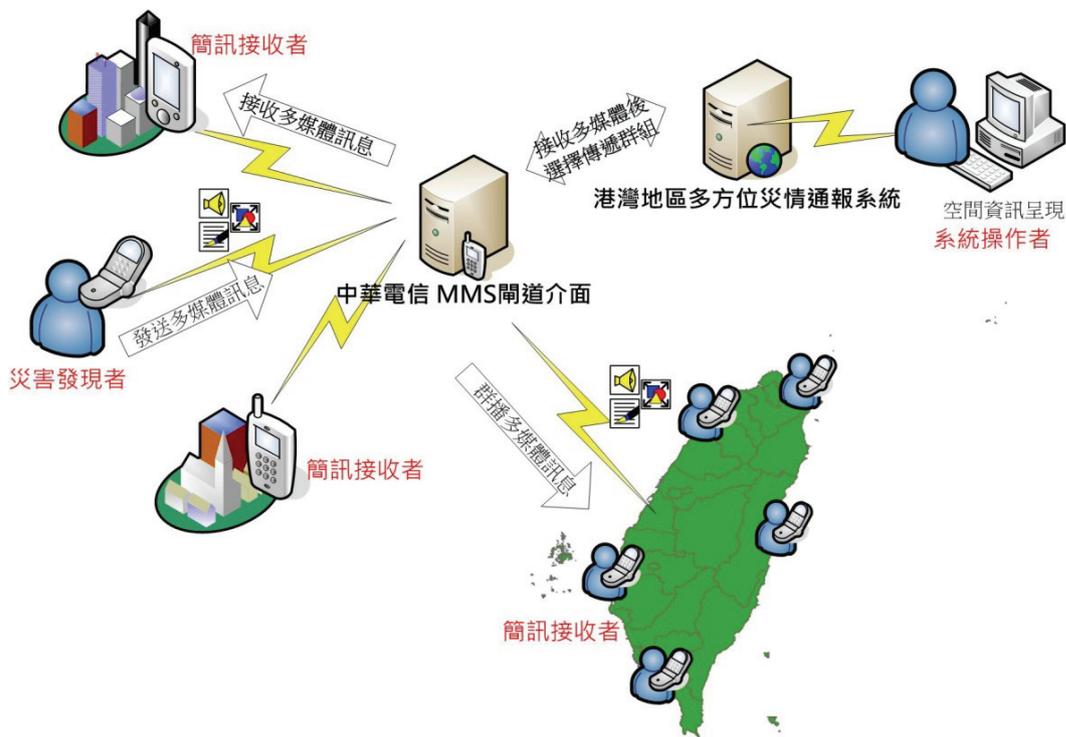


圖 13.17 多媒體簡訊服務架構

多媒體簡訊會紀錄在中華電信 MMS 閘道中，而本研究之港區多方位災情通報系統則利用中華電信 MMS 閘道介面之功能將多媒體簡訊傳送到系統中，並將照片與簡訊文字分別記錄於系統之資料庫中。而於後續之災情傳遞流程中，系統之操作者可選擇多媒體之接收群組將災情傳遞或群播給簡訊接收者，如圖 13.18。

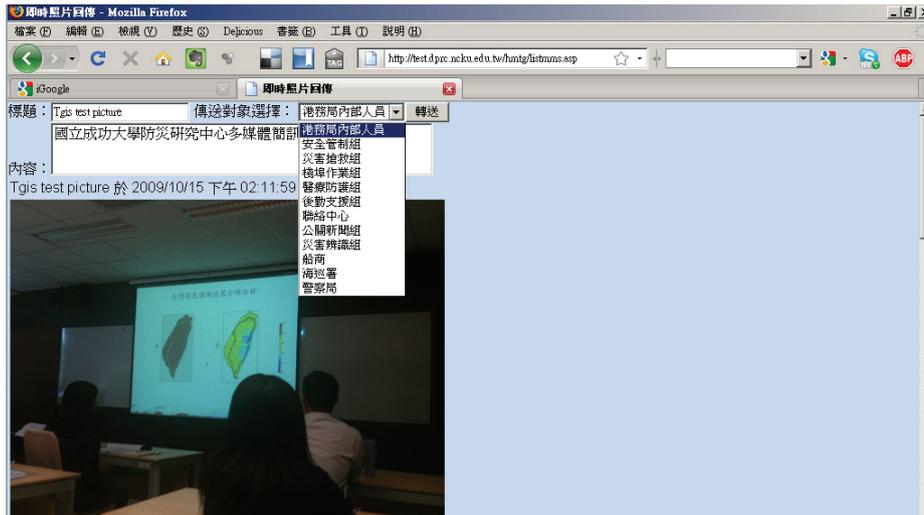


圖 13.18 多媒體簡訊群播系統畫面

同時透過系統之簡訊文字分析功能將文字中具有空間意涵的資訊（如碼頭編號、公司名稱...等）進行截取，並結合地理資訊系統，展現現場照片與位置在系統介面上，供其他上網使用者進行各項之操作與決策分析參考。

而多媒體簡訊的傳送與轉發送流程說明如下：

1. 災害發現者使用手機進行拍照，利用手機多媒體簡訊傳送功能，輸入簡訊文字後，傳送至 0911510310，完成影音文字資訊傳送至系統的工作。
2. 應變中心人員進入系統『多媒體簡訊災況回報及廣播模組』（<http://140.116.181.111/hmtg/listmms.asp>），瀏覽傳入之災情照片與文字資訊（如圖 11-18）。
3. 修正簡訊『標題』與『內容』，再選擇傳送對象選單後按下『轉送』按鈕，即可完成多媒體簡訊的傳送與轉發送流程。

13.3.6 輔助功能開發

『輔助功能』內容包括「紀錄查詢」、「防救災資源」、「圖層控制」三部分，主要為防災作業時之輔助功能，而功能內容分述如下：

13.3.6.1 紀錄查詢功能開發

『紀錄查詢』功能可查詢使用者相關之操作紀錄與災害處理歷程，功能包括『語音通報紀錄查詢』、『傳真通報紀錄查詢』、『簡訊通報紀錄查詢』、『新聞稿紀錄查詢』、『資源更新紀錄查詢』與『災害歷史查詢』。



圖 13.19 紀錄查詢功能畫面

13.3.6.2 防救災資源功能開發

『防救災資源』功能可查詢系統建置之資料庫與進行防救災資源檔之更新等功能。查包括『SOP 查詢』、『防救災資源』查詢、『通報聯絡資訊』管理、『防救災資源檔上傳』與『其它網路資源』鏈結。



圖 13.20 防救災資源功能畫面

13.3.6.3 圖層控制功能開發

『圖層控制』功能將系統地圖區之圖層列表以樹狀結構顯示，以進行顯示/不顯示之控制。而圖層主要包括動態之『CCTV』與『船舶動態』資訊，而在靜態圖層部分則包括『防救災地圖』與各類『災害潛勢區』。

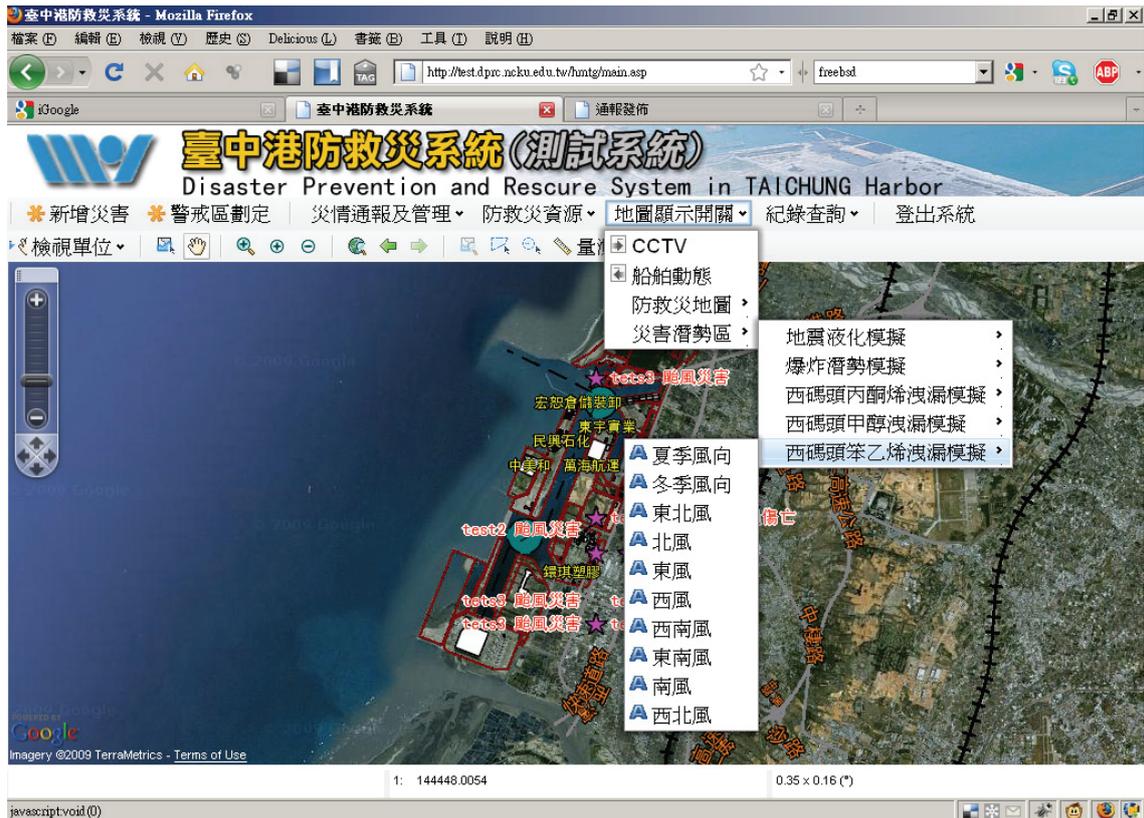


圖 13.21 圖層控制功能畫面

13.4 系統效益分析

根據目前各港之原有系統運作現況（表 5-2）進行觀察，各港普遍缺乏災中應變與災後復建相關之防救業務系統，而本系統建置完成後可適時提供各港務局既有系統外之輔助功能，依據災前、災中及災後之分類，如表 13-1 所示。

在災前，因各港皆未有防救災資源查詢的系統，因此本系統可適時提供災前之防救災資源查詢與上傳功能，同時可鏈結各港既有之船

船動態系統與 CCTV 系統，其中高雄港、臺中港與基隆港臺北分港尚未整合 CCTV 系統，因此僅能鏈結船舶動態系統。而在災中與災後之輔助上，本系統之各項功能結可提供各港務局目前所需與彌補其不足，而在災中應變方面，高雄港與臺中港目前皆有簡訊通報系統，因此本系統之簡訊通報功能並未列入輔助項目。

