

100-96-7565

MOTC-IOT-99-H1DA003

港灣地工資料庫及救災體系 建置研究(2/2)



交通部運輸研究所

中華民國 100 年 5 月

100-96-7565

MOTC-IOT-99-H1DA003

港灣地工資料庫及救災體系 建置研究(2/2)

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

交通部運輸研究所

中華民國 100 年 5 月

港灣地工資料庫及救災體系建置研究
(2/2)

交通部運輸研究所

GPN: 1010000995

定價 250 元

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

港灣地工資料庫及救災體系建置研究(2/2)

/謝明志等著.--初版.-- 臺北市：交通部運輸研究所，

民 100.05

面 ； 公分

ISBN 978-986-02-7772-2 (平裝)

1. 港埠工程 2. 防災工程 3. 港埠資訊查詢系統

443.2029

100007679

港灣地工資料庫及救災體系建置研究(2/2)

著 者：謝明志、單誠基、蘇青和、賴瑞應、謝幼屏、柯正龍、張道光、
陳志芳、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 100 年 5 月

印 刷 者：良機事務機器有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 100 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：250 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：1010000995

ISBN：978-986-02-7772-2 (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(2/2)			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN978-986-02-7772-2（平裝）	政府出版品統一編號 1010000995	運輸研究所出版品編號 100-96-7565	計畫編號 99-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、謝幼屏、柯正龍、陳志芳、曾文傑 技術人員：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 99 年 01 月 至 99 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，作業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。年度內所完成的工作，計有十三大項：(1)查詢系統架構擴建規劃設計，(2)七大港區遙測資料更新建置(3)高雄港液化自動分析模組之建立及應用，(4)高雄港液化漸增動畫製作，(5)高雄港碼頭鋼板腐蝕調查資料查詢模組之建構 (6)高雄港碼頭細部設計資料掃描檔案查詢模組之建置，(7)高雄港地震水壓監測資料查詢模組建置，(8)三大貨櫃港貨櫃碼頭運量查詢模組資料擴建，(9)各商港海氣象調查資料查詢模組之更新及建構，(10)高雄港板樁式碼頭之耐震能力評估，(11)棧橋式碼頭耐震功能性評估， (12)高雄港港灣工程基本資料網路查詢系統建構，(13)五大港區防救災資料庫系統更新整合。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，發表國際研討會等論文 3 篇： (1) 2010 年亞洲地理資訊系統國際研討會暨臺灣地理資訊學會年會、兩岸四地 GIS 與應用遙感研討會，發表論文「開放式地理資訊系統於港灣地區多方位災情通報之研發」。 (2) 2010 年港灣報導 86 期，發表論文「板樁式碼頭受震易損性分析之研究－以花蓮港為例」。 (3) 2010 年港灣報導 87 期，發表論文「港灣地區災情通報之精度研究」。 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，目前已建置五大港區資料系統，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、臺北港及蘇澳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
100 年 5 月	266	250	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 (2/2)			
ISBN (OR ISSN) ISBN978-986-02-7772-2 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010000995	IOT SERIAL NUMBER 100-96-7565	PROJECT NUMBER 99-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, Y. P. Hsieh, 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 2010 TO December 2010
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 of the Center of Harbor and Marine Technology, by using GIS tools. The major tools, to establish this operation, are MapInfo (desk-top GIS) and Mapguide (web GIS). We increase data on MapInfo and use some relative program languages to create the new consulting modules. We have finished thirteen items in this project as following: (1) expansion and design of system structure, (2) renewing of remote sensing data of 7 harbors, (3) establishment of liquefaction auto-analysis modules of Kaohsiung Harbor, (4) producing incremental liquefaction animation of Kaohsiung Harbor, (5) establishment of consulting module of corrosion data of steel piles of Kaohsiung Harbor, (6) database establishment of wharf fine design raster files of Kaohsiung Harbor, (7) establishment of consulting module of seismic monitoring data of Kaohsiung Harbor, (8) establishment of consulting module of container loading and unloading data of wharves of three container port, (9) expansion and application of consulting module of oceanographic data of each commercial port, (10) Seismic capacity evaluation of sheet pile wharf of Kaohsiung Harbor, (11) Seismic capacity evaluation of trestle wharf, (12) establishment of web inquiry system of harbor engineering basic data of Kaohsiung Harbor, (13) planning and establishment of disaster prevention and rescue system on 5 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 conferences and academy bulletins. (1) “The study and development of opened GIS in multi-methods instant report system at harbor areas”, 2010 Asia Geographic Information System International Conference and Taiwan Annual Conference. (2) “A study of Seismic Fragility Analysis of sheet pile wharves- by Hualien Harbor”, Newsletter of Harbor and Marine Technology, No.86, June 2010.			

(3) “A study of disaster promulgating precision at Harbor Areas”, Newsletter of Harbor and Marine Technology, No.87, October 2010.

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 data-base” developed by this project has been put into use in Kaohsiung Harbor and Keelung Harbor.
2. The Disaster Prevention and Rescue System in Keelung, Taipei and Suao harbors developed by this project has been incorporating 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	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
May 2011	266	250	☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ 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(2/2)

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 港區遙測資料更新建置及圖層查詢展示	3-1
第四章 港區地質資料分析建置及液化動畫製作	4-1
第五章 碼頭資料更新建置及查詢展示	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 海氣象調查資料建置及查詢展示	9-1
第十章 棧橋式碼頭耐震功能性評估	10-1
第十一章 板樁式碼頭之耐震能力評估	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	查詢系統主畫面	3-7
圖 3.2	高雄港區地圖圖層及港埠規劃選單下拉模式	3-7
圖 3.3	高雄港的港埠設施現況圖	3-8
圖 3.4	高雄港的港埠未來規劃配置圖	3-8
圖 3.5	高雄港的港埠規劃對照圖	3-9
圖 3.6	高雄港的港區的遙測影像圖	3-9
圖 3.7	臺北港 2007 年遙測影像資料	3-10
圖 3.8	臺北港 2010 年遙測影像資料	3-10
圖 4.1	高雄港區地圖圖層及選單下拉模式	4-7
圖 4.2	高雄港區鑽探孔位分佈圖	4-7
圖 4.3	高雄港區鑽孔柱狀圖	4-8
圖 4.4	地震強度選取對話框	4-8
圖 4.5	高雄港區鑽孔 Liao 液化機率分析結果柱狀圖	4-9
圖 4.6	高雄港區 Liao+Lai 法全區液化危險性指數分佈圖	4-9
圖 4.7	高雄港區 Seed 抗液化安全係數柱狀圖	4-10
圖 4.8	高雄港區 Seed+Iwasaki 法全區液化危險性指數分佈圖	4-10
圖 4.9	Lai 液化機率分析方法查詢選單下拉模式	4-13
圖 4.10	高雄港區鑽孔 Lai 液化機率分析結果柱狀圖	4-13
圖 4.11	高雄港區 Lai_Prob+Lai 法全區液化危險性指數分佈圖	4-14
圖 4.12	高雄港區 Lai 抗液化安全係數柱狀圖	4-14
圖 4.13	高雄港區 Lai+Iwasaki 法全區液化危險性指數分佈圖	4-15

圖 4.14	地震下陷分析成果圖	4-16
圖 4.15	震度漸增液化影響動畫成果圖之一	4-18
圖 4.16	震度漸增液化影響動畫成果圖之二	4-19
圖 4.17	震度漸增液化影響動畫成果圖之三	4-19
圖 4.18	震度漸增液化影響動畫成果圖之四	4-20
圖 4.19	震度漸增液化影響動畫成果圖之五	4-20
圖 4.20	震度漸增液化影響動畫成果圖之六	4-21
圖 4.21	震度漸增液化影響動畫成果圖之七	4-21
圖 4.22	震度漸增液化影響動畫成果圖之八	4-22
圖 4.23	震度漸增液化影響動畫成果圖之九	4-22
圖 4.24	震度漸增液化影響動畫成果圖之十	4-23
圖 5.1	高雄港區地圖圖層及所開發之選單列	5-5
圖 5.2	高雄港區「碼頭設計及調查資料」選單下拉模式	5-6
圖 5.3	高雄港區碼頭位置分佈圖	5-6
圖 5.4	高雄港區碼頭使用功能主題圖	5-7
圖 5.5	高雄港區碼頭斷面圖向量檔之一	5-7
圖 5.6	高雄港區碼頭細部設計資料_pdf 檔之一	5-8
圖 5.7	高雄港區碼頭細部設計資料_pdf 檔之二	5-8
圖 5.8	高雄港區碼頭細部設計資料_pdf 檔之三	5-9
圖 5.9	高雄港區碼頭細部設計資料_pdf 檔之四	5-9
圖 6.1	高雄港碼頭資料下拉選單及碼頭位置分佈圖	6-5
圖 6.2	高雄港腐蝕調查碼頭位置分佈圖	6-5
圖 6.3	高雄港腐蝕速率調查成果展繪圖	6-6

圖 6.4	高雄港鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較圖.....	6-6
圖 6.5	高雄港鋼板厚度調查成果展繪圖.....	6-7
圖 6.6	高雄港鋼板凸側凹三面厚度比較圖.....	6-7
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-高雄港範例.....	8-2
圖 8.2	港區井下地震監測站位置圖-高雄港範例.....	8-3
圖 8.3	測站附近環境平面示意圖-高雄港範例.....	8-4
圖 8.4	測站主要地質調查內容與結果示意圖-高雄港範例	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	高雄港區地震分層監測站設置完成外貌狀況.....	8-7

圖 8.8	高雄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	高雄港區之地震監測系統設置示意圖	8-13
圖 8.10	高雄港影響地震震央位置分佈圖	8-13
圖 8.11	高雄港南北向分層實測地震波記錄圖之一	8-14
圖 8.12	臺灣活斷層分佈圖(取自經濟部中央地質調查所網頁)	8-14
圖 8.13	高雄港區地震監測資料年份選取對話框	8-15
圖 8.14	高雄港區地震監測資料月份選取對話框	8-15
圖 8.15	高雄港區地震監測資料日期選取對話框	8-15
圖 8.16	高雄港地震引置之東西向分層實測波記錄圖之一	8-16
圖 9.1	臺灣港區海氣象觀測資料地理資訊系統流程圖	9-2
圖 9.2	高雄港區海氣象查詢表單及潮位測站位置展示圖	9-7
圖 9.3	高雄港潮位資料內容選取對話框	9-7
圖 9.4	高雄港潮位資料年份選取對話框	9-8
圖 9.5	高雄港潮位資料月季選取對話框	9-8
圖 9.6	高雄港潮位資料圖查詢結果之一	9-9
圖 9.7	高雄港海流資料圖查詢結果之一	9-9
圖 10.1	碼頭標準斷面示意圖	10-2
圖 10.2	棧橋式碼頭耐震功能性評估流程圖	10-5
圖 10.3	棧橋式碼頭之 SAP2000 分析模型	10-6
圖 10.4	土壤彈簧(Link)X 方向之示意圖	10-6
圖 10.5	直樁塑性鉸(Hinge)性質設定示意圖	10-7
圖 10.6	斜樁塑性鉸(Hinge)性質設定示意圖	10-7
圖 10.7	鋼管樁塑性鉸(Hinge)位置設定示意圖	10-8

圖 10.8	動力模態分析	10-8
圖 10.9	X 方向(陸側方向)進行推覆	10-9
圖 10.10	經由 ADRS 格式轉換後之碼頭的容量震譜	10-9
圖 10.11	迴歸期 475 年地震水準之地震需求震譜	10-11
圖 10.12	迴歸期 475 年地震水準結構耐震功能績效點	10-12
圖 10.13	棧橋式碼頭地震作用下之初始降伏之塑鉸分佈	10-13
圖 10.14	棧橋式碼頭基樁損壞等級之界定	10-14
圖 11.1	板樁式碼頭耐震能力評估流程圖	11-1
圖 11.2	錨碇鋼板樁碼頭斷面示意圖	11-2
圖 11.3	背填土壤未液化板樁式碼頭受力示意圖	11-3
圖 11.4	背填土壤部份液化板樁式碼頭受力示意圖	11-4
圖 11.5	土壤全部液化板樁式碼頭受力示意圖	11-5
圖 11.6	碼頭現況斷面示意圖	11-7
圖 11.7	碼頭各土層土壤參數示意圖	11-8
圖 11.8	板樁土壓示意圖($K_h=0.16$)	11-12
圖 11.9	板樁最大彎矩計算示意圖	11-14
圖 11.10	碼頭鑽孔深度之液化機率	11-17
圖 11.11	板樁土壓示意圖($K_h=0.12$)	11-19
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	高雄港港區工程基本資料網路查詢系統.....	12-10
圖 12.11	高雄港區基本地圖及功能選單.....	12-11
圖 12.12	圖層管理功能畫面.....	12-11
圖 12.13	港埠設施現況圖層畫面.....	12-12
圖 12.14	港埠設施未來規劃資料圖層畫面.....	12-12
圖 12.15	遙測影像圖層畫面.....	12-13
圖 12.16	高雄港鑽孔位置圖.....	12-13
圖 12.17	高雄港鑽孔柱狀圖.....	12-14
圖 12.18	碼頭位置圖.....	12-14
圖 12.19	碼頭斷面圖.....	12-15
圖 12.20	堤防位置結構型式圖.....	12-15
圖 12.21	堤防斷面圖.....	12-16
圖 12.22	潮位測站圖.....	12-17
圖 12.23	測站資料查詢畫面.....	12-17
圖 12.24	測站資料畫面.....	12-18
圖 13.1	防救災資料庫系統軟硬體架構圖.....	13-2
圖 13.2	本研究建議之多方位災情通報流程.....	13-3
圖 13.3	防救災資料庫系統功能架構圖.....	13-4
圖 13.4	港區防救災系統 KML 即時災害資訊(以蘇澳港分局為例). 13-6	

圖 13.5 港區防救災系統 CCTV 地圖資訊(以基隆港務局為例).....	13-7
圖 13.6 基隆港務局事件反應自動化系統.....	13-8
圖 13.7 交通部災情網路填報系統.....	13-9
圖 13.8 「系統首頁」畫面配置圖.....	13-12
圖 13.9 系統主畫面配置圖.....	13-14
圖 13.10 「新增災害」功能畫面圖.....	13-15
圖 13.11 「災情通報及管理」功能選單畫面圖.....	13-15
圖 13.12 「語音通報」功能畫面圖.....	13-16
圖 13.13 「傳真通報」功能畫面圖.....	13-17
圖 13.14 「簡訊通報」功能畫面圖.....	13-17
圖 13.15 「災情更新」功能畫面圖.....	13-18
圖 13.16 「列印新聞稿」功能畫面圖.....	13-18
圖 13.17 「3G 手持裝置應變模組」功能畫面圖.....	13-19
圖 13.18 應變監控功能流程圖.....	13-20
圖 13.19 「文件查詢」功能畫面圖.....	13-21
圖 13.20 「資源分佈圖層展示」功能畫面圖.....	13-21
圖 13.21 「網路連結資源」功能畫面圖.....	13-22
圖 13.22 「紀錄查詢」功能畫面圖.....	13-23

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 2-3	鑽孔之試驗資料檔案及資料紀錄說明	2-10
表 3-1	舊有港區衛星影像基本資料-依拍攝日期排序	3-2
表 3-2	港區影像處理紀錄-依拍攝日期排序	3-3
表 7-1	貨櫃碼頭營運設計使用資料檔案及資料錄說明	7-2
表 9-1	資料庫表單之格式及登錄內容	9-1
表 10-1	結構耐震功能績效點	10-11
表 11-1	板樁構材相關資料表	11-5
表 11-2	高耐索規格表	11-6
表 11-3	碼頭陸上區土壤參數	11-6
表 11-4	各土層地震主動土壓力係數(k_a)及被動土壓力係數(k_p) ...	11-10
表 11-5	各土層土壓力計算表($k_h=0.16$)	11-11
表 11-6	各土層對錨碇拉桿力矩計算表($k_h=0.16$)	11-12
表 11-7	地表加速度 $k_h=0.16$ 各土層主動與被動破壞角	11-16
表 11-8	各土層土壓力計算表($k_h=0.12$)	11-16
表 11-9	各土層對錨碇拉桿力矩計算表($k_h=0.12$)	11-18
表 11-10	地表加速度 $k_h=0.12$ 各土層主動與被動土壓破壞角	11-22
表 13-1	各港區 CCTV 現況	13-7
表 13-2	各港防災系統現況表	13-10
表 13-3	系統功能修正表	13-11

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項資料，訂定統一表格，使各種不同的資料經過整理而達同一規格。

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

(1)建立港區基本地圖資料系統。

(2)建立港區工程環境資料系統。

(3)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 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聯結 (SQL Data Link)，可直接查詢並讀取和 SYBASE 的資料庫。
4. 功能強大的簡報及出圖能力，搭配中文視窗操作系統，可將屬性或文字資料以實體 (True Type) 中文字顯示於圖上。
5. 提供編圖工具箱，方便圖形切割剪貼和字型選擇非常方便，且可依特定比例尺出圖，並繪製圖例。
6. 使用多重文件界面 (MDI)，可以很方便管理，並了解資料庫內每筆資料和圖形及統計表之間的關係。
7. 可配合資料內容產生大小不同之緩衝區，提供多種地圖投影方式，包括經緯度投影、橫麥卡托投影。

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

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

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

2.2.1 TWD67 座標系統概述

1. 臺灣地區的座標系統，從日治時期開始就已建立，經由陸續修測而得。(日治 1910 年起，採用 Bessel 1841 參考橢求體)。傳統是以天文觀測及三角測量的方式測定經緯度，由於受到地球重力場分佈不均勻等因素影響，所測得的經緯度只適用於臺灣附近的局部區域。內政部於 1980 年公佈之 2662 點三角點，就是以這種方式測量的，為臺灣現有多數圖籍之基準。這套座標系統是採用 1967 年的國際地球原子計算，通稱為「TWD67」(Taiwan Datum 1967，1967 臺灣大地基準)。

2. TWD67 座標系統之參考橢球體採用 1967 年新國際地球原子 (GRS67)，其橢球體參數如下：

(1)長半徑: $a = 6378160$ 公尺

(2)短半徑: $b = 6356774.7192$ 公尺

(3)扁率: $f = (a-b)/a = 1/298.25$

3. TWD67 之大地基準點，係以南投埔里之虎子山為起算基準，此點又稱為臺灣地理中心點，其參數如下：

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

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

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

4. TWD67 的高程基準面，劃分為臺灣本島及澎湖群島兩大部分：

(1)臺灣本島以基隆平均海水面起算。

(2)澎湖以馬公平均海水面起算。

5. 地圖投影：

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

2.2.2 TWD67 座標系統概述

1. 衛星定位發明後，對於地圖測量技術起了至重大變革，不需再透過天文觀測，即可計算地表任何地方的經緯度，不僅精度更高，且所測得的是適用於全球的一套座標系統，我國亦順應世界潮流予以採用，於民國八十六年內政部採用 1980 年國際地球參考框架而定義，

為更適合於全國大地坐標系統之新基準，將此座標系統稱為「TWD97」(Taiwan Datum 1997，1997 臺灣大地基準)。

2. 新國家坐標系統之名稱命名為 1997 臺灣大地基準(TWD97)，其建構係採用國際地球參考框架(International Terrestrial Reference Frame 簡稱為 ITRF)。ITRF 為利用全球測站網之觀測資料成果推算所得之地心坐標系統，其方位採國際時間局(Bureau International de l'Heure，簡稱為 BIH)定義在 1984.0 時刻之方位。
3. TWD97 之新國家坐標系統之參考橢球體採用 1980 年國際大地測量學與地球物理學協會 (International Union of Geodesy and Geophysics 簡稱為 IUGG)公布之參考橢球體 (GRS80)，其橢球參數如下：
 - (1)長半徑 $a=6378137$ 公尺
 - (2)短半徑: $b=6356752.3141$ 公尺
 - (3)扁率 $f=1/298.257222101$
4. TWD97 之高程基準面：內政部已完成臺灣一等水準網，計二、〇六五個一等水準點測量工作，並於基隆設置水準原點及副點，高程系統以基隆港平均海水面為高程基準面，據此訂定二〇〇一年臺灣高程基準（簡稱 TWVD2001），作為臺灣高程測量控制系統之基準。
5. 地圖投影：臺灣、琉球嶼、綠島、蘭嶼及龜山島等地區之投影方式採用橫麥卡托投影經差二度分帶，其中央子午線為東經 121 度，投影原點向西平移 250,000 公尺，中央子午線尺度比為 0.9999；另澎湖、金門及馬祖等地區之投影方式，亦採用橫麥卡托投影經差二度分帶，其中央子午線定於東經 119 度，投影原點向西平移 250,000 公尺，中央子午線尺度比為 0.9999。

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 Whrfdata.tab 資料庫圖層檔內，而圖上每一碼頭物件之屬性資料也對照登錄到資料庫表格檔內。碼頭屬性資料共設計成十個欄位，依序為碼頭編號，碼頭面設計高程，裝卸軌道長度，碼頭設計長度，碼頭設計水深，

啟用日期，建造經費，碼頭用途，租用單位，更新日期等，其欄位名稱，中文說明，資料型態及長度如表 2-1 所示。

2.5 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。

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 Idriss (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(Lai et al., 2005)利用判別分析(discriminant analysis)方法所開發的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)，本法係以邏輯轉換(Logic Transformation)及最大似然性法(Maximum Likelihood)之推定分析，將液化機率 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：Whrfdata			檔案格式：表格(.DBF)	
檔案說明：碼頭設計及使用資料				
編號	欄位名稱	欄位中文說明	資料型態及長度	備 註
1	Num	碼頭編號	Char(10)	
2	Level	設計高程	Decimal (10,0)	單位：公尺
3	Guage	軌道長度	Decimal(7,3)	單位：公尺
4	Length	碼頭長度	Decimal(7,2)	單位：公尺
5	Depth	設計水深	Decimal(4,1)	單位：公尺
6	Usedate	啟用日期	Char(6)	YYMM
7	Fee	造價	Long Integer	單位：元
8	Berth	碼頭用途	Char(6)	
9	Lease	租用單位	Char(6)	
10	Rehdate	更新日期	Char(6)	YYMM

表 2-2 港區各鑽孔基本資料檔案及資料紀錄說明

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 港區遙測資料更新建置及圖層查詢展示

3.1 港區遙測資料補充更新概況

為了解港區地形地貌，本研究也收集各港區衛星遙測影像資料，提供規劃設計、查詢比對使用。前期所收錄的港區衛星遙測影像資料，已是 2006 及 2007 年的資料檔，相關基本資料依拍攝日期排序羅列如表 3-1 所示。本年度配合港區防救災計畫需求，增添七大港區的福衛二號衛星遙測影像資料，資料處理情形依拍攝日期排序羅列如表 3-2 所示，其中臺中港拍攝日期為 2010 年 3 月，蘇澳港拍攝日期為 2010 年 5 月，高雄港拍攝日期為 2010 年 6 月，臺北港拍攝日期為 2010 年 7 月，基隆港拍攝日期為 2010 年 8 月，安平港拍攝日期為 2010 年 9 月，花蓮港拍攝日期為 2010 年 10 月。白雲覆蓋率由 3%至 42%不等，所有圖檔皆為解析度 8m*8m 的彩色影像與 2m*2m 的灰階影像融合而成。

3.2 查詢系統操作程序

港研中心歷年所建置的港區資料及各項分析出圖查詢模組，皆架構在「港區工程基本資料查詢展示系統」之下，該系統的查詢界面設計成下拉式選單方式。主選單共有六大項，分別為(1)港埠規劃、(2)鑽探資料、(3)碼頭設計及調查資料、(4)堤防設計資料、(5)地震監測、(6)海氣象現地調查等。由 MapInfo 進入此查詢系統，點選進入所欲查詢的港區，該港區地圖即展示在螢幕上，且原有的 MapInfo 內定選單也同時全部更換成新設計的客製化選單。系統操作及查詢說明如下：

表 3-1 舊有港區衛星影像基本資料-依拍攝日期排序

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

FS2:福衛二號，SP5: SPOT 衛星

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

1. 在視窗作業環境下，執行 MapInfo 系統，進入該系統內。
2. 點選功能表 File\Run MapBasic Program，選擇 d:\harbor-1 內的執行檔 harbor.mbx，按 OK 選鈕，即進入港區工程基本資料查詢系統。

表 3-2 港區影像處理紀錄-依拍攝日期排序

區域	拍攝日期	條帶/ 格數	影像 ID	雲覆率	彩色/ 灰階	解析度
臺中港	20100311	s2	73F840	14%	MS	8m
		3~4	73F866	3%	PAN	2m
蘇澳港	20100501	s7	76C219	29%	MS	8m
		1-3	76C214	24%	PAN	2m
高雄港	20100628	s3	79EE20	27%	MS	8m
		13-14	79EE4C	29%	PAN	2m
臺北港	20100723	s5	7B4C34	42%	MS	8m
		-1	7B4C68	36%	PAN	2m
基隆港	20100803	s6	7BE638	5%	MS	8m
		-1	7BE637	4%	PAN	2m
安平港	20100922	s2	7EA20D	11%	MS	8m
		1~11	7EA27C	8%	PAN	2m
花蓮港	20101025	s7	807027	17%	MS	8m
		2-12	80704D	16%	PAN	2m

3. 此時螢幕會展繪出臺灣全島地圖，並標示基隆、臺北、臺中、布袋、高雄、花蓮、蘇澳、馬公等港區的分佈位置。
4. 利用滑鼠，點選其中任一港區，則螢幕展繪出該港區的向量地圖，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「港埠規劃」主選單下之第一選項「港埠設施現況圖」，系統則載入該港區之港埠設施現況圖。或是點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第一選單「顯示碼頭位置圖」，系統則載入該港區之碼頭位置分佈圖。
5. 利用工具箱內的放大、縮小、平移等工具，可作地圖縮放，以更精細地查詢目標位置及鄰近地形。
6. 選單利用不可點取之設定，避免錯誤點選。

本系統提供不可點取之設定，將暫時不需運作的功能與予停用，待關聯圖層開啟後，再將需用功能啟動。例如「港埠規劃」主選單，其下之第一選項「港埠設施現況圖」或第三選項「未來規劃配置圖」等開啟圖層之功能，都預設為可啟動；而第二選項「關閉港埠設施現況圖」或第四選項「關閉未來規劃配置圖」等關閉圖層之功能，預設為不可啟動(選項顏色為灰白)。系統待第一選項被點取後，第二選項即被更換為可啟動(選項顏色由灰白轉為正常)，第三及第四選項也是如此配搭，系統乃以此種設計來避免錯誤點選。

7. 下拉選單，點取可啟動的選項，以查詢展示相關資料。

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

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

3.3 港區規劃及遙測資料查詢說明

3.3.1 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 3.1 所示。
2. 將滑鼠遊標移至高雄港標示區內，按滑鼠左鍵，可叫出高雄港區基本地圖圖層，如圖 3.2 所示。而原有的 MapInfo 內定選單也同時全部更換成新設計的選單。圖 3.2 也展示新設計的主選單「港埠規劃」功能項下拉查詢模式。

3.3.2 港區規劃及遙測資料查詢

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

1. 此選單之第一選項為「港埠設施現況圖」，點選後螢幕主畫面原有的港區地形圖隨即被更替為此港區的港埠設施現況圖，高雄港的港埠設施現況圖展示如圖 3.3 所示。使用者可用滑鼠點選工具箱內的放大、縮小、平移等工具，作地圖縮放，以更精細地查詢目標位置及鄰近地形。查詢完畢可點選第二選項「關閉港埠設施現況圖」，則港埠設施現況圖層隨即被關閉，視窗

回復為原有港區地形圖。

2. 若要查詢港埠未來規劃資料，可用滑鼠點選此主選單下的第三選項「未來規劃配置圖」，此時螢幕主畫面原有的港區地形圖隨即被更替為此港區的未來規劃配置圖，高雄港的港埠未來規劃配置圖展示如圖 3.4 所示。查詢完畢可點選第四選項「關閉未來規劃配置圖」，則未來規劃配置圖層隨即被關閉，視窗回復為原有港區地形圖。
3. 若要將「港埠設施現況圖」及「未來規劃配置圖」同時展現以做比對，可點選第五選項「規劃配置對照圖」，此時螢幕主畫面會被平均切換為左右兩個視窗，左視窗展現此港區的港埠設施現況圖，右視窗展現此港區的未來規劃配置圖，高雄港的港埠規劃對照圖展示如圖 3.5 所示，使用者可藉此比對此港區現況與未來的發展差異。查詢完畢可點選第六選項「關閉對照圖」，則港埠設施現況與未來規劃配置圖層隨即被關閉，視窗回復為原有港區地形圖。
4. 若要查詢港區遙測影像資料，可用滑鼠點選此主選單下的第七選項「港區遙測影像圖」，此時螢幕主畫面原有的港區地形圖隨即被更替為此港區的遙測影像圖，高雄港的港區的遙測影像圖展示如圖 3.6 所示。查詢完畢可點選第八選項「關閉港區遙測影像圖」，則港區遙測影像圖層隨即被關閉，視窗回復為原有港區地形圖。

本計畫在年度內共更新臺灣七大商業港區的遙測影像資料，除上述高雄港區資料外，尚有臺中港、蘇澳港、臺北港、基隆港、安平港以及花蓮港等港區的遙測影像資料也一併更新。比對各港區的前後期遙測影像資料，發現臺北港的地形變化最大，乃因臺北港正在填海造陸擴建新港區，因此陳列該港前後期遙測資料於後，其前期(2007 年)遙測影像資料如圖 3.7 所示，本期(2010 年)遙測影像資料如圖 3.8 所示，以供比對參考。

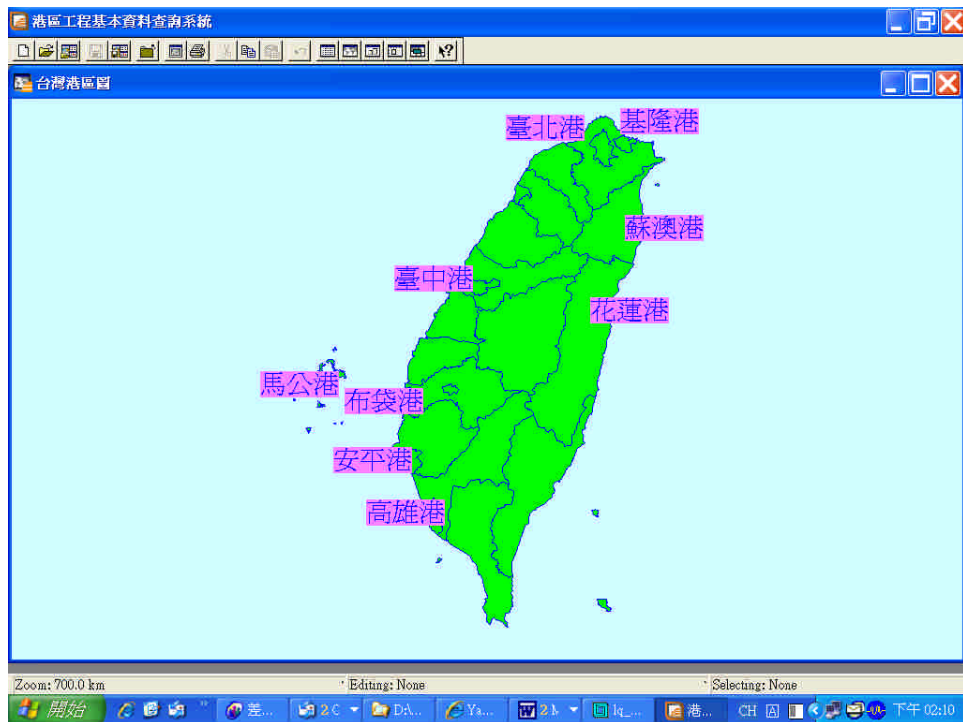


圖 3.1 查詢系統主畫面

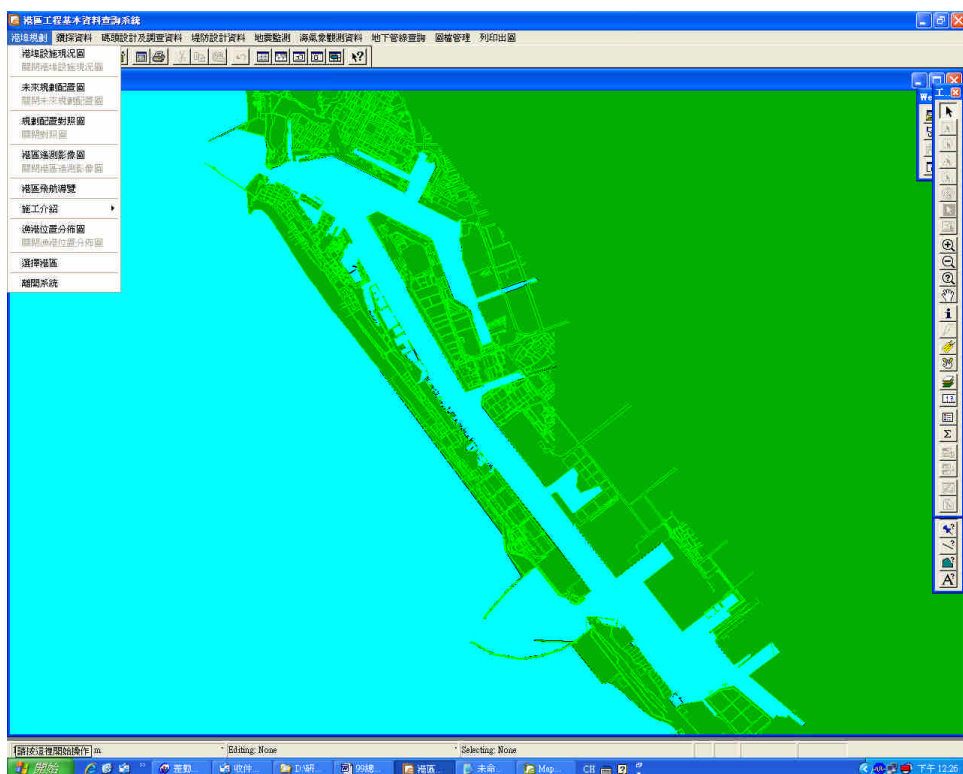
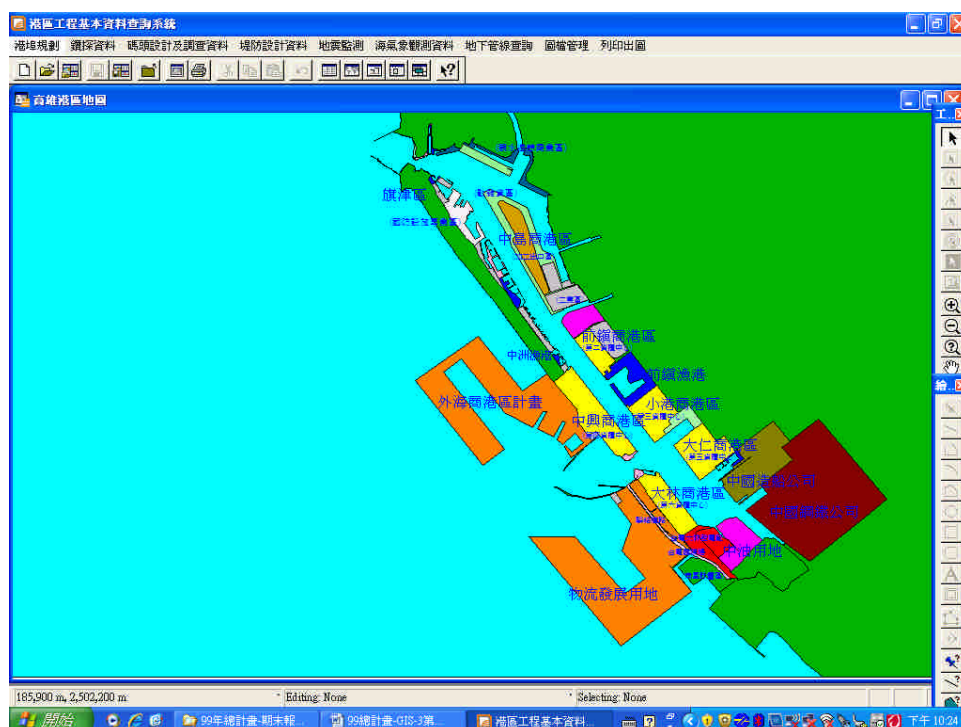
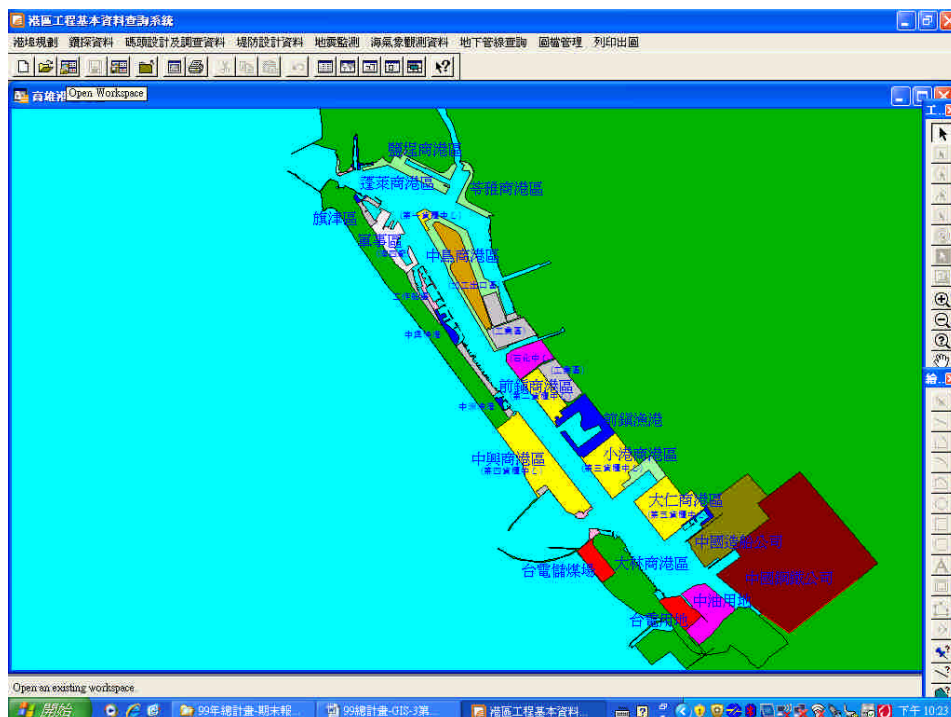


圖 3.2 高雄港區地圖圖層及港埠規劃選單下拉模式



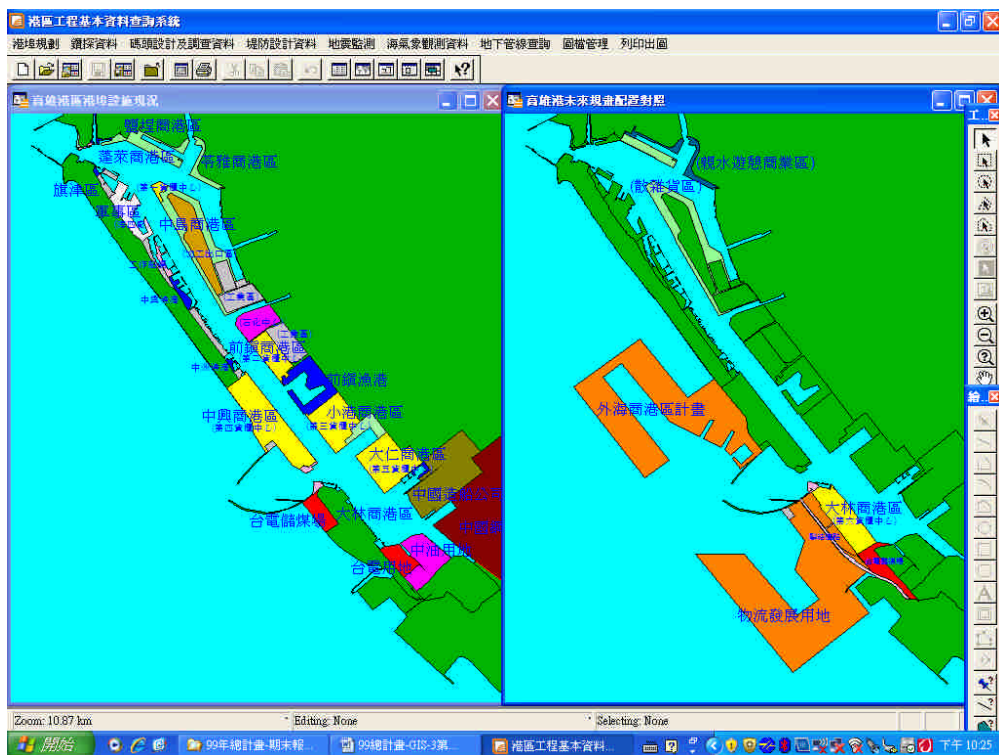


圖 3.5 高雄港的港埠規劃對照圖

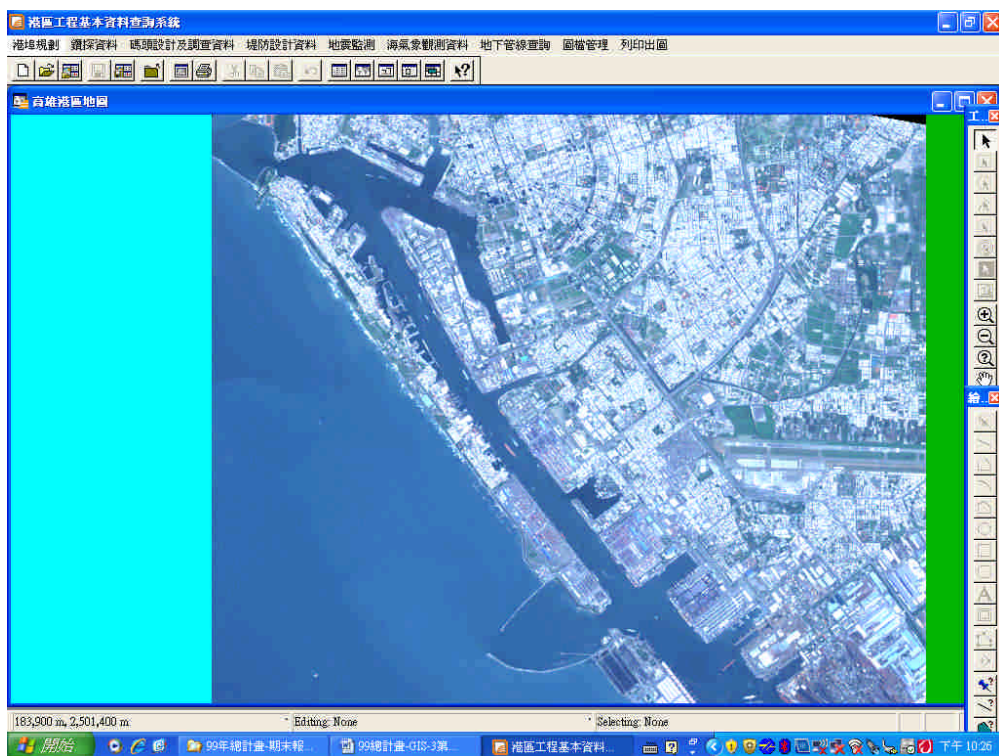


圖 3.6 高雄港的港區的遙測影像圖

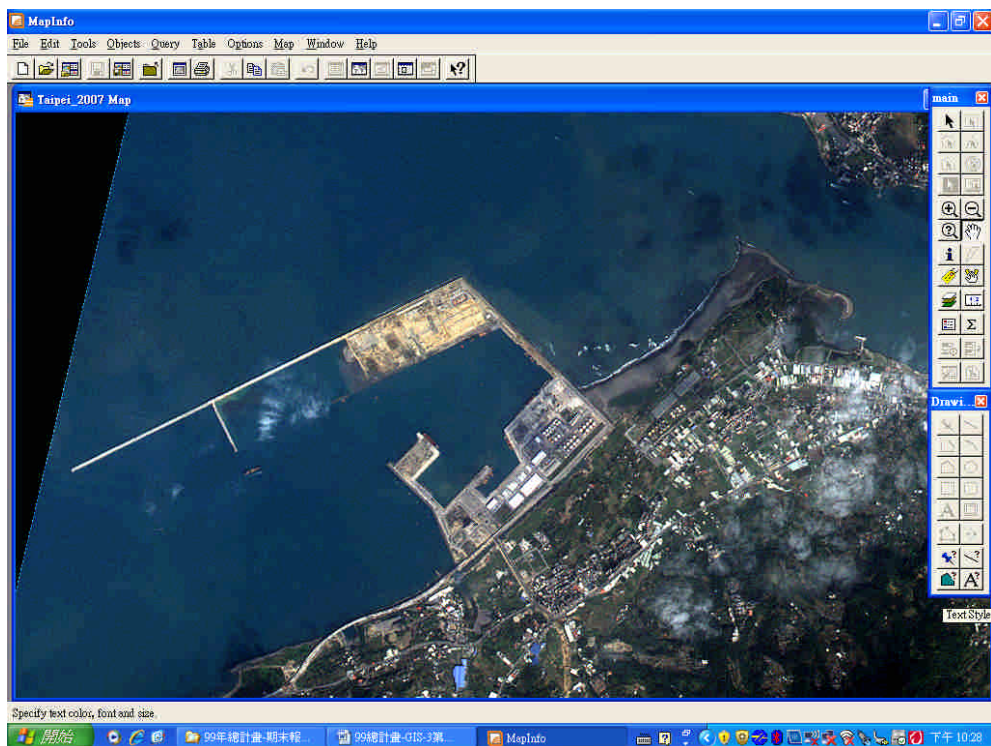


圖 3.7 臺北港 2007 年遙測影像資料

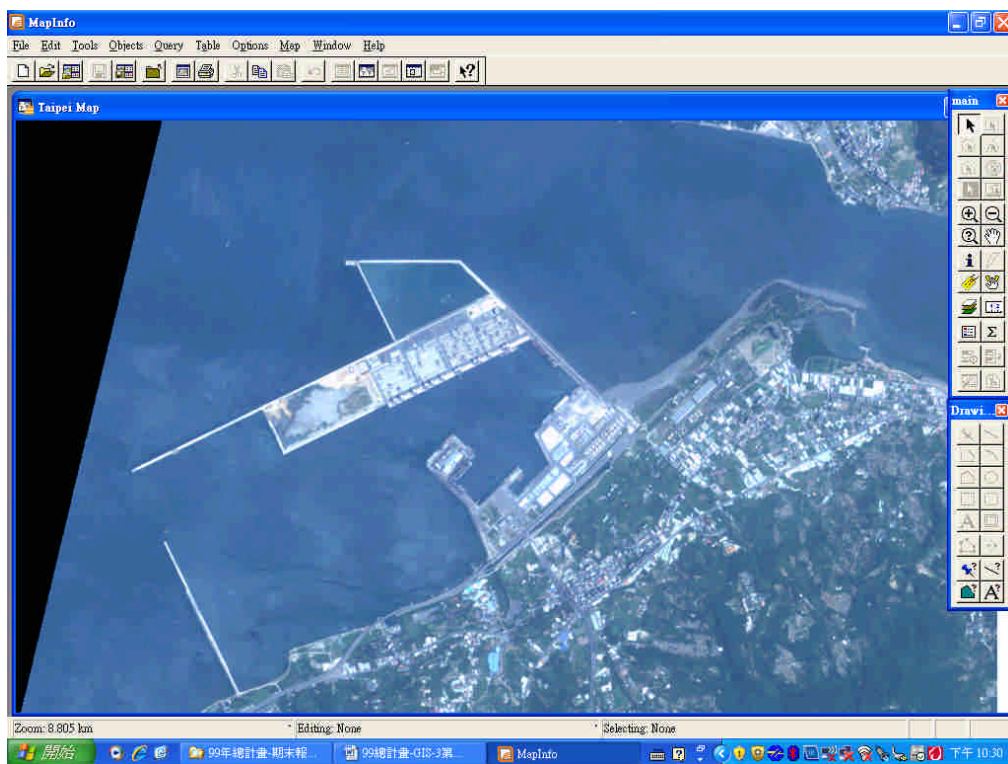


圖 3.8 臺北港 2010 年遙測影像資料

第四章 港區地質資料分析建置及液化動畫製作

本研究已建置的地質資料及新開發的各項液化分析查詢模組，係架構在本所港研中心所開發的「港區工程基本資料查詢系統」之下，該系統的查詢界面設計成下拉式選單方式。主選單共有六大項，分別為(1)港埠規劃(2)鑽探資料(3)碼頭設計及調查資料(4)堤防設計資料(5)地震監測(6)海氣象現地調查等。由 MapInfo 進入此查詢系統，點選進入所欲查詢的港區，該港區地圖即展示在螢幕上，且原有的 MapInfo 內定選單也同時全部更換成新設計的選單。系統操作及查詢說明如下：

4.1 系統操作程序

本系統之查詢設計，係以下拉式功能表配合物件選項的操作方式為主。使用者可在螢幕上選取所欲查詢的物件，再利用下拉式功能表來展示各項文件資料或繪製相關成果。系統內可查詢到基隆、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. 選單利用不可點取之設定，避免錯誤點選。

本系統提供不可點取之設定，將暫時不需運作的功能與予停用，待關聯圖層開啟後，再將需用功能啟動。例如「港埠規劃」主選單，其下之第一選項「港埠設施現況圖」或第三選項「未來規劃配置圖」等開啟圖層之功能，都預設為可啟動；而第二選項「關閉港埠設施現況圖」或第四選項「關閉未來規劃配置圖」等關閉圖層之功能，預設為不可啟動(選項顏色為灰白)。系統待第一選項被點取後，第二選項即被更換為可啟動(選項顏色由灰白轉為正常)，第三及第四選項也是如此配搭，系統乃以此種設計來避免錯誤點選。

7. 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。

8. 「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。
9. 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。
- 10.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。

11. 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。

4.2 高雄港地質鑽探資料及液化分析查詢說明

4.2.1 進入查詢系統

1. 按照上一節程式操作程序 1 至 3，使用者可進入查詢系統的主畫面，此時螢幕視窗會展繪出臺灣全島地圖與主要港區的標示位置，如圖 3.1 所示。
2. 將滑鼠遊標移至高雄港標示區內，按滑鼠左鍵，可叫出高雄港區基本地圖圖層，如圖 4.1 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 4.1 也展示新設計的主選單「鑽探資料」功能項下拉查詢模式。

4.2.2 地質鑽探資料查詢

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

1. 此選單之第一選項為「顯示鑽孔位置圖」，點選後螢幕主畫面港區地圖上隨即出現各個鑽孔位置之標示符號，該符號為藍色實心圓點。使用者可用滑鼠點選所欲查詢的鑽孔，來查看該鑽孔的報表資料及展繪該鑽孔的柱狀圖。高雄港的鑽探孔位分佈如圖 4.2 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 4.3 所示為五個鑽孔由北向南排序之柱狀圖繪製結果。

4.2.3 Liao 液化機率分析成果展示

1. 柱狀圖繪製完畢後，所選取之鑽孔，也可接續來作液化機率分析，以了解在不同強度之地震侵襲下，各個土層發生液化的機率大小。使用者可在「鑽探資料」選單下，點選第五選項「Liao_液化機率分析」，再點選其排序方向，螢幕隨即出現一對話框，內含不同地震規模及最大加速度之選鈕，如圖 4.4 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 4.5 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 4.6 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。

4.2.4 Seed 液化分析成果展示

1. 柱狀圖繪製完畢後，所選取之鑽孔，可接續來作液化分析，以了解在不同強度之地震侵襲下，各個土層發生液化的可能。使用者可在「鑽探資料」選單下，點選第七選項「Seed_液化分析」，再點選其排序方向，螢幕隨即出現一對話框，內含不同地震規模及最大加速度之選鈕。在對話框內選取某一地震強度，按確定鈕之後，系統即開啟一新視窗，並在此視窗內繪製所選鑽孔在該地震強度下之抗液化安全係數柱狀圖，如圖 4.7 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 4.8 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。

