

100年度海域基本圖測繪工作

工作總報告書



主辦機關：內政部國土測繪中心

執行團隊：詮華國土測繪有限公司

自強工程顧問有限公司

中華民國100年12月

採購案號：NLSC-100-7

計畫名稱：100 年度海域基本圖測繪工作

簽證技師：陳典熙

技師執業執照號碼：技執字第 001607 號

執業機關名稱：詮華國土測繪有限公司

技師科別證書字號：測量科 台工登字第 009255 號

法令依據：依技師法第十二條第三項規定訂定之。

委託單位：內政部國土測繪中心

地址：台中市南屯區黎明路二段 497 號 4 樓

委託事項：海域水深測量等工作

開工日期：100 年 3 月 8 日

測量單位：詮華國土測繪有限公司/自強工程顧問有限公司

地址：新北市汐止區新台五路一段 159 號 5 樓之 1(詮華公司)

新北市中和區新民街 112 號 5 樓(自強公司)

簽證範圍、內容及項目：依『委託事項』辦理之相關測量成果，其詳細內容如本工作總報告書內文所載。

簽證意見：所有簽證項目均符合合約工作規範說明書之各項要求。

簽證日期：100 年 12 月 29 日

承辦廠商簽章	測量技師簽章



技師執業執照

技執字第 001607 號

技師 陳典熙 申請執業核與技師法規定

相符合行發給執業執照准予執業登記事項如下：



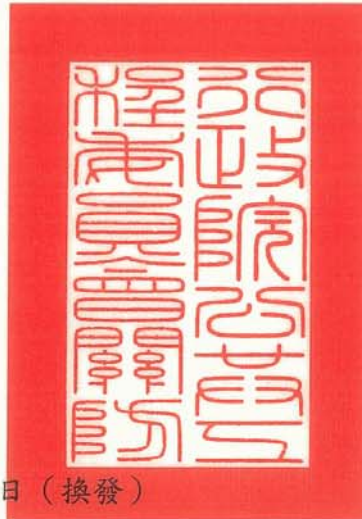
- 一、姓名：陳典熙 身分證統一編號：F122910994 性別：男
住所：臺北市大安區永康街 61 巷 7 之 1 號
- 二、出生年月日：民國 53 年 1 月 30 日
- 三、執業方式：技師法第 6 條第 1 項第 2 款
- 四、執業機構名稱：詮華國土測繪有限公司
所在地：臺北縣汐止市新台五路 1 段 159 號 5 樓之 1
- 五、技師科別證書字號：測量科 台工登字第 009255 號

六、業務範圍：(如背面)

七、執照有效期間：自民國 98 年 3 月 9 日至 102 年 3 月 8 日止

行政院公共工程委員會
主任委員

范良鏞



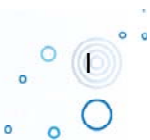
中華民國 98 年 3 月 2 日 (換發)

測量科業務範圍：

從事大地測量、航空測量、地形測量、河海測量及工程測量等之規劃、研究、分析、
評價、鑑定、實測及製圖等業務。

目 錄

目錄	I
摘要	1
Abstract	2
壹、計畫概述	1
一、前言	1
二、工作範圍	2
三、工作內容及作業規劃	4
四、工作期程及應交付成果資料	8
貳、作業範圍特性分析	9
一、海岸環境概述	9
二、地質背景	11
三、海象資料	14
四、相關資料清查	16
參、工作項目與執行方法	22
一、控制測量	22
二、水深測量儀器標準檢核作業(SOP)	34
三、海域水深測量作業	49
四、試作底質調查	78
五、各項海洋測繪成果製作	99
六、電子航行圖前置資料	110
肆、自我檢核方式及處理原則說明	114
一、潮位模式分析	114
二、水深測量精度分析	119
三、GIS自主檢核方式	122
伍、結論與建議	141
一、結論	141
二、建議	143
參考文獻	146



附錄:

附錄一、100年度海域基本圖測繪工作-水深測量儀器標準檢核作業成果報告書

附錄二、100年度海域基本圖測繪工作-水深測量成果報告書

附錄三、100年度海域基本圖試作底質調查成果報告

附錄四、100年度海域基本圖各項海洋測繪成果報告

附錄五、100年度海域基本圖其它敘述性報告

附件:

附件1.水深測量進出港證明

附件2.控制點坐標成果表

附件3.已知控制點樁位指示圖

附件4.新設控制點樁位指示圖

附件5.GPS衛星定位測量計算報表

附件6-1.直接水準計算表

附件6-2.直接水準觀測記錄表

附件7.儀器裝載資訊與各項工作紀錄表

附件8.潮位觀測記錄表

附件9.聲速剖面量測記錄表

附件10.儀器檢校文件

附件11.Hypack多音束原始資料格式

附件12.EA400資料格式

附件13.側掃聲納原始資料格式

附件14.100年海圖表層沉積物採樣紀錄表

表 目 錄

表 1-1、作業範圍相關基本資料統計表.....	3
表 1-2、100 年海域基本圖調查工作項目及數量統計表.....	4
表 1-3、水深測量施測規範.....	5
表 1-4、100 年海域基本圖調查成果交付項目及繳交期限.....	8
表 2-1、調查區域地質圖層表.....	13
表 2-2、桃竹苗海岸潮汐統計表.....	14
表 2-3、桃竹苗地區既有海岸防護設施一覽表.....	17
表 2-4、桃竹苗地區漁港一覽表.....	18
表 2-5、桃竹苗海岸助導航設施一覽表.....	20
表 2-6、臺灣海岸保護區統計表.....	21
表 3-1、已知控制點坐標成果表.....	25
表 3-2、已知平面控制點檢測成果表.....	27
表 3-3、新設平面控制點坐標成果表.....	28
表 3-4、潮位站高程控制點連測規劃表.....	29
表 3-5、已知高程控制點檢測成果表.....	31
表 3-6、新設高程控制點坐標成果表.....	32
表 3-7、控制測量儀器設備一覽表.....	33
表 3-8、詮華一號-RESON NaviSound 210 Bar Check 檢測表.....	37
表 3-9、詮華一號-RESON NaviSound 215 Bar Check 檢測表.....	37
表 3-10、春富發號-Hydrotrac ODOM Bar Check 檢測表.....	37
表 3-11、RESON SeaBat8124 檢核測線與全區之誤差比較表.....	43
表 3-12、各系統間誤差分析比較表(以多音束 RESON SeaBat 為基準).....	43
表 3-13、Kongsberg EM2000 檢核測線與全區之誤差比較表.....	47
表 3-14、6/10 Kongsberg EM2000 與 5/3 RESON SeaBat8124 之誤差比較表.....	48
表 3-15、單音束測深作業日期與繳交原始觀測資料檔案對照表.....	52
表 3-15、單音束測深作業日期與繳交原始觀測資料檔案對照表(續).....	53
表 3-16、多音束測深作業日期與繳交原始觀測資料檔案對照表.....	53
表 3-17、Reson NaviSound 210Bar Check 檢測表.....	56
表 3-18、Hydrotrac ODOM Bar Check 檢測表.....	56
表 3-19、水深測量 GPS 定位檢測成果表.....	59
表 3-20、側掃聲納底拖電纜釋放長度紀錄表.....	85
表 3-20、側掃聲納底拖電纜釋放長度紀錄表(續).....	86
表 3-21、現場採樣分析結果表.....	92
表 3-22、100 年度海域基本圖成果圖層表.....	101
表 3-23、GIS 圖層分類內容說明表.....	104

圖 目 錄

圖 1-1、領海及鄰接區位置圖	1
圖 1-2、100 年度海域基本圖測繪工作水深測量範圍圖	2
圖 1-3、各項作業施測範圍示意圖	6
圖 1-4、水深測線規劃圖	7
圖 2-1、桃竹苗海岸地形現況照片	9
圖 2-2、新竹、桃園地形圖	11
圖 2-3、新竹海域國光平台波浪統計圖	15
圖 2-4、桃竹苗海岸防護施設影像圖	16
圖 2-5、桃竹苗海岸漁港航拍影像及現況照片	19
圖 2-6、臺灣海岸保護區位置圖	20
圖 3-1、GPS 陸上固定站及臨時驗潮站位置圖	23
圖 3-2、內政部控制點分布圖	24
圖 3-3、GPS 衛星定位及水準測量網形圖	28
圖 3-4、GPS 衛星定位測量作業情形	29
圖 3-5、臨時驗潮站設置位置圖	30
圖 3-6、直接水準測量作業情形	32
圖 3-7、水深測量儀器標準檢核作業區位置圖	34
圖 3-8、SOP 使用船隻及儀器照片	35
圖 3-9、Bar Check 檢校情形	37
圖 3-10、RESON SeaBat8124 實測軌跡圖	39
圖 3-11、RESON NaviSound210(左)&215(右)實測軌跡圖	39
圖 3-12、Kongsberg EM2000 實測軌跡圖	40
圖 3-13、Hydrotrac ODOM 實測軌跡圖	40
圖 3-14、Reson SeaBat8124 多音束測深成果水深色階圖	41
圖 3-15、Kongsberg EM2000 多音束測深成果水深色階圖	41
圖 3-17、RESON NaviSound 210 與 RESON SeaBat8124 之誤差分布圖	44
圖 3-18、RESON NaviSound 215 與 RESON SeaBat8124 之誤差分布圖	44
圖 3-19、Kongsberg EM2000 與 RESON SeaBat8124 之誤差分布圖	45
圖 3-20、Hydrotrac ODOM 與 RESON SeaBat8124 之誤差分布圖	45
圖 3-21、6/10 日補測之 Kongsberg EM2000 多音束測深成果水深色階圖	46
圖 3-22、Kongsberg EM2000 檢核測線與全區之誤差分布圖	47
圖 3-23、6/10 Kongsberg EM2000 與 5/3 RESON SeaBat8124 之誤差分布圖	48
圖 3-24、水深測量使用船隻及儀器照片	49
圖 3-25、水深測量作業流程圖	51
圖 3-26、100 年度海域基本圖測繪工作實際軌跡圖	54
圖 3-27、儀器架設示意圖	55

圖 3-28、Bar Check 檢校情形.....	55
圖 3-29、多音束水深測量疊合測試示意圖(左圖)及 Patch test 計算畫面(右圖).....	57
圖 3-30、船隻運動姿態角記錄曲圖.....	57
圖 3-31、水深測量 GPS 陸上固定站架設照片.....	58
圖 3-32、水深測量 GPS 定位檢測照片.....	59
圖 3-33、100/07/26 新竹漁港氣象局潮位曲線圖.....	60
圖 3-34、100/08/01 新竹漁港潮位曲線比較圖.....	61
圖 3-35、聲速剖面量測情形(左圖)及聲速剖面圖(右圖).....	63
圖 3-36、單音束水深資料檢核示意圖.....	64
圖 3-37、多音束水深測量相鄰及檢核測線資料疊合比對、除錯.....	64
圖 3-38、多音束水深測量資料以 3D 模型資料疊合比對、除錯.....	65
圖 3-39、水深資料處理流程圖.....	65
圖 3-40、100 年度海域基本圖測繪工作水深測量成果色階圖.....	66
圖 3-41、100 年度海域基本圖測繪工作水深測量成果色階圖.....	67
圖 3-42、100 年度海域基本圖測繪工作水深測量成果色階圖.....	67
圖 3-43、竹、苗外海定置漁網無法施測區域之水深測量成果色階圖(左)與其正射影像套疊定置漁網位置圖(右).....	68
圖 3-44、竹、苗外海定置漁網無法施測區域之佐證照片.....	68
圖 3-45、永安漁港港區水深測量成果色階圖.....	69
圖 3-46、永安漁港無法施測區域之佐證照片-位置 1.....	69
圖 3-47、航道退潮情形(由永安觀海橋向港嘴看)-位置 2.....	70
圖 3-48、迴船池退潮情形(一)-位置 3.....	70
圖 3-49、迴船池退潮情形(二)-位置 4.....	71
圖 3-50、港嘴退潮情形-位置 5.....	71
圖 3-51、新竹漁港港區水深測量成果色階圖.....	72
圖 3-52、新竹漁港安檢所前淤砂情形-位置 1.....	72
圖 3-53、新竹漁港漁會前船隻停靠-位置 2.....	73
圖 3-54、新竹漁港船隻停靠-位置 3.....	73
圖 3-55、海山漁港港區水深測量成果色階圖.....	74
圖 3-56、海山漁港港區內抽砂船作業情形-位置 1.....	74
圖 3-57、海山漁港船隻停靠情形-位置 2.....	75
圖 3-58、海山漁港船隻停靠情形-位置 3.....	75
圖 3-59、龍鳳漁港港區水深測量成果色階圖.....	76
圖 3-60、龍鳳漁港港區曳船道照片-位置 1.....	76
圖 3-61、龍鳳漁港港區船隻停靠情形-位置 2.....	77
圖 3-62、龍鳳漁港船隻停靠情形-位置 3.....	77
圖 3-63、音束反射與散射的示意圖.....	79
圖 3-64、預選試作底質調查作業範圍.....	80
圖 3-65、側掃聲納所測得之魚礁影像.....	81



圖 3-66、試作底質調查所使用之測深儀.....	82
圖 3-67、水深測量規劃測線-多音束(左圖)與單音束(右圖).....	82
圖 3-68、水深實測航跡圖-多音束(左圖)與單音束(右圖).....	82
圖 3-69、多音束測深機搭配 HYPACK MAX 軟體資料收集畫面.....	83
圖 3-70、圖幅 96233072(左圖)與 95232099(右圖)水深成果色階圖.....	83
圖 3-71、Edgetech 4200FS 側掃聲納儀拖魚及資料接收電腦.....	85
圖 3-72、側掃聲納規劃測線.....	86
圖 3-73、側掃聲納實測航跡圖.....	87
圖 3-74、側掃聲納影像鑲嵌圖(圖幅: 96233072).....	87
圖 3-75、側掃聲納影像鑲嵌圖(圖幅: 95232099).....	88
圖 3-76、底質採樣器取樣工作照片(1).....	88
圖 3-77、底質採樣器取樣工作照片(2).....	89
圖 3-78、96233072(左)與 95232099(右)採樣實際點位與側掃聲納影像鑲嵌圖.....	89
圖 3-79、海床底質實地取樣樣本.....	90
圖 3-80、CARIS 公司出品之 HIPS & SIPS 軟體.....	90
圖 3-81、圖幅 96233072 底質分類圖.....	93
圖 3-82、圖幅 95232099 底質分類圖.....	93
圖 3-83、圖幅 96233072 多音束回波強度分佈圖.....	94
圖 3-84、圖幅 95232099 多音束回波強度分佈圖.....	95
圖 3-85、圖幅 96233072 底質分類圖-以多音束聲納回波訊號強度分類.....	95
圖 3-86、圖幅 95232099 底質分類圖-以多音束聲納回波訊號強度分類.....	96
圖 3-87、圖幅 96233072 單音束回波強度分佈圖.....	97
圖 3-88、圖幅 95232099 單音束回波強度分佈圖.....	97
圖 3-89、海域基本圖製作流程圖.....	100
圖 3-90、海域基本圖成果範例.....	102
圖 3-91、GIS 圖形及資料建置流程圖.....	103
圖 3-92、屬性資料格式設定畫面.....	105
圖 3-93、海域數值高程模型 DEM 製作流程圖.....	107
圖 3-94、TIN Model 程式所產生三角網.....	108
圖 3-95、可依需求輸出不同大小之規則網格資料.....	108
圖 4-1、新竹漁港實測資料與潮位模式比較圖.....	114
圖 4-2、外埔漁港實測資料與潮位模式比較圖.....	115
圖 4-3、新竹漁港等潮差及等潮時參數.....	116
圖 4-4、外埔漁港等潮差及等潮時參數.....	116
圖 4-5、外埔漁港實測資料與潮位模式歸估資料比較圖.....	116
圖 4-6、RTK 潮位與雙驗潮潮位計算比較圖.....	118
圖 4-7、RTK 潮位、雙驗潮潮位計算與潮位模式比較圖.....	118
圖 4-8、多音束主測線與檢核線比對位置示意圖.....	120
圖 4-9、不同廠商海域交接區重疊水深檢核誤差分佈圖.....	121

摘要

關鍵字:水深測量、電子航行圖、底質調查

臺灣為一海域環繞之島嶼國家，海洋與我們相互依存的關係非常密切，在有限的陸地資源下，海洋資源的應用與永續經營更形重要，亟需海洋基礎圖資作為國土管理、經營使用。內政部為延續陸域圖資至海域，完整國土測繪，研擬「基本測量及圖資測製實施計畫」，規劃於100-104年逐步建立完整近岸海域基本圖，今(100)年延續96年度海域基本圖作業範圍，北起桃園縣老街溪，南至苗栗縣外埔漁港海域，東至岸線潮間區域，西至外海最遠邊界約離岸10公里處，海域深度約達80公尺，沿線所經行政區界包含桃園縣、新竹縣、新竹市、苗栗縣，岸線長度約57公里，面積約464平方公里範圍，提供高精度海洋基礎圖資予各界使用與加值。

本工作採用多音束測深系統測繪水深地形資料，部分區域(水深不足20公尺)以單音束測深系統辦理，所得水深資料經統計測試，高達97%資料符合近岸海域規範要求。另本工作亦試辦底質調查作業，冀以水深測量之成果同步獲取更多之底床資訊。本次試作結果得知使用多音束或側掃聲納皆可清晰看出底質分佈實況，此外，單音束聲納受限於聲納束寬較窄的收發方式，回波音訊隨著微地形或船隻搖晃等因素造成的強度起伏很大，如需作為底質分析依據必須審慎考慮地形因素的效應，並採取多筆資料平均計算的方式以抑制原始資料隨機性的高雜訊現象，建議未來若需藉由聲納回波強度資料以分類海床底質時，應同步進行側掃聲納影像掃描，並藉由適量的實地採樣以確切掌握底質實況。

本工作計編纂84幅五千分之一比例尺海域基本圖、建置5m*5m、10*10m、20*20m、50*50m、100*100m、250*250m高程數值模型資料及GIS格式資料。另為使作業成果提供更廣泛使用，將資料轉置為電子航行圖前置資料(jp4wu6g4ji3ul4vu0 與水深資料檔)，供相關單位可直接加值應用。本工作各項成果均經監審單位(國立中山大學)檢查通過，成果精度應符合大部分使用者需求。

Abstract

Keywords: bathymetry, electronic navigation charts, sediment investigation

Taiwan is an island country surrounding by sea and caused closed relationship between ocean and us. Under the limitation of land resource, application and continuous protection of ocean resource becomes very important, so it's necessary to take basic ocean drawing information for using on land management. In order to expand the drawing information from land to ocean area and complete measurement of country land, Ministry of the Interior has studied out "Implement plan about basic measuring and drawing information making" which will build complete basic near shore mapping step by step from year 2011 to 2015. To provide high precision ocean mapping information for using by people of each field, the ocean basic mapping area of this year (2011) will follow it of 2007 as north of Lao Cai River, Taoyuan County south of Waipu fishing port of Miaoli County, east to coast line area and west as 10 KM far away from the coast. The ocean depth is around 80M. Along the line will include Taoyuan County, Hsinchu County, Hsinchu City, Miaoli County and coast line is around 57 KM. The area will be around 464 KM².

In this project we use multi-beam echo sounder system to measure the water depth data but use single-beam echo sounder system in some area which depth was less than 20M. After testing and calculation on this water depth data, 97% could meet the request of nearing shore rule. Besides, we also tried sediment survey in this project, wishing to get more bottom information at the same time. According to the result, multi-beam echo sounder system or side-scan sonar were both workable for realizing on sediment situation. On the other hand, single-beam sonar was limited by narrower beam width, changeable return wave by terrain or unstable boats, therefore, when take this on sediment analysis, it's necessary to consider about affect from terrain and take average value from lots of data, to avoid the complicate and occasional influence from the original data. In the future when using returned sonar wave to classify bottom sea bed, we suggest to use side-scan sonar at the same time, and to know about bottom situation more exactly by real sample-taking.

This project included 84 basic sea mappings which were as 1:5000, high value model data as 5*5M、10*10M、20*20M、50*50M、100*100M、250*250M and GIS formate data. Besides, in order to making this project result being used widely, the data has been transferred into pre-information of electronic navigation chart (field sheet and depth recording file),so that all the relative institutions can apply directly. All the result of this project has been passed the test by the monitor institution, National Zhongshan University, so the accuracy should meet the demand from most of the users.

壹、計畫概述

一、前言

臺灣為一海域環繞之島嶼國家，海洋與我們相互依存的關係非常密切，在有限的陸地資源下，海洋資源的應用與永續經營更形重要。政府於民國87年1月公布「中華民國專屬經濟海域及大陸礁層法」及「中華民國領海及鄰接區法」，並於民國98年公告修正中華民國第一批領海基線、領海及鄰接區外界線(領海及鄰接區位置如圖1-1所示)，在海域基本立法的建制上跨出了一步。

鑒於海洋白皮書之政策方針，政府為因應及掌握全球永續經營海洋的趨勢，展現我國在邁入二十一世紀之際重視海洋、關懷海洋的決心，由行政院研訂「海洋白皮書」，作為我國海洋事務發展的指導原則，以確保國人世代代享受及經營海洋的多元利益。訂定原則為：保障國家權益、維繫民生福祉、永續生態環境、推動發展研究教育以及整合強化行政管理能力。

目前全球各國皆重視海洋資源的開發、維護管理與應用，國土由陸域延伸至海洋，拓展各自的領海、鄰接區及專屬的經濟海域。然我國缺乏完整海域基本圖資，而海軍大氣海洋局出版之海軍水道圖範圍有限、資料較於老舊且密度過疏，內政部亦僅建立少數近岸端之海域基本圖，故燃眉之急在於我國亟需延續陸域基本控制測量系統測繪領海、鄰接區及專屬經濟海域內的海域基本圖，作為海洋資源開發使用、規劃管理之依據，據以確定國家海域，減少海事、漁業糾紛，並整合陸地及海洋測量圖資，以利國土整體規劃，永續經營。

內政部國土測繪中心（以下簡稱測繪中心）自100年度起執行內政部「基本測量及圖資測製實施計畫」-海域基本圖測繪工作，逐年建立

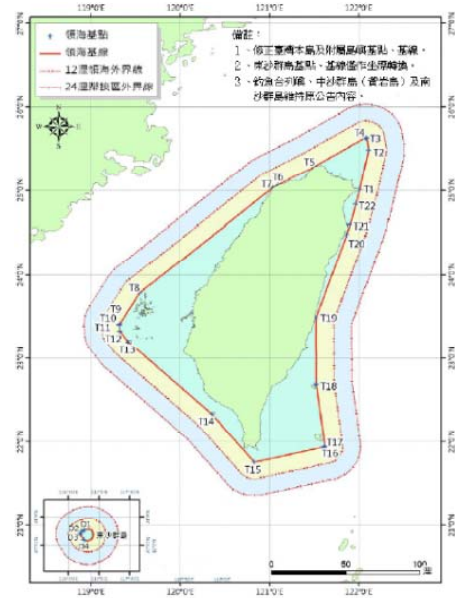


圖1-1、領海及鄰接區位置圖

表1-1、作業範圍相關基本資料統計表

水深測量面積及規劃測線			
施測方式 工作數量	多音束水深測量 (所佔百分比)	單音束水深測量 (所佔百分比)	總計
施測面積	360km ² (78%)	104km ² (22%)	464 km²
測線里程	3,600km(56%)	2,800km(44%)	6,400 km
行政區界及岸線長度(由北至南排序)			
行政區界(縣市/鄉鎮)	岸線長度		總計
桃園縣/觀音鄉、新屋鄉	23km		57km
新竹縣/新豐鄉、竹北市	12km		
新竹市/北區、香山區	17km		
苗栗縣/竹南鎮	5km		
作業範圍圖幅(順序由北自南，由西向東)			
圖幅比例尺	數量	圖號	
1/5,000	84幅	96233044、96233045、96233051、96233052、96233053、96233054、96233055、95232070、96233061、96233062、96233063、96233064、96233065、95232080、96233071、96233072、96233073、96233074、96233075、95232089、95232090、96233081、96233082、96233083、95232099、95232100、96233091、96233092、95221008、95221009、95221010、96224001、95221017、95221018、95221019、95221020、96224011、95221027、95221028、95221029、95221030、95221036、95221037、95221038、95221039、95221045、95221046、95221047、95221048、95221049、95221055、95221056、95221057、95221058、95221064、95221065、95221066、95221067、95221074、95221075、95221076、95221077、95221084、95221085、95221086、95221087、95221093、95221094、95221095、95221096、95221097、95222001、95222002、95222003、95222004、95222005、95222006、95222011、95222012、95222013、95222014、95222015、95223020、95221054	
1/25,000	11幅	96233NW(非滿幅)、95232SE、96233SW、95221NW、95221NE、96224NW、95221SW、95221SE、95222NW(非滿幅)、95222NE(非滿幅)、95223NE(非滿幅)。	

三、工作內容及作業規劃

(一) 工作內容

本案主要工作內容包括控制測量、水深測量、試作底質調查與各項成果製作等經整理匯整後如表1-2所列。

表1-2、100年海域基本圖調查工作項目及數量統計表

項次	工作項目	單位	數量	備註
1.	已知平面 控制點檢測	點	8	H034、H072、H153、S010、S045、S162、1052、1055
2.	已知高程 控制點檢測	點	8	D014、D027、D028、D037、D038、D050、D051、X017
3.	新設平面 控制點測量 (GPS 岸上固定 站)	點	6	GPS01~GPS06
4.	新設高程 控制點測量 (臨時驗潮站)	點	4	TD01~TD04
5.	水深測量儀器 標準檢核作業	船次	4	多音束: 詮華一號—RESON SeaBat8124 領航者號—Kongsberg EM2000 單音束: 詮華一號—Reson NaviSound 210、215 春富順號—Hydrotrac ODOM
6.	海域水深測量	平方 公里	464	包含 多音束:360 km ² 單音束:104 km ²
7.	試作底質調查	圖幅	2	以聲納設備辦理底質調查試作 2 圖幅範圍，以側掃聲納、底床攝影或底床採樣方式驗證調查成果。試將底質調查結果依泥、沙、礫、岩(礁)等大項進行分類。
8.	海域基本圖製作	式	1	1/5000 基本圖 84 幅 1/25000 基本圖 11 幅 詮釋資料
9.	數值高程 模型製作	式	1	高程模型依網格間距分為 5m*5m，10m*10m，20m*20m，50m*50m，100m*100m，250m*250m，並含詮釋資料。
10.	GIS 格式 資料製作	式	1	分別建立專案檔(*.mxd)與資料庫檔(*.mdb)
11.	電子航行圖 前置資料製作	式	1	包含海測清繪圖、水深記錄檔、其他敘述性報告等。
12.	工作總報告書	式	1	

(二) 作業規劃

本案調查範圍含蓋桃竹苗4縣市之海岸共計長約57公里，外業項目包含水深測量儀器標準檢核作業、試作底質調查與水深測量等工作，水深測量實際測量面積約464平方公里，其中包含水深20m以深的多音束水深施測面積約360平方公里(佔78%施測面積)，以及水深20m以內至岸線的單音束水深施測面積104平方公里(佔22%施測面積)。此外，檢核測區約其各項施測範圍及位置如圖1-3所示，水深作業規劃原則如下所列：

1. 本案全區採多音束測深儀施測，本團隊之多音束測深儀解析力皆優於 0.1 公尺，但在水深未達 20 公尺(平均潮位系統)之區域，得以單音束測深儀(音束束寬不得大於 10 度)施測，採用之單音束測深儀解析力亦優於 0.1 公尺，測深間距為 50 公尺，每 500 公尺施測 1 條約略與測線垂直之檢核測線。實際測線間隔誤差不大於 50%，間隔過大者必則加以補測。針對單音束測深儀與多音束測深儀施測規範如表 1-3。

表1-3、水深測量施測規範

施測方式 作業要求	單音束水深測量	多音束水深測量
施測區域	水深未達 20 公尺(平均潮位系統)之海域(不含海域重點區域)得使用之	全區(水深未達 20 公尺以單音束施測區域得免施測)
施測覆蓋率	無	110%
測線間距	50 公尺	依施測覆蓋率決定
檢核線間距	每 500 公尺至少 1 條約略與測線垂直之檢核測線	所有測帶至少與檢核測線交錯 1 次

2. 本案多音束測線規劃上即參考等潮位圖進行測區劃分及測線規劃。多音束測線施測覆蓋率需達 110%以上，並於各圖幅加測一條檢核測線使得各測線均得以檢核測線交錯至少一次，且各條測線長度原則上不超過 10 公里，總體平均長度約 5 公里左右，較適合外業施測及內業資料解算處理，並避免同一測線跨越不同潮區徒增困擾；單音束測線則以 50 公尺等間距測線垂直岸線方向劃設，並每 500 公尺加測一條約略與主測線垂直(平行岸線)的檢校測線。海域水深

測線規劃如圖 1-4，初估多音束規劃測線總長約 3,600 公里，單音束規劃測線總長約 2,800 公里。

3. 以單音束測深儀施測時，單音束測深區與多音束測深區接邊處，需有 100 公尺(含)以上之重疊區域，並將單音束區與多音束區進行測深資料成果檢核。
4. 水深測量儀器標準檢核作業與試作底質調查水深測量部分測線間距及各項改正依水深測量規定辦理。

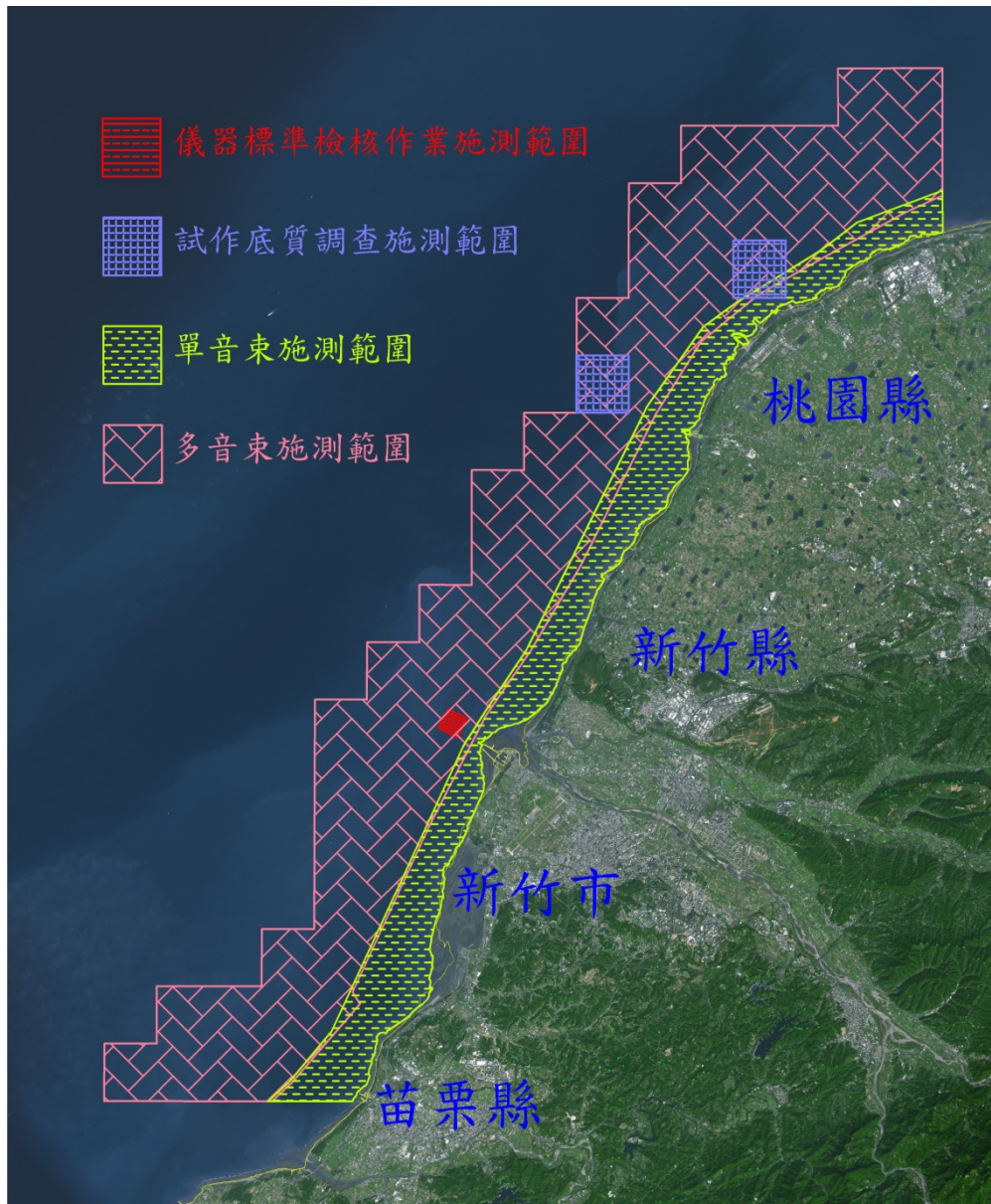


圖1-3、各項作業施測範圍示意圖

-  96年範圍
-  100年5000圖幅
-  100年25000圖幅
-  檢核測區單音束規劃測線
-  檢核測區多音束規劃測線
-  試作底質單音束規劃測線
-  試作底質多音束規劃測線
-  單音束規劃測線
-  多音束規劃測線

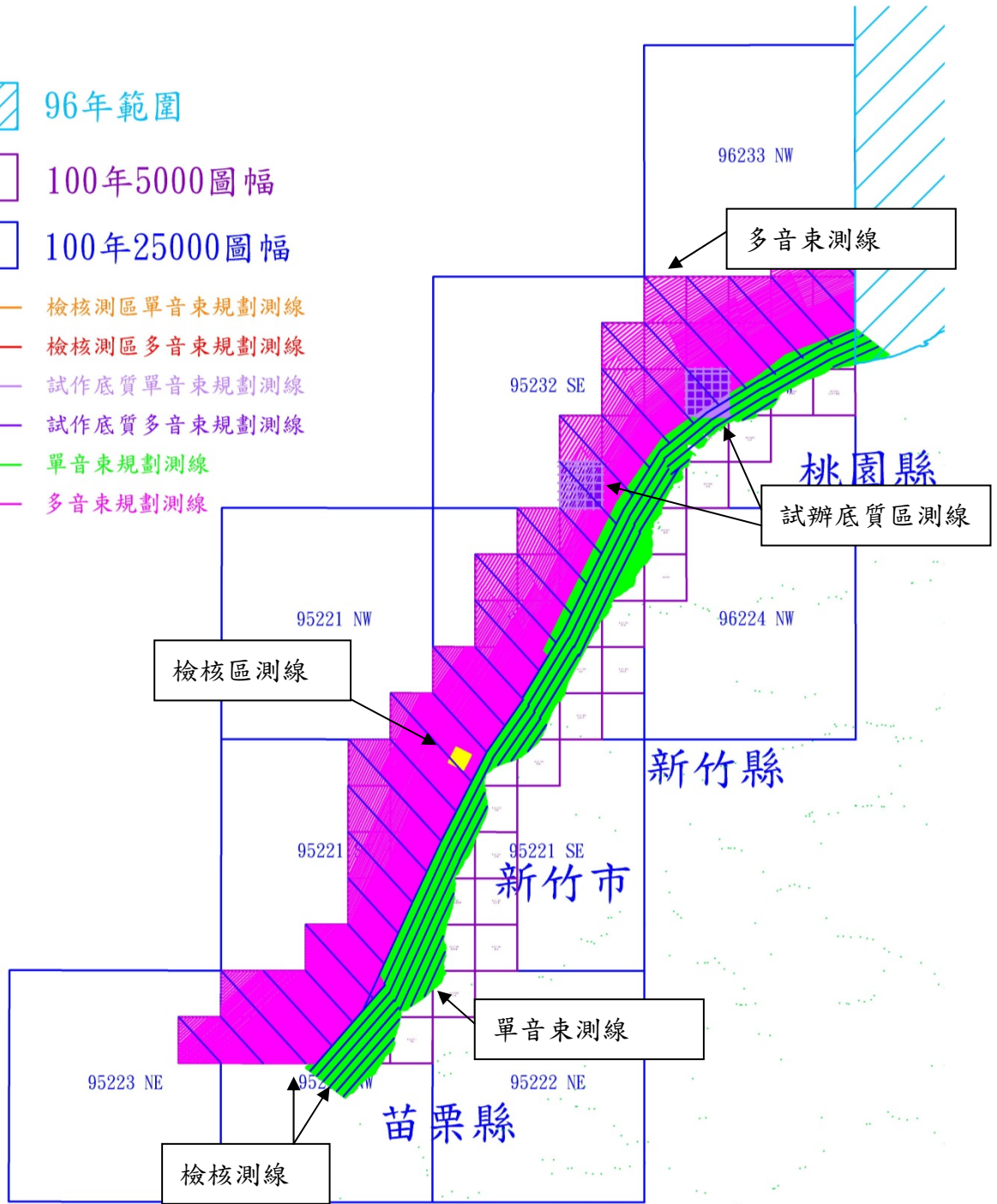


圖1-4、水深測線規劃圖

四、工作期程及應交付成果資料

本案分二階段辦理，各階段交付成果及繳交期限如下表1-4所示：

表1-4、100年海域基本圖調查成果交付項目及繳交期限

階段	成果交付項目	單位	數量		繳交期限	
			書面	電子檔	(決標次日)	日期
第一階段	工作計畫書	式	5	2	30個日曆天	4/6
	水深SOP作業成果	式	--	2	60個日曆天	5/6
	試作底質調查成果	式	--	2	90個日曆天	6/5
	水深測量成果 (應交付三分之二以上圖幅 成果)	式	--	2	180個日曆天	9/3
第二階段	水深測量成果(全部成果)	式	--	2	210個日曆天	10/3
	各項海洋測繪成果(詳備 註)	式	--	2	240個日曆天	11/2
	電子航行圖前置資料	式	--	2	255個日曆天	11/17
	工作總報告書	份	15	2	270個日曆天	12/2

備註:各項海洋測繪成果包含海域基本圖、GIS格式圖資、數值高程模型。

貳、作業範圍特性分析

一、海岸環境概述

由於本案作業範圍相當廣大，本節先針對作業環境作一概述說明，分別以海岸環境、地質背景、海象資料等不同角度了解本案範圍內之特性，並清查其他相關資料，以便在作業之前先掌握充份資料並對作業環境有所瞭解，也讓我們進一步認識息息相關的生活環境以及臺灣海岸所面臨的問題。

(一) 海岸概述

桃園海岸包括蘆竹鄉、大園鄉、觀音鄉及新屋鄉行政區域，介於臺北縣林口鄉南端及福興溪間，海岸線長39公里，岸線走向大致由東西向於觀音鄉漸轉為西南西向。海岸地質多屬沙岸，部分區域為礫石灘混雜沙灘。

新竹海岸包括新豐鄉、竹北市及新竹市等行政區域，介於福興溪及鹽港溪間，海岸線長約29公里（新竹縣海岸約12公里，新竹市海岸約17公里），岸線走向呈東北、西南向，為沙質海岸。其特性為潮差大、擁有寬廣之潮間帶，海岸線平直，自客雅溪出海口以南為平緩寬廣泥灘海岸，是西部生物最豐富的溼地海岸。

苗栗海岸包括竹南鎮、後龍鎮、通霄鎮及苑裡鎮等行政區域，介於鹽港溪及大安溪間，海岸線長約50公里，海岸線平直，岸線走向呈東北、西南向，為沙質海岸，受漂沙及潮差大之影響，海底坡度甚緩，而潮間帶沙灘甚為發達。縣境內有多條河川注入，沖積平原發達，尤以河口附近更為明顯。鹽港溪以南至竹南龍鳳漁港為廣闊的沙濱海岸，後龍、通霄間有外海沙洲形成，外埔以南海埔地尚稱發達，通霄、苑裡一帶由飛沙形成低沙丘，植有防風林定沙。



圖2-1、桃竹苗海岸地形現況照片

(二) 海岸特性

桃園海岸:為沙質海岸，局部有礫石灘和藻礁，以沙灘的面積最為廣闊，礫石灘則零星散佈於沙灘間，藻礁則分布平坦開闊，主要分布在大園鄉新街溪口、老街溪口、觀音鄉以至新屋鄉的新屋溪一帶，是臺灣海岸極少數的藻礁分布點之一。海岸具明顯夏淤冬刷現象，觀音以北部分侵淤互現大致平衡；除新屋溪口附近侵蝕外，以南部分大致淤積，以觀音海水浴場及永安漁港北側較為顯著，永安漁港以南則因受防波堤阻擋呈侵蝕現象。

新竹海岸:新竹海岸以河口紅樹林溼地環境最具特色，新竹縣新豐鄉紅樹林、新竹市客雅溪口紅樹林及香山溼地為代表。竹北尚義海岸因漁船停泊之突堤效應造成海岸逐漸侵蝕;新竹港南海岸因新竹漁港擴建，防波堤伸向外海，而頭前溪、鳳山溪近年河川輸沙減少及新竹漁港防波堤攔阻沙源以致減少南岸漂沙供給，造成漂沙供需不均衡，且在高潮及颱風期間，近岸沙灘受波浪侵襲使灘線向內陸移動，使得港南海岸有侵蝕退縮現象，而新竹漁港北海堤外則有明顯淤積現象。