表 13-1 系統提供各港之輔助功能一覽表

港區	高雄港	臺中港	基隆港	臺北分港
災前整備	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鏈結船舶動態系統與 CCTV 系統 2. 防救災資源查詢 3. 防救災資源上傳 	<ol style="list-style-type: none"> 1. CCTV 系統 2. 鏈結船舶動態系統 3. 防救災資源查詢 4. 防救災資源上傳 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鏈結船舶動態系統與 CCTV 系統 2. 鏈結船舶小修服務資訊 3. 防救災資源查詢 4. 防救災資源上傳 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鏈結船舶動態系統 2. 防救災資源查詢 3. 防救災資源上傳
災中應變	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鏈結交通部災情網路填報系統 2. 防救災資源查詢 3. 語音通報 4. 傳真通報 5. 多媒體簡訊通報 6. 輔助決策支援 7. 災害狀況管理 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鏈結交通部災情網路填報系統 2. 防救災資源查詢 3. 語音通報 4. 傳真通報 5. 多媒體簡訊通報 6. 輔助決策支援 7. 災害狀況管理 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鏈結交通部災情網路填報系統 2. 防救災資源查詢 3. 語音通報 4. 傳真通報 5. 簡訊通報 6. 多媒體簡訊通報 7. 輔助決策支援 8. 災害狀況管理 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鏈結交通部災情網路填報系統 2. 防救災資源查詢 3. 語音通報 4. 傳真通報 5. 簡訊通報 6. 多媒體簡訊通報 7. 輔助決策支援 8. 災害狀況管理
災後復建	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新聞稿列印 2. 災害歷程查詢 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新聞稿列印 2. 災害歷程查詢 	<ol style="list-style-type: none"> 4. 新聞稿列印 5. 災害歷程查詢 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新聞稿列印 2. 災害歷程查詢

第十四章 結論與建議

14.1 研究目的與問題

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.建立地震液化自動分析系統，評估烈震災害潛能，減低災害損失。3.補充更新暨有資料庫，增建各輔助港基本資料。4.建構網頁查詢系統，便利各港務局及主管單位直接查詢。5.運用開放式網路地理資訊系統技術更新港灣地區防救災系統之研究。

在此目標下，本計畫遂於港灣地區進行(1)港灣地區地工資料更新建置及分析模組之建立。(2)港灣地區地震液化模擬模組建置。(3)港灣地區碼頭腐蝕資料建檔及查詢展示模組之建立。(4)港灣地區海氣象資料彙整建檔。(5)港灣設施碼頭結構資料更新建置。(6)建構港灣工程基本資料網路查詢系統。(7)港區防救災體系更新建置之研究。

14.2 結論

1. 港灣工程基本資料種類繁多，大致可分為港區地形、土層分佈、港灣設施、碼頭設計、防波堤設計、規劃配置及海氣象等資料。因資料散見於不同單位中，查詢調閱甚為不便，本所港研中心著手收集這些基本資料，再利用地理資訊系統著手加以整合。為期充分發揮資料管理效益，更開發資料應用模組，架構成一適當查詢系統，以多樣化表現方式呈現，建立友善介面供使用者使用。

2. 港區地質、結構設計、海象調查等相關資料之獲取，常需耗費大量的人力經費及時間，取得極為不易，這些珍貴的資料，值得有系統的加以收集整理，一來避免資料散失，二來可作港區規劃及工程維護之參考依據。
3. 資料除了作有系統的收集整理及建檔貯存之外，更需善加利用既有資料，如增加分析功能以及提供主事者方便調閱查詢，以達決策支援之功效，故本研究利用 MapInfo 地理資訊系統及 MapBasic 程式語言撰寫分析程式及查詢模組，以提升資料的使用價值。
4. 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及港灣地區防救災資料庫系統資料。本計畫於年度內更新建置的資料項目，計有馬公港地質標準灌入試驗資料 100 孔，馬公港 6 號、7 號、8 號碼頭鋼管樁腐蝕調查 84 根基樁資料，臺中港灣結構物資料新增 4 座碼頭斷面圖、修正 13 座碼頭斷面圖。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 2008 年的運量統計。在海氣象觀測資料上增建 2008 年各港風潮浪流等資料。在港灣工程基本資料網路查詢系統上增建臺中港區港埠規劃、地質鑽探、碼頭設計調查、堤防設計、海氣象觀測等資料。並以開放式網際網路地理資訊系統為平台，重建港灣地區防救災體系查詢架構。
5. 本計畫運用桌上型地理資訊系統 MapInfo 所建置的港灣工程基本資料庫，累進資料計已達：高雄港 1,083 筆資料、臺中港 256 筆資料、基隆港 453 筆資料、花蓮港 110 筆資料、臺北港 127 筆資料、蘇澳港 171 筆資料、安平港 315 筆資料、布袋港 78 筆資料、馬公港 184 筆資料，而不分港域所建置的海氣象現地調查圖表資料計有：風力 11,501 筆資料、潮位 18991 筆資料、波浪 11,099 筆資料、海流 8847 筆資料、颱風 1673 筆資料。另利用網際網路開放型地理資訊系統 MGOS (MapGuide Open Source) 所建置的港灣地區防救災資料庫系統，所建資料庫資料概有：高雄港約達三萬筆資料、臺中港約三萬五千筆資料、基隆港約九千筆資料而臺北港約兩萬七千筆資料。

6. 在港區地質資料的彙整上，發現上一年度所建置的馬公港鑽探資料，只數化上部土層部分，經查馬公港鑽探報告，每一鑽孔大都有試驗記錄達及下部玄武岩層，或在試驗截止時加註底下為岩石，因此若只建置上部土層資料，容易導致查閱資料者忽略下部具有堅硬的基盤。故重新校對每一筆資料，依據試驗報告補齊岩層紀錄，另再增補港務大樓附近之鑽探試驗資料，總計數化馬公港 100 孔鑽探資料，鑽探累進深度總計達 1,592 公尺。
7. 在碼頭鋼管樁腐蝕調查資料上，本計畫建置馬公港 6、7、8 號三座碼頭檢測資料，因該處碼頭施工時於樁群內設置陽極塊導線網，故只能檢測岸線前兩排基樁，且一座碼頭需分二到四區施測。由於不是依照樁號順序進行連續檢測，在成果展示上，只得以資料分佈特性開發適用該區的展示模組。
8. 地理資訊系統，除了整理典藏珍貴資料，及快速便捷的查詢展示外，也應對所典藏的資料提供分析應用的功能。本研究利用軟體工具來設計分析模組，由資料庫內擷取地質資料，展繪各鑽孔及全區域的可能液化程度，可提供工程人員設計參考，預做災害防治處理。
9. 在港灣地區防救災體系建置研究方面，本研究以 MGOS (MapGuide Open Source) 網際網路地理資訊系統為平台，結合防救災資源各項調查成果，完成高雄港、臺中港、基隆港、基隆港臺北分港之整合性防救災資料庫系統，除更新各港防救災資源、標準作業程序外，另開發語音通報、多媒體簡訊等多方位通報方式，可有效縮短各港務局之災情通報時間，提升災情處置能力與時效。
10. 本研究選擇以 MGOS 做為開發此防救災系統的地理資訊系統平台，其主要的原因為 MGOS 已具備視窗化地圖製作工具，在安裝完成之後無需再找尋其它的解決方案，其次是 MGOS 目前由 Autodesk 公司所開發，該公司同時也有出版商業版的 MapGuide Enterprise，對於未來若有必要仍可尋求技術上的支援。

11. 目前各港區在防救災作業都遵循既有之體系進行防救災各項業務，綜合訪談與問卷分析，各港各港區災情傳遞大部分以市內電話、手機簡訊為主，而災情上傳皆以室內傳真機為主，且災情皆通報至交通部災情網路填報系統。本研究調查發現目前各港區並無空間資訊顯示的災情管理系統。
12. 本研究已完成防救災資料庫系統分析檢討更新與整合工作，系統採多方位災情通報可結合多媒體簡訊、文字轉語音通報、3G 手機上網通報與網路自動傳真等方式，縮短通報時間同時增加各單位災情處置時效。而系統功能包括「災害發生緊急流程」、「災中應變流程」、「輔助功能」及「3G 手持裝置應變模組」。
13. 地理資訊系統不僅能建置長久性資料，且查詢快速便捷，更可撰寫應用模組進行資料分析，在資料保存及分析上，是一個極佳的開發工具。
14. 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。

14.3 建議

1. 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，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。
2. 港區資料涵蓋項目廣泛，不僅碼頭、地質、風潮波流等特性資料值得加以建置典藏，其他有關港區的土地利用、人文景觀、社經條件資料之建置分析，都具有參考利用的價值，這些尚待後續計畫繼續努力。

3. 本研究在查詢分析系統上所撰寫的土壤液化分析模組，計有美國、日本及本國等方法，其中本國賴聖耀之方法為目前各項液化潛能評估法中最具有嚴謹統計推算之模式，值得推薦引用。
4. 施做全區域的液化危險度分析時，在安全係數的評估方法上，Iwasaki 等人所採用的方法，只對深度做累加計算，若遇到深度不足 20m 的鑽孔，求算出來的該孔液化潛能指數會偏小，即會使液化的可能性偏低。而在機率分析的評估方法上，賴聖耀所提的方法，有考慮深度的影響而除上深度的累加值，這會減少鑽孔深度不足導致液化潛能指數偏小的影響，此結果也較符合現狀。然而，對於欲作分析的鑽孔，仍建議在規劃及執行現地試驗時，鑽探深度以超過地下 20m 為宜。
5. 本研究地下水位的深度，係依據鑽探報告內所登錄的數據，但在海邊若遇漲退潮，水位會受影響，且烈震來襲時，因水壓受震盪而增高，水位也會提升。如何才能得到一個較合理的水位值，有需要再做進一步的監測及研究。
6. 本研究承繼本所港研中心地理資訊系統的建置業務，繼續擴建臺灣各國際商港及其輔助港、國內商港等港區之工程基本資料庫。這些擴建工作乃是由不同研究群組彙整資料，而以資料預備較完整的港口開始建置。目前地質調查資料已完成基隆、臺北、臺中、高雄、安平、花蓮、蘇澳、布袋、馬公等港之建置，海氣象調查資料已完成基隆、臺北、臺中、高雄、安平、花蓮、蘇澳、布袋等港之建置，腐蝕調查資料已完成基隆、臺北、臺中、高雄、安平、花蓮、蘇澳、馬公等港之建置，貨櫃運量資料已新增上年度基隆、臺中、高雄三港之數據，而查詢系統的規劃及程式模組的設計乃是依據這些資料來撰寫及除錯。目前資料項的查詢架構已完成設計，其餘各港之相關資料將分年繼續彙整建置。
7. 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，整合 VTS、船

- 舶動態、CCTV 與門禁管制系統，強化即時影音空間資訊，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. 各類災害防救災標準作業程序應該予以定期更新，至少每年更新一次，尤其是防救災資源，更需提高更新頻率，若有防救災資源之異動，應立即更新。同時各類災害防救災標準作業程序應實際配合實兵或高司演練進行操作，以確保防救災標準作業程序符合救災使用。
 9. 防究災資源調查結果顯示各港 CCTV 架構不一主要原因為分年度、分單位進行建置，建議未來各港務局進行 CCTV 系統維護或建構時可採網頁系統架構。