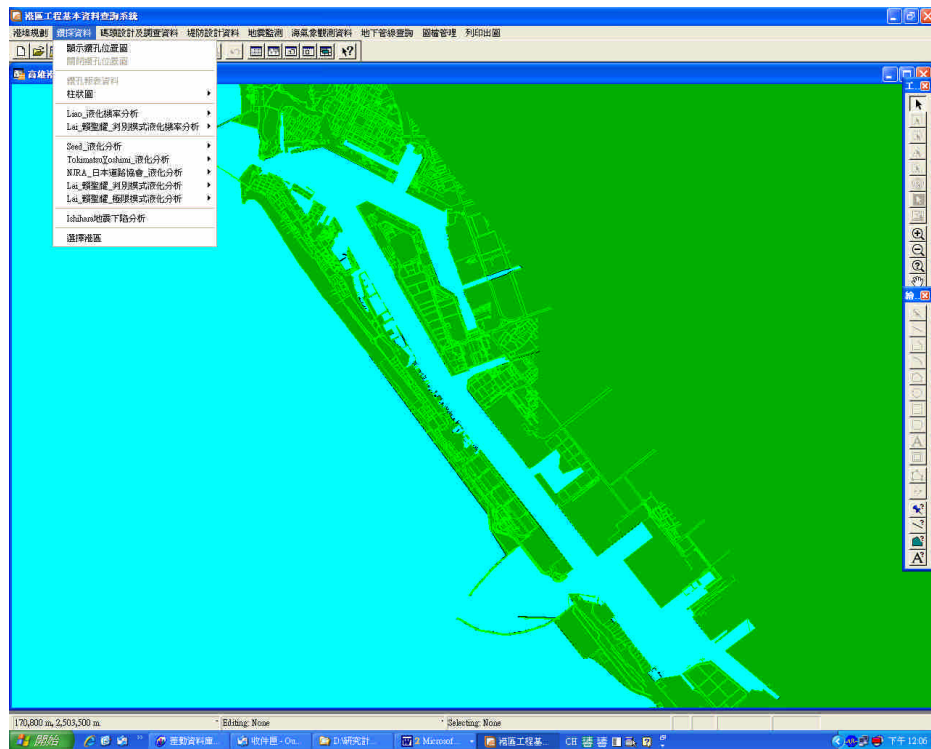


圖 4.1 高雄港區地圖圖層及選單下拉模式

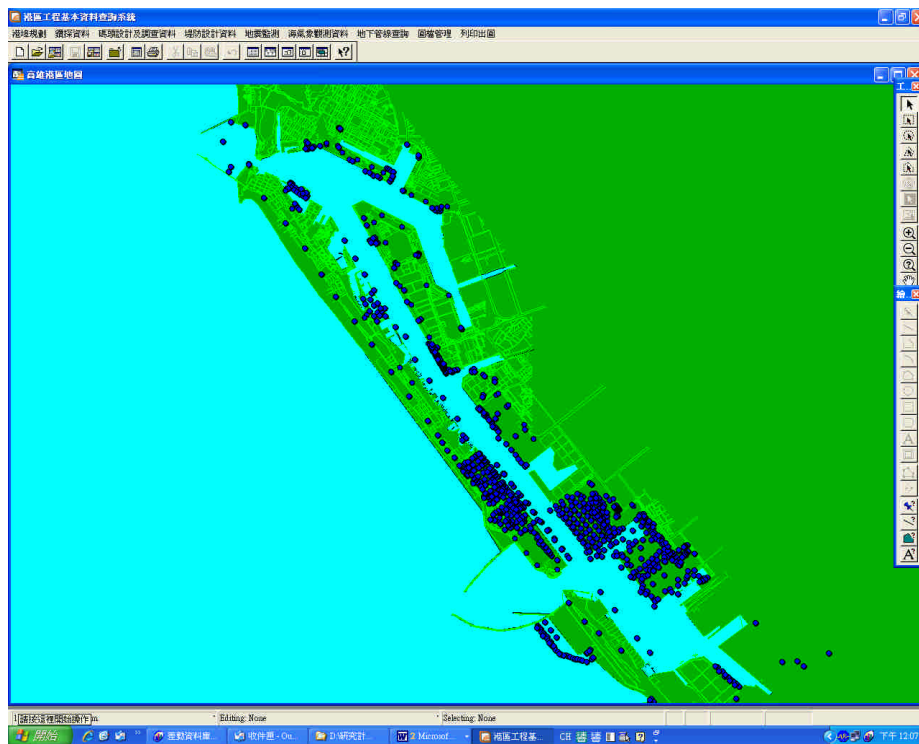


圖 4.2 高雄港區鑽探孔位分佈圖

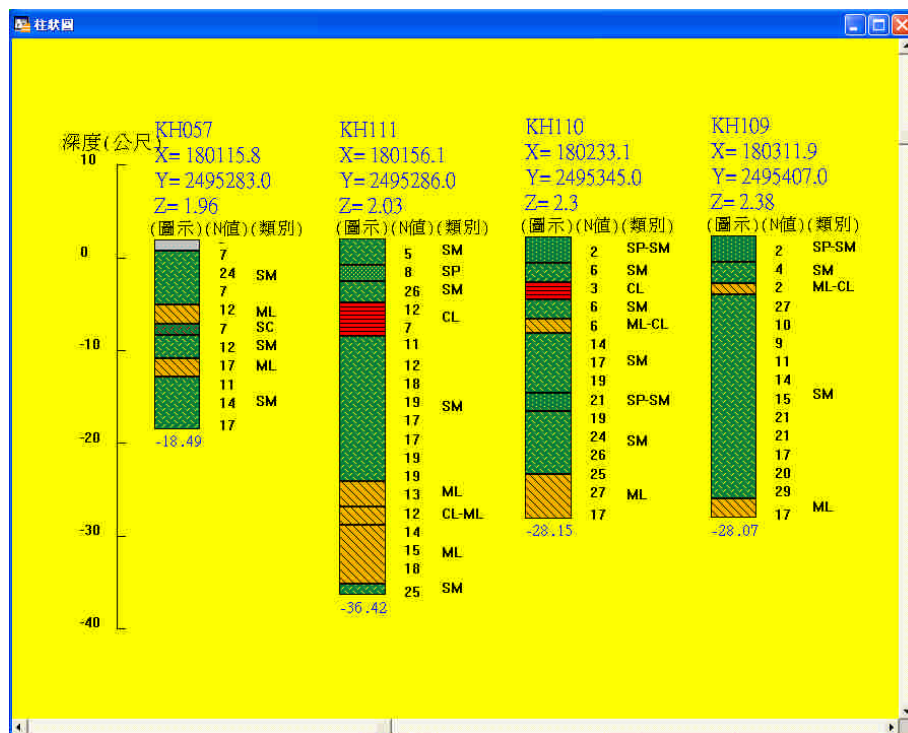


圖 4.3 高雄港區鑽孔柱狀圖

請選擇地震強度

地震規模M 最大加速度g

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

地震規模M= ,最大加速度g=

確定 取消

圖 4.4 地震強度選取對話框

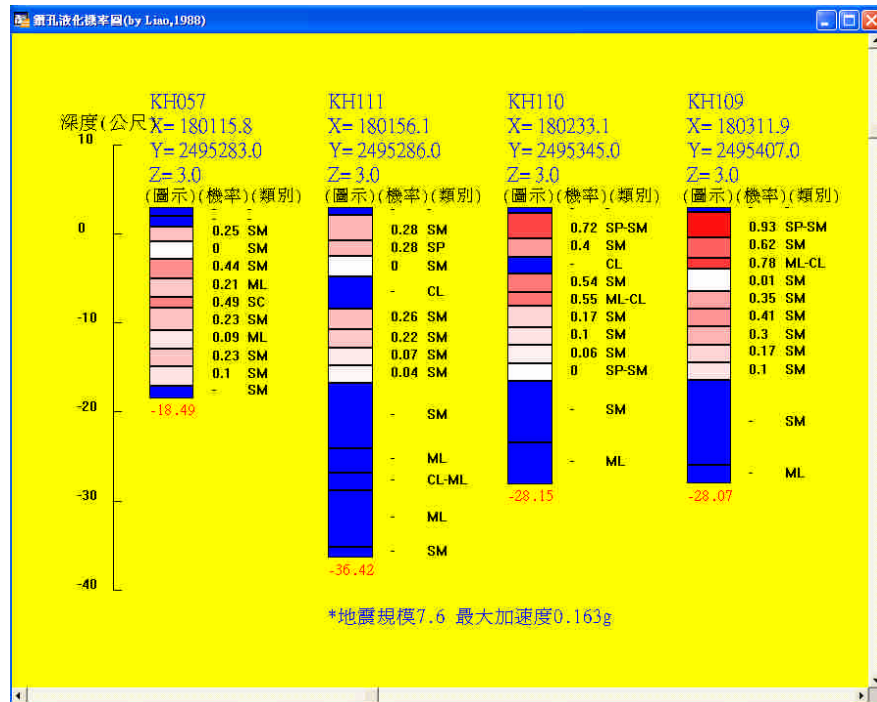


圖 4.5 高雄港區鑽孔 Liao 液化機率分析結果柱狀圖

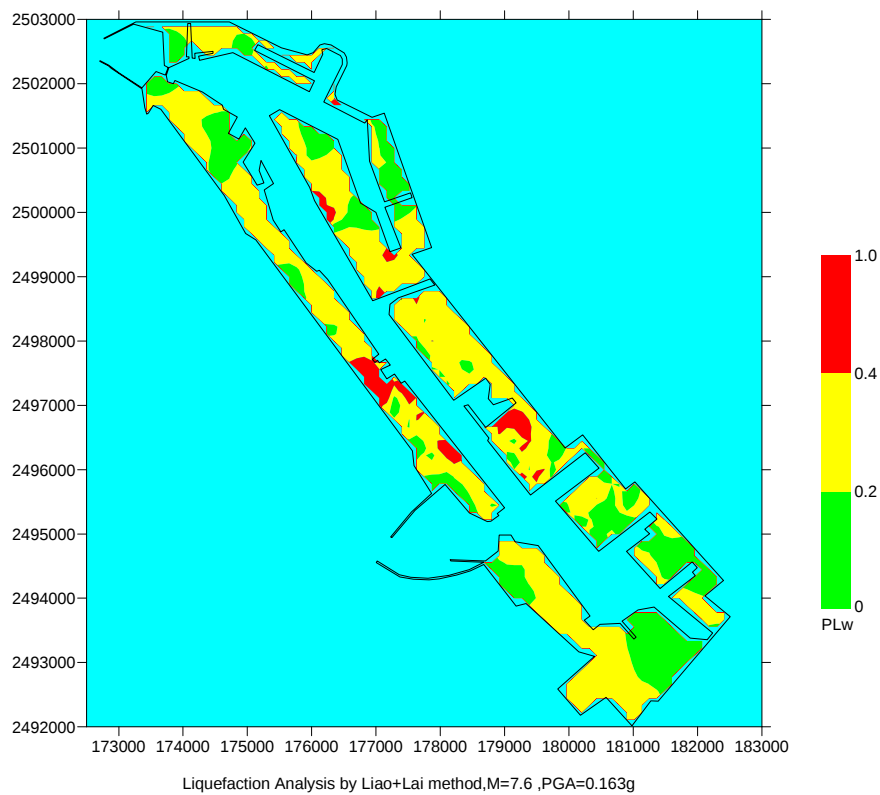


圖 4.6 高雄港區 Liao+Lai 法全區液化危險性指數分佈圖

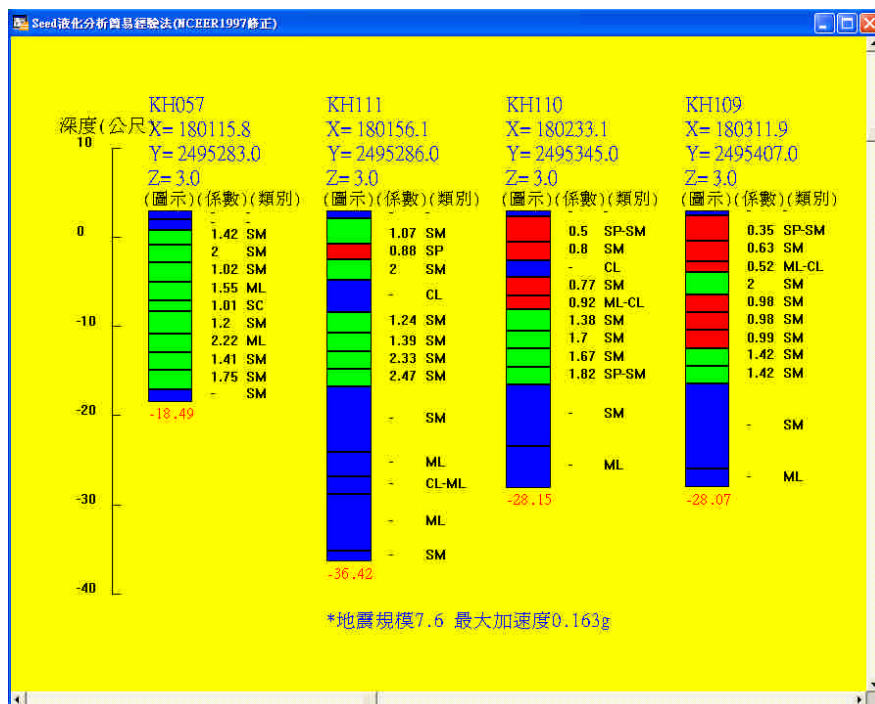


圖 4.7 高雄港區 Seed 抗液化安全係數柱狀圖

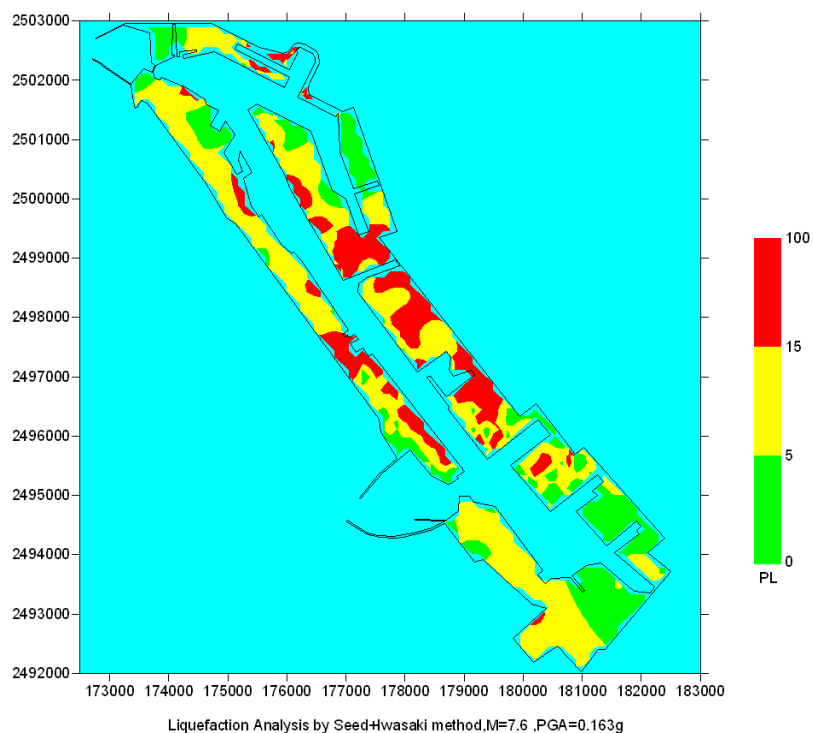


圖 4.8 高雄港區 Seed+Iwasaki 法全區液化危險性指數分佈圖

4.2.5 Lai (賴聖耀, 2003) 本土化液化機率分析成果展示

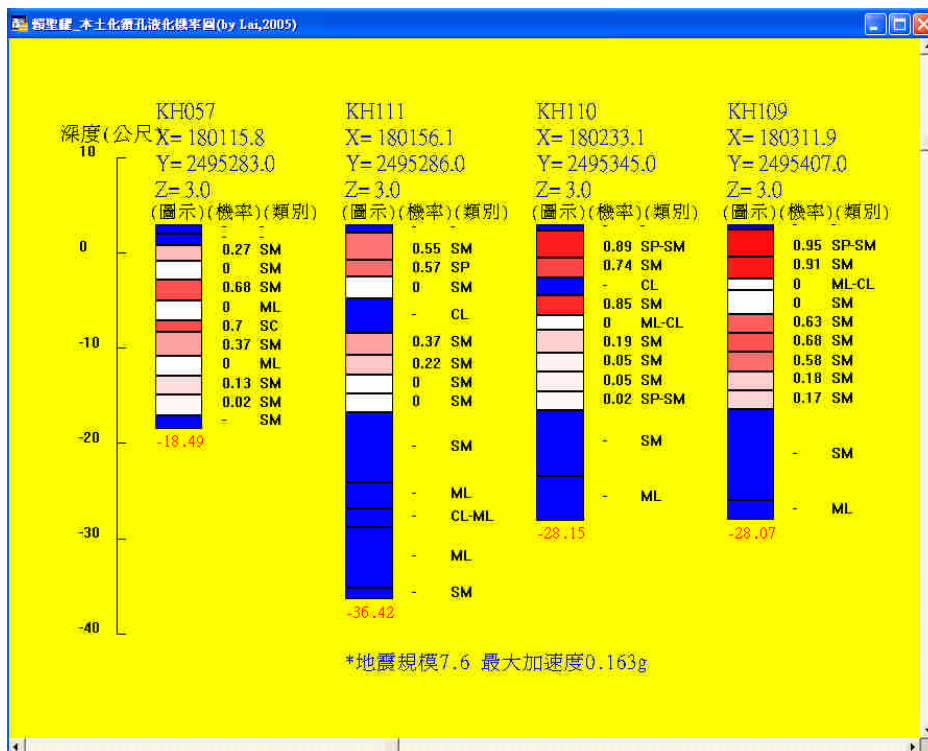
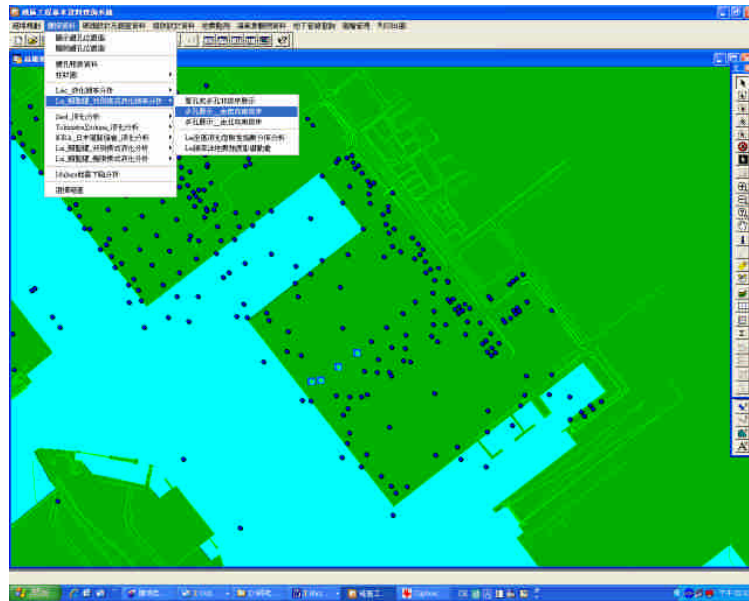
1. 賴聖耀(2003)所收 921 集集地震及國外液化與非液化案例，利用判別分析(discriminant analysis)方法，發展出以標準貫入試驗(SPT) 評估土壤液化潛能之本土化安全係數及液化機率分析方法。利用 Lai 的方法，在查詢系統上可點取鑽孔來作液化分析，以了解在不同強度之地震侵襲下，各個土層發生液化的機率大小。Lai 液化機率分析方法查詢選單下拉模式如圖 4.9 所示，使用者可在「鑽探資料」選單下，點選第六選項「Lai_賴聖耀_本土化液化機率分析」，再點選其排序方向，螢幕隨即出現一對話框，內含不同地震規模及最大加速度之選鈕，如圖 4.4 所示。在對話框內選取某一地震強度，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 4.10 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 4.11 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。

4.2.6 Lai (賴聖耀, 2003) 本土化安全係數液化分析成果展示

1. 利用賴聖耀(2003)所發展的本土化安全係數分析方法，在查詢系統上可點取鑽孔來作液化分析，以了解在不同強度之地震侵襲下，各

個土層發生液化的可能。使用者可在「鑽探資料」選單下，點選第十選項「Lai_賴聖耀_本土化液化分析」，再點選其排序方向，螢幕隨即出現一對話框，內含不同地震規模及最大加速度之選鈕，如圖 4.4 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 4.12 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 4.13 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。
3. 其它分析方法之推估結果，也可依據上述方法查詢而得。



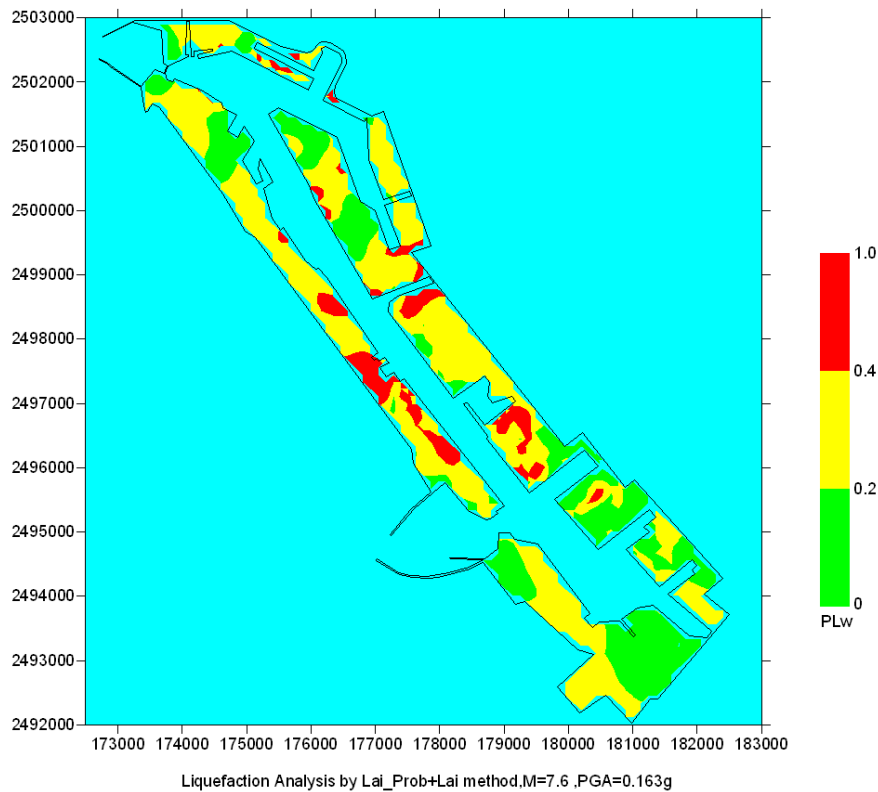


圖 4.11 高雄港區 Lai_Prob+Lai 法全區液化危險性指數分佈圖

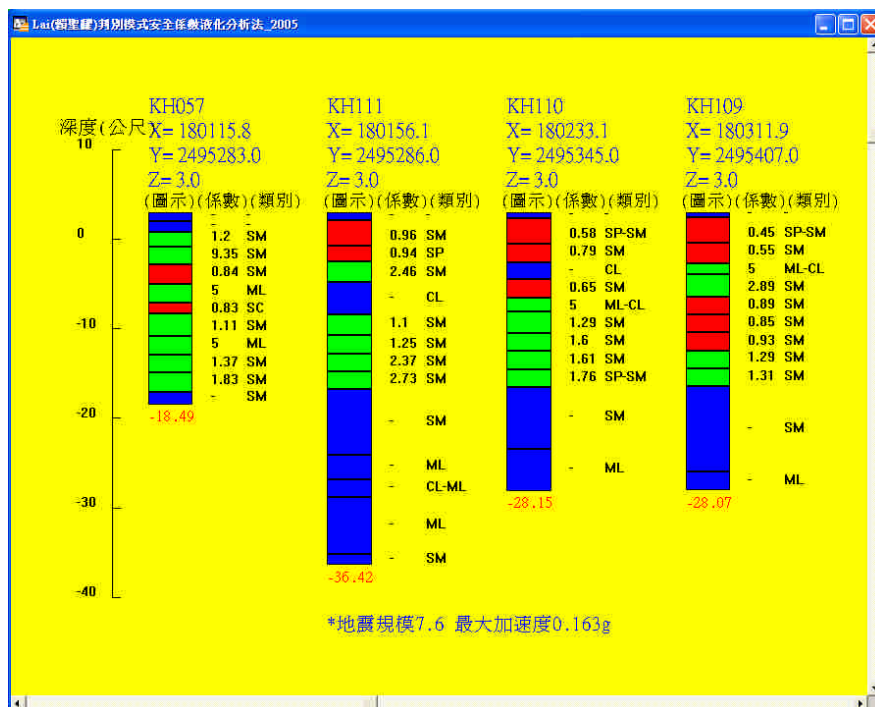


圖 4.12 高雄港區 Lai 抗液化安全係數柱狀圖

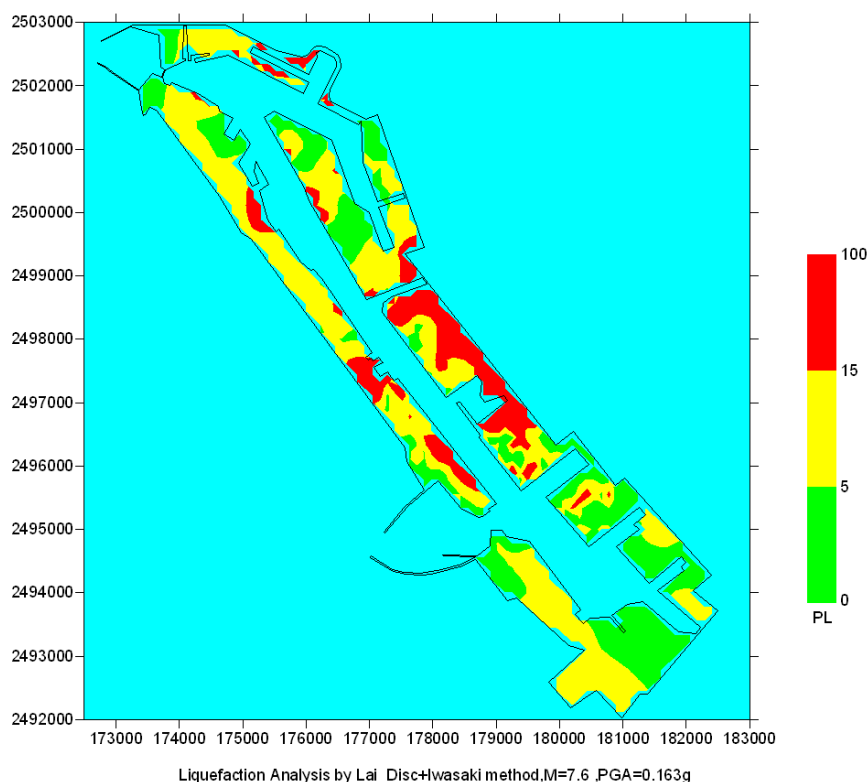


圖 4.13 高雄港區 Lai+Iwasaki 法全區液化危險性指數分佈圖

4.2.7 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，高雄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 4.4 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 4.14 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。

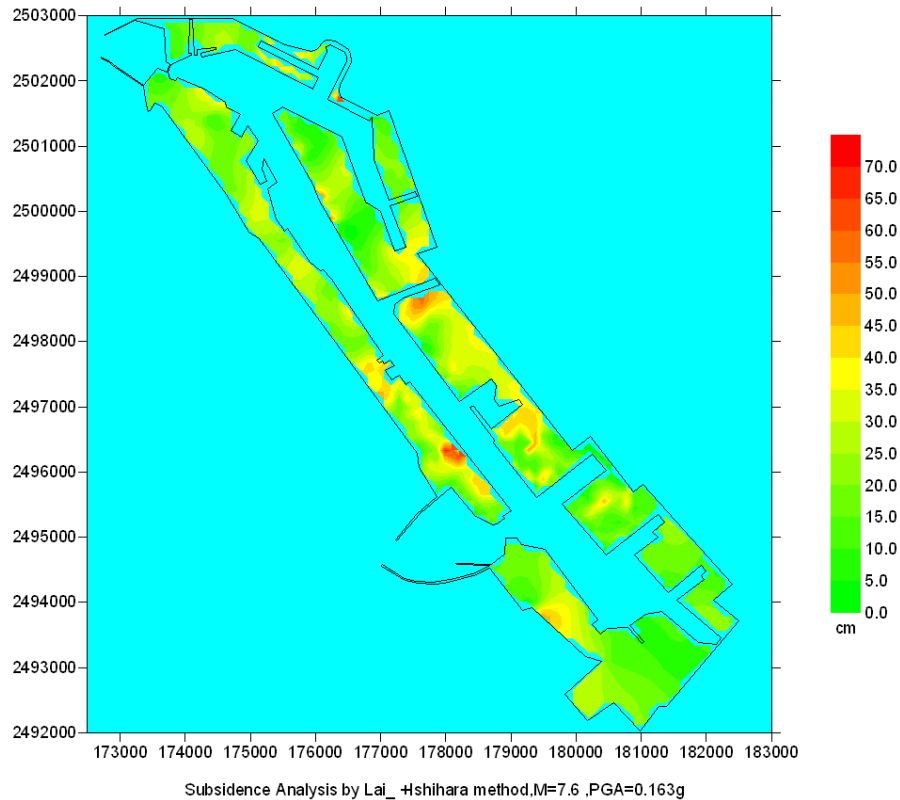


圖 4.14 地震下陷分析成果圖

4.3 震度漸增液化影響模組設計及動畫製作

4.3.1 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。

4.3.2 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。

4.3.3 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高雄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 4.15 至 4.25 為震度漸增下災害幅員逐漸擴大的序列展現：

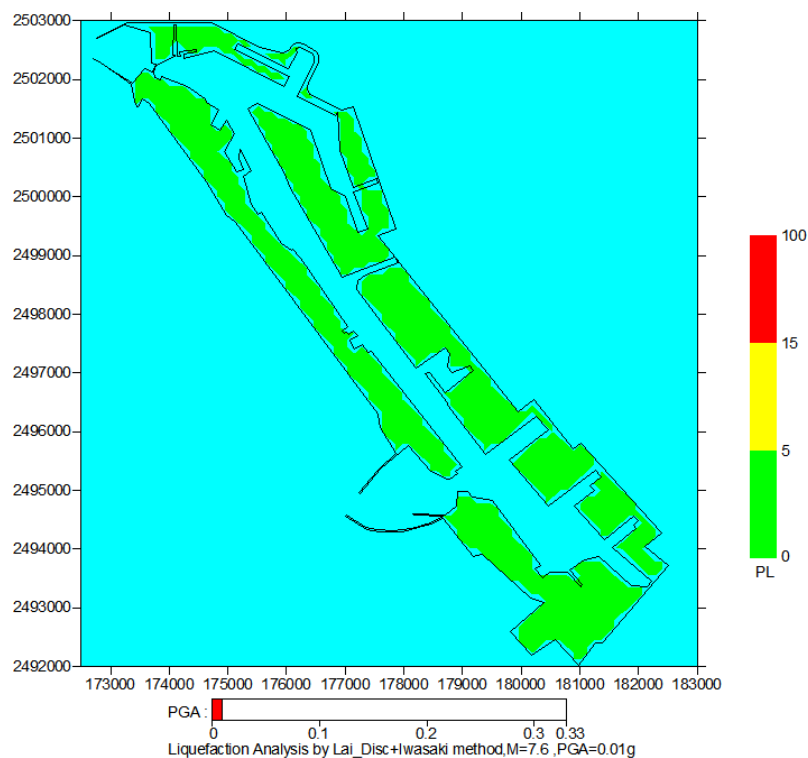


圖4.15 震度漸增液化影響動畫成果圖之一

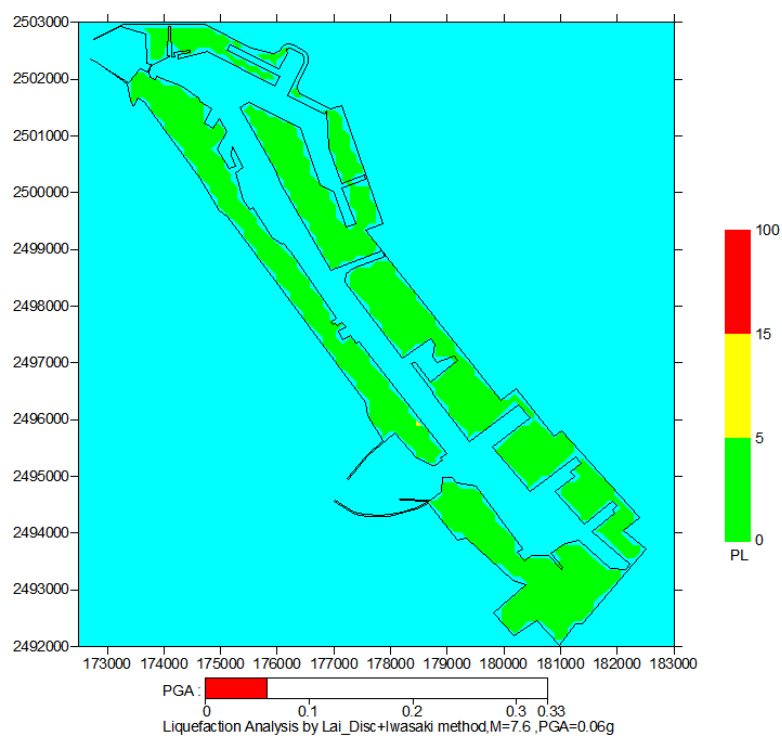


圖4.16 震度漸增液化影響動畫成果圖之二

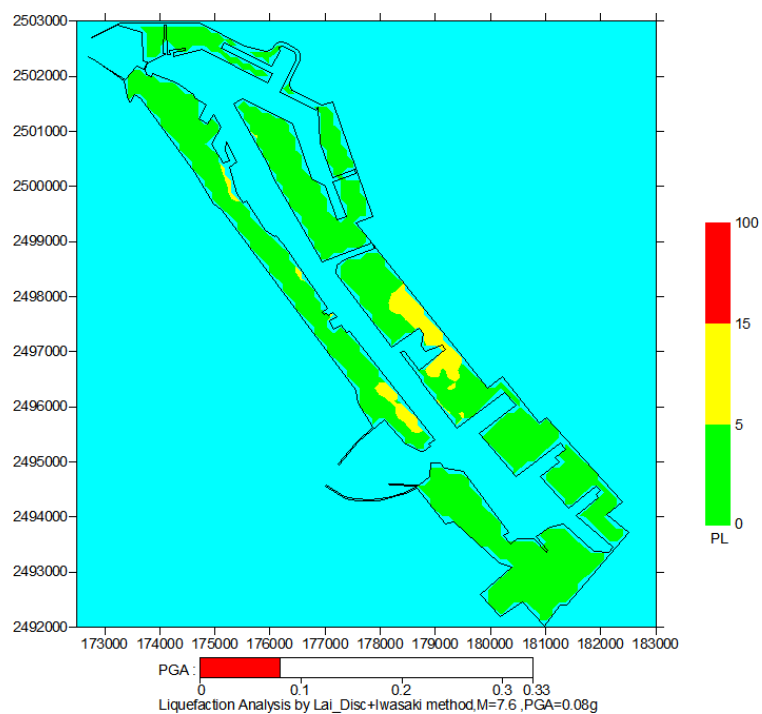


圖4.17 震度漸增液化影響動畫成果圖之三

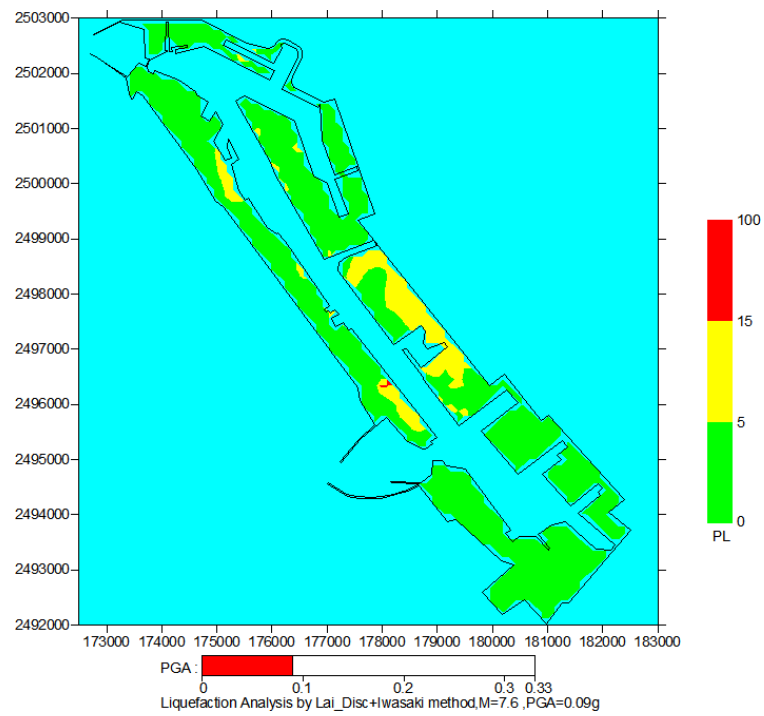


圖4.18 震度漸增液化影響動畫成果圖之四

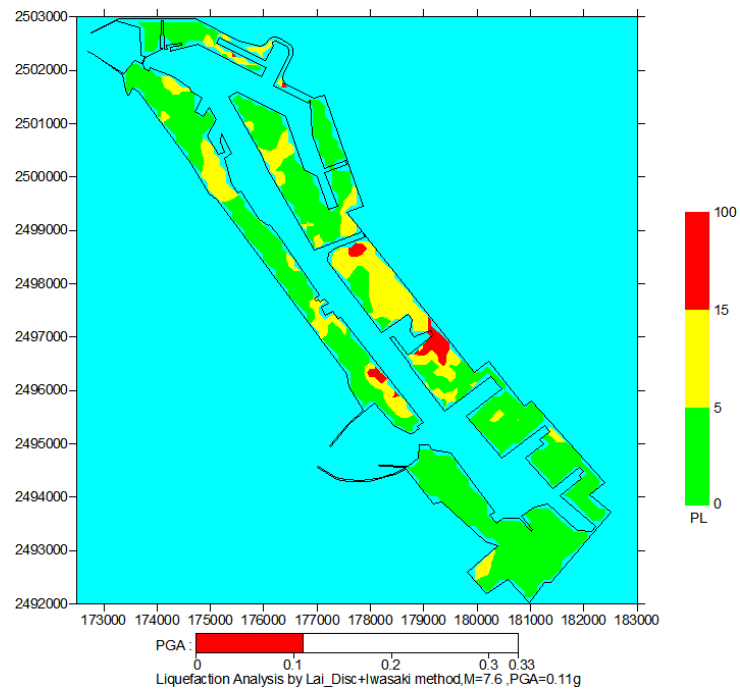


圖4.19 震度漸增液化影響動畫成果圖之五

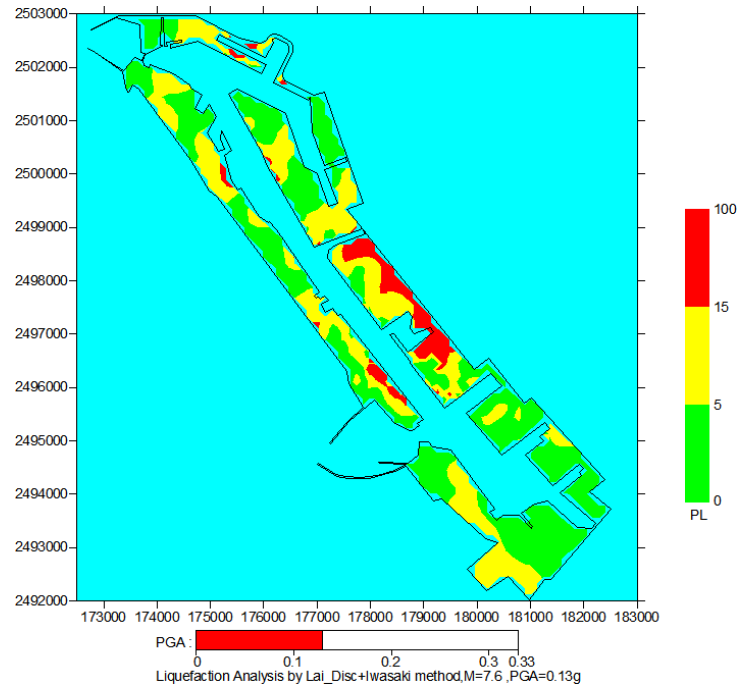


圖4.20 震度漸增液化影響動畫成果圖之六

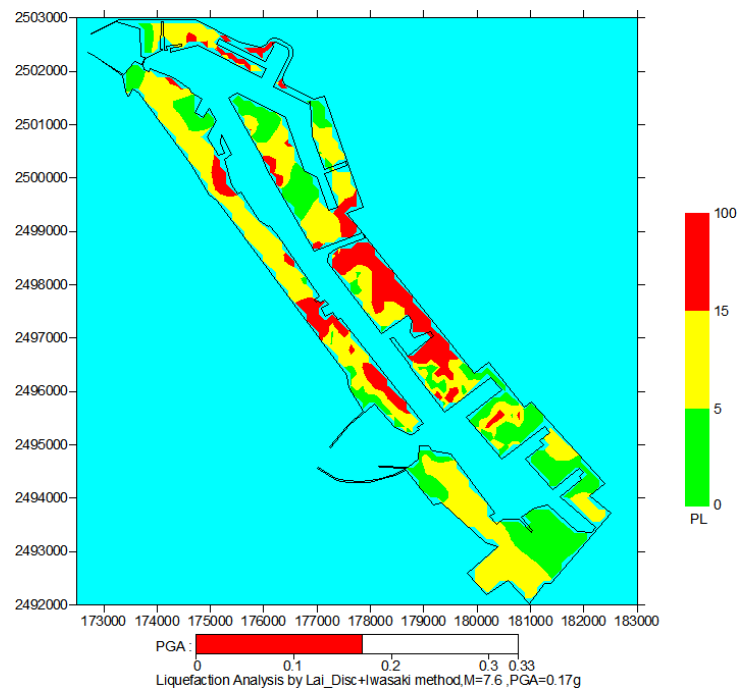


圖4.21 震度漸增液化影響動畫成果圖之七

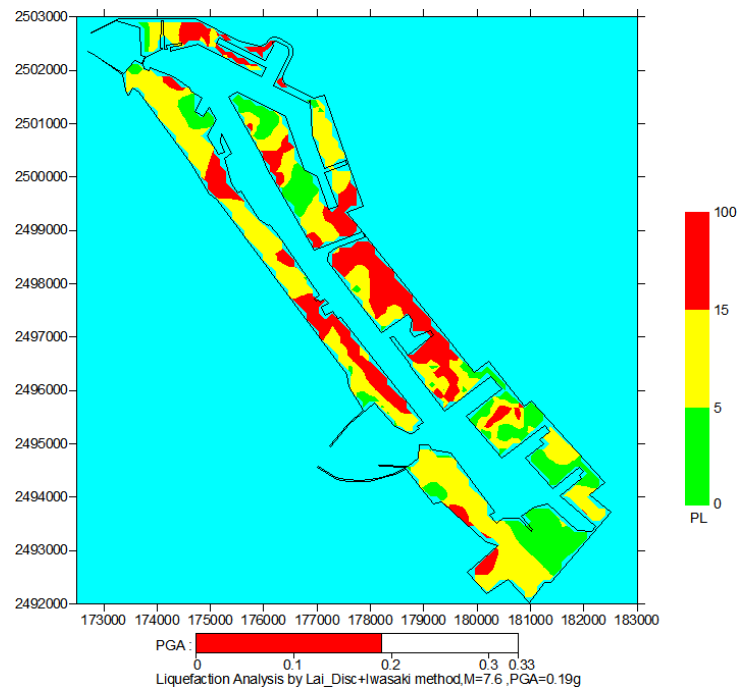


圖4.22 震度漸增液化影響動畫成果圖之八

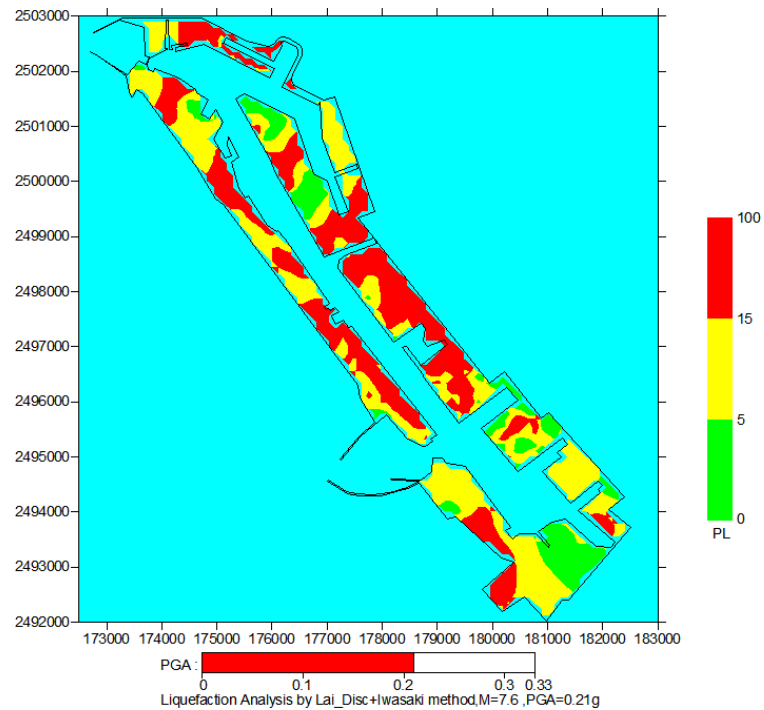


圖4.23 震度漸增液化影響動畫成果圖之九

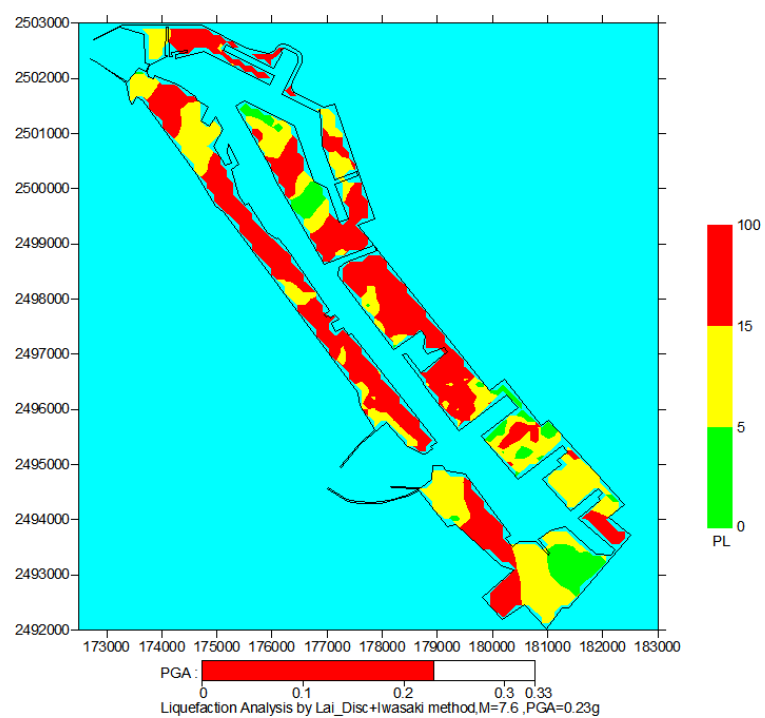


圖4.24 震度漸增液化影響動畫成果圖之十

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，係從高雄、臺中等主要港口起手作業，經收集彙整相關資料後將可用資料數位化建檔，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，高雄、臺中港區之資料係屬整體資料庫中最老舊之資料。在完成交通部所轄九大港基本資料庫後，接續作業當就相關資料進行檢核及更新，以使資料庫更臻完備。

在碼頭設計資料建檔查詢方面，因原本在系統資料庫內僅存放碼頭斷面資料供使用者查詢(此資料係經圖像數值化而得的向量檔案)，但僅提供此資料，有時在工程應用參考上會有參閱資料不足之困窘，顧本研究試圖收集高雄港區的碼頭平面、立面即細部設計等掃描檔案，轉製成pdf格式，再存入本系統資料庫中，提供需參閱細部設計者查詢取用。

本研究已建置的地質資料及新開發的各項液化分析查詢模組，係架構在本所港研中心所開發的「港區工程基本資料查詢系統」之下，該系統的查詢界面設計成下拉式選單方式。主選單共有六大項，分別為(1)港埠規劃(2)鑽探資料(3)碼頭設計及調查資料(4)堤防設計資料(5)地震監測(6)海氣象現地調查等。由MapInfo 進入此查詢系統，點選進入所欲查詢的港區，該港區地圖即展示在螢幕上，且原有的MapInfo內定選單也同時全部更換成新設計的選單。系統操作及查詢說明如下：

5.2 查詢系統操作程序

本系統之查詢設計，係以下拉式功能表配合物件選項的操作方式為主。使用者可在螢幕上選取所欲查詢的物件，再利用下拉式功能表

來展示各項文件資料或繪製相關成果。系統內可查詢到基隆、臺北、臺中、布袋、高雄、花蓮、蘇澳等港區之碼頭相關文件資料，操作程序如下所示：

1. 在視窗作業環境下，執行 MapInfo 系統，進入該系統內。
2. 點選功能表 File\Run MapBasic Program，選擇 d:\harbor-1 內的執行檔 harbor.mbx，按 OK 選鈕，即進入港區工程基本資料查詢系統。
3. 此時螢幕會展繪出臺灣全島地圖，並標示基隆、臺北、臺中、布袋、高雄、花蓮、蘇澳等港區的分佈位置。
4. 利用滑鼠，點選其中任一港區，則螢幕展繪出該港區的向量地圖，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第一選項「顯示碼頭位置圖」，系統則載入該港區之碼頭位置分佈圖。
5. 利用工具箱內的放大、縮小、平移等工具，可作地圖縮放，以更精細地查詢目標碼頭位置及鄰近地形。
6. 此時可點選「碼頭設計及調查資料」主選單下之第三選項「展示碼頭使用功能」，系統則依各類碼頭之使用功能在碼頭位置圖上標繪不同顏色，此即碼頭功能主題圖。再點選第五選項「顯示圖例視窗」，系統則開啟該主題圖之圖例視窗。圖例視窗可以滑鼠拉大或平移至適當位置。
7. 圖例視窗顯示後，第五選項會更換文字內容為「隱藏圖例視窗」，點選該選項，系統則關閉該圖例視窗。
8. 此時可點選第四選項「關閉碼頭使用功能」，系統會出現詢問對話框，詢問是否儲存此主題圖，若不儲存可點選 Discard 鈕，系統隨即關閉此碼頭功能主題圖。

9. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之物件。若所點選的物件為碼頭分佈位置圖之任一碼頭時，主功能表的第三選單(即「碼頭設計及調查資料」選單)底下所附屬的幾個次選項(如「碼頭設計斷面圖」、「碼頭斷面文字資料」、「碼頭安全檢測影像資料」、「碼頭安全檢測調查記錄」等選項等)，會由啟始的無效狀態轉變為可點選的有效狀態。
10. 當點選到碼頭物件時，該碼頭區會被紅色斜紋所遮罩，此時可點選第六選項「碼頭設計斷面圖」，系統會自動開啟一新的視窗，展繪出該碼頭之斷面圖。又可點選第八選項「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. 若需參閱碼頭平面、立面或細部設計資料，可點選第七選項「碼頭細部設計資料_pdf 檔」，系統會呼叫 Acrobat Reader，開啟點選碼頭的相關圖檔，提供使用者參閱。
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。

5.3 高雄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. 將滑鼠遊標移至高雄港標示區內，按滑鼠左鍵，可叫出高雄港區基本地圖圖層，如圖 5.1 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 5.2 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。高雄港的碼頭位置分佈如圖 5.3 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。高雄港的碼頭使用功能主題圖如圖 5.4 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

頭斷面設計圖_向量檔」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 5.5 所示。又可點選第八選項「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. 若需參閱碼頭平面、立面或細部設計資料，可點選第七選項「碼頭細部設計資料_pdf 檔」，系統會呼叫 Acrobat Reader，開啟點選碼頭的相關圖檔，展繪出該碼頭之平、斷、立面或細部設計等圖資，如圖 5.6 至圖 5.9 所示，提供使用者參閱。
7. 其它碼頭之設計斷面圖或文字描述等相關資料，也可依照上述方法查詢而得。