苗栗海岸:原有豐富之沙源，沙灘幅度寬廣，有高亢沙丘及礫石平緩海岸，但因建築漁港防波堤之阻隔及近年多次強烈颱風之影響，導致海岸面臨侵蝕。中港溪至後龍溪口因海岸迫近丘陵地，於外埔、水尾附近沖蝕嚴重；後龍溪口至灣瓦、白沙屯、新埔、通霄一帶，河線迫近洪積層沖蝕階地礫石層而形成礫石質海岸；而在苑裡附近反而漂沙旺盛覆蓋蚵園、房屋，造成嚴重飛砂災害。

(三) 河川水系

桃園海岸境內主要河川，由北而南有南崁溪、埔心溪、新街溪、老街溪、富林溪、大堀溪、觀音溪、新屋溪、社子溪及福興溪。其中，除福興溪屬中央管區域排水，埔心溪及新街溪屬縣管區域排水外，其餘河川皆屬縣管河川。境內出海河流大多呈現放射狀水系型態，但因河流短小，且未與來自中央山脈之河流連接，故皆自成一水路系統。

新竹海岸境內主要河川，由北而南有福興溪、新豐溪、鳳山溪、頭前溪、客雅溪、三姓溪及鹽港溪。其中，鳳山溪及頭前溪屬中央管河川

，福興溪、客雅溪及鹽港溪屬中央管區域排水，新豐溪屬縣管河川，三姓溪屬縣(市)管區域排水。

苗栗海岸境內主要河川，由北而南有中港溪、後龍溪、西湖溪、通霄溪、南勢溪、苑裡溪及房裡溪。其中，中港溪及後龍溪屬中央管河川，西湖溪、通霄溪、苑裡溪及房裡溪屬縣管河川，南勢溪屬縣管區域排水。

二、地質背景

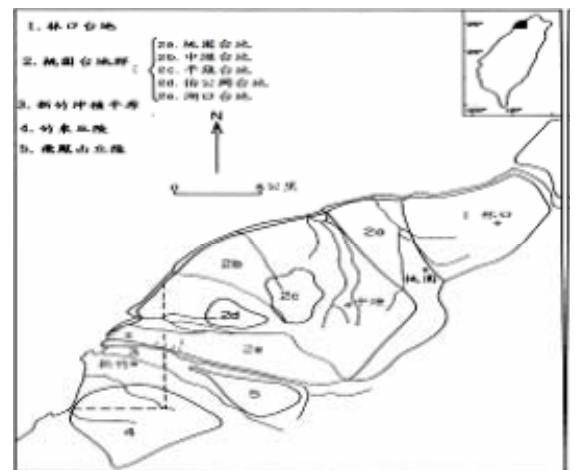
本案研究區域位於桃園縣老街溪至苗栗縣外埔漁港北側海域，包含桃園、新竹縣市及苗栗等4個縣市。以下依照地形、地質等方面做一個概略的描述。

(一) 地形

臺灣島西起東經120°，東至東經122°；南北位置大約在北緯25.5°至22°之間。因菲律賓海板塊上的北呂宋島弧與歐亞大陸板塊碰撞，形成臺灣造山帶 (Suppe, 1981)。造山帶持續重壓歐亞大陸板塊東緣，使得板塊向下彎曲，則在造山帶西部形成前陸盆地的填充空間 (蔣等人, 2002)。而後臺灣島造山帶上受到侵蝕之物質，則帶至西部前陸盆地上堆積，形成臺灣西海岸。以Inman and Nordstrom(1971)的海岸分類方式，則屬於西部拖曳海岸。

1. 桃園縣地形：桃園縣大多屬於平緩的臺地地形部分為沙丘地形 (圖2-1)；本區臺地地形分屬於平鎮臺地、中壢臺地、以及桃園臺地，其中又以中壢臺地為最低，分佈範圍最廣，高度約10公尺高。另一種地貌為桃園縣草漯海濱附近的草漯沙丘群，沙丘排列略呈東北西南向延展，略與此區的東北季風方向一致。

2. 新竹縣市地形：新竹縣地形上分屬桃園臺地羣、新竹沖積平原、及竹東丘陵 (圖2-2)。新竹沖積平原位於鳳山溪與頭前溪之下游，由此二溪搬運之泥沙及礫石等堆積而成。而竹東丘陵乃頭前溪與中港溪間之



資料來源:臺灣地質圖, 1989。

圖2-2、新竹、桃園地形圖

切割臺地，東起竹東斷層，西迄香山海岸。地勢由東向西逐漸降低。

3. 苗栗縣地形：苗栗縣海岸地形變化上較為豐富，大致可以分為沖積平原，海岸沙丘及丘陵。沖積平原有兩個分別為位於中港溪與南港溪最下游部分的竹南平原，以及後龍溪下游所造成的苗栗河谷平原。丘陵大約佔二分之一的面積，即在300公尺以下，統稱為苗栗丘陵。若以中港溪為界，可分為竹東、竹南、苗栗丘陵三區。本研究區域除了在上述的桃園觀音鄉附近的草漯沙丘群外，在苗栗中港以及後龍溪之間，也有沙丘分佈的情形，此處沙丘統稱為後龍沙丘群（張，1995）。

(二) 地質

由何春蓀（1986）指出，此區為西部麓山帶及濱海平原地質區；沉積物多以第三紀碎屑岩為主。陸棚沉積物之粒度，大部分為砂質沉積物均由細砂至極細砂（ 2ϕ - 3ϕ ）所組成（Boggs et al., 1974）。而海岸類型除了林口、桃園臺地部分海岸帶的海灘上有礫灘堆積外，其餘均以砂質為主。

經濟部中央地質調查所出版的五萬分之一地質圖（1989、1994、1996），說明桃園、新竹、苗栗，露出表面的地層皆覆蓋全新世之沖積層。除此之外以更新世以後的紅土以及砂礫為主要堆積地層。

桃園區境內露出之地層為更新世之店子湖層、中壢層、以及桃園層，還有全新世之沙丘；而沙丘又可以分為古沙丘以及現代沙丘，古沙丘是風成沉積物，富含交錯層理，現代沙丘是以波浪及風之作用所形成（臺灣地質圖，1996）。新竹地區露出地表的還有更新世所形成之卓蘭層及容易風化之頭嵙山層；頭嵙山層主要分佈在竹東丘陵上。

苗栗地區則為全新世的沙丘，及更新世的紅土臺地堆積層、部分的頭嵙山層、卓蘭層。在苗栗中港、後龍之間沙丘的異常分佈情形，和其露出地表容易風化，膠結疏鬆的砂、頁岩互層岩類有很大的關係（臺灣地質圖，1994）。本案測區地質層資料詳表2-1所列。