14.4 研究成果之效益：

1. 學術效益，發表國際、國內研討會論文 3 篇：
 - (1)2009 臺灣地理資訊學會年會暨學術研討會，發表論文「GIS 在臺北港區土壤液化分析及震災速報系統之開發應用」。
 - (2)2009 臺灣地理資訊學會年會暨學術研討會，發表論文「運用多媒體簡訊服務與地理資訊系統技術提升港灣地區災情通報之精度研究」。
 - (3)2009 臺灣地理資訊學會年會暨學術研討會，發表論文「使用開放源碼地理資訊系統取代商業軟體之研究以港灣地區防救災系統為例」。
2. 社會環境安全影響：本計畫建立港灣地區防救災體系地理資訊系統，目前已建置四大港區資料系統，最終之研究成果應可提供作為港區防救災之災前預防、災時應變及災後重建計畫之參考，以提升我國之整體防災能力，有助於環境之安全與資源之永續利用。
3. 資料庫建置效益：建置港灣工程基本資料庫及建立港區防救災體系

之相關資料庫，可作為港灣地區之地震災前預防、災時應變計畫與決策之參考依據。

14.5 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、基隆等港務局使用。
2. 所開發基隆港、臺北港之港區防救災系統，基隆港務局正規劃納入其「港區緊急事件反應系統」中。
3. 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. 日本道路協會 (1996),「道路橋示方書.同解說」, V 耐震設計篇。
2. 木下武雄 (1997),「日本之防災體系-政府與民眾之互動」, 第一屆全國防災學術研討會。
3. 李咸亨、謝浩明 (1988),「大地工程地質資料庫系統及台北市區建檔研究」, 內政部營建署。
4. 何明錦、李威儀 (1998),「從都市防災系統檢討實質空間之防救功能—(一)防救災交通動線系統及防救據點」, 內政部建築研究所。
5. 何明錦、洪鴻智 (2002),「應用 HAZ-Taiwan 系統進行都市計畫防災規劃方法與方式探討」, 內政部建築研究所。
6. 何明錦, 張益三 (2004),「臺南市都市防災空間系統示範計畫」, 內政部建築研究所。
7. 邱永芳、謝明志、曾文傑、紀雲曜、黃敏郎、葉永信、賴文基 (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 4/4」, 交通部運輸研究所。
8. 周士雄、黃敏郎、謝明志、曾文傑、葉永信 (2007),「運用地理資訊系統技術建立港灣地區防救災體系之研究」, 第五屆數位地球國際研討會。
9. 林宜君 (1997),「地震時消防計畫和災害情報收集對策之研究-本阪神、淡路大震災的教訓啟示」, 現代消防。
10. 施邦築、李有豐、謝正倫 (1998),「我國防災體系之檢討與建議」, 第二屆全國防災學術研討會。
11. 施邦築 (2002) 等,「大規模災害救災標準作業系統之建立成果報告書」, 內政部消防署委託研究。

12. 紀雲曜、謝明志、曾文傑、黃敏郎、葉永信、李明浩 (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」,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。
13. 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
14. 陳桂清、饒正、柯正龍、張道光、羅建明、林受勳、邱永芳、何良勝 (2002),「花蓮港外港防波堤及碼頭鋼板樁監測」,交通部運輸研究所港灣技術研究中心,CHMT-9101。
15. 陳桂清、柯正龍、饒正、林玲煥、張道光、羅建明、林受勳、邱永芳、何良勝 (2000),「花蓮港構造物檢測」,交通部運輸研究所港灣技術研究中心,MOTC-IOT-IHMT-HE8907。
16. 陳冠宇、簡仲璟、蘇青和、曾相茂 (2002),「邊緣波引致港池共振的機制-以花蓮港為例」,第十三屆水利工程研討會。
17. 高雄港務局 (2008),交通部高雄港務局災害防救業務計畫。
18. 基隆港務局(2008),交通部基隆港務局災害防救業務計畫。
19. 基隆港務局(2008),交通部基隆港務局台北港分局災害防救業務計畫。
20. 黃敏郎、葉永信、謝明志、曾文傑、林文釩、紀雲曜 (2009),「運用多媒體簡訊服務與地理資訊系統技術提升港灣地區災情通報之精度研究」,2009 臺灣地理資訊系統年會暨學術研討會。
21. 葉永信、黃敏郎、謝明志、曾文傑、林文釩、紀雲曜 (2009),「使用開放源碼地理資訊系統取代商業軟體之研究以港灣地區防救災系統為例」,2009 臺灣地理資訊系統年會暨學術研討會。
22. 張金機,曾相茂 (1993),「高雄海域海氣象調查研究」,專刊第 89 號,港灣技術研究所。
23. 張益三 (1999),「以鄰里單元的理論觀點來探討都市防災計畫」,

第六屆海峽兩岸環境保護研討會。

24. 張益三、蔡柏全 (2002),「都市災害防救管理體系及避難圈域適宜規模之探究-以嘉義市為例」, 國立成功大學都市計畫研究所。
25. 臺中港務局(2008), 交通部臺中港務局災害防救業務計畫。
26. 賴聖耀 (1990),「以標準貫入試驗值建立土壤液化潛能判別模式」, 中國土木水利工程學刊, 第二卷, 第四期, PP.301-311。
27. 賴聖耀、謝明志 (1996),「臺中港區土壤液化危險度分析與應用」, 八十五年度臺灣大地工程研討會 PP.7-1~7-18。
28. 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。
29. 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。
30. 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。
31. 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。
32. 謝明志、單誠基、賴聖耀、李延恭 (1997),「地理資訊系統在港灣工程資料查詢展示之應用」, 第十九屆海洋工程研討會, pp.627-632。
33. 謝明志(2001),「地理資訊系統在砂質港區地質資料建置及液化分析之應用」, 2001 地震災害境況模擬研討會。
34. 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。
35. 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。

36. 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。
37. 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。
38. 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。
39. 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。
40. 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。
41. 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。
42. 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。
43. 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。
44. 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。

45. 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。
46. 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。
47. 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。
48. 謝基政、林炳森 (2000),「南投地區土壤液化評估方法之研究」,中興大學碩士論文,pp.24-45。
49. 饒正、陳桂清、柯正龍、張道光(2002),「碼頭鋼板樁現況調查與腐蝕防治研究」,交通部運輸研究所港灣技術研究中心, MOTC-IOT-IHMT-MA9001。
50. 蘇青和 (1998),「高雄港近岸及港內地區海流特性之研究」,港灣技術研究所,基本研究報告,87-研(十一)-1。
51. 蘇青和、廖慶堂 (2002),「臺中港觀測潮汐資料專刊 (1971~2001)」,交通部運輸研究所港灣技術研究中心,基本研究報告,91-86-734, MOTC-IOT-91-MA07-03。
52. 蘇青和、廖慶堂(2002),「花蓮港觀測潮汐資料專刊 (1980~2001)」,交通部運輸研究所港灣技術研究中心,基本研究報告。
53. 蘇青和、廖慶堂(2002),「高雄港觀測潮汐資料專刊 (1971~2001)」,交通部運輸研究所港灣技術研究中心,基本研究報告, MOTC-IOT-91-MA07-03, 91-82-732。
54. 蘇青和 (2004a),「2003 年海氣象資料年報—風力部份」,交通部運輸研究所港灣技術研究中心,基本研究報告, MOTC-IOT-93-H2DA005-1。

55. 蘇青和 (2004b), 「2003 年海氣象資料年報—潮汐部份」, 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, 基本研究報告, MOTC-IOT-93-H2DA005-2。
56. 蘇青和(2004c), 「2003 年海氣象資料年報—波浪部份」, 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, 基本研究報告, MOTC-IOT-93-H2DA005-3。
57. 蘇青和 (2004d), 「2003 年海氣象資料年報—海流部份」, 交通部運輸研究所港灣技術研究中心, 基本研究報告, MOTC-IOT-93-H2DA005-4。
58. Federal Emergency Management Agency、United States Fire Administration、National Fire Academy U.S.A. (1999) "Incident Management (Command) System for Structural Collapse Incidents"
59. 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.
60. 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.
61. 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.
62. 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.
63. 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.
64. 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.
 65. 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.
 66. 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.
 67. 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.
 68. MapInfo Corporation. 2002a. MapBsic Development Environment Reference Guide. Troy, New York.
 69. MapInfo Corporation. 2002b. MapInfo Professional User’s Guide. Troy, New York.
 70. 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.

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
<p>1. 中興大學土木系 林炳森教授</p>	<p>1. 本計畫搜集港灣地工資料，並利用地理資訊系統加以整合，成果豐碩，應持續進行，以提供各港區增建與維護之參考。</p> <p>2. 計畫中有許多本土化之資料，富實用價值；但宜說明清楚，如(1)本土化液化分析模式與(2)馬公港腐蝕速率資料，以方便使用者參考。</p> <p>3. p4-2 震度漸增液化影響動畫展示，宜將不同分析方法說明。</p> <p>4. 報告中圖示應力求清晰並附圖例，如(1)圖 5.3~5.5(2)圖 7.2~圖 7.13。</p> <p>5. 結論應力求精簡，如結論 1. 2. 7.。</p>	<p>1. 感謝委員肯定，將持續推展本項研究業務。</p> <p>2. 相關液化分析模式之簡略說明，補述於第二章 2.5 節，馬公港腐蝕速率資料計算說明，概述於第六章 6.1 節。</p> <p>3. 不同分析方法概述於第二章 2.5 節。</p> <p>4. 遵照辦理。</p> <p>5. 遵照辦理。</p>
<p>2. 海洋大學河海系 曹登皓副教授</p>	<p>1. 內容範圍較題目廣泛，不只地工資料，還包括腐蝕、貨櫃碼頭營運及海氣象調查等資料。</p> <p>2. 在土壤液化的展示中的紅、黃、綠旁建議加註嚴重、中等、輕微等字樣會讓使用者更清楚其所表示的意義，如簡報 ppt 中</p>	<p>1. 本研究團隊成員皆敬業盡責，力求達成既定目標且擴建成果。</p> <p>2. 將液化危害指數 PL 分級和相應的抗液化措施，列表置於第三章中，以做說明。</p>