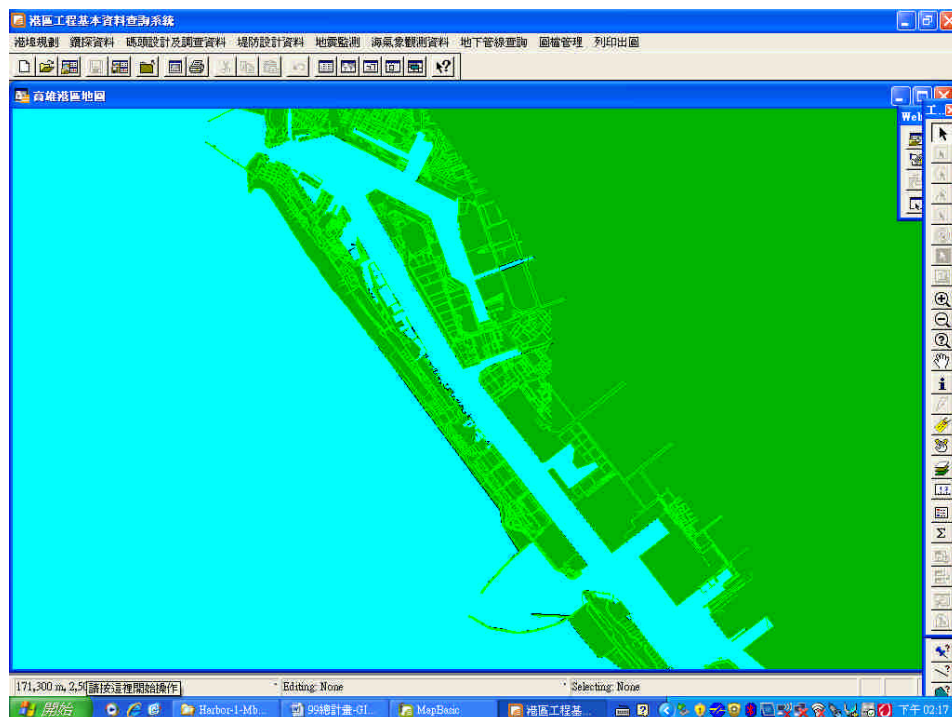


圖 5.1 高雄港區地圖圖層及所開發之選單列

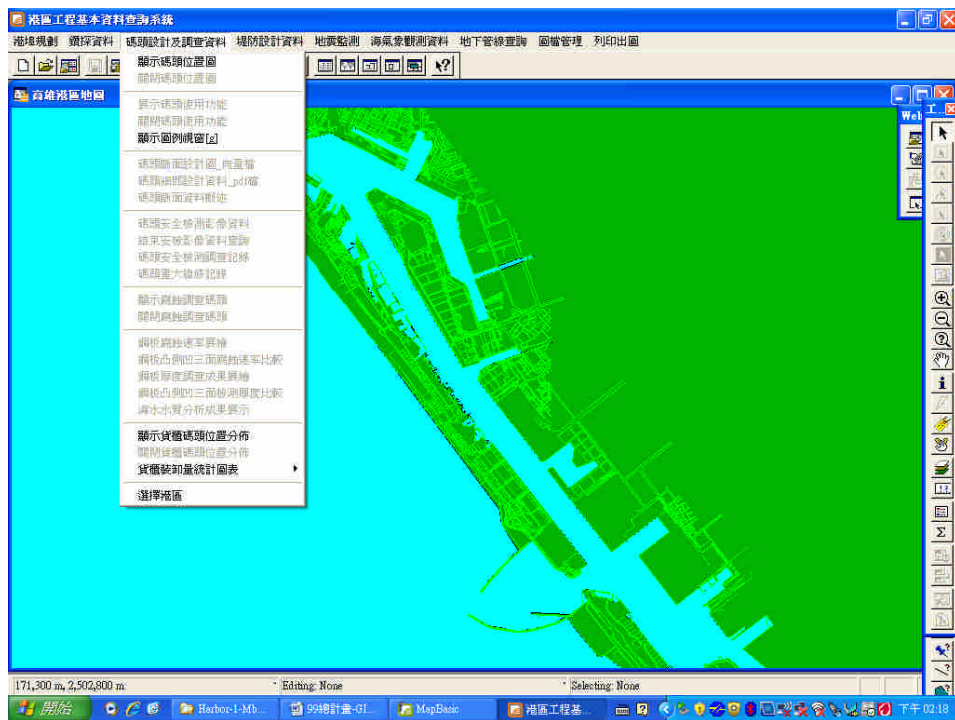


圖 5.2 高雄港區「碼頭設計及調查資料」選單下拉模式



圖 5.3 高雄港區碼頭位置分佈圖

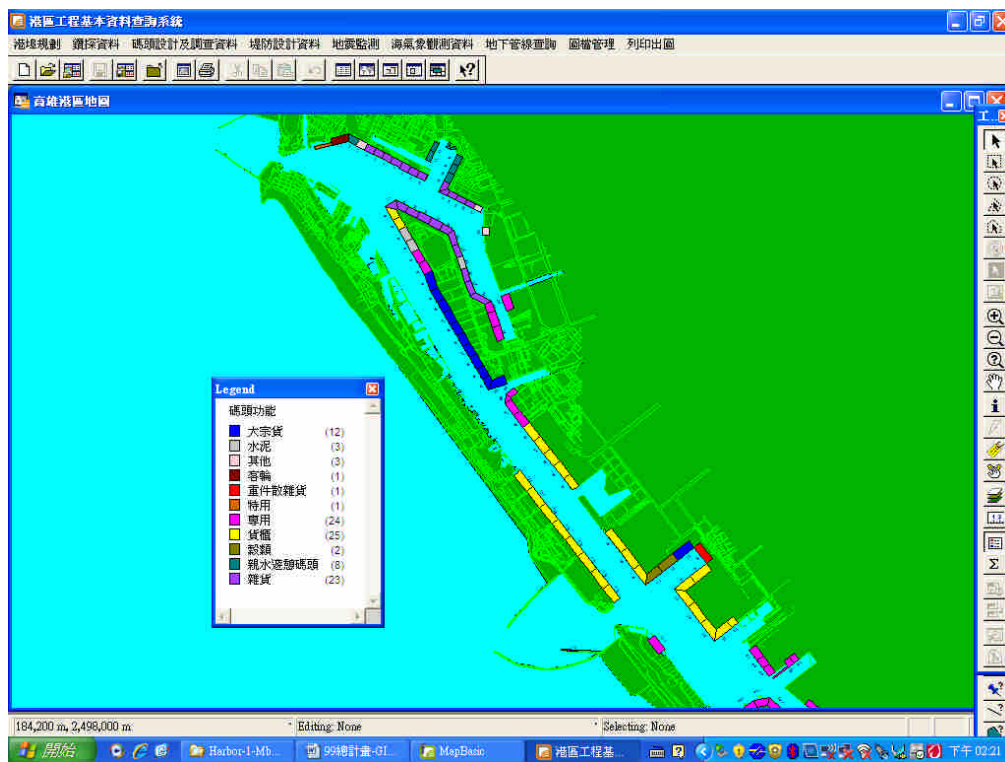


圖 5.4 高雄港區碼頭使用功能主題圖

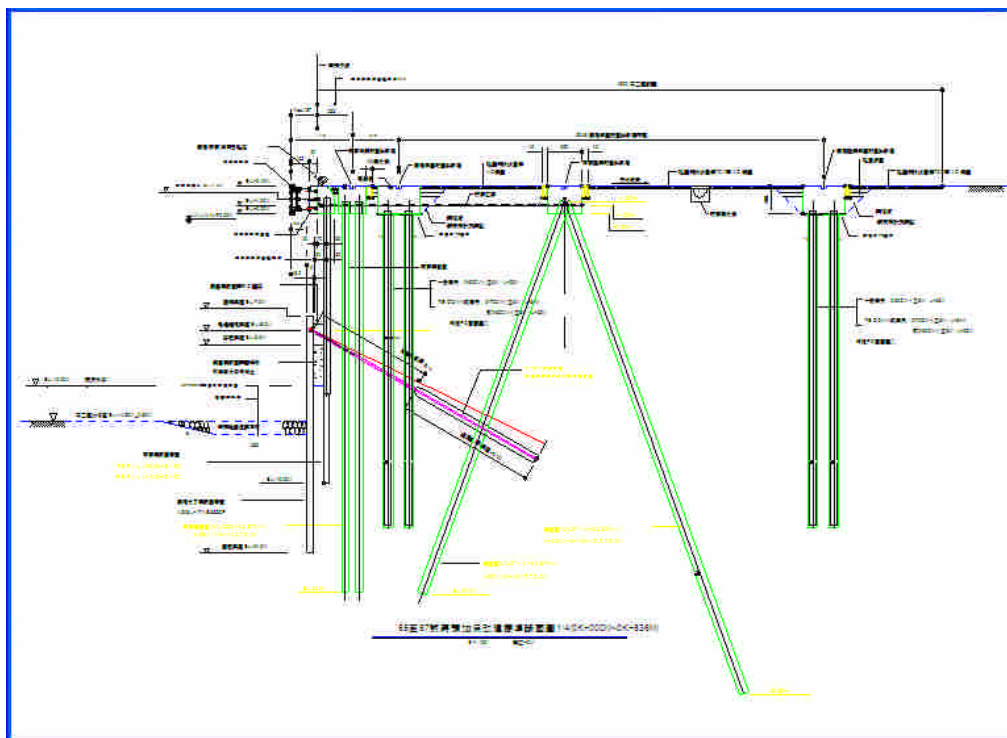


圖 5.5 高雄港區碼頭斷面圖向量檔之一

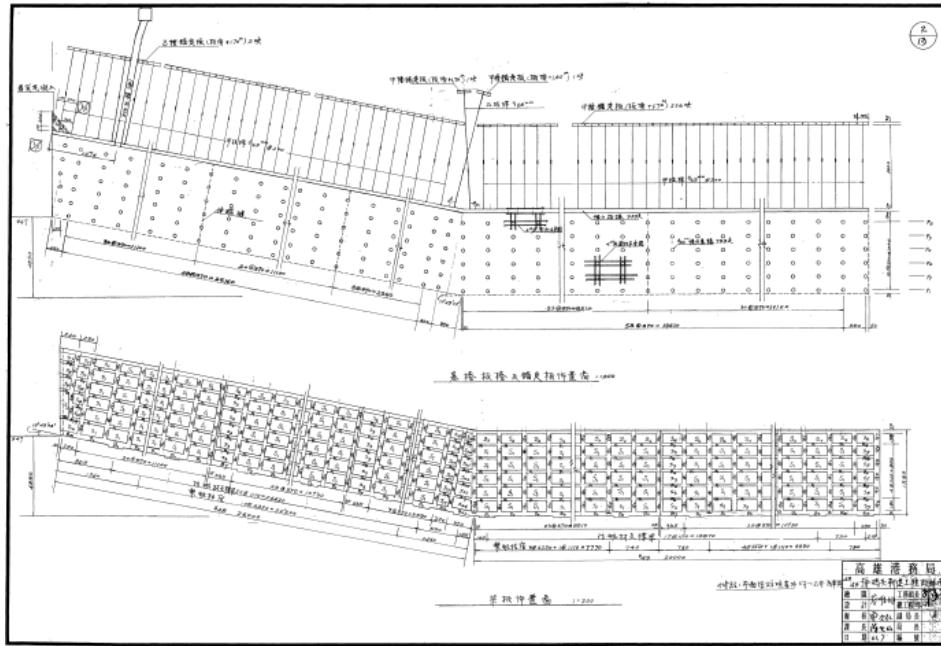


圖 5.6 高雄港區碼頭細部設計資料_pdf 檔之一

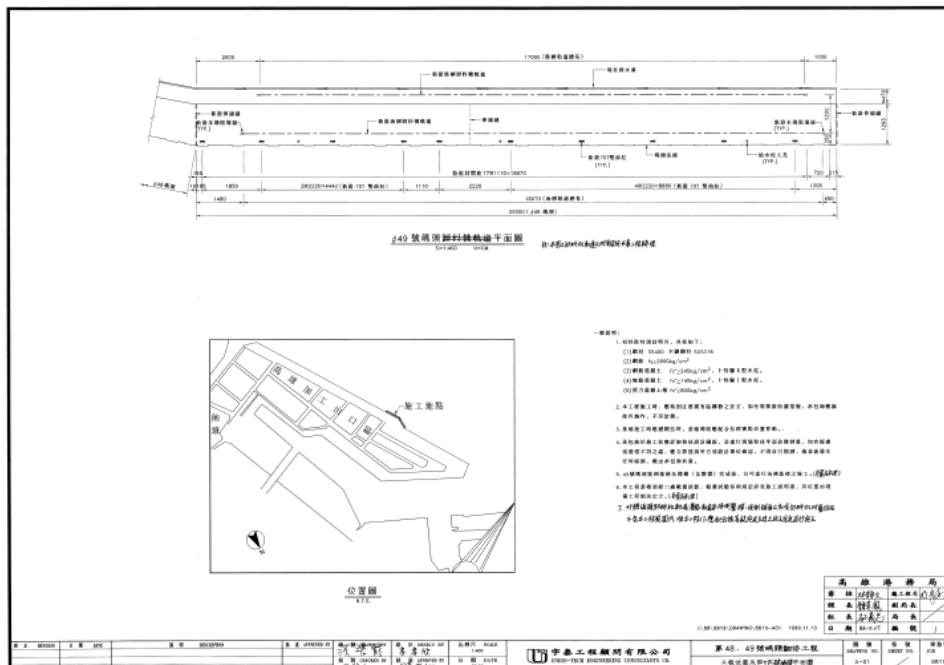


圖 5.7 高雄港區碼頭細部設計資料_pdf 檔之二

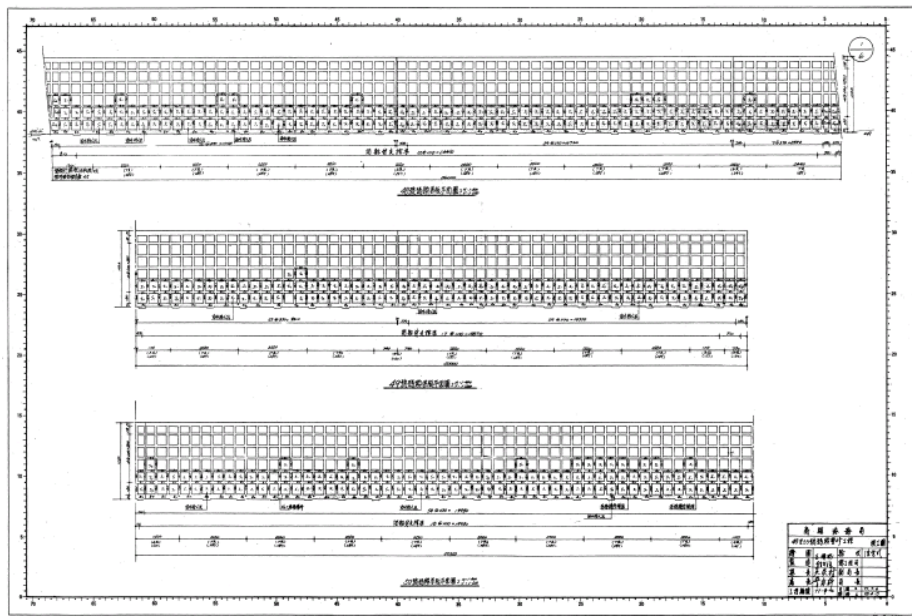


圖 5.8 高雄港區碼頭細部設計資料_pdf 檔之三

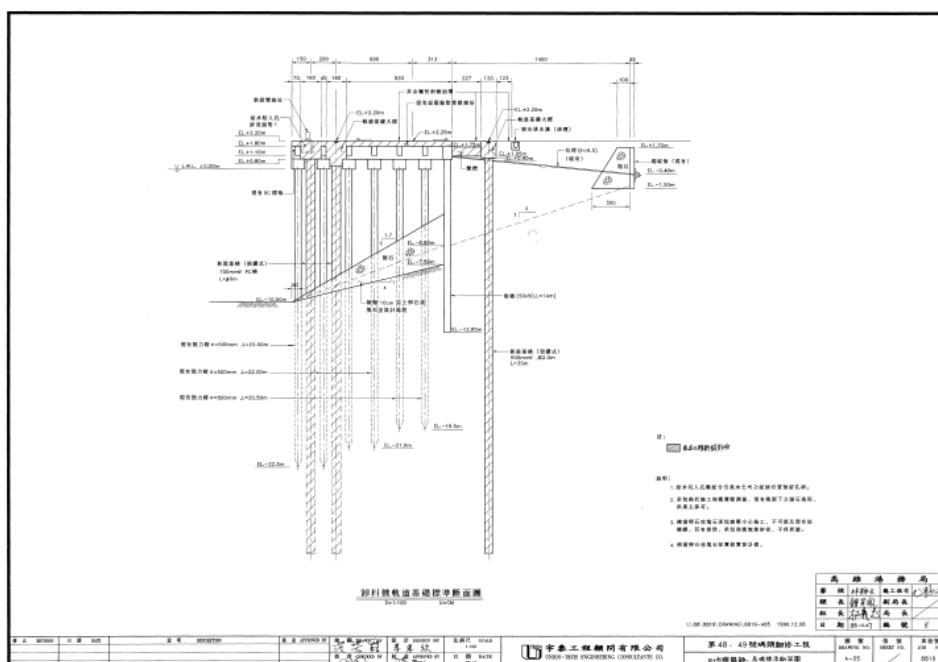


圖 5.9 高雄港區碼頭細部設計資料_pdf 檔之四

第六章 腐蝕資料更新建置及分析模組系統展示

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

6.1 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」、「碼頭鋼板腐蝕保護電位調查成果圖」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. 「碼頭鋼板腐蝕保護電位調查成果圖」選項，其操作如步驟 9 所示。
13. 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。
14. 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。

6.2 高雄港鋼板樁檢測資料查詢展示

高雄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 6.1 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（如高雄、臺中、高雄、花蓮、蘇澳等港區）的分佈位置，如圖 3.3 所示。
2. 將滑鼠遊標移至高雄港標示文字區內，按滑鼠左鍵，可叫出高雄港區基本地圖圖層，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「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 6.1 所示為高雄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 6.2 所示為高雄港腐蝕調查碼頭分佈位置。

4. 選用工具箱內的點選工具，再點選所欲查詢之碼頭，此時主選單的第三功能項(即「碼頭設計及調查資料」功能項)底下所附屬的幾次選項(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」、「碼頭鋼板腐蝕保護電位調查成果圖」等功能項等)，會由啟始的無效狀態轉變為有效狀態。
5. 當點選到碼頭物件時，該碼頭區會被異色斜紋所遮罩，此時可在第三主選單下點選「鋼板腐蝕速率展繪」選項，系統會開啟「檢測起迄點輸入對話框」。輸入檢測起迄點後，若所點取的碼頭為 Z 型板樁所構築，因該型板樁具有凸側凹三個面，系統會再開啟一個「凸側凹面點取對話框」。使用者可依框內收音機鈕(Radio Button)選項點取某一面來繪圖，隨後系統即呼叫 surfer 程式，展繪該檢測段之腐蝕速率，成果如圖 6.3 所示，圖中上方為三維立體圖，下方為等值分佈圖。
6. 接續在第三主選單下點選「鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較」選項，系統會先開啟「鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較」選項，系統會先開啟「檢測位置輸入對話框」。選取任一檢測位置，系統隨即展繪該位置之凸側凹三腐蝕速率比較圖，如圖 6.4 所示。
7. 「鋼板厚度調查成果展繪選項」，其操作如步驟 5 所示。展繪成果如圖 6.5 所示。
8. 「鋼板凸側凹三面厚度比較」選項，其操作如步驟 6 所示。展繪成果如圖 6.6 所示。
9. 「碼頭鋼板腐蝕保護電位調查成果圖」選項，其操作如步驟 6 所示，展繪成果如圖 6.7 所示。

- 10.若要查詢另一港區的相關資料，可點選第一主功能項下的“選擇港區”功能，則系統會跳回主畫面。可依循步驟 2 至 8，繼續查詢所需港區之相關資料。
- 11.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。

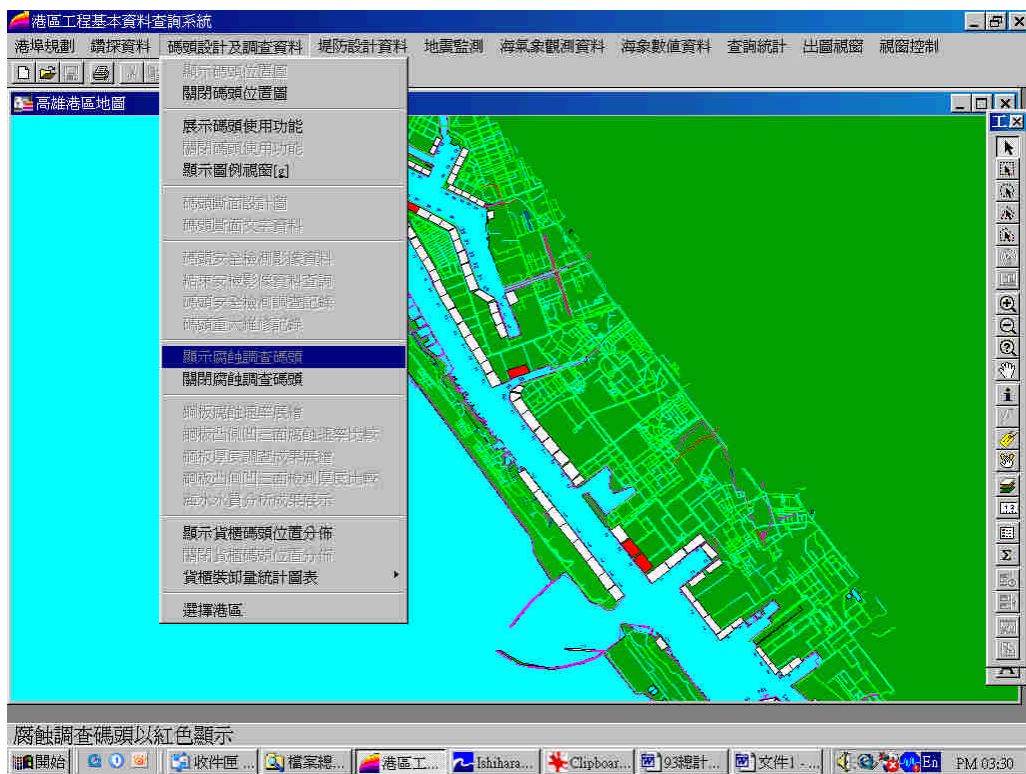


圖 6.1 高雄港碼頭資料下拉選單及碼頭位置分佈圖



圖 6.2 高雄港腐蝕調查碼頭位置分佈圖

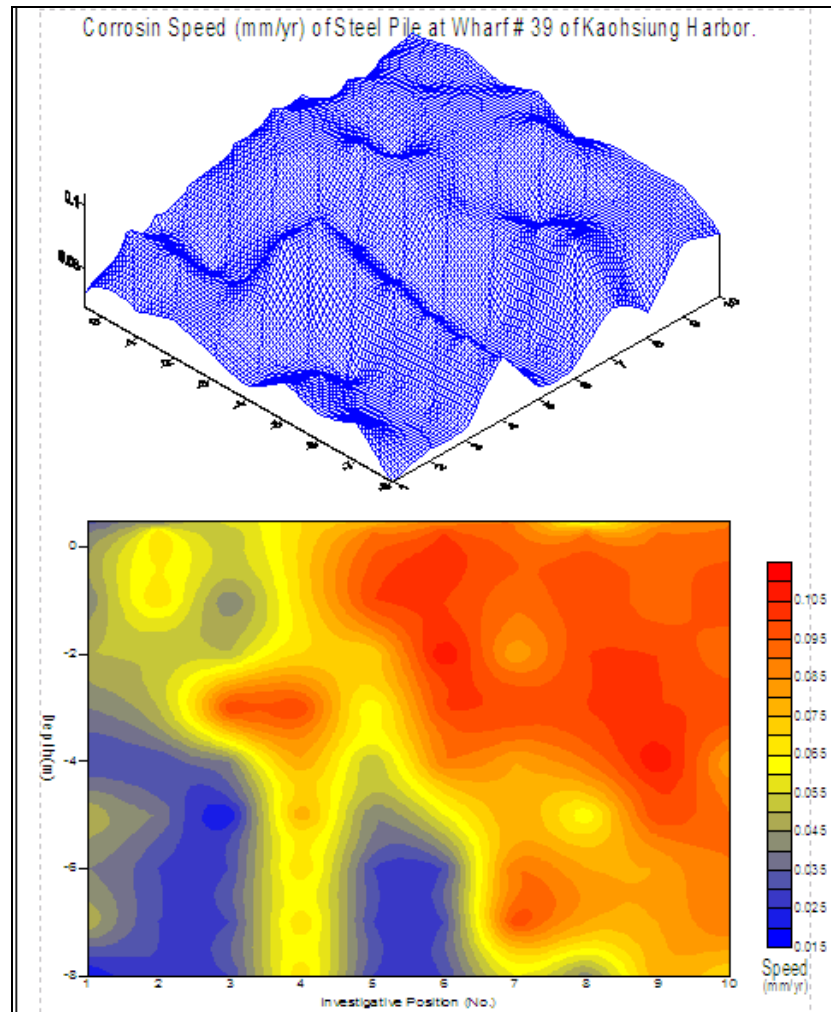


圖 6.3 高雄港腐蝕速率調查成果展繪圖

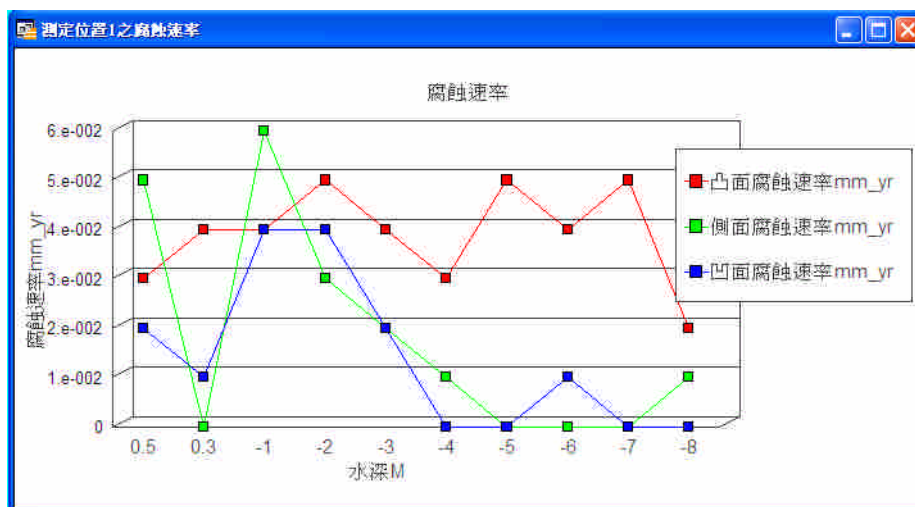


圖 6.4 高雄港鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較圖

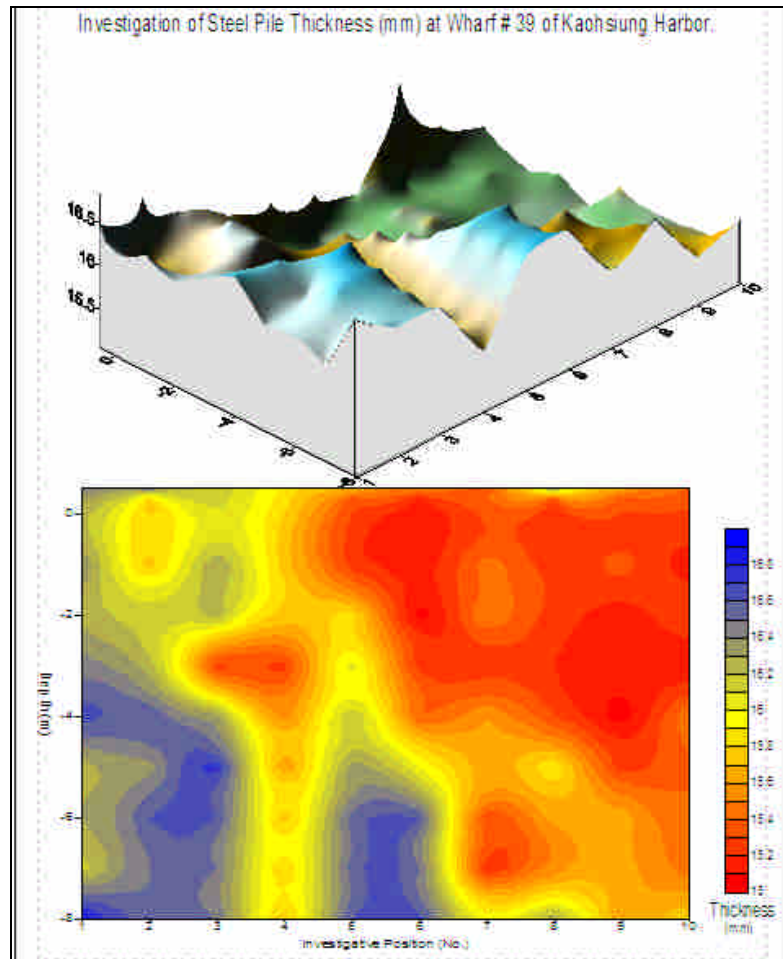


圖 6.5 高雄港鋼板厚度調查成果展繪圖

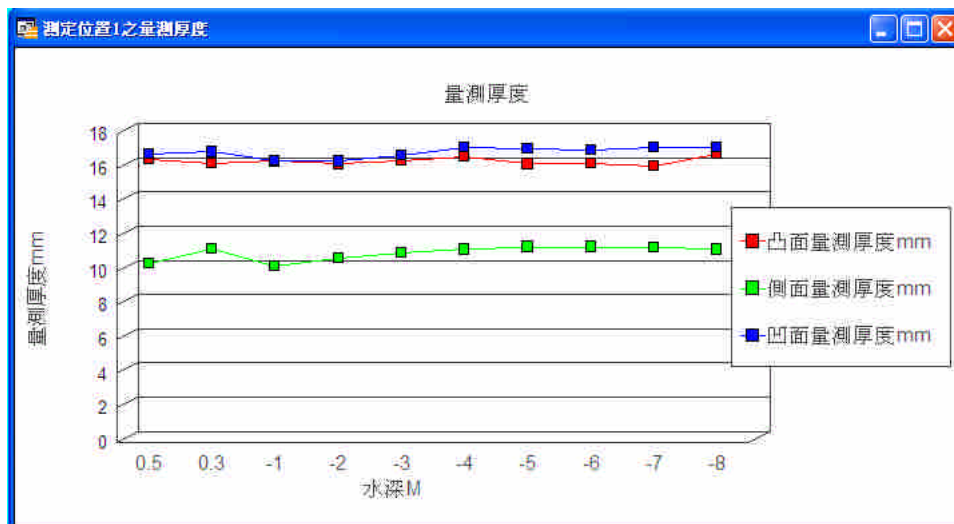


圖 6.6 高雄港鋼板凸側凹三面厚度比較圖

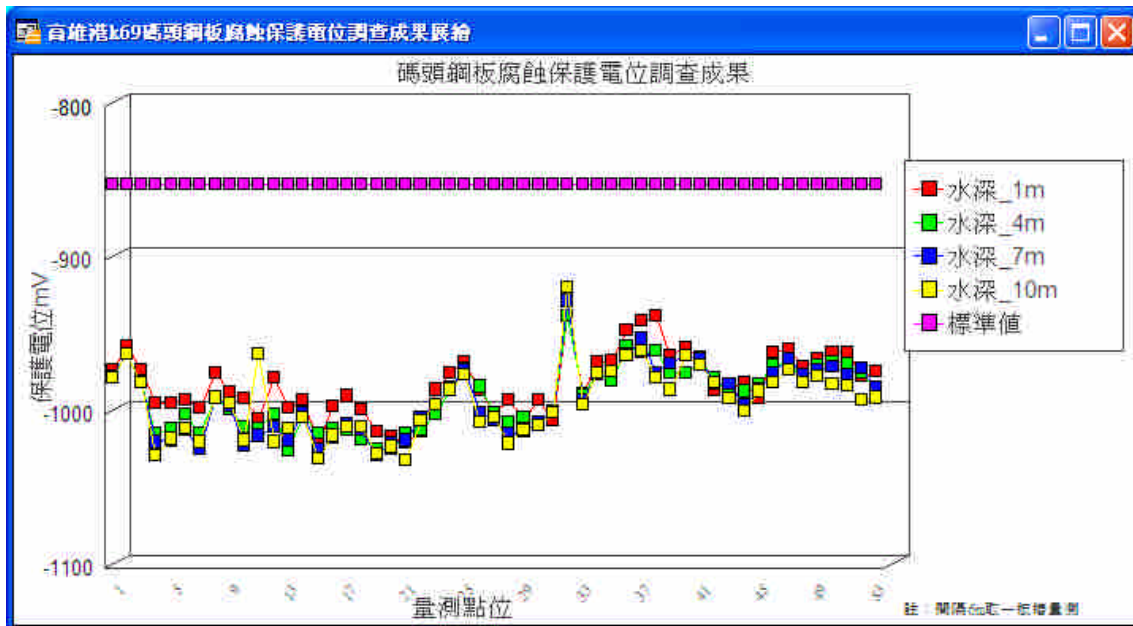


圖 6.7 高雄港碼頭鋼板腐蝕保護電位調查成果展繪圖

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。故本所臺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 2008 年的資料，本研究在年度內增列 2009 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、2009 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	2009 年	貨櫃裝卸量	Integer	單位：TEU
14	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。

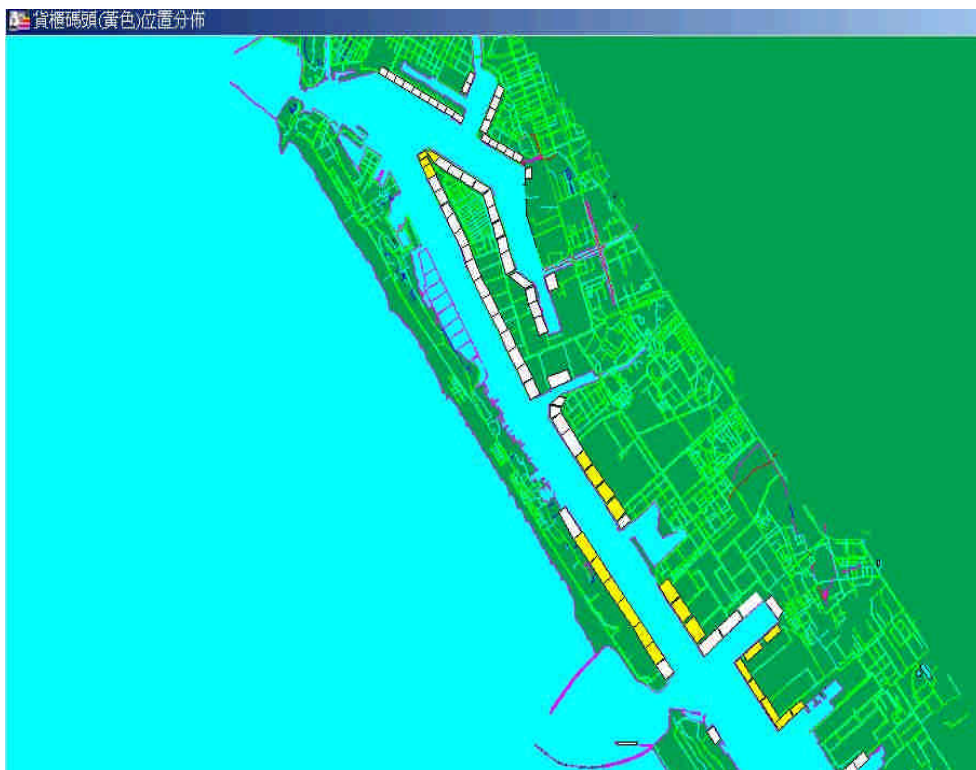


圖 7.1 高雄港貨櫃碼頭分佈位置圖

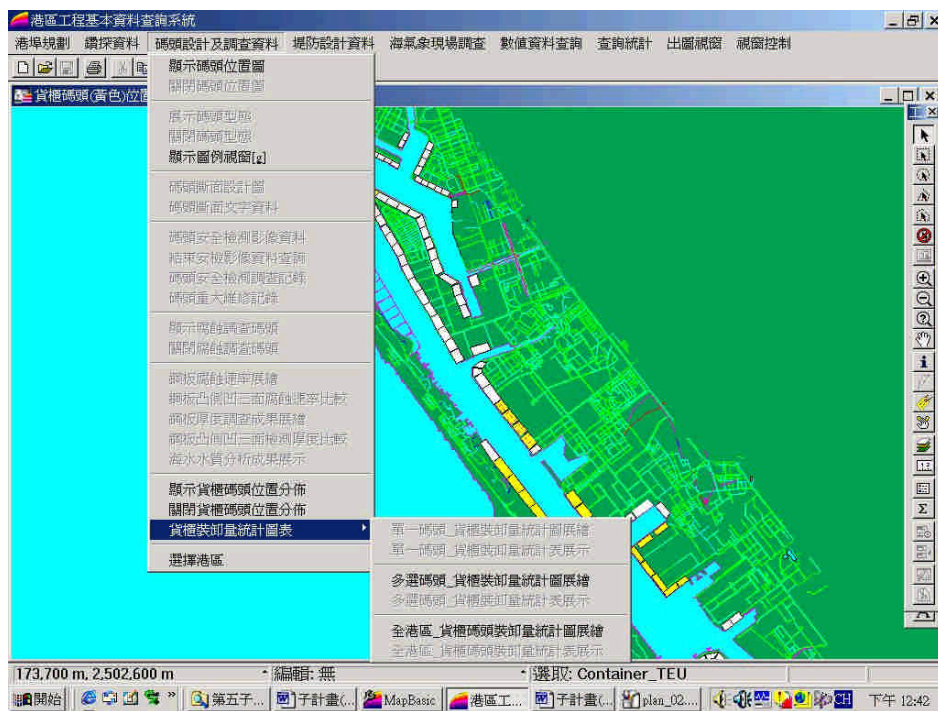


圖 7.2 高雄港貨櫃裝卸量選單呈列狀況圖

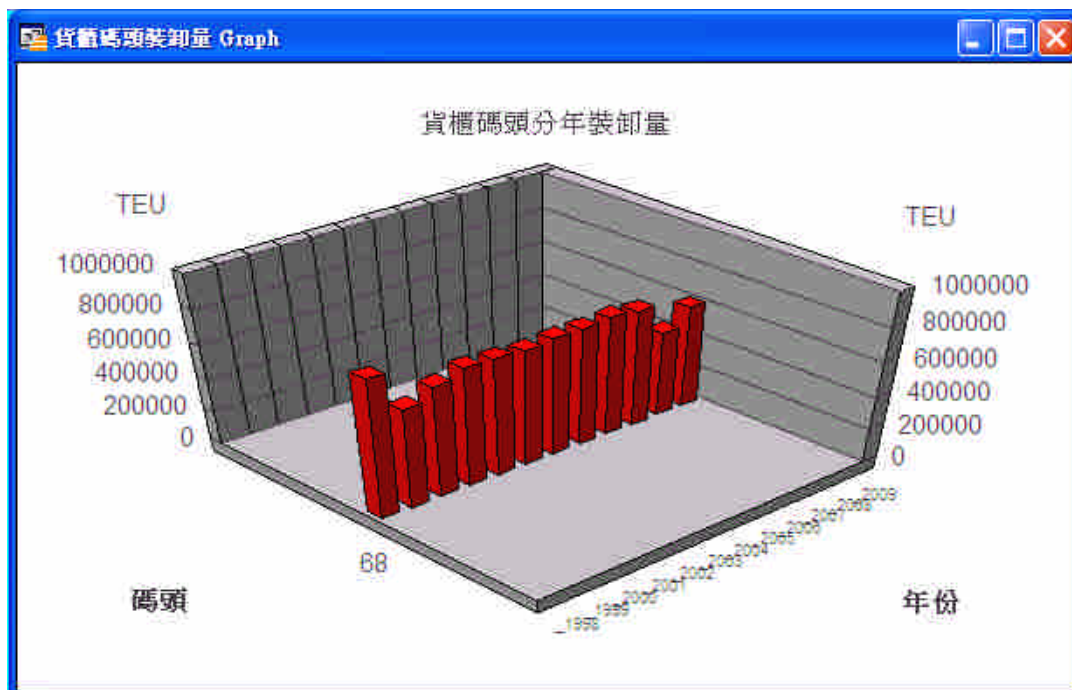


圖 7.3 高雄港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

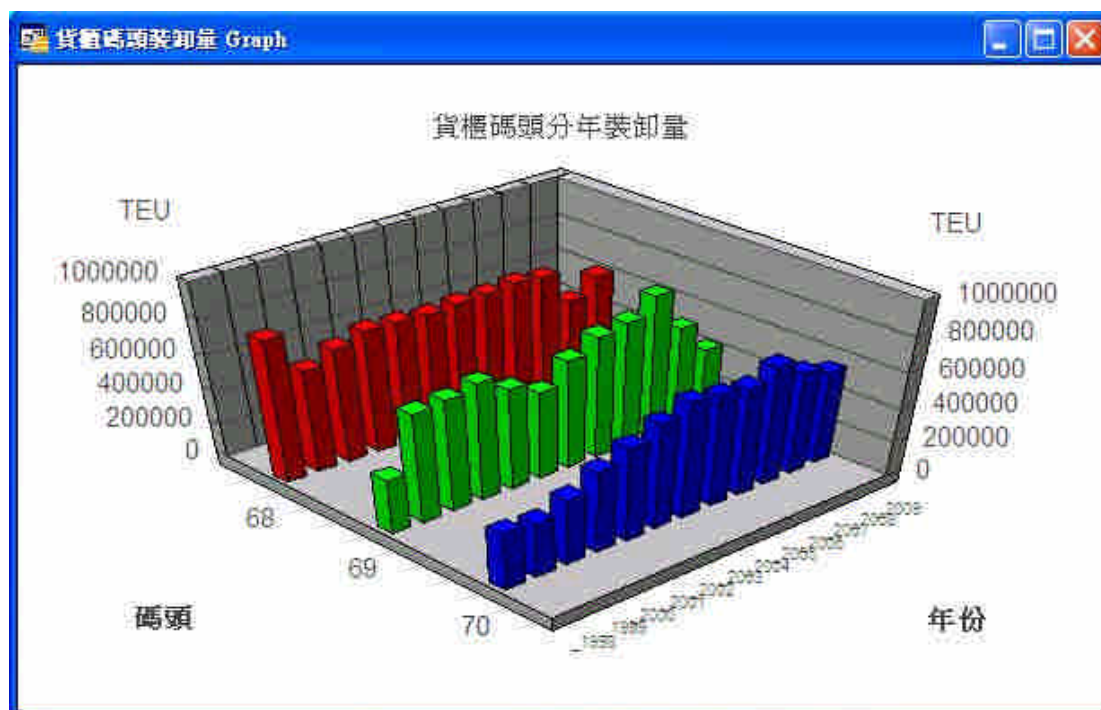


圖 7.4 高雄港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

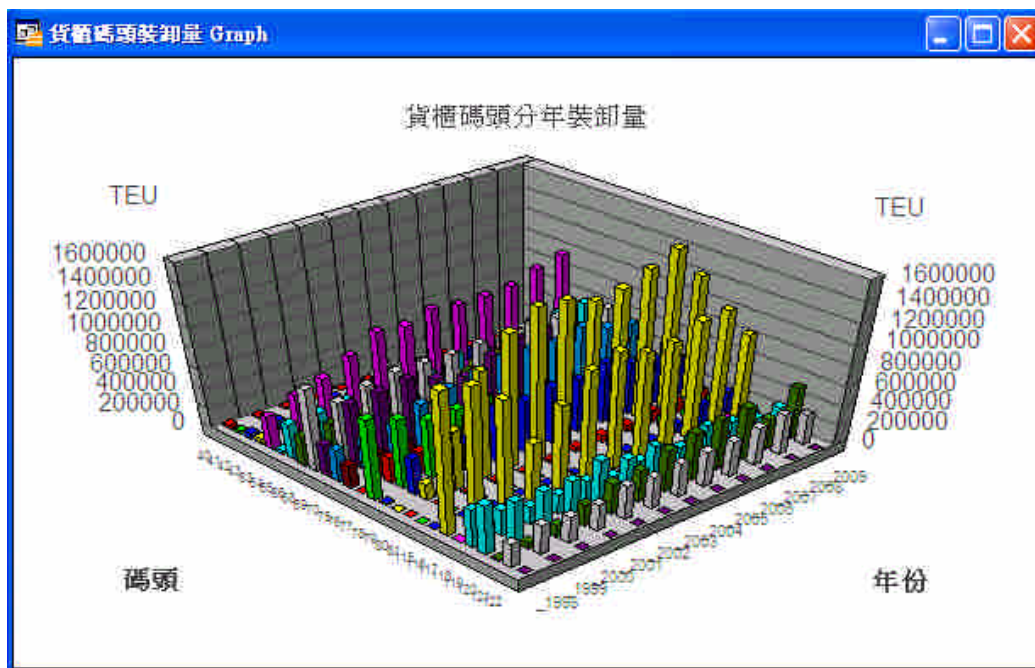


圖 7.5 高雄港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪

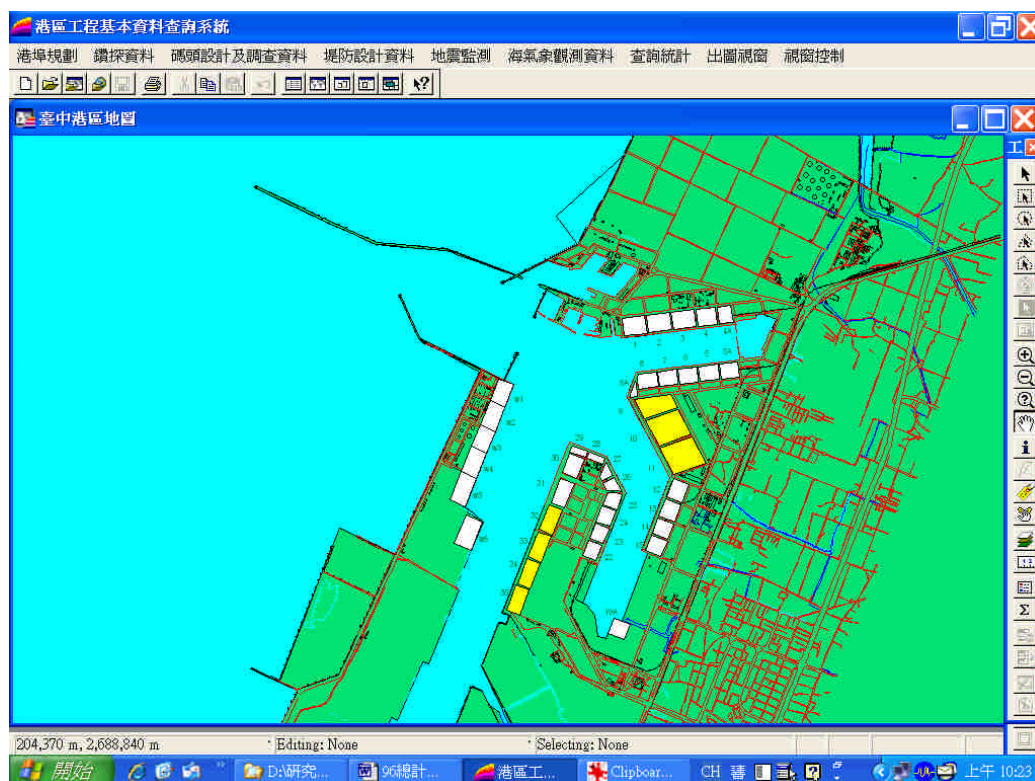


圖 7.6 臺中港貨櫃碼頭分佈位置圖

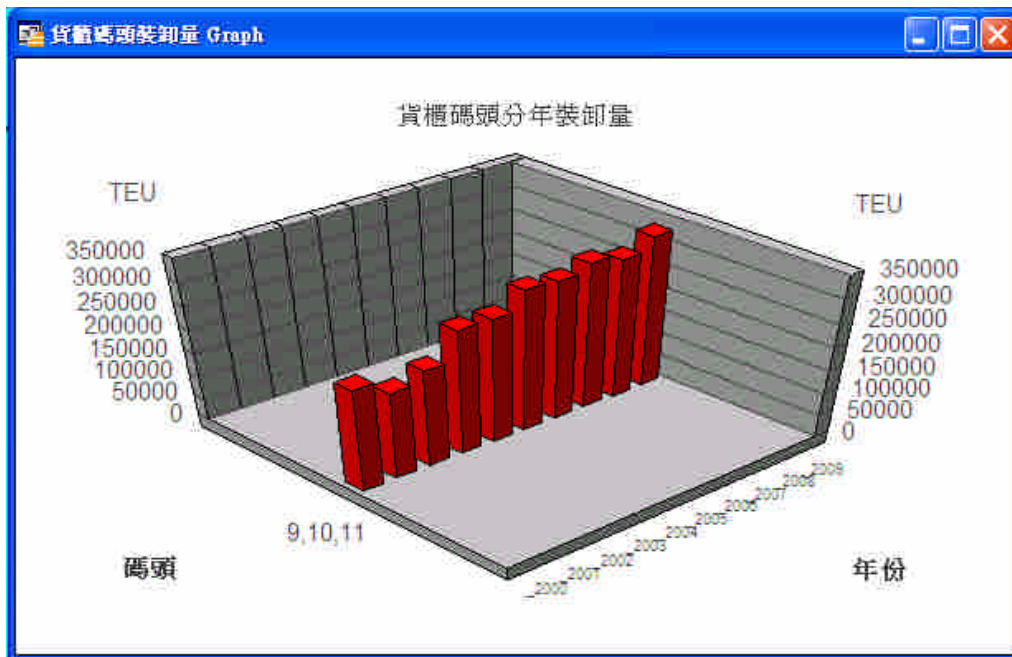


圖 7.7 臺中港單一碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪

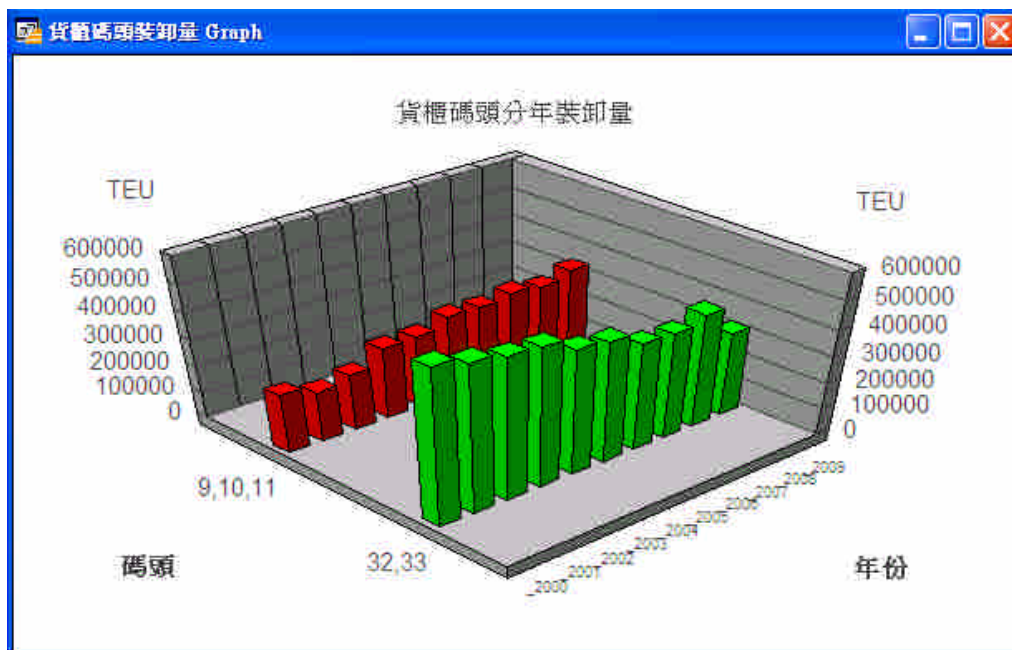


圖 7.8 臺中港多選碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪

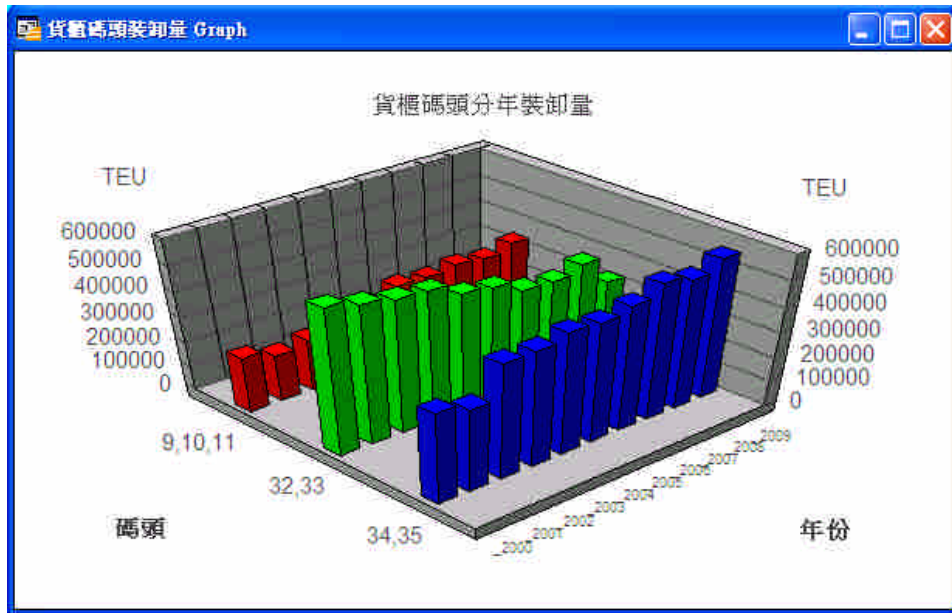


圖 7.9 臺中港全港碼頭貨櫃區裝卸量統計圖展繪



圖 7.10 基隆港貨櫃碼頭分佈位置圖

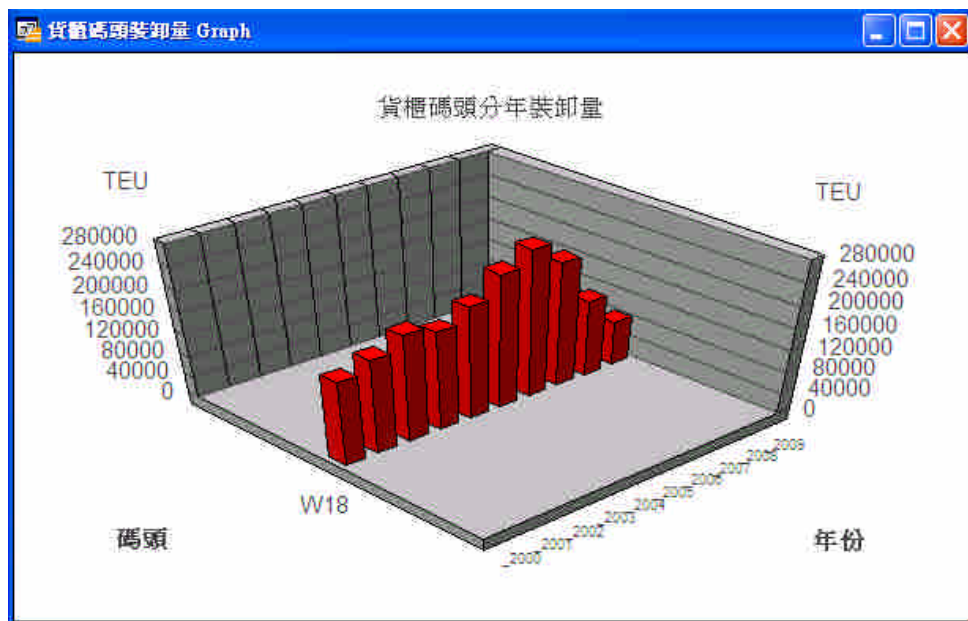


圖 7.11 基隆港單一碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

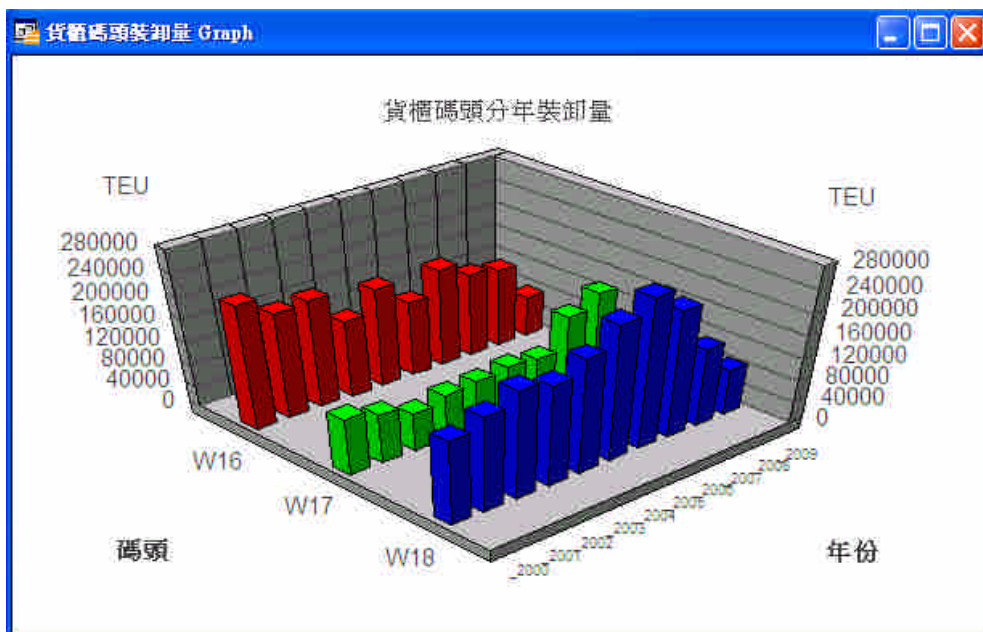


圖 7.12 基隆港多選碼頭貨櫃裝卸量統計圖展繪

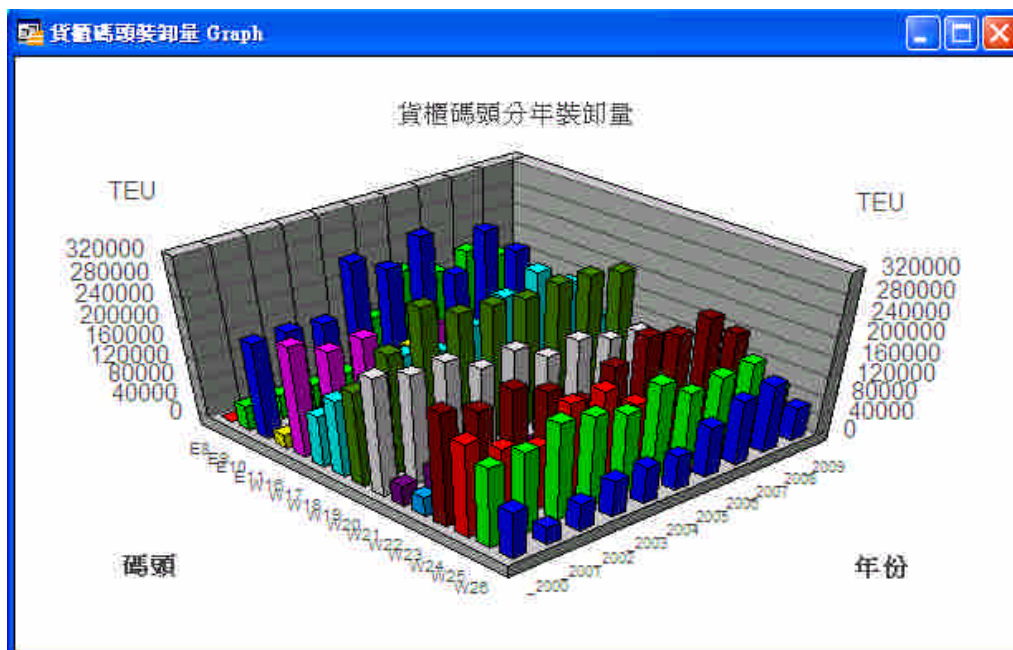


圖 7.13 基隆港全港區貨櫃碼頭裝卸量統計圖展繪

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，以高雄港區監測站為例，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。

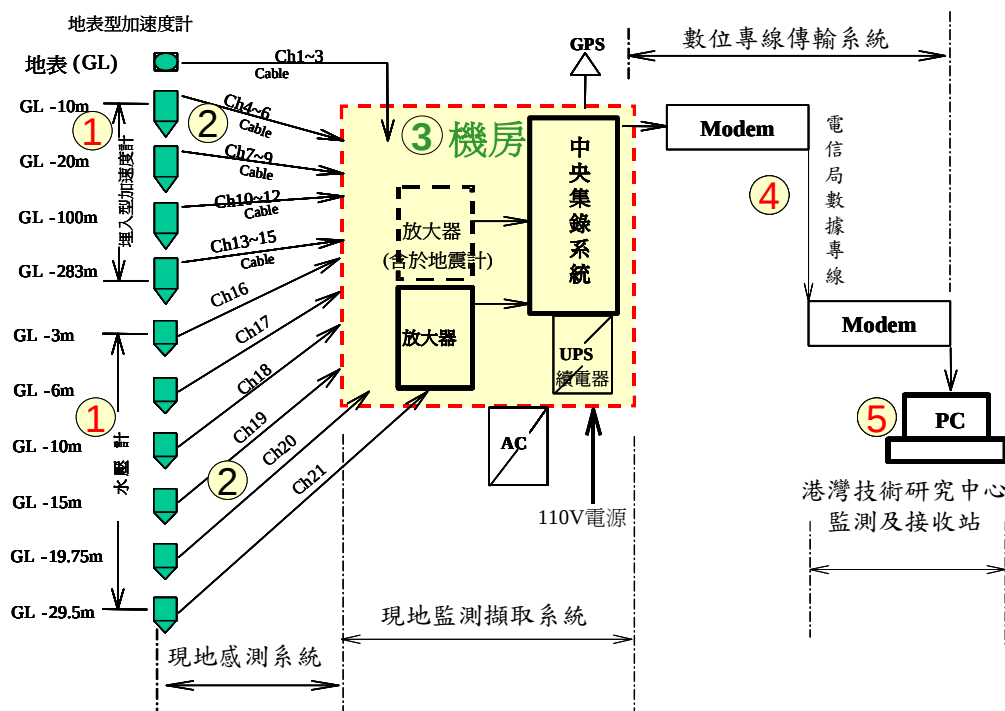


圖 8.1 規劃與實設之整體系統設計-高雄港範例

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。

以高雄港為範例，本研究綜合各項因素並取得港務局之認同，實設站區於旗津地區第七船渠道與第八渠之間，該井下地震監測站位置及測站附近環境平面示意如圖 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 港區井下地震監測站位置圖-高雄港範例

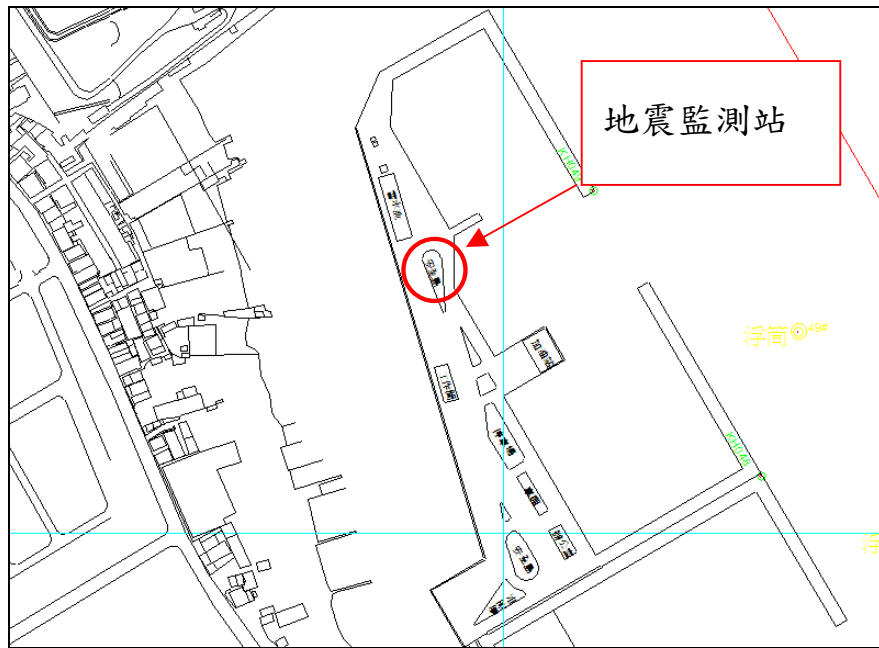


圖 8.3 測站附近環境平面示意圖-高雄港範例

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，以高雄港測站為範例，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 之高雄港範例）。

