

93-58-792

MOTC-IOT-92-H1BA05-8

港區地震及地下水位量測 資料彙整建置



交通部運輸研究所

中華民國九十三年四月

93-58-792
MOTC-IOT-92-H1BA05-8

港區地震及地下水位量測 資料彙整建置

著 者：蘇吉立、謝明志、賴聖耀、曾文傑

交通部運輸研究所
中華民國九十三年四月

港區地震及地下水位量測資料彙整建置

著 者：蘇吉立、謝明志、賴聖耀、曾文傑

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：台北市敦化北路 240 號

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

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國九十三年四月

印 刷 者：

版(刷)次冊數：初版一刷 120 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價： 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

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

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

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

五南文化廣場：台中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

新進圖書廣場：彰化市中正路二段 5 號•電話：(04)7252792

青年書局：高雄市青年一路 141 號 3 樓•電話：(07)3324910

GPN：1009301271

港區地震及地下水位量測資料彙整建置

交通部運輸研究所

GPN：1009301271
定價 元

交通部運輸研究所出版品摘要表

出版品名稱：港區地震及地下水位量測資料彙整建置			
國際標準書號（或叢刊號）	政府出版品統一編號 1009301271	運輸研究所出版品編號 93- 58-792	計畫編號 92-H1BA05-8
主辦單位： 港灣技術研究中心 主管： 邱永芳 計畫主持人：蘇吉立 研究人員：謝明志、賴聖耀、曾文傑 聯絡電話： 04-26587114 傳真號碼： 04-26564418			研究期間 自 92 年 01 月 至 92 年 12 月
關鍵詞：GIS 系統、資料庫			
摘要： 本研究係於各港區建置一套自動化之港區地震監測系統，監測港區地層與水壓於地震時之反應波，並將測得之震波資料加以蒐集整理成資料庫。研究成果可提供港區地震資訊與港區地震特性研究之應用資料。 所建資料庫將同時轉入GIS系統，目前台中港已建置完成，其餘各港有待持續辦理，且資料之建置為持續性之工作。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
93 年 4 月	46		凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： ☐ 限閱 ☐ 機密 ☐ 極機密 ☐ 絕對機密 （解密【限】條件： ☐ 年 月 日解密， ☐ 公布後解密， ☐ 附件抽存後解密， ☐ 工作完成或會議終了時解密， ☐ 另行檢討後辦理解密） ☒ 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: Establishing a Database for the Monitoring of the Ground Response Seismic Waves and Pore Water Pressure at Harbor Area During Earthquake.			
ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009301271	IOT SERIAL NUMBER 93-58-792	PROJECT NUMBER 92-H1BA05-8
DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER DIVISION DIRECTOR: Yung-Fang Chiu PRINCIPAL INVESTIGATOR: Ch-li Su PROJECT STAFF: M. J. Hsieh, Sheng-Yao Lai, W. J. Chen PHONE: 04 -26587114 FAX: 04 -26564418			PROJECT PERIOD FROM 01/2003 TO 12/2003
KEY WORDS: GIS, database			
ABSTRACT: This paper aims to establish an automatic monitoring system of tremor at harbor area, which is used to monitor the ground water and ground response wave of harbor area during earthquake. At the same time, a database was developed for the storage of monitored data of the ground response seismic waves and pore water pressure in harbor area during earthquake. The results can serve to provide for information of tremor at harbor area. Also, it can serve to provide for data of application for research properties of tremor at harbor area. At the same time, this database will be transferred into GIS system. Currently, the Taichung harbor has been set up. The database of the other harbors will be implemented in the future.			
DATE OF PUBLICATION April 2004	NUMBER OF PAGES 46	PRICE	CLASSIFICATION ☐ SECRET ☐ CONFIDENTIAL ☒ UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

港區地震及地下水位量測資料彙整建置

目 錄

中文摘要表-----	I
英文摘要表-----	II
目錄-----	III
表目錄-----	V
圖目錄-----	VI
第一章 前言 -----	1-1
1.1 計畫緣由 -----	1-1
1.2 研究工作與目標-----	1-1
1.3 地震監測相關回顧-----	1-2
第二章 監測系統 -----	2-1
2.1 系統之規劃設計 -----	2-1
2.2 系統設置 -----	2-2
2.3 資料擷取、傳輸與監測控制-----	2-5
2.4 各港監測站設置狀況-----	2-6
第三章 監測結果 -----	3-1
3.1 港區地震監測之歷程-----	3-1
3.2 監測資料 -----	3-1
3.2.1 資料之展示 -----	3-1
3.2.2 資料之彙整建置 -----	3-2
3.2.3 資料庫之查詢與應用內容-----	3-2
3.2.4 實測歷史地震資料查詢例-----	3-4
3.2.5 港區測站水壓與潮汐之關係-----	3-8
3.2.6 監測資料統計 -----	3-10
第四章 結 論-----	4-1

參考文獻	5-1
------	-----

表 目 錄

表 3-1	台中港區歷史地震監測資料筆數統計表 -----	3-10
-------	-------------------------	------

圖 目 錄

圖 2-1	規劃與實設之整體系統設計-台中港範例	2-2
圖 2-2	測站相關測量結果平面示意圖-台中港範例	2-3
圖 2-3	測站相關測量結果斷面示意圖-台中港範例	2-3
圖 2-4	測站主要地質調查內容與結果示意圖-台中港範例	2-4
圖 2-5	整體擷取、傳輸與監測控制流程	2-5
圖 2-6	機房構造與配置示意圖	2-6
圖 2-7	安平港區地震分層監測站設置位置平面狀況	2-7
圖 2-8	安平港區地震分層監測站設置完成外貌狀況	2-8
圖 2-9	台中港區地震分層監測站設置完成外貌狀況	2-8
圖 2-10	布袋港區地震分層監測站設置位置平面狀況	2-9
圖 2-11	布袋港區地震分層監測站設置完成外貌狀況	2-9
圖 2-12	台北港區地震分層監測站設置位址平面狀況	2-10
圖 2-13	台北港區地震分層監測站設置完成外貌狀況	2-10
圖 2-14	高雄港區地震分層監測站設置位置平面狀況	2-11
圖 2-15	高雄區地震分層監測站設置完成外貌狀況	2-11
圖 3-1	簡易資料庫查詢首頁 (查詢系統之第 1 層)	3-3
圖 3-2	台中港測站資料庫查詢首頁 (查詢系統之第 2 層)	3-4
圖 3-3	台中港地震監測資料查詢表畫面例	3-5
圖 3-4	20020331145320 號地震紀錄簡報資料(首頁)	3-6
圖 3-5	編號 20020331145320 號地震之南北向分層監測波	3-7

圖 3-6	編號 20020331145320 號地震之動水壓反應分層監測波	----3-8
圖 3-7	26 號碼頭後線水壓隨潮汐之延遲起伏變化關係圖	-----3-9
圖 3-8	0 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況	-----3-11
圖 3-9	1 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況	-----3-12
圖 3-10	2 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況	-----3-13
圖 3-11	3 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況	-----3-14
圖 3-12	4 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況	-----3-15

第一章 前 言

1.1 計畫緣由

台灣西海岸各港區之地質多屬疏鬆軟弱之沖積土層，地震來襲時，其震波從震源深處向上經過軟弱的覆土層，其振幅通常有放大作用，因此徹底瞭解各港區地層對於地震之反應特性，以為各港區後續工程設計時之參考是必要的，此等觀念於 921 震災後更為各方之認同與重視。

本所港研中心於 921 震災後擬定相關研究計畫，逐年於各港區設置地震及動態水壓分層監測站，開始進行港區地震及動態水壓之分層監測，本計畫即為相關研究計畫之一。

1.2 研究工作與目標

目前本計畫主要研究工作內容與目標為：

1. 蒐集彙整各港區已設地震及動態水壓監測站之相關設置資料，包括監測系統之規劃設計、組合與說明。
2. 分區分年將各港區監測站實測之資料加以蒐集彙整。
3. 彙整建置 1、2 項料後，利用 EXCEL 建置一套簡易地震資料庫查詢系統。
4. 將所蒐集彙整之資料同時建置於本所港研中心已發展之地理資訊系統(GIS)。

1.3 地震監測相關回顧

蒐集彙整各港區已設地震及動態水壓監測站之相關設置資料亦為本研究之主要工作之一，其目的即在提供未來工程人員或研究人員從事相關地震監測時之相關參考資訊，為使日後參考者更了解，以下對

於地震監測作一些相關回顧：

1. 港區地震監測

臺灣自 17 世紀中葉，於各地地方誌即有地震及其災害之記載，開辦氣象事業則始於西元 1896 年，由日人開辦，次年（西元 1897 年）即於台北設置簡單的地震儀(Gray-Milne 型)，開始辦理地震監測。

台灣完整之港區地震分層監測始於西元 2000 年，首座監測站由港研中心所建，設於安平港區。

2. 現代地震監測儀之特性

地震儀近年來不斷演進，除由機械式轉變到電磁式，更因電子、通訊及週邊軟硬體之快速發展，使現代化之地震監測儀已具下列特性：

2.1 監測系統化、電子化與自動化。

2.2 監測、記錄與分析一貫化。

2.3 監測控制與記錄傳輸通訊化。

2.4 各種精密監測儀配合先進之週邊軟硬體組成，使監測系統化與功能多樣化。

2.5 監測記錄擷取控制隨意性高，監測精密度與靈敏度高且具可調性。

3. 一般常用種類之地震監測儀，其功能、目的與安放標的如下：

3.1 地表型加速計：

僅為感測器，必須配合相關集錄、控制與輸出設備。可用於地面自由場及結構物外表。感測記錄地震振動波，瞭解地層與結構物對地震波之放大及衰減效應，作為制訂各種不同土層週期耐震設計反應譜之依據，檢核結構物所受地震力、自然頻率、阻尼比、振態形狀、側移、扭力等。