表2-1、調查區域地質圖層表

時代	臺灣北部	中壢圖幅	新竹圖幅	苗栗圖幅	白沙屯圖幅
全新世	紅土 礫石層	桃園層 中壢層 店子湖層	中壢層 店子湖層	紅土臺地 堆積層	紅土臺地 堆積層
	~~~~~ 頭嵙山層	~~~~~ 頭嵙山層	~~~~~ 頭嵙山層	~~~~~ 頭嵙山層	~~~~~ 頭嵙山層
更新世	卓蘭層	卓蘭層	卓蘭層	卓蘭層	卓蘭層
上新世	錦水頁岩	(未出露)		錦水頁岩	錦水頁岩
	二攏段	桂竹 林層	二攏段	桂竹 林層	魚藤 坪砂 岩段
	大埔段	大埔段	大埔段	十六 份頁 岩段	關刀 山砂 岩段
中新世					

資料來源: 修改臺灣地質圖, 1989、1994、1996。

### 三、海象資料

#### (一) 潮汐

由中央氣象局之桃園竹圍漁港、新竹漁港與苗栗外埔漁港近年潮位測站資料作統計，三處潮位站的最高高潮位分別為2.46公尺、2.88公尺及3.19公尺，平均潮位分別為0.06公尺、0.08公尺及0.22公尺，最低低潮位分別為-2.32公尺、-2.38公尺及-2.46公尺，平均潮差分別為2.51公尺、3.26公尺及3.32公尺。桃竹苗海岸潮汐統計資料詳表2-2。

表2-2、桃竹苗海岸潮汐統計表

潮位項目 \ 潮位站		桃園竹圍漁港 潮位高(公尺)	新竹漁港 潮位高(公尺)	苗栗外埔漁港 潮位高(公尺)
最高高潮位	HHWL	2.4630	2.8760	3.1890
大潮平均高潮位	HWOST	1.7622	2.2173	2.4597
平均高潮位	MHWL	1.3331	1.6635	1.9686
小潮平均高潮位	HWONT	0.6572	0.6057	1.1856
平均潮位	MWL	0.0585	0.0783	0.2167
小潮平均低潮位	LWONT	-0.3862	-0.6839	-0.3289
平均低潮位	MLWL	-1.1813	-1.5932	-1.1266
大潮平均低潮位	LWOST	-1.8360	-2.1418	-1.7051
最低低潮位	LLWL	-2.3160	-2.3760	-2.4580
平均潮差	MR	2.5144	3.2567	3.3161

資料來源:中央氣象局，95年1月~99年3月。

#### (二) 波浪

臺灣四面環海，冬季受東北季風影響，在臺灣西部及北部海域之冬季波向以北北東~北東向為主，波高約在 1.5 公尺~2.5 公尺、週期則介於 6~7 秒；夏季臺灣海峽沿岸受西南季風影響，夏季波向為西南西~西南向，波高約在 1.0 公尺內、週期 5~6 秒。50 年迴歸期之颱風波浪高達 5.65 公尺~9.1 公尺，其相對之週期為 9.67 秒~12.7 秒，影響最大之波向為北北東~北東方向。

為瞭解本區海岸冬、夏季季風期海面波浪大小，蒐集中油公司在新竹外海長康海域(CBK)有長期波浪與風速風向資料，整理其各月平均波



高及週期，如圖 2-3 所示。本區除 6、7、8 月為典型夏季季風外，其餘 10、11、12、1、2、3、4 月則為冬季季風期，依推算結果本區季風波浪在冬季以北向為主、波高約在 1.5~2.5 公尺、週期則介於 6~7 秒，夏季波浪則以西南西向為主、波高約為 1.0 公尺、週期 5~6 秒。而一般較適合海域水深測量之作業月份主要落在每年四月至八月之間，此即是本案執行海域水深測量之黃金時期，而本團隊亦把握此黃金時期於 8 月份前完成所有海域水深測量外業。

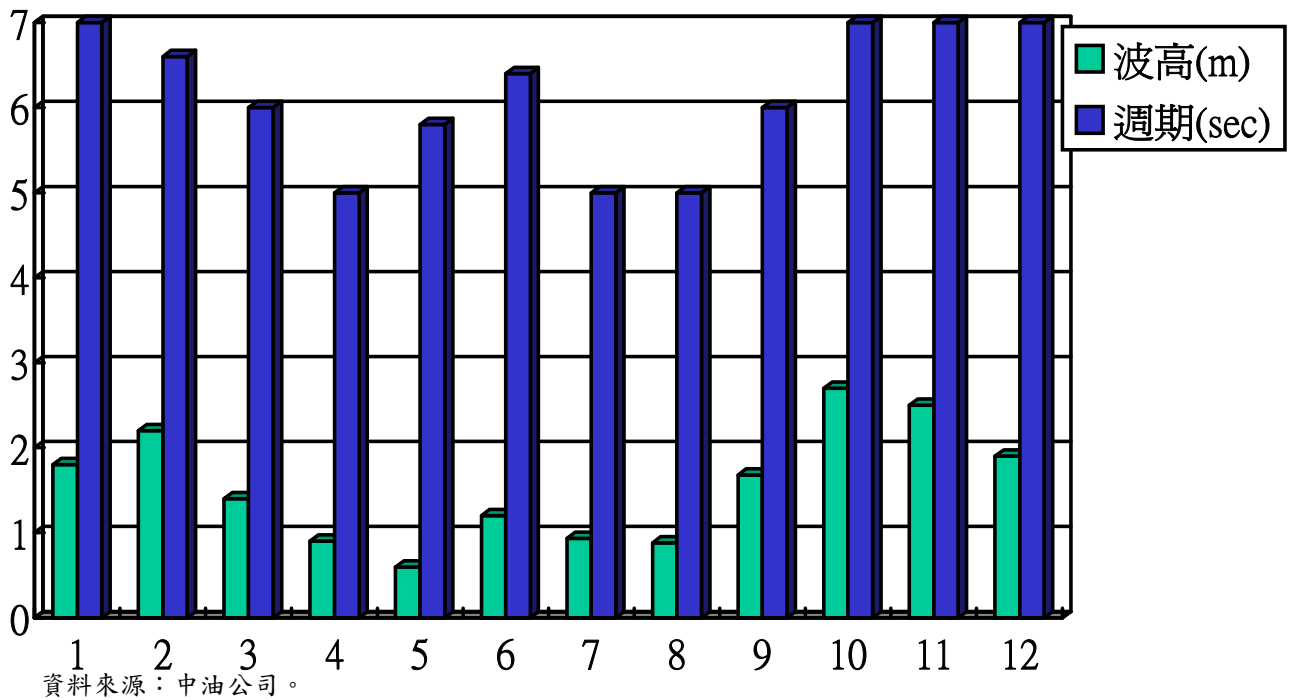


圖2-3、新竹海域國光平台波浪統計圖

### (三) 流況

桃竹苗海域流速大小約在每秒 30 公分~90 公分左右，最大流速約在每秒 136.5 公分~115.9 公分間，退潮時段流往北北東~北東方向為主，漲潮時段則以西南~南南西方向為主，主要流向約略平行海岸線。

## 四、相關資料清查

### (一) 海岸防護設施

海岸防護設施有保護岸線完整及堤後人民生命財產安全功能，桃竹苗地區海岸防護設施座落位置及相關資料統計如圖2-4及表2-3所示。



資料來源:經濟部水利署第二河川局，桃竹苗海岸基本資料監測調查計畫，民國99年7月。

圖2-4、桃竹苗海岸防護施設影像圖

表2-3、桃竹苗地區既有海岸防護設施一覽表

縣市別	海堤名稱	海堤長度 (公尺)	海堤高度 (公尺)	縣市別	海堤名稱	海堤長度 (公尺)	海堤高度 (公尺)
桃園縣	竹圍防潮堤	600	5.0	新竹市	港南海堤	950	6.2
桃園縣	沙崙海堤	500	5.0	新竹市	海埔地海堤	98	6.2
桃園縣	沙崙防潮堤	400	5.0	新竹市	楊寮海堤	1,031	5.7
桃園縣	新街溪出海口 海堤	2,026	5.0	新竹市	香山海堤	1,910	5.7
桃園縣	內海海堤	1,500	5.0	新竹市	鹽水港海堤	500	5.7
桃園縣	北港海堤	300	5.2	新竹市	南港海堤	1,760	5.7
桃園縣	觀音防潮堤	1,100	5.2	<b>新竹市海堤長度</b>		<b>6,249 公尺</b>	
桃園縣	樹林段海堤	500	5.2	苗栗縣	崎頂海岸 保護工	2,000	—
桃園縣	白玉海堤	1,399	5.2	苗栗縣	營盤海堤	1,330	6.2
桃園縣	觀音海堤	377	5.0	苗栗縣	竹南防潮堤	1,405	6.4
桃園縣	大潭一號海堤	338	5.0	苗栗縣	海寶防潮堤	1,790	5.7
桃園縣	大潭二號海堤	210	5.0	苗栗縣	外埔海堤	1,100	7.2
桃園縣	永安一號海堤	1,650	5.0	苗栗縣	後龍海堤	3,490	7.2
桃園縣	永安二號海堤	848	5.0	苗栗縣	灣瓦海岸 保護工	700	—
桃園縣	笨港海堤	2,324	5.0	苗栗縣	過港海堤	250	5.7
桃園縣	深圳海堤	700	5.0	苗栗縣	白沙屯海堤	1,800	6.2
桃園縣	蚵殼海堤	765	5.0	苗栗縣	新埔海堤	2,600	6.2
<b>桃園縣海堤長度</b>		<b>15,537 公尺</b>		苗栗縣	通霄灣海堤	1,700	6.2
新竹縣	新豐海堤	760	4.0	苗栗縣	通霄海岸 保護工	1,522	—
新竹縣	紅毛港海堤	1,800	5.2	苗栗縣	海尾海堤	628	5.7
新竹縣	鳳坑海堤	750	5.2	苗栗縣	五里牌海堤	350	5.7
新竹縣	崇義保護工	400	3.5	苗栗縣	苑裡海堤	1,770	6.2
新竹縣	尚義保護工	300	3.5	苗栗縣	房裡海堤	1,000	6.2
新竹縣	新港防潮堤	272	6.2	<b>苗栗縣海堤長度</b>		<b>19,213 公尺</b>	
<b>新竹縣海堤長度</b>		<b>3,582 公尺</b>		<b>桃竹苗海堤長度總計</b>		<b>44,581公尺</b>	

資料來源:經濟部水利署第二河川局, 桃竹苗海岸基本資料監測調查計畫, 民國99年7月。

## (二) 港區及助導航設施

在桃竹苗海岸中並無商港, 只有漁港及桃園觀塘工業港。依現行漁港法第四條規定, 我國漁港分為兩類, 其分類依漁業發展需要及使用目的指定之, 第一類漁港由中央主管機關管理, 第二類漁港由直轄市、縣(市)主管機關管理。

在桃竹苗沿海所有一、二類漁港共計有17處(統整如表2-4), 然在測區內的漁港僅有6處, 而港區及航道是海域水深測量的重點施測區, 需採多音束水深測量方式施測, 然測區中只有新竹漁港為第一類漁港, 港



區範圍較大、航道碼頭設計水深較深，其它漁港情況則反之，不利多音束水深測量作業，且因潮汐漲落及泥沙淤積影響，進出港區需選擇漲潮時段，尤以愈往南之漁港此情形更為嚴重，如本次範圍內之海山漁港與龍鳳漁港(青草漁港只有防波堤及曳船道設施，無實際港區碼頭，本區域內最新版海圖亦無此港)。

在本次作業中，新竹漁港將會是一個重要據點，除因其為第一類漁港利於測量船隻出入停泊外，又地處本案測區居中位置，海、陸交通方便，亦為新竹地區重要觀光景點，且設有中央氣象局的潮位觀測站，將是本案欲引用的潮位站之一，另其累積了長期的潮位觀測資料，有足夠的代表性可作為製作電子航行圖前置資料時，所需的當地最低低潮面基準的引用依據，而港區航道出口海域具有明顯的陡坡地形，亦是本案水深儀器檢核之作業區。相關漁港航拍影像及現況照片如圖2-5。

表2-4、桃竹苗地區漁港一覽表

縣市別	漁港名稱	類別	主管機關	是否位於本案範圍
桃園縣	竹圍漁港	第二類	縣市管	範圍外
	永安漁港	第二類	縣市管	範圍內
新竹縣	坡頭漁港	第二類	縣市管	範圍內
新竹市	新竹漁港	第一類	中央管	範圍內
	海山漁港	第二類	縣市管	範圍內
苗栗縣	青草漁港	第二類	縣市管	範圍內
	龍鳳漁港	第二類	縣市管	範圍內
	塹仔頭漁港	第二類	縣市管	範圍外
	外埔漁港	第二類	縣市管	範圍外
	公司寮漁港	第二類	縣市管	範圍外
	福寧漁港	第二類	縣市管	範圍外
	南港漁港	第二類	縣市管	範圍外
	白沙屯漁港	第二類	縣市管	範圍外
	新埔漁港	第二類	縣市管	範圍外
	通霄漁港	第二類	縣市管	範圍外
	苑港漁港	第二類	縣市管	範圍外
苑裡漁港	第二類	縣市管	範圍外	



圖2-5、桃竹苗海岸漁港航拍影像及現況照片



本案測區沿岸之助導航設施，以最新版海軍大氣海洋局所出版的海軍水道圖及最新版水道燈表為依據，清查結果如表2-5，並將派員實地調查、紀錄、拍照並核對相關資料，匯整於其它敘述性資料中。

表2-5、桃竹苗海岸助導航設施一覽表

縣市別	港區名稱	助導航設施數目
桃園縣	塘尾施工區	2
	觀塘港	2
	永安漁港	2
新竹縣	坡頭漁港	3
新竹市	新竹漁港	13
	海山漁港	1
苗栗縣	龍鳳漁港	2

### (三) 海岸保護區

根據內政部營建署之海岸地區調查規劃，目前所訂定出之海岸保護區如圖2-6及表2-6所示，共計有12處海岸保護區，唯本案作業範圍內並未有海岸保護區存在，可排除於重點作業區之中。

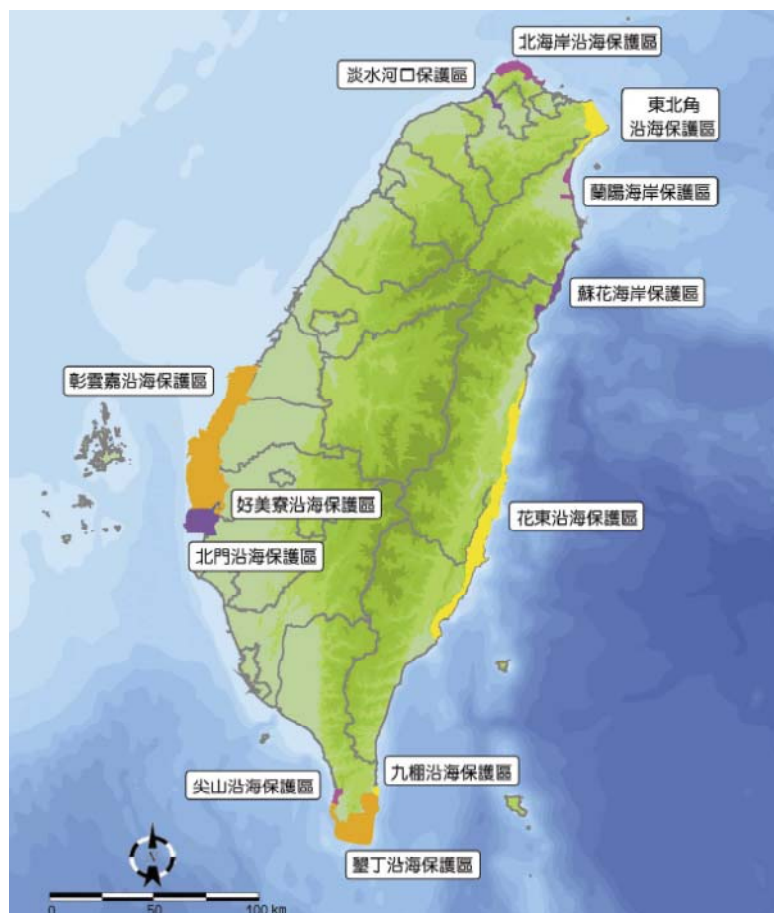


圖2-6、臺灣海岸保護區位置圖

表2-6、臺灣海岸保護區統計表

海岸地區	自然保護區	備註
淡水河口保護區	竹圍紅樹林	後依文資法劃為自然保留區
	挖子尾紅樹林	
	關渡草澤	
蘭陽海岸保護區	蘭陽溪口	
蘇花海岸保護區	烏石鼻海岸	後依文資法劃為自然保留區
	觀音海岸	亦為國有林自然保護區
	清水斷崖	
花東沿海保護區	花蓮溪口附近	
	水璉、磯崎間海岸	
	石門、靜埔間海岸及石梯坪附近海域	
	石雨傘海岸	
	三仙台海岸及其附近海域	
彰雲嘉沿海保護區	六腳大排以南，朴子溪口以北之紅樹林	
東北角沿海保護區		納入東北角海岸風景特定區計畫
墾丁沿海保護區		納入墾丁國家公園計畫
北海岸沿海保護區	富貴角與麟山鼻之沙丘與風稜石分佈地區	
	野柳岬之東西兩岬間	
北門沿海保護區	急水溪口以南之王爺港沙洲，現有海茄冬及紅樹林生育地	
尖山沿海保護區	海口附近沙丘分佈地區與珊瑚礁岩帶	
	尖山至海口附近海域。	
九棚沿海保護區	港仔與九棚間沙丘地。	
	九棚與南仁鼻間珊瑚礁岩帶	
好美寮沿海保護區	好美寮	原為一般保護區，76年公告為自然保護區

## 參、工作項目與執行方法

### 一、控制測量

#### (一) 控制系統

本案海域水深測量作業所用之平面及高程坐標系統，原則上採用內政部所頒定之坐標系統，平面坐標及高程數值以公尺為單位，計算至公厘止。

1. 平面基準：採用內政部公告之TWD97二度分帶坐標系統。
2. 高程基準：採用內政部TWVD2001一等水準系統為高程基準。
3. 投影坐標系統：採用經差2度分帶之橫麥卡托坐標系統(TM2)，中央子午線尺度比為0.9999，中央子午線與赤道之交點為坐標原點，橫坐標西移250,000公尺。臺灣、琉球嶼、綠島、蘭嶼及龜山島等地區之中央子午線為東經121度，澎湖、金門及馬祖等地區之中央子午線為東經119度。

#### (二) 平面及高程控制點位選取

為配合海域水深測量作業，需在測區沿岸布設平面及高程控制點，其中平面控制點設置目的是作為水深測量定位之用，當進行多音束水深測量時，採用RTK即時動態衛星定位方式，需於陸上平面控制點設置GPS固定基站。依水深測量作業範圍規劃，以控制點與水深測線之距離約10公里為原則來布設，經上述條件規劃預設6處地點布設平面控制點(點位編號GPS01~GPS06)，各點位間距約在8~14公里間，各點間其半徑約10公里左右的涵蓋範圍可滿足本案水深測量之平面控制需求。在水深測量作業準備之前，已於現地現勘並選取此6處GPS岸上固定基站控制點，點位分布位置及其涵蓋範圍如圖3-1所示。

在高程控制點設置上，主要用途為臨時驗潮站設立所需，將已知高程引測至驗潮站設置的高程控制點上，依此量測之潮位高程才會與陸上高程系統一致，歸算後的海域地形成果才得以在同一高程基準下與陸域圖資作整合。考量本案測區岸線長達57公里，而測區附近已有中央氣象局所設置的竹圍、新竹及外埔3處潮位站，但因竹圍與新竹潮位站兩點相距約48公里(岸線距離)稍嫌過遠，為求得更佳的水深測量成果，潮位



修正需獲得良好的控制，故在竹圍與新竹二潮位站間選擇永安漁港再自行設置一臨時驗潮站。因此，本案所用之各潮位站名稱及高程控制點編號分別命為竹圍漁港TD01、永安漁港TD02、新竹漁港TD03(BM2)及外埔漁港TD04(BM3)，如此配置使得各潮位站能均勻分布且點位間距控制在30公里內，透過雙潮位同時觀測修正才能更符合實際情況，且在測區外緣南北二側各有一潮位站作控制，亦能避免潮位外插問題產生。以上所述4處潮位站高程控制點分布位置如圖3-1。

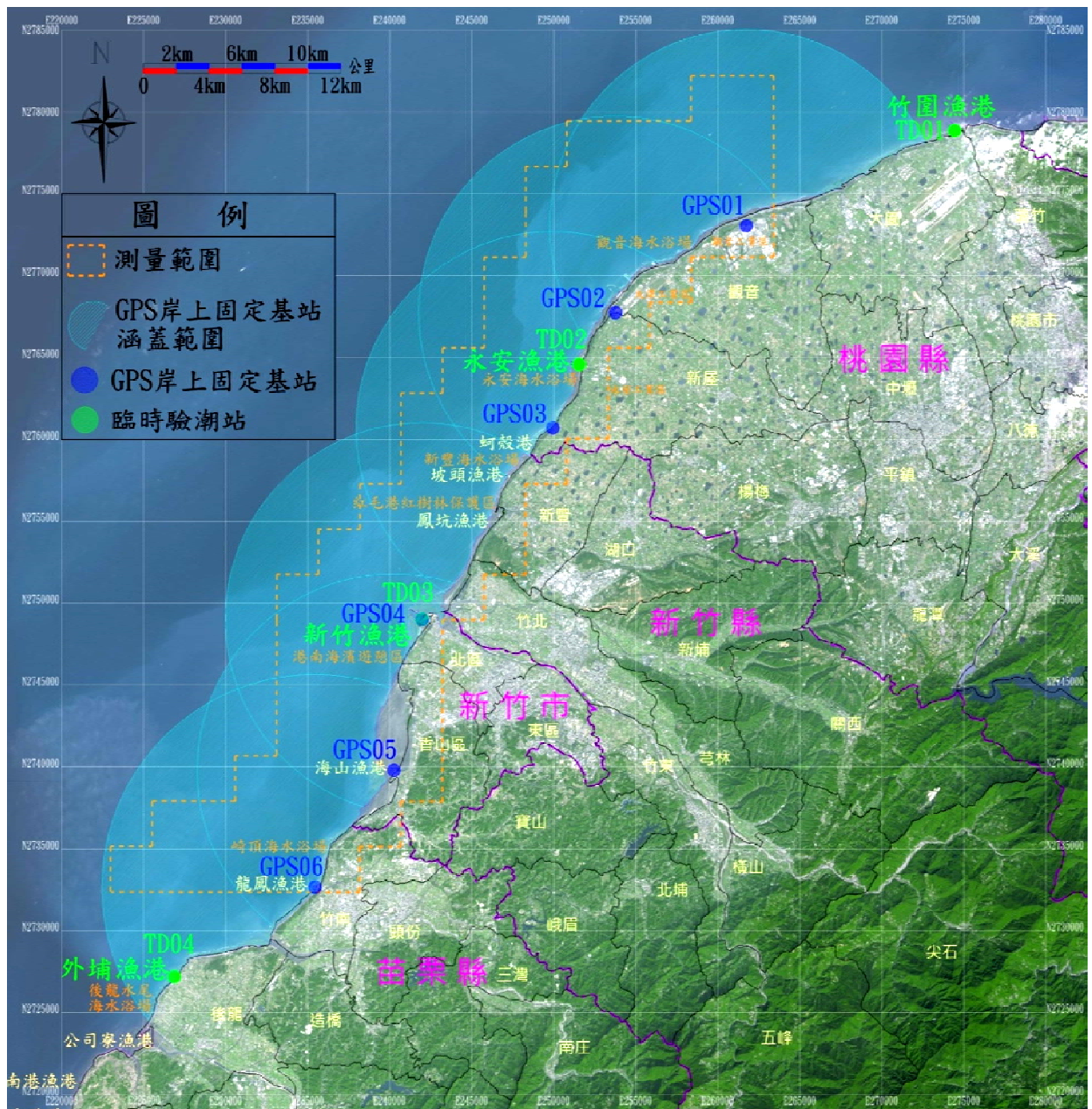


圖3-1、GPS陸上固定站及臨時驗潮站位置圖

經展繪桃竹苗海岸附近之內政部一、二等衛星控制點、內政部國土測繪中心三等衛星控制點與TWVD2001一等水準點，點位分布情形如圖3-2。為求完善控制新設平面及高程控制點成果，在已知平面及高程控制點各選取8點，並經檢測無誤後作為本案之已知平面或高程控制依據。經至現地清查選擇堪用且分布合宜之已知控制點位，在已知平面控制點上選取「H034、H072、H153、S010、S045、S162、1052、1055」等8點，在已知高程控制點上選取「D014、D027、D028、D037、D038、D050、D051、X017」等8點，已知控制點坐標成果詳表3-1及“附件2.控制點坐標成果表”所列，並製作已知及新設控制點樁位指示圖供後續引用(詳附件3.已知控制點樁位指示圖及附件4.新設控制點樁位指示圖)。

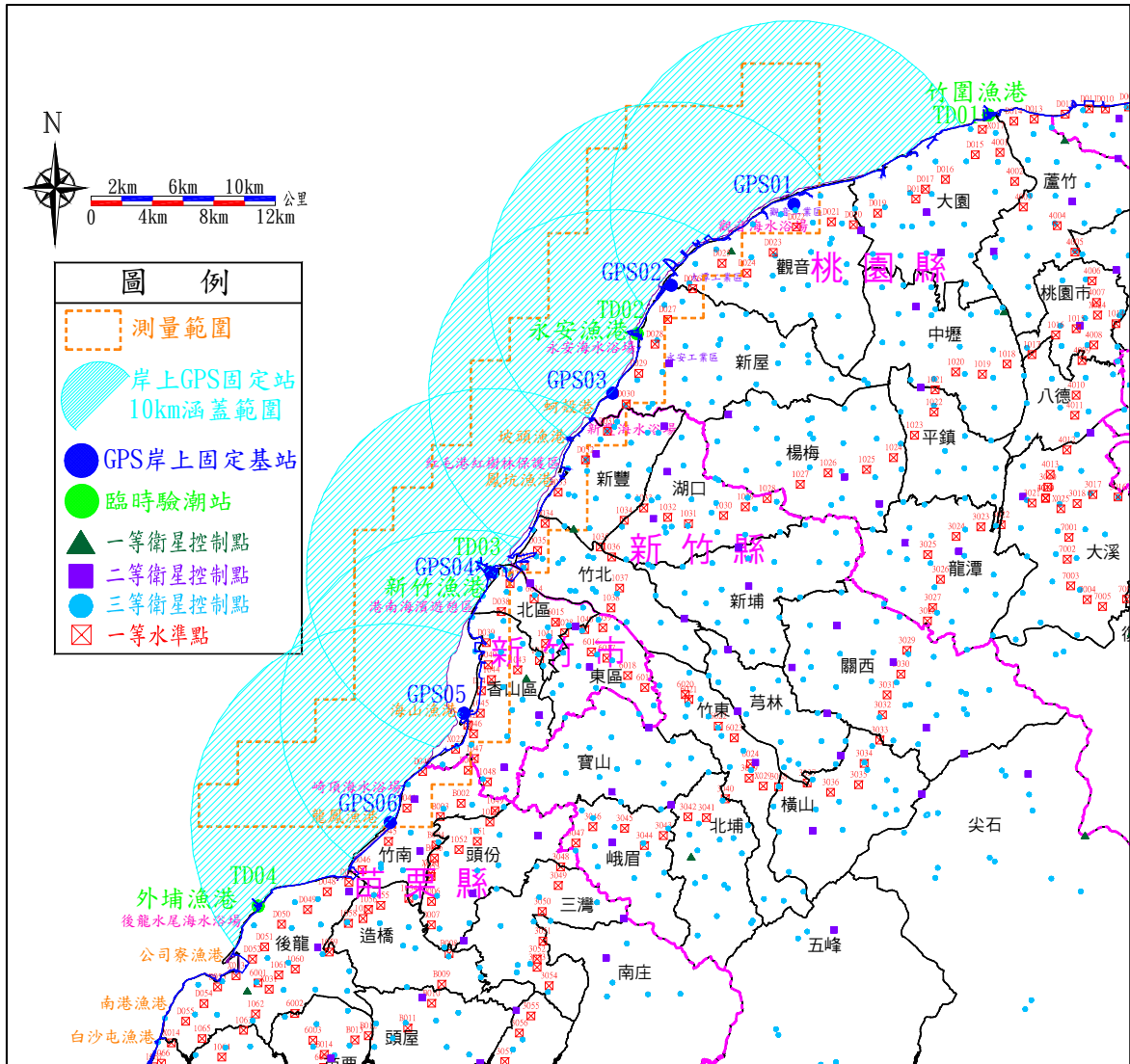


圖3-2、內政部控制點分布圖



表3-1、已知控制點坐標成果表

單位:m

序號	點號	TWD97 坐標系統		TWVD2001 一等水準高程系統	控制點類別	控制點等級
		縱坐標(N)	橫坐標(E)			
1	1052	2730881.731	239934.147	---	已知平面控制點	一等水準點
2	1055	2727246.187	234840.668	---	已知平面控制點	一等水準點
3	H034	2771779.327	270755.548	---	已知平面控制點	三等衛星控制點
4	H072	2767899.021	265140.666	---	已知平面控制點	三等衛星控制點
5	H153	2760106.118	256421.684	---	已知平面控制點	三等衛星控制點
6	S010	2755684.516	252328.533	---	已知平面控制點	三等衛星控制點
7	S045	2749858.996	246694.466	---	已知平面控制點	三等衛星控制點
8	S162	2737801.818	244092.163	---	已知平面控制點	三等衛星控制點
9	D014	2778450.266	276090.568	10.499	已知高程控制點	一等水準點
10	D027	2765498.865	253535.059	14.953	已知高程控制點	一等水準點
11	D028	2763896.364	252701.572	10.604	已知高程控制點	一等水準點
12	D037	2748248.863	243269.603	4.574	已知高程控制點	一等水準點
13	D038	2746421.904	242690.559	3.861	已知高程控制點	一等水準點
14	D050	2726012.612	228379.360	10.635	已知高程控制點	一等水準點
15	D051	2724535.049	227281.976	5.658	已知高程控制點	一等水準點
16	X017	2777915.305	274037.487	5.270	已知高程控制點	一等水準點

### (三) 平面控制測量

對於已知平面控制點檢測或新設平面控制點連測所進行之平面控制測量，採用GPS衛星定位測量方式執行，並符合內政部「基本測量實施規則」辦理，相關作業敘述如下：

1. 本案選擇已知平面控制點為「H034、H072、H153、S010、S045、S162、1052、1055」等8點，新設平面控制點(GPS岸上固定站)為「GPS01~GPS06」等6點，於100/04/20及100/04/27二日進行GPS衛星定位靜態測量工作。

2. 採用LEICA SYSTEM300型與500型大地測量雙頻衛星接收儀進行觀測，觀測基線長標準誤差小於 $5\text{mm}+1\text{ppm}$ 。
3. 同一時段所有接收儀連續且同頻觀測時間大於60(含)分鐘，若訊號中斷300秒以上則視為另一時段。在100/04/20當天使用14台GPS衛星定位儀採一個觀測時段聯測，然於資料下載時發現GPS05點位資料損毀，故又於100/04/27使用4台GPS衛星定位儀GPS05點位及聯測「S162、GPS04、GPS06」等3個控制點。
4. 觀測取樣間隔不大於15(含)秒，點位精度因子(PDOP)值不大於10，點位遮蔽角以小於15度為原則，當遮蔽角大於15度時應將可清除之遮蔽物清除後再進行觀測。
5. 施行GPS衛星定位測量時，同時填寫觀測記錄表，記錄施測點名、點號、量測之天線高、儀器接收之起迄時間、衛星訊號接收狀況、點位透空情況及點位周遭環境(是否有廣播電臺、雷達站、微波站、高壓電塔等)。
6. 新設控制點與已知控制點連成網系，同一網系內相鄰距離最短點位間，除具備基線觀測量，網系亦有多餘觀測。先以最小約制(自由網)平差計算及進行觀測量偵錯、改正或剔除錯誤後，再進行強制附合至已知控制點平差。
7. 資料計算與分析:
  - (1) 剔除之基線數目佔獨立基線數比例不大於40%，否則重新施測。
  - (2) X、Y、Z各坐標分量閉合差不大於10公分，各坐標分量之閉合差對閉合圈總長之比不大於10ppm，且全系各坐標分量之平均閉合差對閉合圈總長之比數不大於5ppm。
  - (3) 在最小約制平差成果中，點位精度之誤差橢圓其長軸半徑最大不超過3公分，點位精度之高程方向標準誤差在95%信心區間內不超過7公分，最大不超過10公分。
  - (4) 已知平面控制點檢測結果，經原坐標反算角度、距離與自由網平差計算結果比較，其角度較差值需小於20秒、距離較差(經傾斜、化歸至平均海水面及尺度比改正後)需小於二萬分之一才可視為

合格。檢測結果如表3-2所列，選用的8個已知控制點皆符合規範要求，可作為本案之已知平面控制基準。

(5) 新設控制點平差結果，相鄰點位間之相對誤差水平距離較差需在於 $30\text{mm}+6\text{ppm}\cdot L$ (含)以內(L為基線長)，若基線長度在1公里以內者，其較差需在20mm(含)以內。本案選用的6個新設平面控制點測算結果皆符合上述規格要求，測算結果詳附件5.GPS衛星定位測量計算報表。新設平面控制點坐標成果詳表3-3及附件4所列。