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。

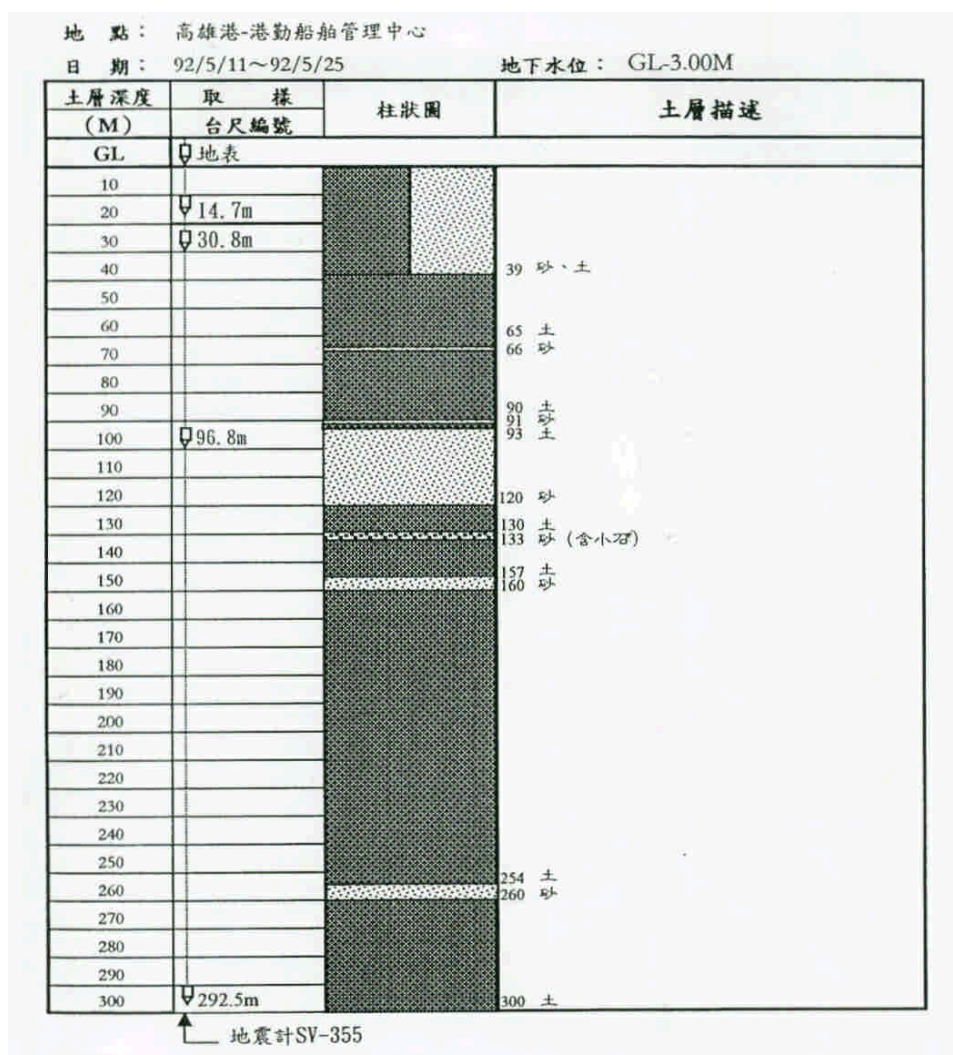


圖 8.4 測站主要地質調查內容與結果示意圖-高雄港範例

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。

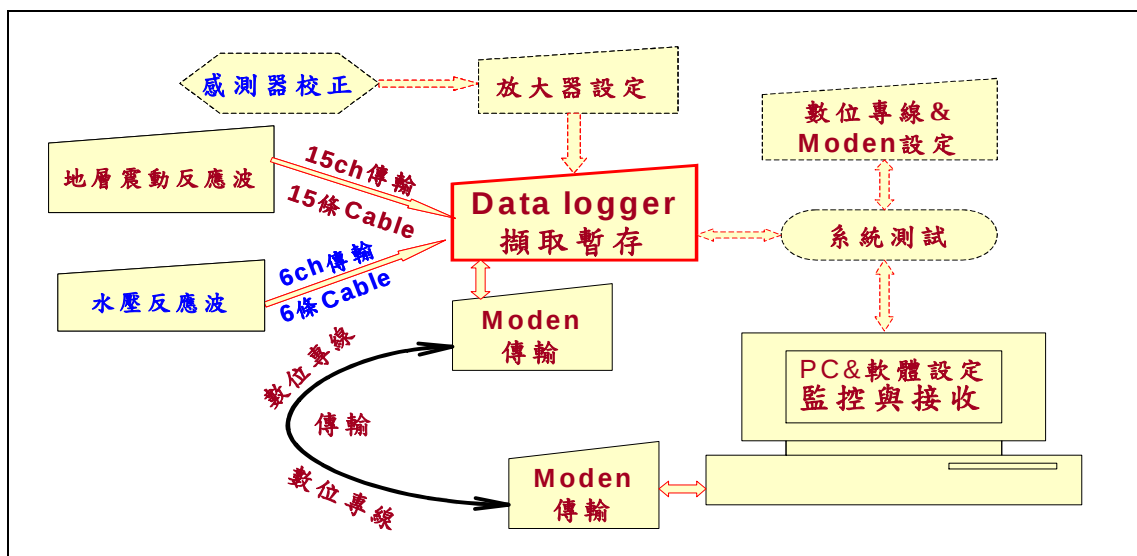


圖 8.5 整體擷取、傳輸與監測控制流程

現地監測站機房內主要配置有 Moden、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。

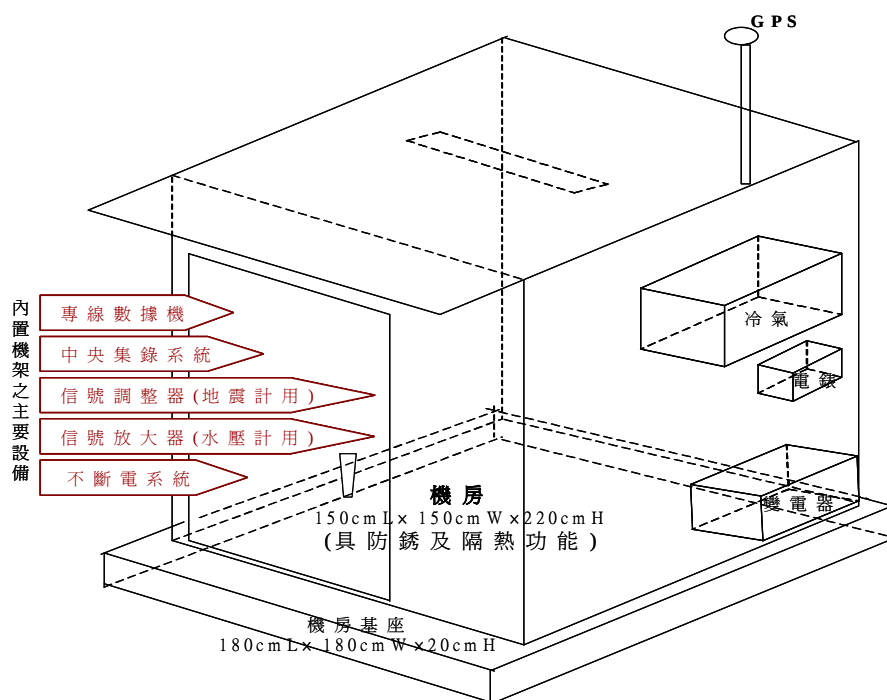


圖 8.6 機房構造與配置示意圖

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 高雄港區地震分層監測站設置狀況

本所港研中心所設置的高雄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 高雄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。
- 16.結束查詢，可由功能表的最後一個功能項“視窗控制”下拉出“離開系統”次功能項，點選後則可停止本程式的執行。

8.6.2 高雄港地震及地下水位量測資料查詢展示

高雄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. 將滑鼠遊標移至高雄港標示文字區內，按滑鼠左鍵，可叫出高雄港區基本地圖圖層，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「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。高雄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圖(取自經濟部中央地質調查所網頁)。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 所示為地震引置之東西向分層實測波記錄圖。

- 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 高雄港區地震監測查詢表單下拉及監測站位置展示圖

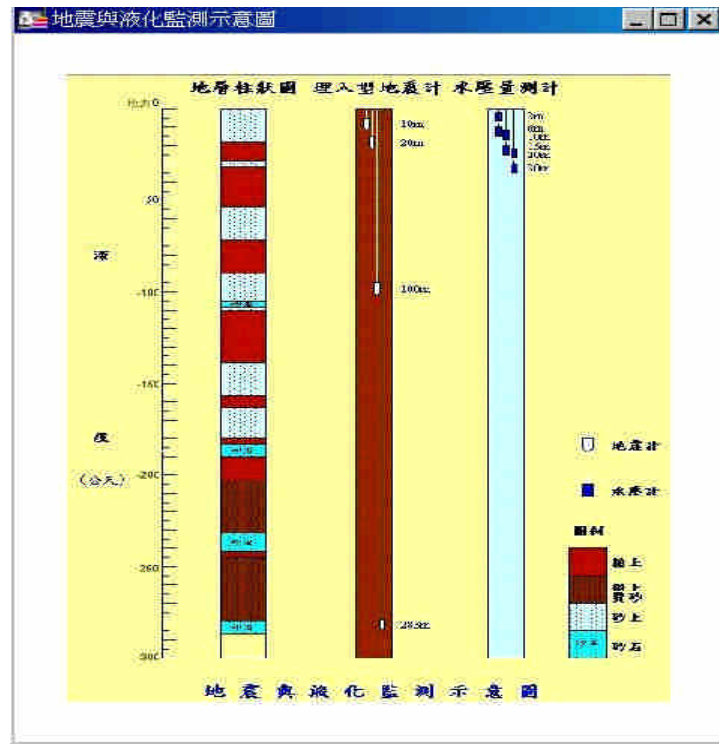


圖 8.9 高雄港區之地震監測系統設置示意圖

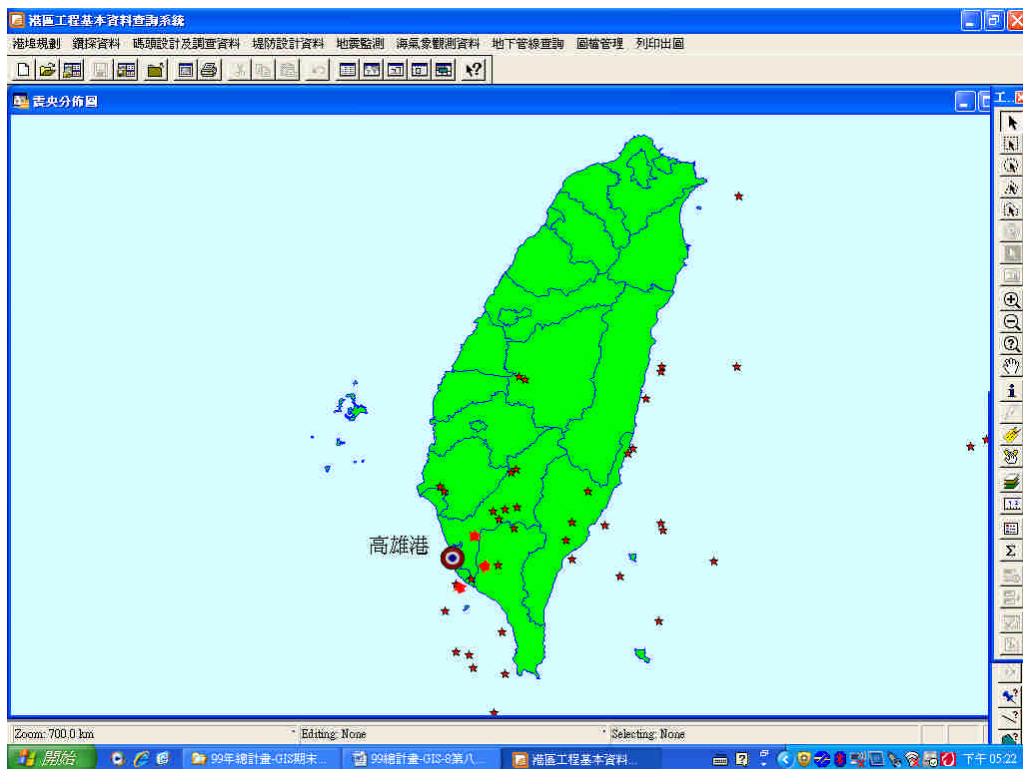


圖 8.10 高雄港影響地震震央位置分佈圖

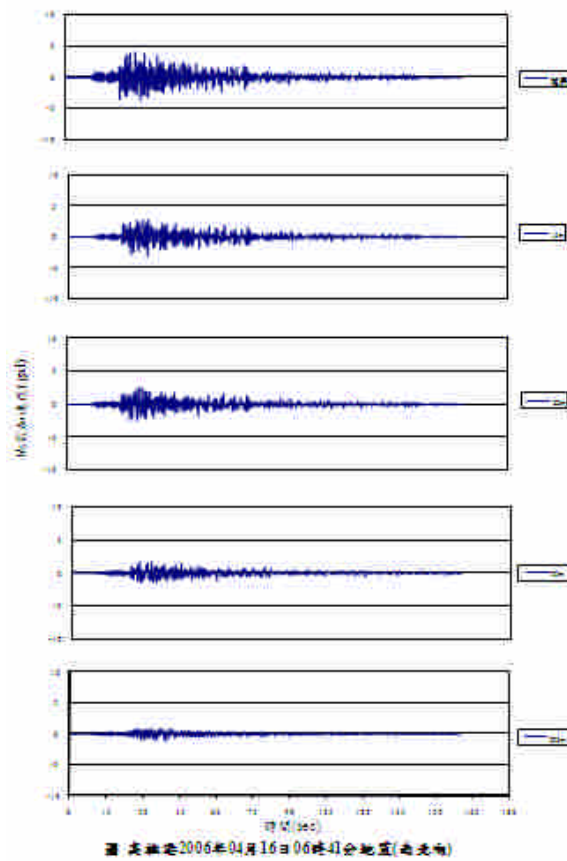


圖 8.11 高雄港南北向分層實測地震波記錄圖之一

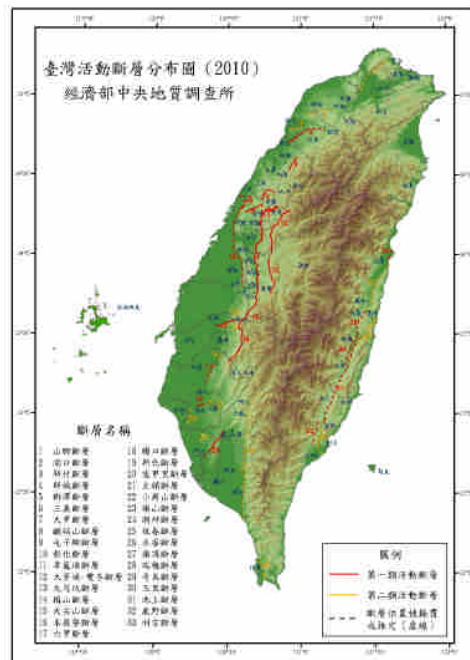


圖 8.12 臺灣活斷層分佈圖(取自經濟部中央地質調查所網頁)



圖 8.13 高雄港區地震監測資料年份選取對話框



圖 8.14 高雄港區地震監測資料月份選取對話框

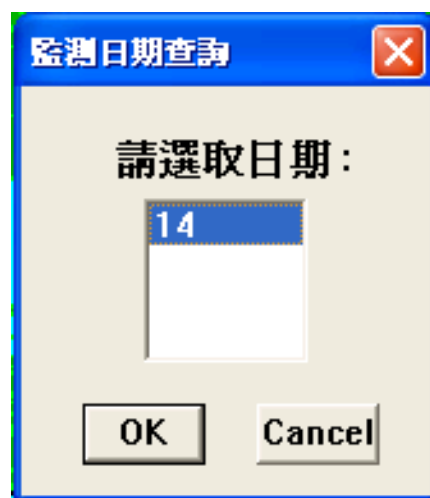


圖 8.15 高雄港區地震監測資料日期選取對話框

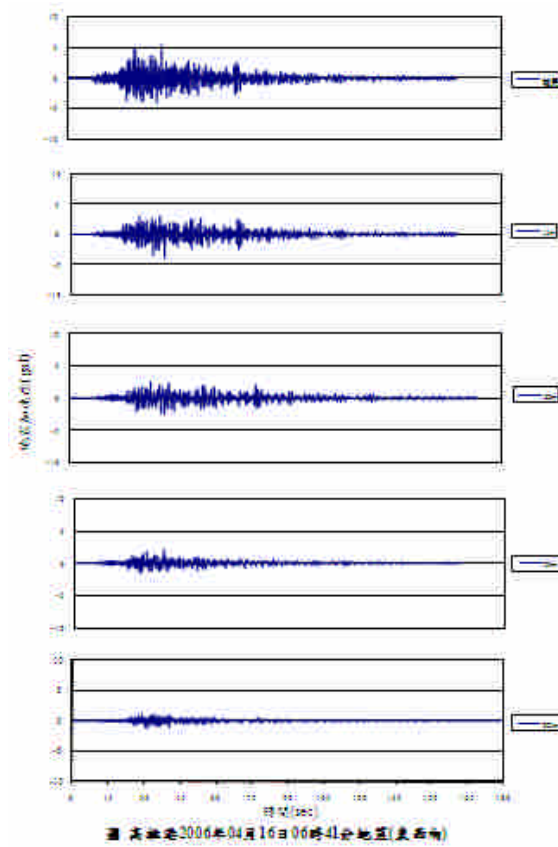


圖 8.16 高雄港地震引置之東西向分層實測波記錄圖之一

第九章 海氣象調查資料查詢展示

9.1 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 9-1 所示，其中較特殊的欄位，如「點區」，係為分辨觀測範圍是一個點或是一個區域，而欄位「碼 1」、「碼 2」是為檔名編碼所給予的分辨數字。

表 9-1 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	GisF1\TP\V1\	V006TP11.pdf	pdf	波高與週期月報表
2	現場	臺北港	波浪	2000	6 月	點	1	7	287,042	2,786,156	表	GisF1\TP\V1\	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	GisF1\TP\V1\	V008TP11.pdf	pdf	波高與週期月報表
4	現場	臺北港	波浪	2000	7 月	點	1	7	287,042	2,786,156	表	GisF1\TP\V1\	V008TP17.pdf	pdf	波高與波向月報表
5	現場	臺北港	波浪	2000	8 月	點	1	1	287,042	2,786,156	表	GisF1\TP\V1\	V008TP11.pdf	pdf	波高與週期月報表
6	現場	臺北港	波浪	2000	8 月	點	1	7	287,042	2,786,156	表	GisF1\TP\V1\	V008TP17.pdf	pdf	波高與波向月報表
7	現場	臺北港	波浪	2000	9 月	點	1	1	287,042	2,786,156	表	GisF1\TP\V1\	V009TP11.pdf	pdf	波高與週期月報表
8	現場	臺北港	波浪	2000	9 月	點	1	7	287,042	2,786,156	表	GisF1\TP\V1\	V009TP17.pdf	pdf	波高與波向月報表
9	現場	臺北港	波浪	2000	10 月	點	1	1	287,042	2,786,156	表	GisF1\TP\V1\	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 9.1 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。

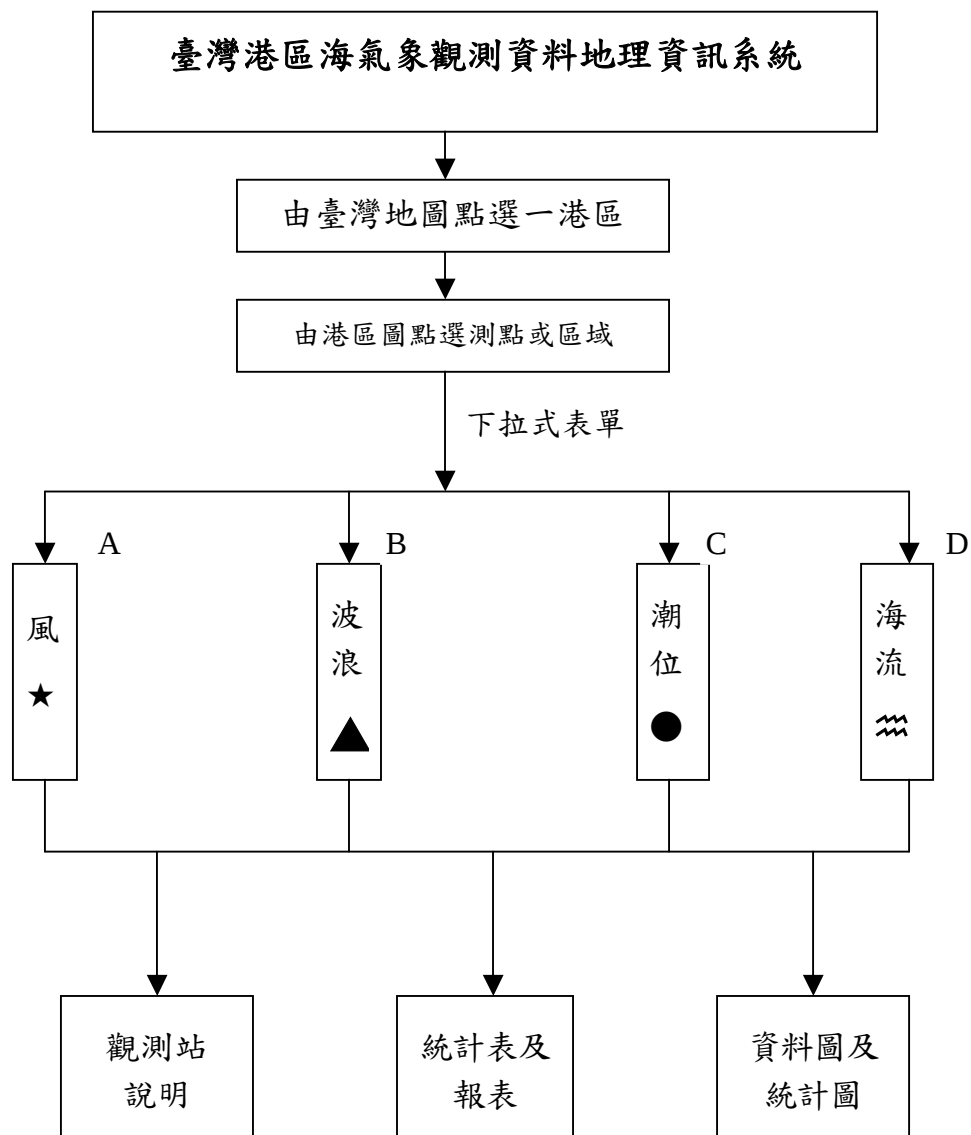


圖 9.1 臺灣港區海氣象觀測資料地理資訊系統流程圖

9.2 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)

9.3 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。

9.4 高雄港海氣象調查資料查詢展示

高雄港海氣象調查資料查詢展示系統操作程序如下所示：

1. 按照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3.3所示。

2. 將滑鼠遊標移至高雄港標示文字區內，按滑鼠左鍵，可叫出高雄港區基本地圖圖層，地圖以綠色標示陸面區域位置，以水藍色標示海面區域位置。此時可點選「海氣象現地調查」主功能項下之第一選單「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。高雄港區海氣象查詢表單下拉及潮位測站位置展示如圖9.2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9.3，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9.4，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9.5，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9.6為高雄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9.7為高雄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。

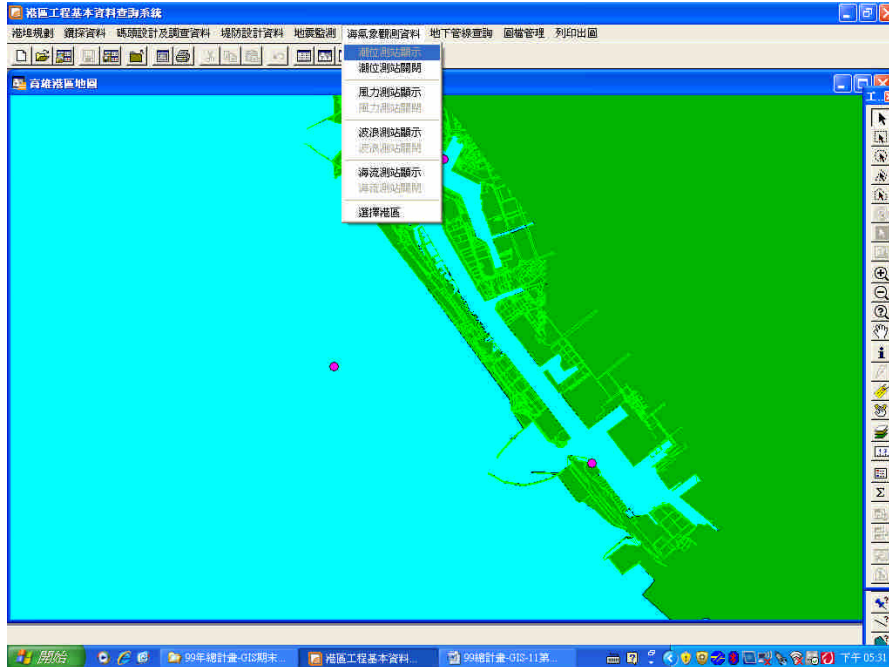


圖 9.2 高雄港區海氣象查詢表單及潮位測站位置展示圖

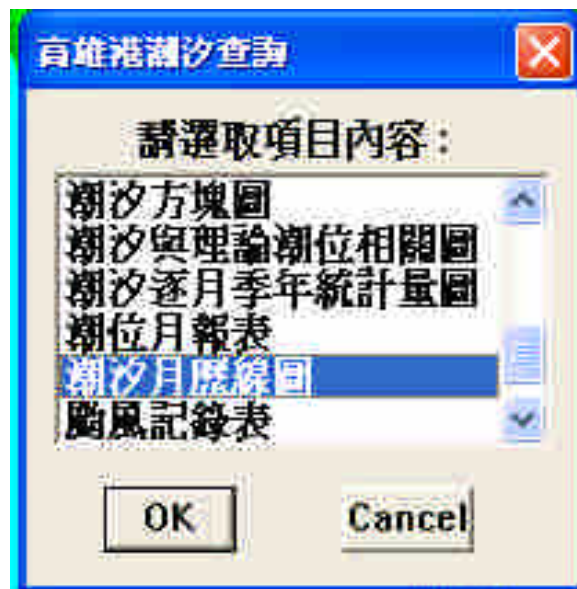


圖 9.3 高雄港潮位資料內容選取對話框



圖 9.4 高雄港潮位資料年份選取對話框



圖 9.5 高雄港潮位資料月季選取對話框

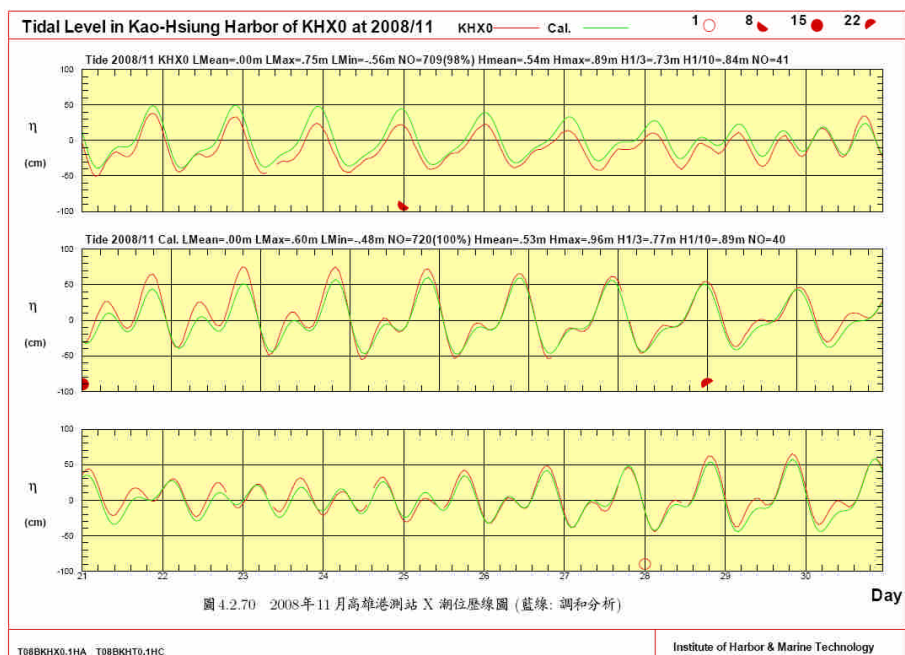


圖 9.6 高雄港潮位資料圖查詢結果之一

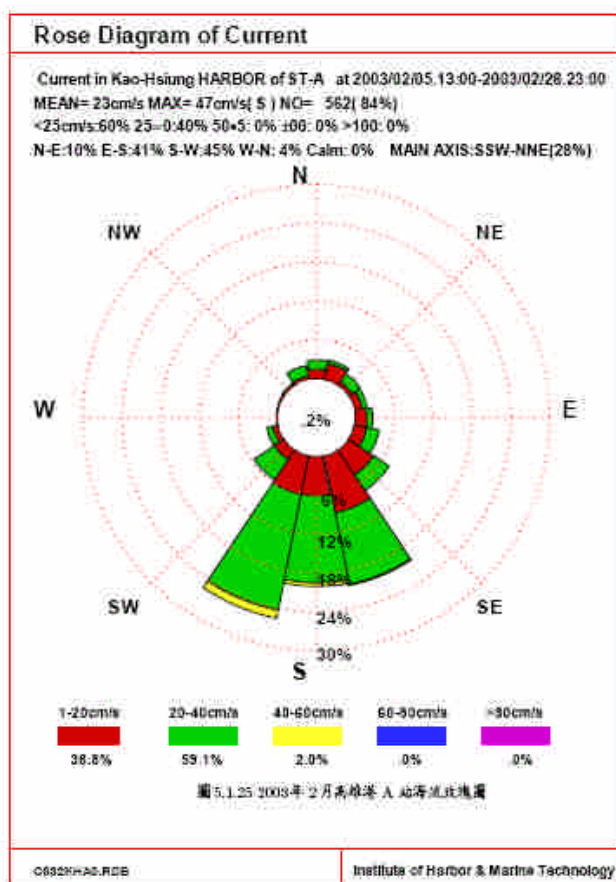


圖 9.7 高雄港海流資料圖查詢結果之一

第十章 棧橋式碼頭耐震功能性評估

所謂構造物之功能設計，簡單而言，即設計時不僅考慮構造物之安全，更考慮其所應具備之功能，其與目前設計法之不同在於設計時即應設定其在不同狀態時所應滿足的功能，同時在設計後應再去檢核其是否滿足所要求之功能；而與此相對應的現行設計法，如以港灣構造物之耐震設計法為例，構造物係依設計基準之震度所代表之地震，去檢討力之平衡，在能確保所要之安全率下決定構造物之尺寸，並未明確規定耐震功能目標，因此在超過設計震度之地震發生時，此構造物是否還具備原有之功能？以目前之設計法是無法回答的。

因我國港灣構造物設計基準尚未訂定相關功能性設計的相關規定與分析方法，故本章參考 ATC-40 所提出的耐震功能性評估法，來評估高雄港 120 號棧橋式碼頭之功能性。其中地震力部分，參考建築物耐震設計規範所提供之設計地震力，主要是以迴歸期 475 年的地震水準為功能目標，功能性等級則參考國際航海協會(PIANC)建議之分類，分為等級 I 可使用、等級 II 可修復、等級 III 接近崩塌破壞與等級 IV 崩塌破壞四個部分，來進行檢核評估。茲說明如下：

10.1 碼頭基本資料

碼頭基本資料包括碼頭結構形式、一般條件、自然條件、材料條件等基本設計資料。

1. 結構形式

本案例為斜樁棧橋式碼頭，碼頭標準斷面圖如圖 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，垂直鋼管樁尺寸為直徑 81.28 公分，厚 9.5 公分，長度分別為 3,000 公分及 3,200 公分，斜樁直徑 81.28 公分，厚 12 公分，鋼管樁長 3,600 公分。

M.W.L. EL.+0.75m

M.L.W.L. EL.+0.45m

地質： $\bar{N} = 11.5$

(3)超載

平時：4 (t/m²)

地震時：2 (t/m²)

(4)單位重

鋼筋混凝土 2.45 t/m²

(6)容許應力

混凝土

鋼筋混凝土 $f_c' \geq 210 \text{ kg/cm}^2$

純混凝土 $f_c' \geq 175 \text{ kg/cm}^2$

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 $f_a = 1,410 \text{ kg/cm}^2$

$f_a = 2,810 \text{ kg/cm}^2$

地震、颱風、船舶靠岸時上述容許值增加 1/3。

構造用鋼管樁

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

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

$1/r > 110 \quad \sigma_a = 7,200,000/(1/r)^2 \text{ kg/cm}^2$

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

剪應力	$\sigma_a = 800 \text{ kg/cm}^2$
彈性模數	$E_s = 2.14 \times 10^6$
斷面性質	$A(\text{垂直樁}) = 239.746 \text{ cm}^2$, $I(\text{垂直樁}) = 193409.39 \text{ cm}^4$, $Z(\text{垂直樁}) = 6130.55 \text{ cm}^3$ $A(\text{斜樁}) = 301.895 \text{ cm}^2$, $I(\text{斜樁}) = 242053 \text{ cm}^4$, $Z(\text{斜樁}) = 7695.94 \text{ cm}^3$

地震、颱風、船舶靠岸時，上項容許值增加 1/2。

10.2 耐震功能性評估

本節參考 ATC-40 的耐震評估法，利用結構分析軟體 SAP2000 建立碼頭模型，同時考慮碼頭與土壤的互制效應，進行推覆分析，參考建築物耐震設計規範求得迴歸期 475 年設計地震震區短週期與一秒週期設計水平譜加速度係數，以繪製結構物地震需求反應譜，將容量曲線及結構物地震需求反應譜轉成 ADRS 格式為容量震譜及需求震譜，並考慮結構物進入非線性後，所產生之等效阻尼，可折減地震需求震譜，反覆迭代後可求得碼頭在不同地震需求下之功能績效點，並探討碼頭是否滿足使用需求，其評估流程圖如圖 10.2 所示，說明如下。

1. 建立模型

依據碼頭斷面圖及相關基本資料，建立分析模型如圖 10.3 所示，土壤彈簧(Link)參數設定如圖 10.4 所示，塑性鉸(Hinge)之性質設定因本研究案例為鋼管樁，故引用 SAP2000 之預設塑鉸，其中直樁採用 M3 塑鉸，如圖 10.5 所示，斜樁採用 P 塑鉸，如圖 10.6 所示，樁塑性鉸(Hinge)位置設定如圖 10.7 所示。

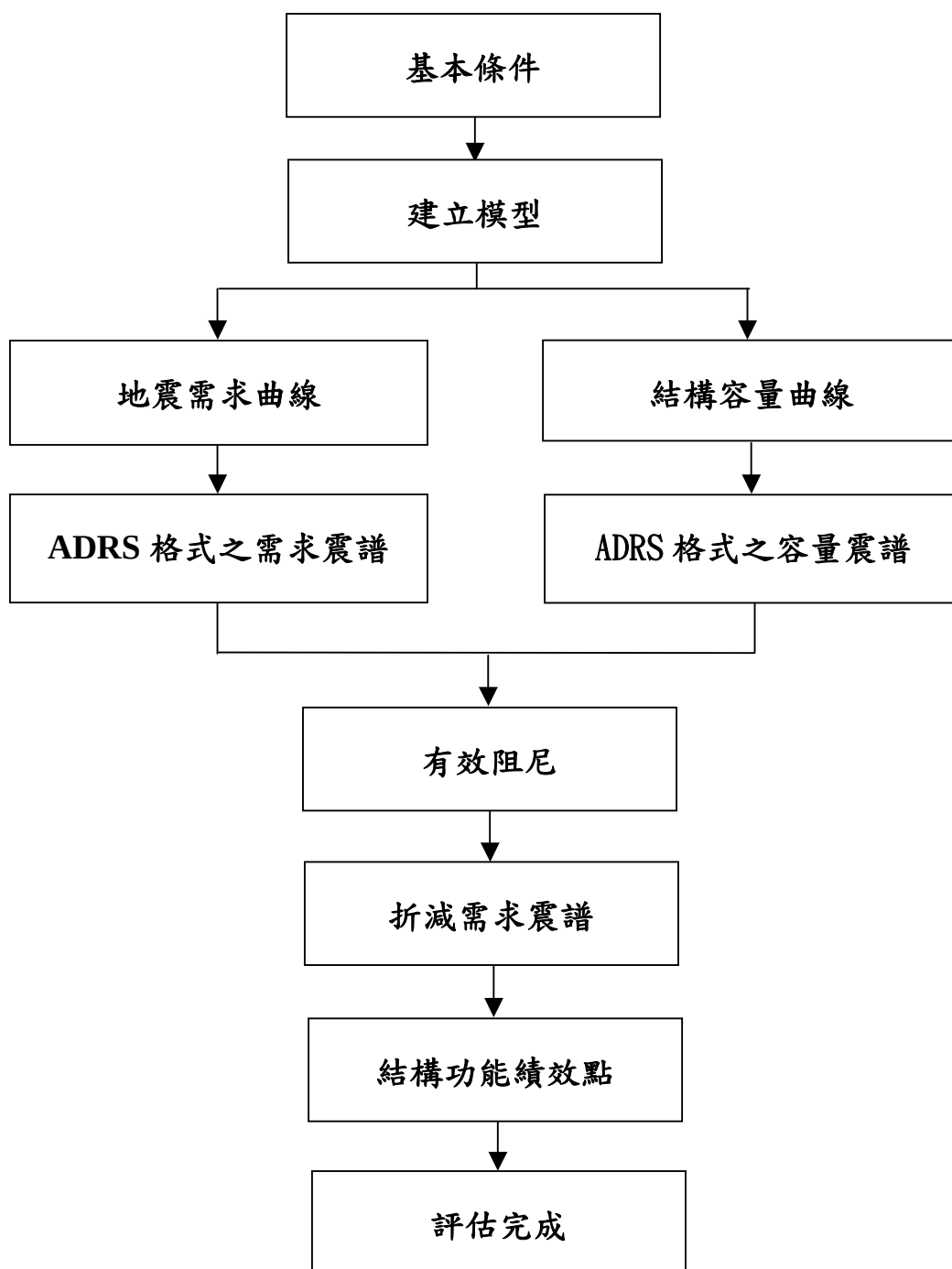


圖 10.2 棧橋式碼頭耐震功能性評估流程圖

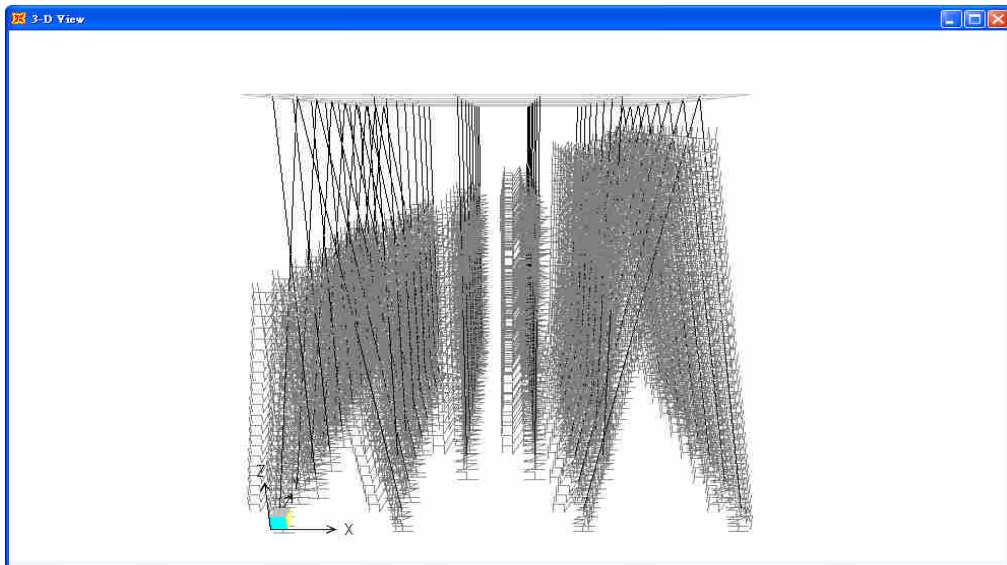


圖 10.3 棧橋式碼頭之 SAP2000 分析模型

Link/Support Directional Properties

Edit

Identification

Property Name: H40-6

Direction: U2 (X方向)

Type: MultiLinear Elastic

NonLinear: Yes

Properties Used For Linear Analysis Cases

Effective Stiffness: 1243.238

Effective Damping: 2.040E-03

Shear Deformation Location

Distance from EndJ: 0.

Multi-Linear Force-Deformation Definition

	Displ	Force
1	-0.1	-30.9778
2	-0.0305	-30.9778
3	-0.01	-12.4324
4	0.	0.
5	0.01	12.4324

Order Rows Delete Row Add Row 8

OK Cancel

圖 10.4 土壤彈簧(Link)X 方向之示意圖

Frame Hinge Property Data for M3 - Moment M3

Edit

Displacement Control Parameters

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0.2	-8
D-	-0.2	-6
C-	-1.25	-6
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1.25	6
D	0.2	6
E	0.2	8

☒ Symmetric

Load Carrying Capacity Beyond Point E

☒ Drops To Zero
☐ Is Extrapolated

Scaling for Moment and Rotation

Positive Negative

☒ Use Yield Moment Moment SF

☒ Use Yield Rotation (Steel Objects Only) Rotation SF

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

Positive Negative

☐ Immediate Occupancy

☐ Life Safety

☐ Collapse Prevention

☐ Show Acceptance Criteria on Plot

Type

☒ Moment - Rotation
☐ Moment - Curvature
Hinge Length
☐ Relative Length

Hysteresis Type and Parameters

Hysteresis Type

No Parameters Are Required For This Hysteresis Type

OK Cancel

圖 10.5 直樁塑性鉸(Hinge)性質設定示意圖

Frame Hinge Property Data for P - Axial P

Edit

Displacement Control Parameters

Point	Force/SF	Disp/SF
E-	-0.2	-8
D-	-0.2	-6
C-	-1	-6
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1	6
D	0.2	6
E	0.2	8

☒ Symmetric

Load Carrying Capacity Beyond Point E

☒ Drops To Zero
☐ Is Extrapolated

Scaling for Force and Disp

Positive Negative

☒ Use Yield Force Force SF

☒ Use Yield Disp (Steel Objects Only) Disp SF

Acceptance Criteria (Plastic Disp/SF)

Positive Negative

☐ Immediate Occupancy

☐ Life Safety

☐ Collapse Prevention

☐ Show Acceptance Criteria on Plot

Type

☒ Force - Displacement
☐ Stress - Strain
Hinge Length
☐ Relative Length

Hysteresis Type and Parameters

Hysteresis Type

No Parameters Are Required For This Hysteresis Type

OK Cancel

圖 10.6 斜樁塑性鉸(Hinge)性質設定示意圖

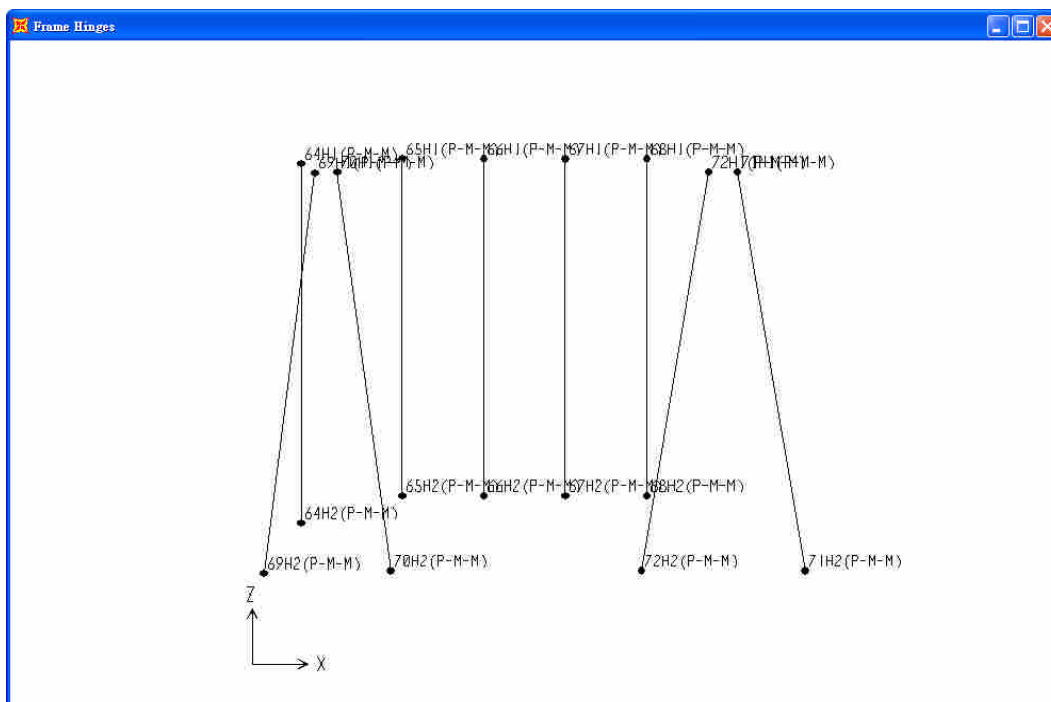


圖 10.7 鋼管樁塑性鉸(Hinge)位置設定示意圖

2. 碼頭容量震譜

本案例使用 SAP 2000 結構分析軟體進行非線性推覆分析 (Pushover Analysis)，若分析中已含動力模態分析如圖 10.8 所示，可選擇第一振態或第二震態來進行推覆分析，本案例分析以 X 方向(陸側方向)進行推覆如圖 10.9 所示，再經由 ADRS 格式轉換後，可得碼頭在 X 方向(陸側方向)地震力作用下之容量曲線如圖 10.10 所示。

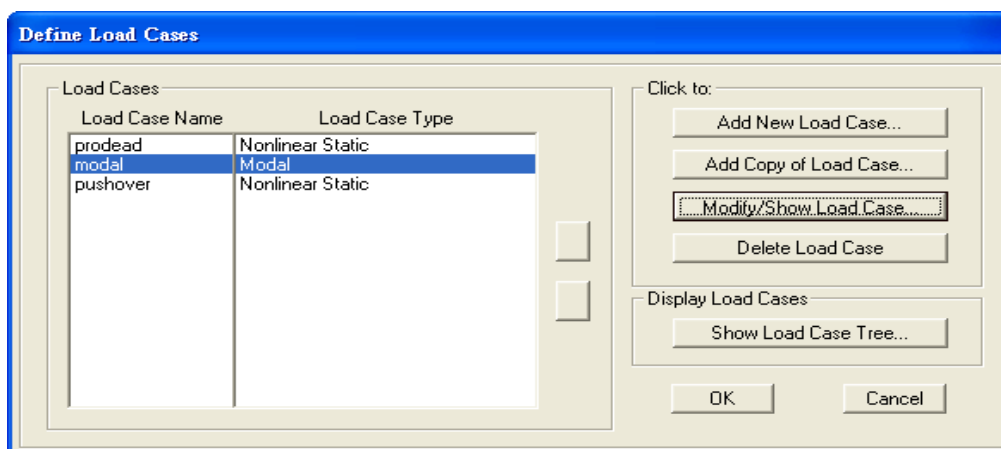


圖 10.8 動力模態分析

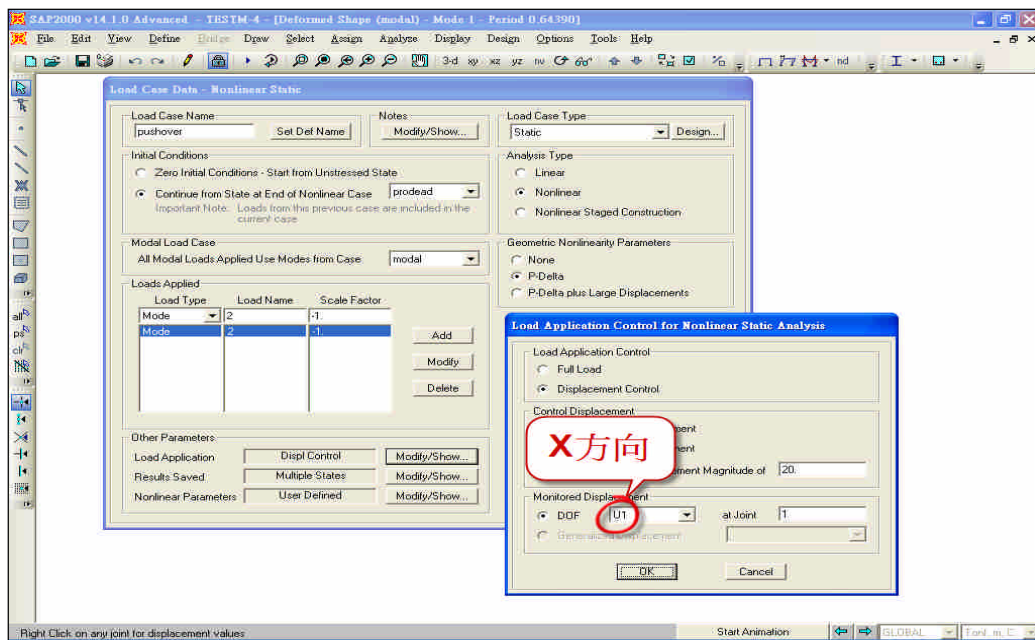


圖 10.9 X 方向(陸側方向)進行推覆

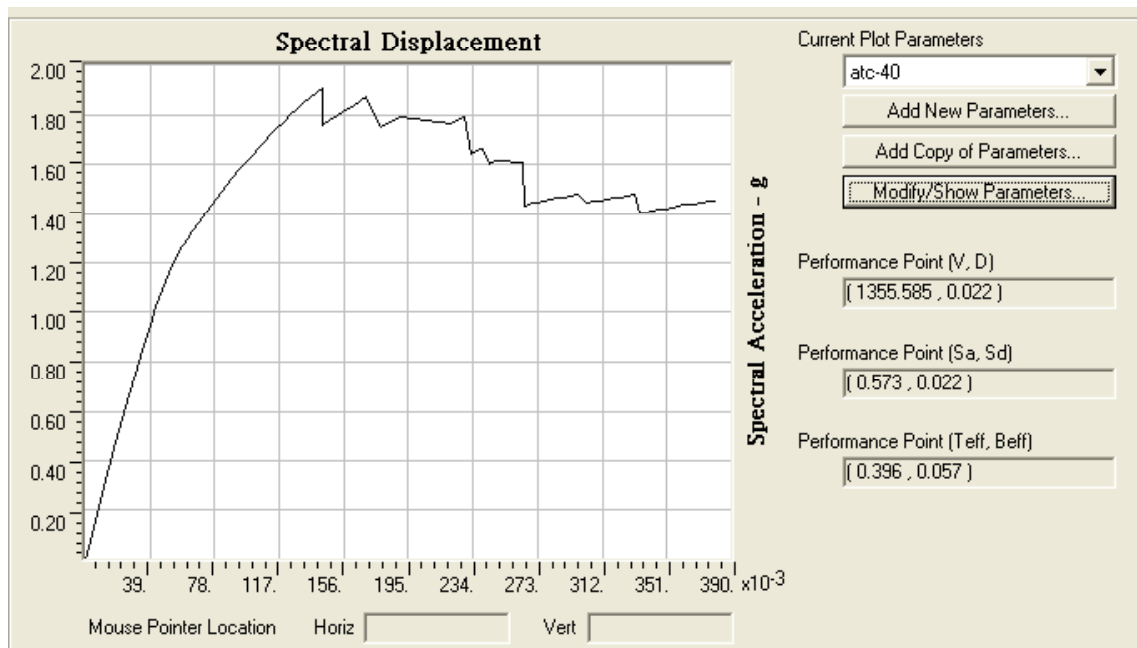


圖 10.10 經由 ADRS 格式轉換後之碼頭的容量震譜

3. 建立工址地震需求震譜

本研究參考建築物耐震設計規範之臺灣地區震區短週期與一秒週期之設計水平譜加速度係數 S_S^D 與 S_1^D ，因本案例工址位於高雄市旗津區，查得 $S_S^D = 0.5$ 以及 $S_1^D = 0.35$ ，考慮震區工址之地盤效應，依其工址之平均 SPT $N=11.5$ ，由建築物耐震設計規範之地盤分類表屬第三類地盤（軟弱地盤），並查得短週期結構之工址放大係數 $F_a = 1.2$ 以及長週期結構之工址放大係數 $F_v = 1.7$ ，依下式計算 S_{DS} 與 S_{D1} ，

$$S_{DS} = F_a \cdot S_S^D = 1.2 \times 0.5 = 0.6$$

$$S_{D1} = F_v \cdot S_1^D = 1.7 \times 0.35 = 0.595$$

於近斷層效應中本案例工址位於高雄市旗津區，查建築物耐震設計規範並無近斷層效應影響，所以不考慮近斷層效應，直接利用 S_{DS} 與 S_{D1} 依下式計算短週期與中、長週期的分界點 T_0^D ，

$$T_0^D = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = \frac{0.595}{0.6} = 0.9917$$

由 S_{DS} 、 S_{D1} 以及 T_0^D 可求得迴歸期為 475 年地震水準之彈性設計反應譜，再經由式 (10-1) 轉換成 ADRS 格式可得迴歸期 475 年地震水準之地震需求震譜，如圖 10.11 所示。

$$S_d = \left(\frac{T^2}{4\pi^2} \right) \cdot S_a \dots\dots\dots(10-1)$$

T = 週期(cycle)

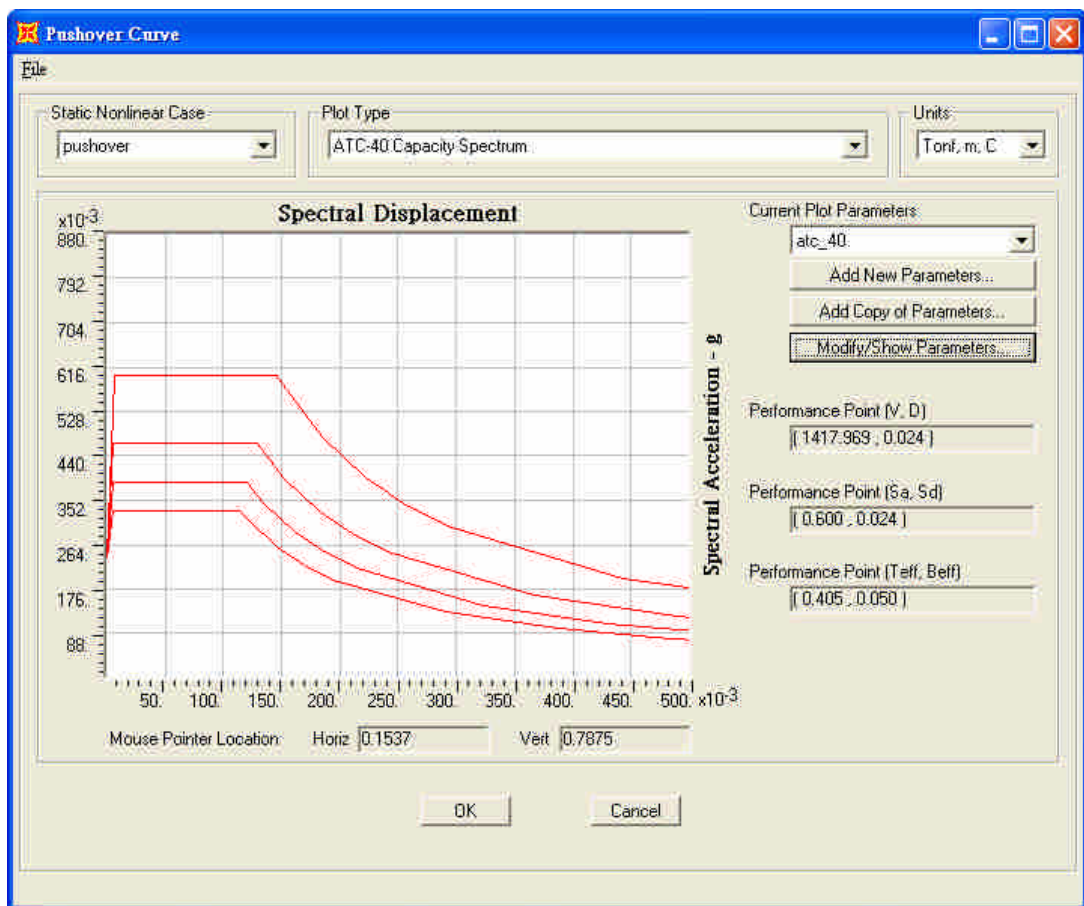


圖 10.11 迴歸期 475 年地震水準之地震需求震譜

4. 功能績效點

將容量曲線及彈性反應譜繪製於 ADRS 格式，並考慮碼頭進入非線性後所產生的等效阻尼，可折減彈性反應譜，反覆迭代後，可求得迴歸期 475 年地震水準所對應的結構耐震功能績效點，如表 10-1 及圖 10.12 所示。