3.2 埋入型加速計：

同樣為感測器，必須配合相關集錄、控制與輸出設備。方可感測記錄地震振動波。可耐至 30 kg/cm^2 之水壓力且防鏽，故可用於地層內部、結構物內部。瞭解地層與結構物對地震波之各種反應，配合水壓計可同時瞭解土層孔隙水壓因地震波之動態變化。

3.3 地震儀：

可為強震及微震之監測儀，本身及配有感測器、放大器、A/O 轉換器、記錄器、記時器等，安裝簡單設備較完整。亦可搭配相關集錄、自動控制、傳輸、輸出與警報設備，成為地震自動觀測遠端搖控系統、地震警示及記錄儀等。可用於地面自由場及結構物外表監測地震、重要工廠及工程之地震感測警報系統、一般防震警報系統。

本研究目前所採用地震監監測儀之系統組成包括：地表型加速計、埋入型加速計與地震儀。

第二章 監測系統

2.1 系統之規劃設計

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

1. 本系統為分層監測系統

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

2. 各層地層震動與即時水壓反應均採同步監測

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

3. 監測記錄

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

4. 資料儲存與傳送

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

測站規劃與實設之整體系統設計範例如圖 2-1。

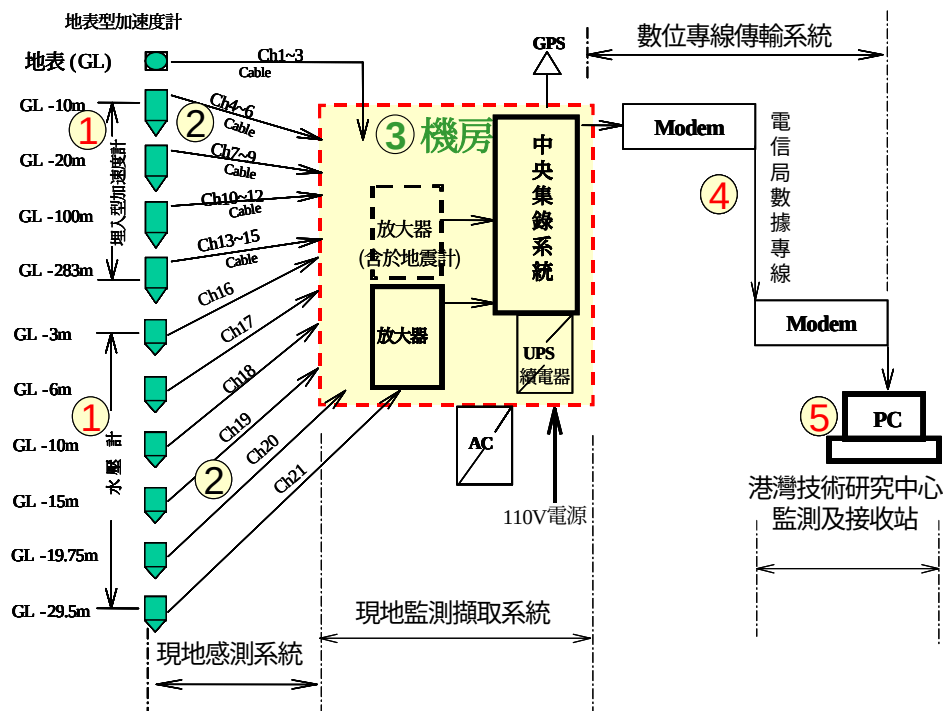


圖 2-1 規劃與實設之整體系統設計-台中港範例

2.2 系統設置

本研究之系統設置工作，依設置目的其主要工作內容與執行要領如下：

1. 站址標定

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

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

關係等測量結果如圖 2-2 與圖 2-3。

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。

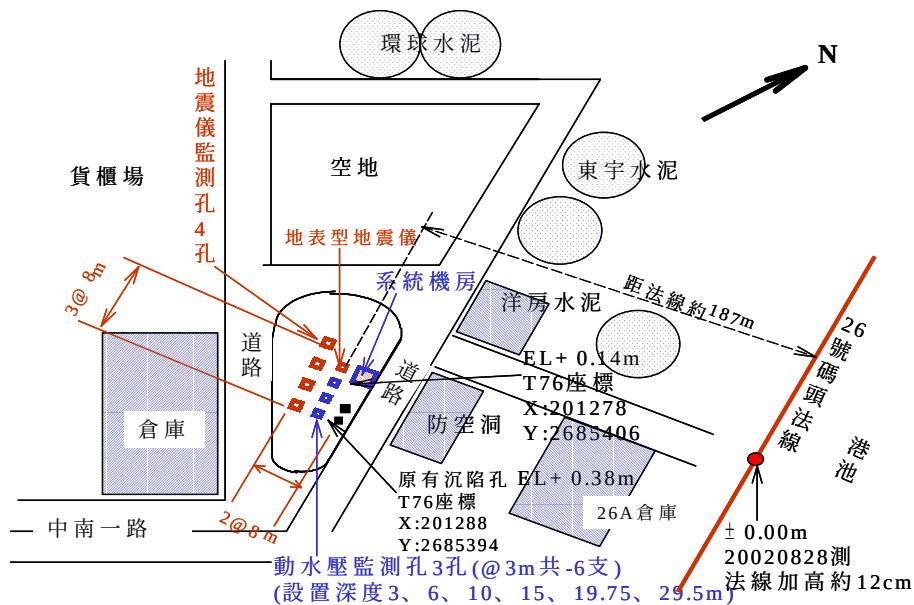


圖 2-2 測站相關測量結果平面示意圖-台中港範例

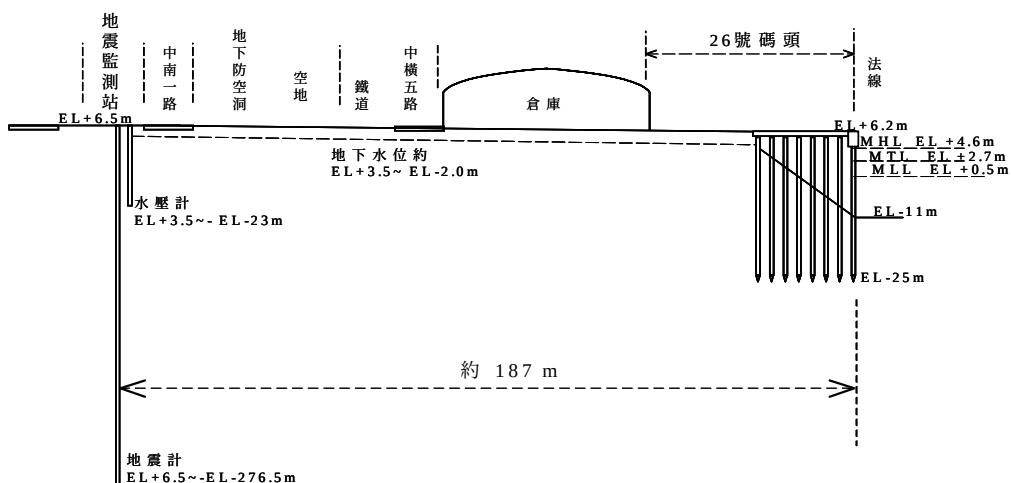


圖 2-3 測站相關測量結果斷面示意圖-台中港範例

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

配合研究需求，測站內應實施適當之地質調查，以台中港測站為範例，主要地質調查結果與內容如圖 2-4。

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 2-1 之台中港範例）。