8. GPS衛星定位測量網形如圖3-3，GPS衛星定位測量作業情形如圖3-4。

表3-2、已知平面控制點檢測成果表

點 點 點	名 名 名	反算水平角 。 [1] ”	反算距離 [2] (M)	檢測水平角 。 [3] ”	檢測距離 [4] (M)	水平角 較差 ( ” )	距離較 差 (mm)	精 度	檢 測 結 果
S162 1052 S045		348-36-27	8073.2088 20145.4336	348-36-27	8073.2001 20145.3772	0	-9 -56	1/ 897023 1/ 359740	合格 合格 合格
1052 1055 S162		346-45-03	6257.8517 14036.0787	346-45-03	6257.8718 14036.0918	0	20 13	1/ 312893 1/ 1079698	合格 合格 合格
H072 H034 H153		355-29-19	6825.2235 18485.7636	355-29-20	6825.2458 18485.7878	1	22 24	1/ 310237 1/ 770240	合格 合格 合格
H153 H072 S010		358-09-28	11694.0149 17701.5507	358-09-28	11694.0149 17701.5696	0	0 19	1/99999999 1/ 931661	合格 合格 合格
S010 H153 S162		346-08-32	6025.3173 25485.2679	346-08-33	6025.3395 25485.3068	1	22 39	1/ 273878 1/ 653468	合格 合格 合格
S045 S010 H034		184-49-19	8104.2826 24466.2589	184-49-21	8104.3176 24466.2994	2	35 41	1/ 231551 1/ 596738	合格 合格 合格
S162 S045 H153		211-19-47	12334.8093 14128.7746	211-19-45	12334.7561 14128.8318	-2	-53 57	1/ 232732 1/ 247873	合格 合格 合格
S010 S162 H072		10-14-14	19688.2877 36727.1174	10-14-14	19688.2950 36727.1470	0	7 30	1/ 2812613 1/ 1224237	合格 合格 合格

註：1. 檢測距離為自由網坐標反算值，已投影改正。

2. 檢測規範精度：角度較差須小於 20 秒，距離較差精度比值須小於 1/20000。

3. 水平角較差=[3]-[1]；距離較差=( [4]-[2] ) * 1000；精度= | [4]-[2] | / [2]。

已 知 原 坐 標			自 由 網 坐 標		
1052	, 239934.1470,	2730881.7310	1052	, 239934.1470,	2730881.7310
1055	, 234840.6680,	2727246.1870	1055	, 234840.6525,	2727246.1740
H034	, 270755.5480,	2771779.3270	H034	, 270755.6274,	2771779.3193
H072	, 265140.6660,	2767899.0210	H072	, 265140.7219,	2767899.0080
H153	, 256421.6840,	2760106.1180	H153	, 256421.7120,	2760106.1359
S010	, 252328.5330,	2755684.5160	S010	, 252328.5685,	2755684.4968
S045	, 246694.4660,	2749858.9960	S045	, 246694.5092,	2749858.9206
S162	, 244092.1630,	2737801.8180	S162	, 244092.1663,	2737801.8058

已知平面控制點共檢測 8 點，檢測成果表如上表，皆符合規範要求。



表3-3、新設平面控制點坐標成果表

單位:m

序號	點號	TWD97 坐標系統		TWVD2001 一等水準高程系統	控制點類別	控制點等級
		縱坐標(N)	橫坐標(E)			
1	GPS01	2773030.674	261755.029	---	新設平面控制點	GPS 岸上固定站
2	GPS02	2767731.567	253771.067	---	新設平面控制點	GPS 岸上固定站
3	GPS03	2760691.098	249945.800	---	新設平面控制點	GPS 岸上固定站
4	GPS04	2749009.510	241977.350	---	新設平面控制點	GPS 岸上固定站
5	GPS05	2739794.148	240265.783	---	新設平面控制點	GPS 岸上固定站
6	GPS06	2732660.504	235452.114	---	新設平面控制點	GPS 岸上固定站

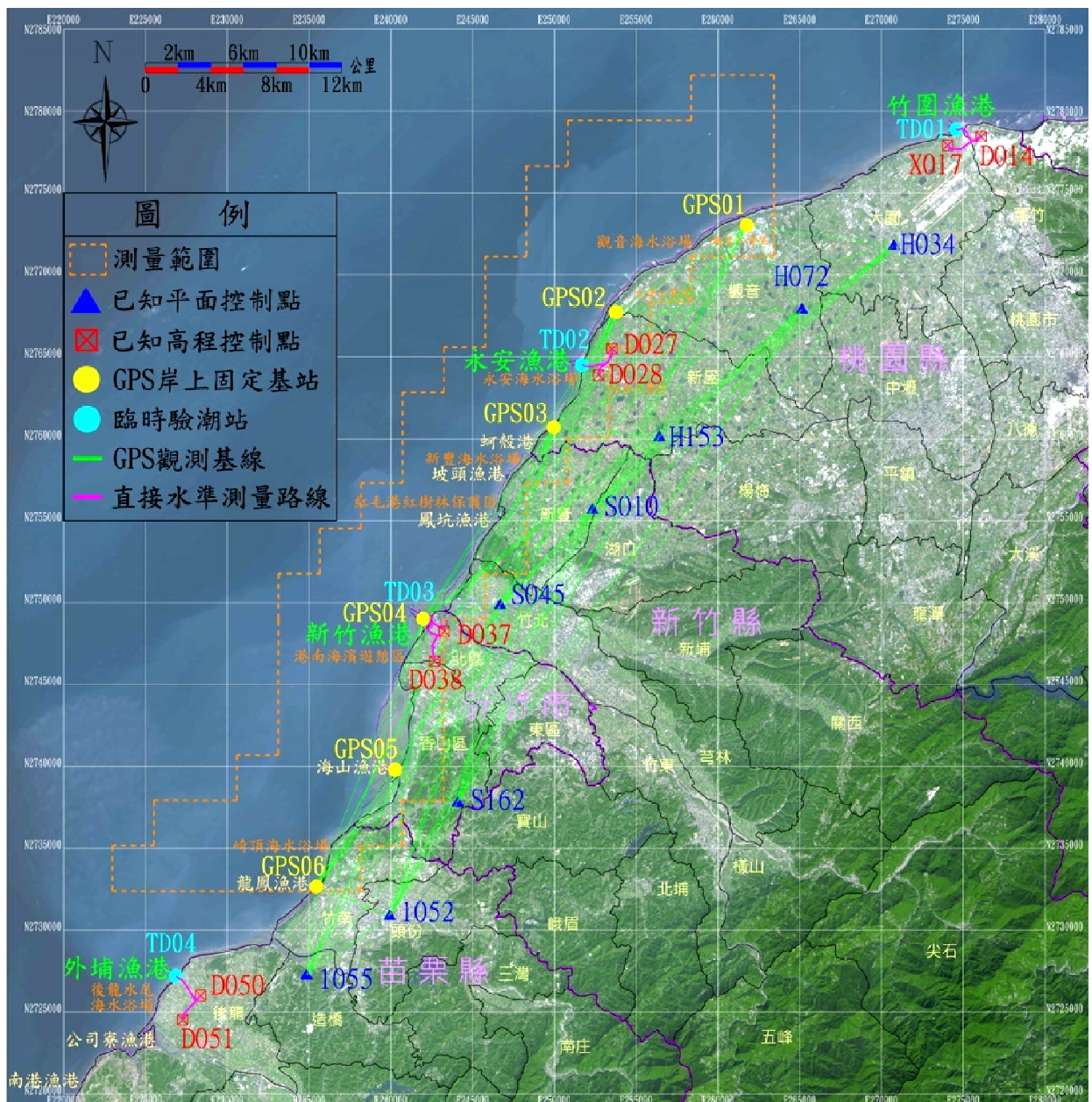


圖3-3、GPS衛星定位及水準測量網形圖

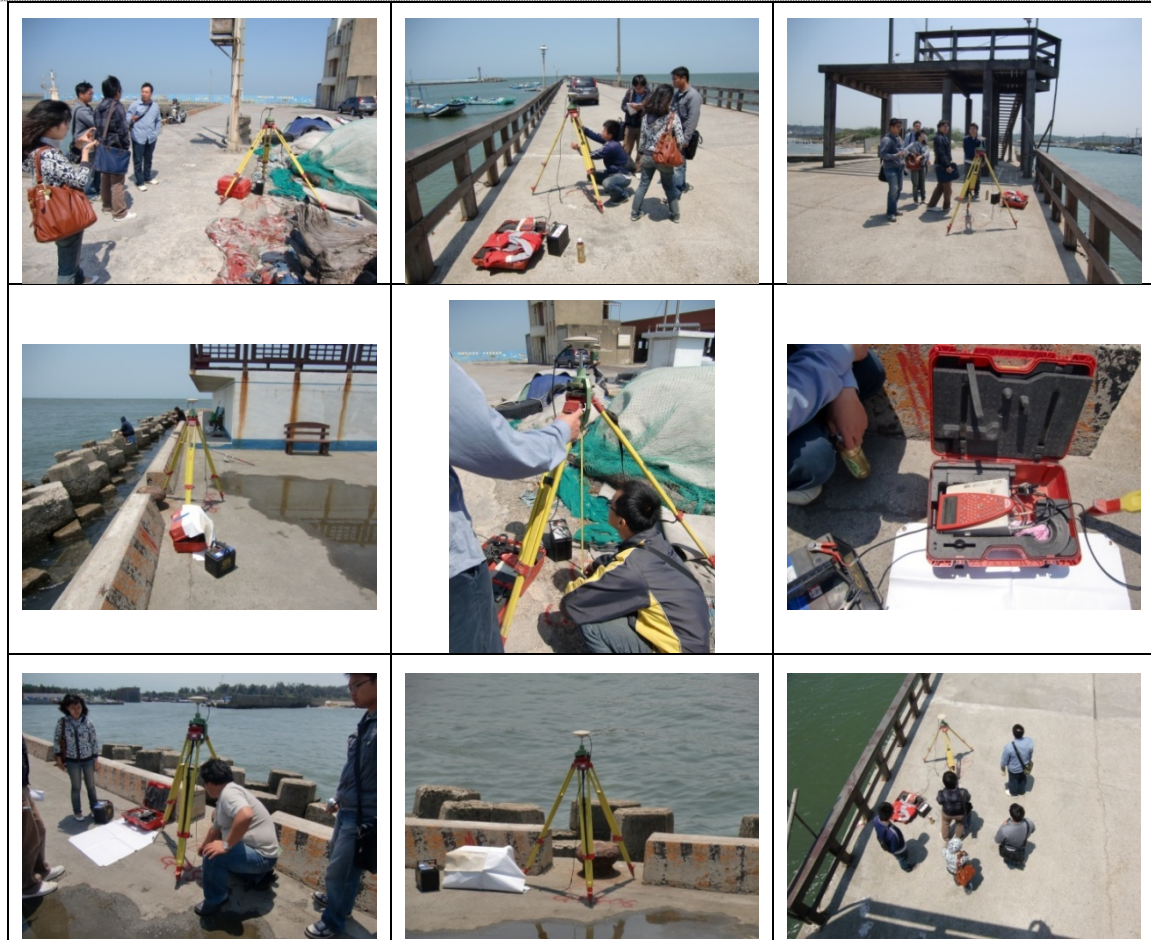


圖3-4、GPS衛星定位測量作業情形

(四) 高程控制測量

1. 本案選擇已知高程控制點為「D014、D027、D028、D037、D038、D050、D051、X017」等8點，新設高程控制點(臨時驗潮站)為「TD01~TD04」等4點，分別於100/3/30、3/31、4/20及4/22等4日完成4個測段直接水準測量工作。各測段所對應之已知控制點、新設控制點及觀測日期如表3-4所列，臨時潮位站設置位詳圖3-5所示。

表3-4、潮位站高程控制點連測規劃表

漁港名稱	臨時潮位站高程控制點點號	連測之一等水準點	觀測日期
竹圍漁港	TD01	D014、X017	100/03/30
永安漁港	TD02	D027、D028	100/03/31
新竹漁港	TD03(BM2)	D037、D038	100/04/20
外埔漁港	TD04(BM3)	D050、D051	100/04/22










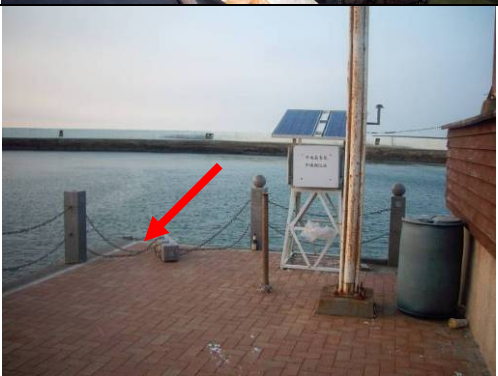
潮位站	點位略圖	現況照片
竹圍漁港 TD01		
永安漁港 TD02		
新竹漁港 TD03 (BM2)		
外埔漁港 TD04 (BM3)		

圖3-5、臨時驗潮站設置位置圖

2. 直接水準測量儀器採用LEICA DNA03一等精密自動電子水準儀搭配條碼尺自動記錄，儀器最小讀數在0.1mm(含)以下，每公里往返觀測標準誤差為±1mm。
3. 以直接水準測量往返觀測方式，各潮位站新設之高程控制點由鄰近之一等水準點點對經檢測合格後連測其高程值，選用之一等水準點點號如表10所列，已知水準點採用內政部於98年3月最新公告之TWVD2001一等水準點高程成果。
4. 已知高程控制點檢測：採用直接水準測量檢測相鄰兩已知高程控制點，每測段往返閉合差不大於±12mm√K（K為測段距離，以公里計），檢測高程差與原高程差比較差值，不大於±18mm√K（K為水準路線長，以公里計）。檢測結果詳表3-5，8個已知高程控制點皆符合上述規範要求，可作為本案之已知高程控制基準。
5. 新設高程控制測量：以直接水準測量往返觀測由已知高程控制點連測至新設高程控制點。每測段往返閉合差不得大於±12mm√K，以此求得新設高程控制點之高程值。新設高程控制點成果詳表3-6及附件2所列。
6. 直接水準測量計算及觀測記錄請詳附件6-1.直接水準計算表及附件6-2.直接水準觀測記錄表，直接水準測量網形如圖3-3，直接水準測量作業情形如圖3-6。

表3-5、已知高程控制點檢測成果表

容許較差為 12mm√K

起點		終點		資料高差	觀測高差	較差	測線距離	容許較差	檢測結果
點號	高程值(M)	點號	高程值(M)	(M)	(M)	(mm)	(KM)	(mm)	
D028	10.6044	D027	14.9534	4.3490	4.3424	-6.6	2.089	17.3	合格
X017	5.2701	D014	10.4989	5.2288	5.2273	-1.5	2.451	18.8	合格
D037	4.5743	D038	3.8610	-0.7133	-0.7238	-10.5	6.492	30.6	合格
D050	10.6349	D051	5.6577	-4.9772	-4.9742	3.0	5.774	28.8	合格



表3-6、新設高程控制點坐標成果表

單位:m

序號	點號	TWD97 坐標系統 (近似坐標僅供參考)		TWVD2001 一 等水準高程系統	控制點類別	控制點等級
		縱坐標(N)	橫坐標(E)			
1	TD01	2778851	274447	2.285	新設高程控制點	竹圍漁港 臨時驗潮站
2	TD02	2764570	251547	3.005	新設高程控制點	永安漁港 臨時驗潮站
3	TD03(BM2)	2749018	241979	3.381	新設高程控制點	新竹漁港 臨時驗潮站
4	TD04(BM3)	2727194	226856	3.446	新設高程控制點	苗栗外埔 漁港臨時驗潮站

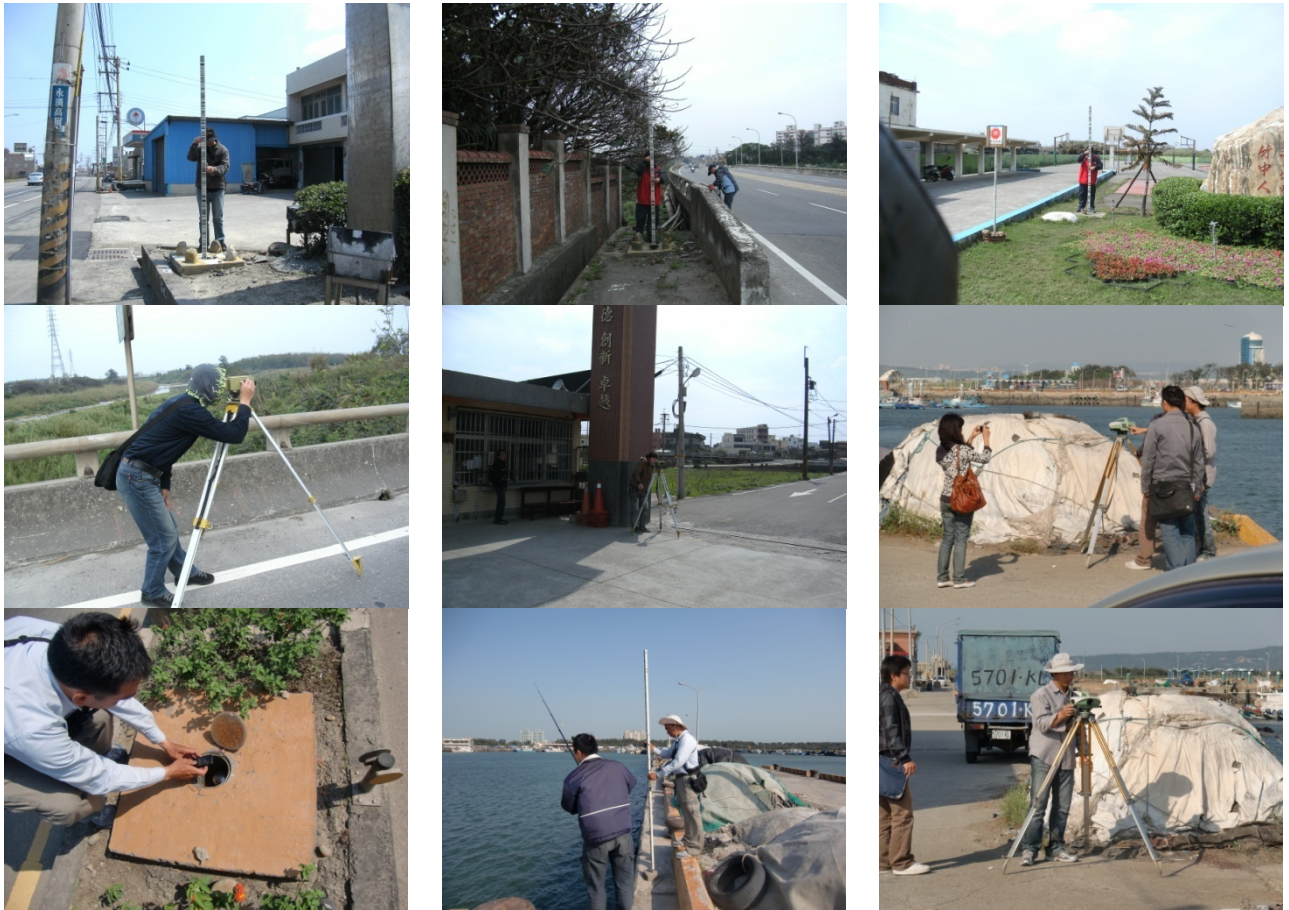



圖3-6、直接水準測量作業情形

本次所使用的控制測量儀器設備規格如表3-7所列，包含各類儀器名稱、數量、規格說明及照片等。

表3-7、控制測量儀器設備一覽表

儀器名稱	數量	規格說明	照片
瑞士 Leica GPS 衛星定位儀 SYSTEM 300	4 台	基線測量精度 5mm+1ppm	
瑞士 Leica GPS 衛星定位儀 SYSTEM 500	10 台	靜態基線測量精度:3mm+0.5ppm 快速靜態測量精度: 5mm+0.5ppm RTK 定位精度:公分級、更新速率:5Hz	
瑞士 Leica DNA03 一等精密自動水準儀 附條碼尺	2 台	直讀至小數點後第 5 位， 符合一、二等水準測量精度規範 每公里往返觀測標準中誤差: 搭配鋼鋼尺:0.3mm，搭配條碼 尺:1.0mm 視距量測誤差:1cm/20m(500ppm) 直讀至小數點後第 5 位，自動紀錄	



## 二、水深測量儀器標準檢核作業(SOP)

### (一) SOP 作業位置

本案因測區範圍廣大且履約時程有限，因此本團隊分別使用2套多音束測深系統與3套單音束測深系統，以期於有限時間內完成所有工作。因使用多套不同之測深系統為求各套系統間之儀器精度符合本案之規範，且確保各儀器間無系統性之誤差，因此於測區內選擇一處約1平方公里區域作為檢核作業區，本案所選定區域位於新竹漁港外海約1公里處(圖3-7)，本區水深約30公尺~40公尺深，坡度約為1/125，此處位於同潮區，且為本案中較具斜坡地形之區域。

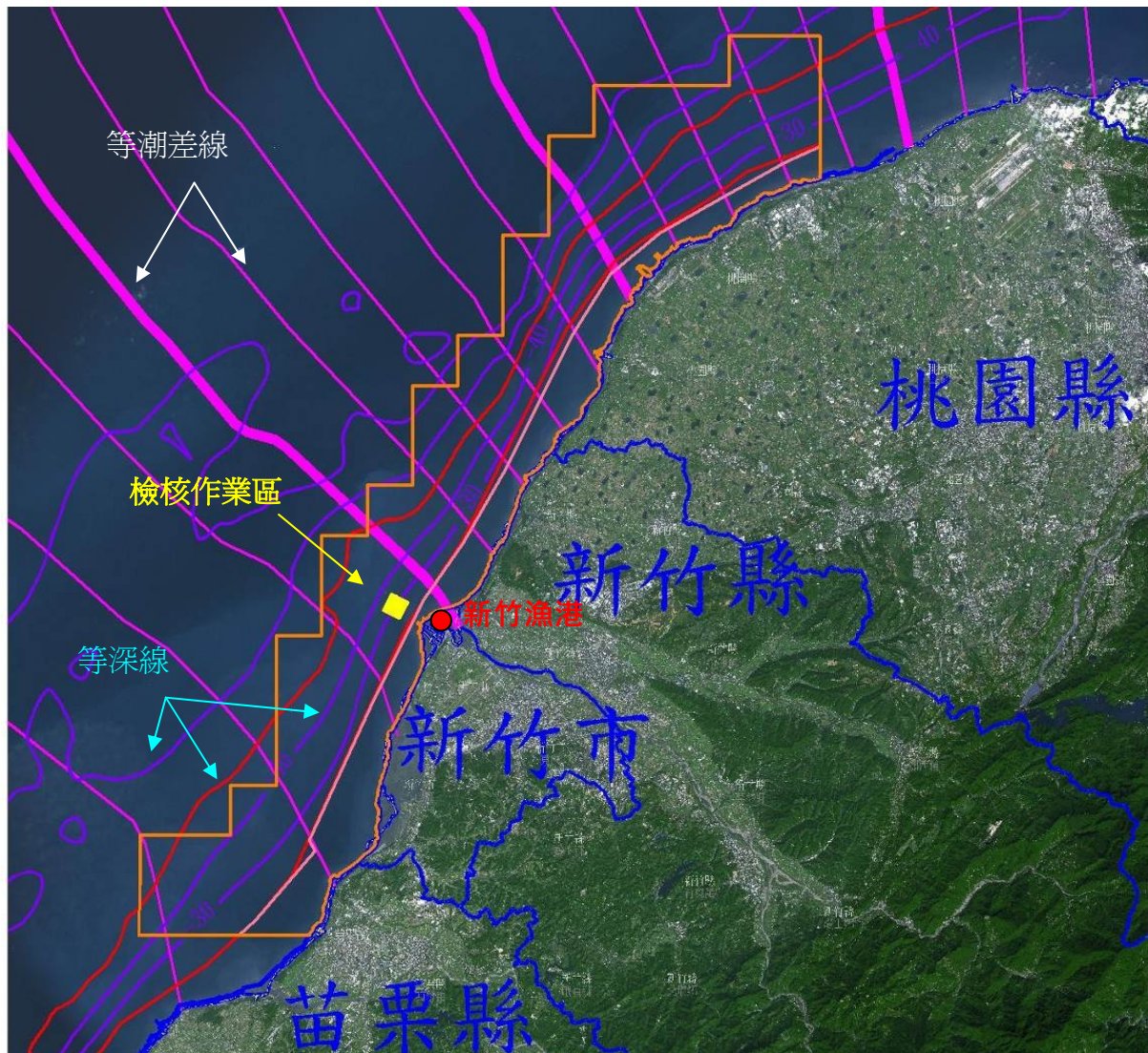


圖3-7、水深測量儀器標準檢核作業區位置圖



## (二) SOP 作業船舶及儀器設備

本案SOP水深測量預計使用詮華一號、春富順、領航者等三艘船隻進行水深測量作業，船隻與使用設備照片如圖3-8所示，各船隻之船籍資料、儀器裝載資訊、作業人員名單及進出港證明等請參閱“附錄一、100年度海域基本圖測繪工作-水深測量儀器標準檢核作業成果報告書”。

船舶名稱	測深儀器
 詮華一號	 Reson SeaBat8124
 領航者	 Kongsberg EM2000
 詮華一號	 Reson NaviSound 210、215
 春富順	 Hydrotrac ODOM

圖3-8、SOP使用船隻及儀器照片

### (三) SOP 作業說明

由於本次SOP作業使用儀器眾多，為求各儀器間精度能符合規範要求故而進行本次檢核作業。

#### 1. 作業日期:

##### (1) 詮華一號:

- 100/05/03 進行 Reson SeaBat8124 多音束測深系統檢核作業，與局部 Reson NaviSound 210 單音束測深系統檢核作業。
- 100/05/04 進行剩餘之 Reson NaviSound 210 單音束測深系統檢核作業與 Reson NaviSound 215 單音束測深系統檢核作業。

##### (2) 領航者號:

- 100/05/03 進行 Kongsberg EM2000 多音束測深系統檢核作業。

##### (3) 春富順號:

- 100/05/03 進行 Hydrotrac ODOM 單音束測深系統檢核作業。

#### 2. 各項修正參數

(1) 儀器架設偏移修正:以船隻重心為相對坐標之中心，船隻重心至船首方向為基準方向，在安置測深系統的各项裝置時記錄並繪製各裝置的相對位置以茲修正計算。

##### (2) 率定測試:

- A. 單音束水深測量以水深校正板檢校 (bar check)，先以聲速儀量測聲速並修正之，分別量測檢校板深度與測深儀讀數並記錄製作檢校表，檢視測深差異量是否在測深精度要求的合理範圍內。本次SOP Bar Check檢校情形如圖3-9所示，單音束測深儀檢校表如表3-8~表3-10所示。
- B. 多音束水深測量:在所有儀器安置完成後，實地至測區尋找適當地點作系統的疊合測試(patch test)，分別求取音鼓安置的前後傾斜(pitch)、左右傾斜(roll)、船向偏差(yaw)之角度及GPS的時間延遲量(GPS Latency)，經由多次的反覆測試與計算求取出最佳的率定值，以修正音鼓安置角度的偏差及GPS時間延遲的影響。相關紀錄詳見附件7.儀器裝載資訊與各項工作紀錄表。

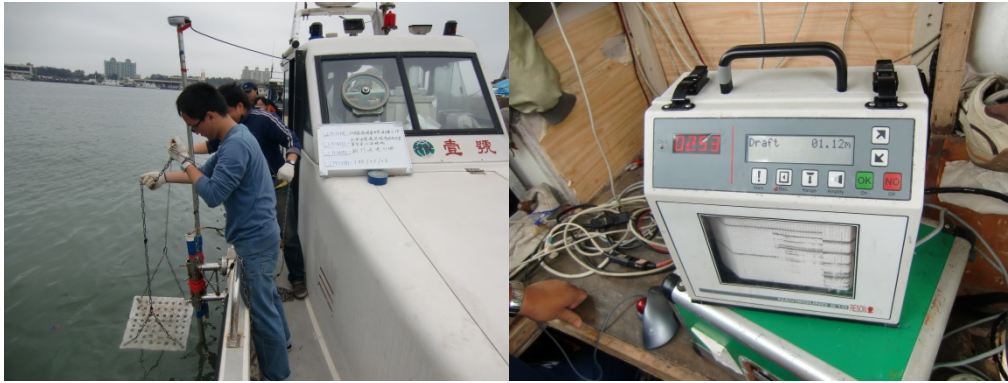


圖3-9、Bar Check檢校情形

表3-8、詮華一號-RESON NaviSound 210 Bar Check檢測表

檢測日期:100.5.3		測深儀型號:RESON NaviSound 210
檢測地點:新竹漁港		音鼓吃水深: 1.12 m
測量員: 張仁豪		設定聲速: 1531 m/sec
檢校盤施放深度 A (m)	測深機量測深度 B (m)	深度較差 C=B-A (m)
2.0	2.00	0.00
3.0	2.98	-0.02
4.0	3.96	-0.04

表3-9、詮華一號-RESON NaviSound 215 Bar Check檢測表

檢測日期:100.5.3		測深儀型號:RESON NaviSound 215
檢測地點:新竹漁港		音鼓吃水深: 1.00 m
測量員: 張仁豪		設定聲速: 1531 m/sec
檢校盤施放深度 A (m)	測深機量測深度 B (m)	深度較差 C=B-A (m)
2.0	1.97	-0.03
3.0	2.95	-0.05
4.0	3.98	-0.02

表3-10、春富發號-Hydrotrac ODOM Bar Check檢測表

檢測日期:100.5.3		測深儀型號:Hydrotrac ODOM
檢測地點:新竹漁港		音鼓吃水深: 1.00 m
測量員: 黃揚俊		設定聲速: 1531 m/sec
檢校盤施放深度 A (m)	測深機量測深度 B (m)	深度較差 C=B-A (m)
2.0	1.99	-0.01
4.0	4.01	0.01

(3)船隻姿態改正方法:實施多音束水深測量需配置運動姿態感測器 (Motion Sensor)及電羅經(Gyro Compass)以即時記錄測深時船隻的前後傾斜(pitch)、左右搖擺(roll)、船向(yaw)之角度及上下起伏



(heave)之高度，並作為水深的修正計算。船隻姿態改正方法修正方法詳見後續章節參、三、(二)、海域水深測量作業之4.船隻姿態改正方法。

- (4)船隻導航及定位方法:單音束水深測量採用DGPS差分衛星定位測量，多音束水深測量則採用RTK即時動態衛星定位測量。
- (5)潮位修正方式:在水深測量作業時，需同步配合量取潮位高程資料以將水深資料歸算至海床高度，潮位觀測及修正方法詳見後續章節參、三、(二)、海域水深測量作業之6.潮位修正方式，觀測紀錄詳附件7、潮位觀測記錄表。
- (6)聲速修正方法:在施行水深測量的SOP作業範圍內，選取較深之位置作聲速量測，並依照不同時段施作不同儀器，增加量測次數，以求正確測得水中聲速的變化，精確修正水深測量成果。聲速觀測及修正方法詳見後續章節參、三、(二)、海域水深測量作業之7.聲速修正方法，觀測紀錄詳附件8、聲速剖面量測記錄表。

#### (四) 各項儀器成果比對

本案SOP作業預計所使用之兩套多音束測深系統與三套單音束測深系統，於檢校區內分別先後進行施測。

##### 1. 水深測量資料軌跡

本次儀器檢校作業實際軌跡分別如下:

###### (1)詮華一號:

詮華一號於 100/05/03 裝載 RESON SeaBat8124 施測軌跡如下

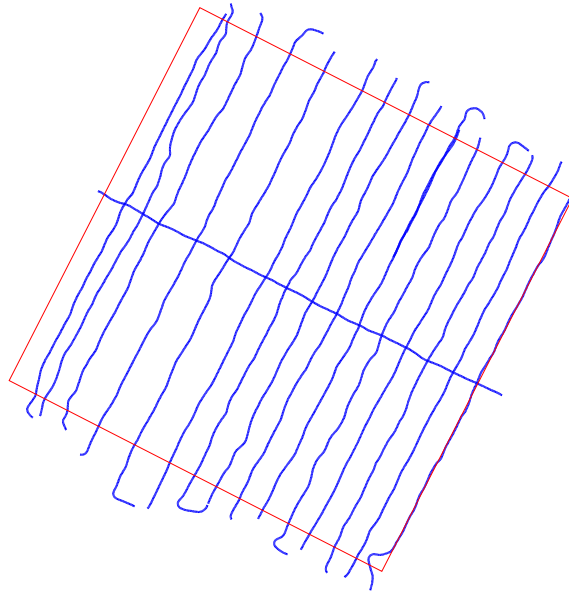


圖3-10、RESON SeaBat8124實測軌跡圖

詮華一號於 100/05/03~04 裝載 RESON NaviSound210 與  
100/05/04 裝載 RESON NaviSound215 施測軌跡如下

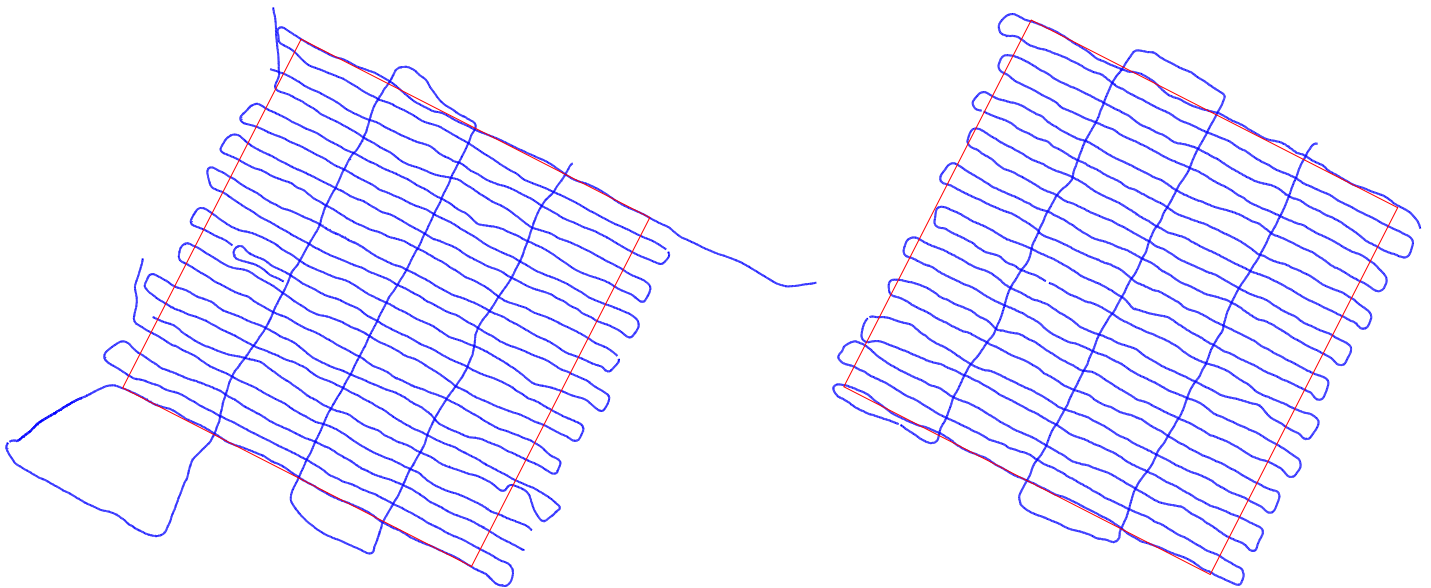


圖3-11、RESON NaviSound210(左)&215(右)實測軌跡圖

## (2)領航者號

領航者號於 100/05/03 裝載 Kongsberg EM2000 施測軌跡如下

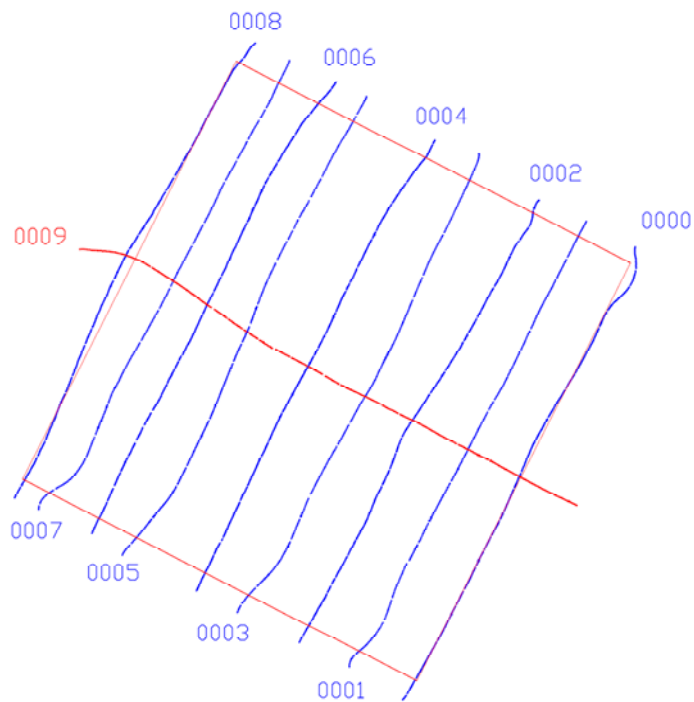


圖3-12、Kongsberg EM2000實測軌跡圖

## (3)春富發號

春富發號於 100/05/03 裝載 Hydrotrac ODOM 施測軌跡如下

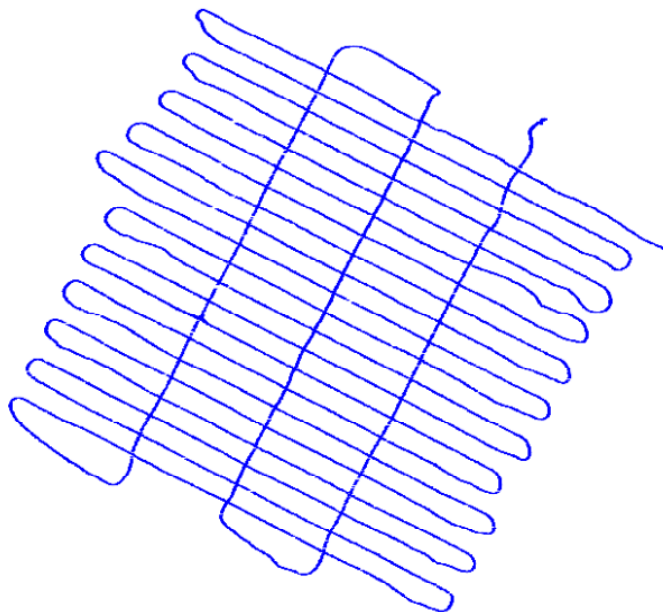


圖3-13、Hydrotrac ODOM實測軌跡圖



## 2. 水深測量資料成果

本案 SOP 作業水深測量資料經由各項檢核無誤之修正參數所得歸算後之水深成果水深色階圖如下：

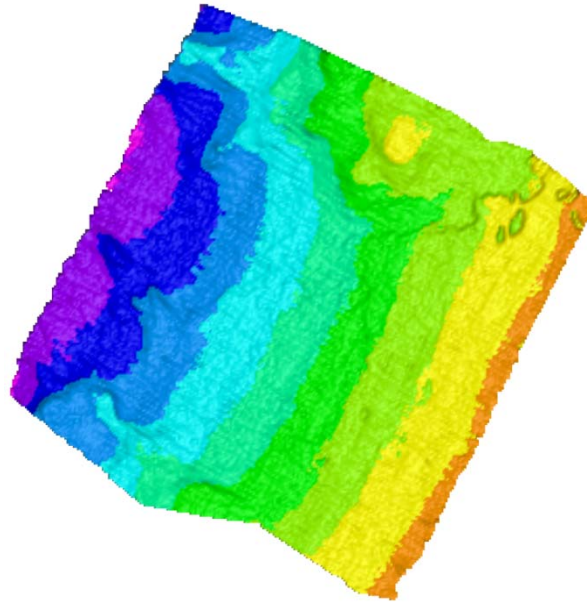


圖3-14、Reson SeaBat8124多音束測深成果水深色階圖

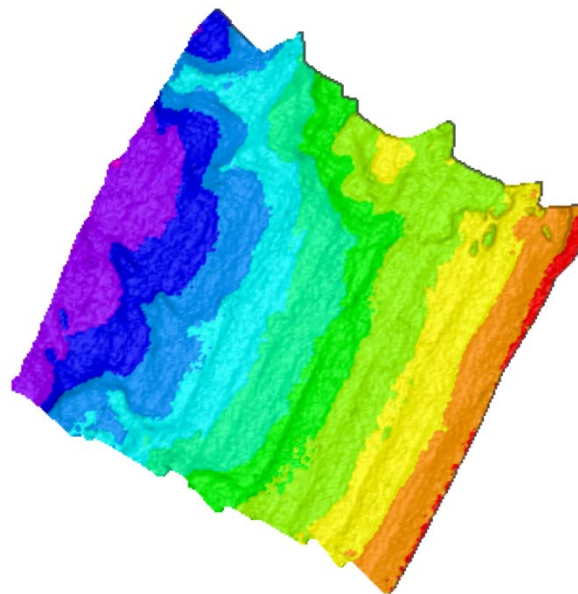
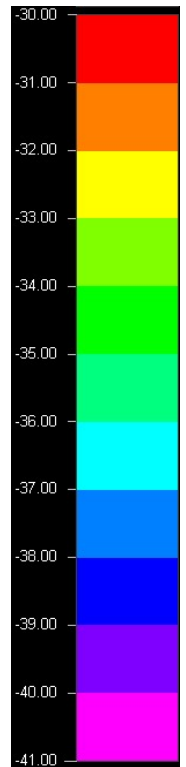


圖3-15、Kongsberg EM2000多音束測深成果水深色階圖



### 3. 內精度比對

本案之目的在於使用不同測深系統時各儀器間之精度是否符合規範要求，以及多套測深系統間是否有其系統誤差之存在，為避免此情況產生，因而選擇詮華一號上之 RESON SeaBat8124 作為基準，然而作為本案基準前，需先確定本套系統是否符合規範要求，因此利用 RESON SeaBat8124 全區之水深點內插成 5m*5m 的網格與檢核測線實際測點以計算多音束水深測量成果之精度，所得結果顯示高達 **100%** 點數符合「100 年度海域基本圖測繪工作」之港區及航道規範，如圖 3-16、表 3-11 所列，故而選定本系統作為後續各儀器之成果比對基準。