審查委員	審查意見	處理情形
	<p>有，報告中沒有的表所區分。</p> <p>3. 地震規模及最大加速度在 p. 3-11 所示，圖 3.9 中已設定的某些值，為何那麼設定？因為規模是震源處的，那最大加速度是所在地區的，為何那麼搭配。</p> <p>4. 簡報中有系統架構規劃圖，但報告卻沒有，建議加入。</p> <p>5. p6-7 腐蝕速率圖，其位置不夠明確。</p> <p>6. p3-3 圖 3.4 有(藍色)及(紅色)的表示，但由於報告是黑白的，所以無法分辨，建議改成(•)及(◦)。</p> <p>7. 可持續努力增加資料，使內容更為豐富。</p>	<p>3. 地震強度的輸入表單，所列出的設定值主要作為選鈕點選及文字框鍵入參考用，故在文字框處未設定。在液化潛能推估上，地震規模及現地最大加速度是兩大參數，經驗及半經驗式大多採用此二值推算。</p> <p>4. 遵照辦理。</p> <p>5. 試將碼頭位置標示出。</p> <p>6. 改以圓點及方塊以茲區分。</p> <p>7. 遵照辦理。</p>
<p>3. 成功大學土木系 陳東陽教授</p>	<p>1. 本計畫為建置港灣地工資料庫及救災體系建置研究，完成的工作包括馬公港地質資料、液化自動分析模組、鋼板腐蝕調查、臺中港碼頭斷面資料、液化漸增動畫製作、地震水壓監測資料查詢及網路查</p>	<p>1. 感謝委員肯定。</p>

審查委員	審查意見	處理情形
	<p>詢系統。</p> <p>2. 建議持續更新並擴充各港區資料資訊。</p> <p>3. 系統資料庫可開放部分供評審委員或相關使用單位提供使用者意見。</p> <p>4. 將來可考慮結合空間資訊科技，將實地影像融入資料庫中。</p> <p>5. 評估震後分析相關理論預測，可適時與震後作檢測修正。</p> <p>6. 整體而言，計畫成果豐富，架構完整，報告具高度應用參考價值。</p>	<p>2. 資料庫建置完成後，將持續更新擴充。</p> <p>3. 參酌辦理。</p> <p>4. 感謝委員建議，可作為後續研究方向。</p> <p>5. 遵照辦理。</p> <p>6. 感謝委員肯定。</p>
4. 前港研中心副主任李豐博	資料庫系統之建置繁雜而要有耐心，本計畫之研究成果充實，研究團隊之努力值得肯定，研究成果具有相當之應用價值。	感謝委員肯定。

附錄二

期末報告簡報資料

港灣地工資料庫及救災體系 建置研究(1/2)

執行人員：謝明志、單誠基、蘇青和、賴瑞應、柯正龍、
陳志芳、張道光、林雅雯、曾文傑

計畫編號：MOTC-IOT-98-H1DA003

執行單位：交通部運輸研究所港灣技術研究中心

計畫時程：98.1.1~98.12.31

一、計畫緣起

- 舉凡工程開發或專案研究，基本資料的獲取常是首要工作，資料愈完整，對規劃設計等工程作業愈有助益。
- 港區多年開發所累積之現地資料，應設法加以保存，並建檔提供查閱。
- 故本中心運用軟體工具，將各項資料數位化建檔，並加以整理儲存，建置成資料查詢展示系統。
- 如此資料不但可長久保存，且可快速搜尋獲取，更易於相互流通與應用，可增進港區工程維護、災害防治、分析研究及決策支援上之使用效益。



二、系統建置工具

- MapInfo：建置規劃配置及基本圖層。
- Foxpro：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。

三、計畫內容-1

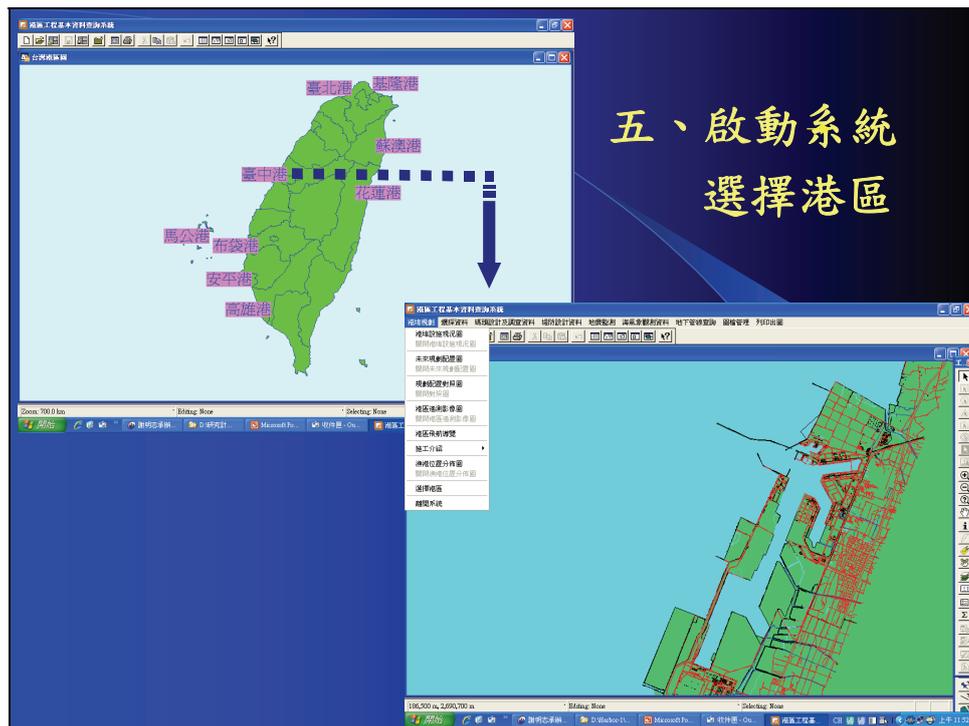
- 分工收集彙整歷年資料並開發展示模組
 - 子計畫(一)：港灣地區地震監測及液化模擬建檔研究(含模組開發)
 - 資料建置港區：馬公港地質資料庫更新。
臺中港區地震資料庫建置，液化模組設計及動畫製作。
 - 子計畫(二)：港灣地區碼頭腐蝕資料及設施結構資料更新建置
 - 資料建置港區：馬公港碼頭鋼板腐蝕資料建置，展示架構設計、模組查詢程式撰寫。
臺中港新增碼頭資料收集彙整建置。

三、計畫內容-2

- 子計畫(三)：港灣地區海氣象資料彙整建檔
資料建置港區：八大港 風、潮、浪、流資料，模組撰寫。
- 子計畫(四)：港灣工程基本資料網路查詢系統
建置研究
資料建置港區：臺中港 碼頭堤防設計資料彙整，圖層轉檔製作，網頁查詢架構設計。
- 子計畫(五)：港區防救災體系建置之研究
資料建置港區：四大港區現有防救災體系架構及運作分析檢討，現有港區防救災資訊系統分析檢討，網路查詢應用系統更新。

四、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

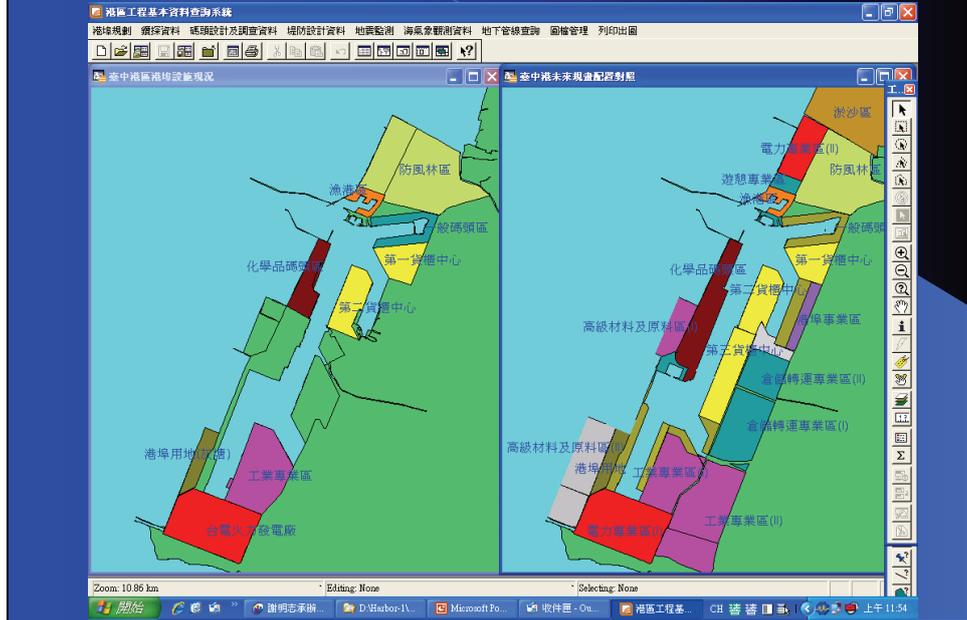


五、啟動系統 選擇港區

六、選單內容：進入港區，展列選單

- (1) 港埠規劃：含港區目前配置圖、未來規劃圖、規劃對照圖等選項。
- (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) 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。