表 10-1 結構耐震功能績效點

迴歸期	S_a	S_d	T_{eff}	β_{eff}
475 年	0.573	0.022	0.396	0.057

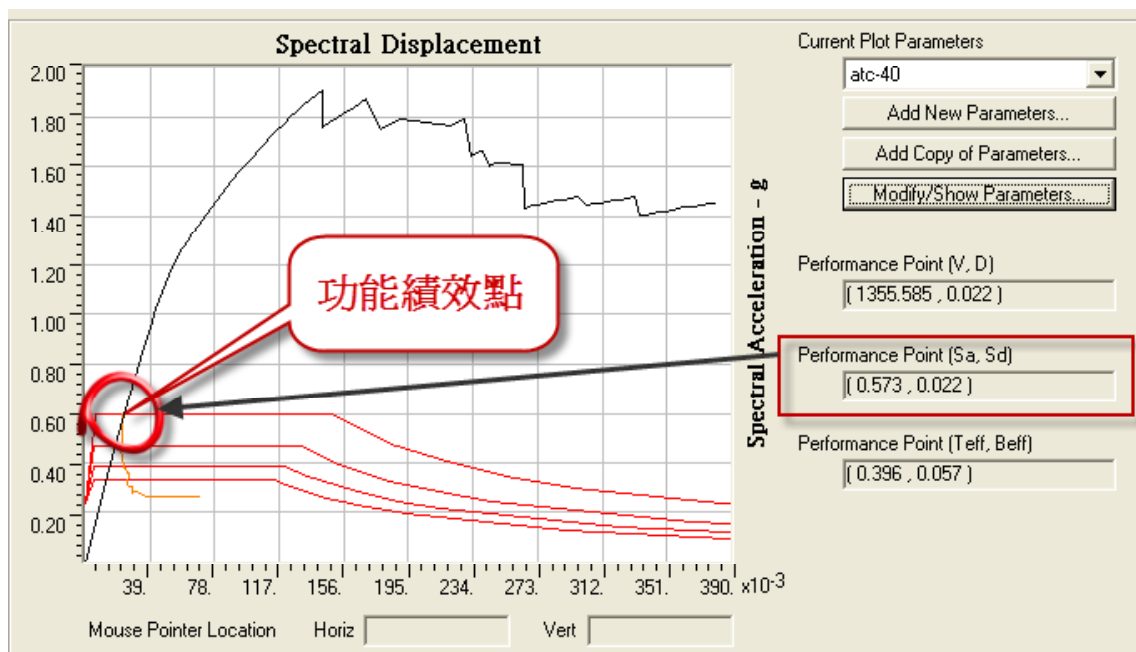


圖 10.12 迴歸期 475 年地震水準結構耐震功能績效點

本案例使用 SAP 2000 結構分析軟體進行推覆分析(Pushover)，其分析結果可得高雄港 120 號碼頭之容量曲線，如圖 10.10 所示，再依建築物耐震設計規範查得高雄市旗津區長短週期水平譜加速度係數，考慮地盤效應及近斷層效應，建立高雄市旗津區之迴歸期 475 年地震水準彈性設計反應譜，將容量曲線及彈性設計反應譜轉成 ADRS 格式，當結構進入非線性狀態則會產生有效阻尼，計算其有效阻尼 $\beta_{\text{eff}} = 5.7\%$ ，折減其彈性需求震譜，並分析可得迴歸期 475 年地震水準結構耐震功能績效點 $S_d = 0.022\text{m}$ 以及 $S_a = 0.573\text{g}$ 。

經由評估結果可知，塑性鉸皆由短樁開始產生，如圖 10.13 所示。

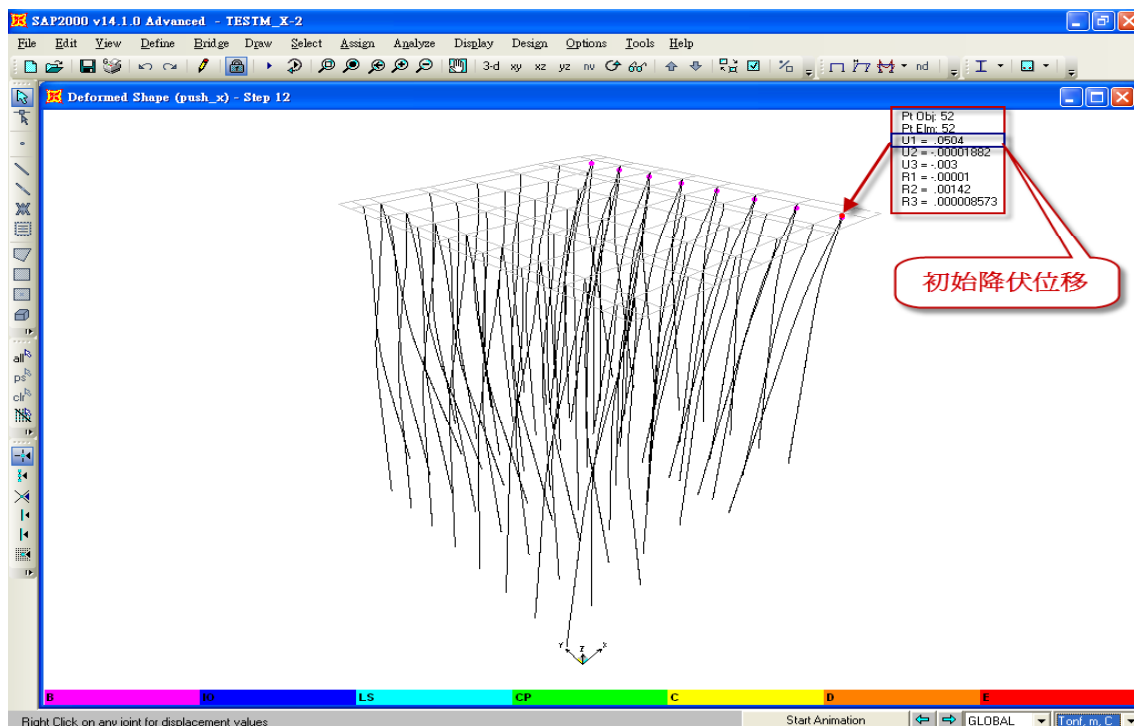


圖 10.13 棧橋式碼頭地震作用下初始降伏之塑鉸分佈

10.3 小結

本研究採用 ATC-40 耐震評估法評估高雄港 120 號棧橋式碼頭結果，在迴歸期為 475 年地震力作用下，其結構耐震性能績效點為 $S_d = 0.022\text{m}$ 以及 $S_a = 0.573\text{g}$ ，也就是當本案例之結構物受迴歸期 475 年之地震力，作用於結構物之加速度為 0.573g 並產生 0.022 公尺的位移，依 PIANC 棧橋式碼頭功能性等級(定量)對損壞程度的界定範圍，檢核其功能目標，依據圖 10.12 研判，可知本案例之功能績效點位於圖 10.14 中的保持彈性範圍，所以其損壞等級為等級一，依 PIANC 棧橋式碼頭基樁損壞等級之界定，本案例已經達到功能目標等級 S 之目標。

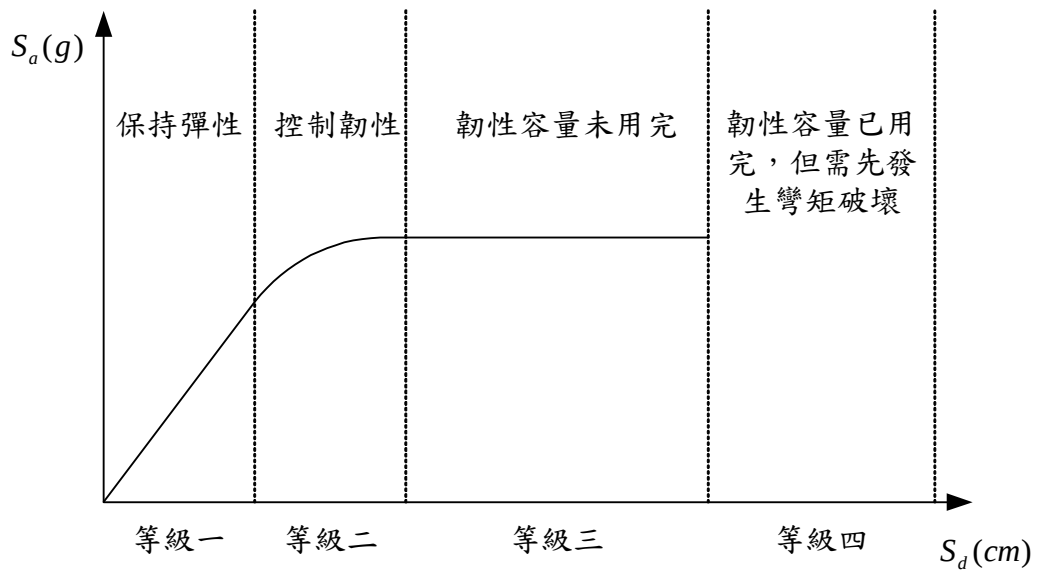


圖 10.14 棧橋式碼頭基樁損壞等級之界定

因本案例為耐震能力評估，由圖 10.13 所示其塑鉸皆發生於基樁位置，且由短樁先發生塑鉸，所以棧橋式碼頭之地震力破壞由基樁所控制，上部結構在地震力作用下則不會產生較大的破壞。

第十一章 板樁式碼頭之耐震能力評估

本章將針對高雄港 #78 板樁式碼頭受到地震力作用下，以部頒之碼頭設計基準，對碼頭結構之耐震能力做評估，評估的項目與流程如圖 11.1 所示，相關說明如下：

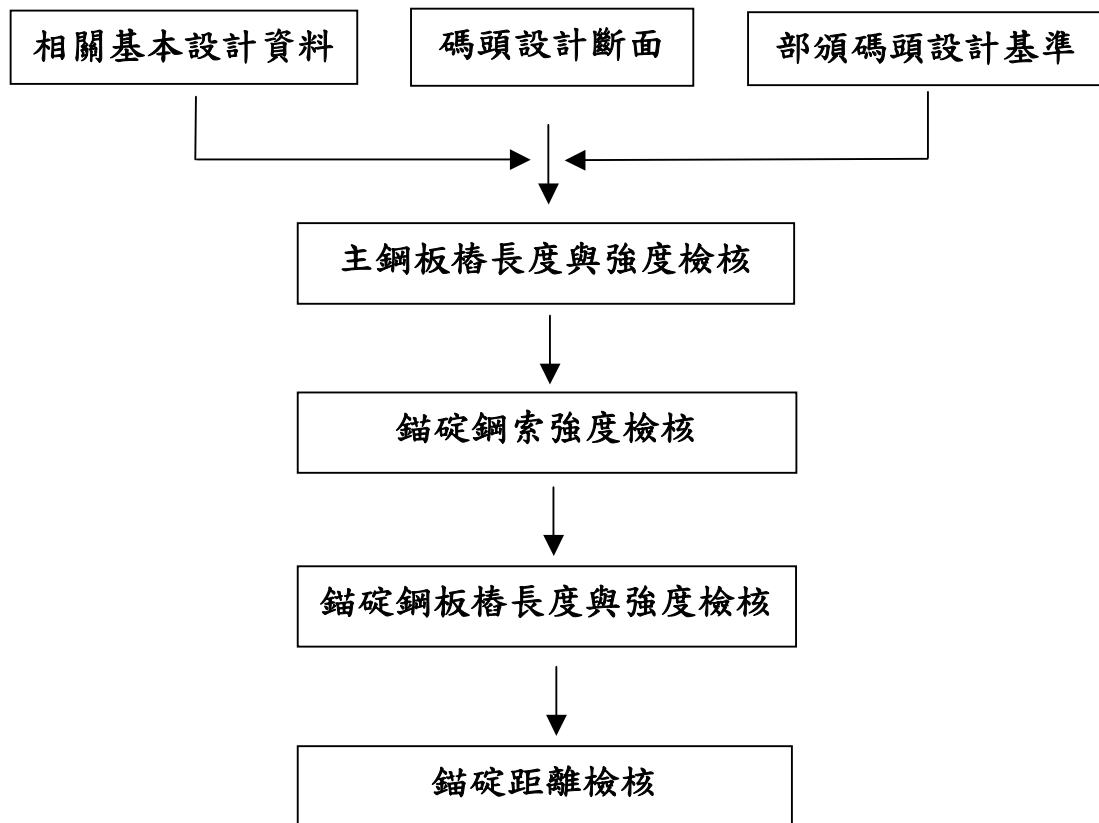


圖 11.1 板樁式碼頭耐震能力評估流程圖

11.1 板樁受力機制

本節首先針對板樁式碼頭構造物之受力機制，分背填土壤未液化、部分液化及全部液化三種情形來作說明。

1. 背填土壤未液化

典型錨碇鋼板樁斷面圖如圖 11.2 所示，板樁受力示意圖如圖 11.3 所示，由圖中可瞭解板樁承受動主動土壓力、動被動土壓力、殘留水壓力、動水壓力及錨碇力。若不考慮土層滑動、錨碇有無失效及構材的容許強度，該受力機制的板樁穩定條件為錨碇力與動被動土壓力之合力要大於動主動土壓力、殘留水壓力與動水壓力組成的合力，相關穩定性檢核請參閱 11.3 節之說明。

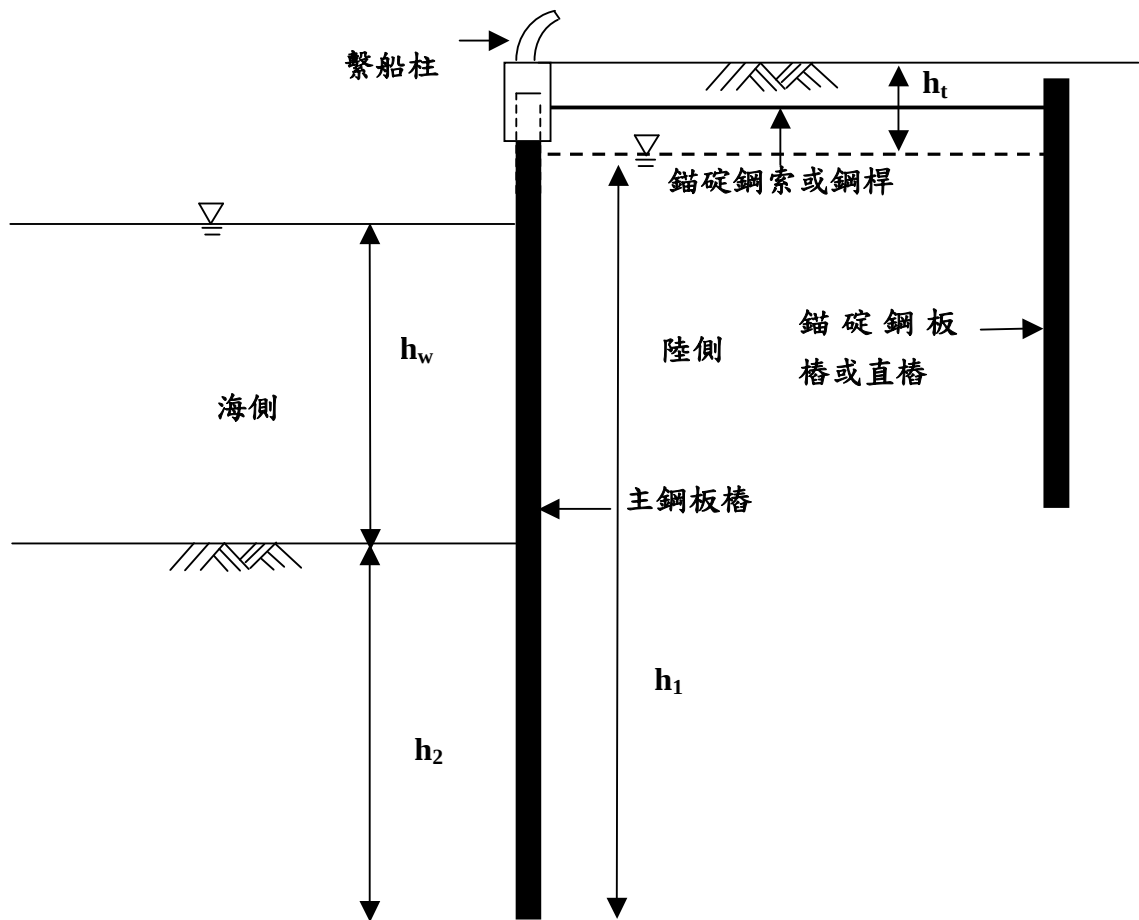


圖 11.2 錨碇鋼板樁碼頭斷面示意圖

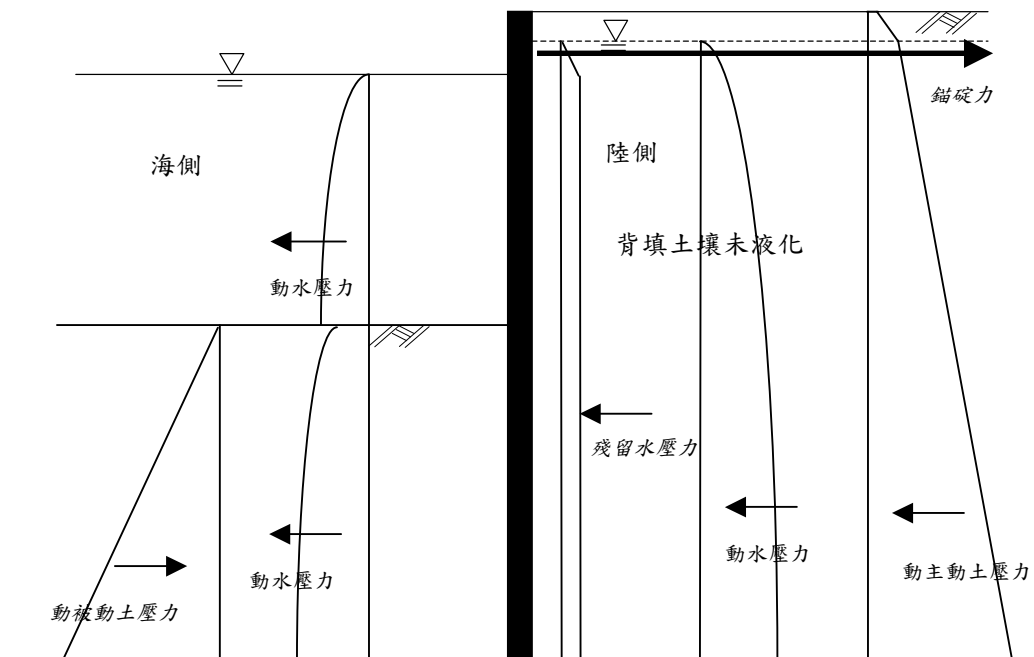


圖 11.3 背填土壤未液化板樁式碼頭受力示意圖

2. 背填土壤部分液化

板樁受力示意圖如圖 11.4 所示，由圖中可瞭解板樁承受動主動土壓力、動被動土壓力、殘留水壓力、動水壓力及錨碇力，另外加上液化土壤產生的側壓力，包括動流體壓力及超額孔隙水壓力（請參閱本小節之沉箱式碼頭之說明）。若不考慮土層滑動、錨碇有無失效及構材的容許強度，該受力機制的板樁穩定條件為錨碇力與動被動土壓力之合力要大於動主動土壓力、殘留水壓力、動水壓力與陸側液化土層之動流體壓力及超額孔隙水壓力所組成的合力，相關穩定性檢核請參閱 11.4 節之說明。

3. 所有土層液化

板樁受力示意圖如圖 11.5 所示，由圖中可瞭解板樁承受殘留水壓力、動水壓力及錨碇力，另外加上液化土壤產生的側壓力，

包括動流體壓力及超額孔隙水壓力。若不考慮土層滑動、錨碇有無失效及構材的容許強度，該受力機制的板樁穩定條件為錨碇力與海側土層液化所產生的超額孔隙水壓力之合力要大於殘留水壓力、動水壓力與陸側液化土層之動流體壓力及超額孔隙水壓力所組成的合力。但原則上此種受力情況，板樁結構早已因錨碇土層的液化造成錨碇失效而破壞，或錨碇鋼索（桿）因承受過大的拉力超過材料容許應力而破壞，即使上述錨碇失效的狀況不發生，海側的土層液化所產生的超額孔隙水壓力對錨碇鋼索（桿）所產生的力矩也無法抵抗圖 11.5 所示的其他所有水平力對錨碇鋼索（桿）所產生的力矩，所以此情況基本上結構是不可能穩定的。

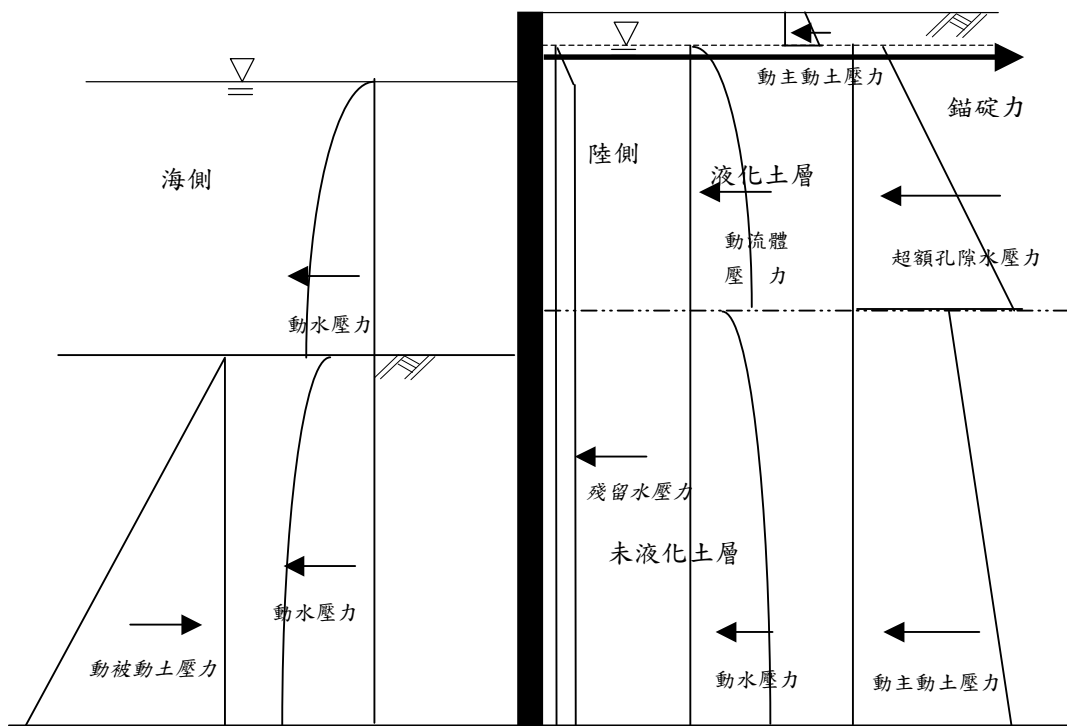


圖 11.4 背填土壤部份液化板樁式碼頭受力示意圖

表 11-2 高耐索規格表

項目 \ 編號	F100T	F130T	F160T	F200T
組成	7×11.1 ϕ	7×12.7 ϕ	7×15.2 ϕ	19×9.5 ϕ
公稱直徑(鋼絞線徑) (mm)	33.30	38.10	45.60	47.50
斷面積 (mm ³)	519.30	691.00	970.90	1042.0
鋼絞線單位長度重量(kg/m)	4.09	5.45	7.75	8.77
單位長度重量 (kg/m) (包括包覆料)	4.92	6.54	9.82	10.47
最小破壞拉力強度 (kg)	95000	126000	155600	190500
最小降伏點拉力(kg)	83300	110400	136800	166900
* 平時安全拉力(t)	25.00	33.16	40.95	50.13
* 地震時安全拉力(t)	38.00	50.40	62.24	76.20
索徑(mm)	43.3	48.1	61.6	63.5

資料來源：港務局

表 11-3 碼頭陸上區土壤參數

深度(M)	厚度(M)	r_t (T/M ³)	C (T/M ²)	ϕ (deg.)
1.71	1.71	1.9	0	30
5.1	3.39	1.0	0	30
7.6	2.5	1.0	0	30
17.6	10	1.0	0.5	35
29.1	11.5	1.0	0.5	35

資料來源：港務局及本研究整理

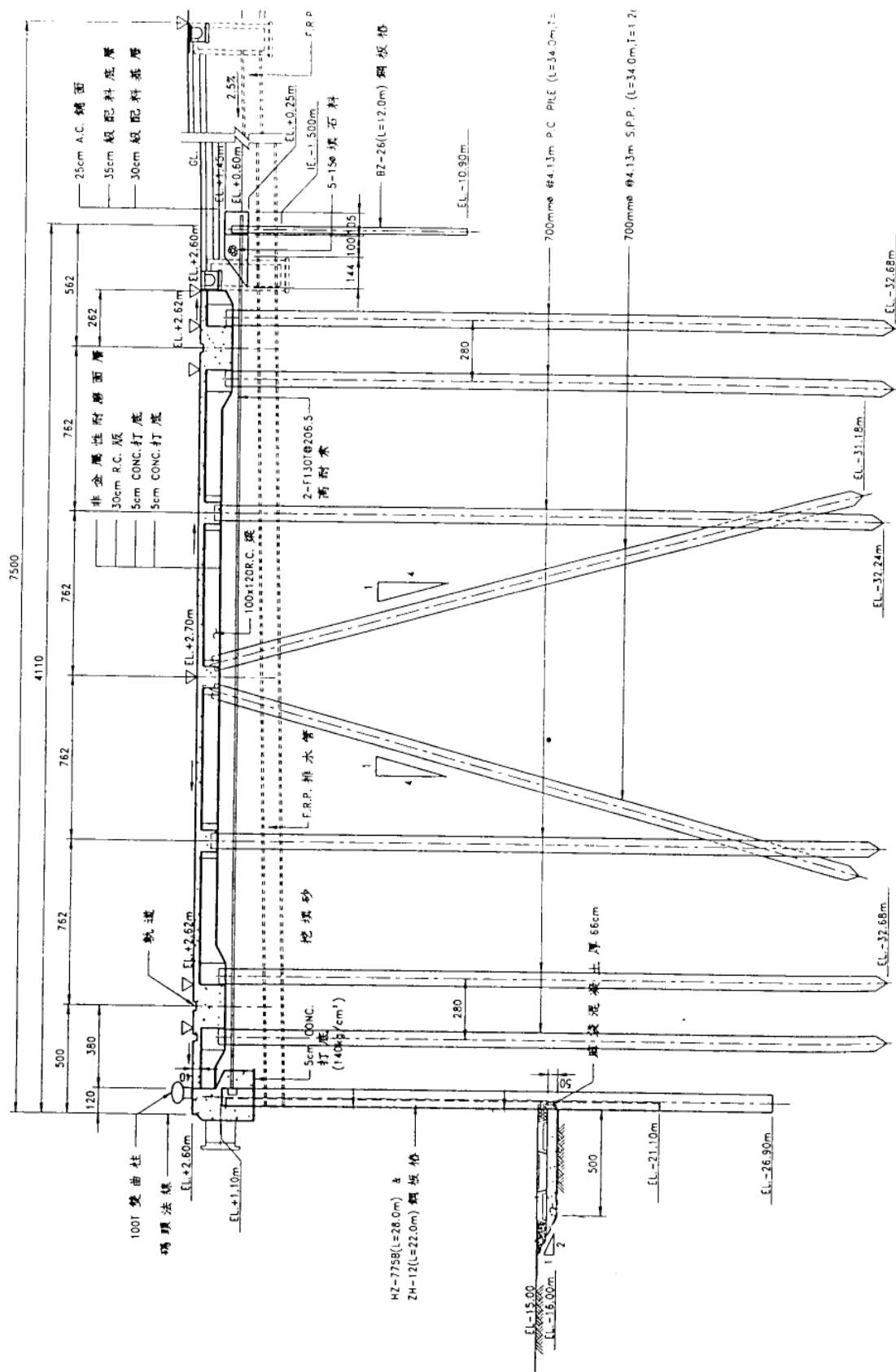


圖 11.6 碼頭現況斷面示意圖

資料來源：港務局

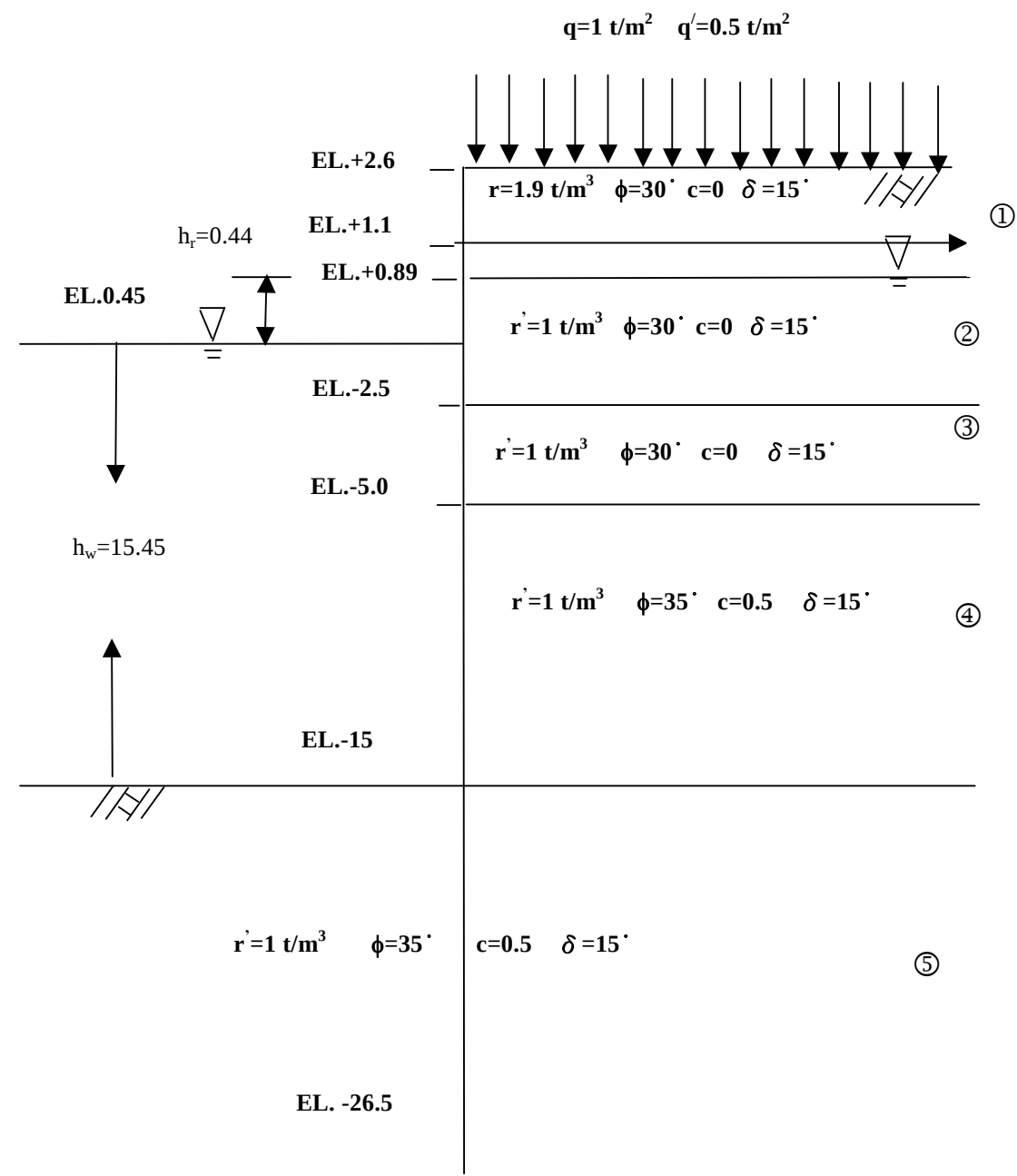


圖 11.7 碼頭各土層土壤參數示意圖

資料來源：本研究整理

11.3 未考慮背填土壤發生液化

本小節針對板樁式碼頭地震力作用下未考慮背填土壤是否發生液化，以圖 11.7 所示的各土層參數，配合部頒碼頭設計基準，依據圖 11.1 之評估流程評估結果，碼頭之耐震能力為承受水平震度 $K_h=0.16$ 之地震力。相關檢核過程說明如下：

1. 主鋼板樁檢核

計算各土層地震力作用下之主動土壓力(P_{AE} 如 11-1 式所示)及被動土壓力(P_{PE} 如 11-2 式所示)，其中各土層主動土壓力係數(k_a)及被動土壓力係數(k_p)，計算結果如表 11-4 所示。

$$P_{AE} = k_a \left(\sum \gamma_i' h_i + w \right) \cos \psi \dots\dots\dots (11-1)$$

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi - \psi - \theta)}{\cos \theta \cos^2 \psi \cos(\delta + \psi + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \theta)}{\cos(\delta + \psi + \theta) \cos \psi}} \right]^2}$$

式中，

P_{AE} ：土層之動態主動土壓 (t/m^2)。

k_a ：土層動態主動土壓係數。

ϕ ：土層土壤內摩擦角 (度)。

γ' ：土層土壤有效單位體積重量 (t/m^3)，在殘留水位以上為單位體積重量 γ ，約為 $1.8t/m^3$ ，在殘留水位以下為 $(\gamma_{sat} - \gamma_w)$ ，約為 $1t/m^3$ 。

h ：土層厚度 (m)。

Ψ ：壁面與垂直面所成之角度 (度)。

δ ：壁面與土壤間之摩擦角（度），主動土壓代正，被動土壓代負。

w' ：上方載重（ t/m^2 ）。

θ ：地震合成角，殘留水位上， $\theta = \tan^{-1}(K)$ ；殘留水位下， $\theta = \tan^{-1}(K')$ 。

K ：為震度， $K = Kh/(1 - Kv)$ 。

K' ：換算之水中震度 $K' = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - 1} K$ ， γ_{sat} 為土壤之飽和單位重。

$$P_{PE} = k_p \left(\sum \gamma_i' h_i + w \right) \cos \psi \dots\dots\dots(11-2)$$

$$k_p = \frac{\cos^2(\phi + \psi - \theta)}{\cos \theta \cos^2 \psi \cos(\delta + \psi - \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi - \theta)}{\cos(\delta + \psi - \theta) \cos \psi}} \right]^2}$$

式中，

δ ：壁面與土壤間之摩擦角（度），主動土壓代正，被動土壓代負。

表 11-4 各土層地震主動土壓力係數（ k_a ）及被動土壓力係數（ k_p ）

土層	q_i'	r_i'	ϕ_i	c_i	δ_i	K_{hi}	θ_i （徑度）	H_i （土層厚度）	ka_i	kp_i
1	0.5	1.9	30°	0.5	15°	0.16	0.1587	1.71	0.416	-
2	0.5	1	30°	0.5	15°	0.32	0.3097	3.39	0.589	-
3	0.5	1	30°	1	15°	0.32	0.3097	2.5	0.589	-
4	0.5	1	35°	1	15°	0.32	0.3097	10	0.493	-
5	0.5	1	35°	1	15°	0.32	0.3097	11.5	0.493	4.931

(1)入土長度檢核

依基準規定，板樁入土長度須滿足下式

$$S.F. \leq \frac{M_p}{M_a} \dots\dots\dots (11-3)$$

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

以 Excel 試算軟體檢核，在地表加速度 $K_h=0.16$ 的狀況下，各土層土壓力如表 11-5 及圖 11.8 所示、各土層對錨碇拉桿之力矩如表 11-6 所示，驗證結果安全係數為 1.94，如 11-4 式所示，大於規範要求之 1.2，故板樁入土長度足夠。

表 11-5 各土層土壓力計算表($K_h=0.16$)

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}	0.201			1.71	P_{a1}	1.46 (t)		
P_{a12}	1.507							
P_{a21}	2.135			3.39	P_{a2}	10.51 (t)		
P_{a22}	4.065							
P_{a31}	4.065			2.5	P_{a3}	11.94 (t)		
P_{a32}	5.489							
P_{a41}	3.914			10	P_{a4}	62.96 (t)		
P_{a42}	8.678							
P_{a51}	8.678	P_{p11}	2.145	11.5	P_{a5}	131.30 (t)	P_{p1}	339.613 (t)
P_{a52}	14.157	P_{p12}	56.918					

表 11-6 各土層對錨碇拉桿力矩計算表($K_h=0.16$)

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)
1.46	0.43	0.62			
10.51	2.08	21.87			
11.94	4.91	58.66			
62.96	11.73	738.54			
131.30	22.31	2929.26	339.61	23.63	8024.19

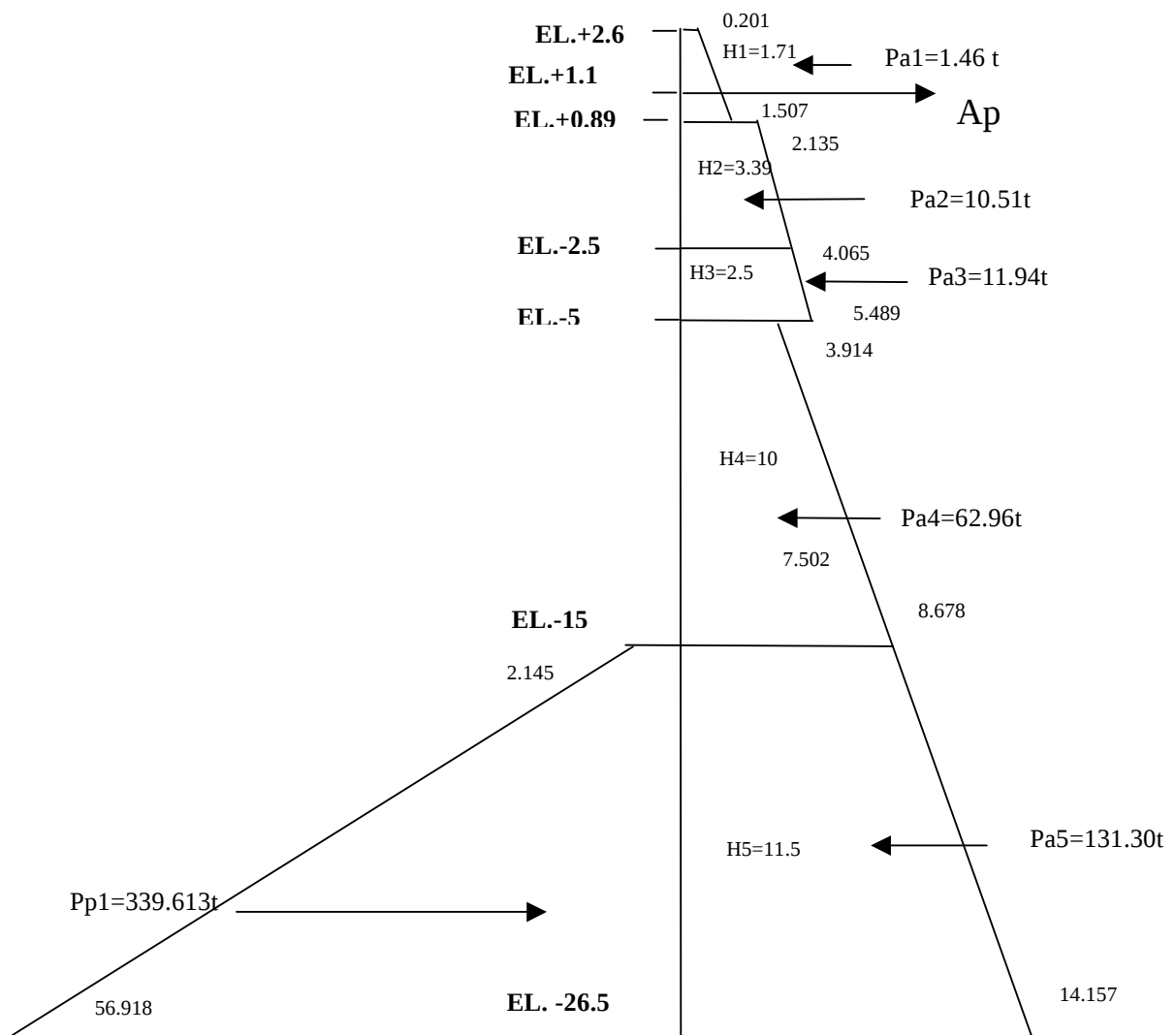


圖 11.8 板樁土壓示意圖($K_h=0.16$)

殘留水壓對拉桿之力矩 (Rwm)

$$\begin{aligned}
 Rwm &= 0.5 * r_w * h_r * h_r * (h_r * 2/3 + 1.1 - 0.89) + r_w * h_r * (h_w + H_5) \\
 &\quad * ((h_w + H_5) / 2 + 1.1 - 0.45) \\
 &= 167.54 \text{ t-m}
 \end{aligned}$$

動水壓對拉桿之力矩 (Dwm)

$$\begin{aligned}
 Dwm &= 7/12 * K_{h1} * r_w * h_w^2 * (3/5 * h_w + 1.1 - 0.45) \\
 &= 7/12 * 0.16 * 1 * 15.45^2 * (3/5 * 15.45 + 1.1 - 0.45) \\
 &= 221.01 \text{ t-m}
 \end{aligned}$$

$$S.F. = \frac{M_{p1}}{M_{a2} + M_{a3} + M_{a4} + M_{a5} + Rwm + Dwm - M_{a1}} = 1.94 \dots\dots\dots (11-4)$$

(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 11.9 所示，來計算錨碇力 (Ap)，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 99 噸，小於容許最大拉力 100.8 噸。最大彎矩發生在距板樁頂點 10.7 公尺處的彎矩 241.25 噸-公尺，小於容許最大彎矩 $0.6 * f_y * z * 1.3 = 241.77$ 噸-公尺。

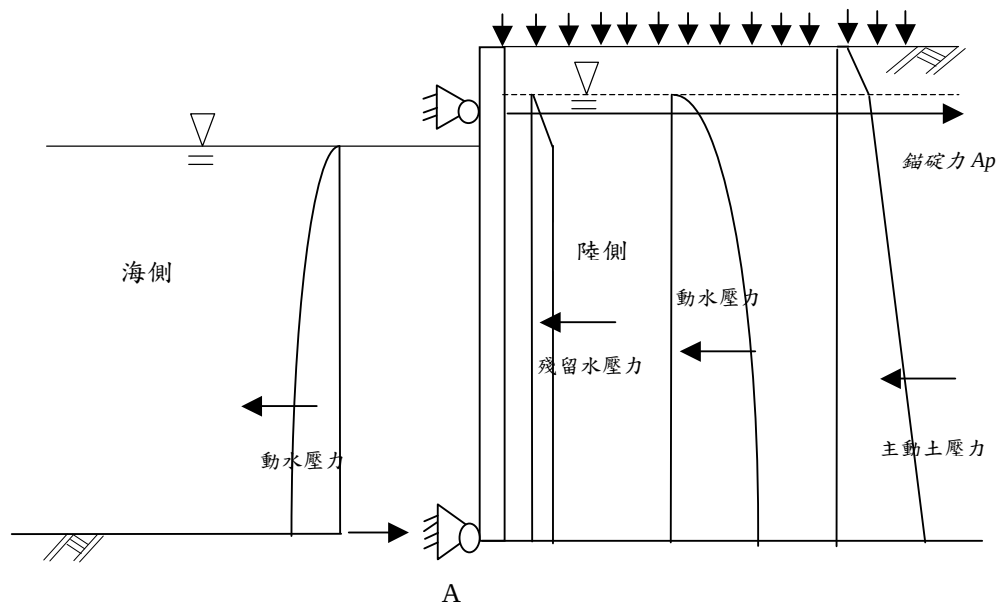


圖 11.9 板樁最大彎矩計算示意圖

背填主動土壓力對 A 鉸點之力矩(Pam)

$$\begin{aligned}
 P_{am} &= P_{a1} * (((2 * P_{a11} + P_{a12}) / (P_{a11} + P_{a12})) * H_1 / 3 + H_2 + H_3 + H_4) + \\
 &\quad P_{a2} * (((2 * P_{a21} + P_{a22}) / (P_{a21} + P_{a22})) * H_2 / 3 + H_3 + H_4) + \\
 &\quad P_{a3} * (((2 * P_{a31} + P_{a32}) / (P_{a31} + P_{a32})) * H_3 / 3 + H_4) + \\
 &\quad P_{a4} * ((2 * P_{a41} + P_{a42}) / (P_{a41} + P_{a42})) * H_4 / 3 \\
 &= 580.14 \text{ t-m}
 \end{aligned}$$

殘留水壓對 A 鉸點之力矩 (Rwm)

$$R_{wm} = 0.5 * r_w * h_r * h_r * (h_r / 3 + h_w) + 0.5 * r_w * h_r * h_w * h_w = 54.02 \text{ t-m}$$

動水壓對 A 鉸點之力矩 (Dwm)

$$\begin{aligned}
 D_{wm} &= 7/12 * K_{h1} * r_w * h_w^2 * (2/5 * h_w) \\
 &= 7/12 * 0.16 * 1 * 15.45 * 15.45 * (2/5 * 15.45) \\
 &= 137.68 \text{ t-m}
 \end{aligned}$$

$$A_p = \frac{P_{am} + R_{wm} + D_{wm}}{16.1} = 47.94t$$

$$A_p * \text{鋼索間距} = 47.94 * 2.065$$

$$= 99t < 50.4 * 2 \text{ (採用 2 支 F130T 之拉桿)} = 100.8t \quad (\text{O.K.})$$

經由 Excel 軟體運算得最大彎矩發生在距板樁頂點 10.7 公尺處。
 $M_{\max} = 241.25 \text{ 公噸-公尺} < 0.6 * f_y * z * 1.3 = 0.6 * 3600 * 8610 * 1.3$
 $= 241.77 \text{ 公噸-公尺} \quad (\text{O.K.})$

(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。

$$M_{\max} = 0.322 \frac{T}{\beta} \quad \dots\dots\dots (11-5)$$

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

由鑽探資料得知道錨碇樁頭之土層標準平均貫入試驗值約為 5，所以 $k_h = 0.15N = 0.75$ ，又 B 以 100 公分代入， $E = 2100000$ ， $I = 45320$ ，代入得 $\beta = 0.0038$

$$M_{\max} = 0.322 \frac{T}{\beta} = 0.322 \frac{47.94 \times 1000}{0.0038} = 4120416 = 41.20 \quad t-m$$

$$0.6 * f_y * Z * 1.3 = 0.6 * 3200 * 2600 * 1.3 = 64.9 t-m > 41.20 t-m \quad (\text{O.K.})$$

入土錨碇鋼板樁長 $L_m = \pi/\beta$ ，由圖 11.6 斷面圖所示錨碇鋼板樁長 11.5 公尺，依下式檢核結果顯示長度足夠。

$$L_m = \frac{\pi}{\beta} = 8.38 m < 11.5 m \quad (\text{O.K.})$$

(4) 錨碇距離 (D) 檢核

藉由圖 11.7 可得各土層之 ϕ 值，由部頒碼頭設計基準可查得各土層的主動與被動破壞角如表 11-7 所示。則錨碇最短距離長度如下式計算得 24.4 公尺，現況錨碇距離 38.1 公尺足夠。

表 11-7 地表加速度 $K_h=0.16$ 各土層主動與被動破壞角

土層	ϕ	ξ_{ai}	ξ_{pi}
1	30°	48°	-
2	30°	36°	16.5°
3	30°	36°	-
4	35°	42°	-

$$D = H_4 * \cot \zeta_{a4} + H_3 * \cot \zeta_{a3} + H_2 * \cot \zeta_{a2} + 0.21 * \cot \zeta_{a1} + (L_m/3) * \cot \zeta_{p2}$$

$$= 28.9 m < 38.1 m \quad (\text{O.K.})$$

11.4 考慮背填土壤發生液化

本小節針對板樁式碼頭地震力作用下考慮背填土壤發生液化，以圖 11.7 所示的各土層參數，配合部頒碼頭設計基準，依據圖 11.1 之評估流程評估結果，碼頭之耐震能力為承受水平震度 $K_h=0.12$ 之地震力。相關檢核過程說明如下：

依據本所賴聖耀本土化液化潛能評估理論，以 GIS 軟體模擬該碼頭後線鑽孔深度之液化機率顯示，如圖 11.10 所示，在地震規模 $M=6.5$ ，地表加速度 $PGA=0.12g$ 的條件下，高程-2.5~-5 公尺之土層已發生液化。

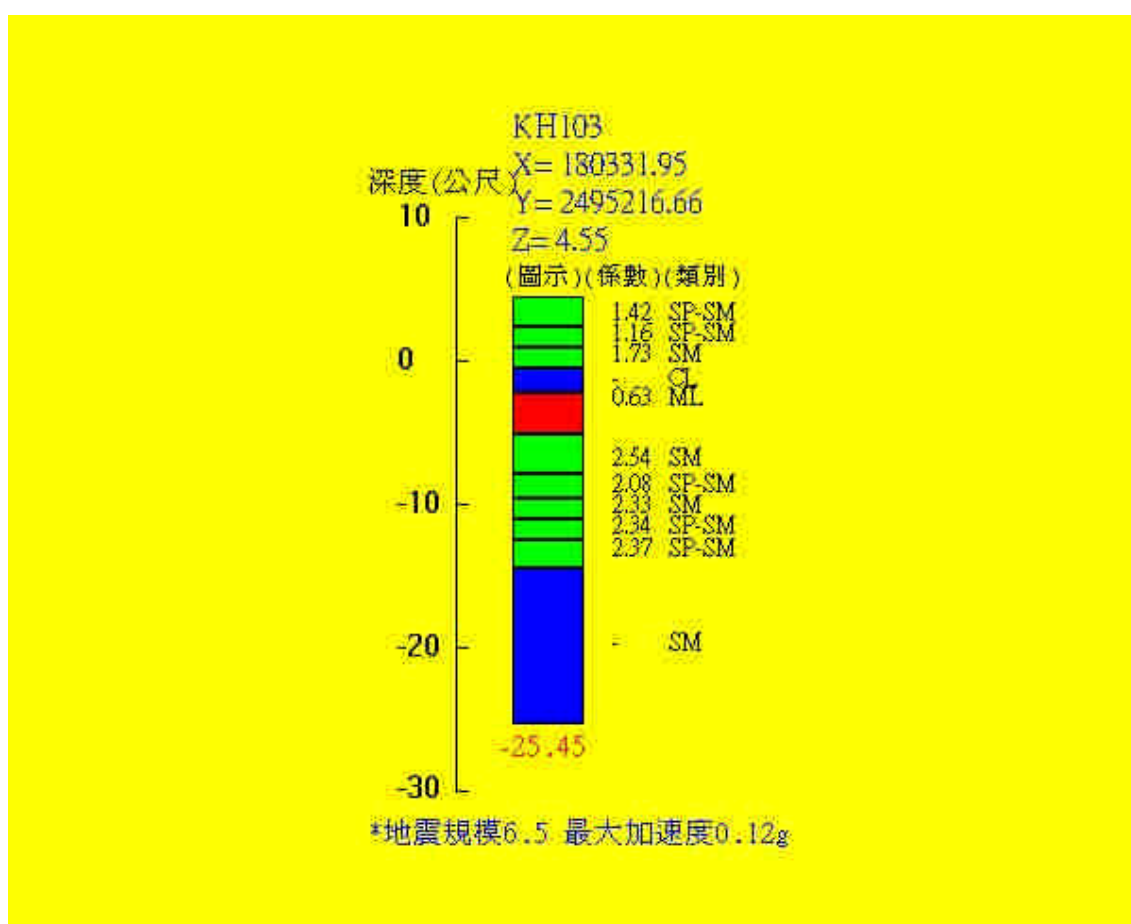


圖 11.10 碼頭鑽孔深度之液化機率

1. 主鋼板樁檢核

(1) 入土長度檢核

以 Excel 試算軟體檢核，在地表加速度 $K_h=0.12$ 的狀況下，各土層土壓力如表 11-8 及圖 11.11 所示、各土層對錨碇拉桿之力矩如表 11-9 所示，驗證結果安全係數為 2.5，如 11-6 式所示，大於規範要求之 1.2，故板樁入土長度足夠。

表 11-8 各土層土壓力計算表($K_h=0.12$)

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}	0.185			1.71	P_{a1}	1.35 (t)		
P_{a12}	1.388							
P_{a21}	1.784			3.39	P_{a2}	8.78 (t)		
P_{a22}	3.397							
P_{a41}	3.230			10	P_{a4}	52.28 (t)		
P_{a42}	7.226							
P_{a51}	7.226	P_{p11}	2.235	11.5	P_{a5}	109.53 (t)	P_{p1}	367.63 (t)
P_{a52}	11.822	P_{p12}	61.701					

表 11-9 各土層對錨碇拉桿力矩計算表($K_h=0.12$)

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)
1.35	0.43	0.57			
8.78	2.08	18.27			
52.28	11.74	613.65			
109.53	22.31	2443.78	367.63	23.63	8688.16

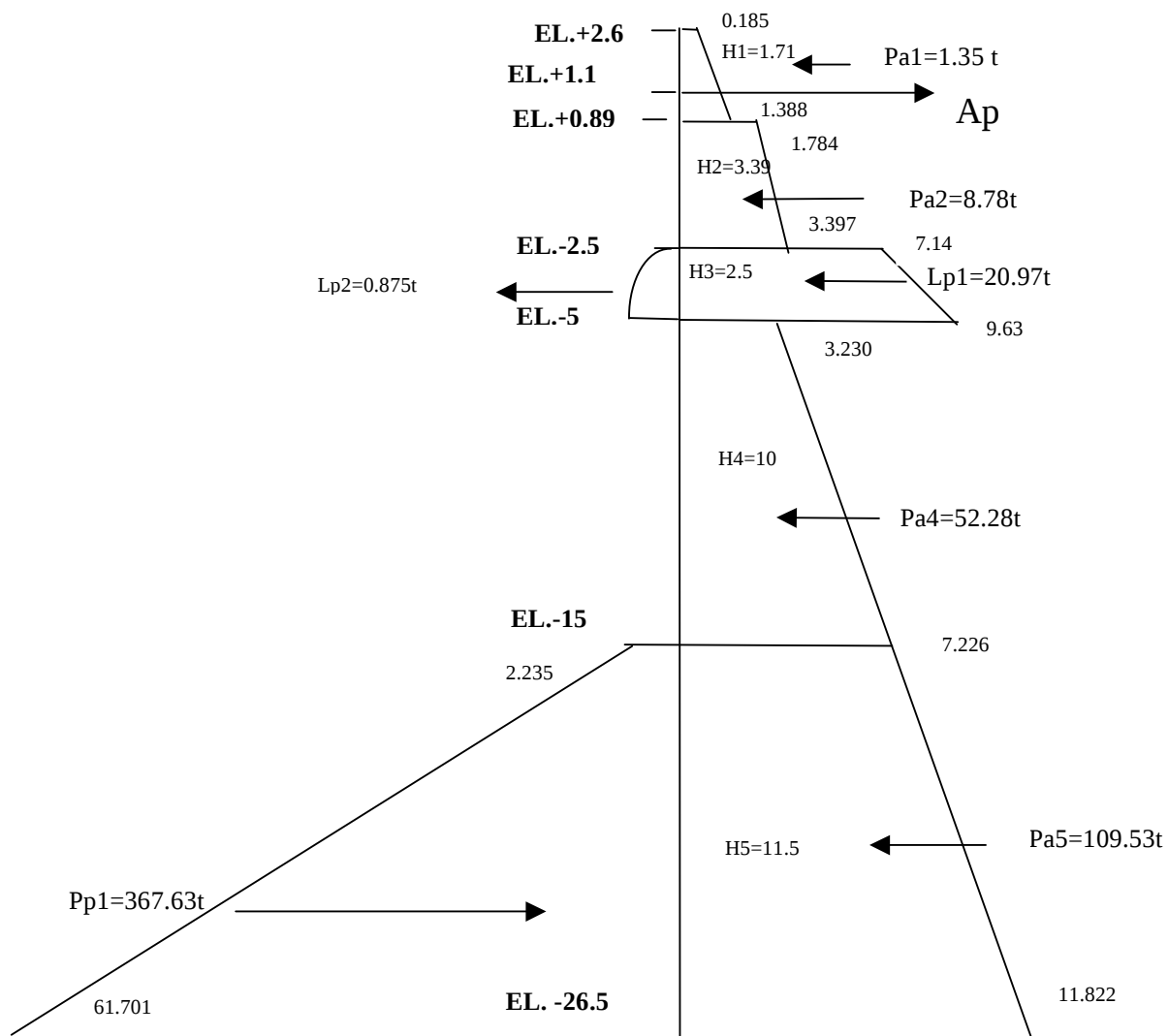


圖 11.11 板樁土壓示意圖($K_h=0.12$)