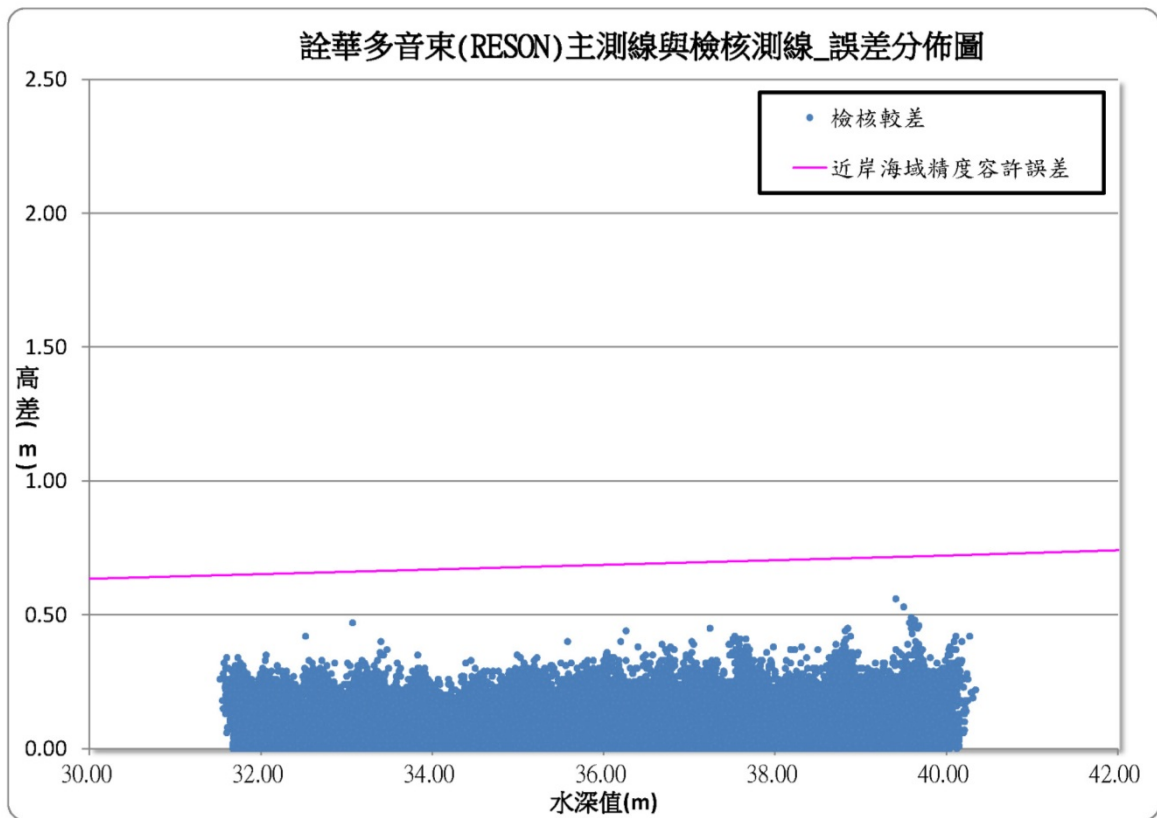


圖3-16、RESON SeaBat8124檢核測線與全區之誤差分佈圖

表3-11、RESON SeaBat8124檢核測線與全區之誤差比較表

載入點數:	120461	
檢核計算點數:	120461	
較差平均值(m):	0.00	
較差中誤差(m):	0.10	
港區及航道精度_合格筆數:	120407	合格率: 100 %
港區及航道精度_不合格筆數:	54	不合格率: 0.0 %
<b>近岸海域精度_合格筆數:</b>	<b>120461</b>	<b>合格率: 100.0 %</b>
近岸海域精度_不合格筆數:	0	不合格率: 0.0%

#### 4. 外精度比對

為求其他各系統間之資料精度符合規範要求，遂將各套系統所得成果進行誤差分析，比較時先將各儀器所得水深資料內插成 5m*5m 之網格點，以 RESON SeaBat 8124 此系統成果為基準，再比較同一位置不同儀器之水深誤差差值，是否符合規範要求，以下彙整列出各項儀器之比對成果表(表 3-12)，並將各誤差分布圖列於其後(圖 3-17~圖 3-20)。

表3-12、各系統間誤差分析比較表(以多音束RESON SeaBat為基準)

儀器名稱	RESON NaviSound 210 (單音束)	RESON NaviSound 215 (單音束)	Hydrotrac ODOM (單音束)	Kongsberg EM2000 (多音束)
載入點數:	41667	41630	44329	59653
檢核計算點數:	41667	41630	44329	59653
較差平均值(m):	-0.09	-0.05	-0.01	0.1
較差中誤差(m):	0.17	0.17	0.13	0.17
港區及航道精度_合格筆數:	40407	40178	43745	57635
港區及航道精度_合格率	97.0%	96.5%	98.7%	96.6%
<b>近岸海域精度_合格筆數:</b>	<b>41590</b>	<b>41531</b>	<b>44285</b>	<b>59622</b>
<b>近岸海域精度_合格率</b>	<b>99.8%</b>	<b>99.8%</b>	<b>99.9%</b>	<b>99.9%</b>



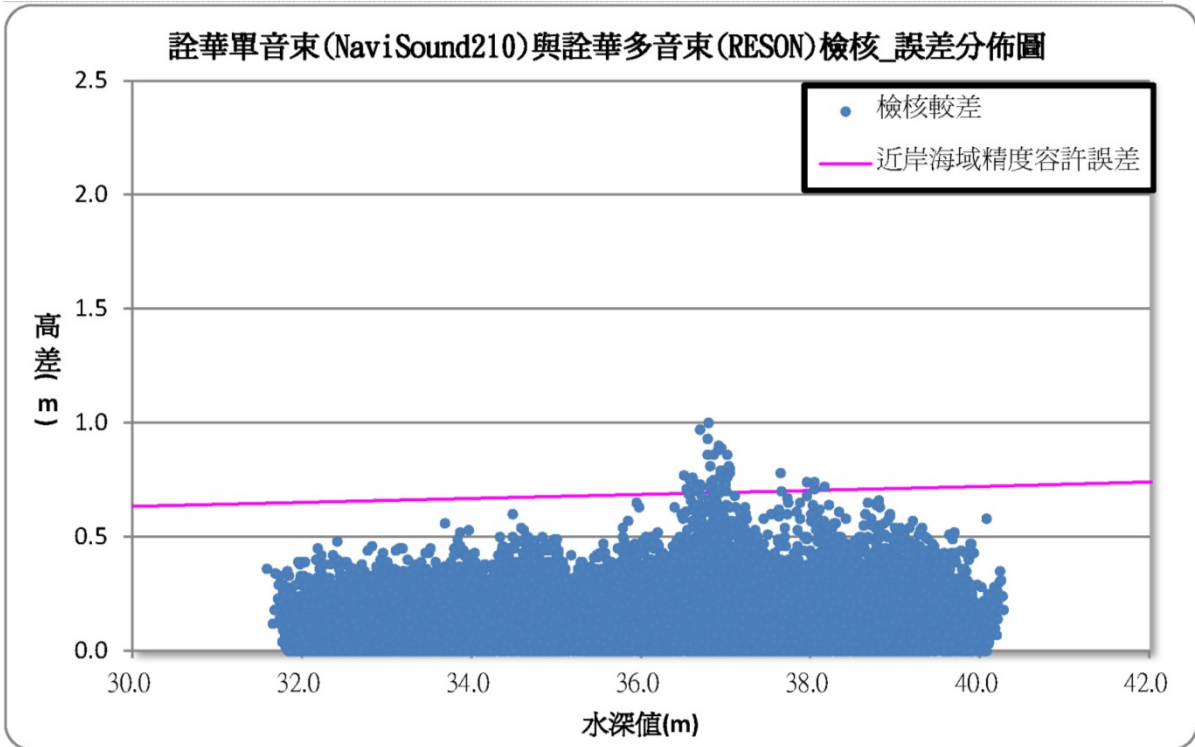


圖3-17、RESON NaviSound 210與RESON SeaBat8124之誤差分佈圖

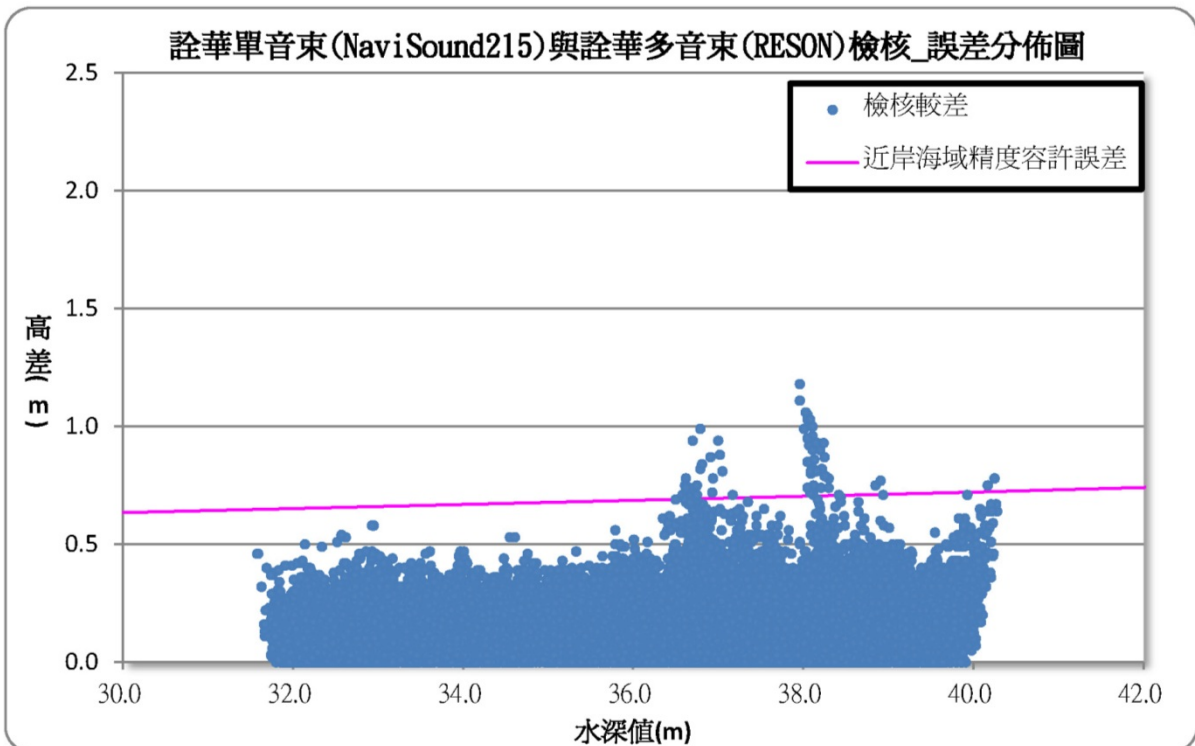


圖3-18、RESON NaviSound 215與RESON SeaBat8124之誤差分佈圖

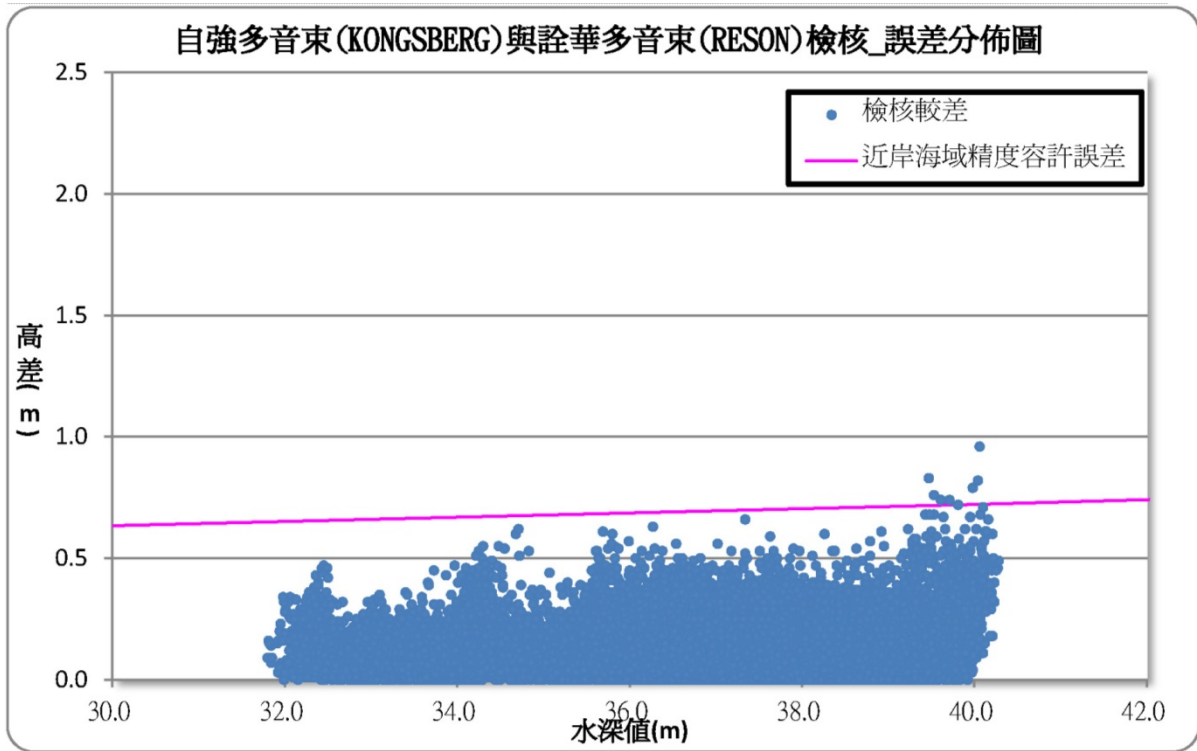


圖3-19、Kongsberg EM2000與RESON SeaBat8124之誤差分布圖

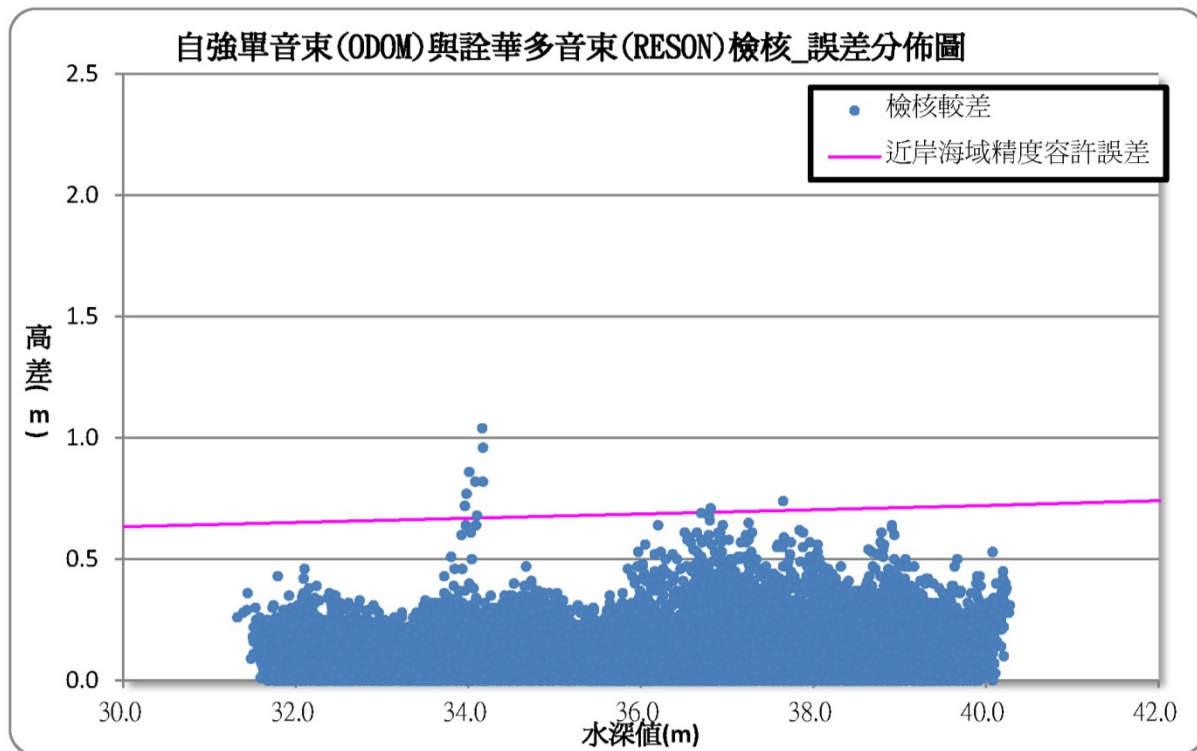


圖3-20、Hydrotrac ODOM與RESON SeaBat8124之誤差分布圖

### (五) 水深測量儀器標準檢核改善作業

由於多音束測深系統 Kongsberg EM2000 於 100/5/3 所測得之成果監審單位計算其內精度未達「100 年度海域基本圖測繪工作」之港區及航道規範要求，故於 100/6/10 特進行補測，因此特將本次測深成果再進行一次精度比較，100/6/10 所得測深成果水深色階圖如圖 3-21 所示。

本次補測成果以 Kongsberg EM2000 多音束測深系統全區水深點內插成 5m*5m 的網格與檢核測線實際測點以計算 Kongsberg EM2000 多音束水深測量成果之內精度，所得結果顯示不僅 **100%**符合「100 年度海域基本圖測繪工作」近岸海域之規範要求，且 **99.8%**點數已符合「100 年度海域基本圖測繪工作」之港區及航道規範，如圖 3-22、表 3-13 所列。

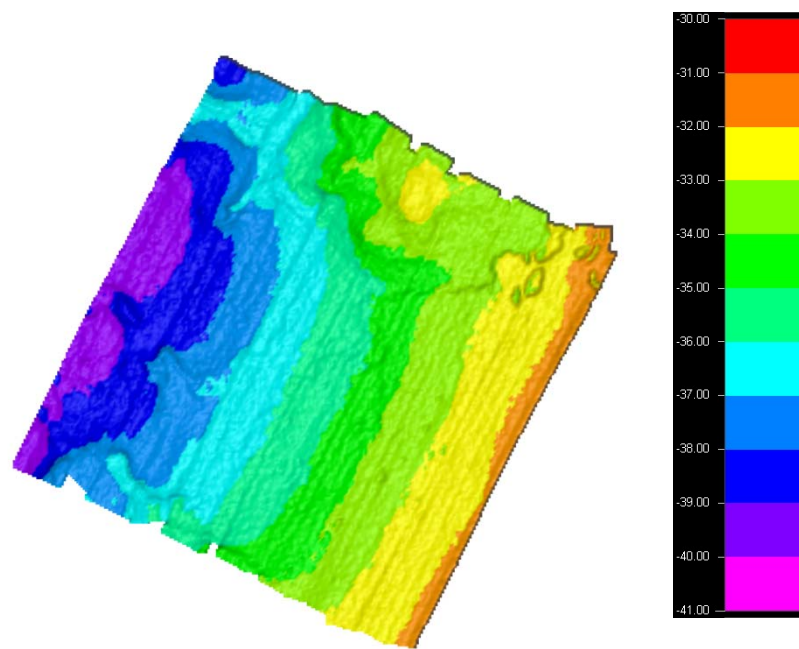


圖3-21、6/10日補測之Kongsberg EM2000多音束測深成果水深色階圖



## 1. 內精度比較成果

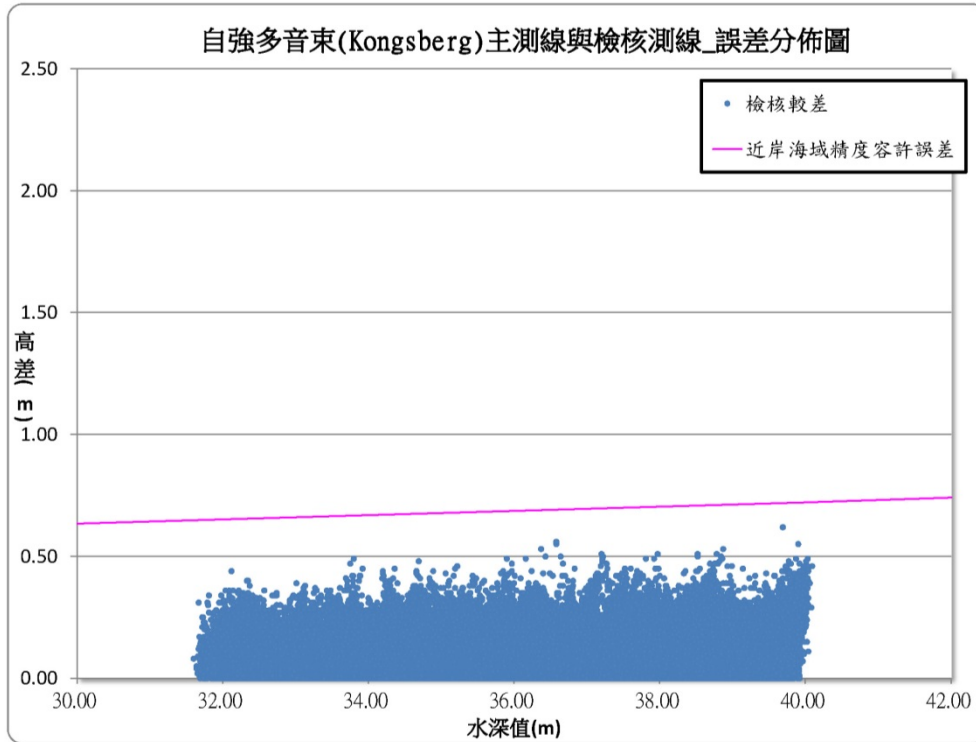


圖3-22、Kongsberg EM2000檢核測線與全區之誤差分布圖

表3-13、Kongsberg EM2000檢核測線與全區之誤差比較表

載入點數:	231444	
檢核計算點數:	231444	
較差平均值(m):	-0.04	
較差中誤差(m):	0.11	
港區及航道精度_合格筆數:	231044	合格率:99.8%
港區及航道精度_不合格筆數:	400	不合格率:0.2%
<b>近岸海域精度_合格筆數:</b>	<b>231444</b>	<b>合格率:100.0%</b>
近岸海域精度_不合格筆數:	0	不合格率:0.0%

## 2. 外精度成果

本次 6/10 補測之多音束系統 Kongsberg EM2000 再與上次 5/3 多音束系統 RESON SeaBat 8124 進行外精度比對，先將各儀器所得水深資料內插成 5m*5m 之網格點，以 RESON SeaBat 8124 此系統為基準，再比較同一位置不同儀器之水深誤差差值，是否符合規範要求，結果如下：

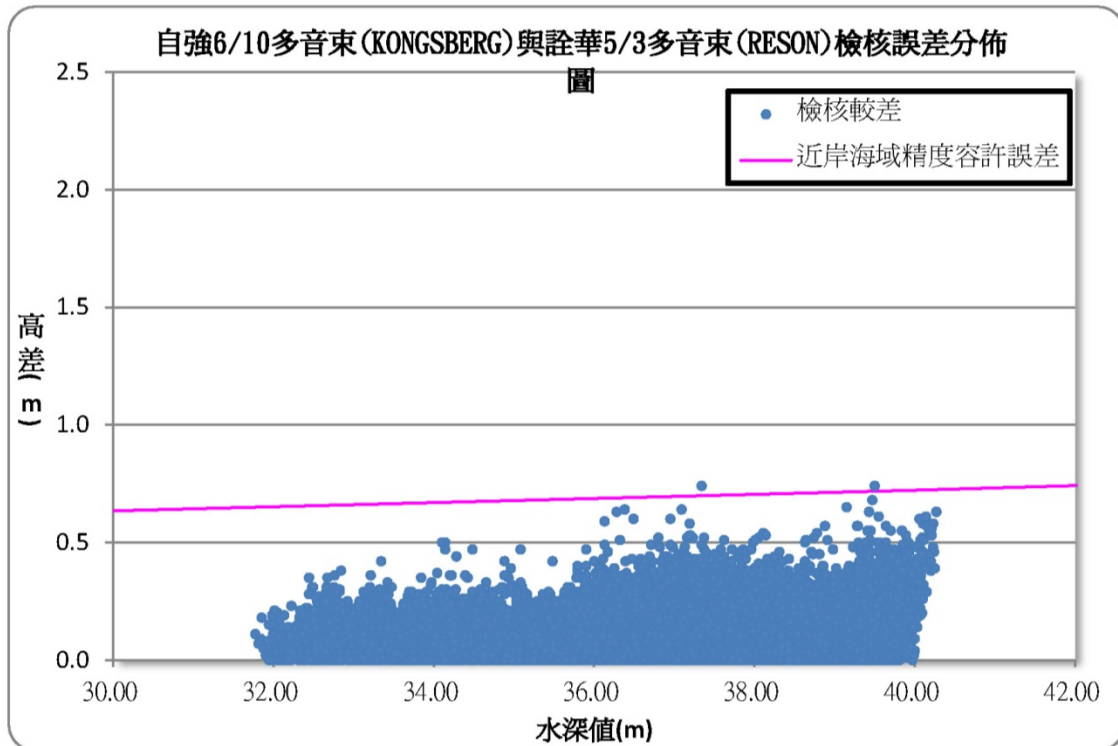


圖3-23、6/10 Kongsberg EM2000與5/3 RESON SeaBat8124之誤差分布圖

表3-14、6/10 Kongsberg EM2000與5/3 RESON SeaBat8124之誤差比較表

載入點數:	56722	
檢核計算點數:	56722	
較差平均值(m):	0.08	
較差中誤差(m):	0.15	
港區及航道精度_合格筆數:	55884	合格率: 98.5 %
港區及航道精度_不合格筆數:	838	不合格率: 1.5 %
<b>近岸海域精度_合格筆數:</b>	<b>56703</b>	<b>合格率: 100.0 %</b>
近岸海域精度_不合格筆數:	19	不合格率: 0.0 %

### 三、海域水深測量作業

#### (一) 水深測量作業船舶及儀器設備

本案水深測量實際使用詮華一號、大發168、眾神號、春富順、領航者等五艘船隻進行水深測量作業，船隻與使用設備照片如圖3-24所示，各船隻之船籍資料、儀器裝載資訊、作業人員名單及進出港證明等請參閱“附錄二、100年度海域基本圖測繪工作-水深測量作業成果報告書”。



船舶名稱	測深儀器
 <p>詮華一號</p>	 <p>Reson SeaBat8124</p>
 <p>大發168號</p>	
 <p>領航者</p>	 <p>Kongsberg EM2000</p>

圖3-24、水深測量使用船隻及儀器照片

船舶名稱	測深儀器
 <p data-bbox="453 589 564 629">眾神號</p>	 <p data-bbox="932 589 1272 629">Reson NaviSound 210</p>
 <p data-bbox="453 969 564 1010">春富順</p>	 <p data-bbox="963 969 1240 1010">Hydrotrac ODOM</p>

圖3-24、水深測量使用船隻及儀器照片(續)



## (二) 水深測量作業說明

水深測量主要是以測深儀測深，搭配GPS衛星定位系統定位，並配合周邊設備如運動姿態感測器、羅經、聲速儀、潮位儀等施測，達到高精度、高效率之海域地形測量方式。水深測量作業流程如圖3-25所示，各項作業步驟分述如下：

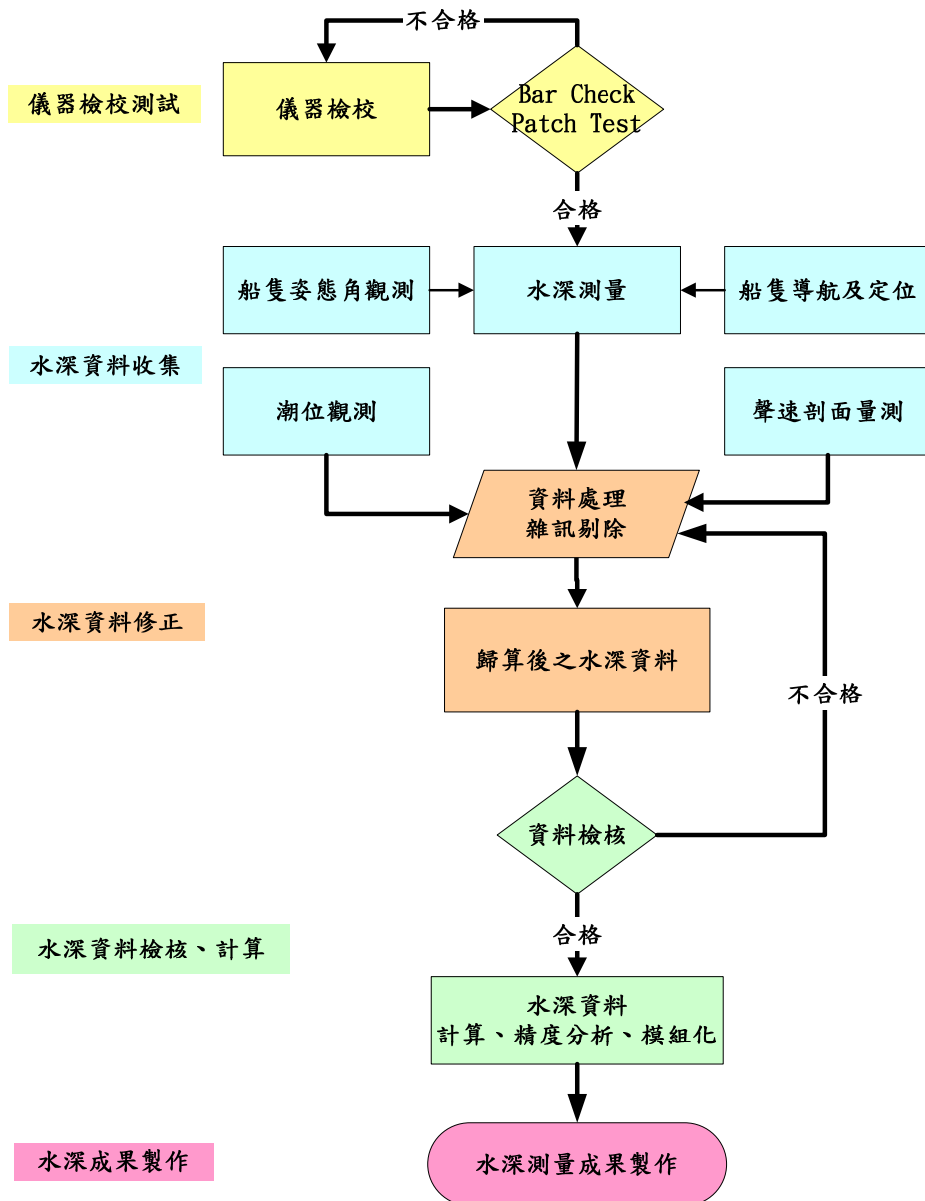


圖3-25、水深測量作業流程圖

## 1. 水深測量作業日期:

詮華公司:

- 多音束測深作業外業工作日期:07/23~08/03、08/08~08/10、08/12 共計 16 天。
- 單音束測深作業外業工作日期:05/05~05/09、07/01、07/11~07/13、07/23~07/31、08/11、08/12 共計 20 天。

自強公司:

- 多音束測深作業外業工作日期:05/09、05/10、05/16、05/18、05/20~05/22、05/30~06/01、06/03、06/09、06/17、06/20~06/23、06/28~07/01 共計 21 天。
- 單音束測深作業外業工作日期:05/06、05/07、05/09、05/10、05/16、05/18~05/21、05/30~06/01、06/03、06/04、06/09、06/18~06/22、07/28~08/01 共計 25 天。

測深作業日期與繳交原始觀測資料檔案對照表如下:

表3-15、單音束測深作業日期與繳交原始觀測資料檔案對照表

天數	作業日期 (詮華)	單音束原始觀測檔 (NaviSound 210)	作業日期 (自強)	單音束原始觀測檔 (ODOM)
1	100.05.05	C1000505*.97n	100.05.06	SB-20110506.rar
2	100.05.06	C1000506.97n	100.05.07	SB-20110507.rar
3	100.05.07	C1000507*.97n	100.05.09	SB-20110509.rar
4	100.05.08	C1000508*.97n	100.05.10	SB-20110510.rar
5	100.05.09	C1000509.97n	100.05.16	SB-20110516.rar
6	100.07.01	C1000701.97n	100.05.18	SB-20110518.rar
7	100.07.11	C1000711.97n	100.05.19	SB-20110519.rar
8	100.07.12	C1000712.97n	100.05.20	SB-20110520.rar
9	100.07.13	C1000713.97n	100.05.21	SB-20110521.rar
10	100.07.23	C1000723.97n	100.05.30	SB-20110530.rar
11	100.07.24	C1000724.97n	100.05.31	SB-20110531.rar
12	100.07.25	C1000725.97n	100.06.01	SB-20110601.rar
13	100.07.26	C1000726.97n	100.06.03	SB-20110603.rar
14	100.07.27	C1000727.97n	100.06.04	SB-20110604.rar
15	100.07.28	C1000728.97n	100.06.09	SB-20110609.rar
16	100.07.29	C1000729.97n	100.06.18	SB-20110618.rar
17	100.07.30	C1000730.97n	100.06.19	SB-20110619.rar
18	100.07.31	C1000731.97n	100.06.20	SB-20110620.rar

表3-15、單音束測深作業日期與繳交原始觀測資料檔案對照表(續)

天數	作業日期 (詮華)	單音束原始觀測檔 (NaviSound 210)	作業日期 (自強)	單音束原始觀測檔 (ODOM)
19	100.08.11	C1000811.97n	100.06.21	SB-20110621.rar
20	100.08.12	C1000812.97n	100.06.22	SB-20110622.rar
21			100.07.28	SB-20110728.rar
22			100.07.29	SB-20110729.rar
23			100.07.30	SB-20110730.rar
24			100.07.31	SB-20110731.rar
25			100.08.01	SB-20110801.rar

表3-16、多音束測深作業日期與繳交原始觀測資料檔案對照表

天數	作業日期 (詮華)	多音束原始觀測檔 (SEABAT8124)	作業日期 (自強)	多音束原始觀測檔 (EM2000)
1	100.07.23	1000723*.HSX	100.05.09	MB-20110509.rar
2	100.07.24	1000724*.HSX	100.05.10	MB-20110510.rar
3	100.07.25	1000725*.HSX	100.05.16	MB-20110516.rar
4	100.07.26	1000726*.HSX	100.05.18	MB-20110518.rar
5	100.07.27	1000727*.HSX	100.05.20	MB-20110520.rar
6	100.07.28	1000728*.HSX	100.05.21	MB-20110521.rar
7	100.07.29	1000729*.HSX	100.05.22	MB-20110522.rar
8	100.07.30	1000730*.HSX	100.05.30	MB-20110530.rar
9	100.07.31	1000731*.HSX	100.05.31	MB-20110531.rar
10	100.08.01	1000801*.HSX	100.06.01	MB-20110601.rar
11	100.08.02	1000802*.HSX	100.06.03	MB-20110603.rar
12	100.08.03	1000803*.HSX	100.06.09	MB-20110609.rar
13	100.08.08	1000808*.HSX	100.06.17	MB-20110617.rar
14	100.08.09	1000809*.HSX	100.06.20	MB-20110620.rar
15	100.08.10	1000810*.HSX	100.06.21	MB-20110621.rar
16	100.08.12	1000812*.HSX	100.06.22	MB-20110622.rar
17			100.06.23	MB-20110623.rar
18			100.06.28	MB-20110628.rar
19			100.06.29	MB-20110629.rar
20			100.06.30	MB-20110630.rar
21			100.07.01	MB-20110701.rar

實際作業軌跡圖如圖 3-26 所示：

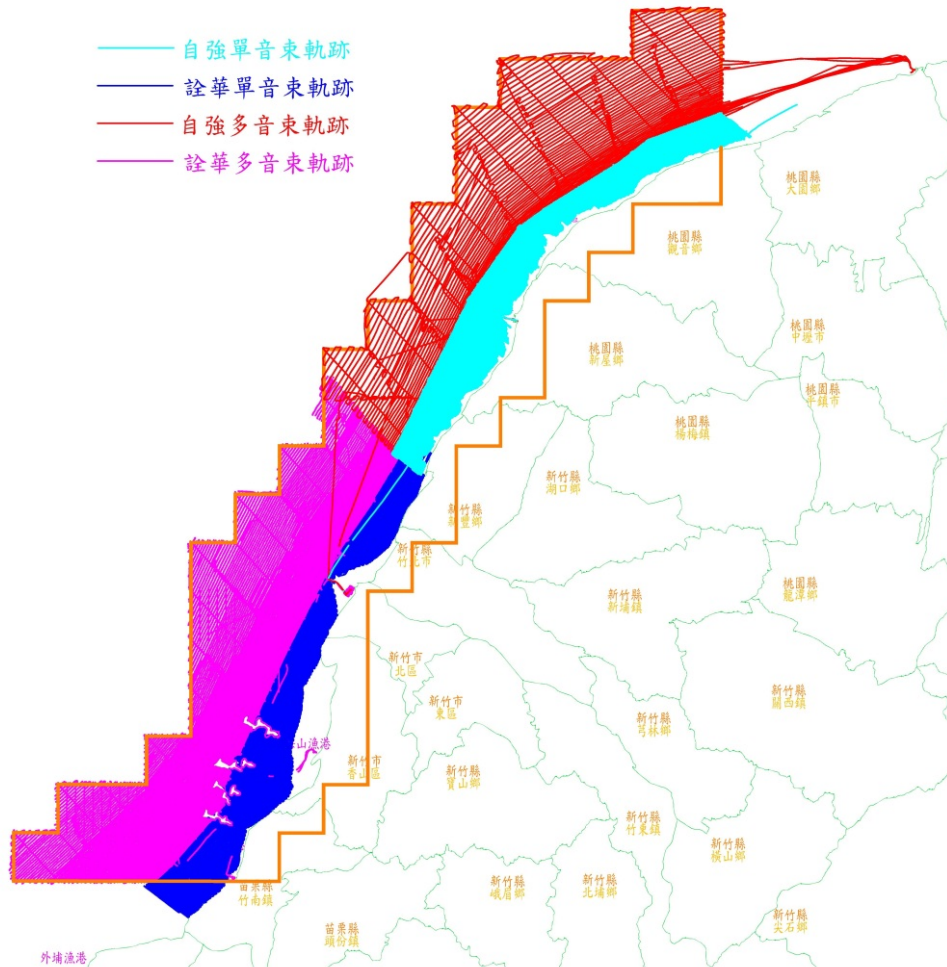


圖3-26、100年度海域基本圖測繪工作實際軌跡圖

## 2. 儀器架設偏移修正：

以船隻重心為相對坐標之中心，船隻重心至船首方向為基準方向，在安置測深系統的各项裝置時記錄並繪製各裝置的相對位置以茲修正計算(如圖 3-27)，其中包括：

- 音鼓吃水深:音鼓至水面距離。
- 音鼓平面位置:音鼓架設於船隻上的相對位置。
- 定位儀平面位置:定位儀架設於船隻上的相對位置。
- 定位儀高程:定位儀至水面距離。
- 船隻姿態感測器位置:姿態感測器架設於船上的相對位置。
- 多音束測深儀音鼓的安置角度。



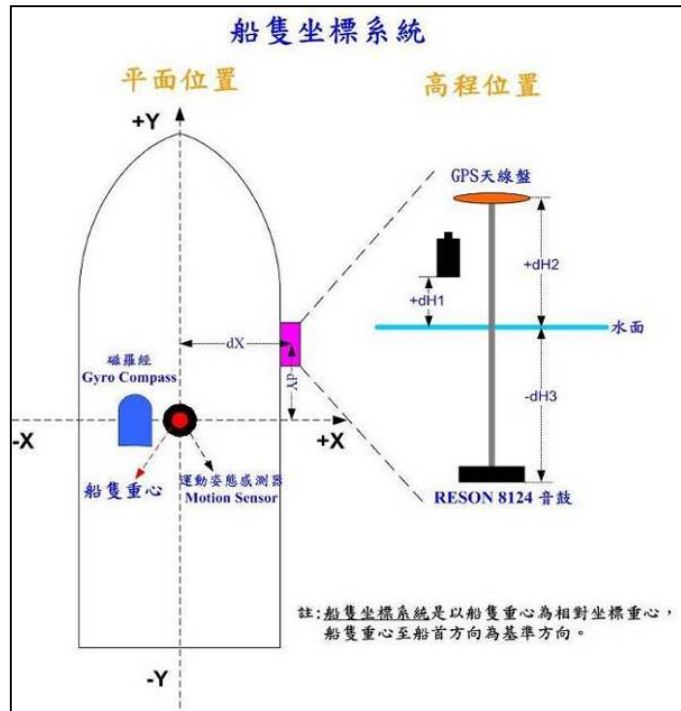


圖3-27、儀器架設示意圖

本次檢校作業各項儀器架設偏移量，詳如附件7.儀器裝載資訊與各項工作紀錄表。

### 3. 率定測試:

- (1)單音束水深測量以水深校正板檢校 (bar check)，先以聲速儀量測聲速並修正之，分別量測檢校板深度與測深儀讀數並記錄製作檢校表，檢視測深差異量是否在測深精度要求的合理範圍內。Bar Check檢校情形如圖3-28所示。
- (2)各單音束測深儀檢校表範例如表3-17~表3-18所示，各天Bar Check檢測表詳如附件7.儀器裝載資訊與各項工作紀錄表。



圖3-28、Bar Check檢校情形

表3-17、Reson NaviSound 210Bar Check檢測表

檢測日期:100.7.23		測深儀型號:Reson NaviSound 210
檢測地點:新竹漁港外		音鼓吃水深: 1.00 m
測量員: 楊宜男		設定聲速: 1541 m/sec
檢校盤施放深度 A (m)	測深機量測深度 B (m)	深度較差 C=B-A (m)
2.0	0.99	0.01
4.0	2.99	0.01
6.0	4.99	0.01

表3-18、Hydrotrac ODOM Bar Check檢測表

檢測日期:100.5.21		測深儀型號:Hydrotrac ODOM
檢測地點:永安漁港外		音鼓吃水深: 1.00 m
測量員: 黃揚俊		設定聲速: 1531 m/sec
檢校盤施放深度 A (m)	測深機量測深度 B (m)	深度較差 C=B-A (m)
2.0	2.00	0
4.0	3.99	0.01
6.0	5.98	0.02

(3)多音束水深測量:在所有儀器安置完成後，實地至測區尋找適當地點作系統的疊合測試(patch test)，分別求取音鼓安置的前後傾斜(pitch)、左右傾斜(roll)、船向偏差(yaw)之角度及GPS的時間延遲量(GPS Latency)，經由多次的反覆測試與計算求取出最佳的率定值，以修正音鼓安置角度的偏差及GPS時間延遲的影響。

(4)多音束水深測量之疊合測試(patch test)示意圖如圖3-29所示，依序分別作Roll、Pitch、Yaw的率定，相關說明如下：

Roll 率定:選擇一平坦區域，在同一測線上來回施測，如測線 a。

Pitch 率定:選擇一傾斜區域，在同一測線上來回施測，如測線 b。

Yaw 率定:選擇一傾斜區域或是有特徵物突出的區域，在二條平行線上同向施測，如測線 b 及測線 c。

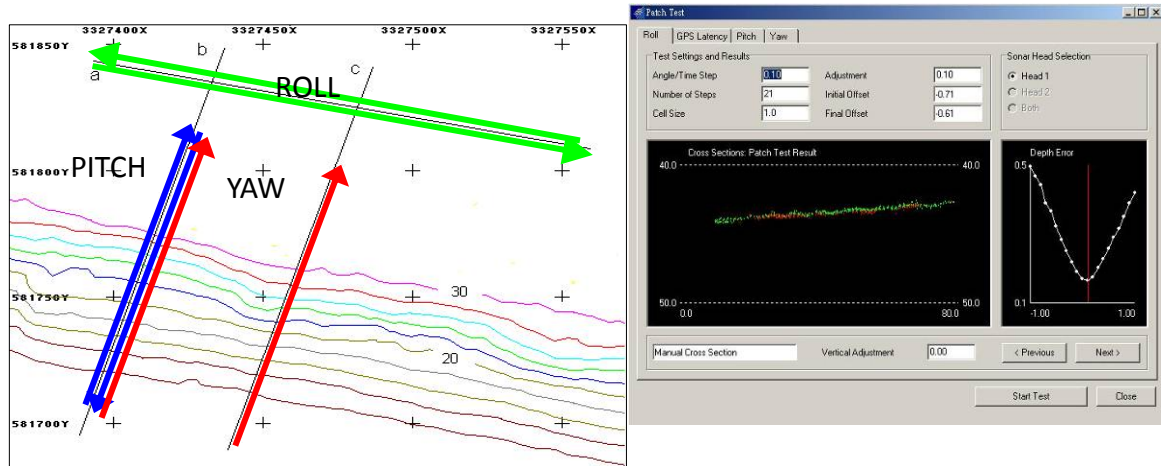


圖3-29、多音束水深測量疊合測試示意圖(左圖)及Patch test計算畫面(右圖)

#### 4. 船隻姿態改正方法:

實施多音束水深測量需配置運動姿態感測器(Motion Sensor)及電羅經(Gyro Compass)以即時記錄測深時船隻的前後傾斜(pitch)、左右搖擺(roll)、船向(yaw)之角度及上下起伏(heave)之高度，並作為水深的修正計算，姿態角觀測曲線如圖 3-30 所示。

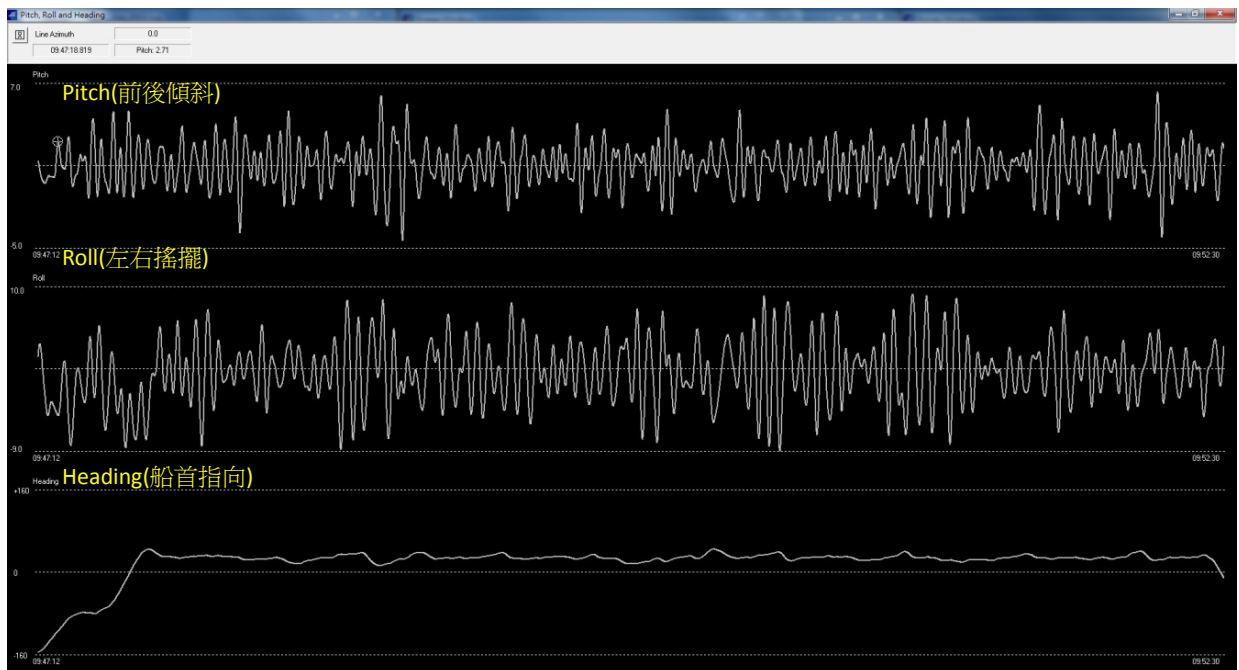


圖3-30、船隻運動姿態角記錄曲圖



## 5. 船隻導航及定位方法:

- (1)單音束水深測量採用DGPS差分衛星定位測量，多音束水深測量採用RTK即時動態衛星定位測量，於先前聯測所設立之控制點GPS04做為固定基站，配合海上GPS移動站測定船隻位置，記錄測深時刻的位置坐標。陸上GPS固定站架設情形如圖3-31所示。
- (2)並於水深測量作業前在陸域上尋找已知點作檢測，檢測成果需符合2公尺(95%信心區間)內之水平定位精度後方使用之，水深測量GPS定位檢測如表3-19所示，檢測成果遠優於2公尺之規定，約在0.1m之範圍內，GPS定位檢測照片如圖3-32所示。