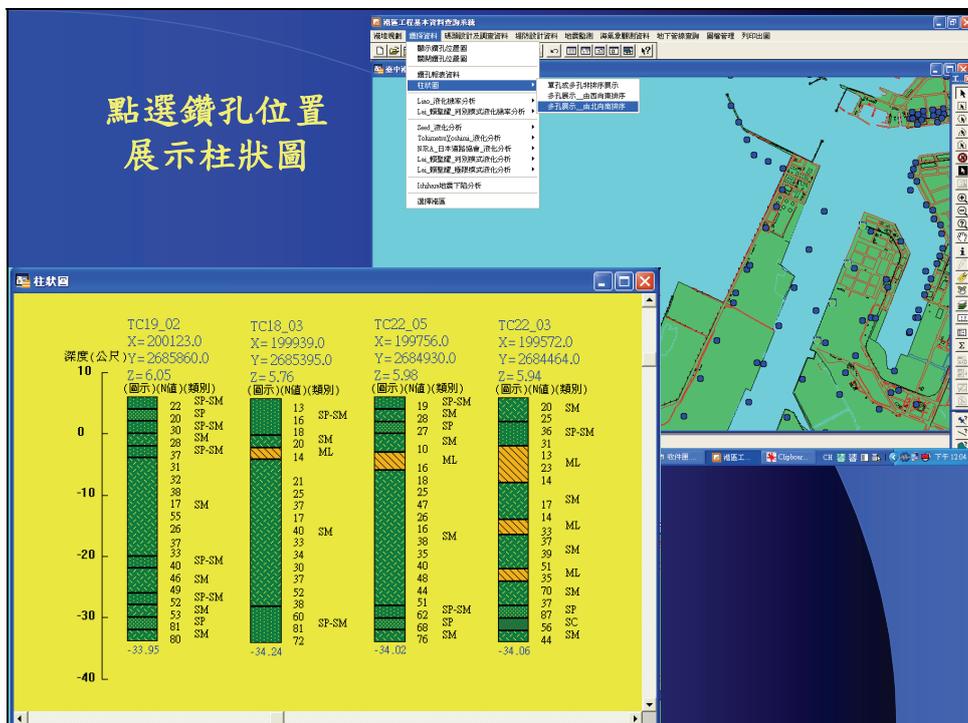
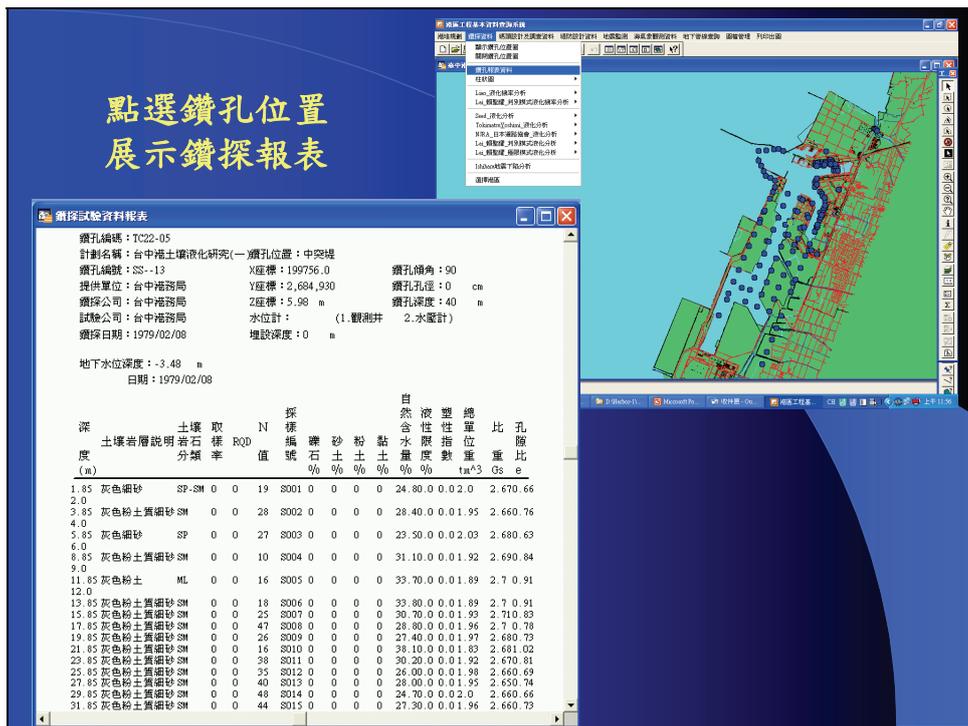
6-1、港埠規劃：含港區目前配置圖、未來規劃圖、規劃對照圖等選項。



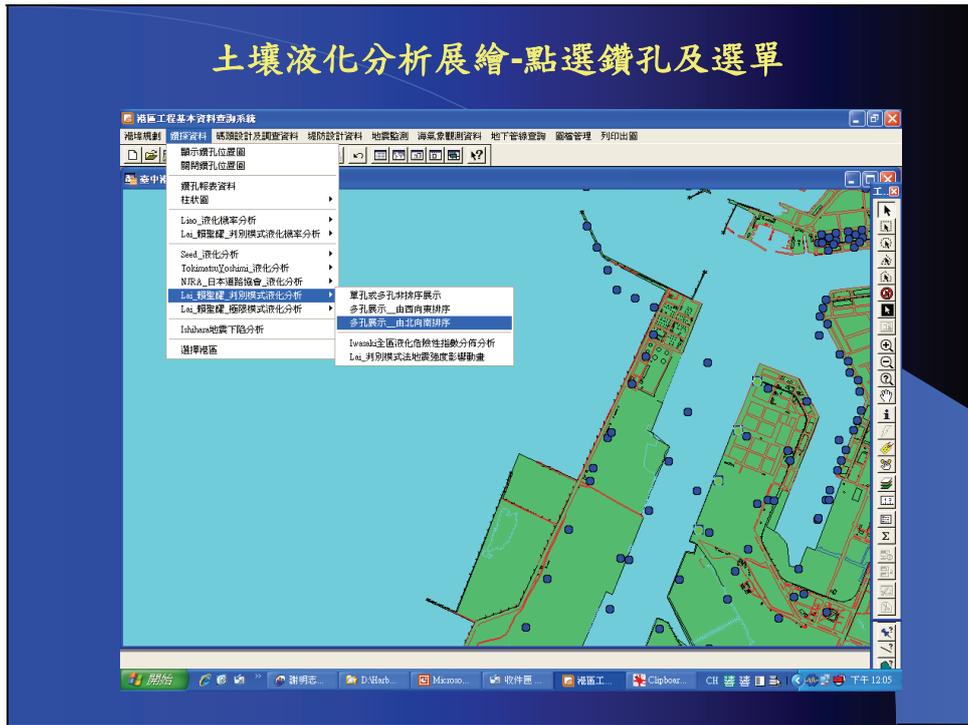
6-2、地質資料處理

建置兩類資料表單，存放相關試驗資料：

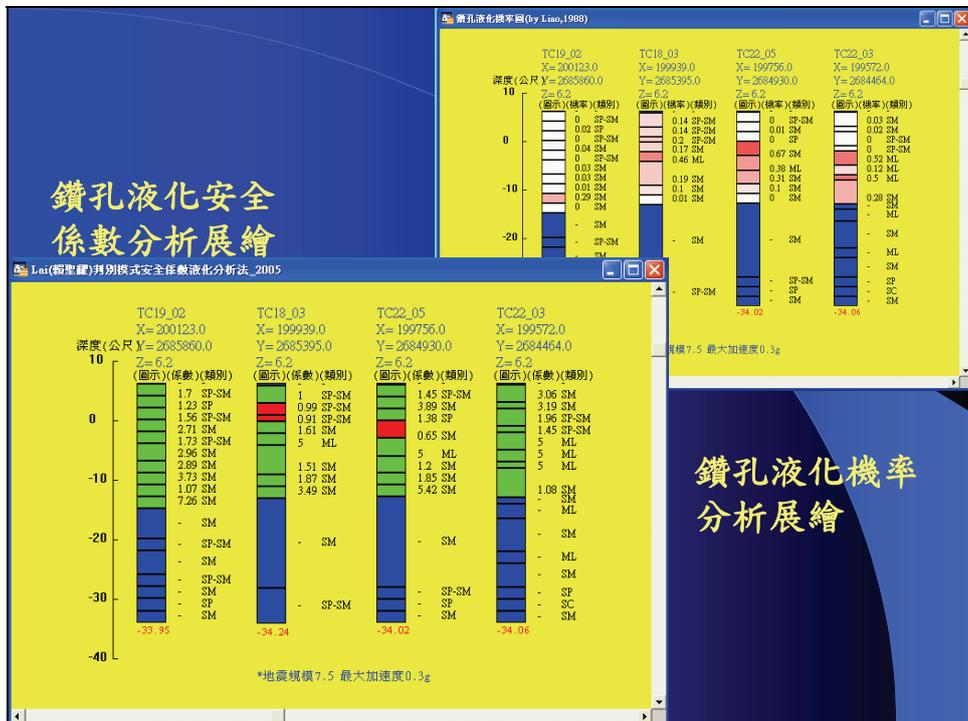
- 一、通用資料表單：主要存放港區內各鑽孔之座標、高程、試驗公司、鑽探日期，地下水水位等通用資料。
- 二、鑽孔貫入試驗表單：乃依鑽探深度，登錄各深度之土壤岩石類別、標準貫入試驗錘擊數、砂礫含量等資料建置成鑽孔試驗資料表。