液化土層之側壓力

=液化之超額孔隙水壓力(Lp1)+液化時之動流體壓力(Lp2)

液化時之超額孔隙水壓力 (Lp1=土壤之有效總應力)

$$Lp1_1 = q' + r_1 * H_1 + r_2' * H_2 = 7.14 \text{ t/m}$$

$$Lp1_2 = q' + r_1 * H_1 + r_2' * H_2 + r_3' * H_3 = 9.64 \text{ t/m}$$

$$Lp1 = 0.5 * (Lp1_1 + Lp1_2) * H_3 = 20.97 \text{ t}$$

液化時之動流體壓力(Lp2)

$$Lp2 = 7/12 * K_{h1} * (r_3' + r_w) * H_3 * H_3 = 0.875 \text{ t}$$

液化土層對拉桿之力矩 (Lpm)

$$Lpm = Lp1 * (((Lp1_1 + 2 * Lp1_2) / (Lp1_1 + Lp1_2)) * H_3 / 3 + H_2 + 0.21) \\ + Lp2 * (3/5 * H_3 + H_2 + 0.21) = 107.48 \text{ t-m}$$

殘留水壓對拉桿之力矩 (Rwm)

$$Rwm = 0.5 * r_w * h_r * h_r * (h_r^2 / 3 + 0.21) + r_w * h_r * (h_w + H_5) \\ * ((h_w + H_5) / 2 + 0.65) \\ = 167.54 \text{ t-m}$$

動水壓對拉桿之力矩 (Dwm)

$$Dwm = 7/12 * K_{h1} * r_w * h_w^2 * (3/5 * h_w + 0.65) \\ = 7/12 * 0.12 * 1 * 15.45 * 15.45 * (3/5 * 15.45 + 0.65) \\ = 165.76 \text{ t-m}$$

$$S.F. = \frac{M_{p1}}{M_{a2} + Lpm + M_{a4} + M_{a5} + Rwm + Dwm - M_{a1}} = 2.5 \dots\dots\dots (11-6)$$

(2)主鋼板樁最大彎矩與錨碇力檢核

背填主動土壓力對 A 鉸點之力矩(Pam)

$$\begin{aligned} Pam &= P_{a1} * (((2 * P_{a11} + P_{a12}) / (P_{a11} + P_{a12})) * H_1 / 3 + H_2 + H_3 + H_4) + \\ &\quad P_{a2} * (((2 * P_{a21} + P_{a22}) / (P_{a21} + P_{a22})) * H_2 / 3 + H_3 + H_4) + \\ &\quad LP1 * (((2 * LP1_1 + LP1_2) / (LP1_1 + LP1_2)) * H_3 / 3 + H_4) + \\ &\quad LP2 * (2/5 * H_3 + H_4) + P_{a4} * ((2 * P_{a41} + P_{a42}) / (P_{a41} + P_{a42})) * H_4 / 3 \\ &= 617.73 \text{ t-m} \end{aligned}$$

殘留水壓對 A 鉸點之力矩 (Rwm)

$$Rwm = 0.5 * r_w * h_r * h_r * (h_r / 3 + h_w) + 0.5 * r_w * h_r * h_w * h_w = 54.02 \text{ t-m}$$

動水壓對 A 鉸點之力矩 (Dwm)

$$\begin{aligned} Dwm &= 7/12 * K_{h1} * r_w * h_w^2 * (2/5 * h_w) \\ &= 7/12 * 0.12 * 1 * 15.45^2 * (2/5 * 15.45) \\ &= 103.26 \text{ t-m} \end{aligned}$$

$$Ap = \frac{Pam + Rwm + Dwm}{16.1} = 48.14 \text{ t}$$

$$Ap * \text{鋼索間距} = 48.14 * 2.065$$

$$= 99.40 \text{ t} < 50.4 * 2 \text{ (採用 2 支 F130T 之拉桿)} = 100.8 \text{ t} \quad (\text{O.K.})$$

經由 Excel 軟體運算得最大彎矩發生在距板樁頂點 9.8 公尺處。 $M_{max} = 224.64 \text{ 公噸-公尺} < 0.6 * f_y * z * 1.3 = 0.6 * 3600 * 8610 * 1.3$
 $= 241.77 \text{ 公噸-公尺} \quad (\text{O.K.})$

2. 錨碇板樁最大彎矩與入土長度檢核

由於錨碇之土層已液化，由公路橋樑耐震設計規範規定，其土壤參數要做適當的折減，依據賴聖耀本土化液化潛能評估理論分析

的結果，液化土層之抗液化安全係數（ F_L ）值為 0.63，如圖 11.10 所示，液化土層距地表面之深度介於 5.1~7.6 公尺間，查得其土壤參數折減係數（ D_E ）為 0.333，所以依其設計資料顯示，該土層之標準貫入試驗值為 5，經折減後為 1.7，所以 $k_h=0.15N=0.25$ ，又 B 以 100 公分代入， $E=2100000$ ， $I=45320$ ，代入得 $\beta=0.00285$ 。

$$M_{\max} = 0.322 \frac{48.14 * 1000}{0.00285} = 5446349 = 54.46 \quad t - m$$

$$0.6 * f_y * Z * 1.3 = 0.6 * 3200 * 2600 * 1.3 = 64.90 \text{ t-m} > 54.46 \text{ t-m} \quad (\text{O.K.})$$

入土錨碇鋼板樁長 $L_m = \pi / \beta$ ，由圖 11.6 斷面圖所示錨碇鋼板樁長 11.5 公尺，依下式檢核結果顯示長度足夠。。

$$L_m = \frac{\pi}{\beta} = 11.03m < 11.5m \quad (\text{O.K.})$$

3. 錨碇距離（D）檢核

由於第三層之土層液化， ϕ 值需折減，故 ϕ 值由 30° 折減為 10° ，經碼頭設計基準可查得各土層地震力作用下的主動與被動破壞角如表 11-10 所示（由於基準之土壓係數表 ϕ 值最低為 22° ，故液化層之主動與被動土壓破壞角以 $\phi=22^\circ$ 之值概算）。則錨碇最短距離長度如下式計算得 28.44 公尺，現況錨碇距離 38.1 公尺足夠。

表 11-10 地表加速度 $K_h=0.12$ 各土層主動與被動土壓破壞角

土層	ϕ	ξ_{ai}	ξ_{pi}
1	30°	50.2°	-
2	30°	42.4°	18°
3	22°	31.7°	-
4	35°	47.5°	-

$$D = H_4 * \cot\alpha_{a4} + H_3 * \cot\alpha_{a3} + H_2 * \cot\alpha_{a2} + 0.21 * \cot\alpha_{a1} + (L_m/3) * \cot\alpha_{p2}$$

$$= 28.4 \text{ m} < 38.1 \text{ m} \quad (\text{O.K.})$$

11.5 小結

經由 11.3 節及 11.4 小節之評估結果，不考慮背填土壤發生液化，碼頭之耐震能力能承受水平震度 $K_h=0.16$ 之地震力，但若考慮背填土壤發生液化，碼頭之耐震能力降為能承受水平震度 $K_h=0.12$ 之地震力，顯示背填土壤是否發生液化，對碼頭之耐震能力有很大的影響。

此外，參考建築物耐震設計規範之規定，86 年版規範中工址水平加速度係數 Z 需大於 $0.4 S_{DS}$ (工址短週期設計水平譜加速度係數) 之要求。其中 $S_{DS}=F_a \times S_S^D$ ，因本案例碼頭背填土壤之平均標準貫入試驗值 $\bar{N}<15$ ，查該基準之附表屬第三類地盤(軟弱地盤)，又該碼頭位於高雄市前鎮區，查得 S_S^D 為 0.5、 F_a 為 1.2，經計算得 $S_{DS}=0.6$ ，故工址水平加速度係數 Z 需大於 0.24，而 $K_h=0.5 \times Z=0.12$ ，故本案例碼頭之耐震能力尚能符合新基準的要求。

本研究僅考慮水平震度，若將垂直震度(取 $K_v=0.5 \times K_h$)的影響納入考量，經分析碼頭之耐震能力降為水平震度 $K_h=0.116$ 。

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，本年度將高雄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。

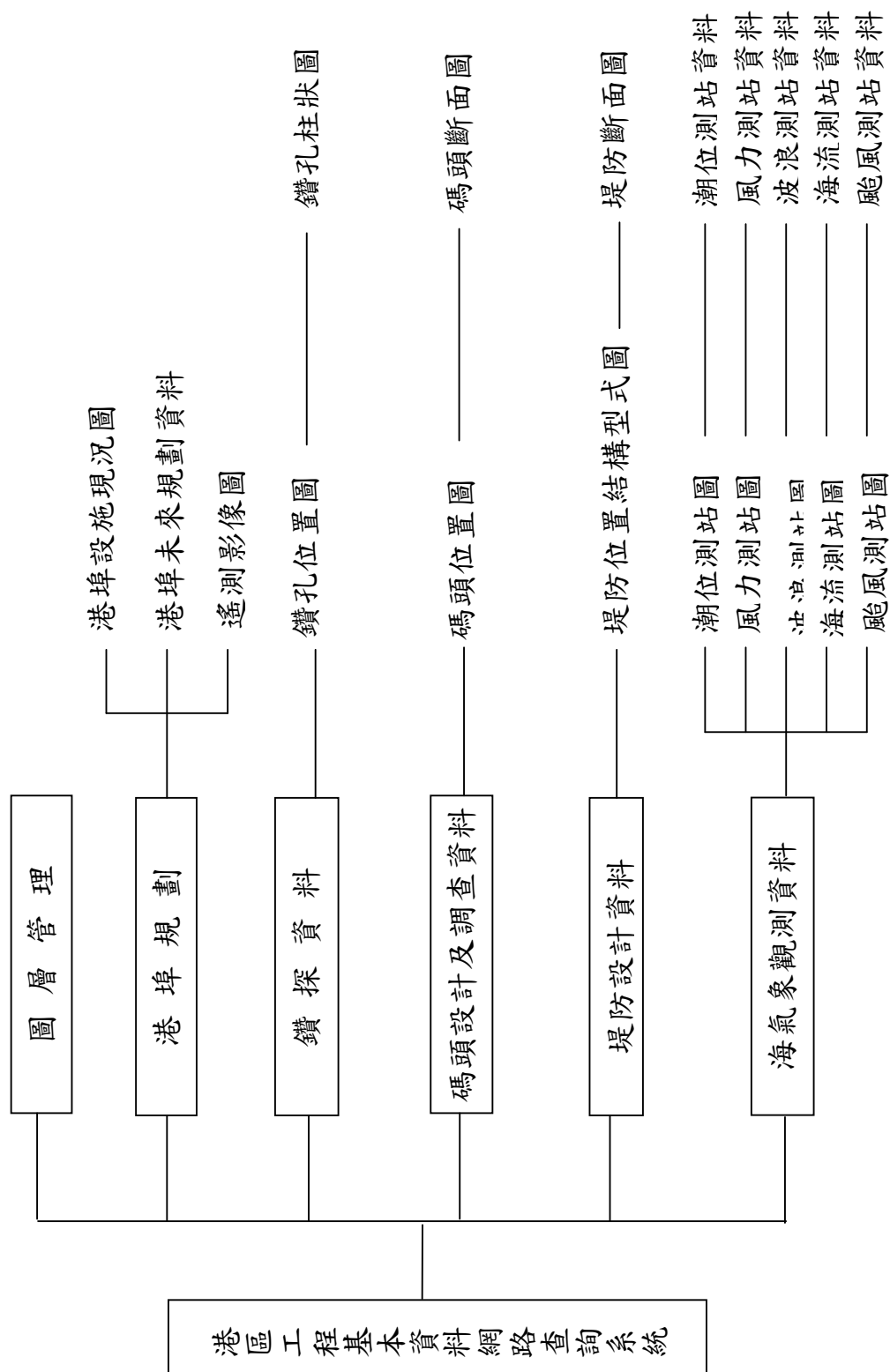


圖 12.1 港灣工程基本資料網路查詢系統架構圖

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=1024GB) 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。

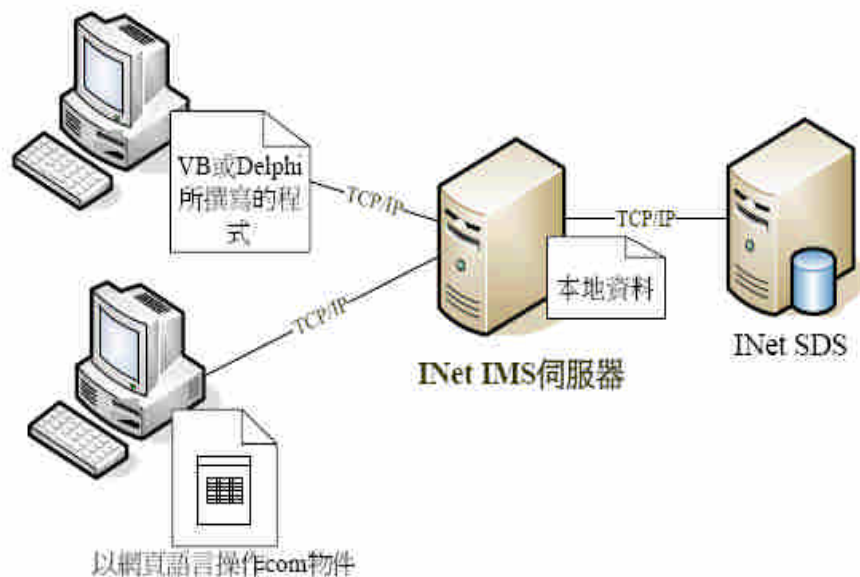


圖 12.2 Internet Map Server 網際網路地圖伺服器系統架構

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

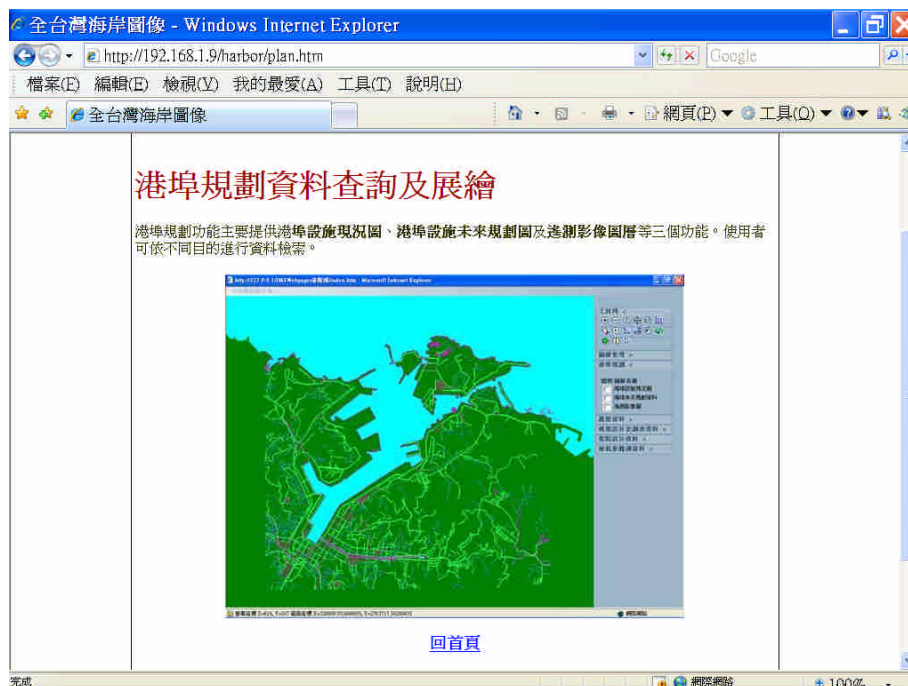


圖 12.4 港埠規劃資料查詢及展繪功能說明



圖 12.5 鑽探資料查詢及展繪功能說明

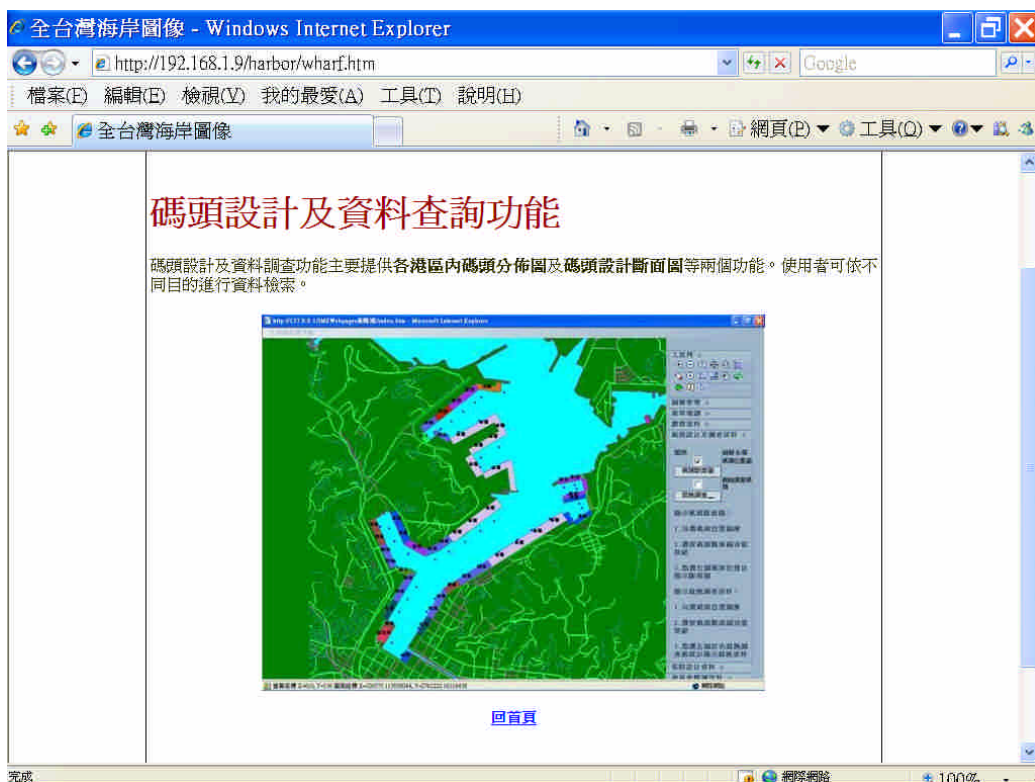


圖 12.6 碼頭設計及資料查詢功能說明



圖 12.7 堤防設計及資料查詢功能說明

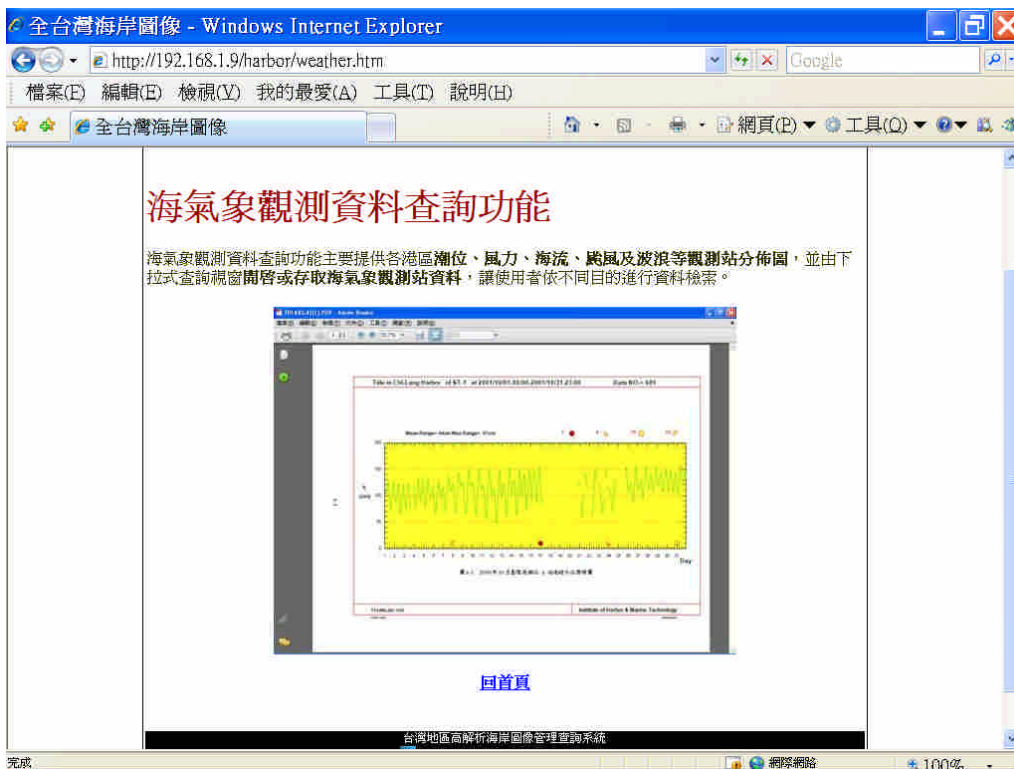


圖 12.8 海氣象觀測資料查詢功能說明

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。

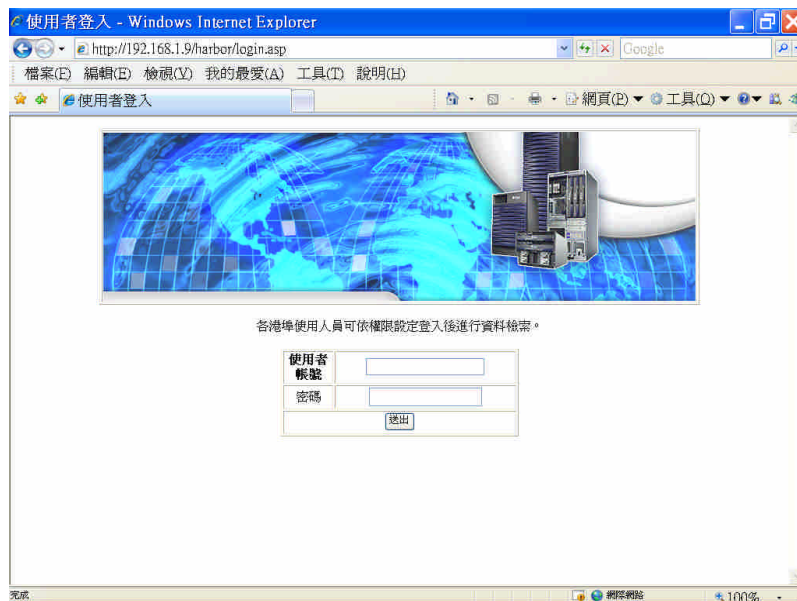


圖 12.9 使用者登入畫面

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，該使用者可查詢高雄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、高雄港的港區工程基本資料。

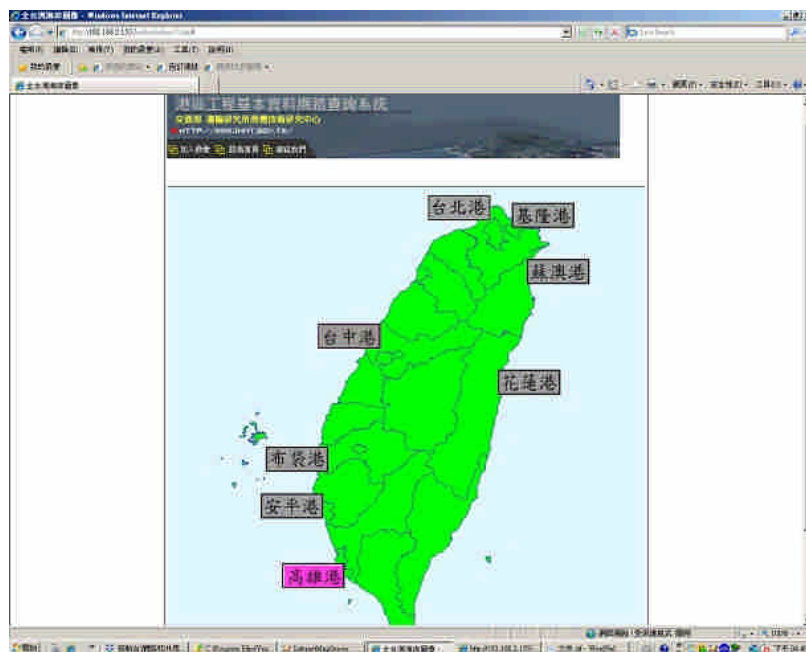


圖 12.10 高雄港港區工程基本資料網路查詢系統

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

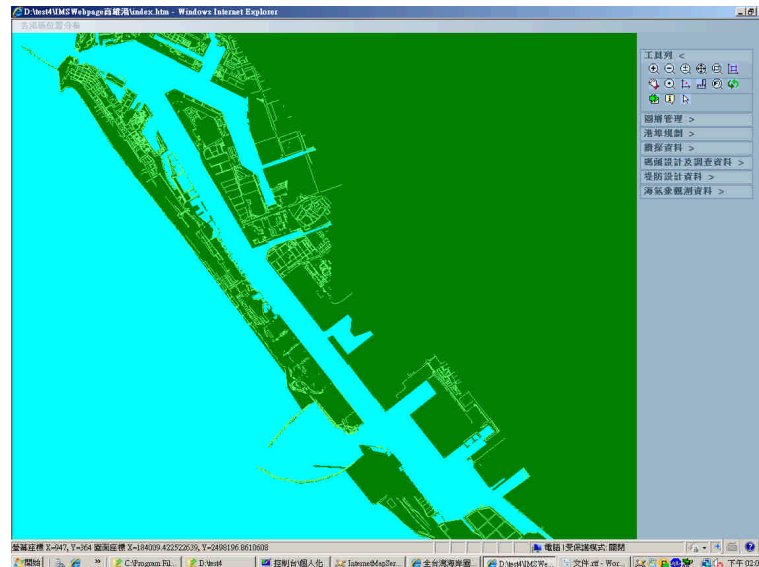


圖 12.11 高雄港區基本地圖及功能選單

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。

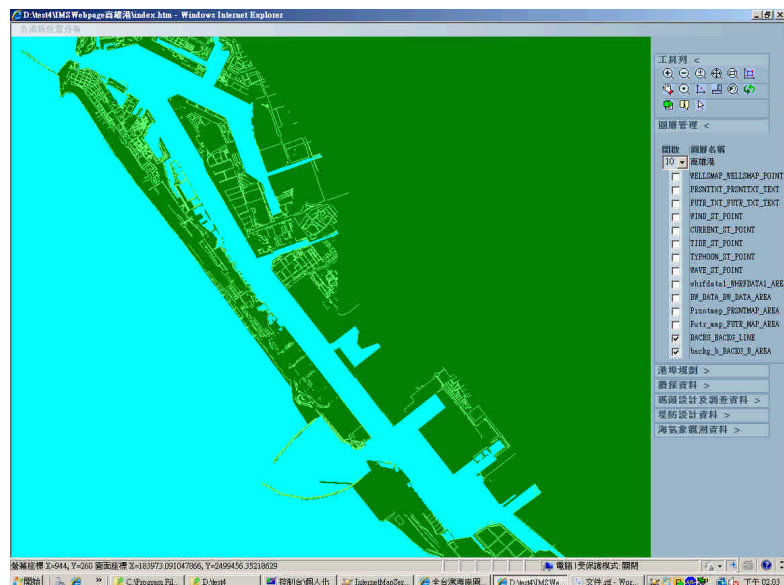


圖 12.12 圖層管理功能畫面

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。

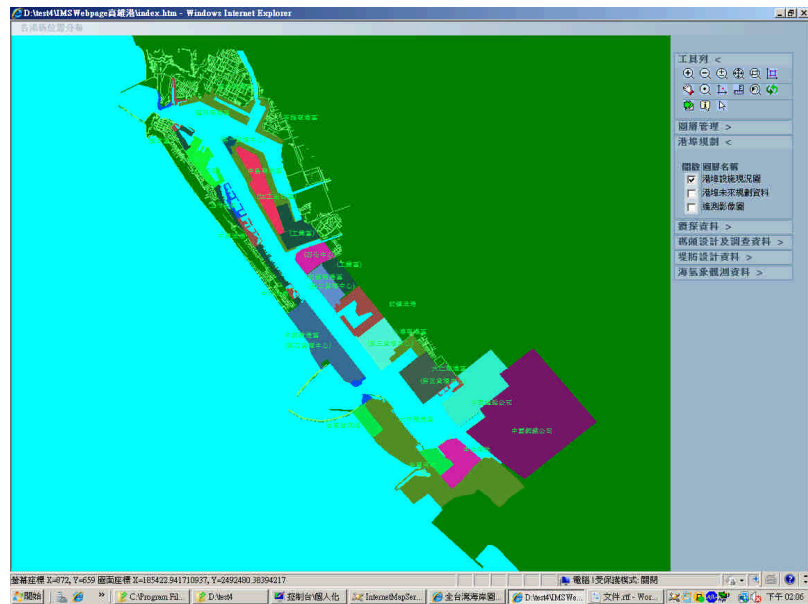


圖 12.13 港埠設施現況圖層畫面

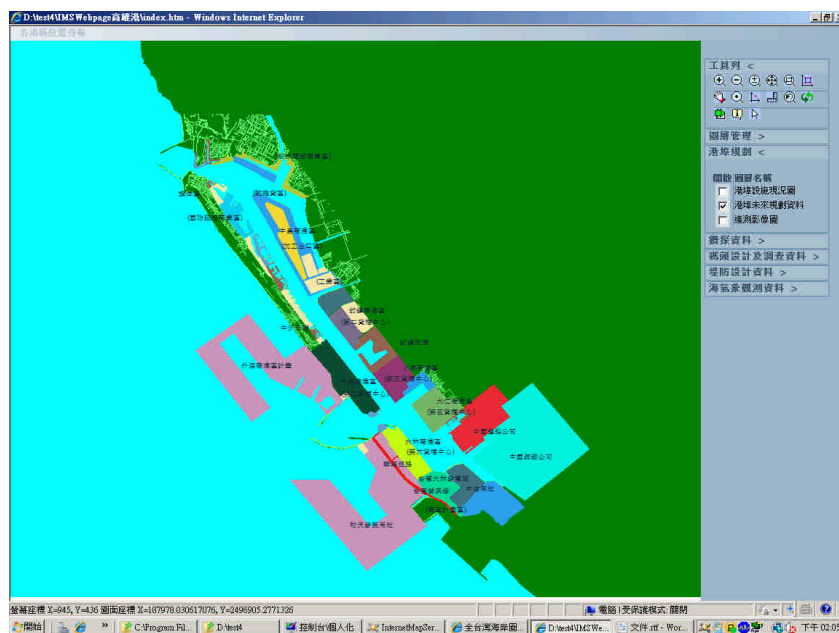


圖 12.14 港埠設施未來規劃資料圖層畫面

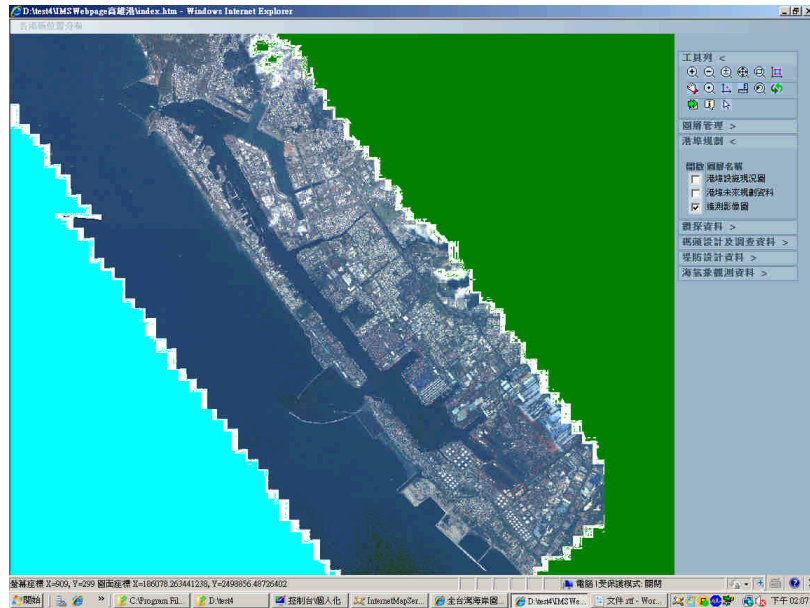


圖 12.15 遙測影像圖層畫面

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。

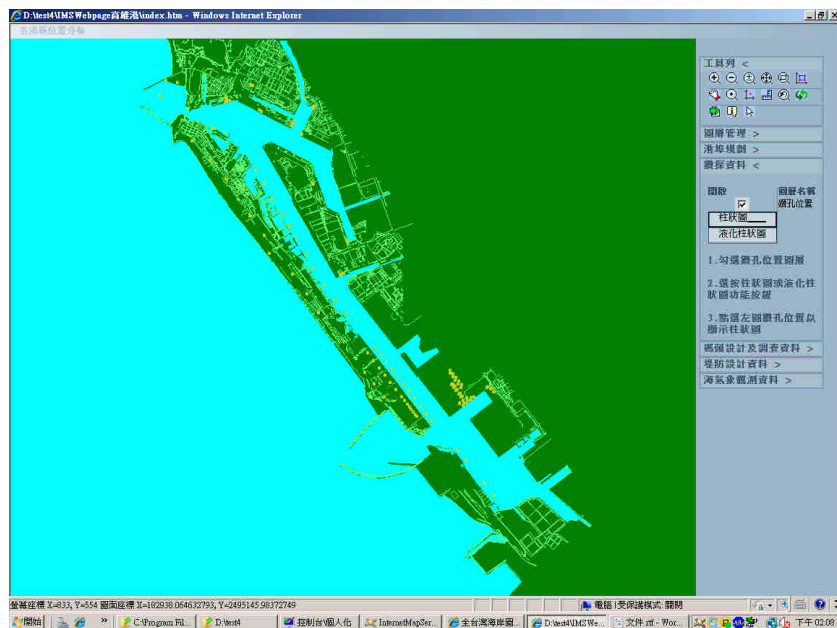


圖 12.16 高雄港鑽孔位置圖

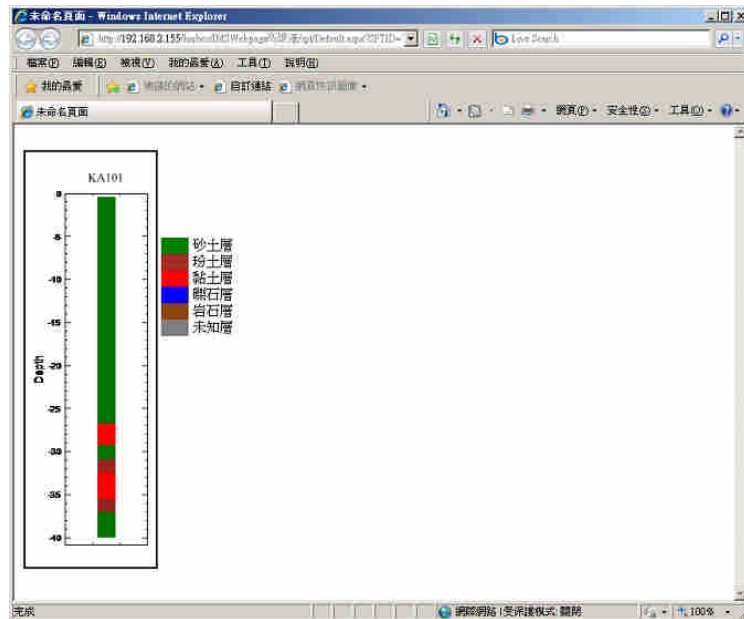


圖 12.17 高雄港鑽孔柱狀圖

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。

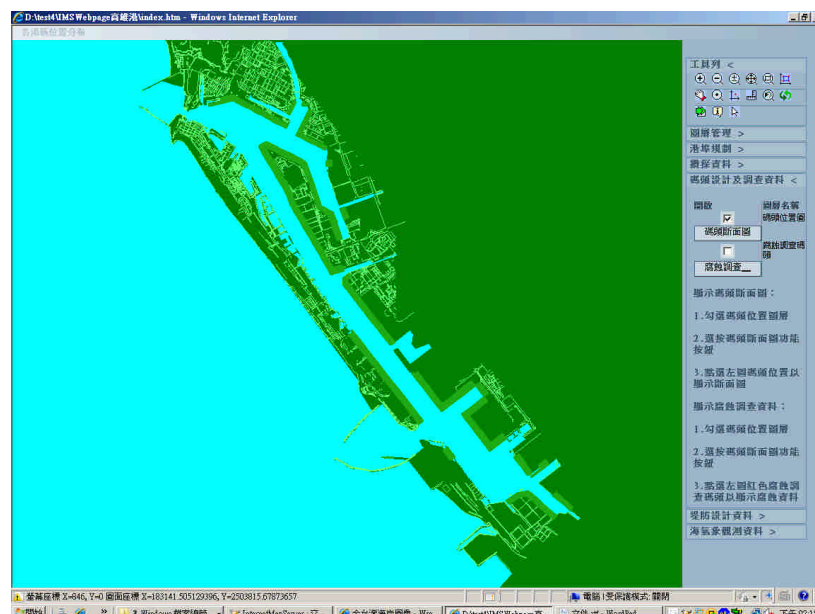


圖 12.18 碼頭位置圖

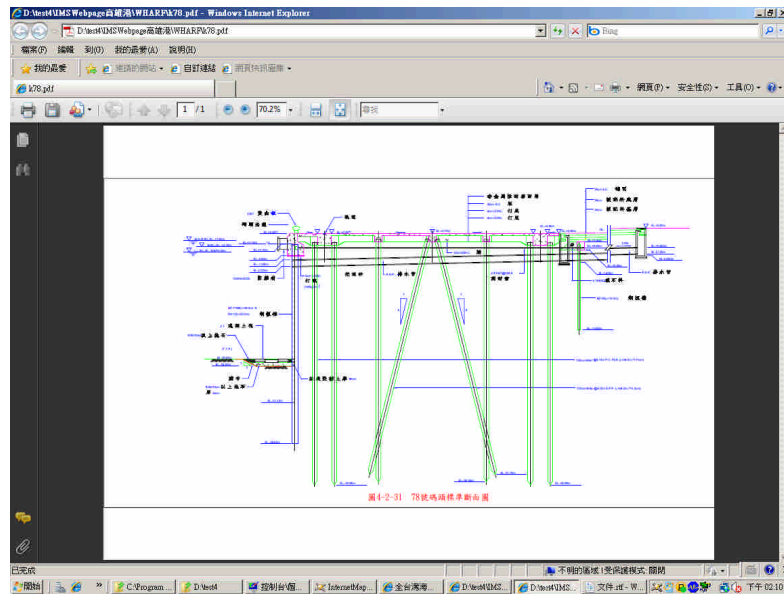


圖 12.19 碼頭斷面圖

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。

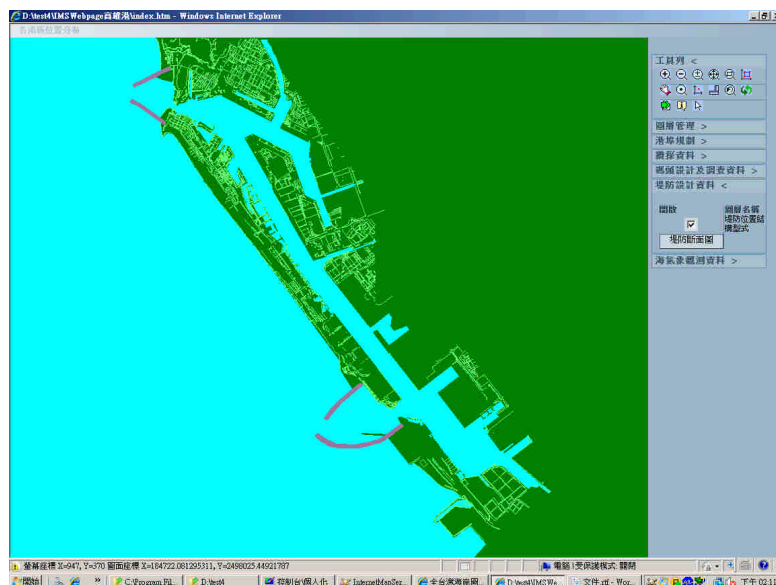


圖 12.20 堤防位置結構型式圖

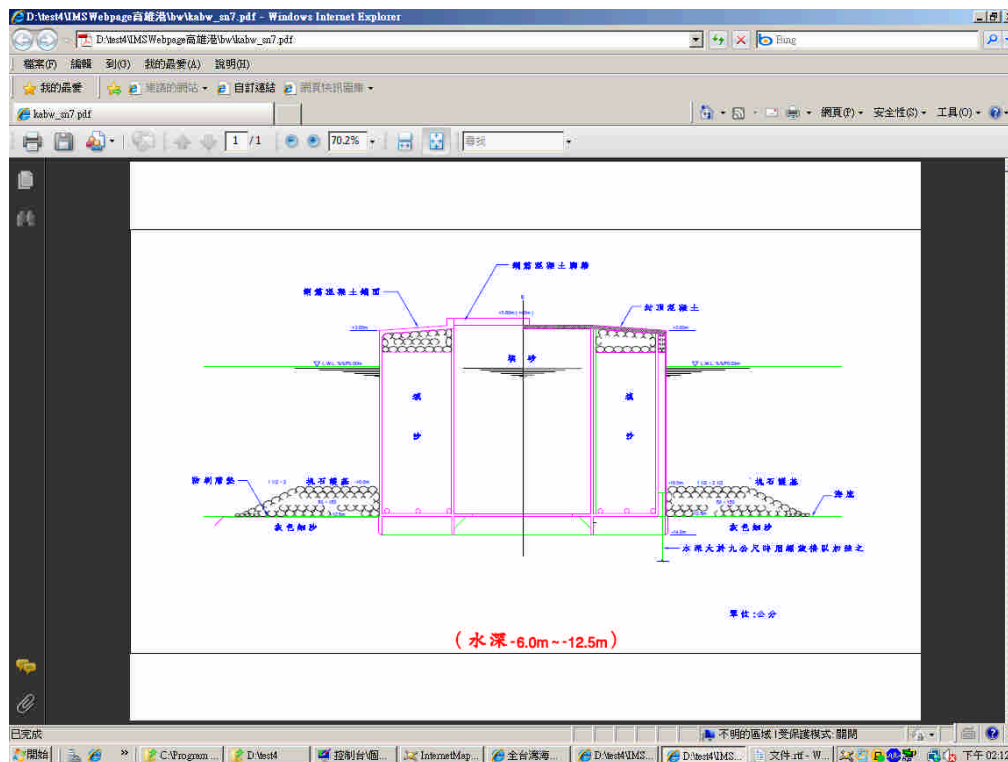


圖 12.21 堤防斷面圖

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。

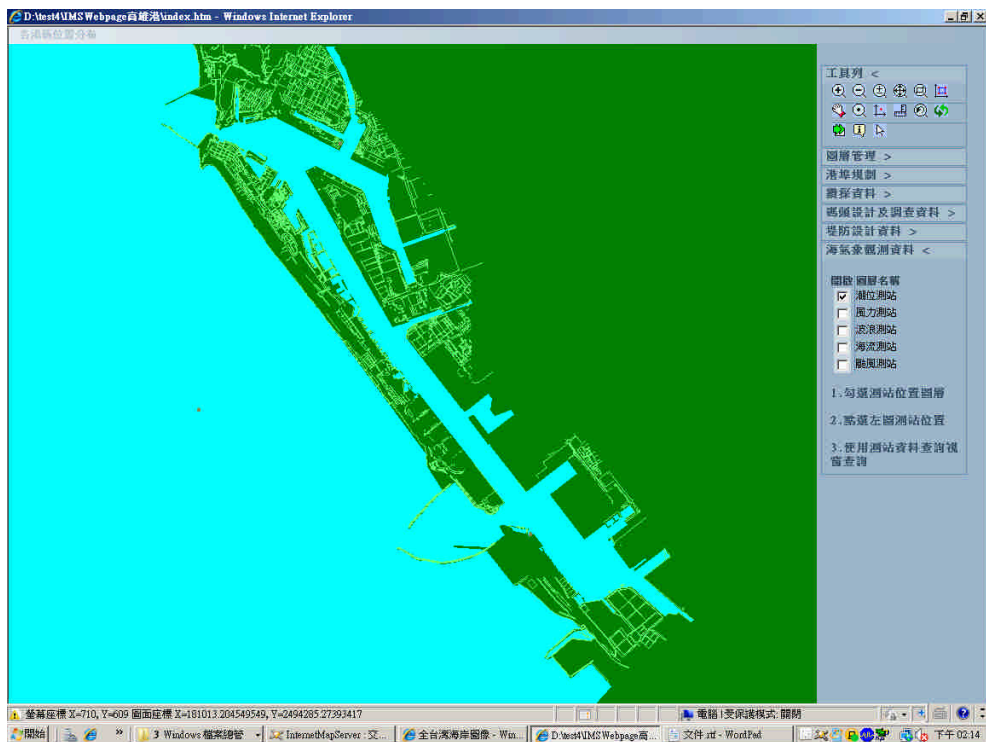


圖 12.22 潮位測站圖

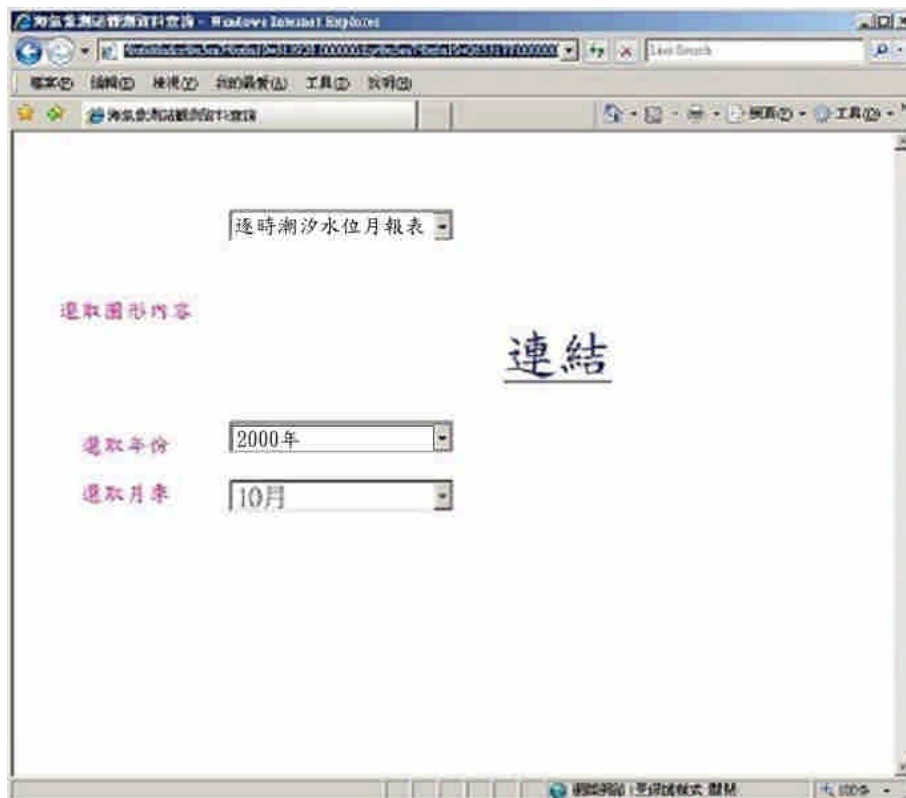


圖 12.23 測站資料查詢畫面

第十三章 港灣地區防救災資料庫系統更新整合

前期研究「運用地理資訊系統技術建立港灣地區防救災體系之研究」已分年完成高雄、臺中、基隆、臺北四個港之防災資料庫系統。而本年度完成蘇澳港之防救災資料庫系統，並建構一各港通用且具各港特色之系統。本年度並邀請各港港務防災專業人員一同參與，針對防災業務實際需求予以修改，並依各港區的特性不同，系統提供相對應的功能項目，於災害發生時實際上線執行。

13.1 系統功能架構

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。

13.1.1 軟硬體架構規劃

由防救災資料庫系統之軟、硬體架構(如圖 13.1)，透過免付費地圖伺服器軟體 MapGuide Open Source，結合免付費地圖服務 Google Map 與本研究所蒐集建置的防救災資料庫，包含港區基本資料、防救災資源、災害潛勢資料、標準作業流程與爆炸境況模擬，使得本系統具有時、空間資訊整合展示能力。

Google Map 平台具有其優勢，分述如下：

1. 瀏覽速度快
2. 影像資料供應穩定
3. 不須考慮硬體管理成本
4. 符合大部分瀏覽器版本
5. 支援手持式裝置於其中顯示
6. 影像資料從前處理至發佈上線皆由 Google 製作
7. Google 提供使用者免費的二次發解決方案

對於 Google Map 平台，本研究僅使用其地圖與衛星地圖檢視資訊功能。而目前 Google Map 提供包含地圖、衛星、地形、街景與地球(3D)等五種類型的地圖檢視。

本系統最重要之 GIS 引擎使用免付費軟體 MapGuide Open Source 作為地理資訊伺服器，於此架構下使用 Google Map 的地圖檢視；此外，系統其他空間處理功能皆使用此引擎做二次開發，避面未來 Google Map 必須收費所作的預防。

另因 Google Map 地圖更新頻率不定，未能符合港區現況，本研究同時提供各港區範圍的福爾摩沙衛星二號影像，作為地圖檢視的另一選項。

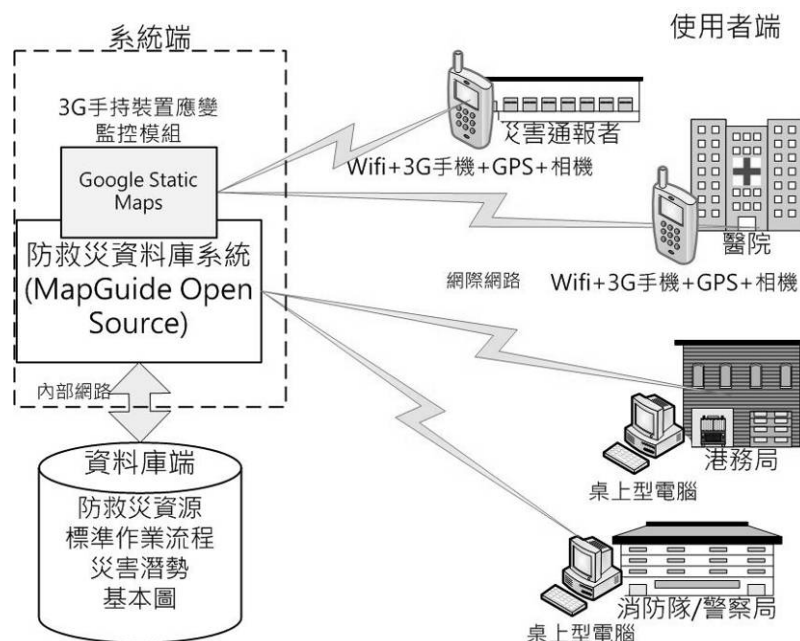


圖 13.1 防救災資料庫系統軟硬體架構圖

當災害發生時，透過本系統所支援的手機模組，使用語音、簡訊或傳真的通訊方式進行通報作業，收訊端可為行動電話或一般電話；於災中可透過具照相功能之手機，以多媒體簡訊的方式傳送即時災害現場影像資料，使得具有權限的防救災人員於網頁上取得最新災害狀況，降低港務人員、決策人員對現場災害處理情況瞭解的誤差，提供多方位的災情通報流程(如圖 13.2)。

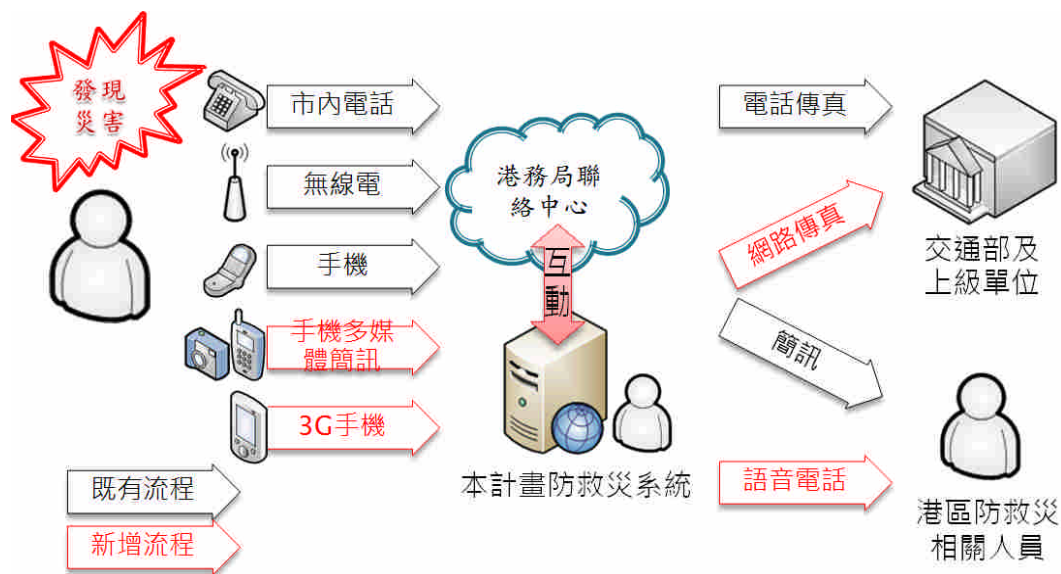


圖 13.2 本研究建議之多方位災情通報流程

13.1.2 使用者規劃

本系統之使用者規劃包含三個部份，系統管理者、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. 應變中心指揮官

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。

13.1.3 系統功能架構規畫

雖然目前各港皆有各自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。因此本系統定位為各港之輔助系統，使得災情傳遞無距離上的限制，掌握災情無空間上的限制，並減少災情發布所耗費的時間，藉此補足各港既有系統之不足，達到相輔相成的效果。

依據上述概念，本系統的功能規劃共有二個部份(如圖 13.3)，分別為「災中應變流程」和「輔助功能」。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」、「災情更新」與「新聞稿列印」。而輔助功能為應變作業中可供資料查詢參考之功能，包括「防救災資源查詢」、「紀錄查詢」與「地圖顯示」。

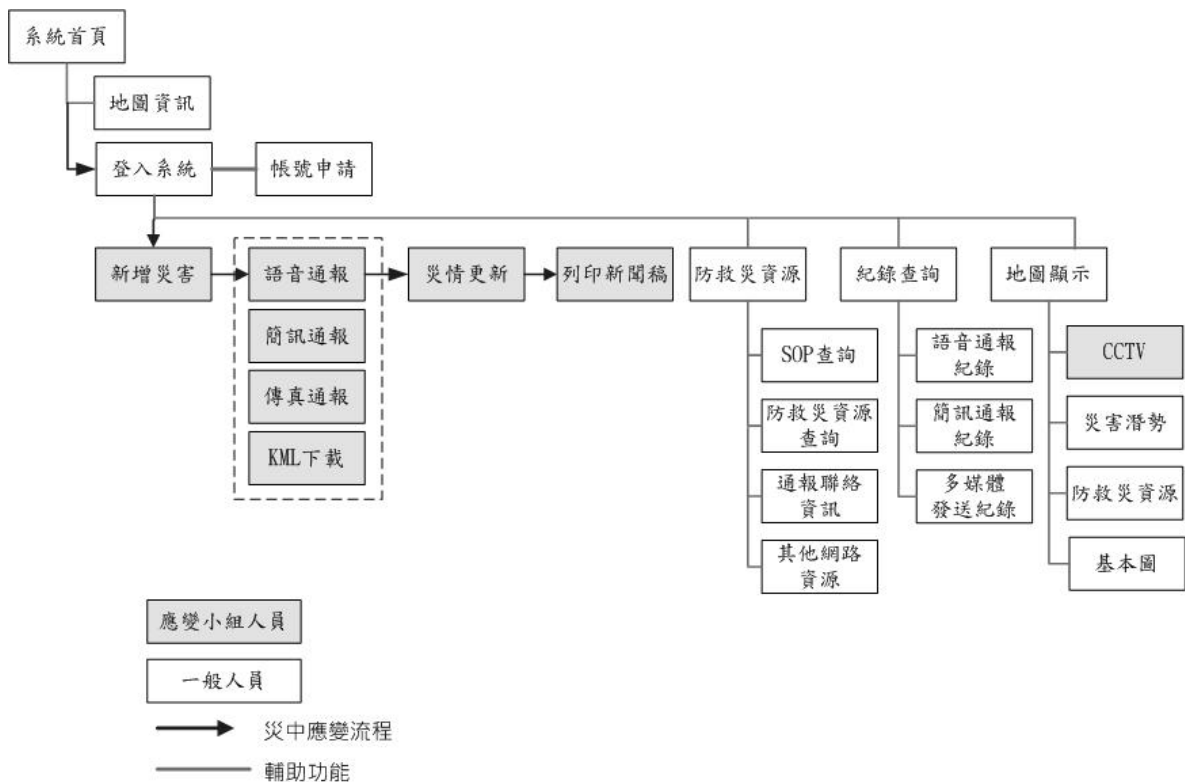


圖 13.3 防救災資料庫系統功能架構圖

當使用者以 3G 手持裝置進入系統，則可進入「3G 手持裝置應變模組」網頁，並進行「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。