- (3)各項定位方式之定位時間間隔皆小於或等於1秒，且測深系統及定位系統之時間皆需採用協調世界時(UTC)系統 (台灣當地時間為UTC+8)，以確保各項資料時間序列之一致性。
- (4)以多音束測深儀施行水深測量時，特別是對於海域重點區域、港區及航道，使用RTK定位方式可大幅提昇定位精度至公分等級，對於成果精度及品質有顯著提昇，故進行多音束測深作業時皆搭配RTK定位方式施測。



圖3-31、水深測量GPS陸上固定站架設照片



表3-19、水深測量GPS定位檢測成果表

GPS 衛星 定位儀	架設 主站	檢測 點號	已知坐標		檢測坐標		坐標較差	
			橫坐標 (E) m	縱坐標 (N) m	橫坐標 (E) m	縱坐標 (N) m	橫坐標 (E) m	縱坐標 (N) m
LEICA System 500	GPS04	S078	240790.74	2746068.656	240790.746	2746068.687	0.006	0.031



圖3-32、水深測量GPS定位檢測照片

## 6. 潮位修正方式

- (1) 在水深測量作業時，需同步配合量取潮位高程資料以將水深資料歸算至海床高度。
- (2) 在本案海域水深測量作業期間除申購3處氣象局潮位資料外，並會進行氣象局潮位檢測工作，故在竹圍、永安、新竹、外埔等4處皆會引測潮位站高程控制點並自行設置驗潮站，其中竹圍、新竹及外埔等3處潮位站僅作短期潮位驗證觀測，永安潮位站則配合水深測量期程作較長期的潮位觀測，各處潮位站設置地點及現況照片如圖3-5。
- (3) 驗潮站之高程以直接水準往返觀測方式從一等水準點引測推算，施測精度往返觀測之閉合差不大於 $\pm 12\text{mm}\sqrt{K}$  (K為水準路線之公里數)。
- (4) 鑒於氣象局之潮位資料高程基準與本案所用之高程基準不一定為同一基準，但因氣象局之潮位資料為一長期連續之資料，故於套用氣象局潮位前比對本團隊自行架設驗潮儀資料並輔以人工驗潮，以確定其潮位為本案所可用之資料。
- (5) 作業期間本團隊所自設潮位站資料與氣象局資料比對後發現新竹漁港潮位07/23~07/26下午2點18分之前有一明顯之時間差約

18分鐘，但在07/26下午4點12分之後則無時間差(14:18~16:12之間無資料)，如圖3-33所示氣象局之潮位資料於14:18左右其潮位曲線斜率開始改變，因此為確保本次資料之正確性，故而將氣象局之長期觀測資料修正至與本團隊之潮位資料相符，以套用於水深修正之用。

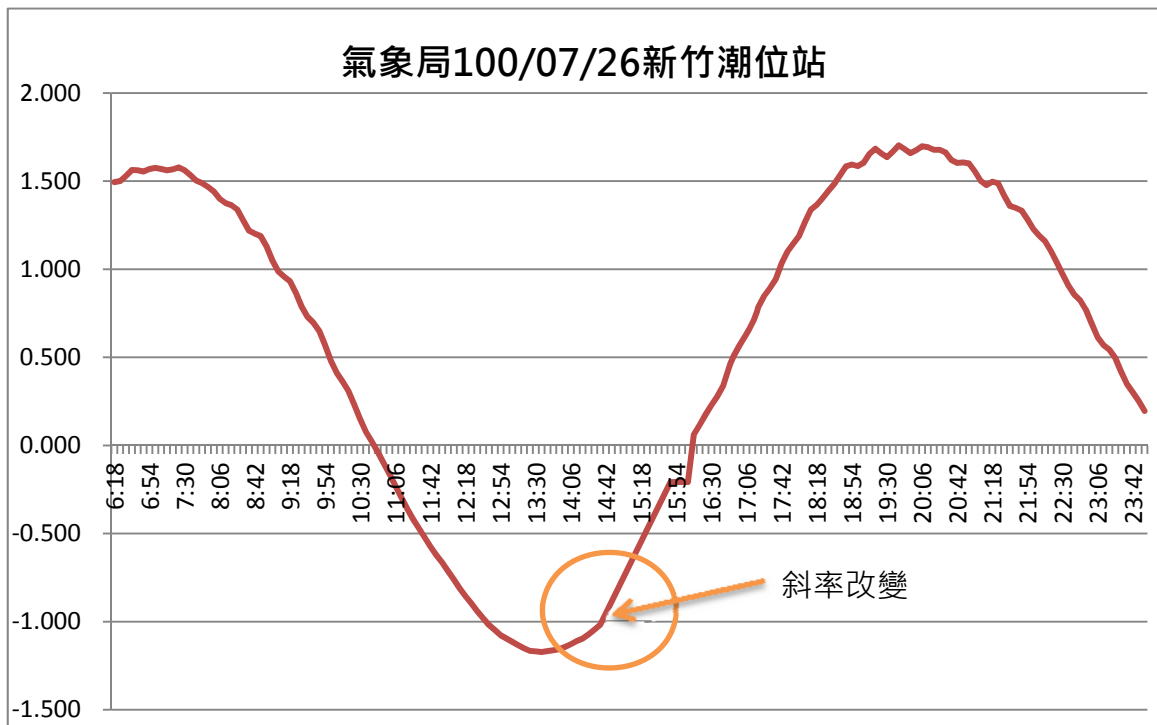


圖3-33、100/07/26新竹漁港氣象局潮位曲線圖

(6)經比對自設之臨時潮位記錄器並搭配人工水尺讀數與氣象局潮位後發現本團隊所得自行架設驗潮儀資料與人工水尺讀數與氣象局資料亦明顯有一高程差，因本團隊所自得潮位之高程基準經驗證為內政部TWVD2001一等水準系統，因此將氣象局潮位資料加以修正，以供水深測量潮位修正之用。自行觀測潮位與氣象局潮位資料比對如圖3-34所示。以氣象局新竹潮位站與自行驗潮為例比對在8月1日之潮位資料，氣象局潮位與本團隊自行驗潮資料多了20公分，因此將氣象局潮位與各天自行驗潮資料比對後將其系統高差與時間差計算出來，再以連續之氣象局潮位資料為基準換算成本案水深測量所用之潮位資料。有關部分自行架設潮位觀測資料與氣象局資料不符之完整潮位資料詳列於附件8.潮位觀測記錄表內。

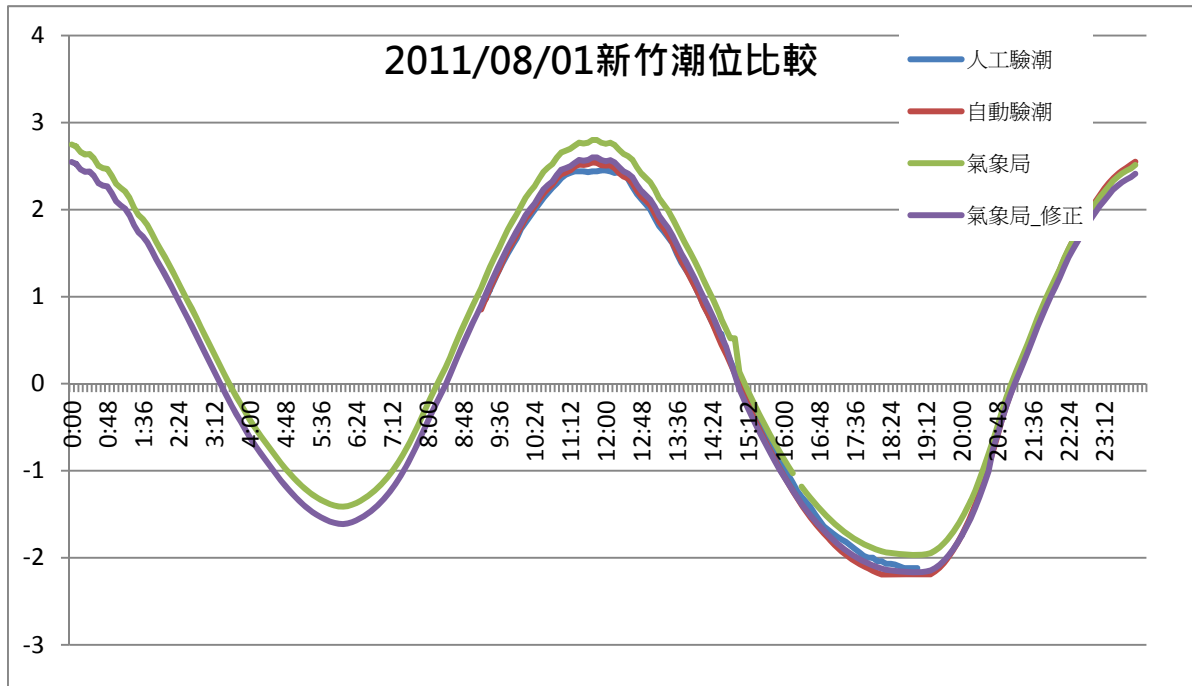


圖3-34、100/08/01新竹漁港潮位曲線比較圖

(7)另因本測區範圍幅員廣大，南北岸線長達57公里，為求得合理之潮差修正量，需採用雙潮位修正模式，推算測區不同時間不同位置之潮汐基準面，作為潮汐修正之依據。

(8)每日潮位計算方法由水深測點N、E坐標計算出與二潮位站距離S1與S2後，再由距離倒數為比例權重計算出潮位高。若測量範圍介於「竹圍」與「永安」之間則以該兩驗潮站同時驗潮，其同時間兩驗潮站之潮位差距以測點距離差距依比例權值內插計算潮位改正值。計算方式如下：

(9)因得知「竹圍」驗潮站TWD97坐標為(N: 2778860,E: 274446)、  
「永安」驗潮站TWD97坐標為(N: 2764592,E: 251555)，若某一測點"A"之坐標為(N: 2772503,E: 261658)、EL=-50.0，測量時間為100年6月30日12點00分，經比較得知此測點位於竹圍與永安驗潮站之間，假設在12點00分竹圍潮位高為1.05m，永安為0.85m，故A之潮位改正計算如下：

測點"A"到竹圍驗潮站距離 D1

$$D1 = \sqrt{(261658 - 274446)^2 + (2772503 - 2778860)^2} = 14280.91$$

測點"A"到永安驗潮站距離 D2

$$D2 = \sqrt{(261658 - 251555)^2 + (2772503 - 2764592)^2} = 12831.78$$

測點"A"之實際高程 H

$$H = -50 + \frac{D1 \times 0.85}{D1 + D2} + \frac{D2 \times 1.05}{D1 + D2} = -49.06$$

(10)潮位觀測每6分鐘記錄一次，潮位資料以氣象局潮位資料為主進行修正並以自動及人工驗潮方式檢核，並製作潮位記錄表、潮位曲線圖，記載潮位觀測時間、地點、天候狀況、驗潮站高程、驗潮儀設定參數等，以備查核。以潮位曲線圖(潮位高程時序列圖)檢視潮位資料的正確性，查看是否有錯誤或奇異值，並了解當時潮位變化狀況。潮位觀測記錄詳**附件8.潮位觀測記錄表**所示。自設潮位站與人工驗潮之潮位觀測資料仍需製作潮位記錄表，記載潮位觀測時間、地點、天候狀況、驗潮站高程、驗潮儀設定參數等，以備查核。

## 7. 聲速修正方法

- (1)在本案施行水深測量的作業範圍內，選取較深之位置作聲速量測，並依照不同時段施作不同儀器，增加量測次數，以求正確測得水中聲速的變化，精確修正水深測量成果。
- (2)本團隊使用之聲速儀包含直接量測式及鹽溫壓(CTD)式聲速儀，量測聲速之最小記錄單位皆小於0.5公尺/秒，記錄時視測區深度及聲速變化情況而定，取樣間隔在2公尺間。
- (3)聲速量測時製作聲速剖面記錄圖表，除記載聲速剖面值外，並記錄量測人員、時間、位置坐標及天候狀況等資訊。水中聲速量測情形及聲速剖面圖如圖3-35。
- (4)聲速量測記錄詳**附件9.聲速剖面量測記錄表**所示。



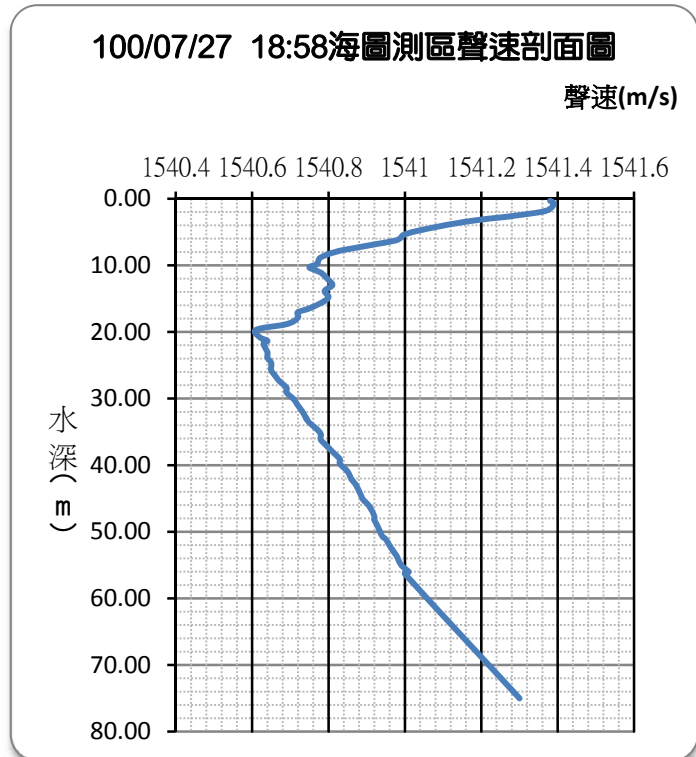


圖3-35、聲速剖面量測情形(左圖)及聲速剖面圖(右圖)

## 8. 水深測量資料處理

- (1)先逐一對單一測線初步篩除可疑的水深資料，如訊號品質不佳的水深值、異常的水深值及定位品質不佳的水深點。多音束測深資料因資料量龐大，需藉由專業軟體輔助資料的篩選作業。
- (2)加入各項修正資料，包含水位資料、聲速剖面資料、儀器架設偏移參數、船隻姿態資料及率定資料等，經檢核無誤後才加入水深資料的修正計算，可得到歸算後的水深資料。
- (3)整合同一測區的測深資料，單音束使用AutoCAD軟體將水深資料逐一展繪於圖上(如圖3-36)，利用資料間的相互重疊或交錯部分來比較其差值以剔除不符的水深點，多音束則多建立3D模型以利由不同視角進行不合水深點之人工刪除(如圖3-37、圖3-38)，水深資料處理作業流程如圖3-39所示。



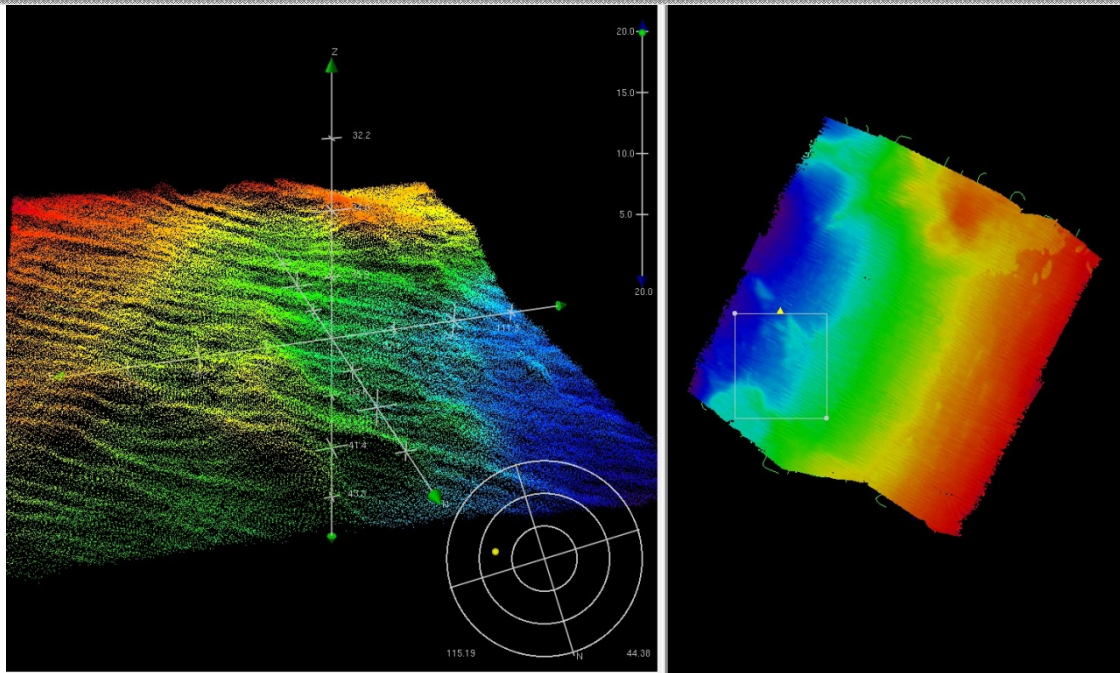


圖3-38、多音束水深測量資料以3D模型資料疊合比對、除錯

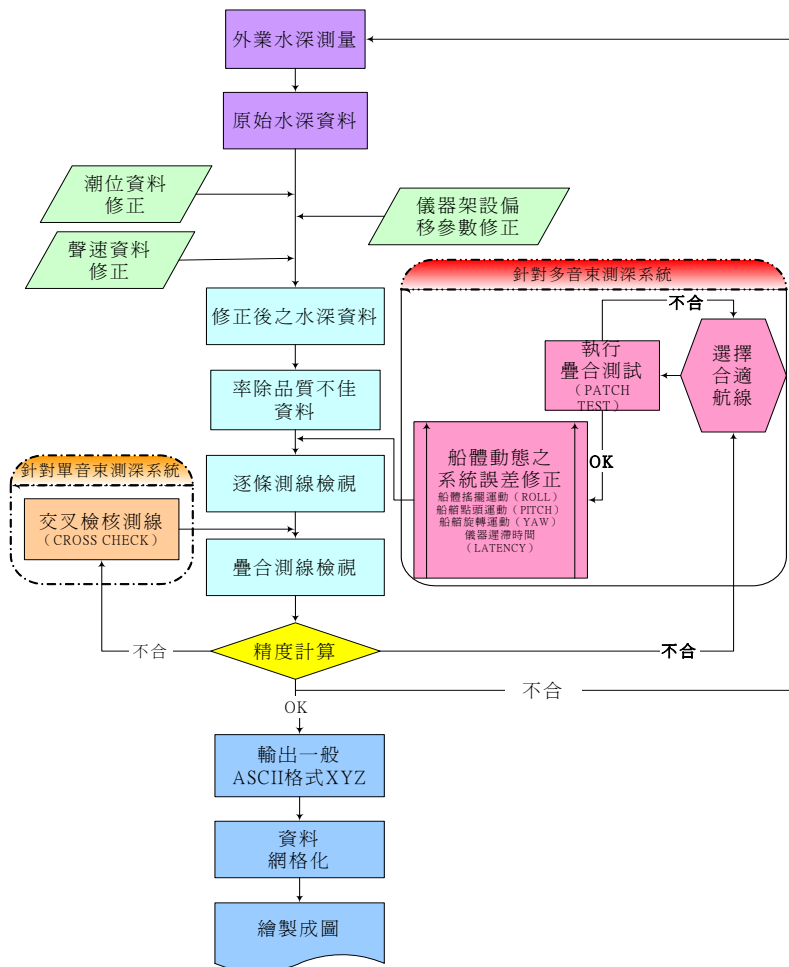


圖3-39、水深資料處理流程圖



## 9. 水深測量成果展示

多音束測深成果水深色階圖，如圖 3-40~圖 3-42 所示。

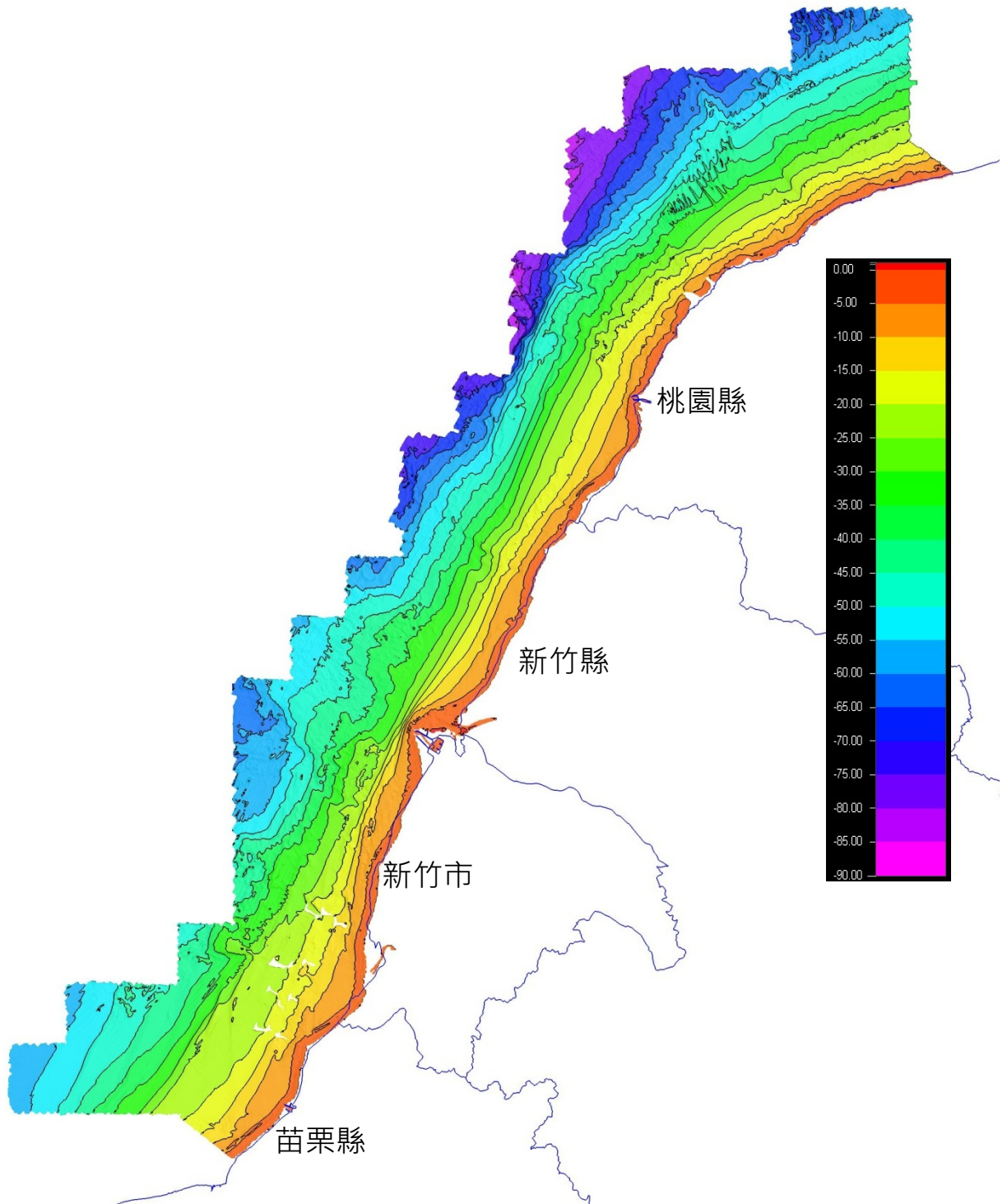


圖3-40、100年度海域基本圖測繪工作水深測量成果色階圖



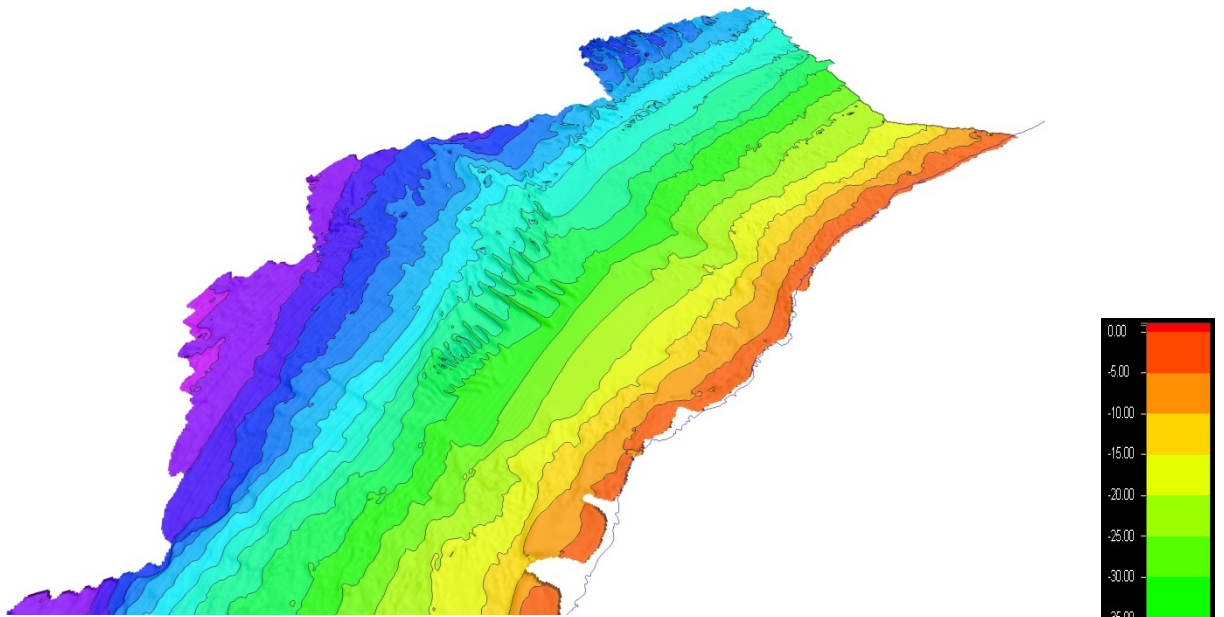


圖3-41、100年度海域基本圖測繪工作水深測量成果色階圖

-桃園觀音外海地形

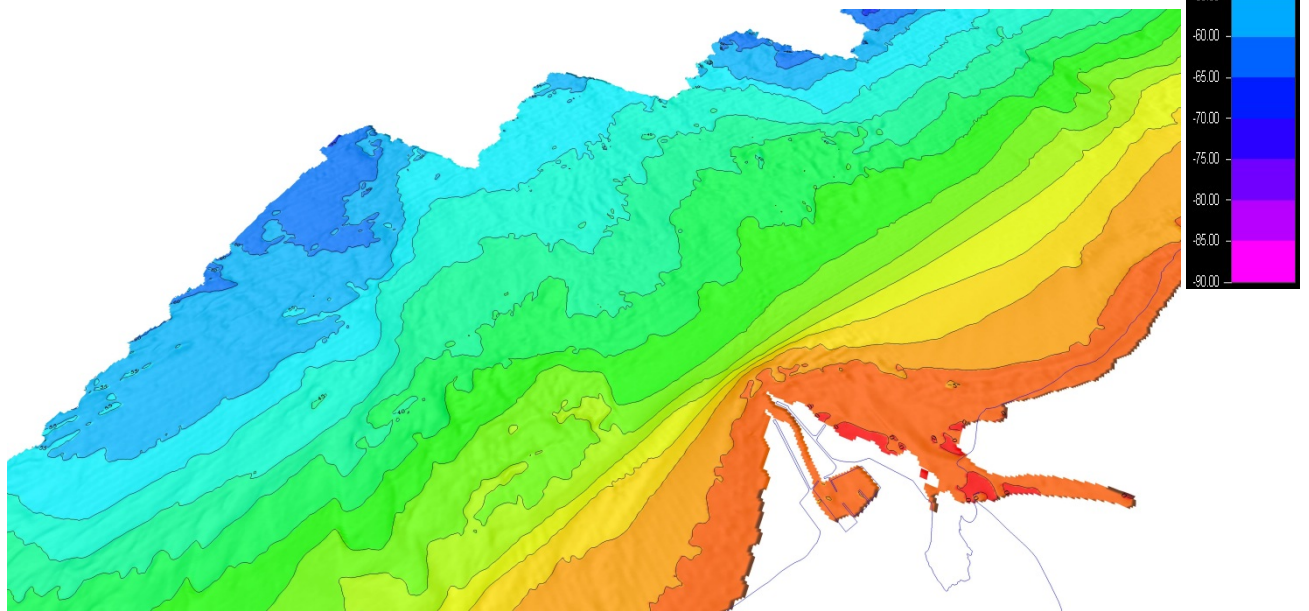


圖3-42、100年度海域基本圖測繪工作水深測量成果色階圖

-新竹漁港外海地形

本案施測過程中，因遇定置漁網、或是於漁港內船舶停靠與港區過淺導致無法進行船測作業之區域，本團隊針對此些區域特別將其地形成果圖放大展示並提出其相對應照片以進行佐證。

(1)竹、苗外海定置漁網區：

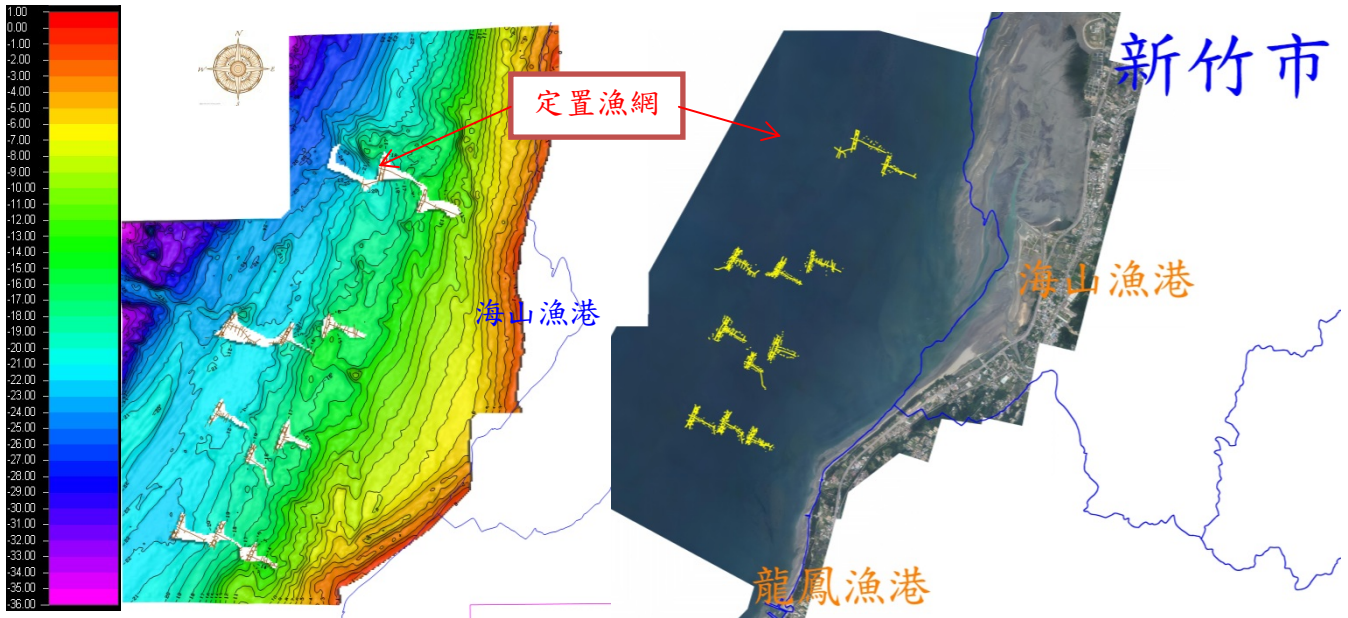


圖3-43、竹、苗外海定置漁網無法施測區域之水深測量成果色階圖(左)與其正射影像套疊定置漁網位置圖(右)



圖3-44、竹、苗外海定置漁網無法施測區域之佐證照片

(2) 永安漁港:

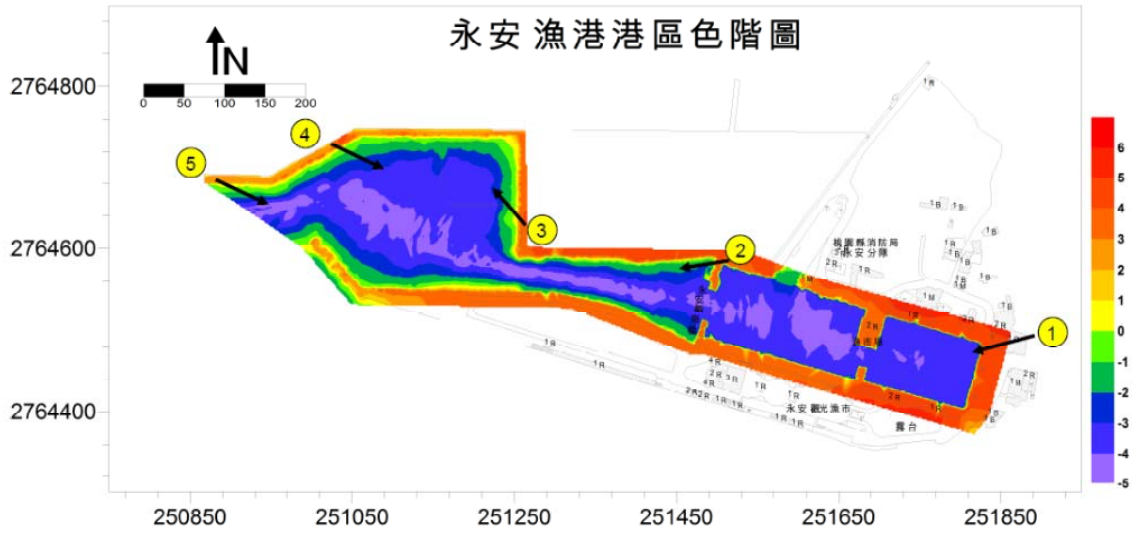


圖3-45、永安漁港港區水深測量成果色階圖



圖3-46、永安漁港無法施測區域之佐證照片-位置1





圖3-47、航道退潮情形(由永安觀海橋向港嘴看)-位置2



圖3-48、迴船池退潮情形（一）-位置3





圖3-49、迴船池退潮情形（二）-位置4



圖3-50、港嘴退潮情形-位置5

(3)新竹漁港:

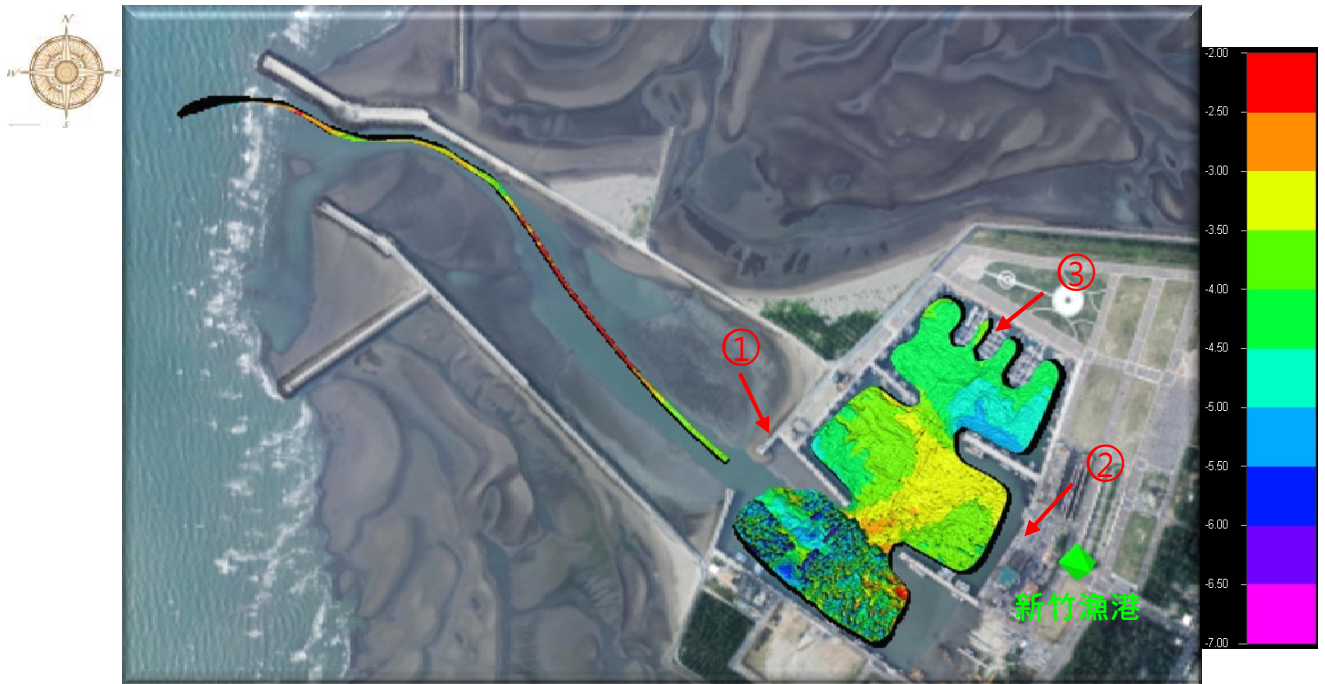


圖3-51、新竹漁港港區水深測量成果色階圖



圖3-52、新竹漁港安檢所前淤砂情形-位置1



圖3-53、新竹漁港漁會前船隻停靠-位置2



圖3-54、新竹漁港船隻停靠-位置3



(4)海山漁港:

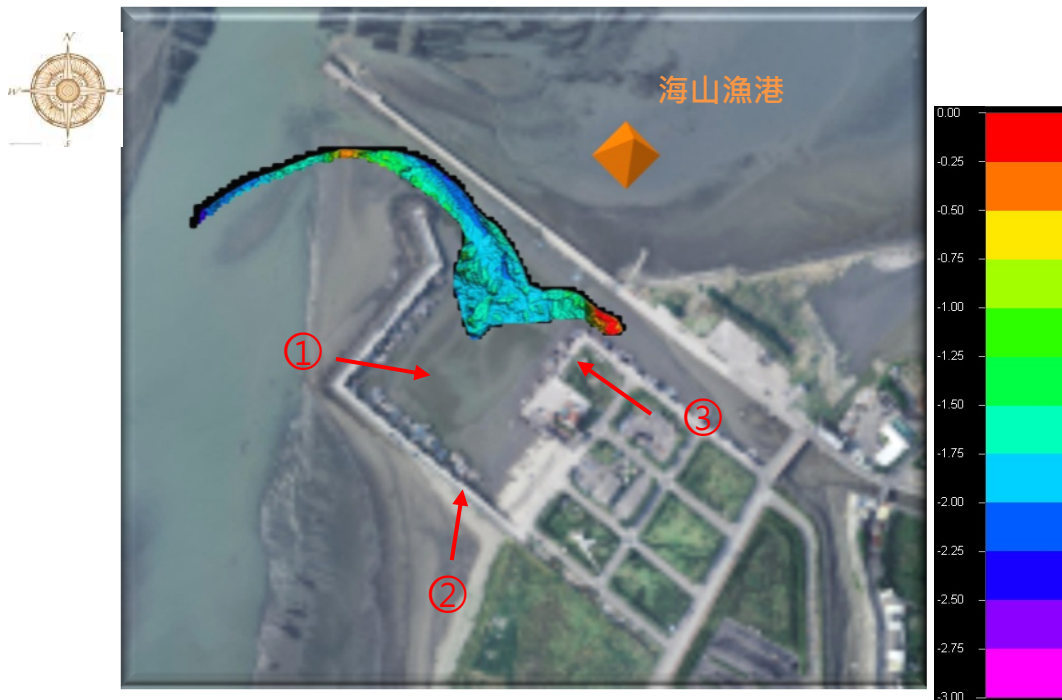


圖3-55、海山漁港港區水深測量成果色階圖



圖3-56、海山漁港港區內抽砂船作業情形-位置1





圖3-57、海山漁港船隻停靠情形-位置2



圖3-58、海山漁港船隻停靠情形-位置3

(5)龍鳳漁港:



圖3-59、龍鳳漁港港區水深測量成果色階圖



圖3-60、龍鳳漁港港區曳船道照片-位置1



圖3-61、龍鳳漁港港區船隻停靠情形-位置2



圖3-62、龍鳳漁港船隻停靠情形-位置3



## 四、試作底質調查

海床底質是維護與開發海洋環境資源極為重要的資訊，海床質地可以是泥、沙、礫石、岩石、生物沉積乃至珊瑚礁，各自代表其物理、化學及生態系環境，也分別代表其環境容忍度以及可開發使用的方式與程度。對於近岸的海域國土測繪而言，其重要性不亞於水深地形的資訊。然而由於完備的底質分析必須直接自海床取樣，所費時間、設備與人力成本甚高，因此以聲納遙測方式快速、大量且低成本的取得海床底質資訊是一個合理的努力方向。

聲納測量的基本物理過程是以聲波射向海床，再由其回波之物理性質獲取海床資訊，除了初達聲波的走時可以回推海床深度之外，其回波強度乃至聲波頻譜之改變都可以間接反映出海床的物理特性，如底質硬度、沉積物粒徑或地形崎嶇度等等。因為多數聲納接收器的類比數位轉換頻率尚未達到可以完整分析頻譜變化的地步，以頻譜變化分析底質的技術也尚未達到實用的階段。目前聲納系統最常使用回波強度作為了解海床物理性質的依據，其中最典型的範例就是側掃聲納。

然而側掃聲納亦有其先天的不便之處，首先它必須使用拖曳方式測量以取得聲波影像之穩定性；其次各方向的回波其實是以不同的入射角射向海床，其強度較變化受到斜射角度的影響常常大於底質的變化，較難導出正確的底質與強度量表。相對的，單音束測深聲納以較為固定的垂直角度入射海床，影響回波強度的變因中底質的因素較為明確，是值得嘗試建立強度與底質關係的測量方式。此外，多音束聲納雖然也有斜射的問題，但是其斜射角度可以同步測得，角度與強度的變化關係反而可以做為分析底質的另一個向量。

本案計畫以使用不同聲納回波強度建立底質分類表為目標，測試期間輔以底質採樣、側掃聲納測量等方式做為資料研究比對的基礎，期望最終可以建立適合台灣周邊海域使用之底質與聲納回波強度之關係量表。



## (一) 試作底質調查作業原理

聲納系統可以取得的最直接測量值為音訊自海底返回的「時間」與「強度」。由時間參數，我們可以精確計算出海底深度；但是想藉由強度推估底質的物理關係則較為複雜。首先水中聲波的強度自發射到接收期間，非關底質的變因很多，包括發射強度、距離、音束束寬乃至水質清濁等等，通常測得的原始強度值必須經過許多的環境參數修正調整之後才會得到與底質相關的「反射係數」。早期底質研究偏重於此單純反射係數的測量，但是計算結果與底質分類的相關性還是不夠明確，所幸聲納系統可以取得的資訊不止於此。

海床「底質」的意義除了單純的反射係數所代表的硬度與密度，還有底質顆粒的粒徑大小(Grain Size)或表面粗糙度(Roughness)，這些性質可以在反射(Reflection)之外，也產生不同程度的散射(Scattering)效果。譬如我們平滑地面拍球，球會垂直彈跳；如果在礫石灘上拍球，方向就不一定了。一般海洋地質學家最常以泥、沙、礫石與岩石等概念分類底質，隱含的物理意義其實主要是粒徑與粗糙度，其次才是硬度或密度。因此加入測量「散射」狀態的概念成為目前聲納底質探勘技術之主流，少數已商業化運作的系統皆以此為核心。如圖3-63為一音束反射與散射的示意圖，其中的實線代表聲納發射與反射的束寬範圍，虛線代表考慮底質粗糙度後可能產生變異的回波範圍，越是粗糙的表面，實虛線(散射)的偏離就會越大。

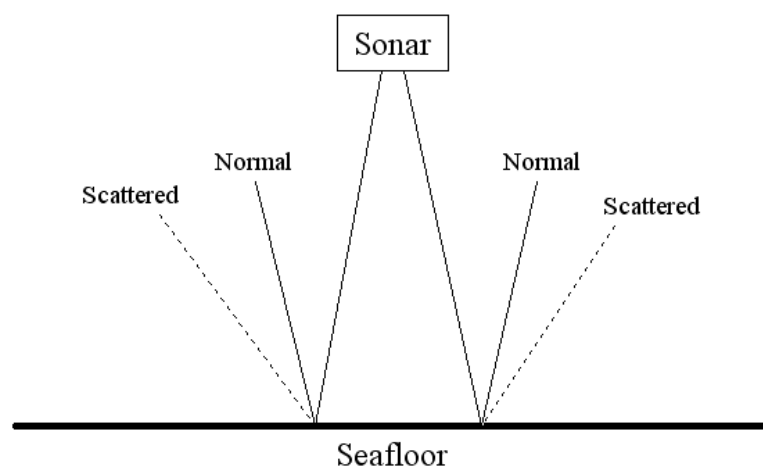


圖3-63、音束反射與散射的示意圖

如何以現有聲納工具測量散射狀態?關鍵在以多角度觀察音訊回波，或觀察各角度入射海床回波的差異，這是多音束聲納的專長。雖然也有商用系統使用單音束聲納接收多次複反射的訊號，依其強度衰減來估算散射效應，進而推測底質，但是效果應不如多音束聲納陣列的接收與分析。簡而言之，多音束聲納以不同角度發出聲波入射海床，並完整記錄所有回波的時間及強度，可提供足夠的資訊分析計算反射與散射的複合效效果，據此逆推底質。這是目前水下科技中最为合理有效的底質探勘技術。

## (二) 試作底質調查調查範圍

調查範圍涵蓋2幅五千分之一圖幅範圍，並以涵蓋魚礁區、沈船、海底管線為原則，但秉持本案之用意在於由聲納資料直接區分不同底質，故而所選之區域依據1995年地質調查所臺灣附近海域沉積物分布圖，於2不同底質交界處進行試驗(圖3-64)，五千分之一圖幅號為**96233072**與**95232099**。其中圖幅95232099則涵蓋多處魚礁區，如圖3-65。



圖3-64、預選試作底質調查作業範圍

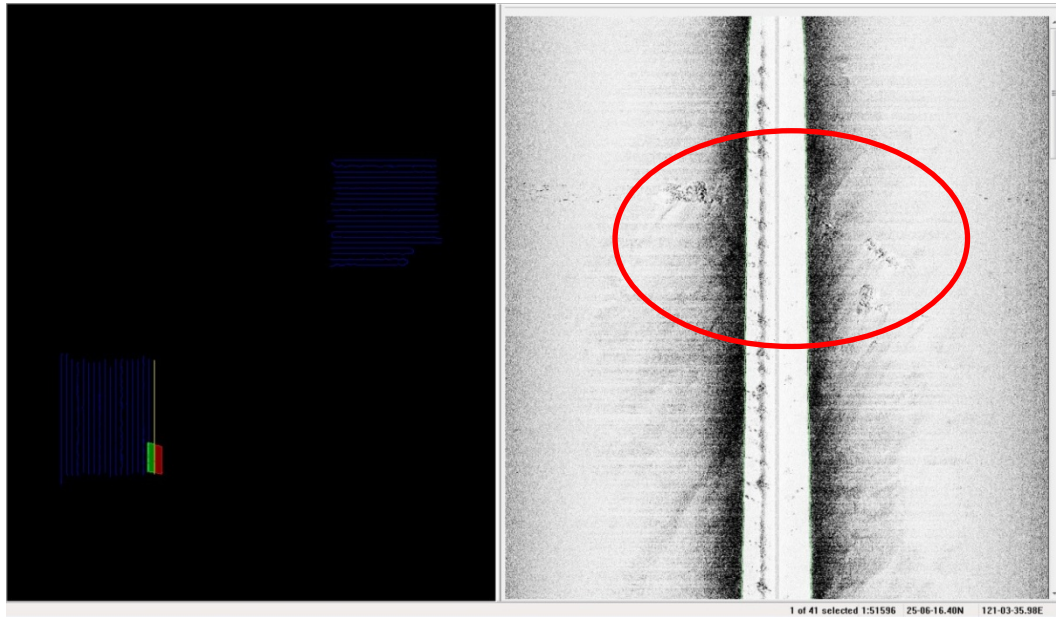


圖3-65、側掃聲納所測得之魚礁影像

### (三) 底質調查方法

本案需以不同頻率之聲納設備進行，故於此2區採不同頻率之多音束與單音束進行底質資料蒐集，且該設備能紀錄回波強度訊號，本團隊所使用之儀器為RESON SeaBat 8124多音束測深機(聲源頻率200kHz)與Kongsberg EA400P雙頻單音束測深機(使用聲源頻率38kHz)(圖3-66)，執行作業使用儀器設備清單詳如“附錄三、100年度海域基本圖試作底質調查成果報告”，測線間距及各項改正依水深測量規定辦理，規劃測線如圖3-67所示，實際航跡如圖3-68所示。RESON SeaBat 8124多音束測深機搭配HYPACK MAX水深測量軟體之資料接收畫面如圖3-69，其中包含由聲波回波所形成的聲納影像，具有初步底質判識或特徵物搜尋之功能。由HYPACK MAX所收集之多音束原始資料格式如附件11、Hypack多音束原始資料格式所示，單音束則由EA400執行程式所收集，原始資料格式則如附件12、EA400資料格式所示。水深結果色階圖如圖3-70所示。調查資料包括(GPS位置資料、聲納指向資料、姿態感應器資料、深度資料、回波強度資料等)均存放於“試作底質成果光碟-水深調查資料”資料夾中。



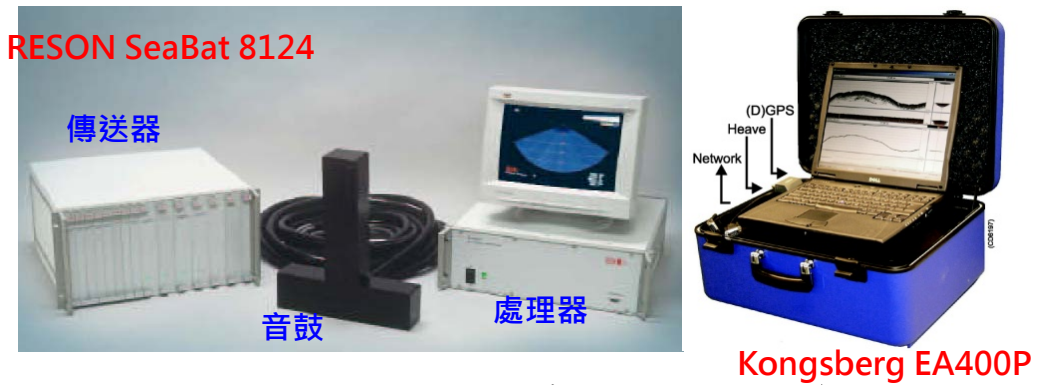


圖3-66、試作底質調查所使用之測深儀

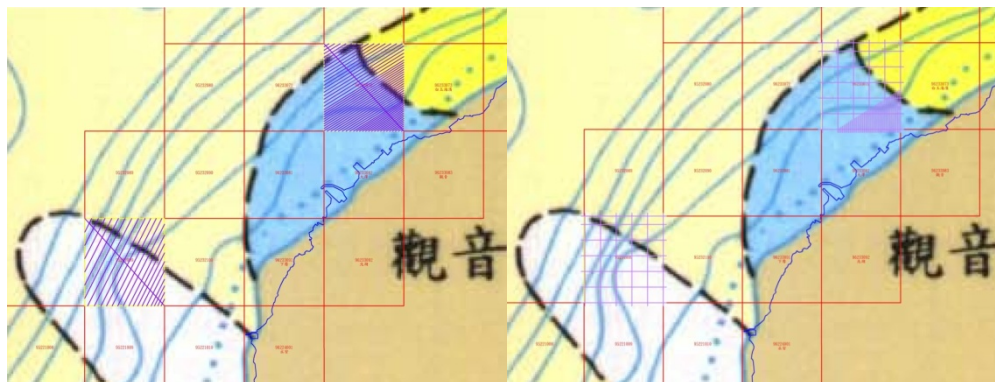


圖3-67、水深測量規劃測線-多音束(左圖)與單音束(右圖)

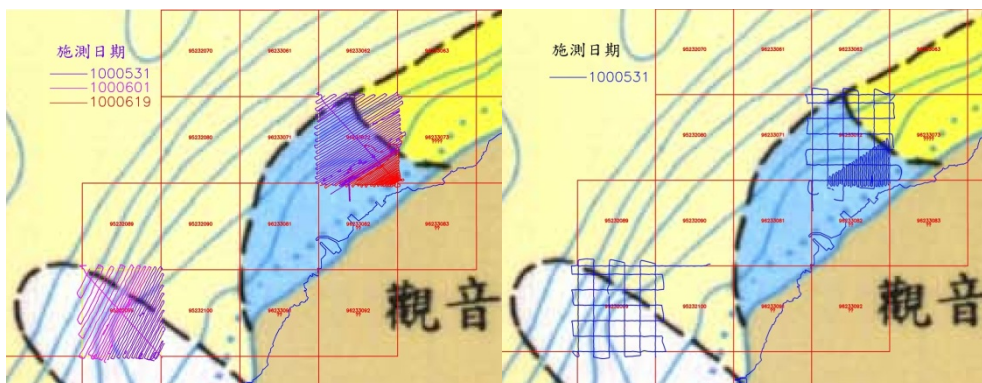
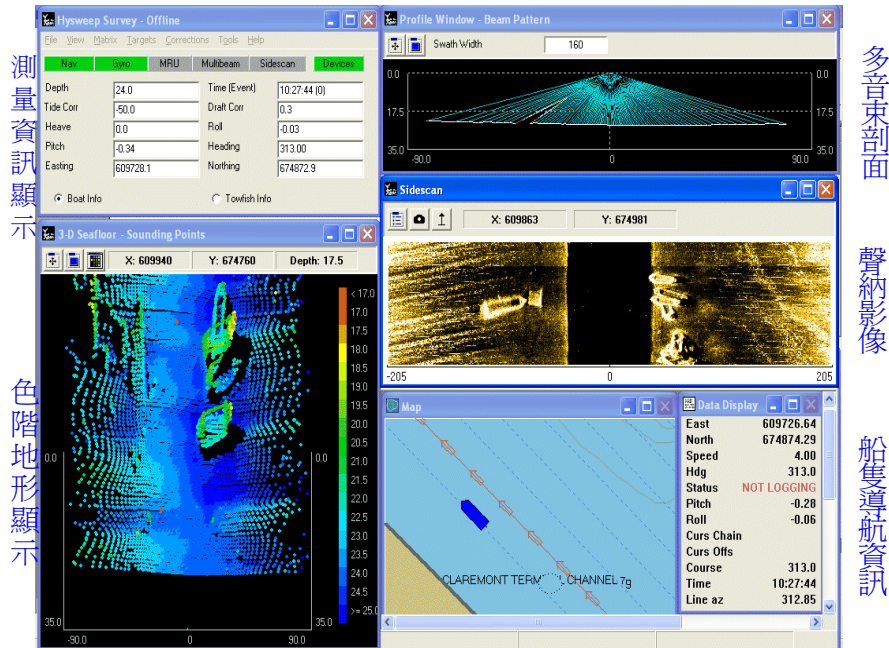


圖3-68、水深實測航跡圖-多音束(左圖)與單音束(右圖)





測量資訊顯示  
色階地形顯示

多音束剖面  
聲納影像  
船隻導航資訊

圖3-69、多音束測深機搭配HYPACK MAX 軟體資料收集畫面

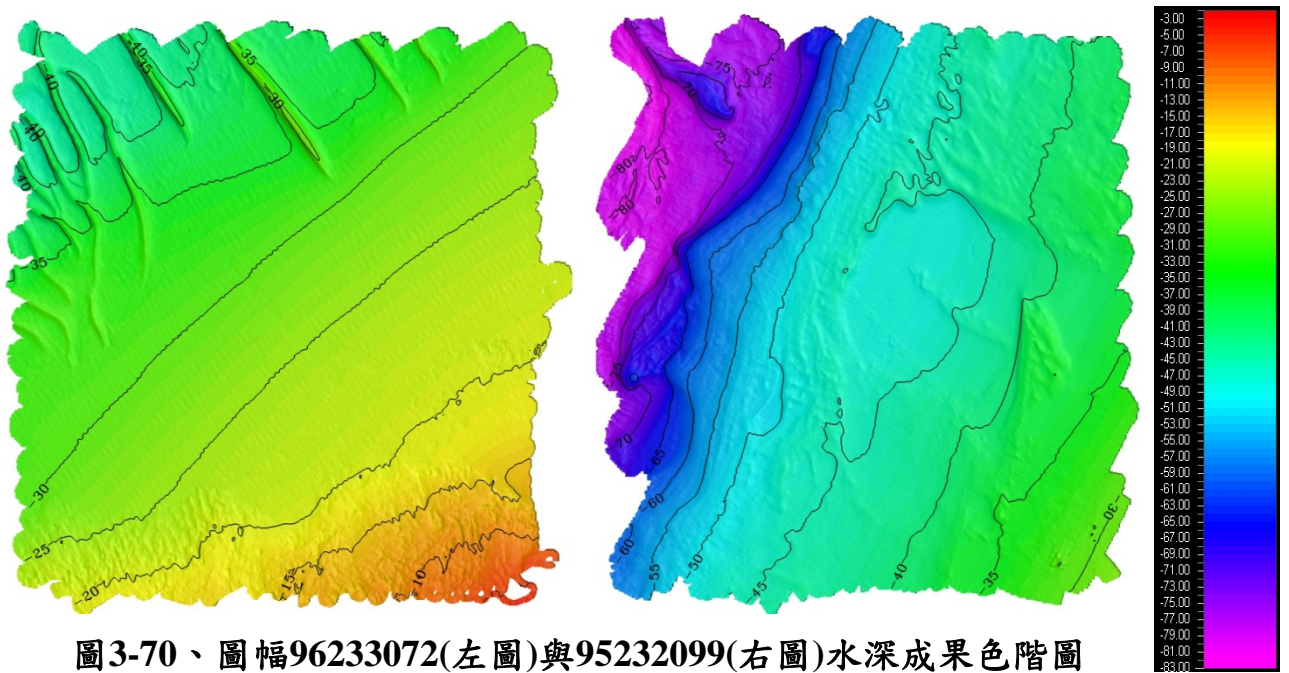


圖3-70、圖幅96233072(左圖)與95232099(右圖)水深成果色階圖

#### (四) 實地驗證

此外，本案使用側掃聲納與海床底質採樣作為實地驗證。因鑒於本案位於臺灣西部海域，測區範圍內多為細粒沉積物為主，若以水下攝影方式進行驗證，一方面怕水中濁度太高、能見度差，另一方面若僅以攝影影像無法明確辨識出底質之差異，因此選擇以側掃聲納全面性掃描配合多點採樣並進行底質分析以進行驗證。

本團隊以Edgetech 4200FS雙模式數位型側掃聲納儀(圖3-71)以100%以上覆蓋率進行全面性之影像收集，收集軟體則使用“DISCOVER”，原始資料格式則如附件13、側掃聲納原始資料格式所示，側掃聲納資料包括(GPS位置資料、底拖電纜釋放長度、回波強度資料等)均存放於試作底質成果光碟“側掃聲納資料”資料夾中。側掃聲納規劃測線如圖3-72所示，實際航跡則如圖3-73所示，側掃聲納鑲嵌影像如圖3-74、圖3-75；而實地採樣則以底質採樣器取樣(圖3-76、圖3-77)於圖幅96233072採樣9處樣本，圖幅95232099採樣10處樣本以驗證之，實際採樣點位如圖3-78所示，以均勻分布作業區為原則，底質取樣樣本如圖3-79，100年海圖表層沉積物採樣紀錄表如附件14、100年海圖表層沉積物採樣紀錄表所示。沉積物則以粒徑分析進行分類。

本團隊採用Edgetech 4200FS雙頻側掃聲納儀，此為新一代的側掃聲納儀器，作業性能如下：

- 聲納頻率120kHz及410kHz，可選擇高精度模式**High Definition Mode(HDM)**或高速度模式**High Speed Mode(HSM)**操作：本案為求資料品質全程採用高精度模式收集資料。
- 高精度模式:為通常的操作模式，透過90cm特長的收發音鼓陣列可得到更高的解析度。
- 高速度模式:在作業速度高於10節時進行雙脈衝操作，仍可符合NOAA和IHO規範中的“目標探測”要求，可媲美一般側掃聲納在4節操作的解析度，以提高作業效率。
- 解析度:在垂直航線方向，120kHz為8cm、410kHz為2cm;在平行航線方向，120kHz為2.5m(射距Range在200m時)、410kHz為0.5m(射距Range在100m時)。

- 側掃最大幅寬:120kHz為左右各500m、410kHz為左右各150m，最大作業深度為1000m。
- 內建艙向儀、橫仰和俯擺校正儀。