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

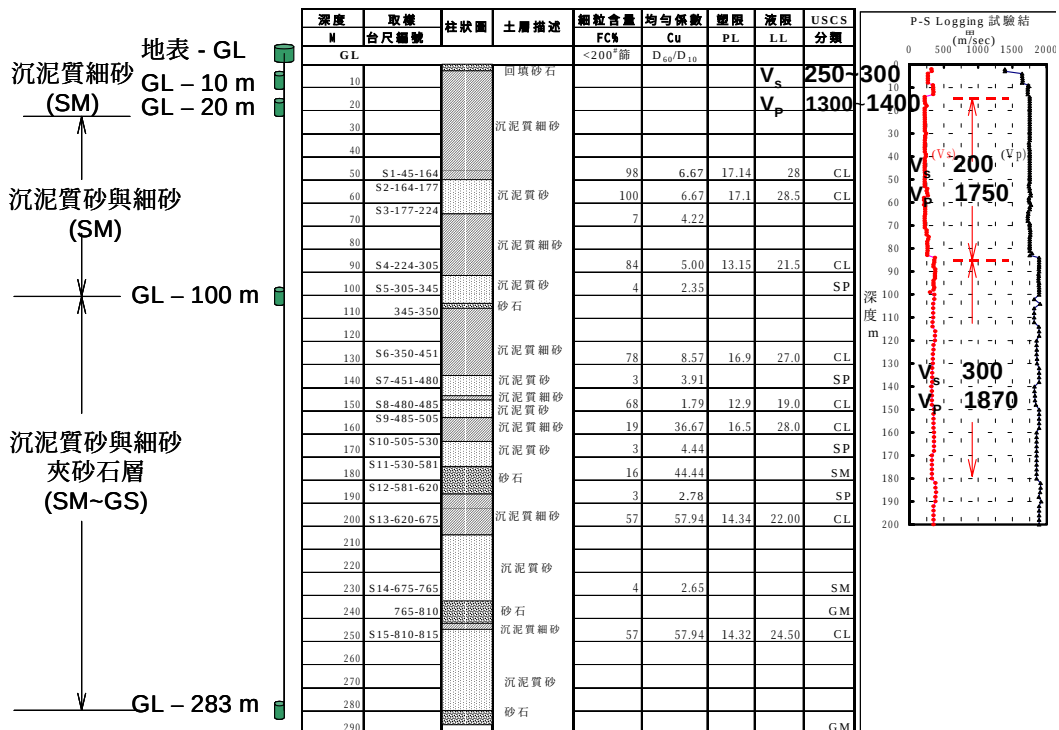


圖 2-4 測站主要地質調查內容與結果示意圖-台中港範例

2.3 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 2-1 與 2-5。

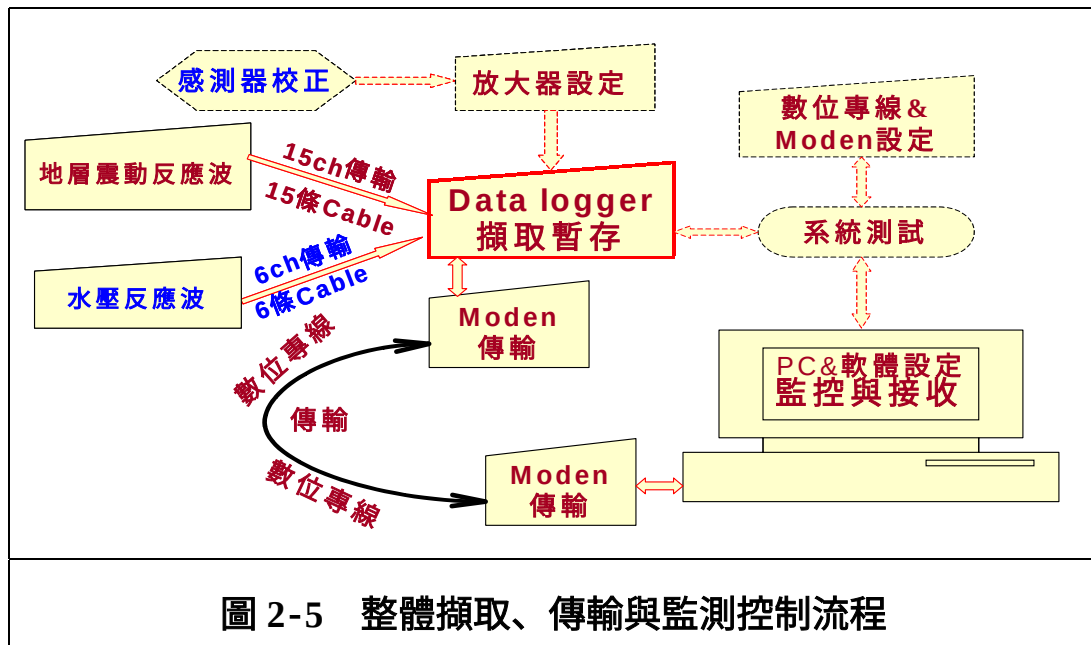


圖 2-5 整體擷取、傳輸與監測控制流程

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 2-6。

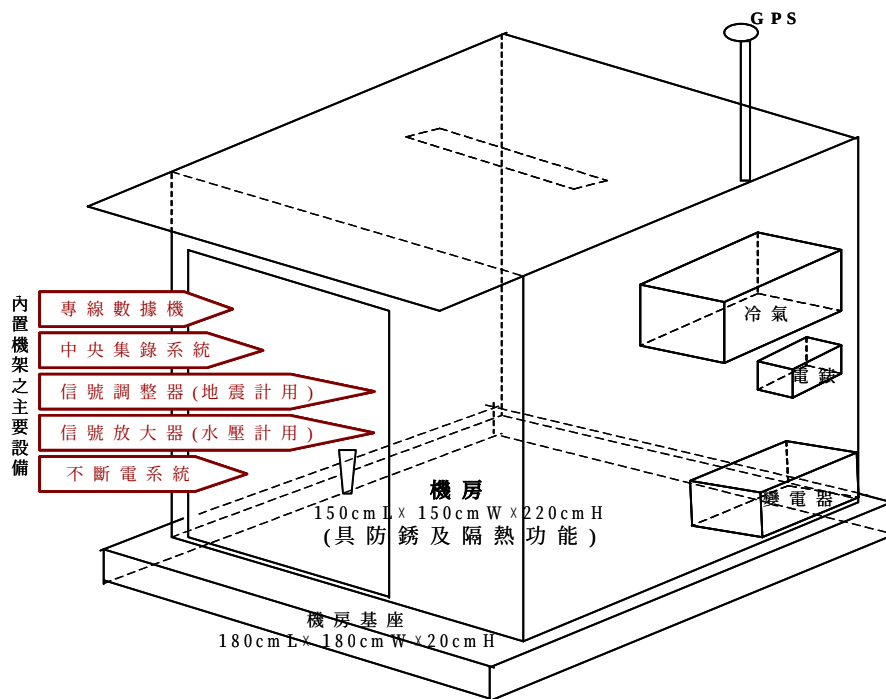


圖 2-6 機房構造與配置示意圖

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。

2.4 各港監測站設置狀況

直至目前各港已建測站狀況：

1. 安平港區地震分層監測站

係第一座完整的港區地震分層監測系統，於西元 2000 年建置完成，於 2002 年進行第一次檢修。監測站設置位置平面與完成外貌狀況如圖 2-7 與圖 2-8。

2. 台中港區地震分層監測站

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

3. 布袋港區地震分層監測站

布袋港區地震分層監測站於西元 2002 年元月建置完成。
監測站設置位置平面與完成外貌狀況如圖 2-10 與圖 2-11。

4. 台北港區地震分層監測站

台北港區地震分層監測站於西元 2002 年建置完成。監測站設置位置平面與完成外貌狀況如圖 2-12 與圖 2-13。

5. 高雄港區地震分層監測站

高雄港區地震分層監測站高於 2003 年建置完成。監測站設置位置平面與完成外貌狀況如圖 2-14 與圖 2-15。

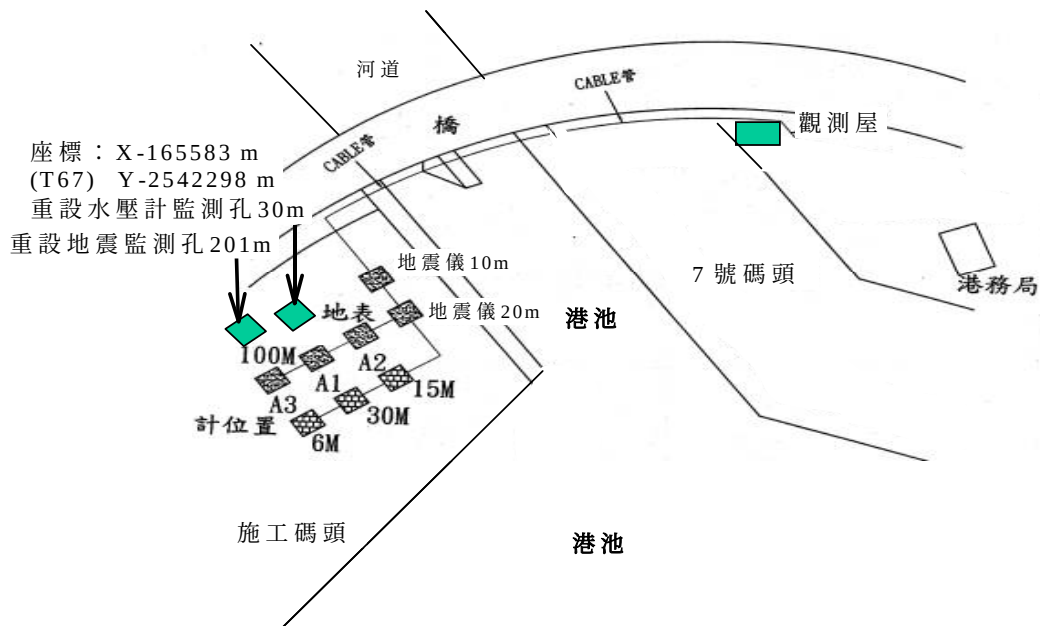


圖 2-7 安平港區地震分層監測站設置位置平面狀況



圖 2-8 安平港區地震分層監測站設置完成外貌狀況



圖 2-9 台中港區地震分層監測站設置完成外貌狀況

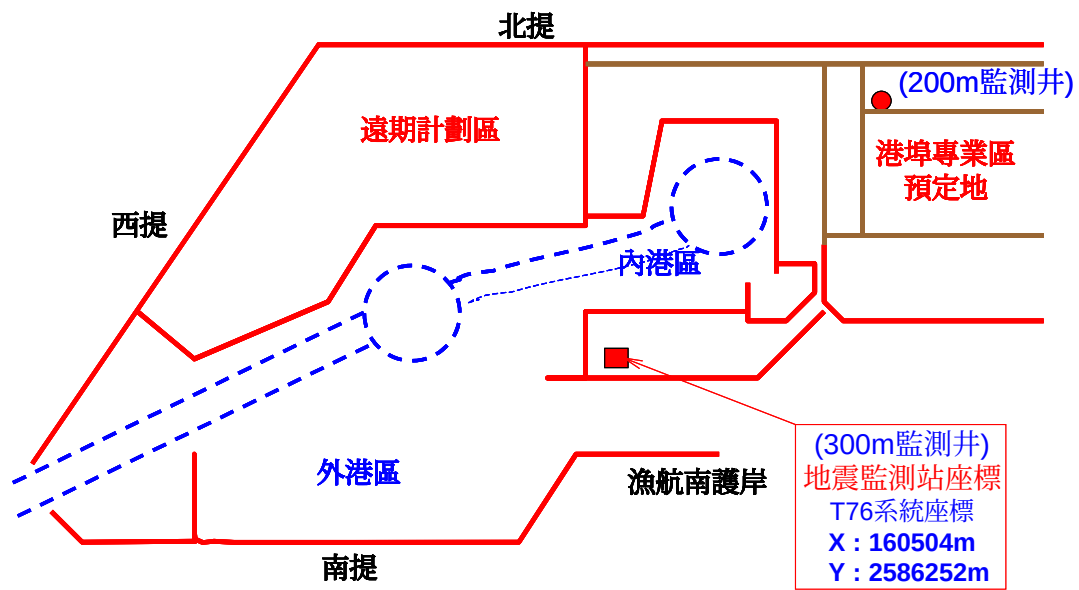


圖 2-10 布袋港區地震分層監測站設置位置平面狀況



圖 2-11 布袋港區地震分層監測站設置完成外貌狀況

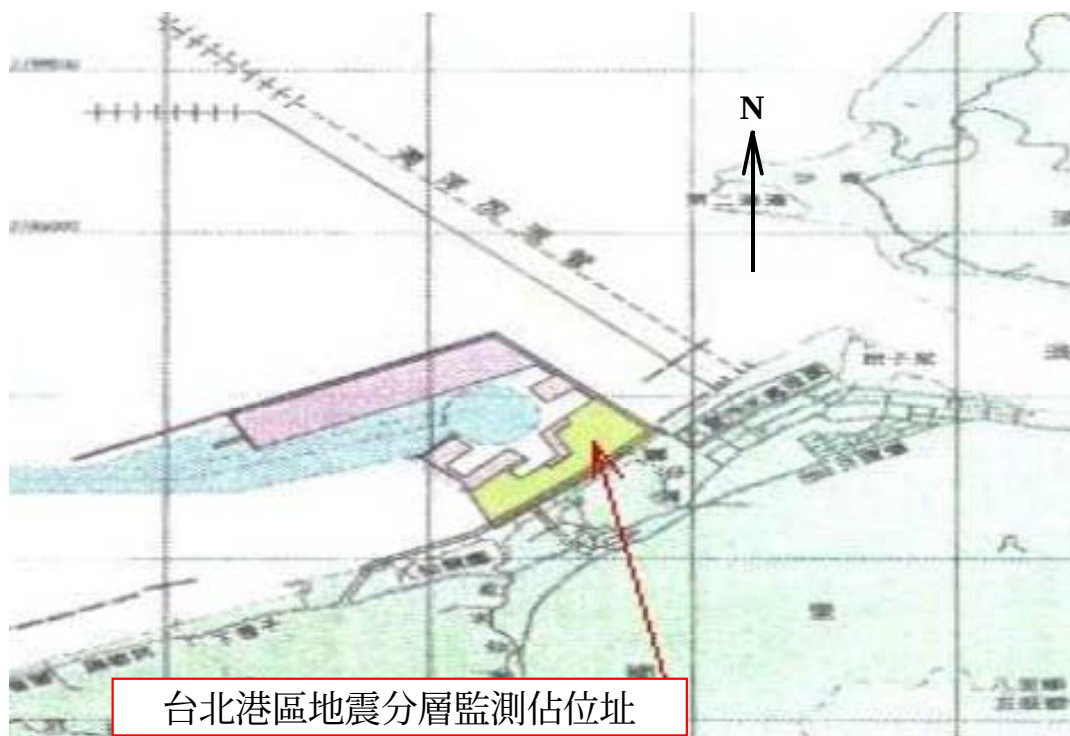


圖 2-12 台北港區地震分層監測站設置位址平面狀況



圖 2-13 台北港區地震分層監測站設置完成外貌狀況

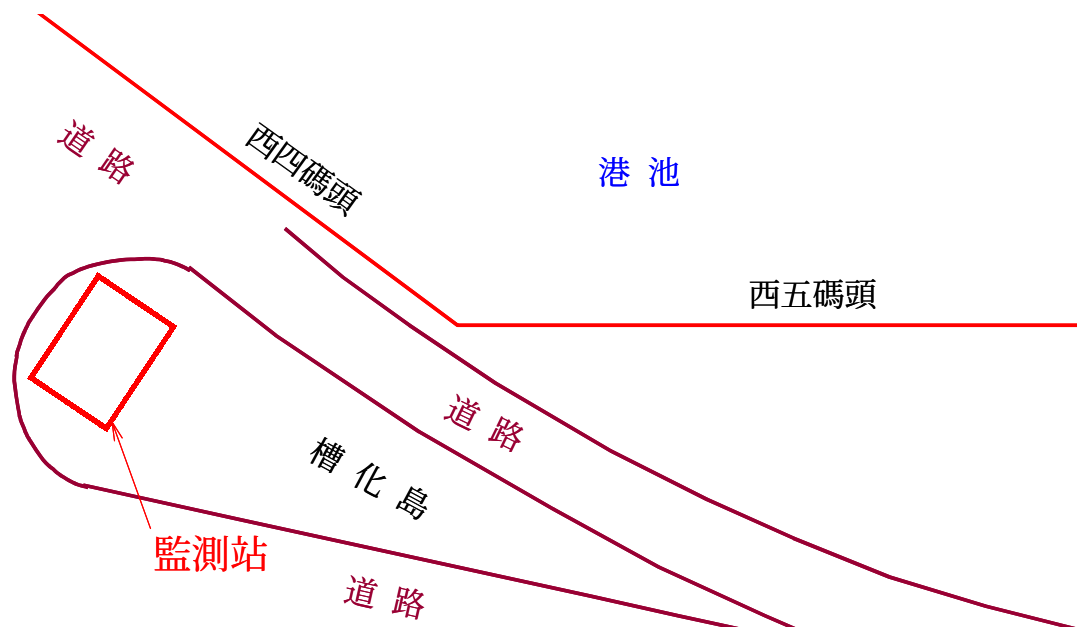


圖 2-14 高雄港區地震分層監測站設置位置平面狀況



圖 2-15 高雄區地震分層監測站設置完成外貌狀況