13.2 系統開發現況

本研究今年度完成基隆港務局蘇澳港分局防救災系統的建置，並整合基隆港務局所開發之相關資訊系統，調查各港區 CCTV 使用狀況，透過 KML 文件格式進行災害傳遞以符合目前交通部所推廣與規劃之方式，期望能與交通部災情網路填報系統緊密的介接，爾後港務人員僅需於本系統進行一次性的登打完成通報，不需重複登載。

13.2.1 使用者需求功能更新

交通部目前正推廣 Google 地球免付費地理資訊視窗系統的使用，結合街道圖、地形圖與衛星影像，進行二維與三維空間的資料展現，其中必須使用 KML 文件記錄地圖資訊。

KML(Keyhole Markup Language)是基於 XML(extensible Markup Language，可擴展標記語言)語法標準的一種標記語言，根據 KML 語言編寫的文件則為 KML 文件，格式同樣採用 XML 文件格式，應用於 Google 地球軟體中，用於顯示地理數據，包含點、線、面、多邊形、多面體以及模型等)。

本研究欲降低各港區取得地理資訊系統軟體之成本，並提高地理資訊供應的多元化，欲開發港區即時災害顯示 KML 文件提供 Google 地球讀取，使得港務防災人員更了解災害發生位置的地形地貌，並分享網路上 Google 地球的圖層服務(包含運輸、氣象、海洋、建物、地點、影像等)，擷取更多資訊進行防救災作業(如圖 13.4)。



圖13.4 港區防救災系統 KML 即時災害資訊(以蘇澳港分局為例)

港區防救災作業亦可利用 KML 進行路徑規劃，透過即時災害點位於 Google 地球中標示，使用「從這裡-到那裡」的路徑規劃功能，描繪出相對應的避難路線、醫療運送路線或是替代道路...等。

13.2.2 本系統與各港原有系統介接情形

本研究之前期研究成果已完成 CCTV(Closed-Circuit Television，閉路電視)影像資料介接。提供具瀏覽權限之港務人員於港區內部網路使用系統，直接點選 CCTV 空間位置(如圖 13.5)，可直接連結至相對應的監視影像畫面。

CCTV 為各港區內部即時監視系統，用以掌握港區內部人員及環境狀況，提供災害發生時鄰近位置影像資料，並於災後提供事件影像資料。各港區於初期規劃均以單機系統為主，此系統設計必須使用者於特定現場操控，才能取得即時影像資訊，造成使用上的限制與不便。近幾年，因網路傳輸速度較過去快速，大量頻寬的使用較為普及，進行 CCTV 系統數位化，使用者可透過網頁瀏覽方式取得即時影像資訊。

各港 CCTV 建置狀況如表 13-1，本(99)年度基隆港務局發包廠商

整合基隆港、臺北港與蘇澳港內港務局所有之 CCTV，使其有統一的網路位置，使用者只需取得權限並於港區內即可透過網頁的方式瀏覽所有 CCTV 的現況。

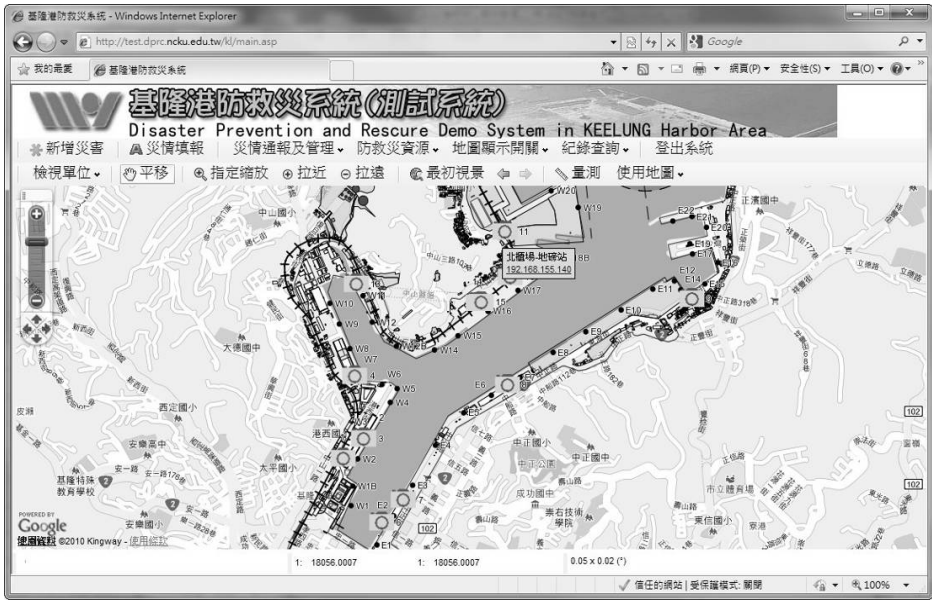


圖 13.5 港區防救災系統 CCTV 地圖資訊(以基隆港務局為例)

表 13-1 各港區 CCTV 現況

單位	CCTV 建置方式	說明
基隆港	網路	已整合為網路式系統，辦公室內皆有規劃一台專門監看 CCTV 影像畫面之液晶電視。其中，因蘇澳港地處迎風面，攝影機損壞率較高，須經常更換。
臺北港	網路	
蘇澳港	網路	
臺中港	單機/網路	臺中港大部分為封閉式單機系統，僅少數據點為網頁系統，根據臺中港務局回文說明，此 CCTV 系統裝設位置未納入 GIS 系統，故無法提供設備位置坐標。
高雄港	無	前幾年高雄港因合約問題尚未驗收外無法建置 CCTV，目前已停止 CCTV 的發包，尚未規劃建置 CCTV 系統。

基隆港務局於 2009 年建置事件反應自動化系統(如圖 13.6)，提供各式申請表單電子化申報，包含港區內特許行業申辦、變更與註銷作業，港區作業申請包含船舶小修作業、港區燒焊作業、船舶船員日用品供應申辦作業、理貨派工申辦作業、水域作業申辦作業。

港務人員亦可透過事件反應系統管理聯絡人，使用目錄群組進行分類，發送網路簡訊、網路傳真，並提供範本儲存方便港務人員有效率的進行訊息發送；另一項功能為分割視窗管理，可儲存外部連結資訊，於災害發生時開起分割視窗，設定各分割視窗內顯示的網頁內容。



圖 13.6 基隆港務局事件反應自動化系統

交通部及所屬各機關(構)於天然災害(風、水、震災等)成立緊急應變小組時，應依規定至「災情網路填報系統」(<http://www.motc.gov.tw/disaster>)進行網路通報。目前民航局已自行建置系統與交通部災情填報系統介接，民航局人員僅需進行一次填報資料登打，資料透過驗證後會儲存於民航局本地資料庫與交通部災情填報系統資料庫中。

本系統目前以外部連結資訊的方式介接基隆港務局事件反應自動化系統，希望未來能依循民航局模式與交通部災情網路填報系統資料庫介接(如圖 13.7)。



圖 13.7 交通部災情網路填報系統

13.2.3 各港防災系統現況

今年度與各港港務災防業務聯絡人密切合作，針對系統目前所提供的防救災文件進行檢核與更新，針對部分港務局內部資訊系統介接的需求，提供相對應的資料，並配合交通部未來大量使用的 KML 檔案做功能開發，在正式前往各港進行本研究成果說明前，與各港港務防災專員作系統流程與功能確認，是否符合災害發生時的作業程序並修正。各港防災系統現況如表 13-2。

表 13-2 各港防災系統現況表

單位	說明
基隆港	1. 依照未來與基隆港務局介接格式 KML 新增即時災害位置 KML 下載功能，待基隆港務局之資料倉儲系統建置完成，再討論細部介接內容。 2. 透過基隆港港務防災專員協助系統文件、資料的更新與替換，並依照建議的流程與功能作修正。
臺北港	1. 透過臺北港分局防災專員協助系統文件、資料的更新與替換，並依照建議的流程與功能作修正。 2. 臺北港分局 CCTV 系統已建置為網路系統，已取得臺北港分局 CCTV 的相關資訊。
蘇澳港	1. 經由蘇澳分港分局港務防災專員協助取得系統所需的防救災資源文件、地圖資訊與相關聯絡人資訊，由本研究整理後製作地圖資訊及系統文件。 2. 蘇澳港分局已建置網路系統之 CCTV，已取得相關資訊並完成位置量測。 3. 蘇澳港防救災系統建置完成。 4. 蘇澳港地理資料庫建置完成。 5. 蘇澳港防救災資源文件彙整。
臺中港	1. 維護臺中港防救災系統，更新系統功能。 2. 整理歷年災害事件文件。
高雄港	1. 維護高雄港防救災系統，更新系統功能。 2. 透過高雄港港務防災專員協助系統文件、資料的更新與替換。

表 13-2 所示之各港測試系統皆已開發完成，經各港務局聯絡人員進行系統測試後之意見進行修正，系統功能更新狀況如表 13-3 所示。

表 13-3 系統功能修正表

修正項目	說明
1. 新增災害	透過地圖點選的方式新增災害發生位置，並可手動輸入精確的經緯度坐標。
2. 災前整備事項	因颱風災害具有可預見性的災害特性，港務防災人員必須於災前進行防救災作業程序，系統於新增災害時提供災前整備事項供使用者編輯。
3. KML 即時災情下載	新增即時災害位置，透過 KML 下載功能，將目前發生的所有災害事件位置儲存成 KML 文件檔案，使用者可透過 Google 地球免附費軟體開啟，也可隨附件寄送。
4. 群組聯絡人	依照目錄分類各種聯絡人群組，例如交通部聯絡人群組、颱風災害聯絡人群組，港務專員可使用後台管理介面管理此群組功能。
5. 網路傳真災害通報單	港務防災專員進行通報單通報現況，可能發生多次續報，系統需支援對續報做排序以符合現況；通報單位的部分可讓港務人員自行輸入。
6. 新增災害應變緊急功能選單	根據港區內目前發生災害之現況，為提高災害發生時系統執行效率，以災中處理流程設計一功能選單，於發生災害時能自動對影相關的防救災資源查詢、災情通報與災情更新。

13.3 系統功能

本計畫已完成基隆港蘇澳港分局之防救災資料庫試用系統開發，詳細之系統功能介紹如後：

13.3.1 系統首頁

系統使用者無須登錄系統即可於首頁(如圖 13.8)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

以地圖方式顯示港埠地區之災害狀況(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. 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。

3. 申請帳號

新使用者填寫申請帳號表單，管理者會接獲系統郵件通知，待管理者設定帳號使用權限後，系統會自動通知使用者。

4. 使用者手冊下載

提供使用者操作手冊下載。

5. 即時災情下載(KML)

提供目前港區災害現況之 KML 格式之即時災情下載。

6. 系統執行建議

系統建議瀏覽環境為 Windows Internet Exploer 8，可向下支援 Windows Internet Exploer 6 與 7，其他瀏覽器介面可支援 Firefox，並提供相對應之軟體下載路徑。

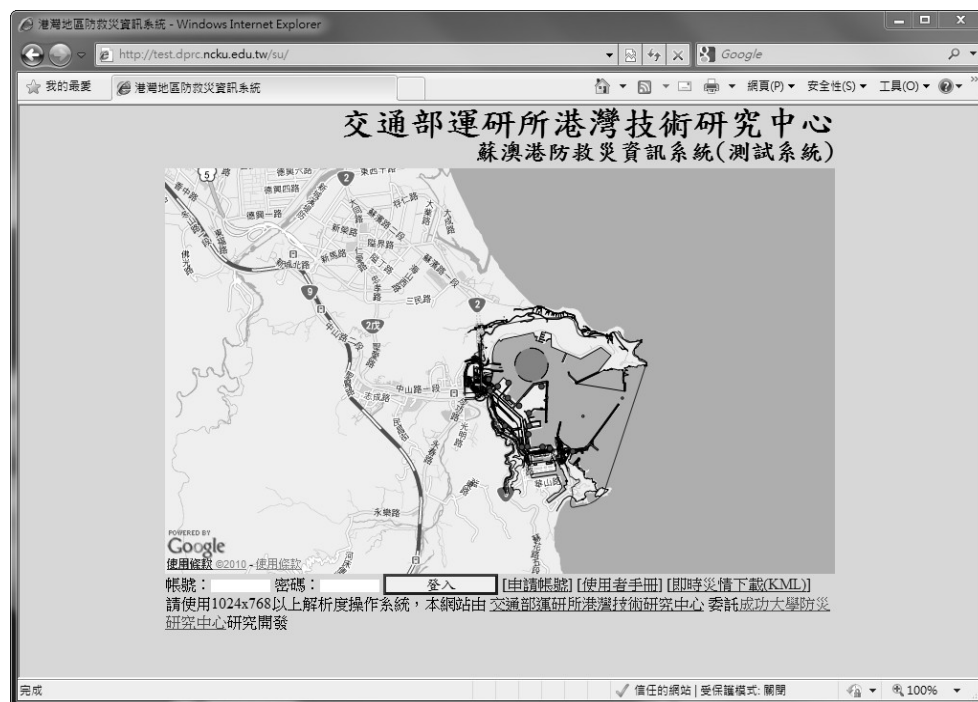


圖 13.8 「系統首頁」畫面配置圖

13.3.2 系統主畫面

當使用者通過系統檢核後，會有歡迎訊息出現，同時會開啟系統主畫面，主畫面配置如圖 13.9，包括主功能選單、事件災害選單、地圖控制工具列、地圖顯示區與地圖狀態列。

1. 主功能選單

系統最上方之功能選單列，功能規劃由防救災處理流程依序擺置；包括「新增災害」、「災情通報及管理」、「交通部災情填報」、「防救災資源查詢」、「紀錄查詢」、「登出系統」等功能。

2. 事件災害選單

位於系統主功能選單列下方的位置，當港區有事件災害發生時，進行相對應之「災情通報」、「災害處置作為」、「災害標準作業程序」、「災害防救災資源」。

3. 地圖控制工具列

位於系統事件災害選單列下方的位置，主要提供地圖區的控制工具，而這些工具包括「檢視單位」、「平移」、「指定縮放」、「拉近」、「拉遠」、「最初視景」、「量測」、「使用地圖」等功能。

4. 地圖顯示區

位於系統畫面之中間的位置，主要提供空間資料之顯示，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。

5. 地圖狀態列

提供使用者於地圖顯示區上之相關資訊，包含「坐標位置」、「比例尺」等地圖狀態資訊。



圖 13.9 系統主畫面配置圖

13.3.3 災中應變流程功能

本系統災中應變流程，包括「新增災害」、「災情通報及管理」、「交通部災情填報」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，各功能詳細內容說明如下：

1. 新增災害

當災害發生時港務人員可點選此功能進行災害之新增(如圖 13.10)，於地圖上點選災害發生位置，選取致災事件、災害類型，輸入災害描述、災前整備，若有精確位置也可手動輸入災害位置之坐標(經、緯度)後即可完成。

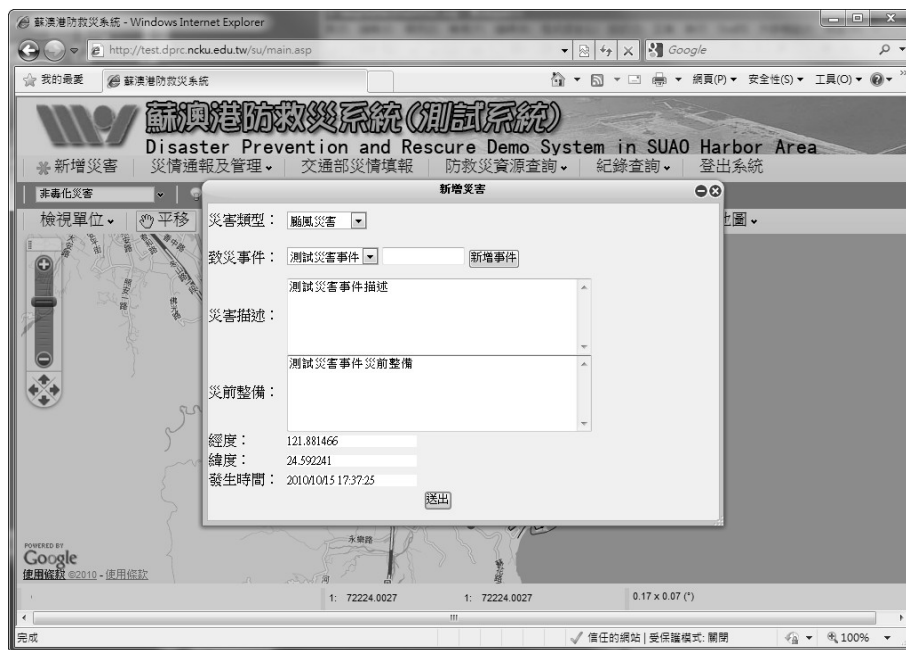


圖 13.10 「新增災害」功能畫面圖

2. 災情通報及管理

本系統開發的災情通報及管理功能 (如圖 13.11)，可進行「語音通報」、「傳真通報」、「簡訊通報」等多元通報，提供 KML 檔案格式之「即時災情下載」，而此功能選單尚包括「災情更新」、「多媒體簡訊即時災況」與「列印新聞稿」。

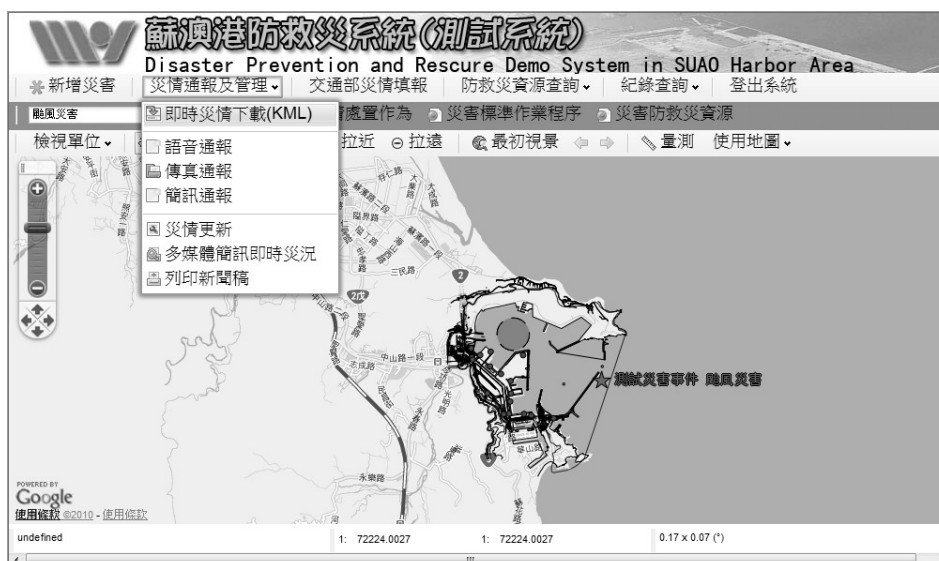


圖 13.11 「災情通報及管理」功能選單畫面圖

3. 交通部災情填報

應變小組人員可以使用此功能連結至「交通部災情網路填報系統」進行災情填報。

13.3.3.1 語音通報功能

本系統開發的「語音通報」功能，可將災害資訊文字轉成語音電話傳送出去(如圖 13.12)，因無文字數量之限制，故災害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，因此通報範圍較為廣泛。

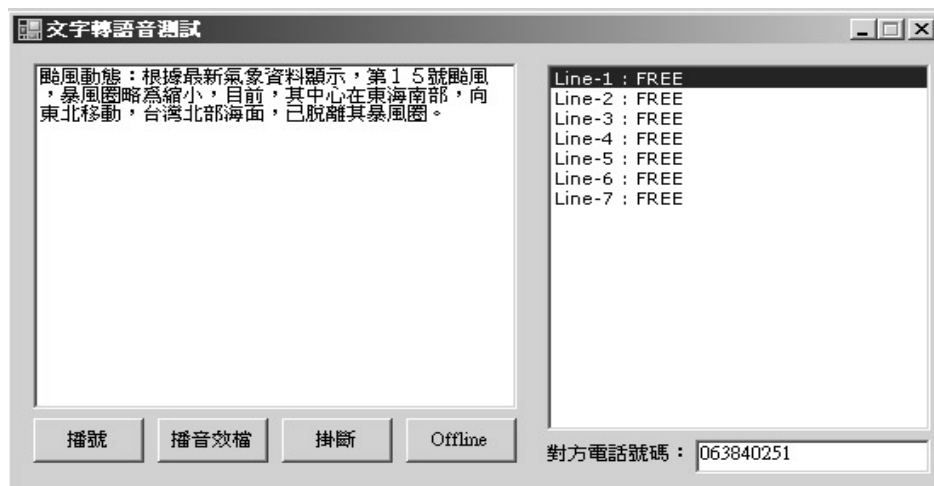


圖 13.12 「語音通報」功能畫面圖

13.3.3.2 傳真通報功能

傳真通報功能的開發，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(如圖 13.13)。

物陳 ☐ 交通部部長室 ☐ 交通部政務次長室 ☐ 交通部常務次長室_1 ☐ 交通部常務次長室_2 ☐ 交通部主任秘書室 ☐ 交通部航政司 ☐ 交通部交通動員委員會（災害模式通報窗口） ☐ 行政院環保署 ☐ 臺中市政府環保局 ☐ 臺中市政府消防局 ☐ 本局各相關單位	通報時間 通報別 ☒ 初報 ☐ 續報 ☐ 結報 通報人員 單位：臺中港務局 職稱： 姓名： 電話：07-5622127 傳真：07-5513953
災害類別： 中央災害防救單位：交通部 業務主管機關： 電話：02-23492332	
發生時間 年 月 日 時 分 災害地點 現場指揮官 單位： 職稱： 姓名： 電話：	

圖 13.13 「傳真通報」功能畫面圖

13.3.3.3 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，在選取要發送的對像後按下送出(如圖 13.14)，系統將發出簡訊內容給所有被選取的人。

臺中港防災應變小組簡訊通報	
簡訊內容：(中文字數限制70個字, 英文為140個字)	
臺中港防災應變小組 發佈	
收訊人員： ☐ 李明浩聯絡中心人員 ☐ 黃敏郎港務長 ☐ 葉永信信號台人員 ☐ user ☐ user	
工作人員： ☐ 曾文傑助理研究員 ☐ 黃敏郎中油作業單位主管 ☐ 林伯勳1港警南堤分駐所 ☐ 李明浩應變小組連絡員 ☐ 林伯勳港警南堤分駐所 ☐ 蔡政哲中油作業人員 ☐ 蔡元融中油作業人員 ☐ 棧埠處 ☐ 王先生元亨泰公司 ☐ 航政組組長 ☐ 港務組 ☐ 工務組 ☐ 機務組 ☐ 環保組 ☐ 港工處	
送出	取消

圖 13.14 「簡訊通報」功能畫面圖

13.3.3.4 災情更新功能

當災害有新狀況異動時，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(如圖 13.15)。

事件名稱：測試災害事件 2010/4/19 下午 02:02:53								事件結束歸檔	
災情描述	災害類別	最新狀況	發生時間	狀況	修改	刪除	SOP	結束	
測試災害事件	船舶災害			新增	編輯	刪除	檢視	☐	

事件名稱：DEMO2 2010/3/30 下午 03:43:27								事件結束歸檔	
災情描述	災害類別	最新狀況	發生時間	狀況	修改	刪除	SOP	結束	
這是緊急通報測試	地震災害			新增	編輯	刪除	檢視	☐	

事件名稱：DEMO3 2010/3/30 上午 10:51:34								事件結束歸檔	
災情描述	災害類別	最新狀況	發生時間	狀況	修改	刪除	SOP	結束	
test2	設施破壞	設施修護	2010/4/19 8:27:10	新增	編輯	刪除	檢視	☒	
test	颱風災害	作業完成	2010/4/19 8:29:44	新增	編輯	刪除	檢視	☒	

關閉視窗

圖 13.15 「災情更新」功能畫面圖

13.3.3.5 列印新聞稿功能開發

應變小組人員於災情結束後，可進入系統之列印新聞稿功能，將災情狀況作瀏覽、選取與列表(如圖 13.16)，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。

災後報表模組

災害歷程

9:00，中油廠區LNG船裝卸作業引發大規模火災。

9:03，應變中心已成立。

9:10，LNG船拖離至航道上，並往南防波堤燈塔外20浬處前進中。

9:15，LNG船正拖離至航道上，目前航道以保持淨空。

9:20，中油場區火勢已撲滅，出動車輛包括化學消防車兩部、化學害處理車一部、救護車兩部，李大為中度灼傷、王天賜輕度噙傷，皆已急救完畢。

傷亡統計

兩人受傷，皆已急救完畢。

財產損失

圖 13.16 「列印新聞稿」功能畫面圖

13.3.4 3G 手持裝置應變模組

應變監控採用 Google Static Maps API 產製防救災地圖。並利用具備有 Wi-Fi、3G、GPS、拍照功能、可自行擴充記憶空間及搭載 Window Mobile 6 作業系統的 3G 行動裝置，做為災況通報與資情通訊的行動裝

置，可即時不限場所的回報傷患情形、災害地點，又配合 Google Map 之衛星與街道圖，可清楚得知現場狀況 (如圖 13.17)



圖 13.17 「3G 手持裝置應變模組」功能畫面圖

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(如圖 13.18)，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。

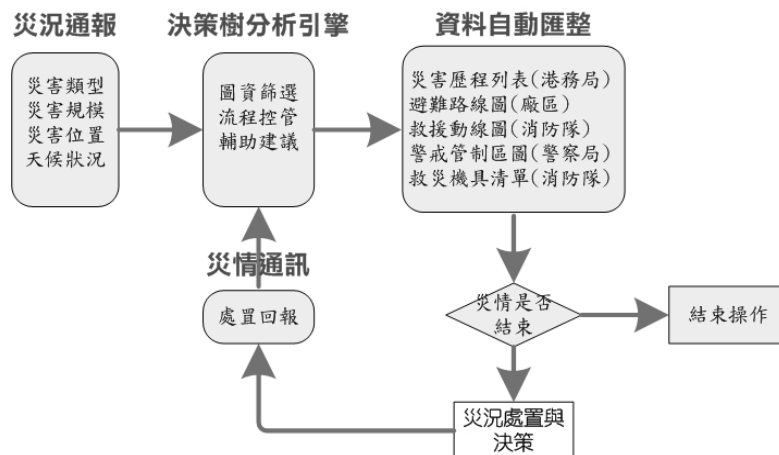


圖 13.18 應變監控功能流程圖

13.3.5 輔助功能

本系統「輔助功能」內容包括「防救災資源查詢」、「紀錄查詢」，主要為防災作業時之輔助功能，而功能內容分述如下：

13.3.5.1 防救災資源查詢

防救災資源查詢功能分為「文件查詢」、「資源分佈圖層展示」與「其他網路資源」。

1. 文件查詢

「文件查詢」功能以 PDF 文件提供港區內防救災資源文件，包含 SOP 文件查詢、救災機具文件查詢、緊急應變人員通聯表(如圖 13.19)，並於後台管理介面提供上傳檔案模組，方便管理者進行更新。



圖 13.19 「文件查詢」功能畫面圖

2. 資源分佈圖層

「資源分佈圖層」功能將系統地圖區之圖層列表以樹狀結構顯示(如圖 13.20)，以進行顯示/不顯示之控制。而圖層主要包括「基本圖」、「防救災地圖」與各類「災害潛勢區」。

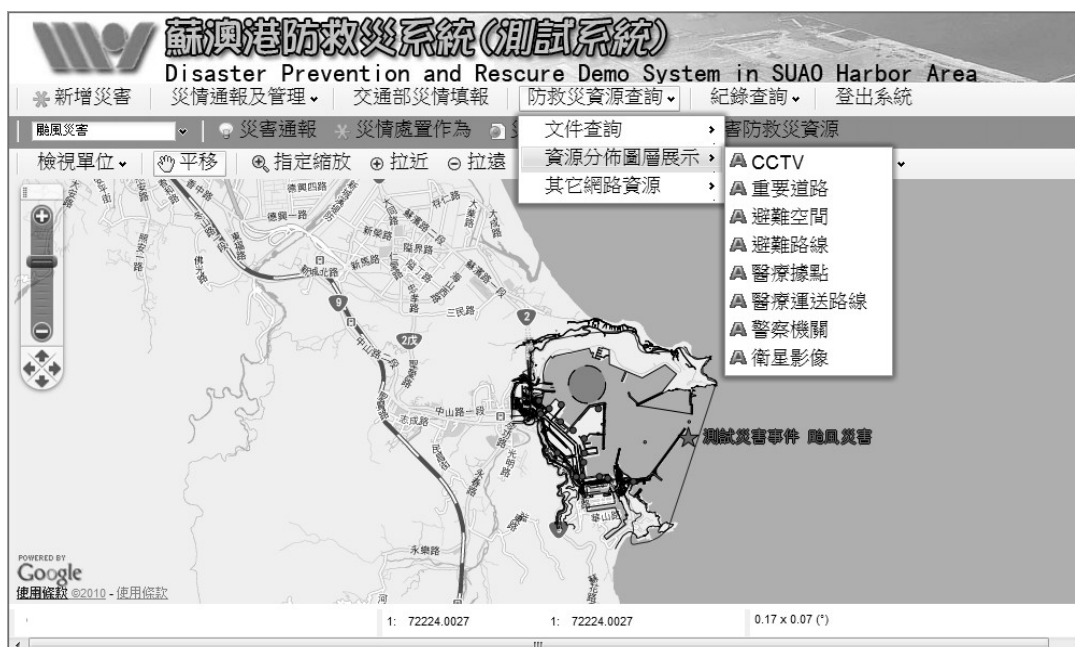


圖 13.20 「資源分佈圖層展示」功能畫面圖

3. 網路連結資源

「其他網路資源」功能整理港務人員常用之網路連結資訊(如圖 13.21)，直接點選連結開啟即可。

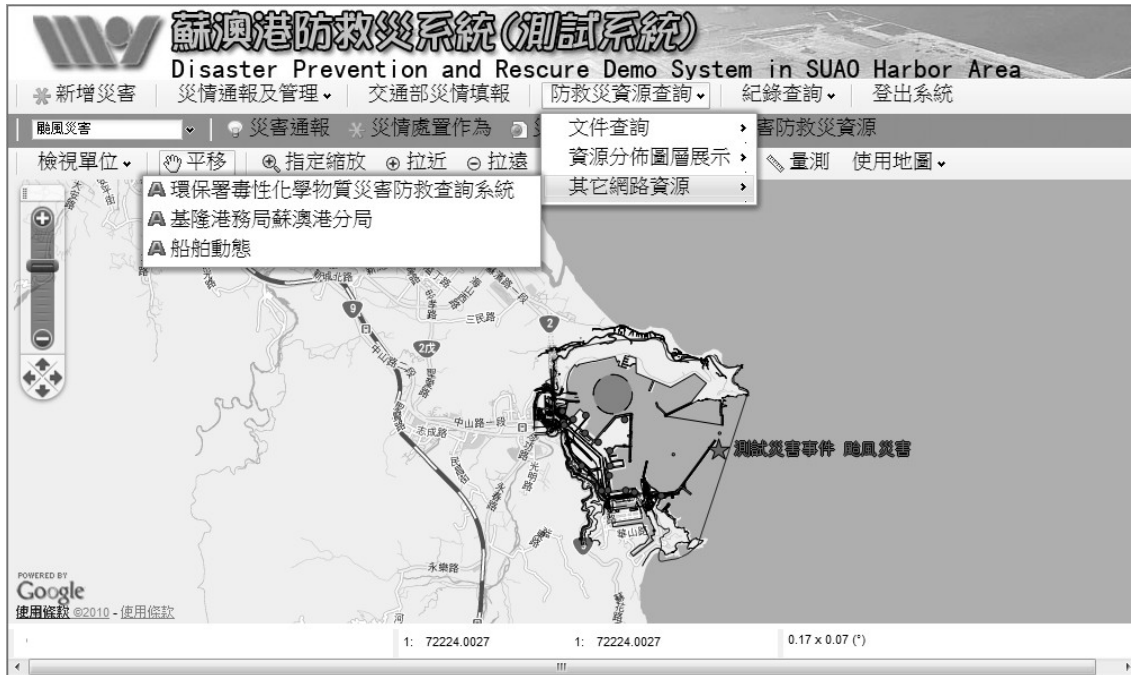


圖 13.21 「網路連結資源」功能畫面圖

13.3.5.2 紀錄查詢

「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(如圖 13.22)，功能包括「語音通報記錄查詢」、「簡訊通報記錄查詢」、「多媒體發送記錄查詢」與「災害事件記錄查詢」。

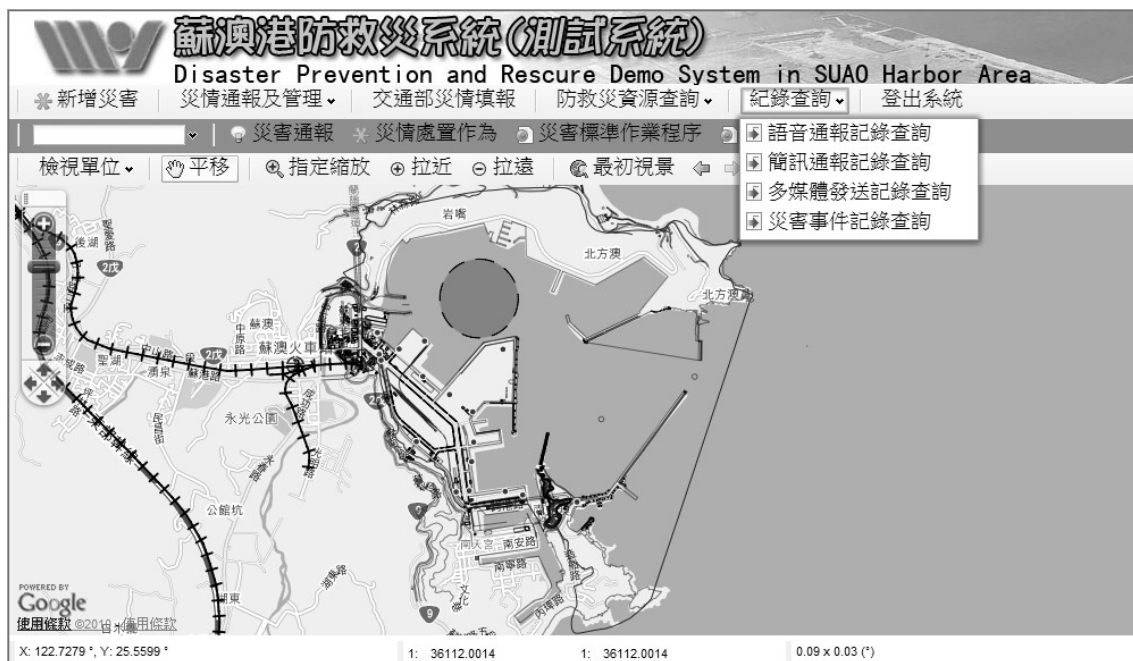


圖 13.22 「紀錄查詢」功能畫面圖

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)港灣地區地震監測及液化模擬建檔研究。(2)港灣地區碼頭腐蝕資料及設施結構資料更新建置。(3)港灣工程基本資料網路查詢系統建置研究。(4)液化對港灣構造物穩定性之影響研究。(5)港灣地區海氣地象資料彙整建檔。(6)港區防救災體系建置之研究。

14.2 結 論

1. 本計畫執行乃依港研中心各研究群組之專長,劃分工作群組合力彙整中心歷年研究成果，擴建港灣工程基本資料庫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，計有七大港區遙測影像資料更新，高雄港區震度漸增液化出圖模組設計，高雄港區震度漸增液化影響動畫製作，高雄港區地震資料庫系統建置，高雄港碼頭構造物細部設計資料影像圖層轉檔建置，高雄港高

雄港碼頭鋼板腐蝕資料增建。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 2010 年的運量統計。在海氣象觀測資料上增建 2010 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高雄港區港埠規劃、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，增建蘇澳港資料並整合港灣地區防救災體系查詢架構。

2. 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 1,097 筆資料、臺中港 272 筆資料、基隆港 464 筆資料、花蓮港 110 筆資料、臺北港 118 筆資料、蘇澳港 172 筆資料、安平港 316 筆資料、布袋港 78 筆資料、馬公港 117 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 12,900 筆資料、潮位 20,861 筆資料、波浪 12,335 筆資料、海流 9,580 筆資料、颱風 134 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、臺北港約兩萬七千筆資料而蘇澳港約一萬一千筆資料。
3. 在港區地質資料的彙整應用上，本計畫開發設計高雄港區震度漸增液化出圖自動化模組，並製作高雄港區震度漸增液化影響動畫，將成果建置於資料庫中，提供查詢使用。
4. 在板樁式碼頭耐震能力評估方面，當不考慮背填土壤發生液化時，碼頭之耐震能力能承受水平震度 $K_h=0.16$ 之地震力，但若考慮背填土壤發生液化，碼頭之耐震能力降為能承受水平震度 $K_h=0.12$ 之地震力，顯示背填土壤是否發生液化，對板樁式碼頭之耐震能力有很大的影響。
5. 在棧橋式碼頭耐震功能性評估方面，於地震力作用下，碼頭之破壞會先由基樁發生塑鉸產生，且塑鉸會先由短樁發生，所以棧橋式碼頭之地震力破壞由基樁所控制。

6. 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。
7. 在港灣地區防救災體系建置研究方面，本研究主要目的為透過港灣地區防救災資料庫之建置，結合地理資訊系統(GIS)開發，與標準作業程序之擬定等相關作業事項，提供基隆港務局及其輔助港、臺中港務局與高雄港務局防救災工作相關業務單位人員，執行港區災害防救規劃與管理之輔助系統使用。
8. 本計畫新增之蘇澳港港區防救災地理資訊基本圖資，共計 11,745 筆，圖層包括碼頭、迴船池、鄰近公司位置、港區範圍、倉庫區塊、重要道路、鐵路、鄉鎮行政區界、附近公司位置等圖層。
9. 在蘇澳港港區各類災害緊急應變及監控彙報之策略與流程規劃上，主要參考「交通部基隆港務局蘇澳港分局災害防救業務計畫」，進行蘇澳港各類災害防救策略之研擬，研擬之標準作業程序內容包括法源依據、災害事件標準作業程序、誘發之各類災害標準作業程序、應變組織分工表、防救災資源資料等內容。
10. 基隆港務局及其輔助港之防救災系統後續需求：基隆港務局已建置諸多資訊系統，例如事件反應自動化系統與今年度尚在執行的資料倉儲系統建置，積極透過資訊系統提升行政效率與成果。但由港務局自行建置的系統主要目的為提供整體港務局作業之順暢，防救災業僅其中之一部分，港務人員於辦理防救災業務時仍有改善空間，透過成果宣導得到基隆港務局及其輔助港之港務人員的正面回應。為避免港務人員執行時的混亂，目前防救災業務依循既定體系進行，但空間資訊的展示、多方災情通報、即時災情多媒體訊息傳遞等，於明年度颱風值班期間實際使用進行測試與評估，提供本研究團隊使用經驗與建議。

11. 臺中港務局之防救災系統後續需求：臺中港區內存放許多儲槽，包含各類化學品與油品，近年建置 LNG 儲槽，視為防救災之首要重點港區。本研究結果雖獲得港務人員之肯定，但港務局內負責防災業務人員變動較為頻繁，人員配置不足，導致推行防救災相關系統不易執行。值得一提的是，臺中港務消防隊目前已於消防車輛裝置 GPS 與 CCTV，可即時回傳影像資訊，並運用 Google Earth 自行建立一防救災資源介面，希望能與本研究結果有所整合，互截長處，以期災害發生時輔助指揮官進行決策與搶救。
12. 高雄港務局之防救災系統後續需求：高雄港已建置一套港區內圖資查詢系統，對於防救災業務仍略嫌不足，經過實機討論與互動，提供港務人員測試帳號進行評估，於後續高雄港務局內部會議中討論。透過高雄港務局的使用經驗與建議，以期本研究結果系統能符合高雄港務局之需求。
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。

14.3 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。
6. 經由板樁式碼頭耐震能力評估結果，顯示背填土壤是否發生液化，對板樁式碼頭之耐震能力有很大的影響，故未來在設計板樁式碼頭時，不能乎略背填土壤發生液化之可能性。
7. 經由棧橋式碼頭耐震功能性評估結果，評估案例之斜樁棧橋式碼頭雖能讓碼頭在地震力作用下，產生很小的變位，以達到功能等級 S 的功能目標，但由其結構能耐曲線可得知其結構系統韌性很差，導

致結構基樁一旦降伏產生塑鉸後，結構系統即瀕臨破壞，毫無預警可言，未來設計應避免此種結構系統或另覓改善之道。

8. 與交通部網路災情填報系統介接方面，目前各港務局除平行單位之災情傳遞，最終須透過交通部網路災情填報系統進行通報，此為單一窗口。為使本研究成果之系統更為完整，減少港務人員操作時須開啟多個視窗進行多重登入，乃嘗試規劃與交通部網路災情通報系統進行資料庫端的系統介接之可能。由於交通部建置之網路災情填報系統包含交通部底下所有單位的災情通報，包含公路單位、航政單位、港務單位等，本研究為港區防救災資訊系統，使用者為港務人員，僅提供港務單位所需之防救災通報項目即可。相對應於交通部災情網路填報系統的資料項，須介接資料包含海運停航一覽表、海事案件處置情形、港埠設施損壞情，並以 Web Service 的方式提供資料。目前已有基隆港務局以介接的方式將本系統放置其中，實際災情通報狀況，各港皆依循既有之體系執行。本系統現況並非正式上線之防救災系統，後續若各港務局正式納入本系統進行各項災情通報工作後，交通部資管中心將提供「網路災情填報系統」之介接管道，順利完成系統間之介接工作，擴大系統使用效益。
9. 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。

14.4 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)2010 年亞洲地理資訊系統國際研討會暨台灣地理資訊學會年會、兩岸四地 GIS 與應用遙感研討會，發表論文「開放式地理資訊系統於港灣地區多方位災情通報之研發」。
- (2)2010 年港灣報導 86 期，發表論文「板樁式碼頭受震易損性分析之研究－以花蓮港為例」。

(3)2010 年港灣報導 87 期，發表論文「港灣地區災情通報之精度研究」。

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、蘇澳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. Federal Emergency Management Agency 、 United States Fire Administration 、 National Fire Academy U.S.A. (1999) "Incident Management (Command) System for Stuctural Collapse Incidents"
2. International Navigation Association, PIANC(原名), (2001), "*Seismic Design Guidelines for Port Structures*", A.A Balkema Publishers / Lisse / Abingdon / Exton (PA) /Tokyo.
3. 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.
4. 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.
5. 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 .
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
 10. 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.
 11. 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.
 12. 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.
 13. 日本道路協會 (1996),「道路橋示方書.同解説」, V 耐震設計篇。
 14. 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。
 15. 內政部,「建築物耐震設計規範及解說」, 民國 95 年。
 16. 內政部地政司衛星樑測中心「國家座標系統之訂定」, (<http://www.gps.moi.gov.tw/satellite/>)。
 17. 交通部,「公路橋樑耐震設計規範」, 民國 84 年。
 18. 交通部,「港灣構造物設計基準—碼頭設計基準及說明」, 民國 86 年 7 月。

19. 交通部災情網路填報系統 (<http://www.motc.gov.tw/disaster/>)。
20. 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。
21. 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。
22. 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。
23. 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。
24. 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。
25. 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。
26. 邱永芳、謝明志、曾文傑..等(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。
27. 邱永芳、謝明志、曾文傑..等(2009)，「港區防救災體系建置之研究 (1/2)」，交通部運輸研究所。
28. 柯永彥、楊鶴雄 陳正興、謝明志 賴瑞應、林雅雯(2010)，「板樁式碼頭受震易損性分析之研究—以花蓮港為例」，港灣報導 86 期。
29. 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
30. 泰興工程(2004)，臺中港 LNG 接收站暨臺中至大潭海管新建計畫可行性研究，臺灣中油公司。

31. 高雄港務局 (2008)，交通部高雄港務局災害防救業務計畫。
32. 高雄港務局(2009)，交通部高雄港務局災害防救業務計畫。
33. 基隆港務局(2007)，危險品海運管理。
34. 基隆港務局(2008)，交通部基隆港務局災害防救業務計畫。
35. 基隆港務局(2008)，交通部基隆港務局臺北港分局災害防救業務計畫。
36. 基隆港務局(2009)，交通部基隆港務局災害防救業務計畫。
37. 基隆港務局(2009)，交通部基隆港務局臺北港分局災害防救業務計畫。
38. 基隆港務局(2009)，交通部基隆港務局蘇澳港分局災害防救業務計畫。
39. 黃敏郎、葉永信、謝明志、曾文傑、林文釵、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。
40. 黃敏郎、葉永信、謝明志、曾文傑、林文釵、紀雲曜 (2010)，「開放式地理資訊系統於港灣地區多方位災情通報之研發」，2010 地理資訊系統國際研討會暨台灣地理資訊學會年會、兩岸四地 GIS 與應用遙感研討會。
41. 黃敏郎、曾文傑 林文釵、謝明志 紀雲曜(2010)，「港灣地區災情通報之精度研究」，港灣報導 87 期。
42. 葉永信、黃敏郎、謝明志、曾文傑、林文釵、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。
43. 臺中港務局(2004)，臺中港船舶繫泊作業須知。
44. 臺中港務局(2004)，臺中港設置液化天然氣卸儲規劃之研究。

45. 臺中港務局(2006)，臺中港液化天然氣船裝卸作業規定
46. 臺中港務局(2006)，臺中港液化天然氣船進出港與繫泊作業規定。
47. 臺中港務局(2008)，「交通部臺中港務局災害防救業務計畫」。
48. 臺中港務局(2009)，交通部臺中港務局災害防救業務計畫。
49. 臺北港船舶進出港作業規定(2006)，基隆港務局臺北港分局。
50. 臺北港船舶繫泊作業須知(2007)，基隆港務局臺北港分局。
51. 賴瑞應、賴聖耀 (2004)，「地震引致版樁式碼頭之穩定性分析」，交通部運輸研究所，民國 93 年 4 月。
52. 賴瑞應等 (2005)，「港灣構造物功能性設計法之研究 (3/3)」，交通部運輸研究所，民國 94 年 4 月。
53. 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。
54. 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。
55. 賴聖耀等 (2002)，「港灣地區地震監測與土壤液化潛能評估之研究」，交通部運輸研究所，民國 91 年 2 月。
56. 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。
57. 賴聖耀等 (2005)，「港灣地區大地監測調查與液化防治之研究 (3/3)」，交通部運輸研究所，民國 94 年。
58. 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。
59. 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。

60. 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。
61. 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。
62. 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。
63. 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。
64. 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。
65. 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。
66. 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。
67. 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。
68. 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。
69. 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。

70. 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。
71. 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。
72. 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。
73. 蘇青和 (2010a)，「2009 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。
74. 蘇青和 (2010b)，「2009 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。
75. 蘇青和(2010c)，「2009 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。
76. 蘇青和 (2010d)，「2009 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。

附錄一

期末審查意見及辦理情形說明表

期末審查意見及辦理情形說明表

審查委員	審查意見	處理情形
1. 海洋大學河海系曹登皓副教授	1. 研究內容及成果愈趨完整及豐富。 2. P. 4-9 圖 4.5 地震強度選取對話框建議修改。 3. P. 9-13 k_h 及 P. 9-15 K_h 建議釐清楚。 4. P. 11-1 表 11-1 資料庫表單之格式及登錄內容的項目說明建議釐清。 5. 發表的論文未列入參考文獻，建議列入。 6. P2-7 及 P2-8 和 P2-9 的料型態及長度中 Decimal(10.0)及 Decimal(7, 2)不一致，請修改。 7. 資料庫的各使用單位感覺其使用性如何，是否補充說明。	1. 感謝委員肯定。 2. 遵照委員指示修改。 3. P. 9-13 k_h 為橫向地盤反力係數，P. 9-15 K_h 為水平震度係數，報告將會以大寫 K 來表示震度，小寫 k 來表示地盤反力係數。 4. 遵照委員指示，將含義較不明確之欄位，於第一節中加上文字說明。 5. 遵照辦理。 6. 統一改為 Decimal(*, *)標準格式。 7. 遵照辦理。
2. 成功大學土木工程系陳東陽教授	1. 本計畫建構港灣地工資料庫並建立地震液化自動分析系統及建立網頁查詢系統，內容相當豐富，資料充實成果報告先撰寫相當完善，可後續港灣工程研	1. 感謝委員肯定，將持續推展本項研究業務。

審查委員	審查意見	處理情形
	究人員做研究參考。 2. 未來可考慮增加使用者之使用意見回饋，作為資料庫使用架構之改善。 3. 另外，可考慮加上原始資料來源。對於固定之資料庫可考慮分析預測之資料並分開成不同計畫。 4. 整體而言，本計畫成果相當優異。	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。 3. 感謝委員指示，列入後續研究評估。 4. 感謝委員肯定。
3. 中興大學土木工程系林炳森教授	1. P.2-2 TWD 67 與 TWD 97 宜用相同格式說明。 2. P.6-6 圖 6-3 腐蝕成果圖數字應清楚。 3. P.9-2 動態土壓、應列出並說明 K_h、K_v。 4. P.9-12 P_{a11}、P_{a12}...等，應標示於圖 9.7 中。 5. P.11-2 潮汐、潮位，應統一用「潮汐」。 6. 編排方式，宜先資料庫、評估、再防災體系，即第十一章可提前。	1. 感謝委員肯定。 2. 試將標註文字放大以求清楚。 3. 將補充相關土壓力公式並說明。另外，板樁式碼頭之耐震能力評估因不考慮板樁自重，且土壓力僅考慮側向土壓，故評估時均忽略垂直地震力的影響。 4. 遵照辦理。 5. 遵照辦理。 6. 遵照辦理，將第十一章改為第九張。

審查委員	審查意見	處理情形
4. 前港研中心副主任李豐博	1. 研究成果甚具工程實用價值，肯定研究團隊之辛勞與成就。 2. 第四章液化分析中，將非液性土壤 ML，ML-CL 亦列入，其液化可能性低，是否需要分析，請斟酌。 3. 第八章圖 8.4 土層描述僅以土或砂描述，失之簡略，宜依統一土壤分類描述說明。 4. 第九章板樁之受力計算中，宜考慮液化土層因液化向上傳播而擴大之可能性。 5. 結論之條文敘述宜作精簡。 6. 文字有誤請修正：P. 2-1「橢求體」宜修正為「橢球體」；P2-5「Ldriss」宜修正為「Idriss」；P9-15「碼頭鑽孔深渡之液化機率」宜修正為「液化安全係數」（圖 9.9）。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員指示，列入後續研究評估。 3. 該 300m 之鑽孔，是為安裝儀器而開挖，並未作物理性分析，故沒有統一土壤分類描述成果。 4. 感謝委員指示，委員建議將納入未來研究重點 5. 遵照辦理。 6. 遵照辦理。

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(2/2)

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

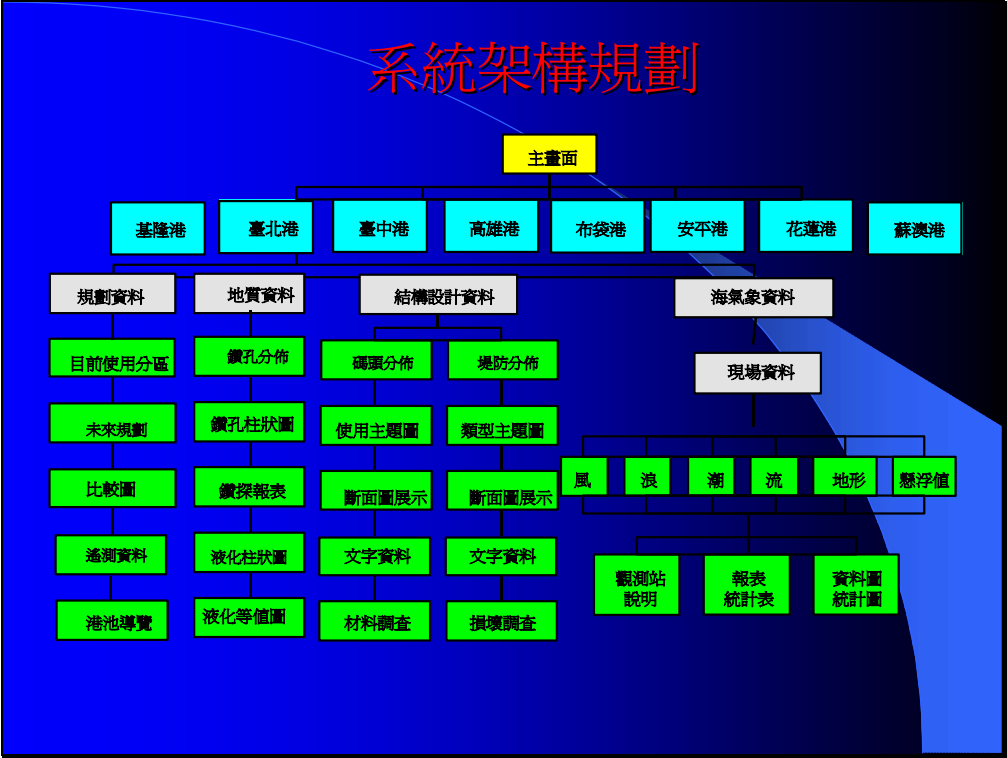
計畫編號：MOTC-IOT-99-H1DA003

執行單位：交通部運輸研究所港灣技術研究中心

計畫時程：99.1.1~99.12.31

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)
資料建置內容：高雄港港區地震監測資料庫建置。
高雄港區地震資料查詢展示模組開發，
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
資料建置內容：高雄港碼頭鋼板腐蝕電位資料建置，展示架構設計、模組查詢程式撰寫。
高雄港碼頭設計pdf資料收集彙整建置。
港區遙測資料更新建置。