圖3-71、Edgetech 4200FS側掃聲納儀拖魚及資料接收電腦

表3-20、側掃聲納底拖電纜釋放長度紀錄表

圖號	檔名	掃幅(m)	施放長度(m)	入水深(m)
95232099	20110531001418.jsf	200	50	7
95232099	20110531003320.jsf	200	60	8
95232099	20110531005621.jsf	200	60	8
95232099	20110531011423.jsf	200	60	8
95232099	20110531013045.jsf	200	60	8
95232099	20110531014648.jsf	200	60	8
95232099	20110531020222.jsf	200	60	8
95232099	20110531021844.jsf	200	60	8
95232099	20110531023626.jsf	200	60	8
95232099	20110531025305.jsf	200	60	8
95232099	20110531030757.jsf	200	60	8
95232099	20110531032246.jsf	200	60	8
95232099	20110531033924.jsf	200	60	8
95232099	20110531035454.jsf	200	60	8
95232099	20110531041118.jsf	200	60	8
95232099	20110531042637.jsf	200	60	8
95232099	20110531044440.jsf	200	60	8
95232099	20110531045834.jsf	200	60	8
96233072	20110531055235.jsf	150	30	8
96233072	20110531055412.jsf	150	10	6



表3-20、側掃聲納底拖電纜釋放長度紀錄表(續)

圖號	檔名	掃幅(m)	施放長度(m)	入水深(m)
96233072	20110531061344.jsf	150	10	6
96233072	20110531062427.jsf	150	10	6
96233072	20110531063530.jsf	150	10	6
96233072	20110531064811.jsf	150	10	6
96233072	20110531065011.jsf	150	10	6
96233072	20110531070332.jsf	150	10	6
96233072	20110531071912.jsf	150	10	6
96233072	20110531073511.jsf	150	20	6
96233072	20110531075137.jsf	150	20	6
96233072	20110531080546.jsf	150	20	6
96233072	20110531082910.jsf	150	20	6
96233072	20110531083224.jsf	150	20	6
96233072	20110531084449.jsf	150	20	6
96233072	20110531085829.jsf	150	20	6
96233072	20110531103631.jsf	150	30	7
96233072	20110531105258.jsf	150	30	7
96233072	20110531110924.jsf	150	30	7
96233072	20110531112343.jsf	150	30	7
96233072	20110531113719.jsf	150	30	7
96233072	20110531115325.jsf	150	30	7
96233072	20110531120730.jsf	150	30	7
96233072	20110531121708.jsf	150	30	7

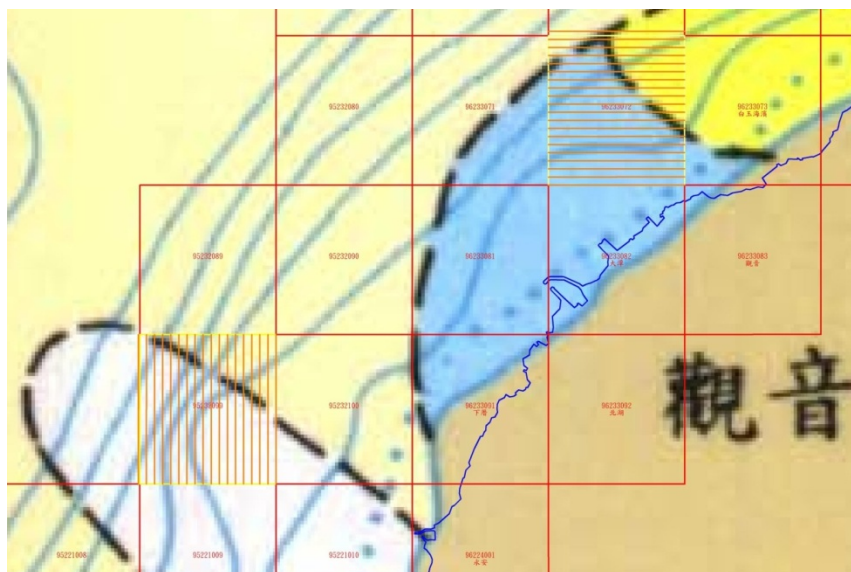


圖3-72、側掃聲納規劃測線



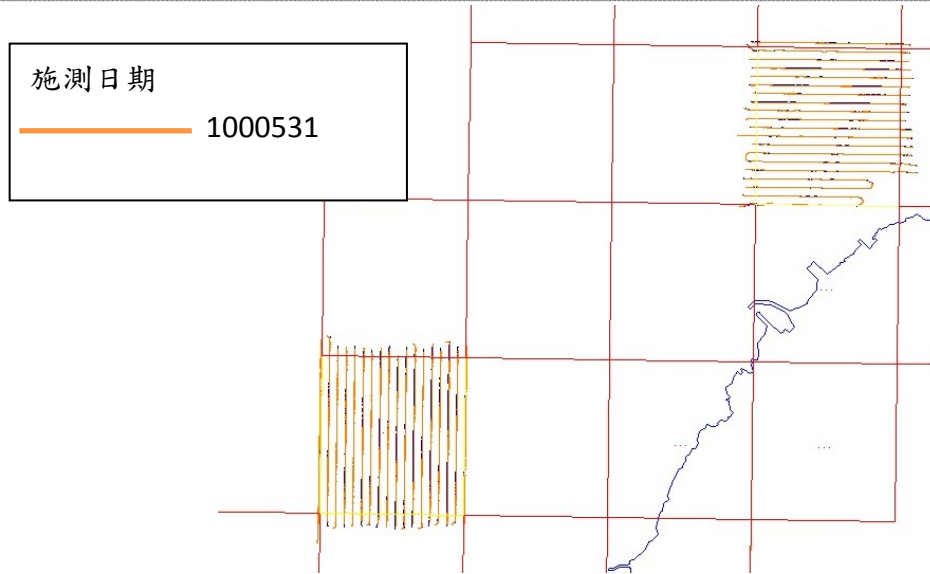


圖3-73、側掃聲納實測航跡圖

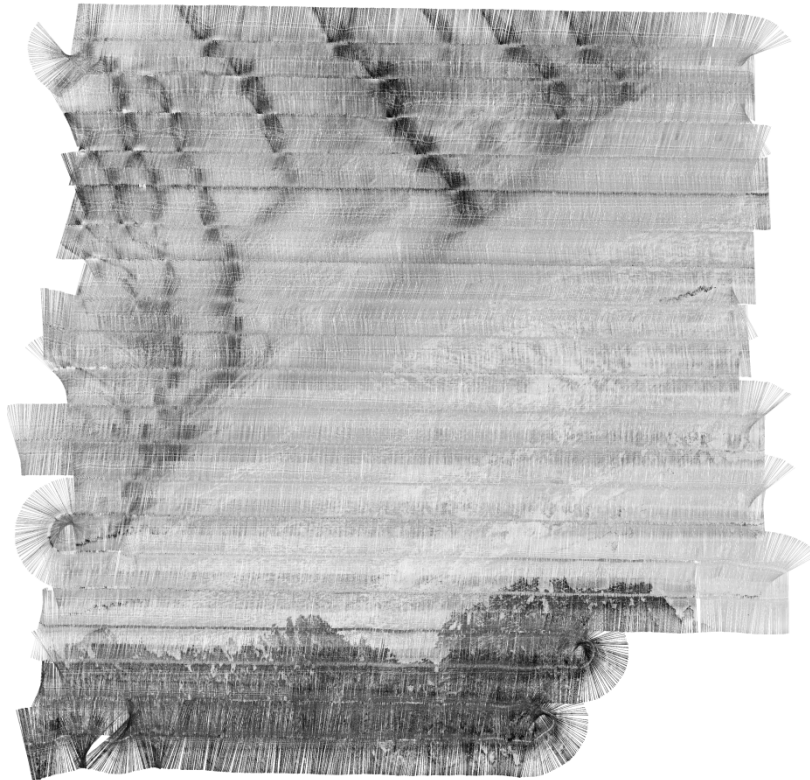


圖3-74、側掃聲納影像鑲嵌圖(圖幅: 96233072)



圖3-75、側掃聲納影像鑲嵌圖(圖幅: 95232099)



圖3-76、底質採樣器取樣工作照片(1)





圖3-77、底質採樣器取樣工作照片(2)

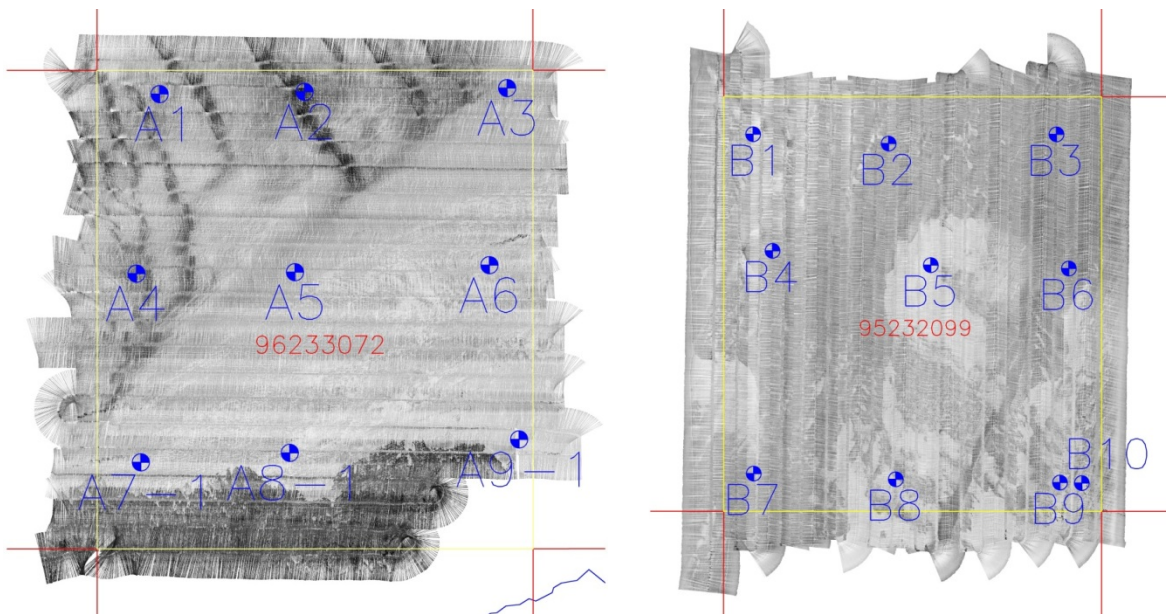


圖3-78、96233072(左)與95232099(右)採樣實際點位與側掃聲納影像鑲嵌圖



圖3-79、海床底質實地取樣樣本

#### (五) 分類軟體

本案採用CARIS公司出品之HIPS & SIPS軟體(圖3-80)進行多音束聲納的資料處理，此軟體中最新的Geocoder概念也提供了所謂Angular Response的分析，其核心概念便是上述討論到的多角度回波觀察，目的就是提供底質分析之用。事實上，該軟體已經提供完整的底質分析操作介面，以及合乎一般海洋地質領域概念的分類模式，該模式並可依地區特性加以彈性調整，非常適合於本案之實驗試作底質調查。

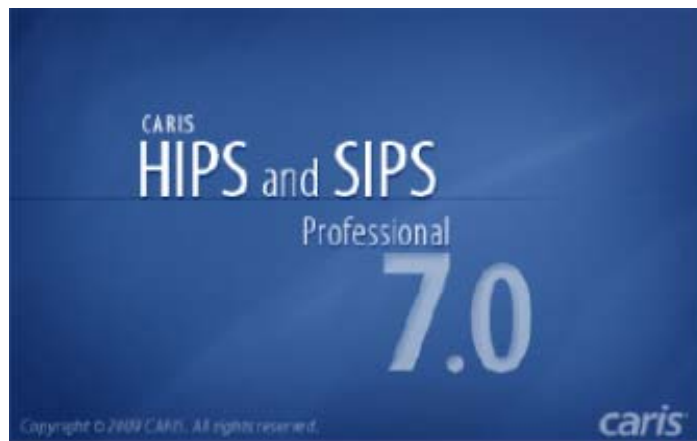


圖3-80、CARIS公司出品之HIPS & SIPS軟體

另一底質探勘領域中常被提到的技術是測量分析不同「音頻」的海床反應。這種差異反應主要還是來自於散射效應，也就是底質表面的粗



糙度。對於海水與多數海床之間而言，聲納高低頻的反射係數差異極微，但是不同音頻便有不同的波長，相對於同樣粗糙的表面便會有不同的散射程度反應。通常高頻會隨表面粗糙而散射，低頻相對不敏感。如果某地的高低頻回訊極為相似，可視為表面光滑，反之就是粗顆粒或粗糙表面了。

簡言之，以聲納進行底質探勘之目標物理量為底質的反射係數以及表面粗糙度。一般數位化能力良好之任何聲納系統包含單音束聲納皆可勝任測量「反射」係數的任務，然而單純的反射係數可提供的底質資訊實為有限。簡單測得的所謂「反射」係數，實際上混雜了不確定比例的散射效應，對於底質的判斷當然也難以精準。因此先進之底質測量概念應以多角度或多頻率的觀察同時測量反射強度與散射效應，以獲取包含底質粗糙度在內的重要資訊，作為底質推估的基礎。

## (六) 分類方法

本試驗之目的在於希望由聲納回波強度，可以將海底表層沉積物依其分布範圍分別分類出來，然此方法僅能相對性地概分出底質特性不同之區域，因此本次試驗方法即藉由聲納回波訊號之反射強弱，先概略性的分出範圍，再套疊實際採樣之粒徑分析結果，進而明確的分類出不同海床底質之範圍。

## (七) 分類成果

本實驗在測試區分別進行了現場採樣、多音束、單音束以及側掃聲納等項目之探勘，並以採樣結果為主分別進行不同設備所反映之回波反射強度之結果。以下依其與底質相關之內容分析說明：

### 1. 底質採樣：

現場採樣經由粒徑分析結果如表 3-21，標號位置請參考圖 3-78。藉由對照側掃聲納影像圖，A1→A3 與 A4→A6 兩組資料皆顯示出離岸由遠到近的底質變化，粗顆粒由多變少。至於 A7-1→A9-1 藻礁區的採樣則應該來自礁石空隙處，就缺少上述的趨勢。根據一般海洋地質學的研究，較強的海流加上粗顆粒沉積物是一般砂波出現的基本條件，與上述趨勢也相當符合。至於 B 區的顆粒變化趨勢則較不

明顯，並未顯示出離岸遠近或與側掃聲納影向明顯相關的差異趨勢。

表3-21、現場採樣分析結果表

樣號	礫石(%)	砂(%)	細顆粒(%)	含水量(%)
A1	0	62.13	37.87	35.62
A2	0	18.75	81.25	17.92
A3	0	3.95	96.05	26.86
A4	0	24.45	75.55	23.87
A5	0	0.00	100.00	26.43
A6	0	1.89	98.11	28.25
A7-1	0	0.00	100.00	28.07
A8-1	0	0.69	99.31	28.13
A9-1	0	35.04	64.96	22.27
B1	0	0.00	100.00	31.39
B2	0	6.36	93.64	30.26
B3	0	70.71	29.29	32.89
B4	0	0.00	100.00	27.41
B5	0	34.82	65.18	30.72
B6	0	30.40	69.60	29.32
B7	0	18.45	81.55	31.63
B8	0	0.02	99.98	16.94
B9	0	27.56	72.44	31.53
B10	0	61.92	38.08	30.51

## 2. 側掃聲納：

側掃聲納影像鑲嵌及資料解釋結果如圖 3-81、圖 3-82，圖中可以清晰分辨不同底質，包括泥/細砂、砂、礫、岩(礁)等之差異，圖幅 96233072 部份更可明顯看出西北側有顯著的砂波(Sand wave)地形，南端則為具有強散射反應的藻礁區。資料顯示側掃聲納仍不失為判斷底質分佈之最佳工具。

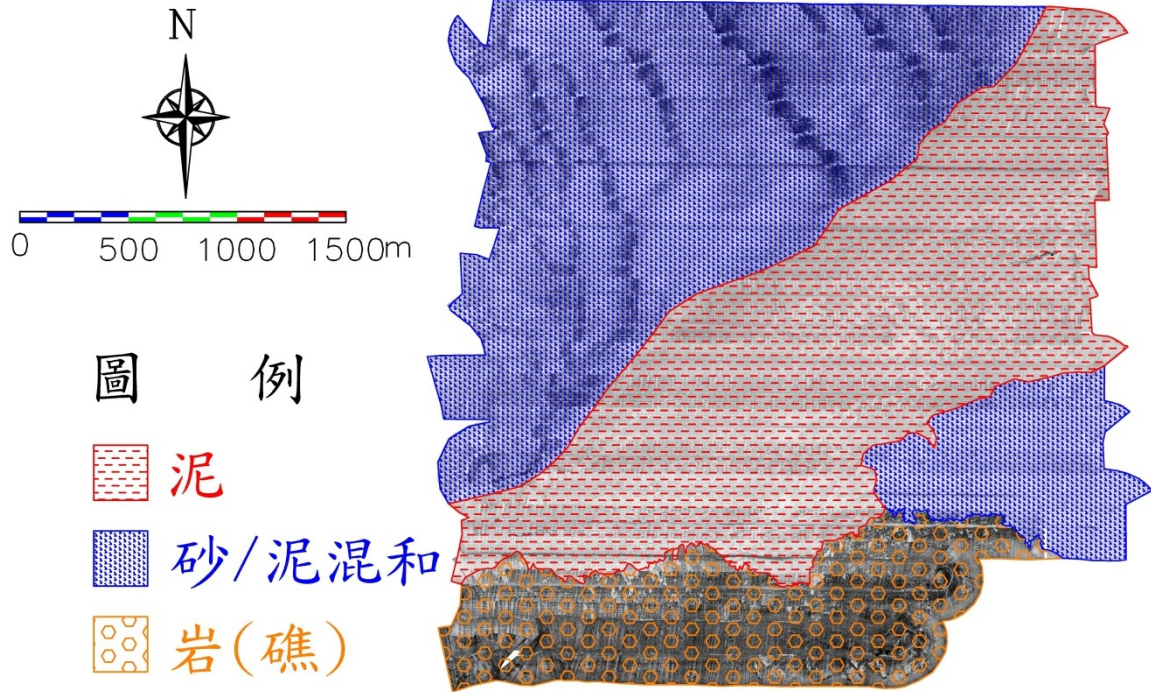


圖3-81、圖幅96233072底質分類圖

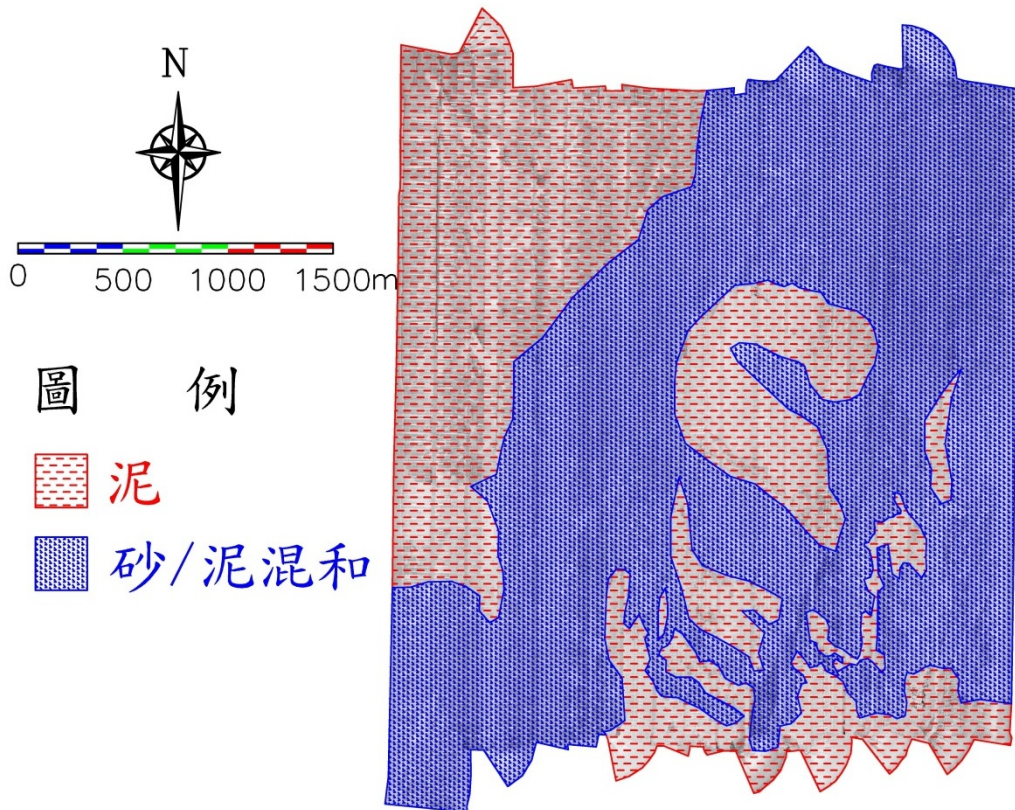


圖3-82、圖幅95232099底質分類圖



### 3. 多音束聲納底質分析：

自多音束測深聲納取得之回波強度分佈如圖 3-83、圖 3-84 所示，由於其聲波頻率與波束模式與側掃聲納相似，因此分析結果亦有類似之趨勢特徵，藉由採樣資料與回波強度分布所得底質分類圖如圖 3-85、圖 3-86。其主要差異是側掃聲納解析度(資料點密度)較高，但位置資訊準確度低；相對的，多音束測深因為機具為定置式而非側掃聲納的拖曳式，測得資料位置正確性高，但密度較低。

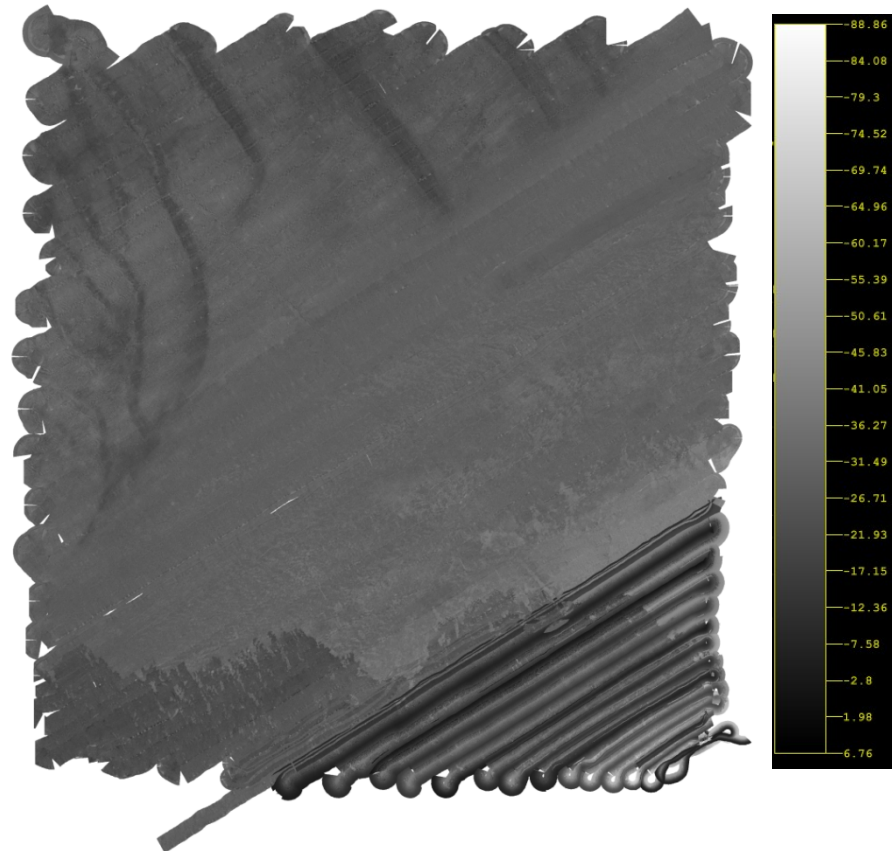


圖3-83、圖幅96233072多音束回波強度分佈圖



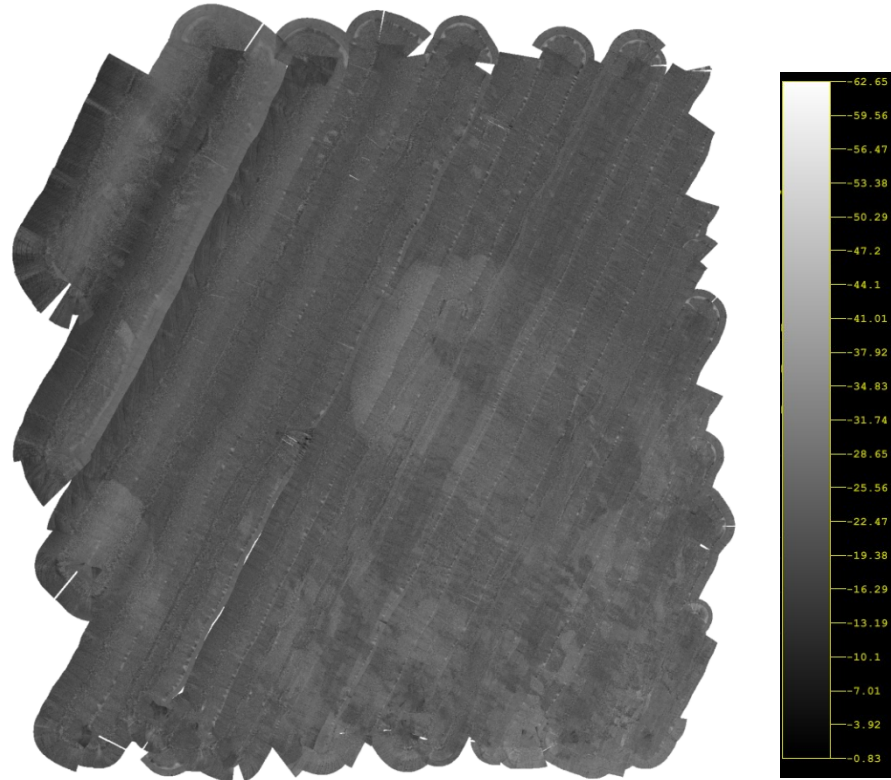


圖3-84、圖幅95232099多音束回波強度分佈圖

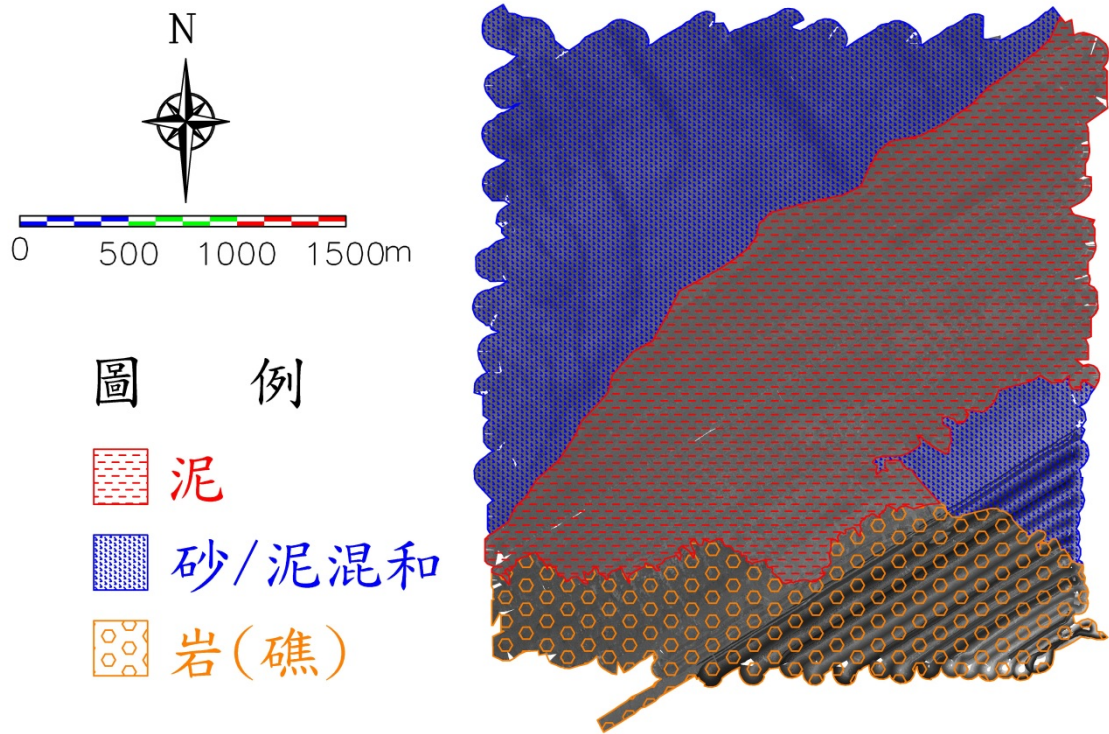


圖3-85、圖幅96233072底質分類圖-以多音束聲納回波訊號強度分類

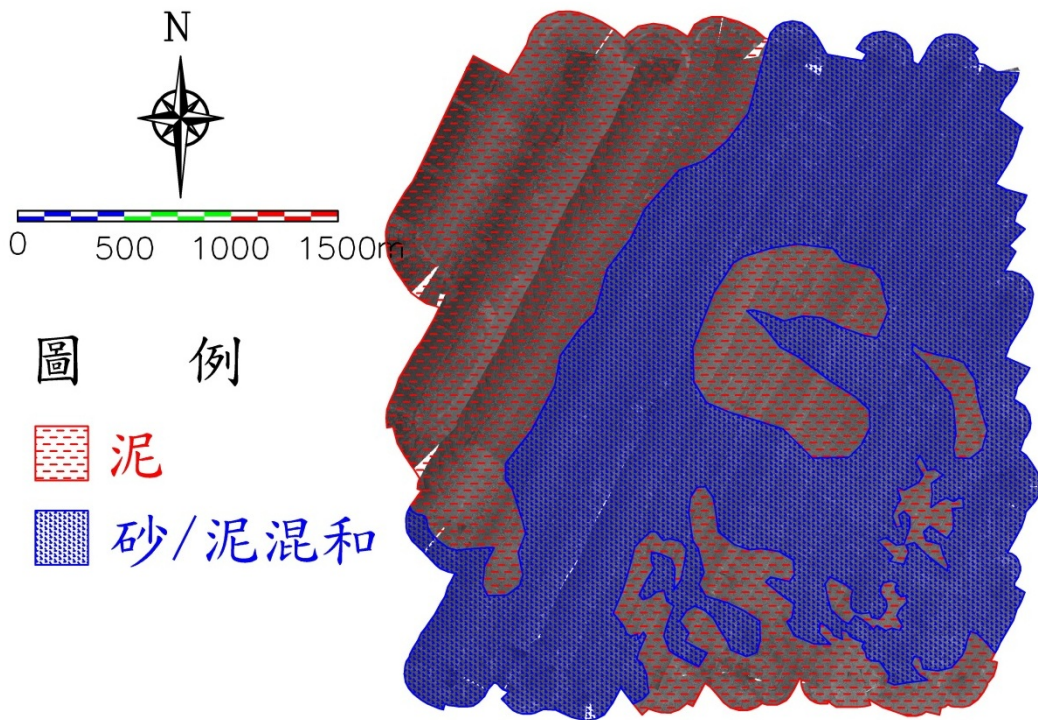


圖3-86、圖幅95232099底質分類圖-以多音束聲納回波訊號強度分類

#### 4. 單音束聲納分析：

單音束聲納取得之底質反應分佈如圖 3-87、圖 3-88 所示。基本上資料強弱變化呈現高雜訊的狀態，究其原因可能是單音束聲納只收發較窄音束範圍內的訊號，因此對於音束傾斜或遇到粗糙表面時回訊接收強度完整性不如以較寬音束收發的多音束或側掃聲納之故。然而，此資料在 A 區圖幅 96233072 依舊可以看出在中央到偏北區塊內，已證實為較粗顆粒分布之靠海一側音訊較強，近岸細顆粒沉積層區音訊平均值相對較低。同時，南側藻礁區雖具有最堅硬的表面，但是訊號雜亂且平均值偏低，原因應該是表面不平坦，導致高散射現象，音訊無法垂直回到聲納方向充分被接收之故。此現象亦說明以單音束聲納檢視底質的主要困難之一，就是地形因素常常超越底質因素，對於回訊強度有顯著的影響。



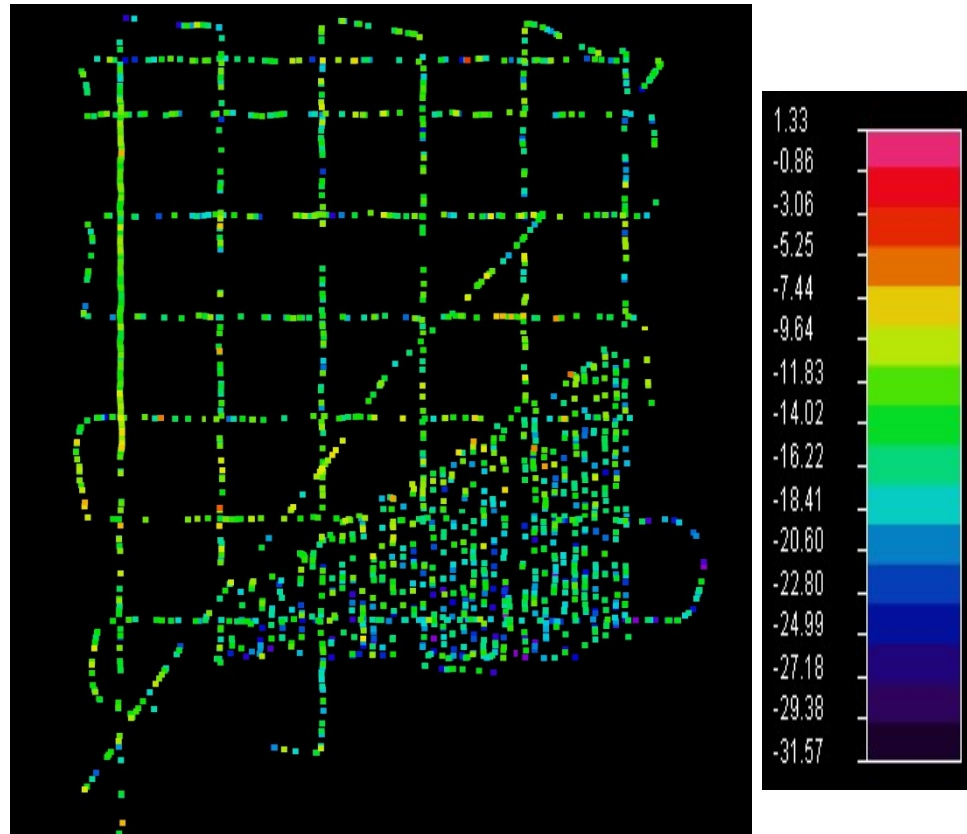


圖3-87、圖幅96233072單音束回波強度分佈圖

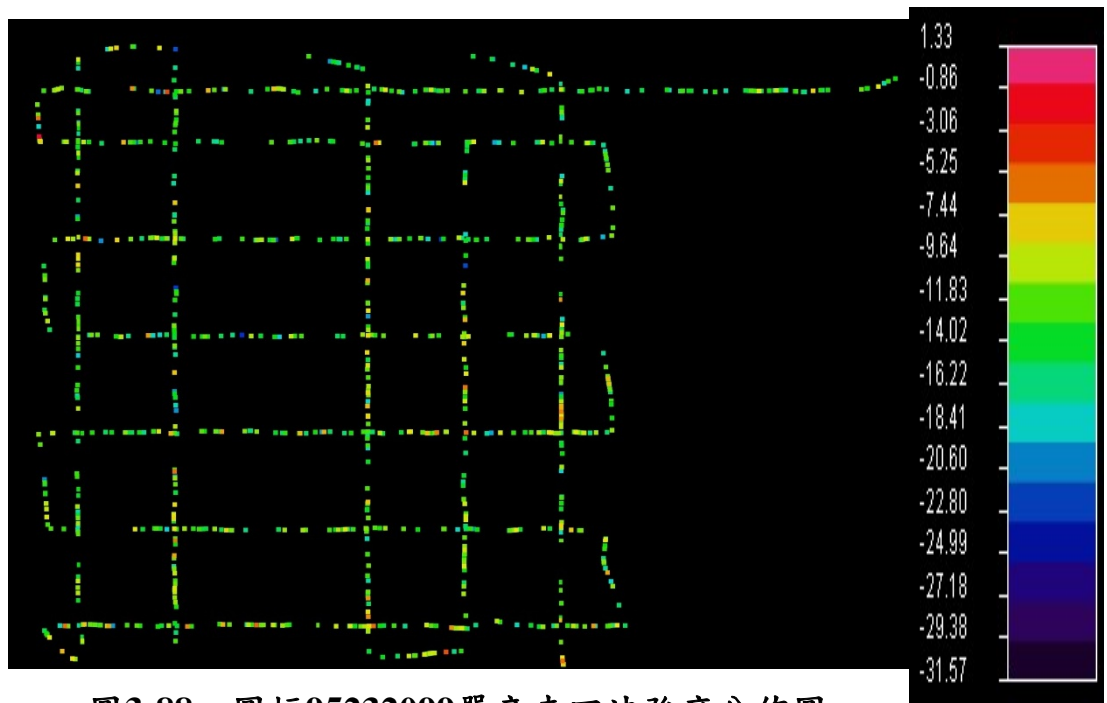


圖3-88、圖幅95232099單音束回波強度分佈圖

綜合言之，測試之 A 區圖幅 96233072 有較明顯的底質與地形變化，其南側為礁石區，側掃聲納與多音束聲納皆顯示出高強度的音



訊反應，單音束聲納則反而音訊強度偏低；在礁石區以外，西面靠海側有明顯的砂波地形，採樣顯示顆粒較粗，東面則較為平坦，顆粒較細。單音束資料確實反應出粗細顆粒在較平坦區域的音訊反應平均值略有差異，但雜訊高，不如多音束與側掃聲納資料平穩。測試之 B 區圖幅 95232099 則各項資料變化都較不明顯。

#### (八) 分類標準建議

本案藉由不同頻率聲納音訊回波強度資料，利用軟體CARIS之GEOCODER功能以分析聲納之回波強度資料以進行底質資料分類，並以側掃聲納與多點採樣進行驗證。

如上節分類成果分析所述，使用多音束或側掃聲納皆可清晰看出底質分佈實況，同時間，單音束聲納受限於聲納束寬較窄的收發方式，回波音訊隨著微地形或船隻搖晃等因素造成的強度起伏很大，如需作為底質分析依據必須審慎考慮地形因素的效應，並採取多筆資料平均計算的方式以抑制原始資料隨機性的高雜訊現象。

此外，藉由本次多音束聲納與側掃聲納之回波訊號強度所進行之底質資料分類，發現人工魚礁於側掃聲納影像中可明顯看出其位置，但於多音束之回波訊號中則較不易發現，反之，若於不同底質交界處，則側掃聲納與多音束訊號則可明顯分界出其底質差異性，因此建議，未來若要以聲納之回波訊號進行海床底質分類時，應以涵蓋不同底質區域進行分類，會有較好之分類成果。

經由本次試作調查結果，建議未來若需藉由聲納回波強度資料以分類海床底質時，可分為4大類即泥、砂、礫、岩(礁)，且同步進行側掃聲納影像掃描，並藉由適量的實地採樣以確切掌握底質實況。

## 五、各項海洋測繪成果製作

各項海洋測繪成果包含海域基本圖、GIS格式資料與數值高程模型製作等，本節將針對各項成果製作方式分述如後：

### (一) 海域基本圖：

- 1.陸域圖資由測繪中心提供比例尺二千五百分之一之圖資，經由本團隊縮編至比例尺五千分之一，再整合製作於相關成果中。平面基準採TWD97二度分帶坐標系統，高程基準採TWVD2001一等水準系統。海域基本圖製作流程如圖3-89，相關製作規定說明如下。
- 2.圖幅範圍及圖號：圖幅分幅方式及圖幅編號與內政部相片基本圖及基本地形圖分幅方式相同。
- 3.地物、地類、地貌之分層分類參照「基本地形資料分類編碼說明」與100年度「海域基本圖測繪工作」案服務建議徵求書之附錄2「地形資料分類補充表」辦理進行分類編碼。
- 4.圖式參照內政部「基本地形圖資料庫圖式規格表」與100年度「海域基本圖測繪工作」案服務建議徵求書之附錄2圖示，如無規定則依中華民國海軍水道圖海圖圖例標準。
- 5.等深線之繪製以內插模式產生，依測點內插計算得正交網格(GRID)或組成不規則三角網(TIN)，再藉此內插產生等高(深)線。
- 6.海域地形之等深線間距，視海域地形走勢變化而定，等深線首曲線間距原則在地形平坦地區為1公尺，在地形陡峭變化急遽區域間距為5公尺，以選擇最小等深線間距且能圖上清楚展示為原則，若於地形變化遽烈處，於圖上呈現之等深線間距過密者(兩線間距在1公厘內)，可適當省略部分等深線、只保留最深及最淺等深線而刪除其中併列之等深線或選擇更大一級之等深線間距展繪。
- 7.將陸域、海域資料及內插產生之等高(深)線，依地物、地類、地貌等屬性加以分類分層編輯，並按規定分幅編輯、地物共同界線處理、圖面整飾(含地面控制點、圖廓、方格線、方格線坐標、圖號、比例尺、中英文地名、行政界線、圖幅接合表等)，每一主題圖層於編輯後必需為一完整圖層。

8. 相鄰圖幅需加以接邊處理，接邊處理時需注意線狀物體、等高(深)線、道路、方格線註記、地名、河川、河川流向及其他地物等彼此銜接及配合一致，地物共同界線必需是唯一的。
9. 海域基本圖詮釋資料(metadata)參照「國土資訊系統相關數值資訊詮釋資料製作須知」所規範的詮釋資料格式製作。
10. 本年度相關成果展示如圖3-90。
11. 本案工作成果圖層彙整於表3-22。

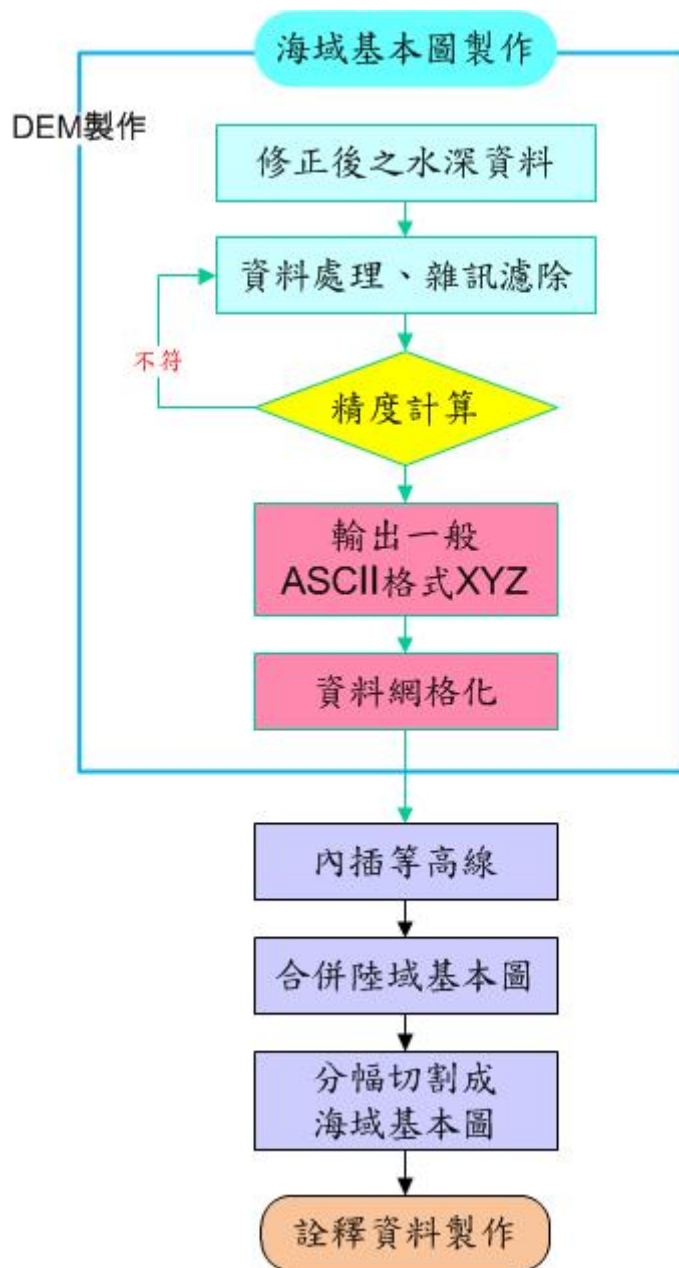


圖3-89、海域基本圖製作流程圖



表3-22、100年度海域基本圖成果圖層表

90350_等高線註記	93904_階梯	95111_江河溪	97336_圃
91120_絕對重力點	93905_碉堡	95114_小河	97410_養殖場
92300_縣省轄市界	93906_瞭望台(塔)	95116_溝渠	97412_定置漁網
92400_鄉鎮區界	94212_省道	95117_小水溝	97913_空地
93110_永久性房屋	94212b_高架道路	95126_水閘	97921_地類界
93130_臨時性房屋	94213_市區道路	95127_攔沙壩_攔河堰	97922_田埂
93211_圍牆	94213c_鬆路面道路	95129_漁梯	98111_水深計曲線
93211_圍牆 F	94215_鄉村道	95131a_土堤	98111_計曲線
93212_板牆	94216_小徑	95131b_石堤	98120_獨立標高點
93214_施工圍籬	94219_建築中道路	95131c_混凝土堤	98131_水深點
93220_垣	94224_中央分隔島	95134_土坎	99116_省轄市政府
93230_柵欄	94225_行人陸橋	95141_石磯	99143_消防隊
93240_網	94230_人行道	95142_沙洲	99312_衛生所
93250_籬	94412_公路隧道	95153_河川流向	99413_活動中心
93260_圍	94420a_鐵橋	95163_海濱碼頭	99414_風景名勝區
93270_門	94420b_鋼筋混凝土橋	95270_蓄水池	99415_公園
93524_獨立墓	94420d_木橋	95320_海岸線	99417_露天劇場_音樂台
93592_亭	94422_公路橋	95411c_礫濱	99418_動物園
93593_水塔	94424_人行吊橋	95903_人工魚礁	99440_碑_塔_像
93595_噴泉	94427_小橋	95903_人工魚礁	99511_市場
93598_大佛像	94431_箱涵	96240_海底管線	99623_加油站
93693_金爐 F	94432_管涵	97111_獨立樹	99624_停車場
93725_抽水站	94433_擋土牆	97122_行道樹	99642_漁港
93726_堆積場	94436_駁坎	97131_針葉樹	99712_寺廟
93731_污水處理廠	94621_港管所	97132_闊葉樹	99810_工廠
93732_垃圾處理場	94623_燈塔	97135_竹林	99820_發電廠
93791_輸送管	94624_港燈	97200_草地	99901_水文站、驗潮站
93796_貯存槽	94628_消波塊	97310_水田	
93797_變壓箱座	94904_省道線號符號	97320_旱作地	
93902_廢墟	94905_縣道線號符號	97331_果園	

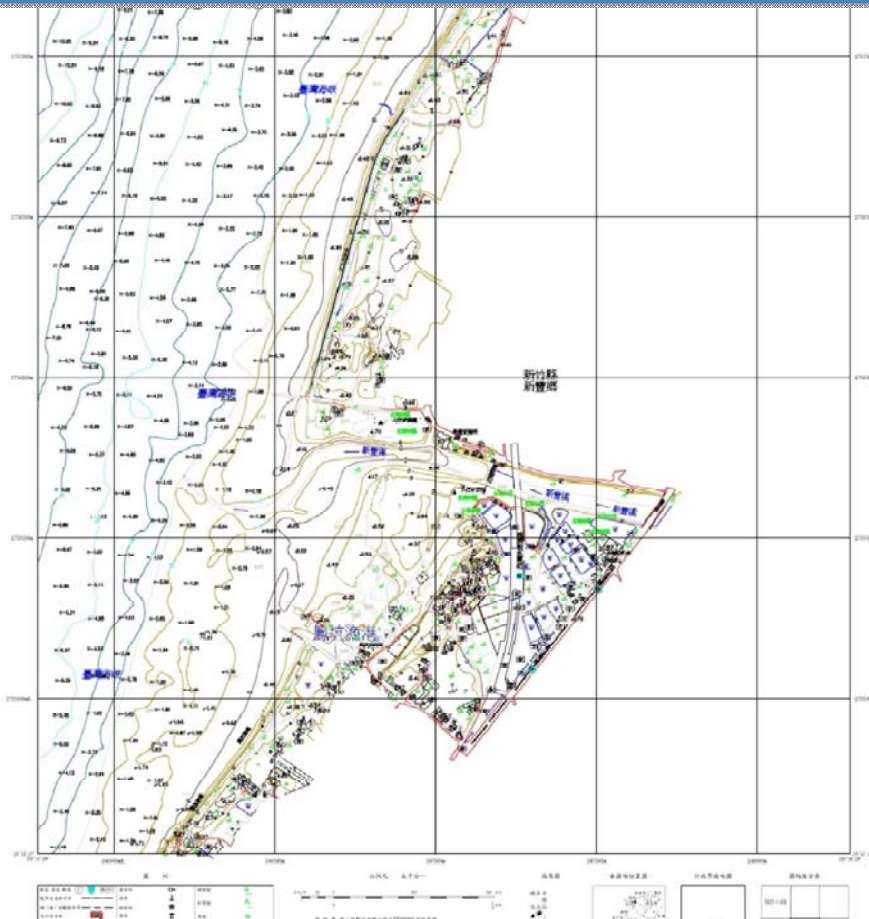


圖3-90、海域基本圖成果範例

## (二) GIS 格式資料

### 1. GIS資料製作

GIS 圖形資料包含圖形資料及詮釋資料，建置程序則分成二個部分，首先為進行 CAD 圖形轉檔、圖形整理、分層處理、位相關係建立、圖元編碼、屬性欄位建置、屬性建檔編修等 CAD 地形圖轉置 GIS 資料格式，而第二部份為詮釋資料的建立。為確保圖形及屬性的連接正確性，本案建置 GIS 地形圖之程序如圖 3-91 所示。

由於 CAD 格式在資料結構上與 GIS 格式不同，需將 CAD 資料結構拆解至 GIS 空間結構的點、線及面圖徵，以下為基本地形圖 GIS 資料庫建置作業方法說明之：