第三章 監測資料

3.1 港區地震監測之歷程

台灣港區正式之地震分層監測始於西元 2000 年 12 月之安平港區，由港研中心所建，2001 年 9 月續有台中港區之監測，2002 年 2 月續有布袋港區之監測，台北港區亦於 2002 年底開始監測，高雄港監測站則於 2003 年 8 月建置完成。

台中港監測站整體系統之設置與組成於 2001 年 8 月底順利完成，並自 2001 年 9 月正式啟動系統監測紀錄。系統設置、監測與擷取狀況過程平順穩定，監測資料完整且已測得不少寶貴之震波資料。

本研究先期監測資料之彙整與資料庫之建置工作以台中港監測站為首要。

3.2 監測資料

3.2.1 資料之展示

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

目前簡易資料庫查詢系統係由 3 個主查詢面組成，系統查詢首頁之設計如圖 3-1。主要功能包括提供各測站資料與相關斷層資料之查詢入口，為整體資料庫查詢系統之第一層，於此層（首頁）直接點選測站名稱（即各港區名稱）即可進入各已設測站資料庫之首頁（即系統之第 2 層）。如點選台中港則進入台中港測站資料庫查詢首頁如圖 3-2。此層包括顯示各測站設置資料及提供各年份資料之查詢入口。

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

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

3.2.2 資料之彙整建置

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

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

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

3.2.3 資料庫之查詢與應用內容

本研究所設計之簡易資料庫查詢系統，可供查詢應用之內容如：

1. 各港監測站設置資料

可於簡易資料庫查詢首頁 (如圖 3-1 為整體資料庫查詢系統之查詢入口第一層) 直接點選之。

2. 台灣主要斷層分佈資料

可於簡易資料庫查詢首頁 (如圖 3-1 為整體資料庫查詢系統之查詢入口第一層) 直接點選之。

3. 各筆地震監測基本資料

可於簡易資料庫查詢系統之第三層表單直接瀏覽之。

4. 各筆地震監測簡報式之綜合資料

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

5. 各筆地震監測波 Data 之詳細資料

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

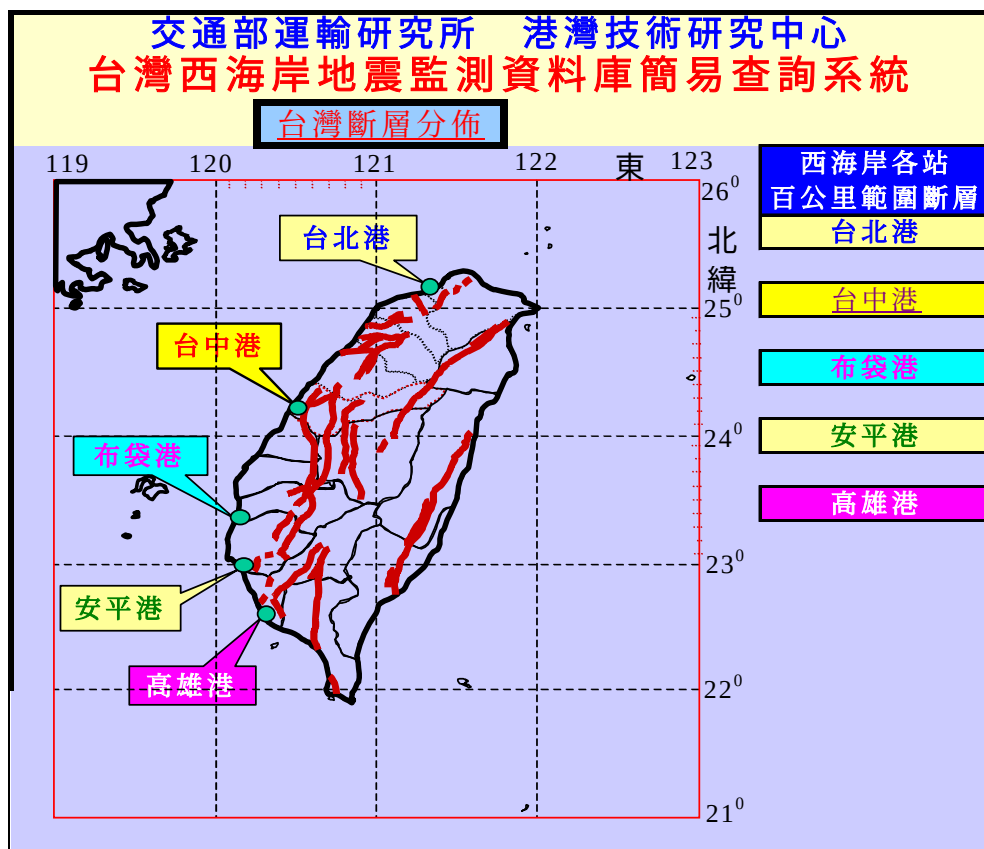


圖 3 - 1 簡易資料庫查詢首頁 (查詢系統之第 1 層)



圖 3 -2 台中港測站資料庫查詢首頁 (查詢系統之第 2 層)