土壤液化分析展繪-點選鑽孔及選單

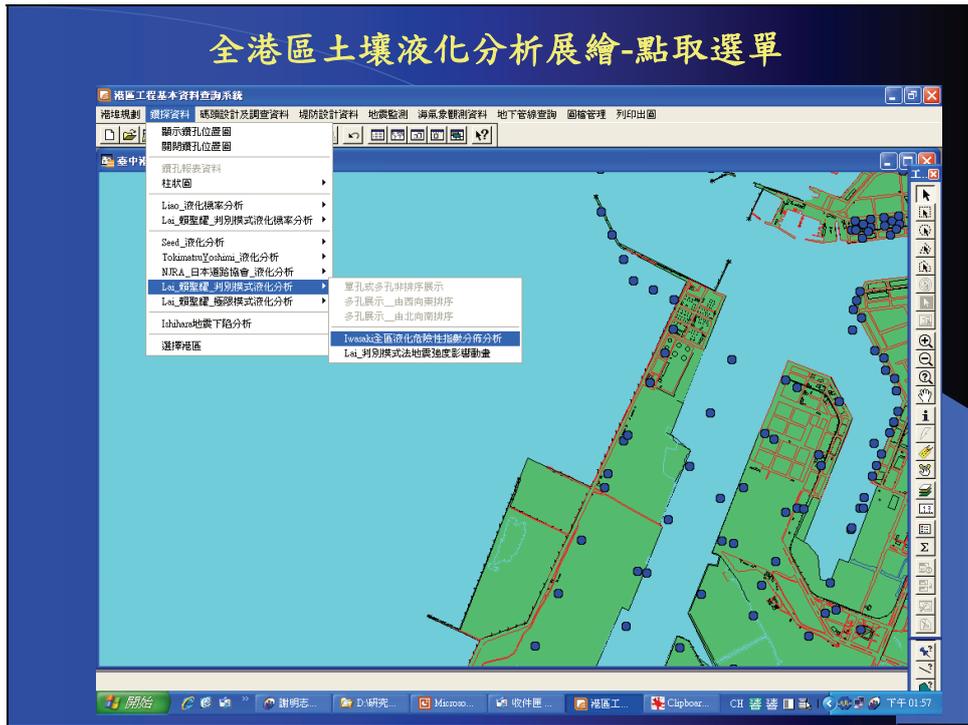


鑽孔液化安全係數分析展繪

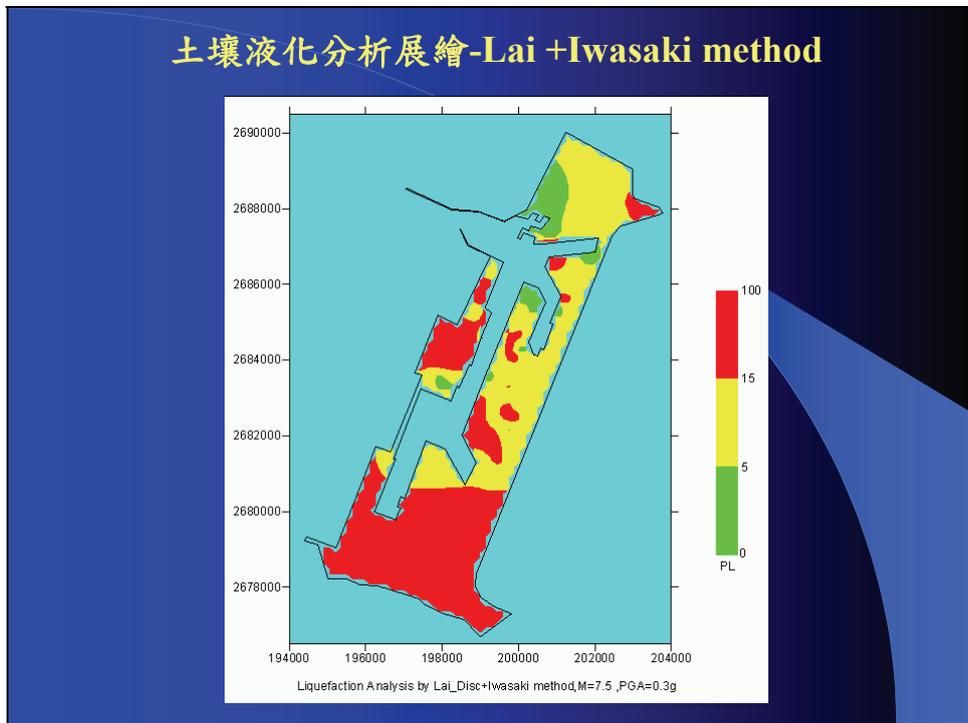


鑽孔液化機率分析展繪

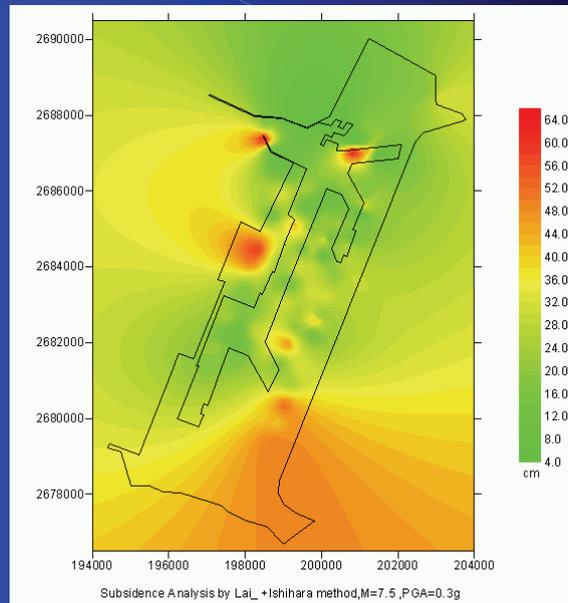
全港區土壤液化分析展繪-點取選單



土壤液化分析展繪-Lai +Iwasaki method

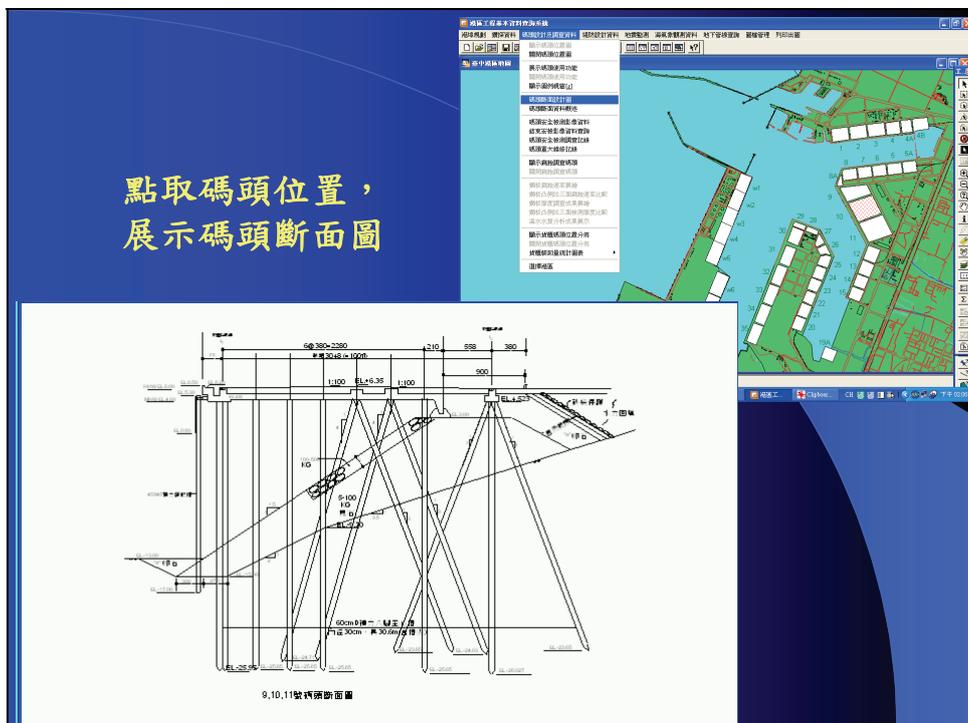
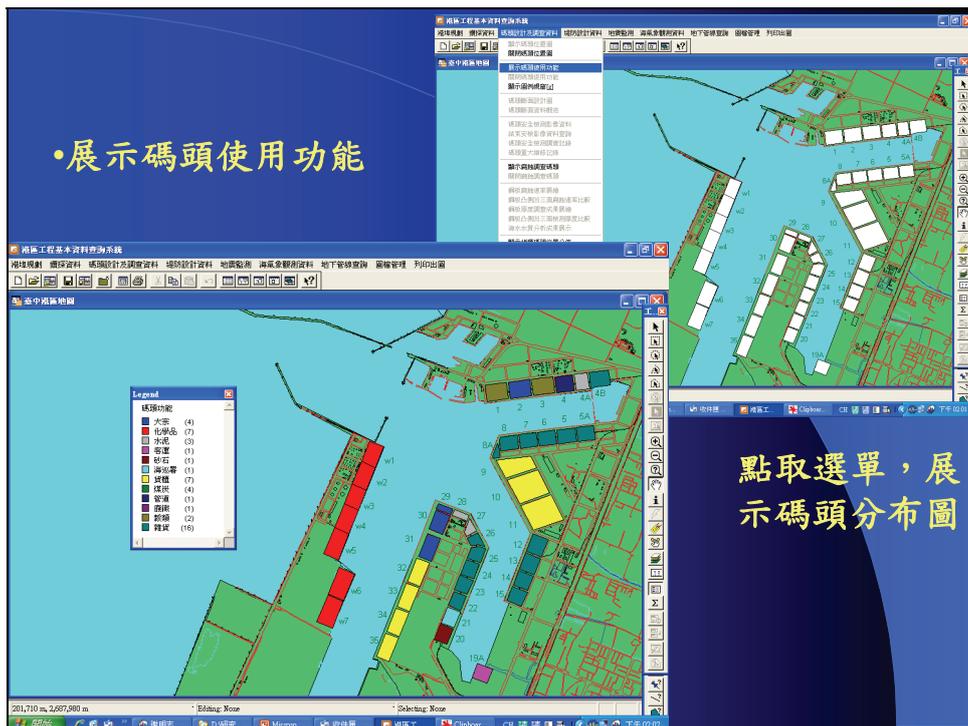