三、計畫內容-2

-子計畫(三)：港灣地區海氣象資料彙整建檔

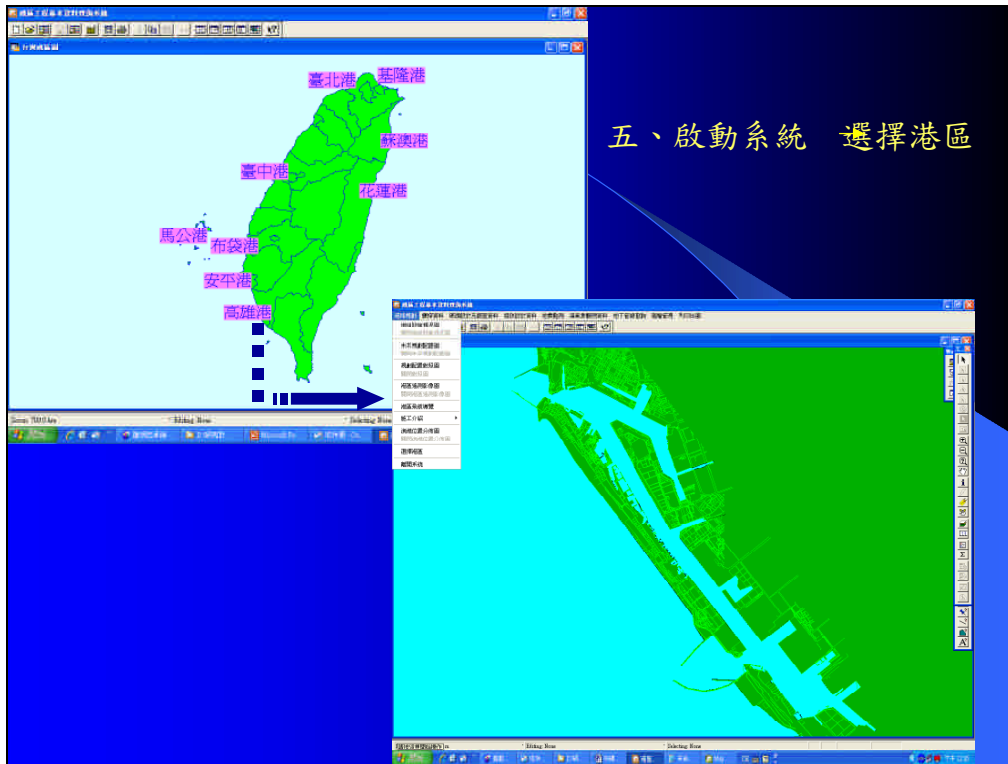
資料建置內容：八大港 風、潮、浪、流資料，更新至2009年11月。

-子計畫(四)：港灣工程基本資料網路查詢系統
建置研究

資料建置內容：高雄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。

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

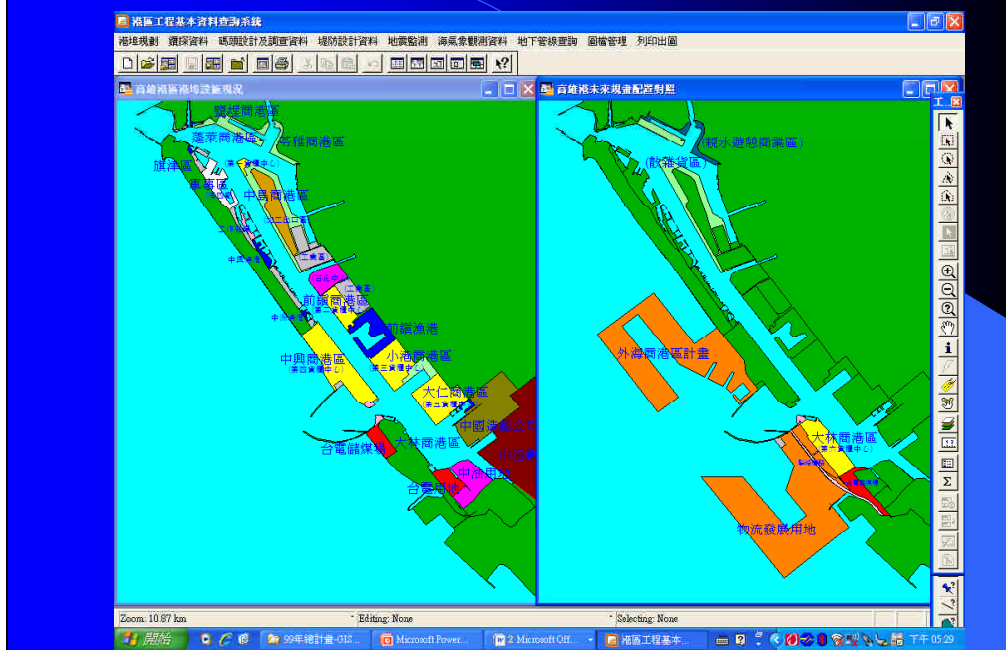


五、啟動系統 選擇港區

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

6-1、港埠規劃：含港區目前配置圖、未來規劃圖、規劃對照圖、遙測資料等選項。



港區新舊遙測資料比對-依拍攝日期排序

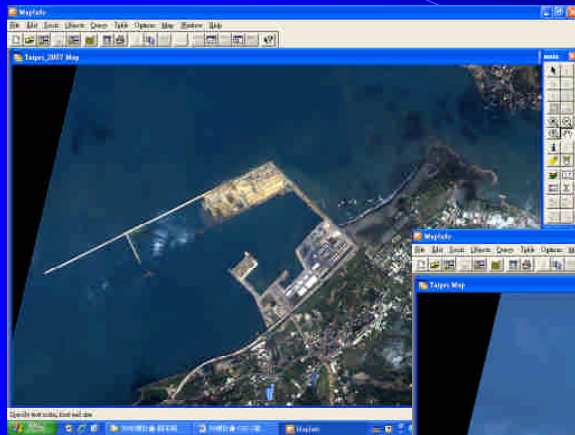
表1.舊有港區衛星影像基本資料

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

表2.現有港區衛星影像基本資料

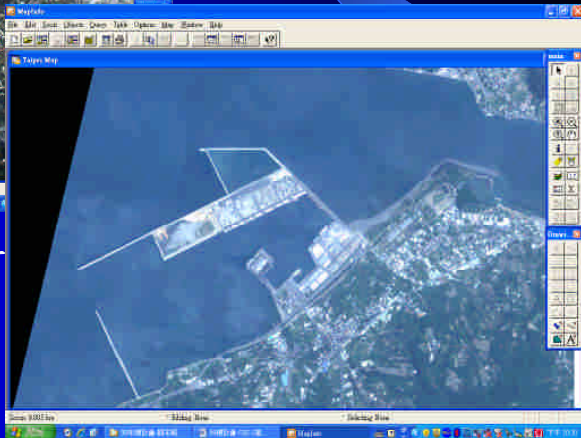
區域	拍攝日期	條帶/格數	影像ID	雲覆率	彩色/灰階	解析度
臺中港	20100311	s2	73F840	14%	MS	8m
		3-4	73F866	3%	PAN	2m
蘇澳港	20100501	s7	76C219	29%	MS	8m
		1-3	76C214	24%	PAN	2m
高雄港	20100628	s3	79EE20	27%	MS	8m
		13-14	79EE4C	29%	PAN	2m
臺北港	20100723	s5	7B4C34	42%	MS	8m
		-1	7B4C68	36%	PAN	2m
基隆港	20100803	s6	7BE638	5%	MS	8m
		-1	7BE637	4%	PAN	2m
安平港	20100922	s2	7EA20D	11%	MS	8m
		1-11	7EA27C	8%	PAN	2m
花蓮港	20101025	s7	807027	17%	MS	8m
		2-12	80704D	16%	PAN	2m

臺北港區遙測資料比對



臺北港2007年遙測影像資料

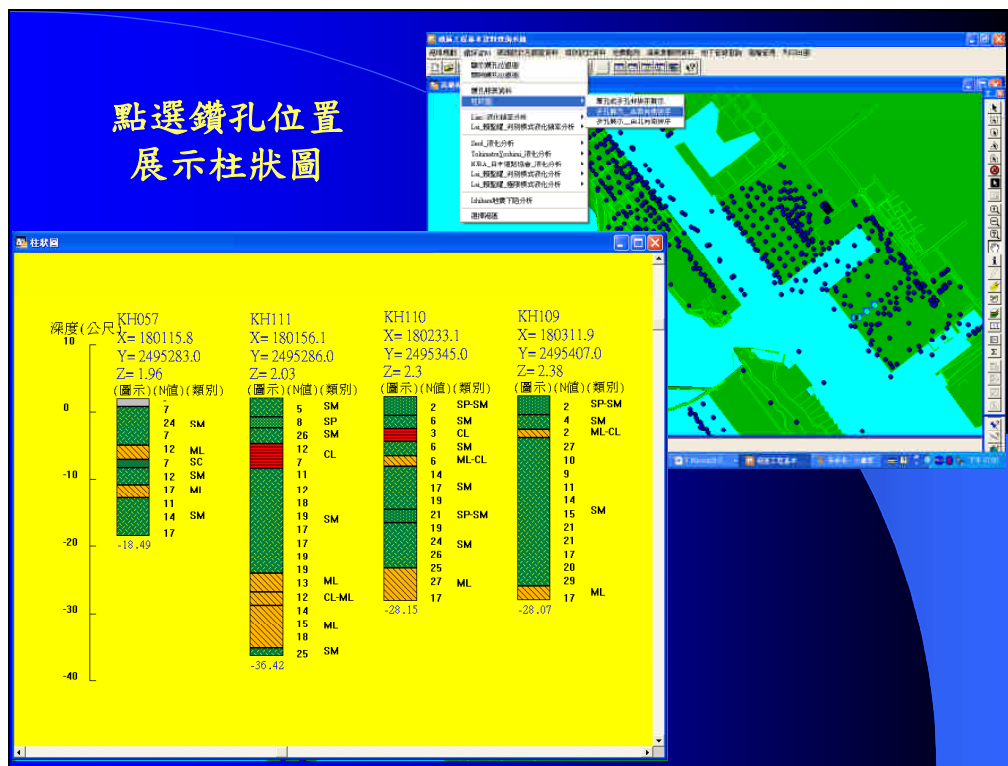
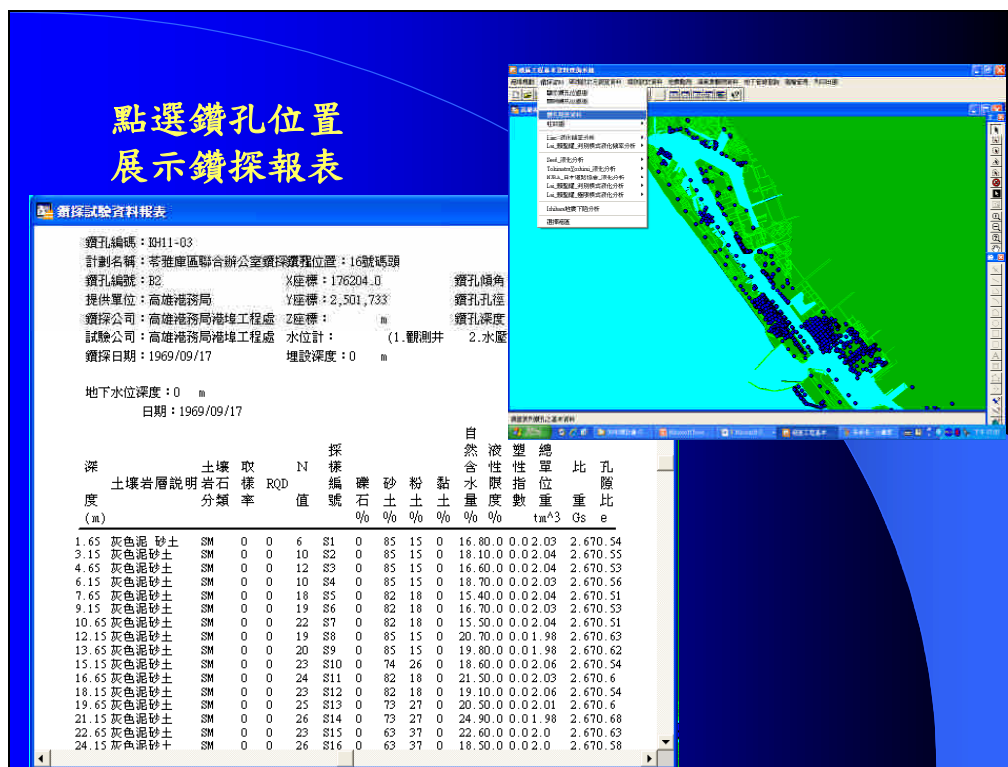
臺北港2010年遙測影像資料

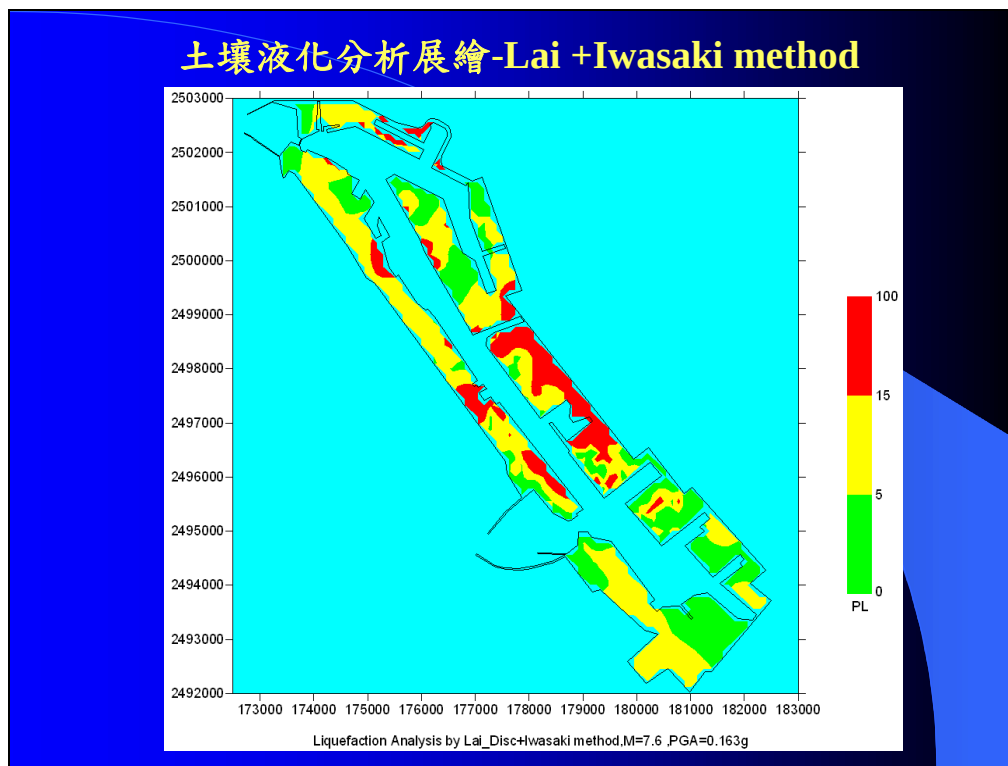


6-2、地質資料處理

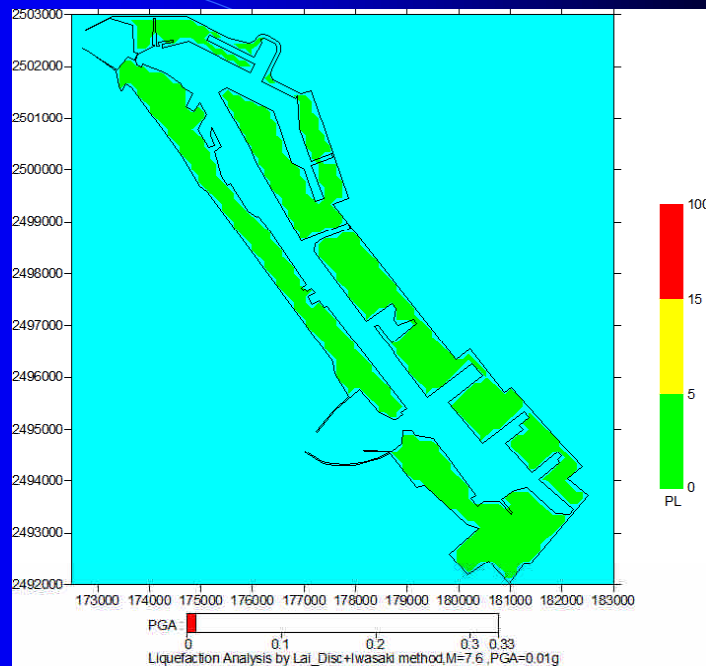
建置兩類資料表單，存放相關試驗資料：

- 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。



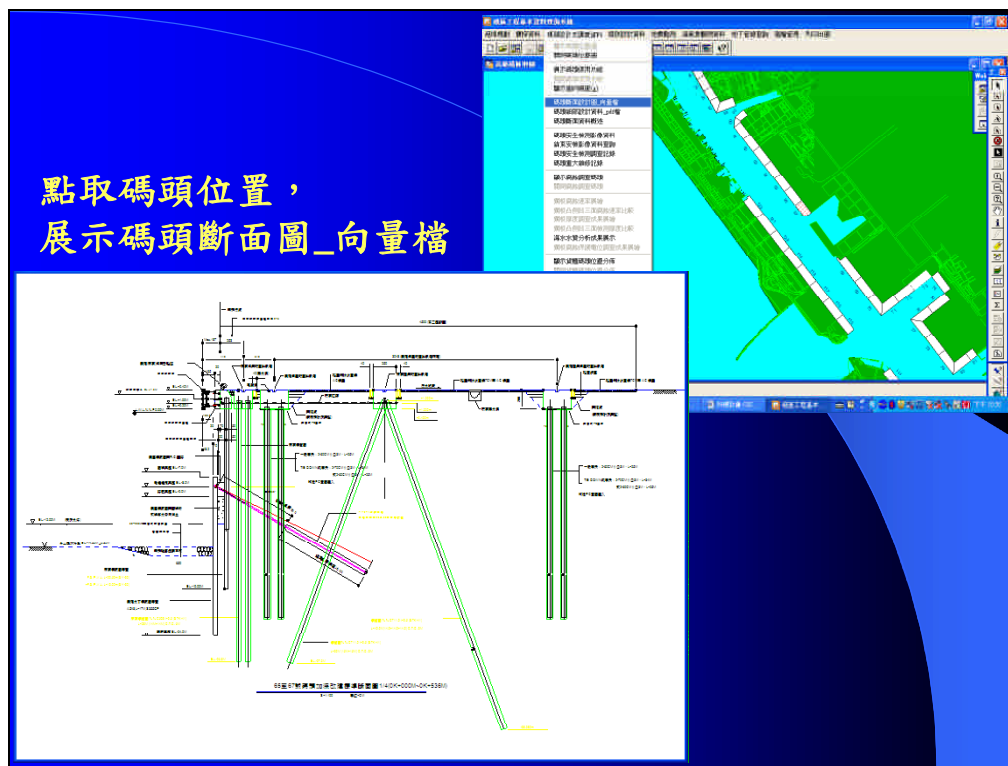
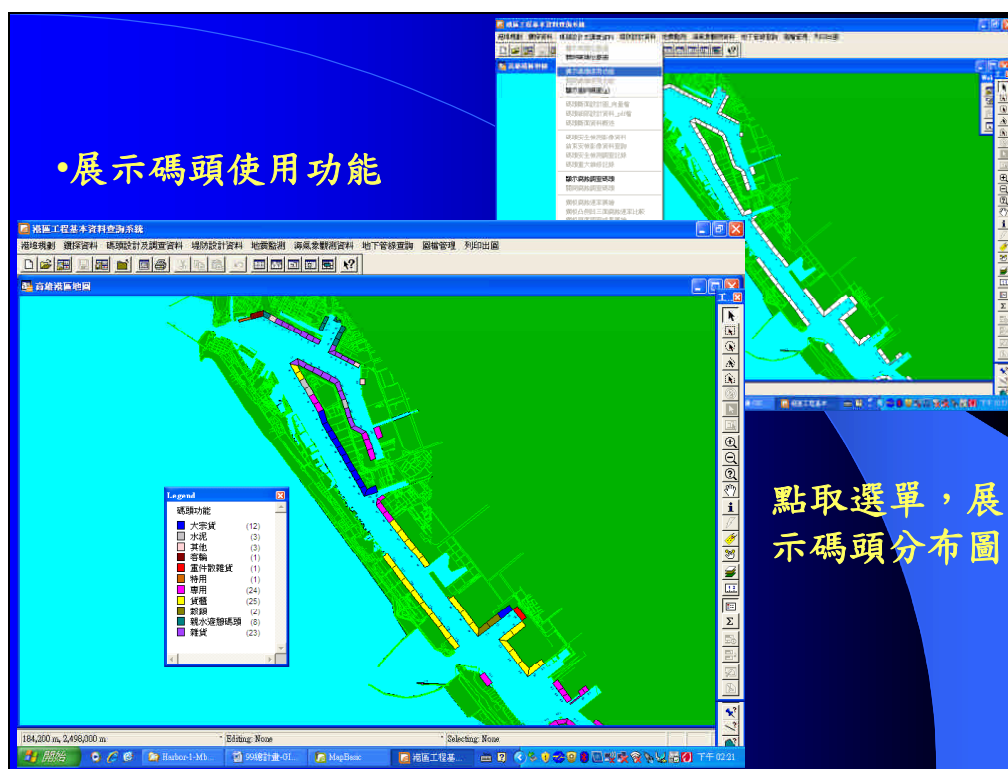


震度漸增液化展示動畫



6-3、碼頭堤防斷面設計資料

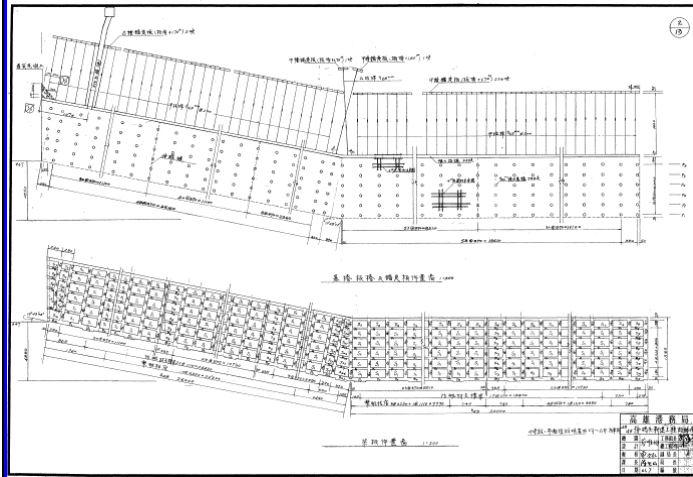
- 碼頭及堤防設計斷面圖：是先利用Auto CAD軟體製作，將各港務局所提供之碼頭堤防設計斷面圖描繪成檔，再編號命名轉存入MapInfo系統內。
- 碼頭屬性資料表：也利用系統之資料庫編輯功能，建置成表格檔案，分十個欄位依序存放碼頭編號、碼頭面設計高程、裝御軌道長度、碼頭設計長度、碼頭設計水深、啟用日期、建造經費、碼頭用途、更新日期等資料，提供系統查閱使用。
- 堤防之屬性資料表，建置方法與碼頭疊同。



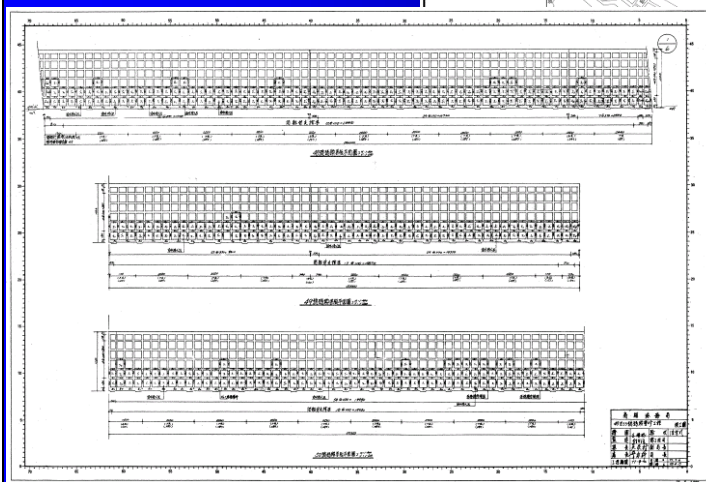
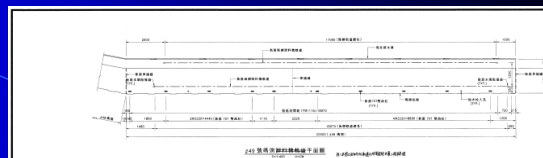
點取碼頭位置，展示碼頭細部設計資料_pdf檔



棧橋式碼頭基樁分布平面圖



高雄港區碼頭細部設計資料_pdf檔之二



高雄港區碼頭細部設計資料_pdf檔之三

碼頭腐蝕調查

點取選單
展示有施
做腐蝕調
查之碼頭
(紅色碼
頭區塊)



點取調查位置，展繪鋼板厚度調查成果(#39)

起迄點輸入對話框

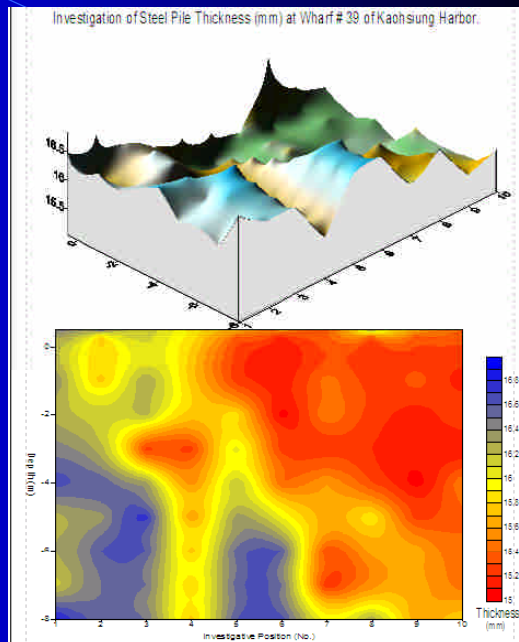
本結構物岸線總長199.05m，等距佈設58個檢測點，請輸入展繪起迄點：

起點：1 2 3 4 5 6
終點：5 6 7 8 9 10

請選擇繪圖部位

本板樁分凸面、側面、凹面三個部位，請點選欲繪圖的部位：

☒ 繪製凸面部位的腐蝕速率圖
☐ 繪製側面部位的腐蝕速率圖
☐ 繪製凹面部位的腐蝕速率圖



檢測位置輸入對話框

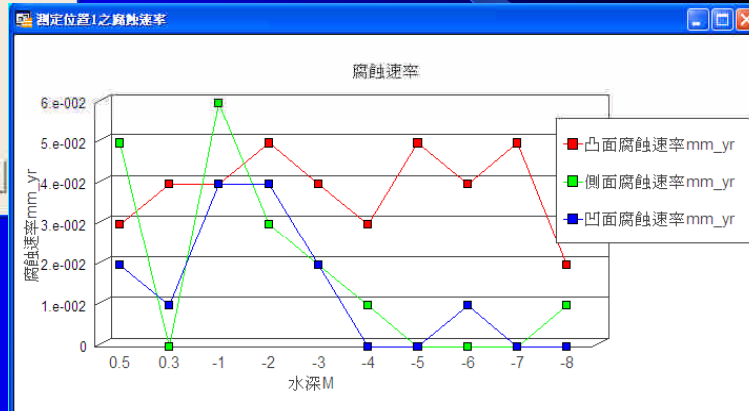
本結構物岸線總長199.05m，等距佈設58個檢測點，請輸入欲做比較之檢測位置：

檢測位置：

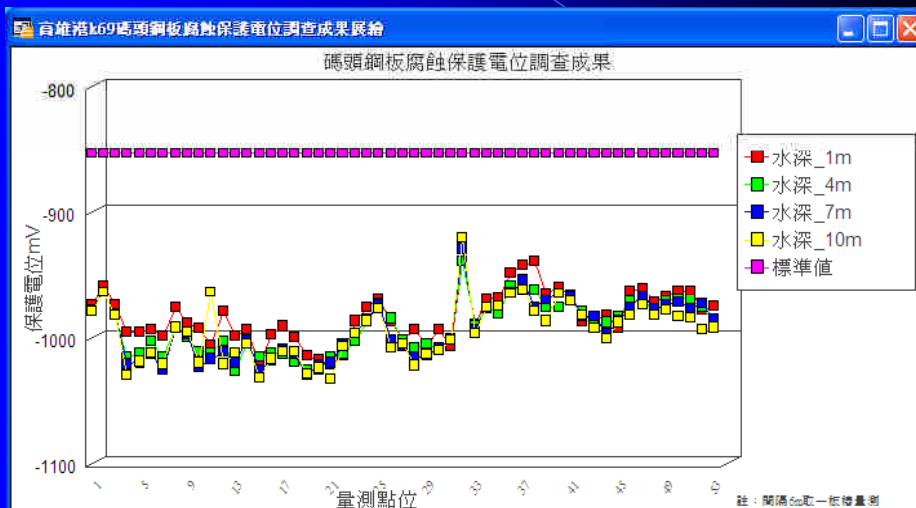
1
2
3
4
5
6

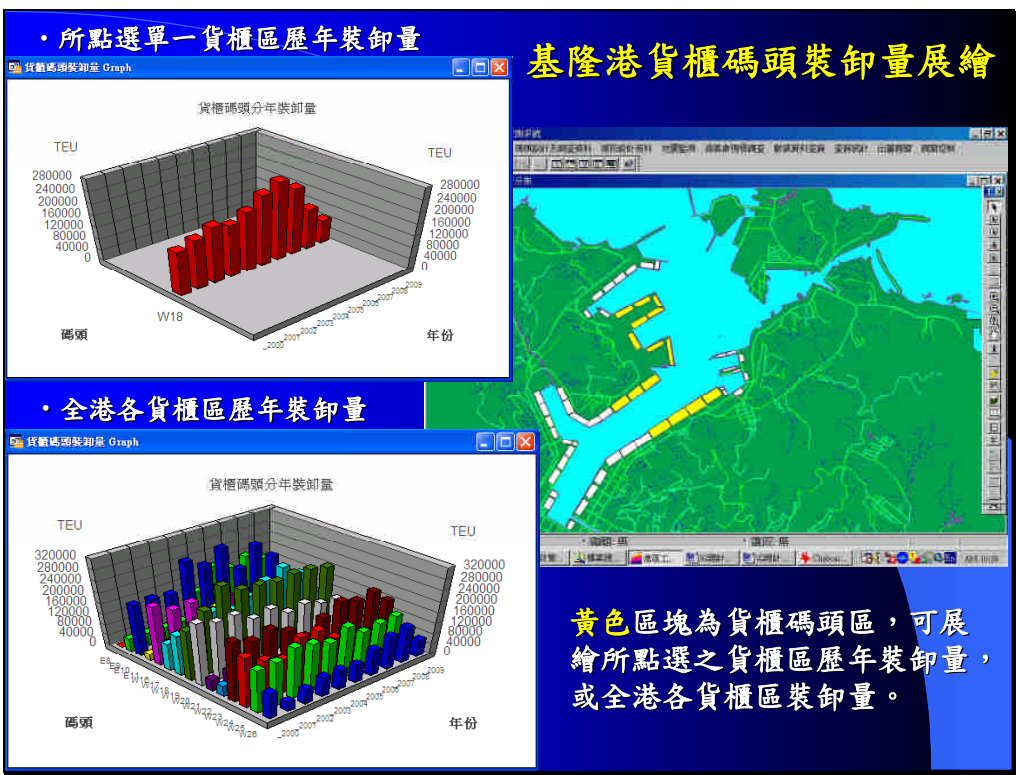
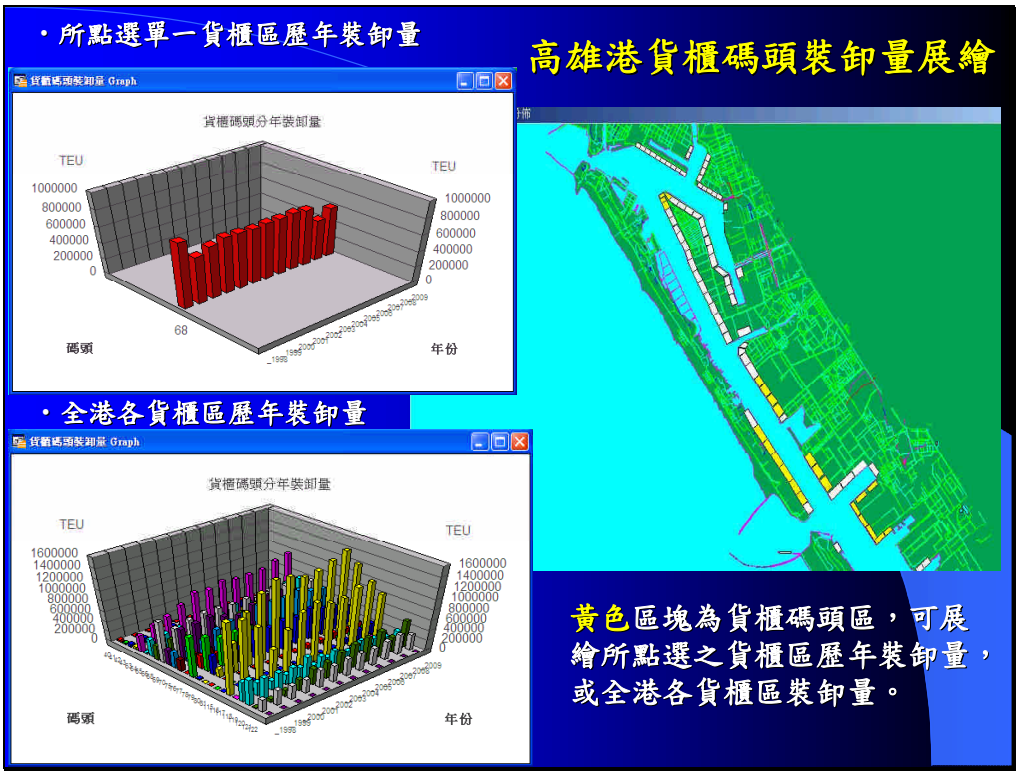
確定 取消

鋼板凸側凹三面腐蝕速率比較圖 (#39)

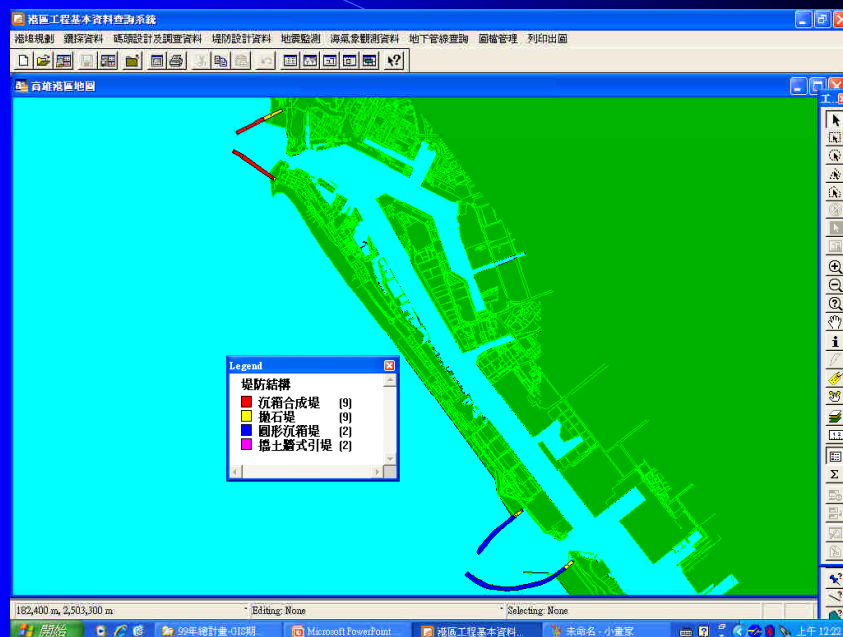


碼頭鋼板腐蝕保護電位調查成果展繪圖(#69)

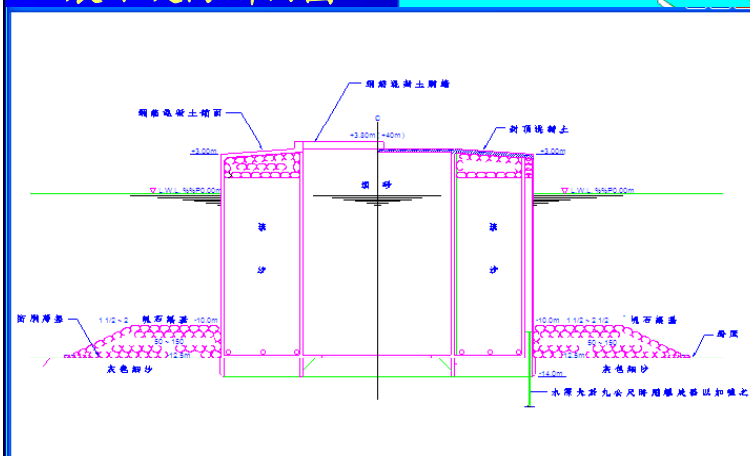




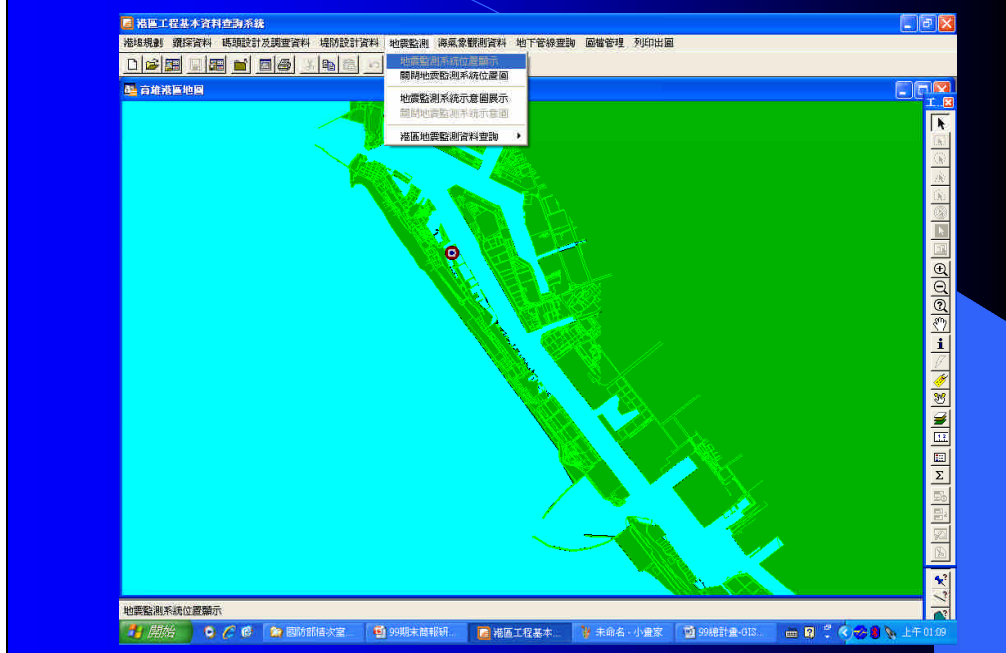
依圖例展示堤防類別



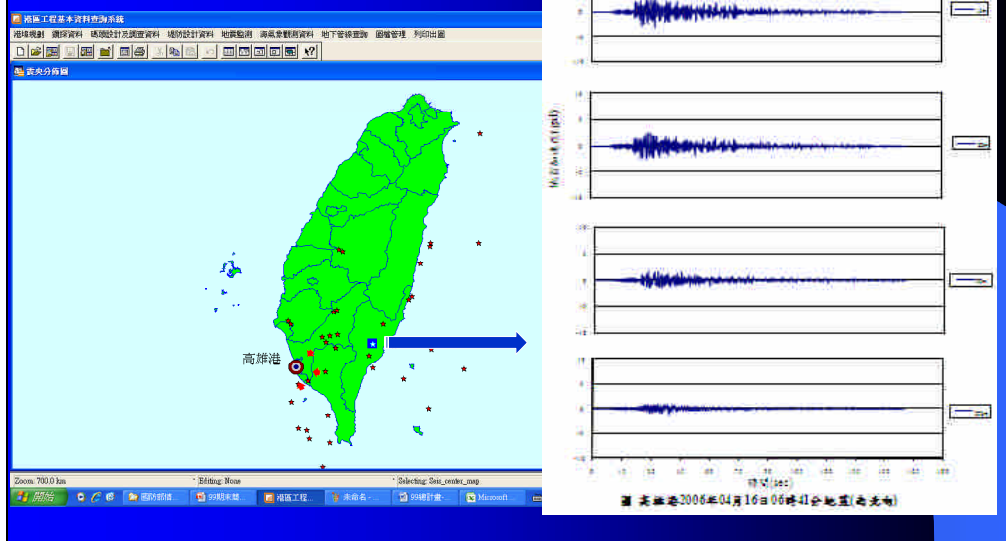
點取堤防位置，
展示堤防斷面圖



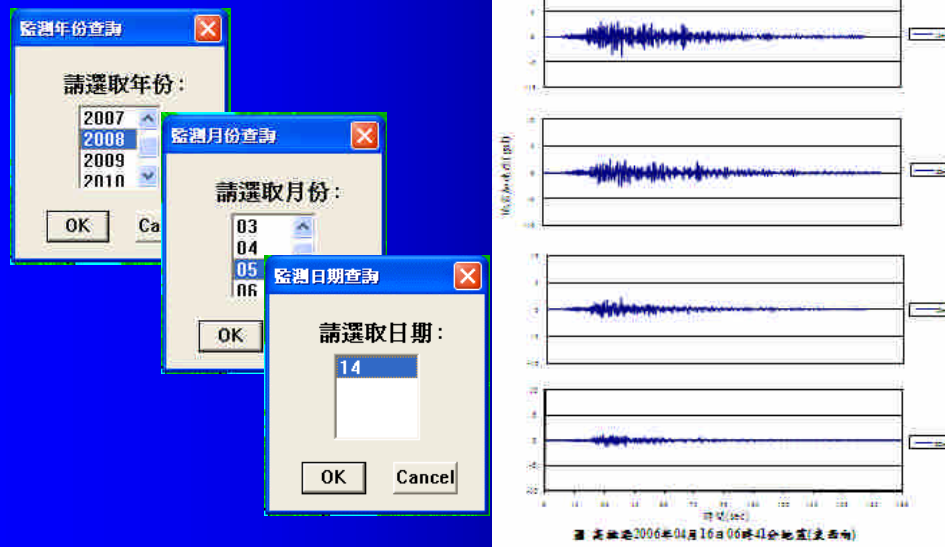
6-4、高雄港區地震監測成果查詢展示



依震央位置查詢：
點選震央位置，展示
分層實測地震波記錄



點選日期時間，展示
分層實測地震波記錄



6-5、海氣象現地調查資料

- 高雄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

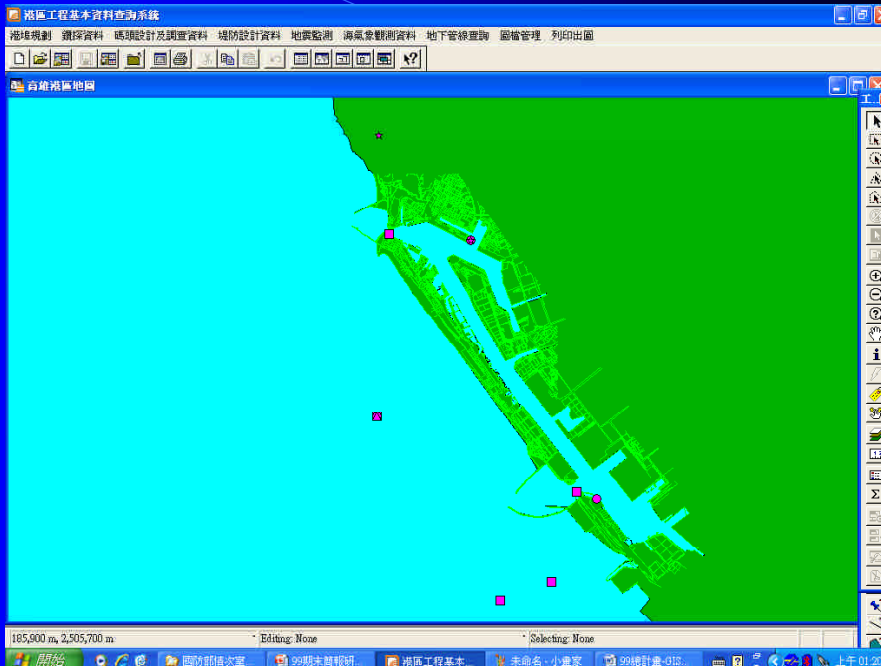


表3.2.1 2008年12月高雄港測站B測逐時風速及風向月報表
2008年12月1日0時0分~2008年12月31日23時0分

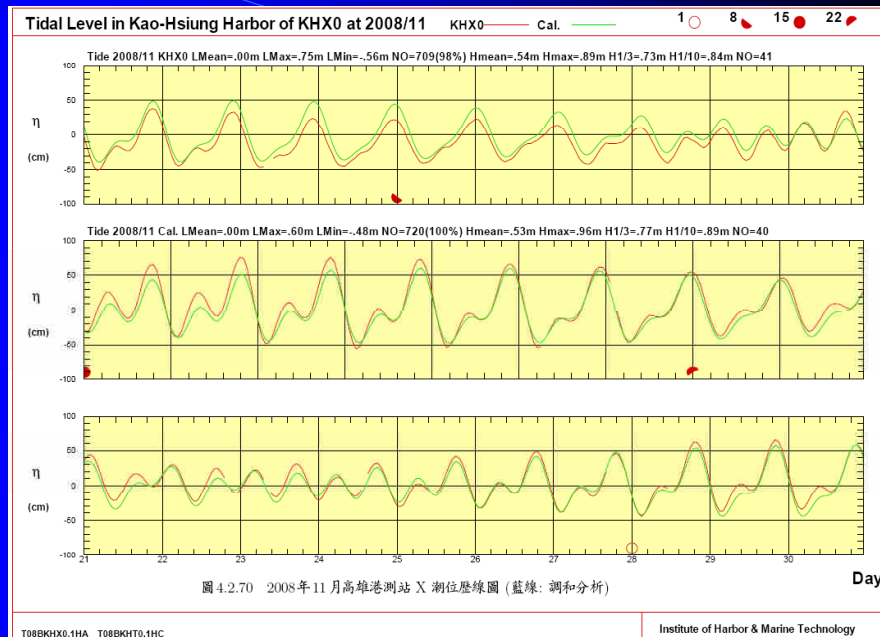
[illegible]

附注: 風速單位為 m/s , 風向為來向。月平均風速 = 1.9m/s , 最大風速 = 4.7m/s , 其風向為 NNE。

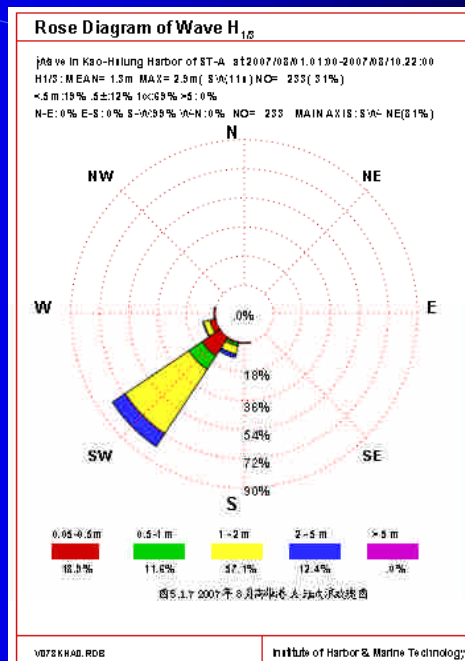
註2: 每小時記錄一次, 資料計 712 筆。檔名: W08CKHB0.1HA

港灣技術研究中心

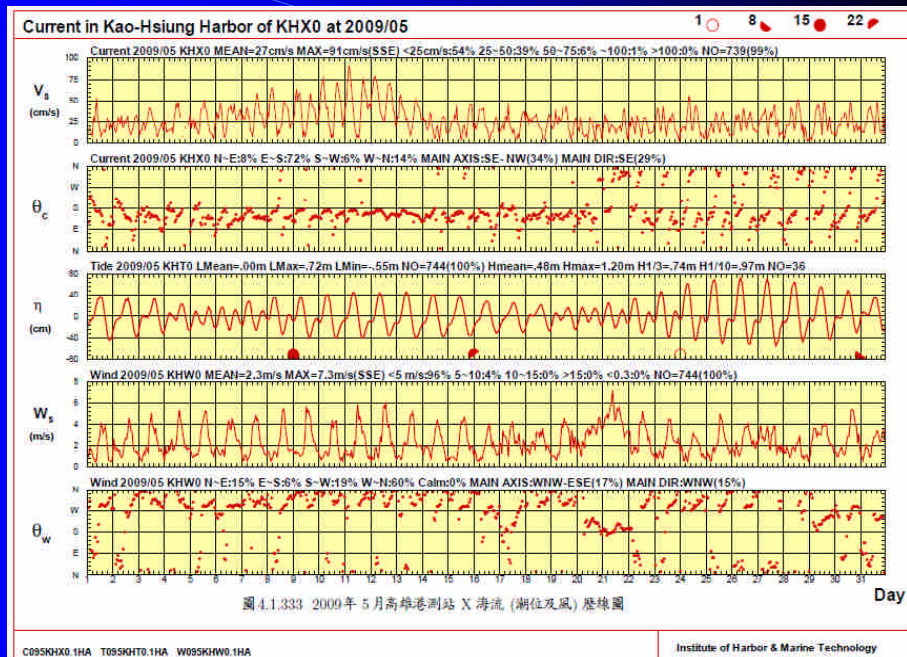
風資料查詢成果之一：風速風向月報表



潮位資料查詢成果之一：潮汐月歷線圖



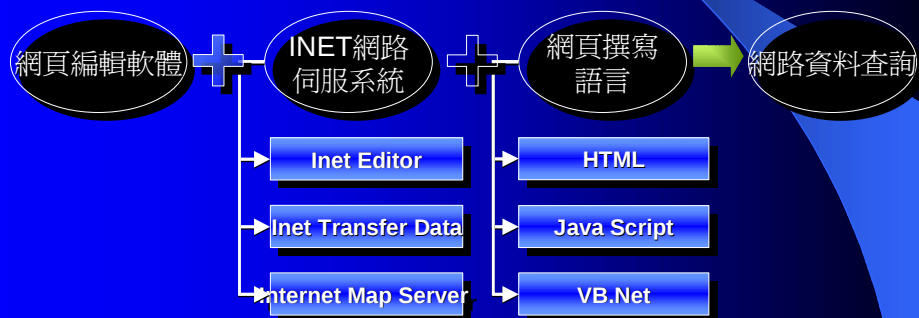
波浪資料查詢成果之一：波浪玫瑰圖



海流資料查詢成果之一：海流月歷線圖

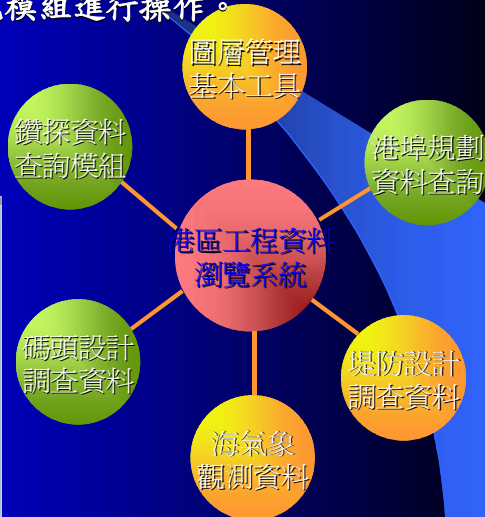
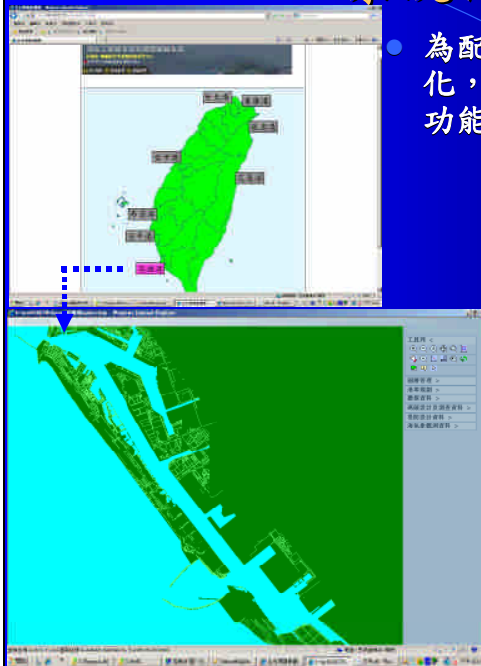
七、網路查詢系統開發

- 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。



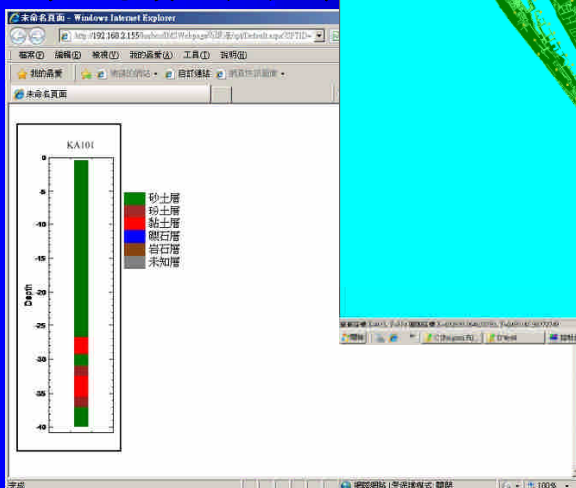
系統作業程序

- 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

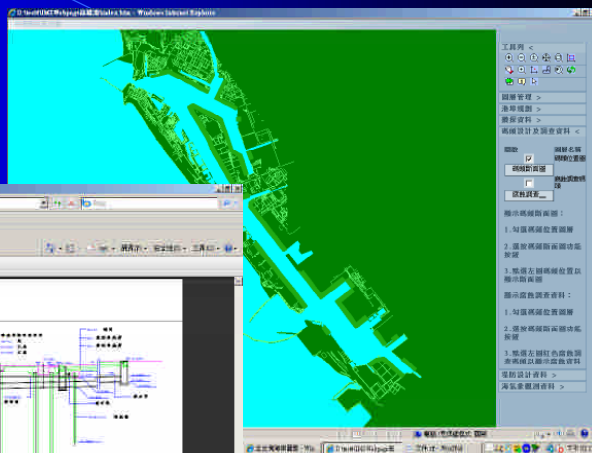
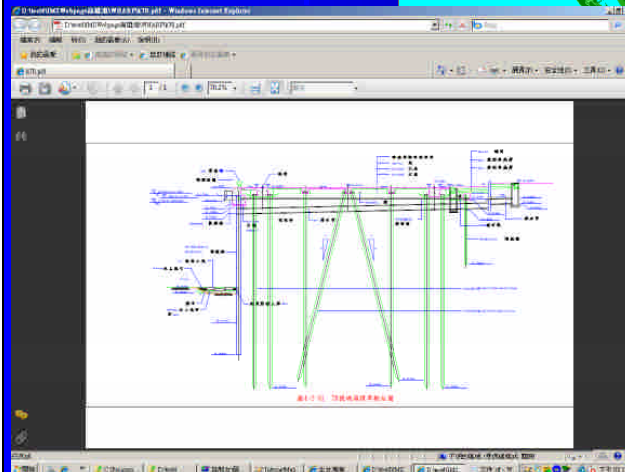
高雄港鑽孔柱狀圖



高雄港鑽孔位置圖

碼頭資料查詢

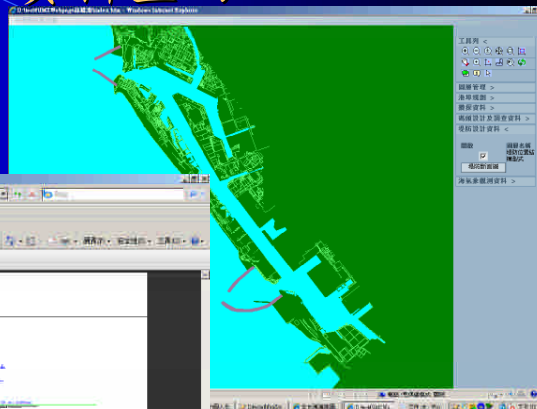
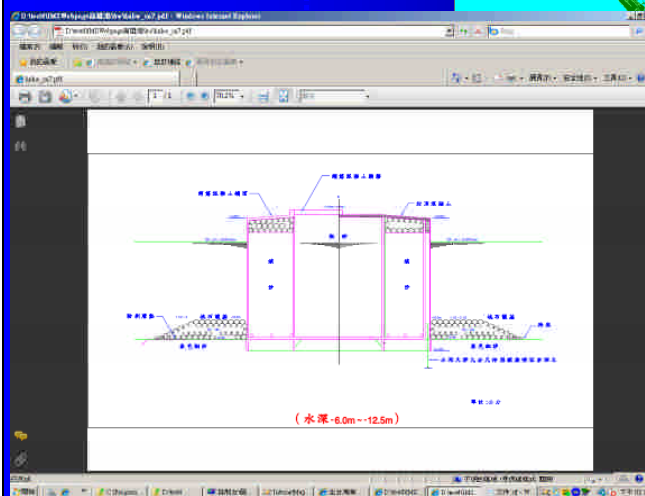
高雄港碼頭斷面圖



高雄港碼頭位置圖

堤防資料查詢

高雄港堤防斷面圖



高雄港堤防位置圖

八、結論(一)

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

八、結論(二)

4. 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1,097筆資料、臺中港272筆資料、基隆港464筆資料、花蓮港110筆資料、臺北港118筆資料、蘇澳港172筆資料、安平港316筆資料、布袋港78筆資料、馬公港117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12,900筆資料、潮位20,861筆資料、波浪12,335筆資料、海流9,580筆資料、颱風134筆資料，共計58554筆資料。
5. 查詢系統及資料庫之建檔工作為一永久性的計劃，須不斷的補充更新，使各港區資料庫更趨完備。



簡報完畢
敬請指正