3.2.4 實測歷史地震資料與查詢例

若於簡易查詢系統首頁 (如圖 3-1 為系統第 1 層) 中點選台中港後即進入台中港首頁 (如圖 3-2 為系統第 2 層)，續點選慾查詢資料之年份 2002 年即進入該年份之地震監資料表單 (如圖 3-3 為系統第 3 層)，於第 3 層表單中瀏覽後若點選地震監測編號 20020331145320 (如圖 3-3 中箭頭 1 所指位置) 即可查閱該筆地震監測紀錄與氣象局發佈之相關比對簡報資料，該筆地震簡報資料之首頁如圖 3-4。

若慾進一步查詢編號 20020331145320 號地震監測之詳細原始監測 Data，則續於圖 3-3 中右邊點選慾查該筆地震之測向，如點選

20020331145320 號地震之南北測向-SN (如圖 3-3 中箭頭 2 所指位置), 即可查閱並取得 SN 測向之分層實測詳細資料, 含該向震波原始 Data 及以 Excell 軟體展現之波形圖。

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

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

回系統首頁

回台中港首頁

台中港地震即時觀測記錄與相關測站記錄資料比對表

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

圖 3-3 台中港地震監測資料查詢表畫面例

圖 3-3 中編號 20020331145320 號 (相對於氣象局發佈之地震編號為 91026 號) 此筆資料為 2002 年台中港地震監測站監測所得之最大地震波, 最大 PGA-40.908 gal 由南北向(SN)所測得, 其各層之實測波如圖 3-5。

編號：第 91026 號

日期：91年 3 月 31日

時間：14時 52分 54.7秒

位置：北緯 24.24度，東經 122.17度

即在花蓮秀林地震站東 方 44.3 公里

地震深度：9.6 公里

地震規模：6.8

各地最大震度

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

宜蘭南澳 6 級PGA：283 gal

台中港26號碼頭

No：20020331145320

時間：14時 53分20秒

4級-PGA：40.908gal(SN向)

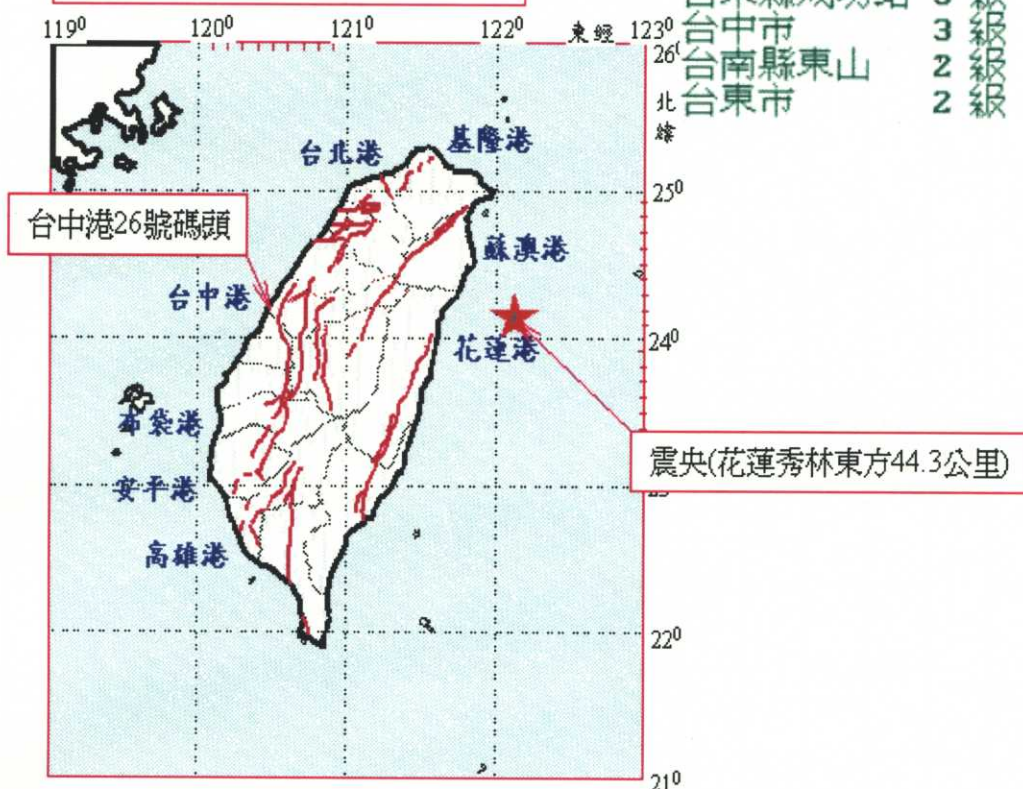


圖 3-4 20020331145320 號地震紀錄簡報資料(首頁)