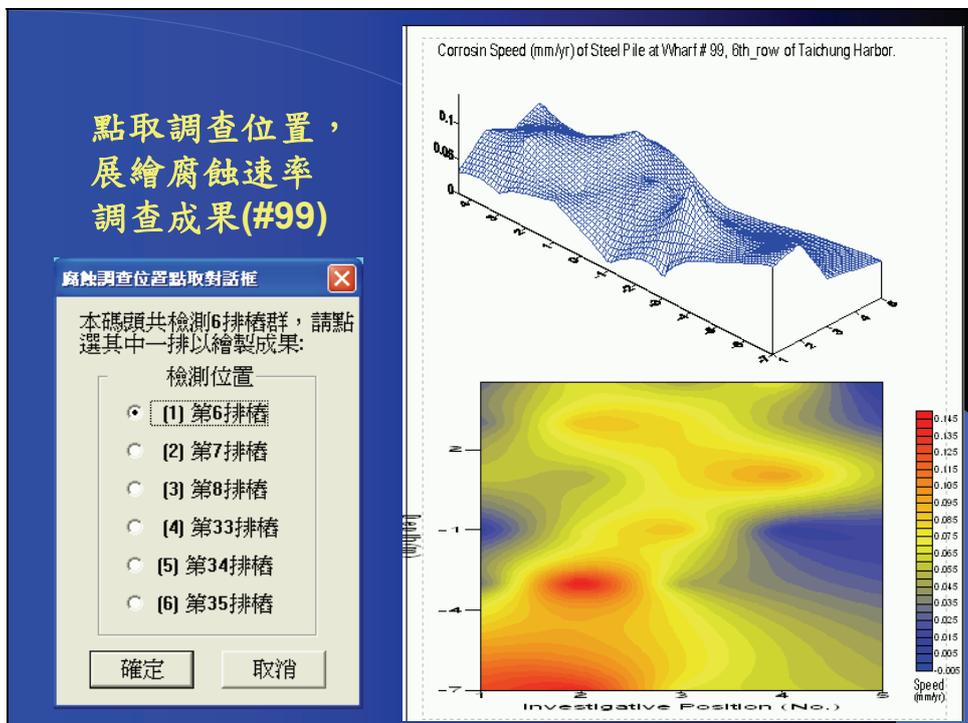
震陷分析展繪-Lai+Ishihara method

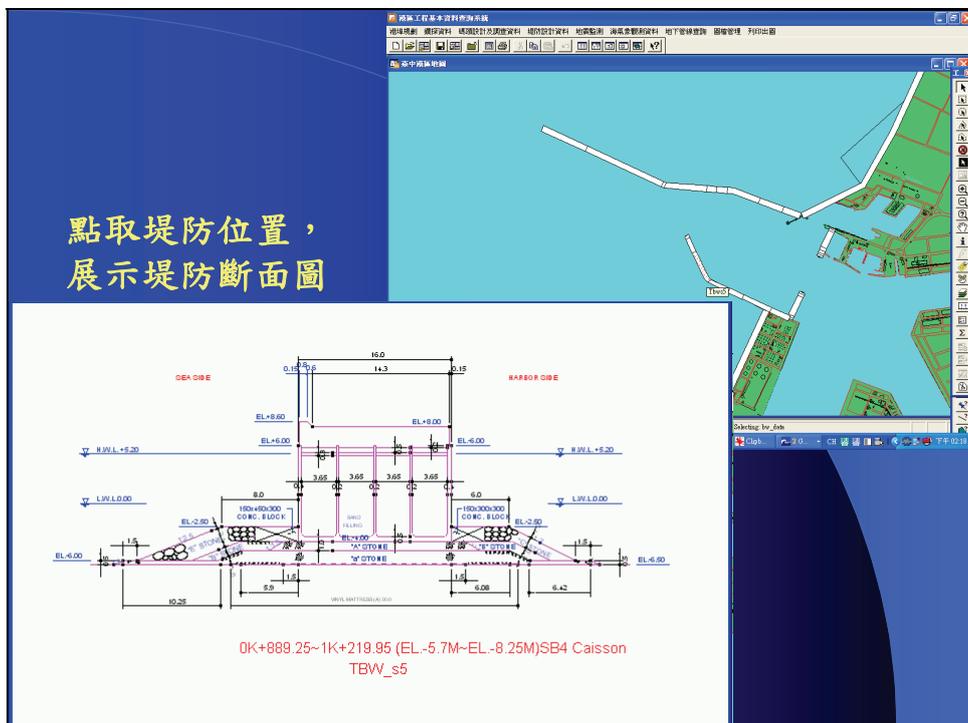
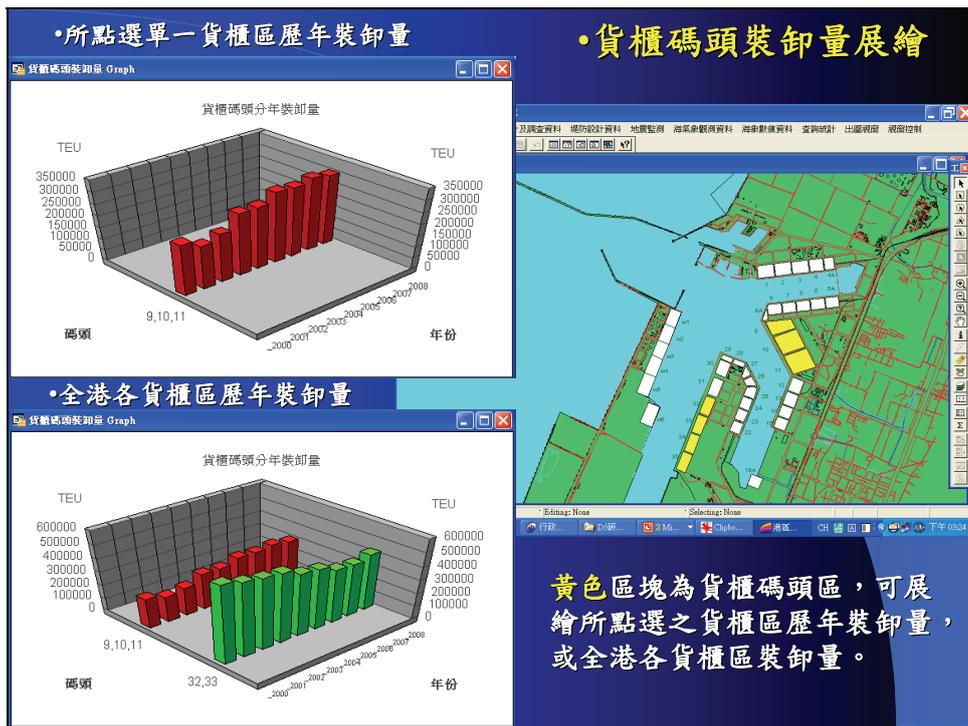


6-3、碼頭堤防斷面設計資料

- 碼頭及堤防設計斷面圖：是先利用Auto CAD軟體製作，將各港務局所提供之碼頭堤防設計斷面圖描繪成檔，再編號命名轉存入MapInfo系統內。
- 碼頭屬性資料表：也利用系統之資料庫編輯功能，建置成表格檔案，分十個欄位依序存放碼頭編號、碼頭面設計高程、裝御軌道長度、碼頭設計長度、碼頭設計水深、啟用日期、建造經費、碼頭用途、更新日期等資料，提供系統查閱使用。
- 堤防之屬性資料表，建置方法與碼頭疊同。







6-4、海氣象現地調查資料

- 臺北港海氣象現地調查資料，項目包括歷年調查之潮汐、波浪、海流、風資料等。
- 所收錄之原始資料先以Fortran程式整理運算，轉成物理量，接著利用CWText、Plot88及TecPlot軟體產出海氣象調查成果圖表。
- 將所建之各項資料依類別存放，再以MapBasic程式語言來撰寫查詢模組。

潮汐、波浪、海流、風場等測站分佈位置

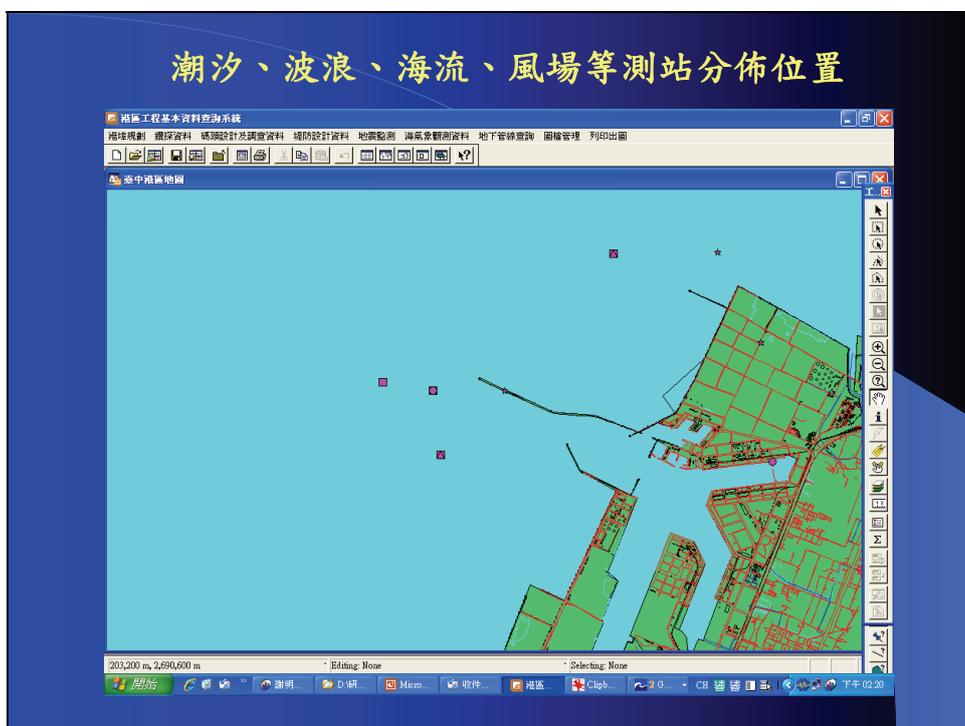
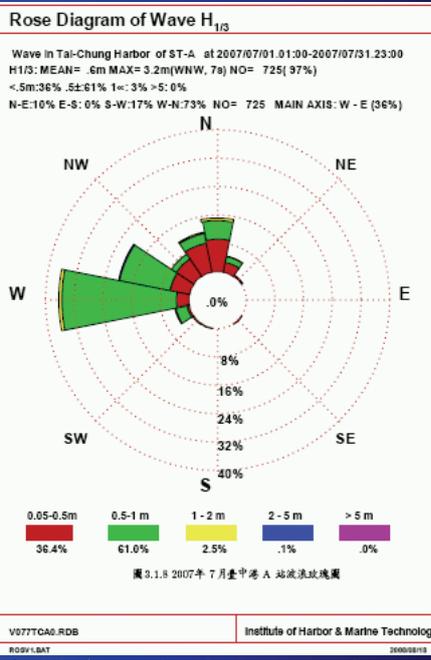


表3.3.11 1997年10月臺中港測站B測逐時風速及風向月報表
1997年10月1日0時0分~1997年10月31日23時0分

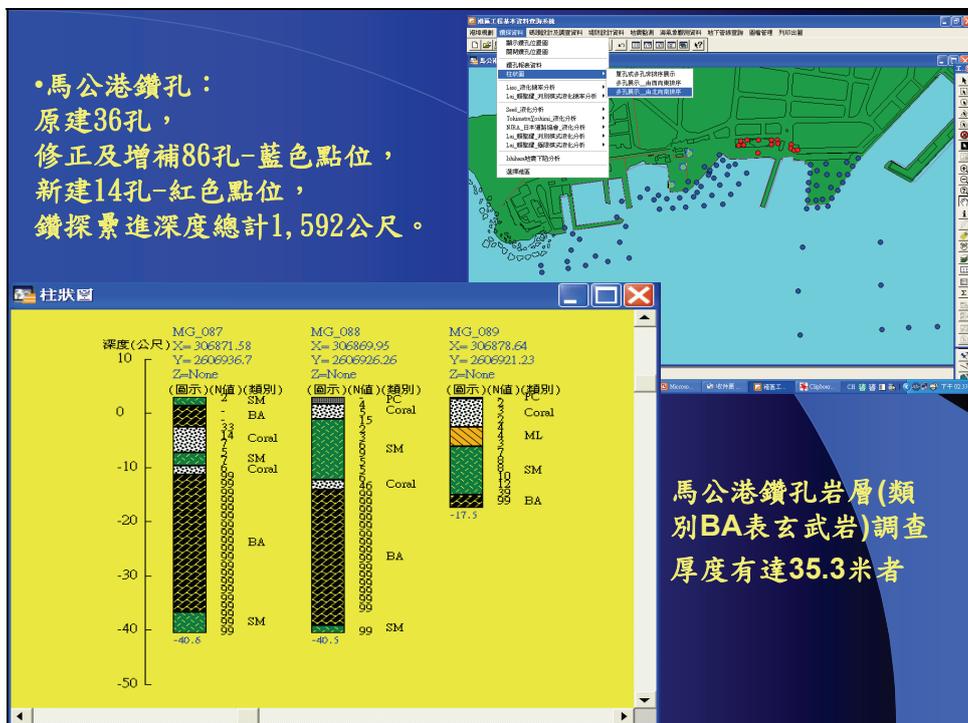
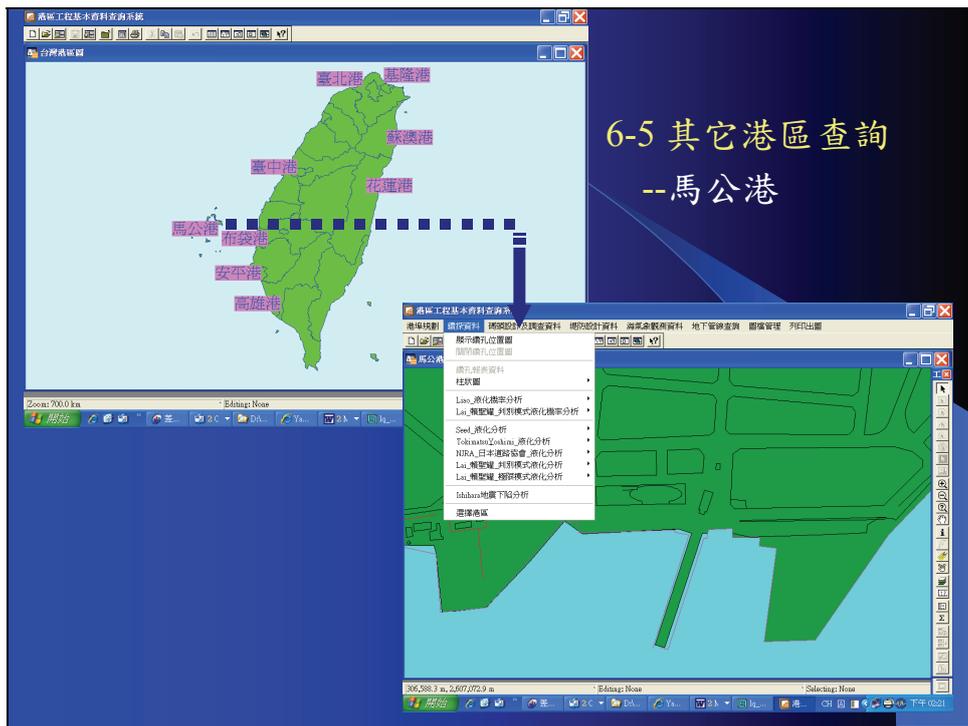
日/時	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	平均	最大
10/01	4.1 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/02	4.1 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/03	4.7 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/04	2.2 NE	1.2 E																								
10/05	1.8 NE																									
10/06	1.1 NE																									
10/07	4.7 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/08	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/09	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/10	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/11	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/12	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/13	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/14	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/15	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/16	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/17	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/18	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/19	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/20	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/21	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/22	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/23	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/24	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/25	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/26	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/27	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/28	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/29	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/30	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
10/31	4.9 NE	4.9 NE	4.4 NE	4.7 NE	4.3 NE	4.0 NE	4.8 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE	4.0 NE	4.1 NE	4.3 NE	4.5 NE	4.7 NE	4.9 NE	4.6 NE	4.4 NE	4.2 NE
最大値	7.5	4.2	4.0	7.7	7.5	7.8	7.7	4.2	4.0	4.1	4.1	4.2	4.4	4.2	4.1	4.2	4.4	4.2	4.1	4.3	4.5	4.7	4.9	4.6	4.4	4.2