台中港實測歷史地震紀錄 20020331145320 號地震 (即 331 之歷史地震) 之南北向各監測分層測所得之震波如圖 3-5。

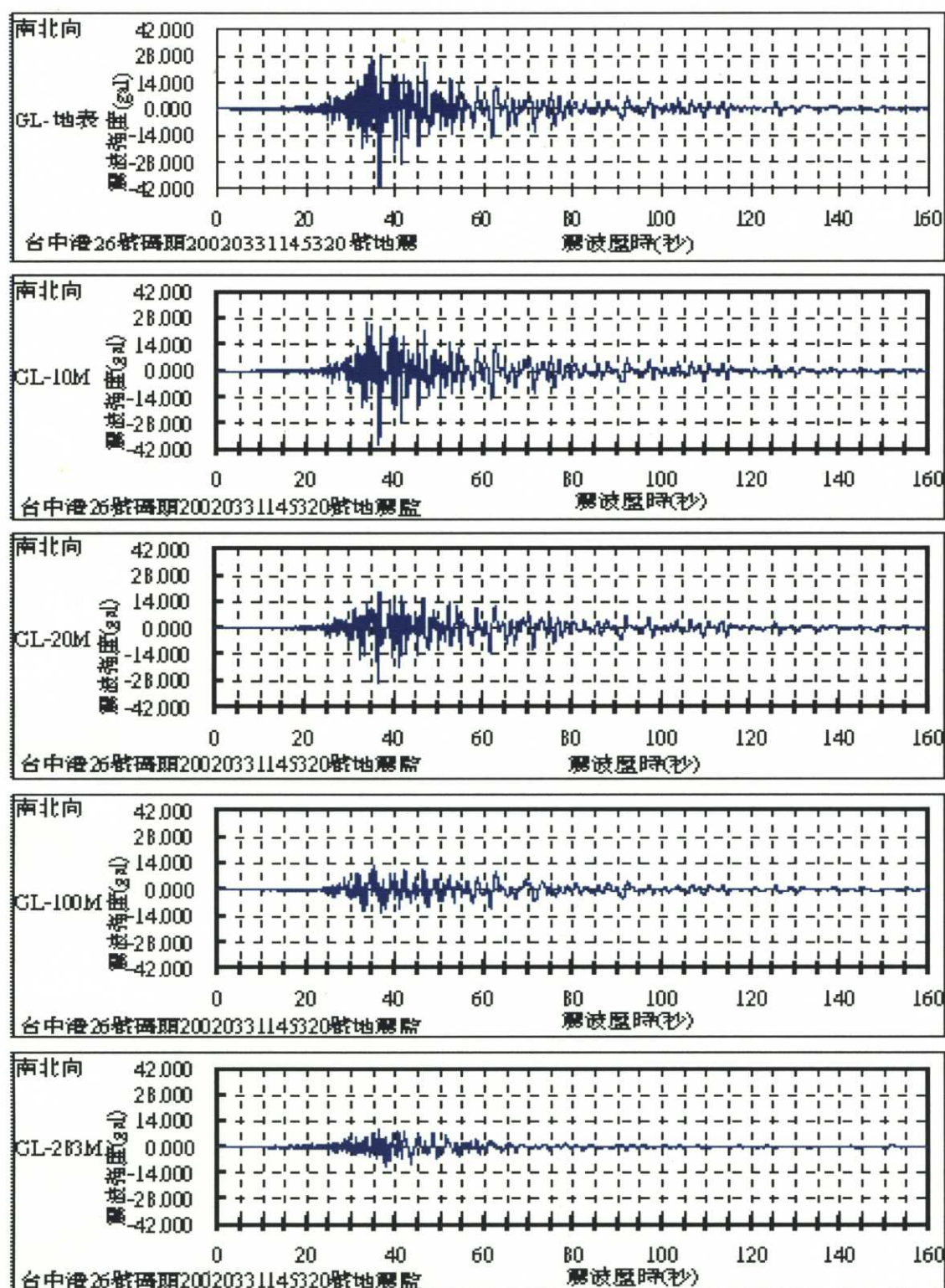


圖 3-5 編號 20020331145320 號地震之南北向分層監測波

編號 20020331145320 號地震部份監測層之地震激發動水壓反應如

圖 3-6，為目前港區實際監測之最大水壓反應，由該筆紀錄顯示並無明顯震盪上升水壓之趨勢。

各筆地震激發之動水壓反應紀錄亦可於點選地震觀測編號中獲得簡報資料。

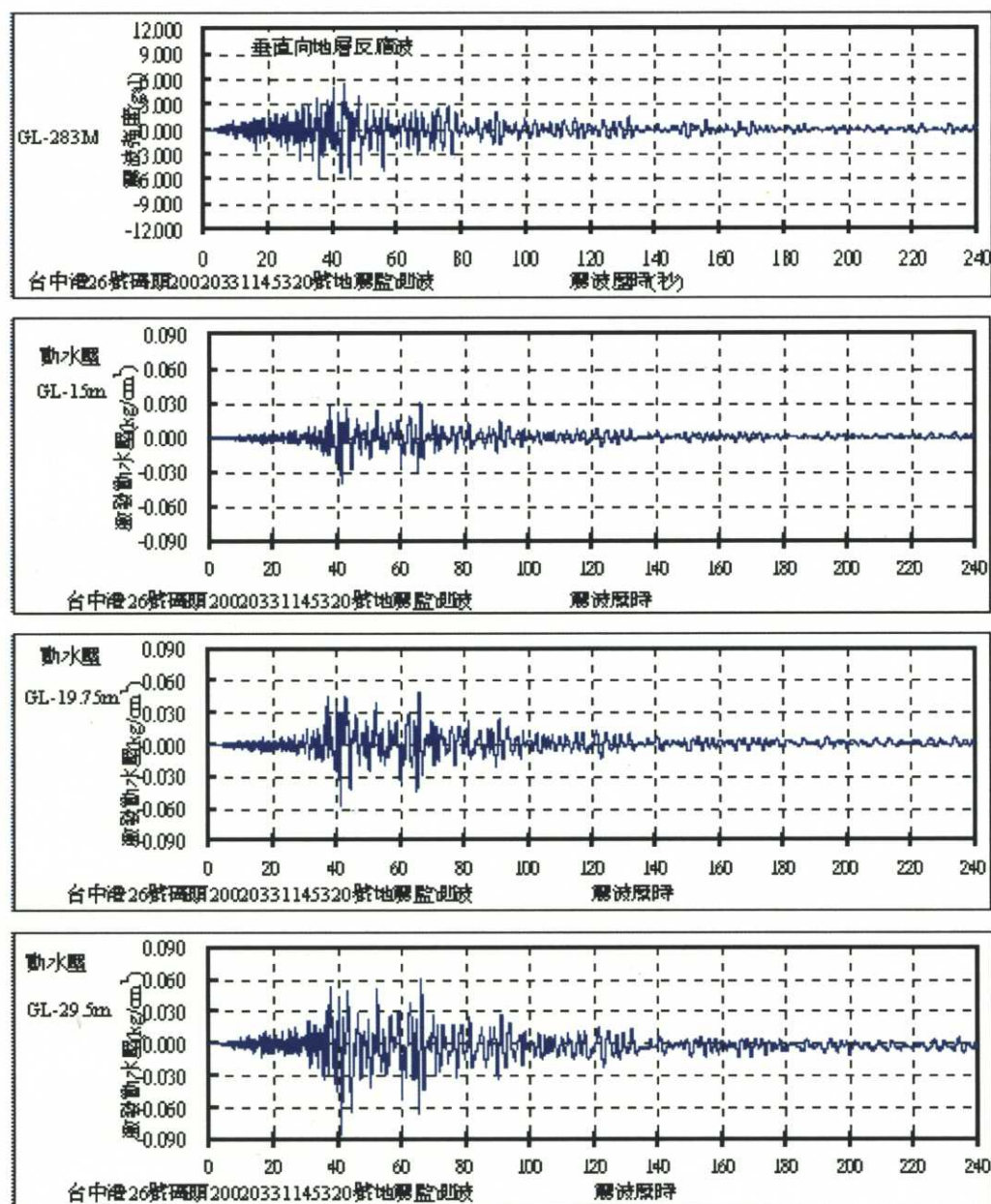
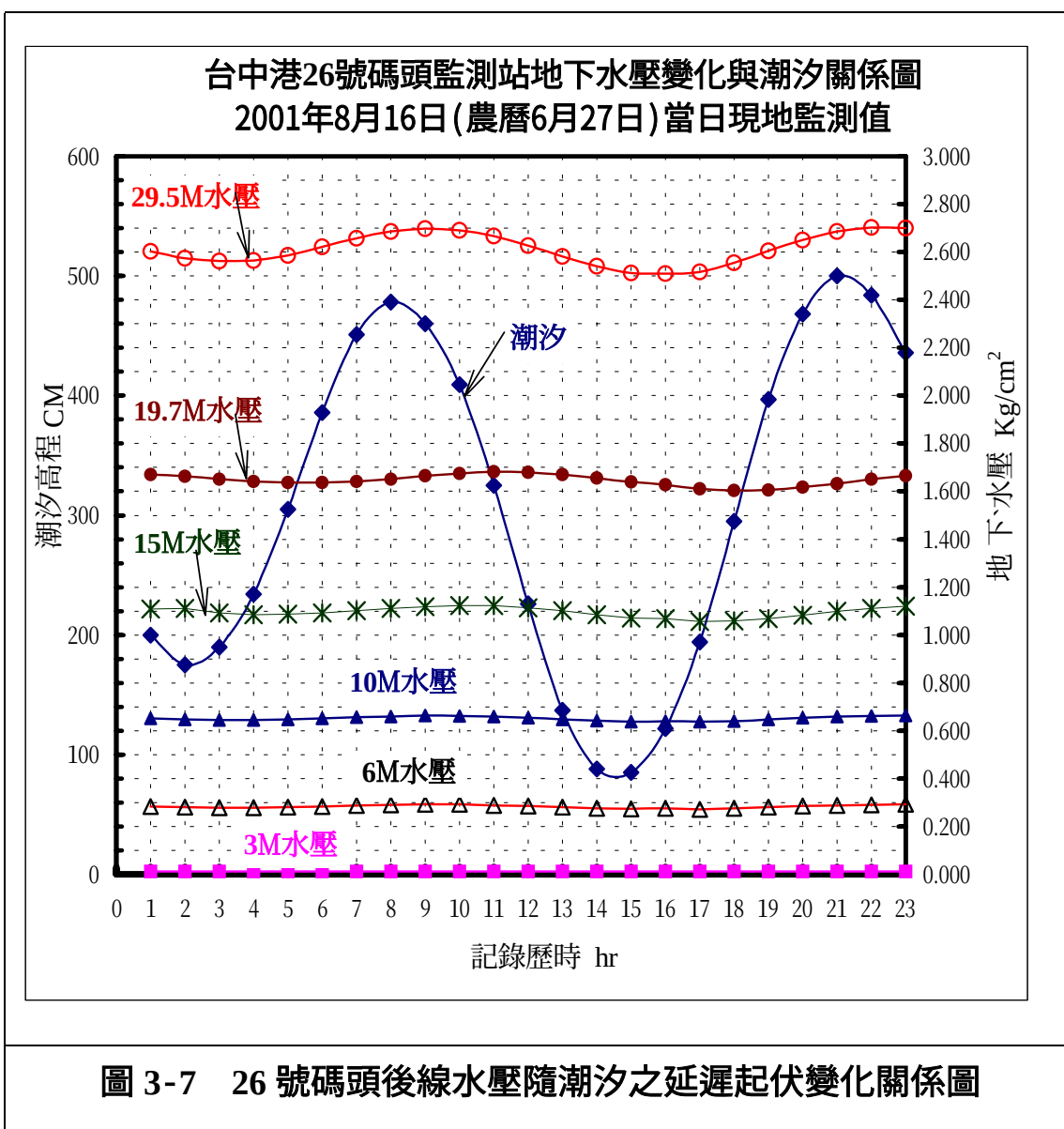


圖 3-6 編號 20020331145320 號地震之動水壓反應分層監測波

3.2.5 港區測站水壓與潮汐之關係

以台中港區測站為例，因設站於 26 號碼頭後線，其測站與港池之關係如圖 2-2 與 2-3。監測井距港池約有 187 m 遠，監測結果仍顯示當地水壓隨潮汐明顯變化，且於地震時之震波反應較近似於垂直波(如圖 3-6)。26 號碼頭後線水壓隨潮汐之延遲起伏變化關係如圖 3-7，由圖中可知 GL -29.5 m 之感測結果最為明顯，此方面值得再進一步詳細監測與探討。



3.2.6 監測資料統計

台中港區地震監測紀錄始於 2001 年 9 月，監測至今 (2003 年 11 月 14 日) 所測得之各級大小地震筆數，累積統計明細如表 3-1。

測得各級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況如圖 3-7 至 3-11。

表 3-1 台中港區歷史地震監測資料筆數統計表
(統計期間：2001 年 9 月至 2003 年 11 月 14 日)

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

台中港區地震監測紀錄於2001年9月至今(2003年11月14日)共測得0級地震強度(CWB < 0.8gal) 6筆, 其相對於CWB發佈之震源分佈如圖3-8, 震源均來至蘇花沿岸地區, 地震規模為4.5~5.0間。

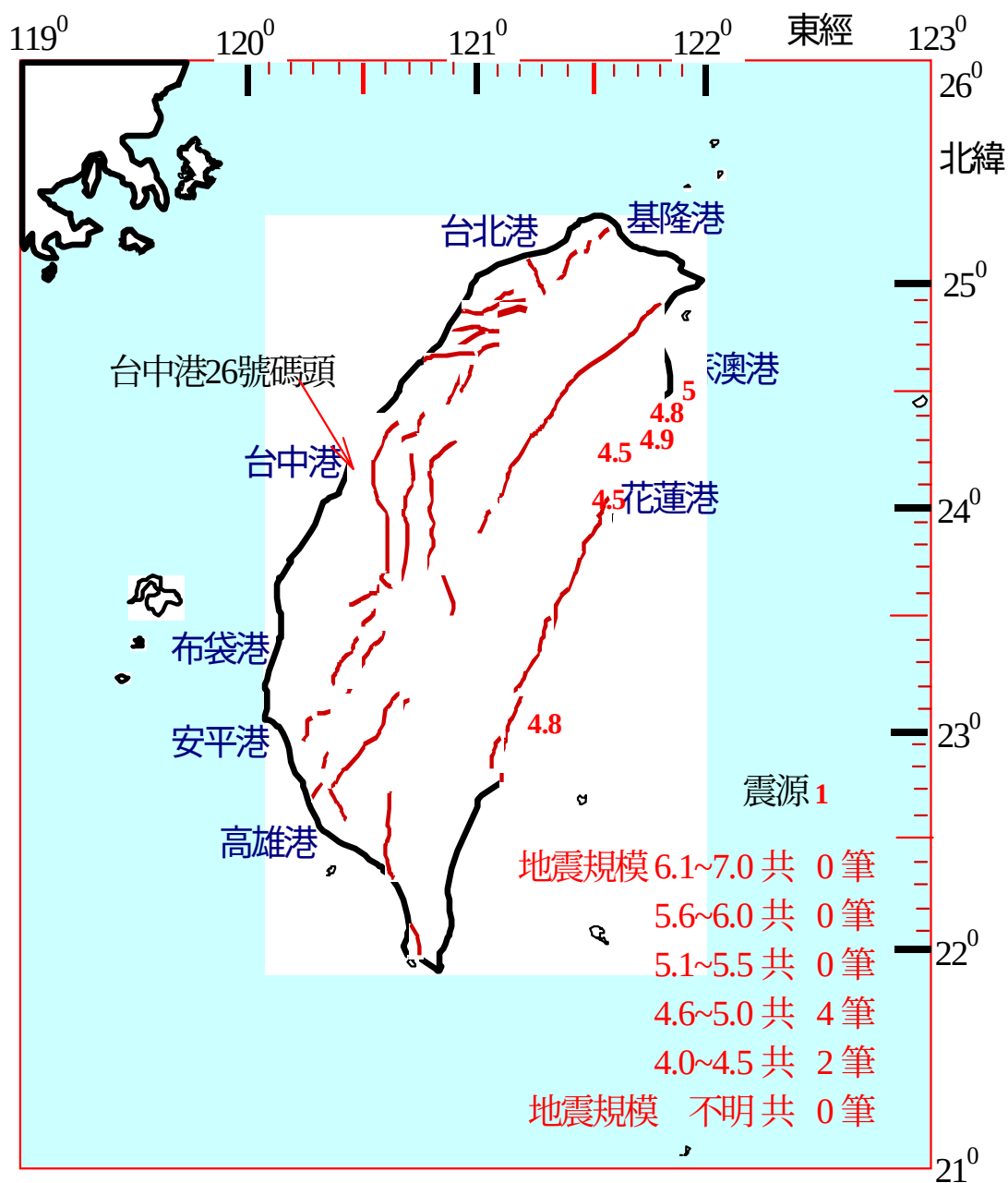


圖 3-8 0 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況

台中港區地震監測紀錄於2001年9月至今 (2003年11月14日) 共測得1級地震強度 (CWB 0.8~2.5gal) 36筆，其相對於CWB發佈之震源分佈如圖3-9，震源大部份來至蘇花外海地區，地震規模為4.0~6.0間。

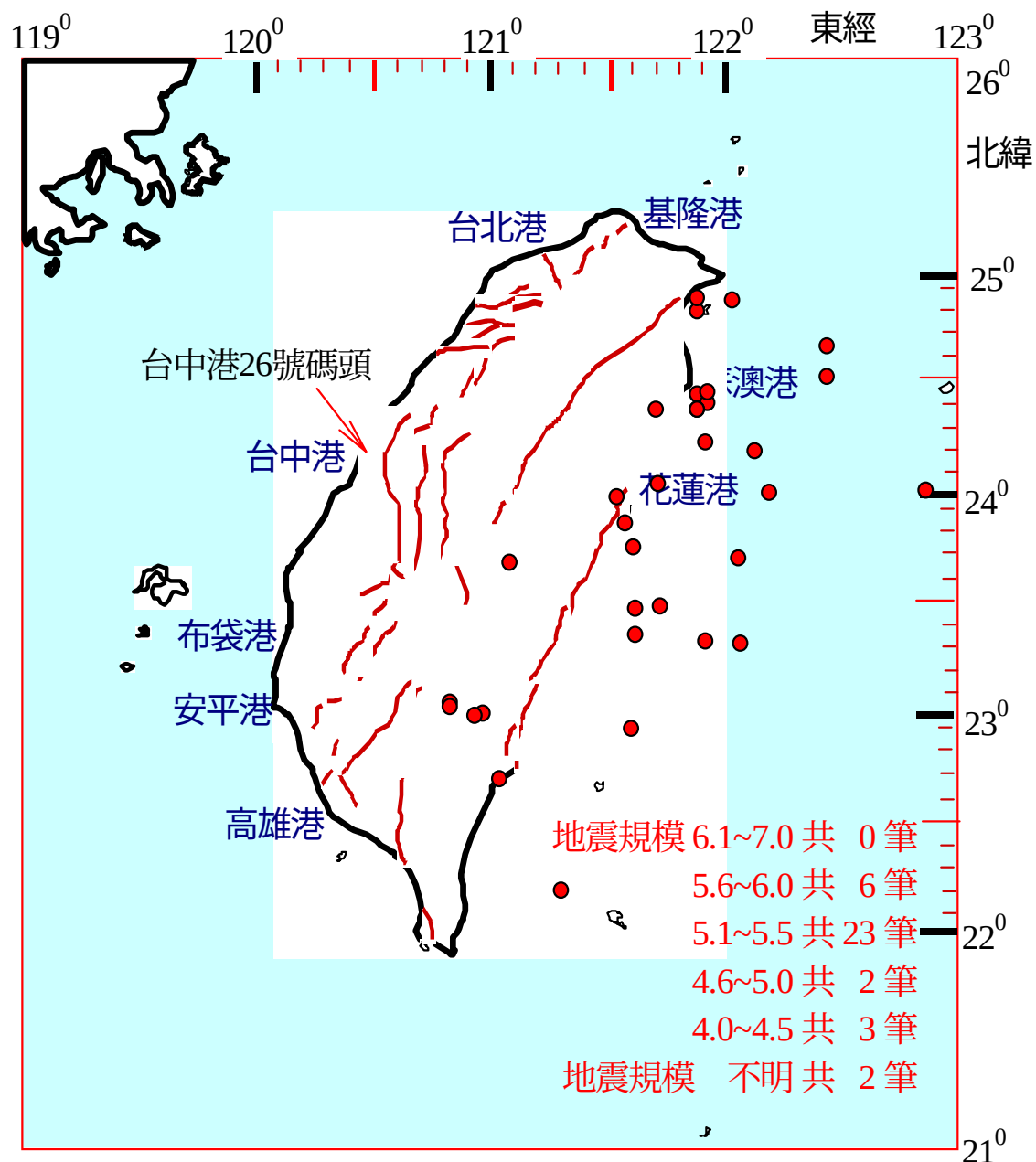


圖 3-9 1 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況

台中港區地震監測紀錄於2001年9月至今 (2003年11月14日) 共測得2級地震強度 (CWB 2.5~8gal) 24筆，其相對於CWB發佈之震源分佈如圖3-10，地震規模為4.0~7.0間，規模<5之震源大部份來至中央山脈西麓地區。

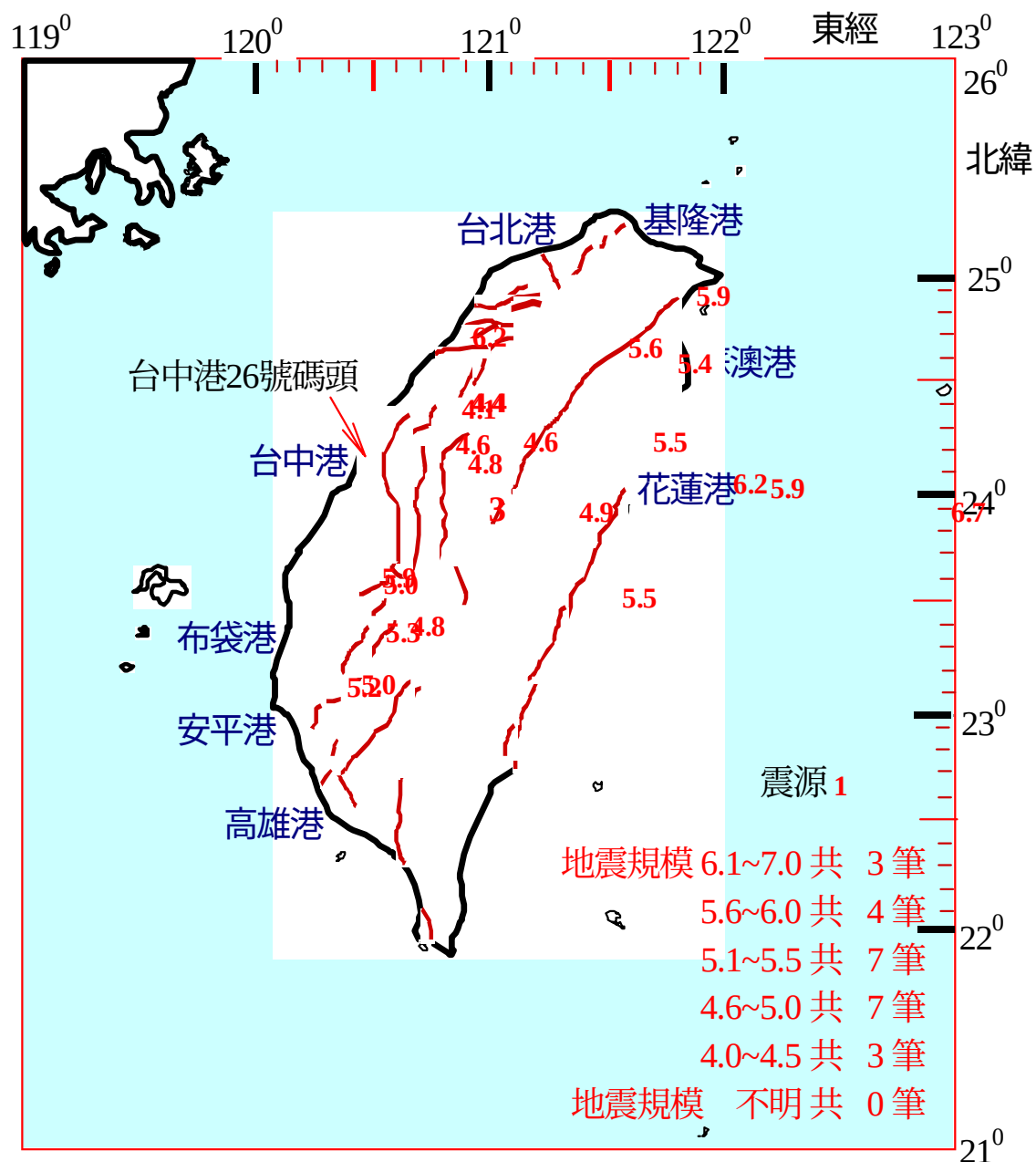


圖 3-10 2 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況

台中港區地震監測紀錄於2001年9月至今(2003年11月14日)共測得3級地震強度(CWB 8~25gal)6筆,其相對於CWB發佈之震源分佈如圖3-11,地震規模為4.6~7.0間,規模6.0~7.0之震源均來至蘇花外海,規模4.6~6.0之震源則來至中央山脈西麓之三義與車龍埔斷層附近。