[註1]: 資料來源—9.00m/s, 最大風速—28.10m/s, 最大風向 NNE(8.6%), 風速分布: <5m/s: 21.1%, 5~10m/s: 85.3%, 10~15m/s: 20.2%, >15m/s: 14.2%, 每小時吹一次, 全年計 725次 (0%)。
[註2]: 風向分布: N~E: 94.8%, E~S: 1.7%, S~W: 1.8%, W~N: 1.8%, 雜風: .0%, 風向分布: NE-SW(佔 43.4%), 主風向: NE(佔 43.0%), 資料檔名: W97ATCBO.1HA。 港務技術研究中心

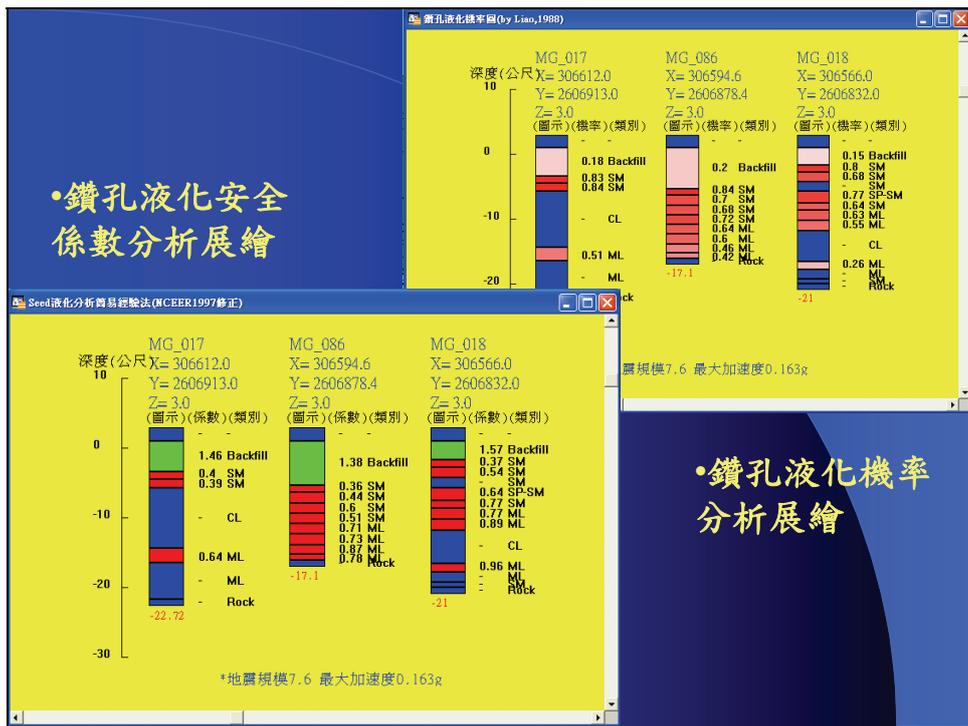
風資料查詢成果之一：風速風向月報表



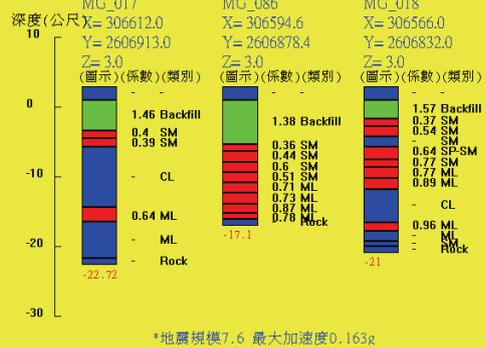
波浪資料查詢成果之一：波浪玫瑰圖



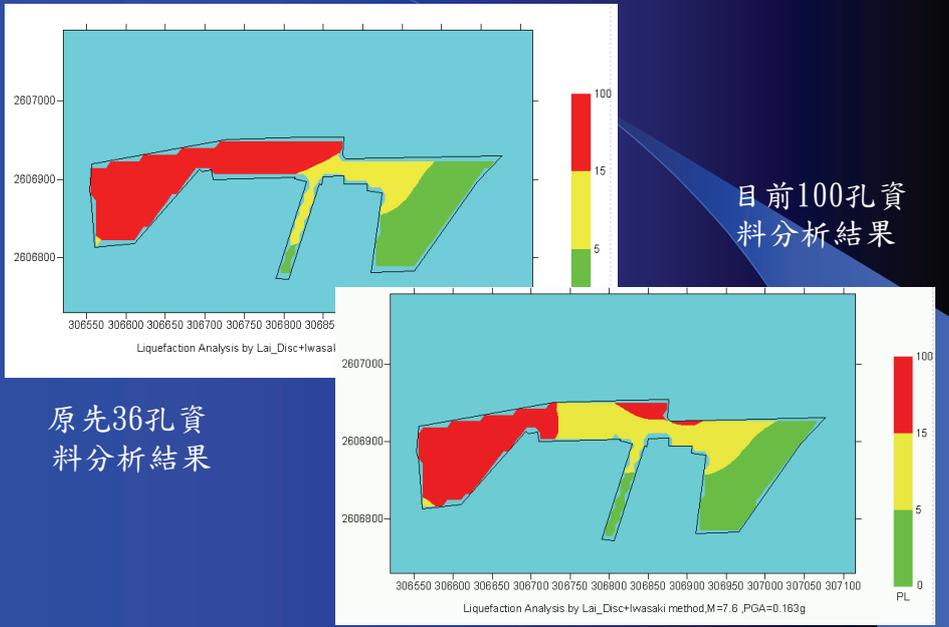
•鑽孔液化安全係數分析展繪



•鑽孔液化機率分析展繪



土壤液化分析展繪-Lai +Iwasaki method



馬公港碼頭斷面及鋼板腐蝕資料：

• 依圖例展示碼頭功能

• 點取選單，展示碼頭分布圖

點取調查位置，展繪腐蝕速率調查成果(#6)

腐蝕調查位置點取對話框

本碼頭由南到北分三區檢測鋼管樁：
 (1) 南區：由距#7轉角21m處第一個伸縮縫起，沿岸線向北檢測0根，隨後第二排檢測7根。
 (2) 中區：由第三個伸縮縫起，沿岸線向北檢測5根，隨後第二排檢測4根。
 (3) 北區：由第四個伸縮縫起，沿岸線向北檢測3根，隨後第二、第三排各檢測3根。
 請點取檢測點：

腐蝕調查位置

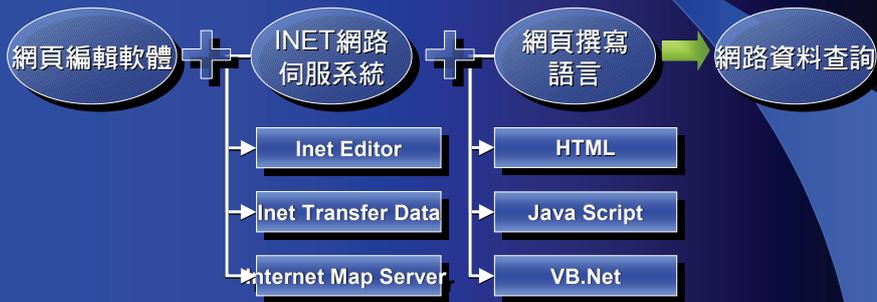
- 南區第一排0根
- 南區第二排7根
- 中區第一排5根
- 中區第二排4根
- 北區第一排3根
- 北區第二排3根
- 北區第三排3根

確定 取消

Comosin Speed (mm/yr) of Steel Pile at Wharf #6 of Magong Harbor.

七、網路查詢系統開發

- 系統開發主要利用網頁編輯軟體 (Dreamweaver) 將INET網路伺服器系統與網頁撰寫語言加以結合。



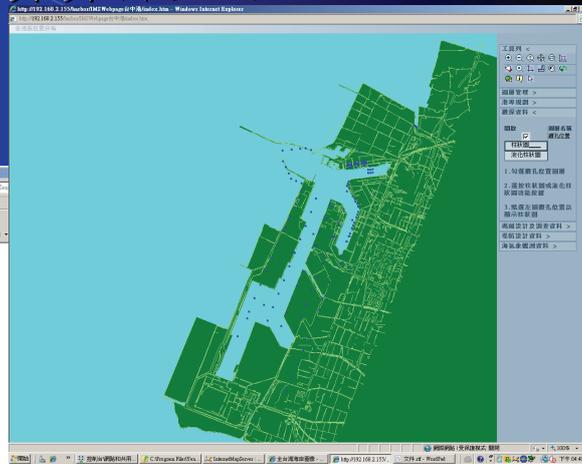
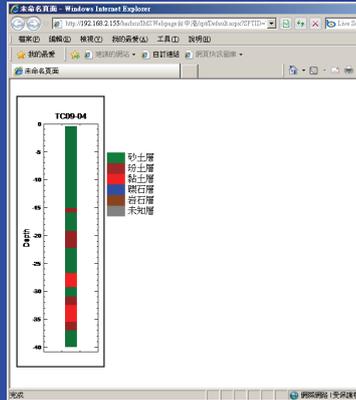
系統作業程序

- 為配合基隆港工程資料之查詢網路化，資料檢索作業階段主要藉由6個功能模組進行操作。



地質資料查詢

臺中港鑽孔柱狀圖



臺中港鑽孔位置圖

八、結論

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