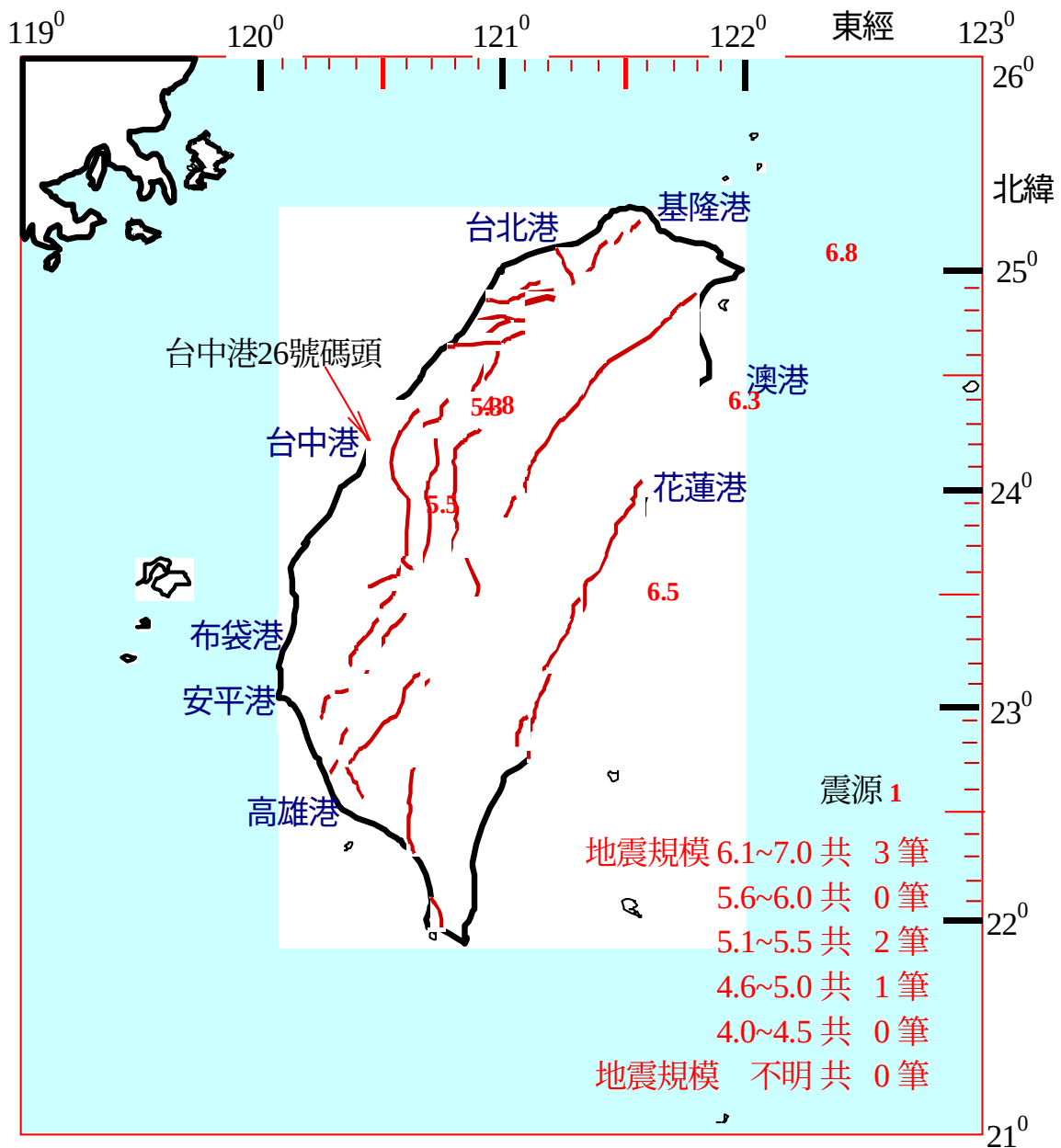


圖 3-11 3 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況

台中港區地震監測紀錄於 2001 年 9 月至今 (2003 年 11 月 14 日) 共測得 4 級地震強度 (CWB 25~80gal) 2 筆，其相對於 CWB 發佈之震源分佈如圖 3-12，地震規模為 6.2~6.8 間，震源均來至蘇花外海。

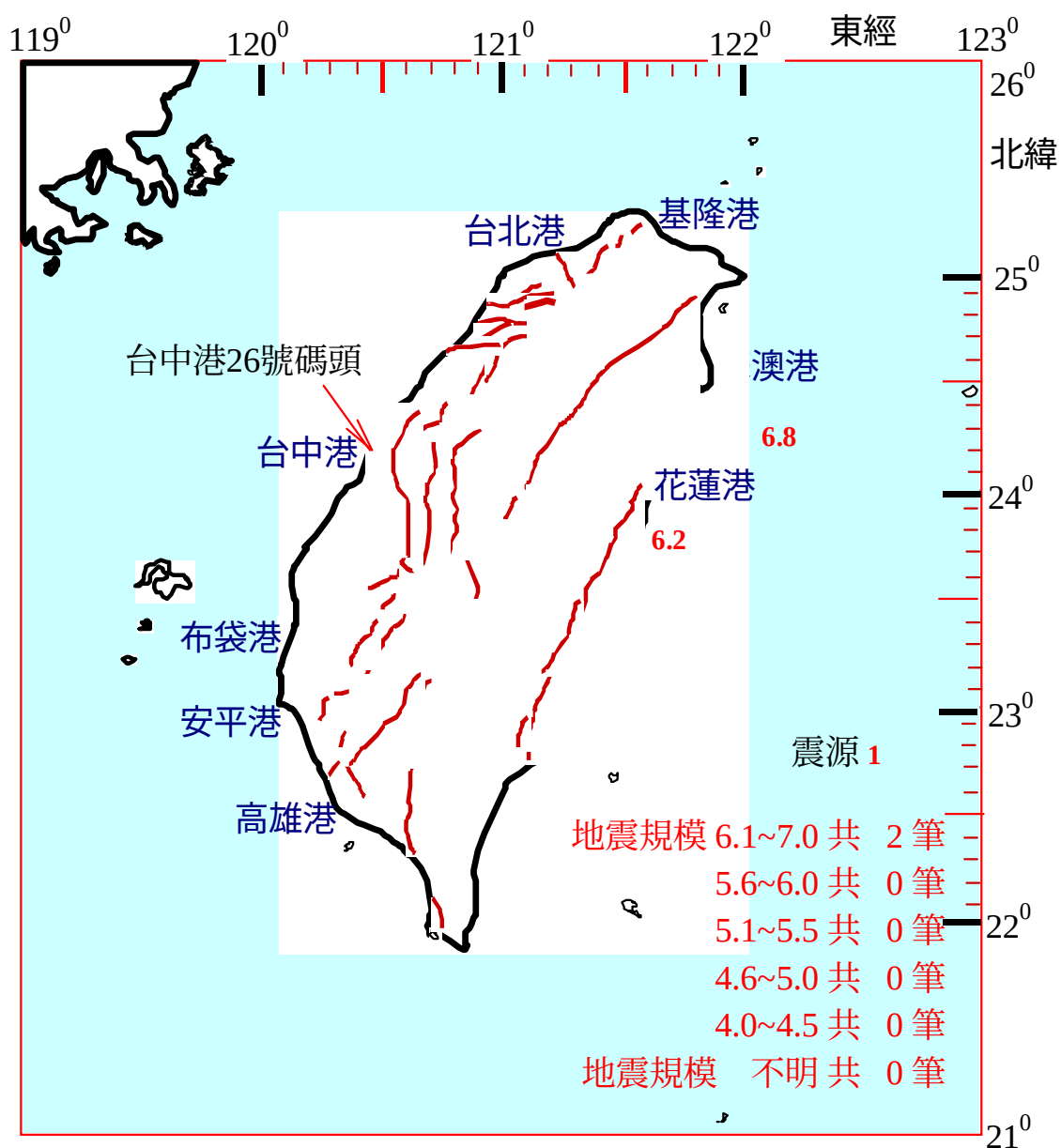


圖 3-12 4 級地震紀錄強度與氣象局發佈相對震源之分佈狀況

第四章 結 論

本研究進行至今，初步綜合結論如下：

1. 本年度已完成資料庫之基本建置架構及台中港資料庫。
2. 本計畫建置之資料庫可提供：
 - 2.1 港灣地區地震分層監測之設置資訊。
 - 2.2 港區歷史地震資訊與歷史地震統計資訊。
 - 2.3 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研究與碼頭結構物設計之參考與應用。
3. 於既有建設之港區選取測站之理想設置地點並不容易，且於港區進行地震監測極容易受貨櫃車輛及施工震動之干擾。本研究建議可視研究需求，以系統之啟動設定值與設定點之選取克服之。

參考文獻

1. 國立台灣大學工學院地震工程研究中心編譯 (原著岡本舜三) (1987) "地震工程學", 科技圖書公司出版。
2. 徐明同編著 (1988) "地震工程", 中國工程師學會出版。
3. 李景亮、梁英文編著 (1995) "結構耐震設計", 文笙書局出版。
4. 蘇吉立 (2002) "淺談地震工程與地震觀測", 港灣報導, 第 60 期, 32 頁-42 頁。
5. 賴聖耀、蘇吉立 (2002) "港灣地區地震監測與土壤液化潛能評估之研究", 交通部運輸研究所港灣技術研究中心基本研究報告, 3-1 頁-3-22 頁。
6. 蘇吉立、賴聖耀 (2003) "台中港區地震監測", 25 屆海洋工程研討會論文集, 3-1 頁-3-22 頁。