#### (1)地形圖GIS資料庫圖層預處理

點物件在轉換前要確保只有一個point或block，不然同一個點位會轉出兩個以上的資料，所以需要先對資料過濾，一個點為只保留一個point或block。

線物件與面物件在轉換要先就共線（界）部分預做處理，必須先將線與面共界部分做一明確區分，把線性物件分離出來（例如：線性人工構造物、牆垣、線性道路附屬設施、輸送線（高壓線）、海岸線及等高線等），剩下屬於面物件之線型物件透過人工與自動方式將其組成面狀物件（封閉空間）。並就面面重疊或相交之物件做剔除及修正動作，避免有不合邏輯及空間唯一性之問題產生。

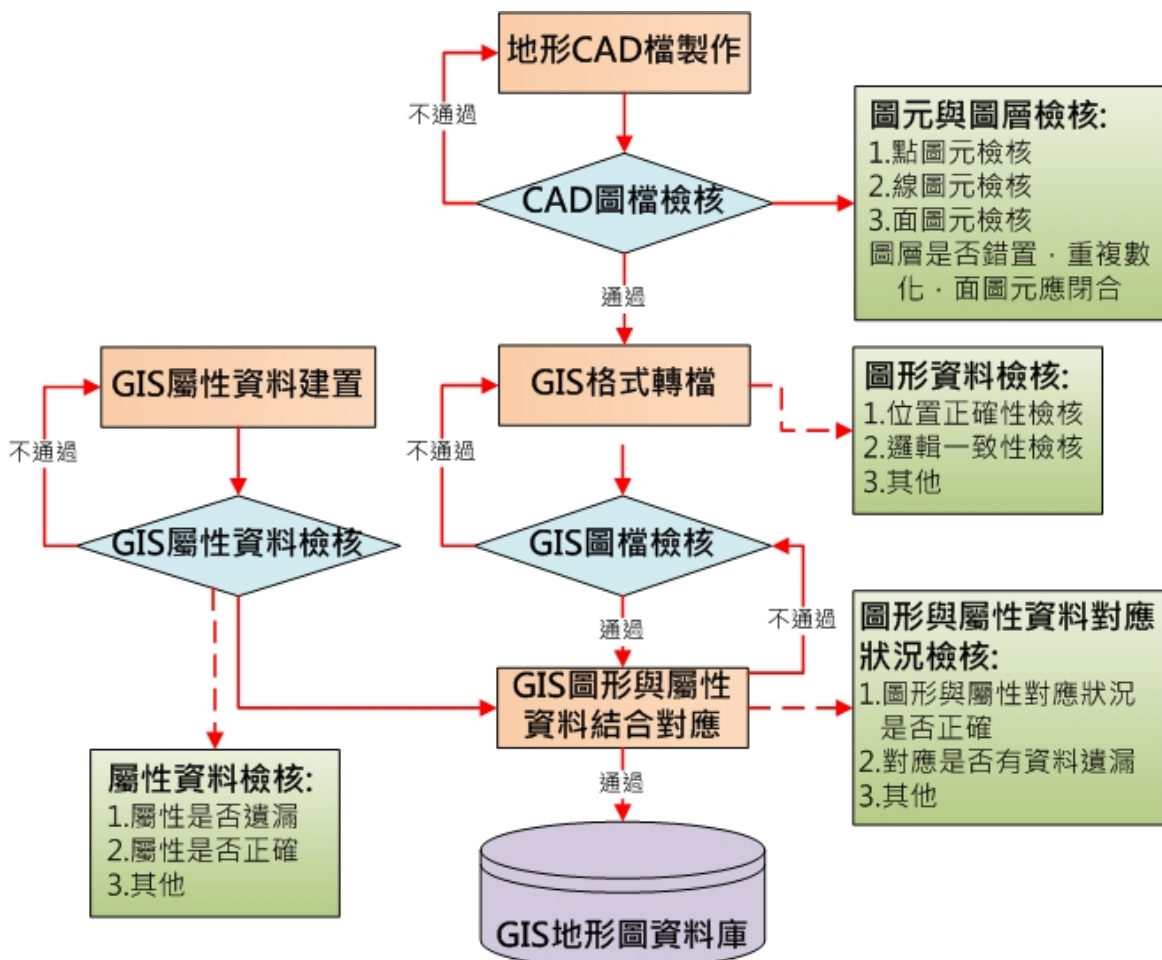


圖3-91、GIS圖形及資料建置流程圖

## (2) 空間資料與屬性資料進行萃取轉換

空間資料萃取轉換由於CAD向量圖資在GIS平台架構上會區分為Annotation、MultiPatch、Point、Polyline及Polygon五種，所以在空間資料的轉換上將依照各圖層特性，對CAD圖層進行空間資料的



萃取。屬性資料萃取轉換CAD向量圖資在屬性資料表中，會夾帶Layer、Elevation、RefName、Floor、Angle等欄位，除了Layer欄位在轉換過程中為分辨其各個不同資料類型外。針對本次海域基本地形圖GIS資料庫特殊圖層轉換時需保留欄位，以作為其屬性資料欄位，本案GIS圖層分類如表3-23所示。以下由AutoCAD MAP軟體將dwg轉換到shp做說明。

表3-23、GIS圖層分類內容說明表

類別	圖層名稱		型態
控制點	控制點	ControlPt	點
行政界	直轄市、縣、省轄市界	AdminCity	面
	鄉、鎮、市、區界	AdminTown	面
	海事界線	MaritimeBoundarie	線
建物	房屋	Building	面
地標	地標	Landmark	點
交通	鐵路	Railway	線
	高鐵	HSR	線
	捷運	RTS	線
	道路(雙線)	Road	面
	立體道路	Hroada	面
	小徑(單線)	Path	線
	隧道	Tunnel	面
	橋樑	Bridge	面
	路網	MidRoad	線
水系	河流	River	面
	小河	Stream	線
	水池湖泊	Lake	面
	流域中線	MidRiver	線
	海岸線	CoastLine	線
公共事業網路	高壓線塔	Tower	點
	海底管線	SubmarinePipe	線
地貌	等高線	Contour	線
	等深線	DepthContour	線
	獨立標高點	Spot	點

類別	圖層名稱		型態
	網格水深點	GridSpot	點
	底質	BedGeology	面
國有林界	國有林事業區界	AdminForest	線
	國有林班界	ForestSub	線
圖幅	圖幅	FrameIndex	面

- A.選用 AutoCAD MAP 內建之輸出工具，將 CAD 圖資直接輸出成 ESRI 之 Shapefile 格式。**
- B.輸出物件類型及圖層：**分別選定要轉換物件之類型（點、線、面、文字），以及要轉出的圖層。
- C.轉換屬性資料：**分層選擇轉換的屬性資料。CAD 中的資料屬性大多屬於幾何資訊（位置、長度、面積）或點位名稱，由 GIS 圖層欄位設計來決定要轉出的屬性資料。一般來說，點物件需要位置 XYZ（CENTER）；線物件需要長度（LENGTH）、起始坐標（X1、Y1、Z1）、終止坐標（X2、Y2、Z2）；面物件需要面積（AREA）。依照資料庫規格，設定資料欄位、資料格式、資料長度，如圖 3-92 所示。

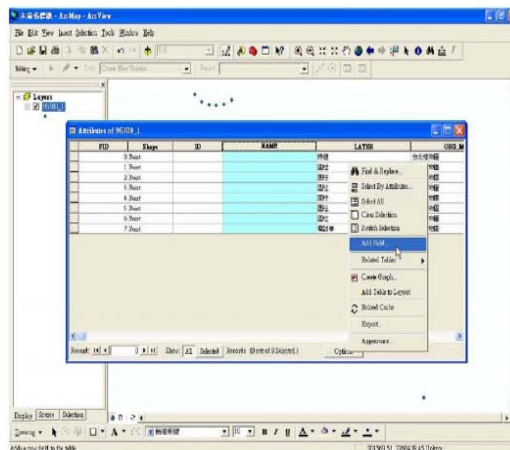


圖 3-92、屬性資料格式設定畫面

**D.轉換後空間資料修補**

原始 CAD 資料狀態在共界位置上，會因為圖層優先權情況，只有繪製單獨線段（例如：道路與水系共界，圖面會以道路等級優於水系，只會繪製道路線段），若以單獨圖層轉換，會產生圖層內的

圖徵有破碎無法辨識得情況，所以CAD向量圖資轉換後的空間資料必須經過人工修補程序，將破碎的圖徵修正為連續完整的線段，並刪除不必要的雜訊。

#### **E.空間資料錯誤剔除與編修處理**

GIS圖層為點、線及面之空間資料組成，所有顯示該圖徵意義的物件皆採以符號表示之。但CAD圖層轉至GIS圖層中，會因為繪製原理不同，造成轉換後的GIS圖層會保留原始CAD內所呈現符號物件。這樣會造成資料錯誤，所以必須清除這部分的雜訊，讓圖徵保持完整的點、線或面狀態。

部分圖徵會有未連接好或未延伸到該屬位置等情況，必須經過人工編修的動作。

#### **F.空間資料接邊、合併處理**

GIS轉換後的圖層會因為當初製圖人員線段繪製停筆位置或各圖幅接合處位置等多項因素，造成圖徵中斷未連接的情況產生。此時我們可藉由該筆圖徵屬性值相同的原理，藉此將圖徵融合在一起，以達到接邊合併的目的。

#### **G.轉換後屬性資料建置**

GIS轉換前已有考量屬性資料建置內容，故於CAD向量圖資轉換至地形圖GIS資料庫時，部分欄位會自動填寫屬性資料值進去，針對無法自動填寫的欄位再採以人工方式輸入，這樣的好處可以統一屬性資料值並加速作業的時間，減少屬性資料建置錯誤率。

2. 各圖層依內政部訂頒之詮釋資料標準，建置詮釋資料。
3. 將海域基本圖GIS資料建置作業成果列清冊，詳如**附錄四、100年度海域基本圖各項海洋測繪成果報告**。



### (三) 數值高程模型

1. 數值高程模型分別製作TWVD2001與新竹潮位站最低潮位面2套系統。
2. 製作程序：於平差工作完成經檢核通過後方可進行DEM製作工作，採自動化過濾方法製作DEM，再經過人工的檢核及編修程序。其製作方法如下：

本次作業係以多音束水深搭配單音束水深之技術產生高精度高解析度之數值高程模型，其中數值高程模型（DEM）製作流程如圖3-93所示。

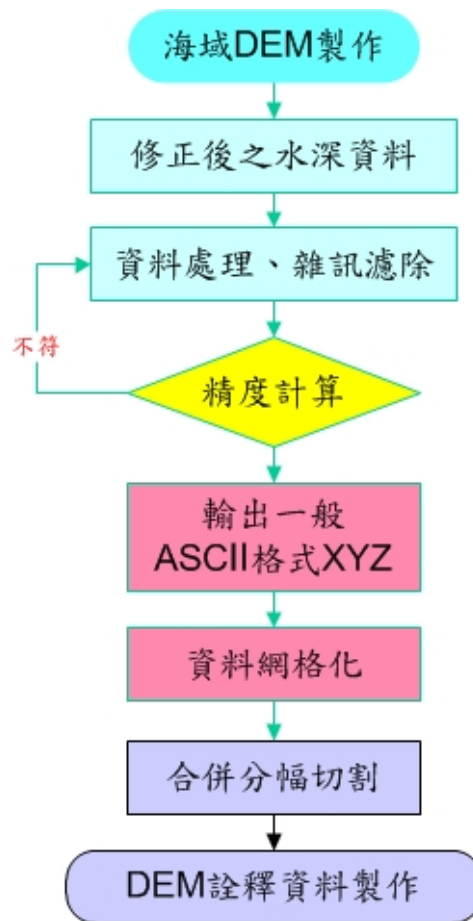


圖3-93、海域數值高程模型DEM製作流程圖

本案所使用的數值高程模型（DEM）製作方式，是採用水深測量專業軟體Hypack MAX V4.3版中的TIN(不規則三角網，Triangulated Irregular Network) Model程式所產生，先以各輸入數值連成三角網，如圖3-94，再以各三角形平面上，線性內插得較密之數值地形網格點。採用TIN的因素在於可充分且合理表達地形結構之脈絡，同時亦可展現3D趨勢面的變化特徵，對於離散點分布不均的影響亦能充分考量。當以密集的地形特徵資料構成TIN之後，則可重新內插計算為規則網格資料，如圖3-95。再依本案規範要求製作網格間距5m*5m、10m*10m、20m*20m、50m*50m、100m*100m、250m*250m之數值高程模型。

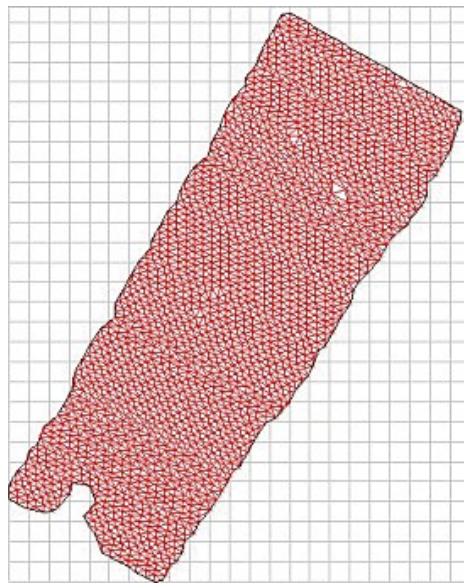


圖3-94、TIN Model程式所產生三角網

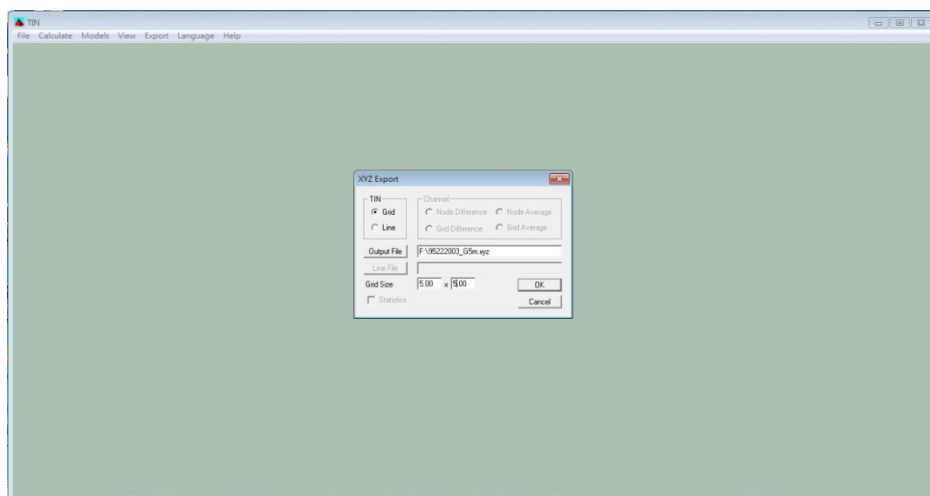


圖3-95、可依需求輸出不同大小之規則網格資料

3. 分幅存檔：以本案地形圖之圖幅分幅方式，實際涵蓋範圍應較基本圖略大，以能包括4個圖隅點並向外擴大到間隔整倍數網格點之矩形為準。
4. 資料格式：數據以公尺為單位，坐標位數保留至小數點以下2位。每幅數據附有詮釋資料文件。原則上以本案地形圖之圖幅分幅方式為依據，實際涵蓋範圍以能包括4個圖隅點並向外擴大到整倍數網格點之矩形為準。
5. 參照「國土資訊系統相關數值資訊詮釋資料製作須知」所規範的格式製作詮釋資料。



## 六、電子航行圖前置資料

為配合電子航行圖之製作，需將本案之測量成果轉換為製作電子航行圖所需之前置作業資料，相關製作說明如下：

### (一) 電子海圖基準

1. 深度基準：新竹潮位站約當地最低低潮面
2. 高度基準：TWVD2001高程基準
3. 平面基準：WGS84

### (二) 水深紀錄檔

1. 提供製作電子海圖製圖用之水深紀錄檔，應以純文字檔(ASCII碼)格式提供，並以圖幅區分檔案，共計82個。
2. 每筆水深紀錄包括「測量日期時間」、「水深」、「定位坐標」、「潮差修正後之水深」、「是否標繪於清繪圖」等欄位，並以「,」分隔符號分隔欄位值。如：

測量日期,測量時間,水深,定位坐標TWD97_E,定位坐標TWD97_N,定位坐標WGS84_經度,定位坐標WGS84_緯度,潮差修正後之水深,單或多音束(SB/MB),是否標繪於清繪圖(Y/N)  
2007/08/18,15:03:24,-15.21,320000.12,2680000.12,121.1234567,25.1234567,-15.56,MB,Y

3. 測量時間欄位紀錄採用UTC記錄到秒。
4. 水深的解析度為0.1公尺。
5. 定位坐標以經緯度(WGS84)表示，解析度為 $10^{-7}$ 度。
6. 多音束測深值必須是符合水平與水深精度規範，以小於「5m+5%水深」的bin範圍，取其較淺水深，所有的水深均維持其原測量位置，而不是該bin區域的中心點或其他內插所得的位置。

### (三) 海測清繪圖製作

1. 海測清繪圖(field sheet或smooth sheet)製作流程方法如下：
  - (1)海測清繪圖以CAD檔案呈現，並以圖幅區分檔案，共計84幅。
  - (2)將已繪製完成之立製圖檔分別將各個不同之圖層轉換成以S57物件為分類之圖層，並依照圖資幾何形態分類為點、線、面等三種

- 圖層。舉例來說:單線道路層名則為ROADWY(L); 雙線道路則為ROADWY(A)。
- (3)檢查各圖形有無重複或不連續之端點。面域多邊形則需使其封閉。
- (4)因S57海圖要求定位坐標以經緯度(WGS84)表示，故而須先指定圖面坐標系統為TWD97系統，在後續轉成SHP檔時才能轉換成WGS84坐標。
- (5)使用AUTOCAD MAP內建功能將圖層依序分類匯出成SHP file。匯出圖檔時須注意為何種幾何形態(點、線或面)，並依照已區分好之圖層，選擇該圖層，點選其屬性資料，並將坐標改為WGS84，若為面域之資料，則必須選擇“將封閉聚合線視為多邊形”。
- (6)打開OPEN GIS之軟體(本次使用Arc GIS 9.3)，並加入所有SHP file資料。
- (7)利用本團隊自行開發之小程式將其屬性資料建置。
- (8)海測清繪圖成果建置畫面，如圖3-96。

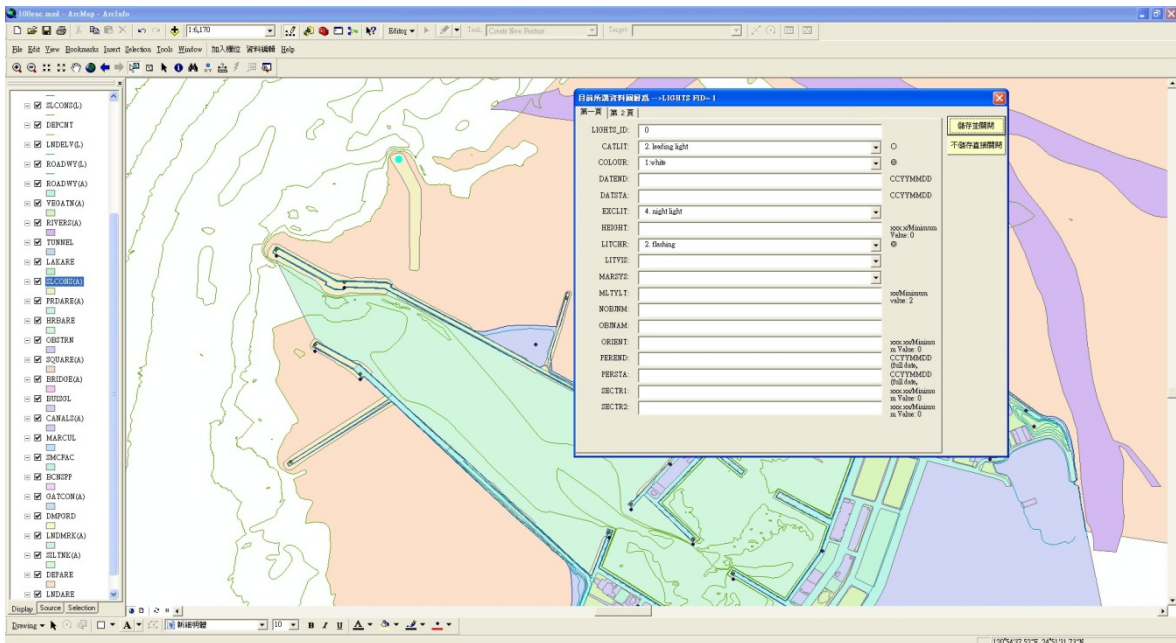


圖3-96、海測清繪圖成果建置示意圖

2. 海測清繪圖所需內容包括下列各項：

- (1) 符合水平與水深精度規範，經過潮差改正，以shoal-biased原則篩選之原位置水深點。海域水深點在圖上的分布密度至少每1公分有1點。圖上的水深點必須附加標記（相當於GIS檔案中水深點的屬性之一）。
- (2) 等深線：包括：0m, 1m, 2m, 5m, 10m, 15m, 20m, 25m, 30m, 40m, 50m, 60m, 70m等標準等深線。所有等深線是以「製作電子海圖用之水深紀錄檔」內之水深(依據最淺水深原則篩選之原位水深點)來產生。
- (3) 低潮線(0m等深線)。
- (4) 岸線或人工岸線(高潮線)，並標明類別（例如：陡岸、平直岸、沙岸、石岸、卵石岸、紅樹林、沼澤岸、珊瑚礁岸、貝殼岸、穿道隧道、築堤、沙丘、峭壁、岩堆）。
- (5) 潮間帶之表層性質描述。
- (6) 海岸重要地標、港灣設施、助導航設施等特徵物。
- (7) 礁岩、船骸、人工魚礁、淺灘、海洋牧場/養殖場等障礙物。
- (8) 海測清繪圖SHP成果展示如圖3-97。

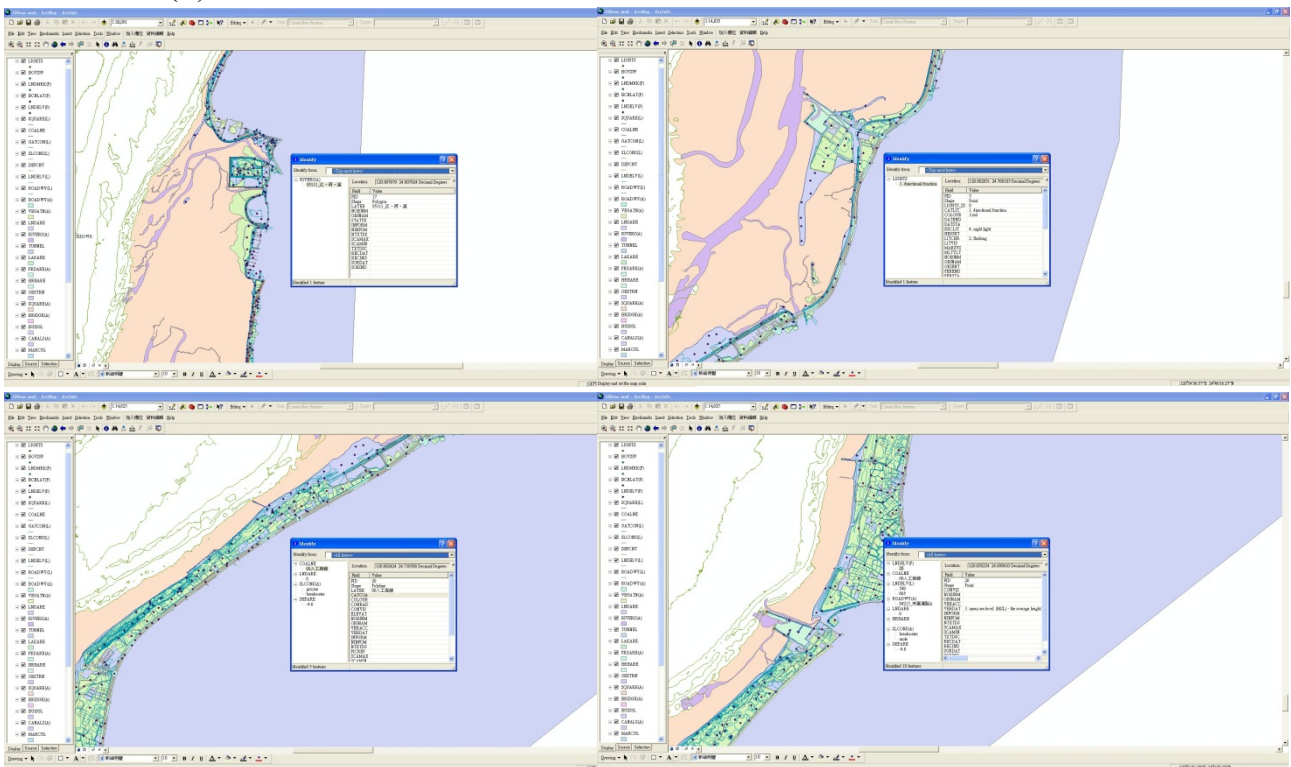


圖3-97、海測清繪圖成果示意圖

#### (四) 其他敘述性報告

1. 本案經實地調繪之所有的固定或浮動助航設施、明顯陸標的位置（WGS84經緯度，並說明定位方式）與特質屬性、礙航危險物（例如：礁岩、沉船、人工魚礁、漁網區/海上養殖場等）的坐標位置（WGS84經緯度，並說明定位方式）或範圍、深度、水位效應、水深品質、水深測繪方式等，就任何移位、破壞、已移除、失去原設作用、海圖尚未標繪記載或錯誤等狀況提出報告，對於可見的特徵物附照片影像檔，並在紙海圖上標註後，以該區塊圖片當成附圖。
2. 描述類別與特徵屬性時，需依據國際海測組織（IHO）電子航行圖標準之定義。
3. 完整之其他敘述性報告詳見附錄五、100年度海域基本圖其它敘述性報告。



## 肆、自我檢核方式及處理原則說明

為確保本案之成果品質，故於提交成果前進行自我檢核之程序，以下分別針對潮位模式分析、水深精度分析與GIS自主檢核方式進行說明。

### 一、潮位模式分析

#### (一) 實測潮位資料與潮位模式潮位資料之比較

本案以新竹漁港及外埔漁港兩處為例，選取 100/7/28 資料進行比對，將氣象局實際潮位觀測資料與國土測繪中心「98 年度臺灣西部潮位模式潮位模式」所推算之潮位資料進行比對，如圖 4-1~圖 4-2 所示。由圖 4-1 可知在新竹漁港處，潮位模式所求得之潮位資料與實際潮位觀測資料趨勢相同，但兩者間存在一系統時間差及高程差；由圖 4-2 可知在外埔漁港處，潮位模式所求得之潮位資料與實際潮位觀測資料趨勢相同，但兩者間存在一系統高程差。經統計計算，新竹漁港兩者潮位高之高差平均值為 0.290m，高差中誤差為 0.331m；外埔漁港兩者潮位高之高差平均值為 0.304m，高差中誤差為 0.314m。

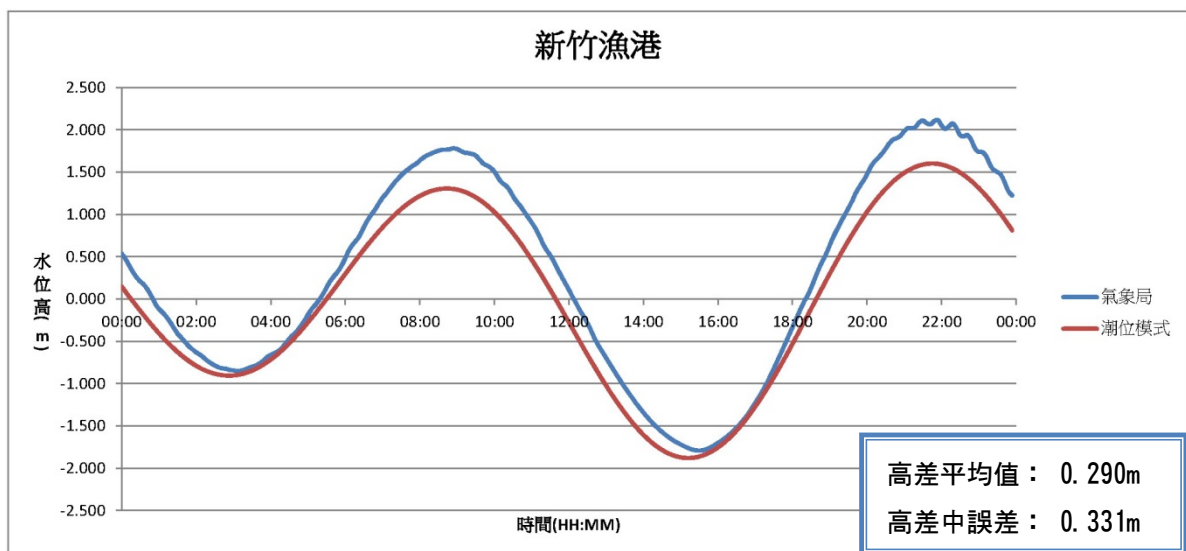


圖4-1、新竹漁港實測資料與潮位模式比較圖

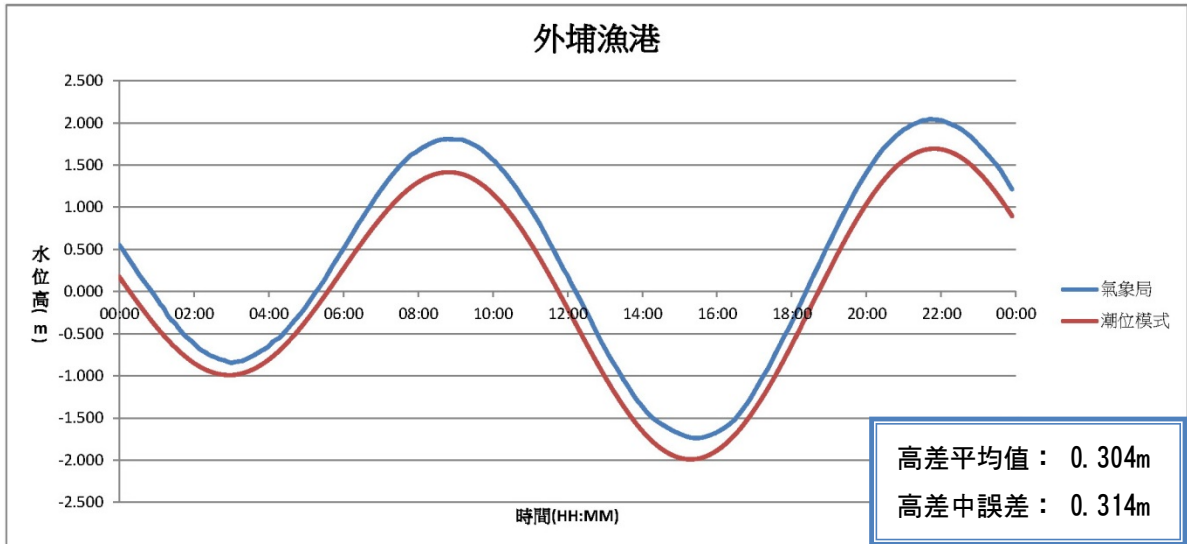


圖4-2、外埔漁港實測資料與潮位模式比較圖

## (二) 利用實測潮位資料及潮位模式參數推估潮位

為了解利用已知站之潮位觀測資料經由潮位模式推估求得另一站之潮位觀測資料之方式是否可行，利用本案內新竹漁港實測潮位資料以及潮位模式內等潮差、等潮時之參數值(圖 4-3)，以推估方式求得外埔漁港之潮位資料(圖 4-4)，再將其與氣象局外埔漁港實際潮位觀測資料比較，如下所示：

潮位模式內經查詢求得新竹潮位站之等潮差參數值為 3.658，等潮時參數值為 10.890；外埔漁港之等潮差參數值為 3.909，等潮時參數值為 10.976。由此得知外埔漁港與新竹漁港間之等潮差差值為  $3.909 - 3.658 = +0.251$ ，表示以新竹漁港為基準，外埔漁港之潮位高與新竹漁港之潮位高，其兩者之高程相差一比例值，其比例為  $3.909 / 3.658 = 1.0686$ ；外埔漁港與新竹漁港間之等潮時差值為  $10.976 - 10.890 = 0.086$ ，表示以新竹漁港為基準，外埔漁港之潮位與新竹漁港之潮位其時間差為  $0.086(\text{小時}) \times 60 = 5.16(\text{分鐘})$ 。

將新竹漁港實測潮位資料乘以比例值 1.0686，再將時間加上 5.16 分鐘，便推估求得外埔漁港之潮位資料，將其與外埔漁港實測潮位資料繪圖進行比較，如圖 4-5 所示。由圖 4-5 可知，實測潮位資料與推

估之潮位資料間無時間差存在，而潮位高之震幅呈現一比例上之差異。  
經統計計算，兩者之高差平均值為 0.007m，高差中誤差為 0.103m。

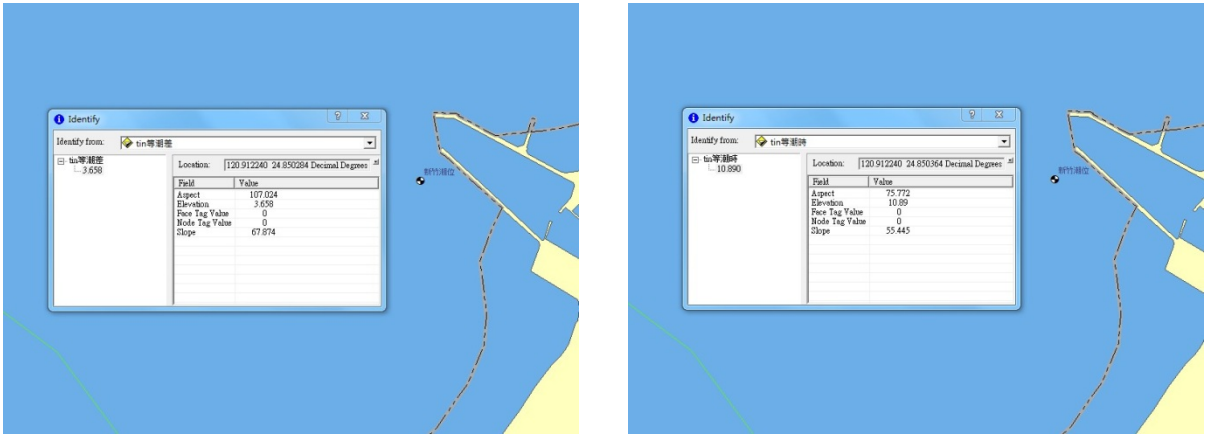


圖4-3、新竹漁港等潮差及等潮時參數

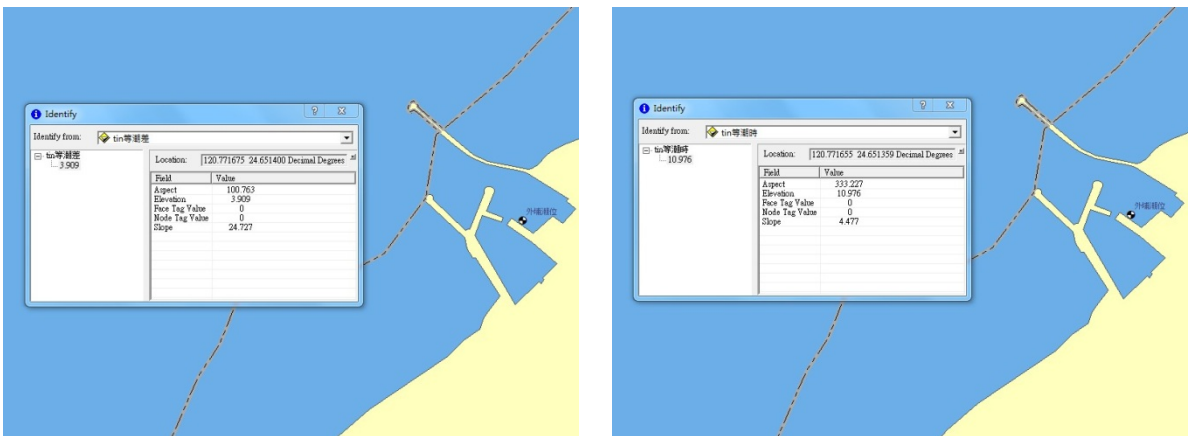
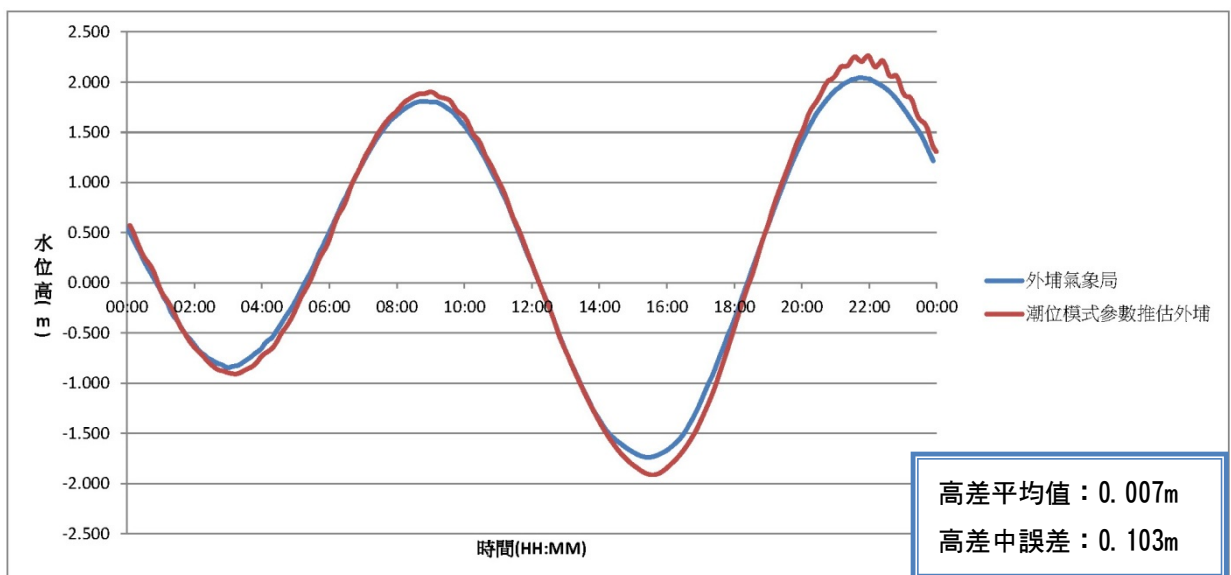


圖4-4、外埔漁港等潮差及等潮時參數



#### 圖4-5、外埔漁港實測資料與潮位模式推估資料比較圖

### (三) 雙驗潮潮位計算、RTK 潮位及潮位模式之比較

雙驗潮潮位計算為採用新竹漁港及外埔漁港之氣象局實際觀測潮位資料，以進行水深測量工作時之時間及測點所在位置，以當時水深測點與新竹漁港、外埔漁港兩潮位站之距離為反比計算而成之當時水位高；RTK 潮位為 GPS 移動站觀測而得之即時潮位高，將兩者資料繪製成圖，如圖 4-6 所示。

由圖 4-6 可知，RTK 潮位與雙驗潮潮位計算所得之潮位高，兩者之趨勢約略相等，但 RTK 潮位係由 GPS 即時觀測而得，其資料品質好壞取決於以 RTK 方式測量時，GPS 訊號穩定度及衛星狀況是否良好而定，因此圖 4-6 中 RTK 潮位高雖與雙驗潮潮位算所得潮位高兩者趨勢相近，但 RTK 潮位資料穩定度不佳，常有較大之奇異值。

將 RTK 潮位之奇異值初步剔除後，與雙驗潮潮位計算、潮位模式求得之潮位繪製成圖，如圖 4-7 所示。

由圖 4-7 可知，剔除奇異值後之 RTK 潮位高與雙驗潮潮位計算之成果近乎相等，但因 RTK 潮位觀測不穩定，因此資料之分布範圍較大。而潮位模式之潮位則與 RTK 潮位、雙驗潮潮位計算兩者之潮位有差異，與前兩者相較，亦存在一系統時間差及高程差。經統計計算，RTK 潮位與雙驗潮模式兩者之高差平均值為 0.086m，高差中誤差為 0.202m；潮位模式之潮位與雙驗潮潮位兩者之高差平均值為 0.296m，高差中誤差為 0.334m。

由上述成果可得知，RTK 潮位與雙驗潮潮位計算兩者在水深資料計算上均可運用，但因 RTK 潮位資料穩定度不佳，無法得到較為精確之潮位高，因此在實際作業上不採用。



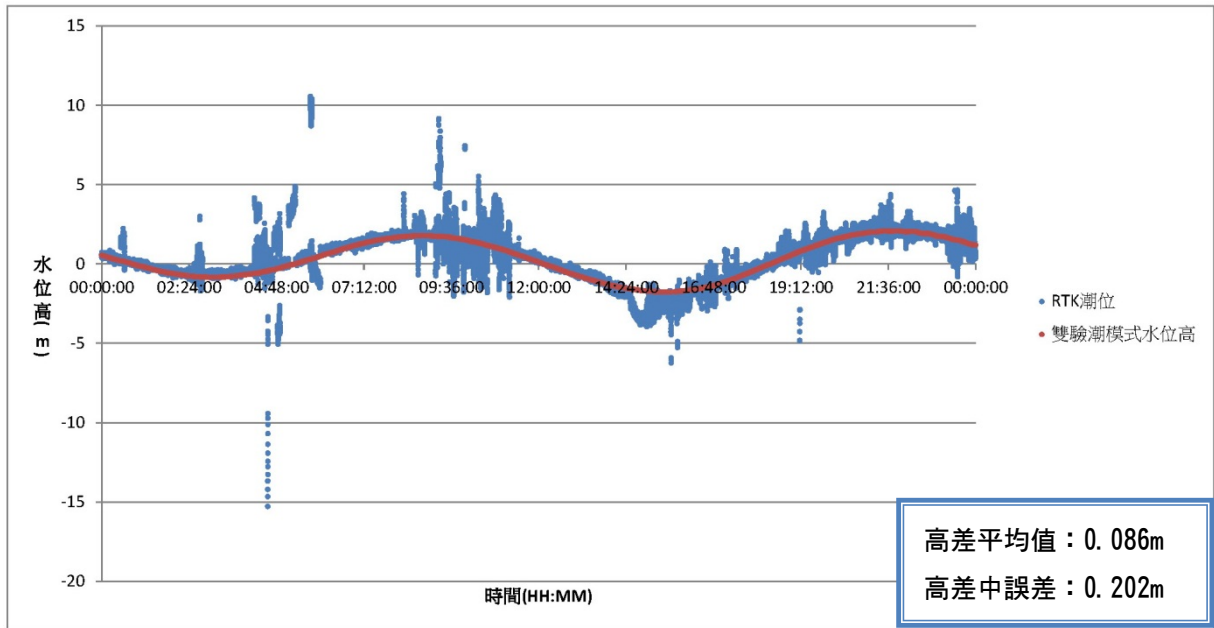


圖4-6、RTK潮位與雙驗潮潮位計算比較圖

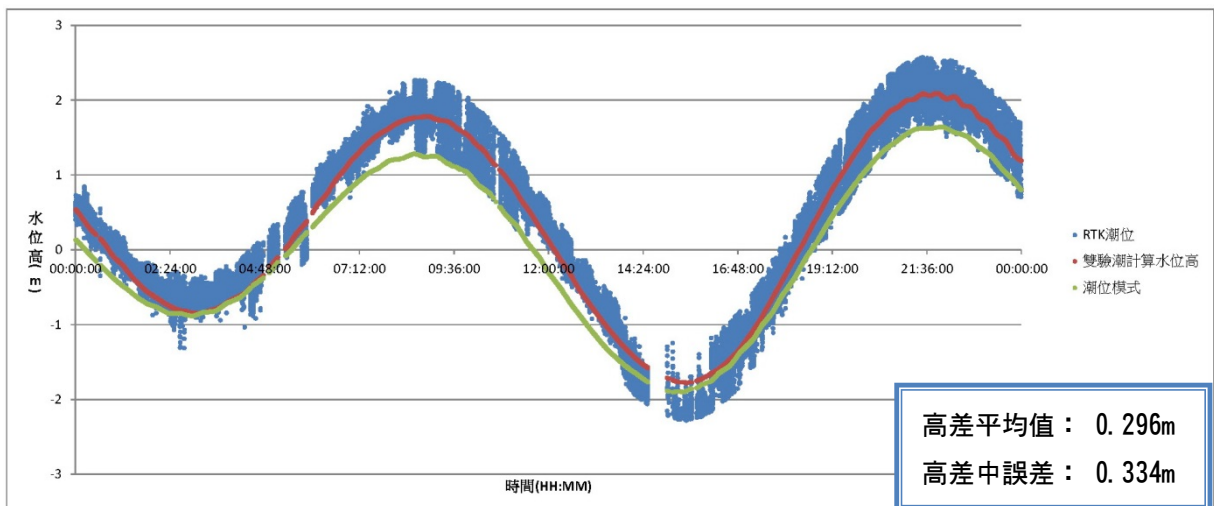


圖4-7、RTK潮位、雙驗潮潮位計算與潮位模式比較圖

## 二、水深測量精度分析

### (一) 單音束與多音束重疊區域

1. 先將多音束測深成果製作成5m×5m格點後，再以單音束測點位置來搜尋最接近之格點，比對其多音束格點水深值與單音束測深值之差異。
2. 經比對單音束與多音束測深重疊施測區域共檢核39005點，符合近岸海域合格點數38864點，合格率99.64%。

### (二) 單音束主測線及檢核測線檢核

比對單音束主測線與檢核測線之交點時，依檢核線位置搜尋半徑2公尺內主測線之水深測點，來比較分析其高程誤差值，共檢核1358點，符合近岸海域合格點數1358點，合格率100.0%。

### (三) 多音束主測帶及檢核測帶重疊檢核

1. 先將多音束主測帶全區水深資料網格化（內插成5×5m格點），再以檢核測線之原始水深資料比較相近位置不同測線之水深誤差值，是否符合規範要求。
2. 檢核線重疊區檢核比對位置如圖4-8，共檢核761361點，符合近岸海域合格點數761035點，合格率100.0%。

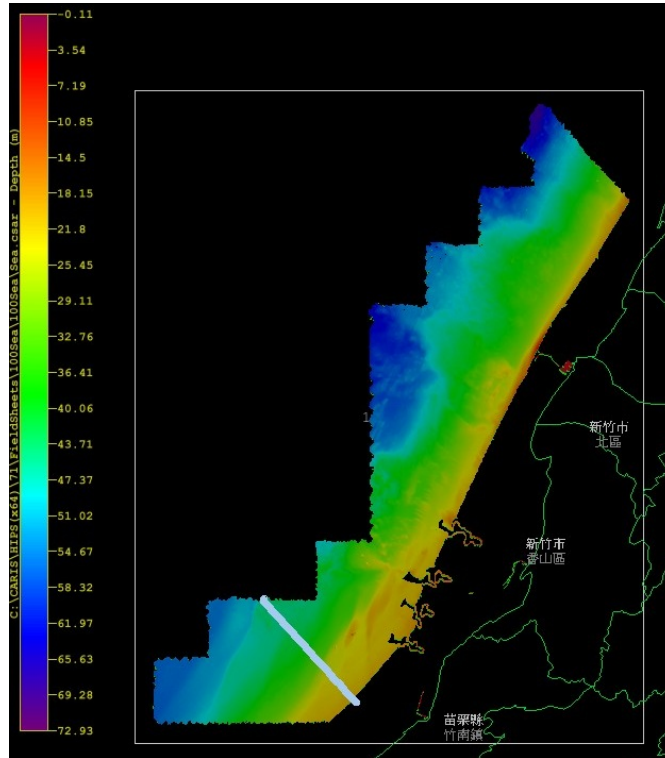


圖4-8、多音束主測線與檢核線比對位置示意圖

#### (四) 不同廠商海域交接區水深測點檢核

因本案係由詮華國土測繪有限公司與自強工程顧問有限公司共同承攬，2家所使用之儀器不同，為確保資料之品質與精確度，故特將資料交接的地方進行精度之分析，本報告特將圖幅號95221038進行精度之比對。

1. 先將不同廠商之測深成果分別製作成5m×5m格點後，再比對其相同格點水深值之差異。
2. 經比對重疊施測區域共檢核14878點，符合近岸海域合格點數14478點，合格率97.3%。

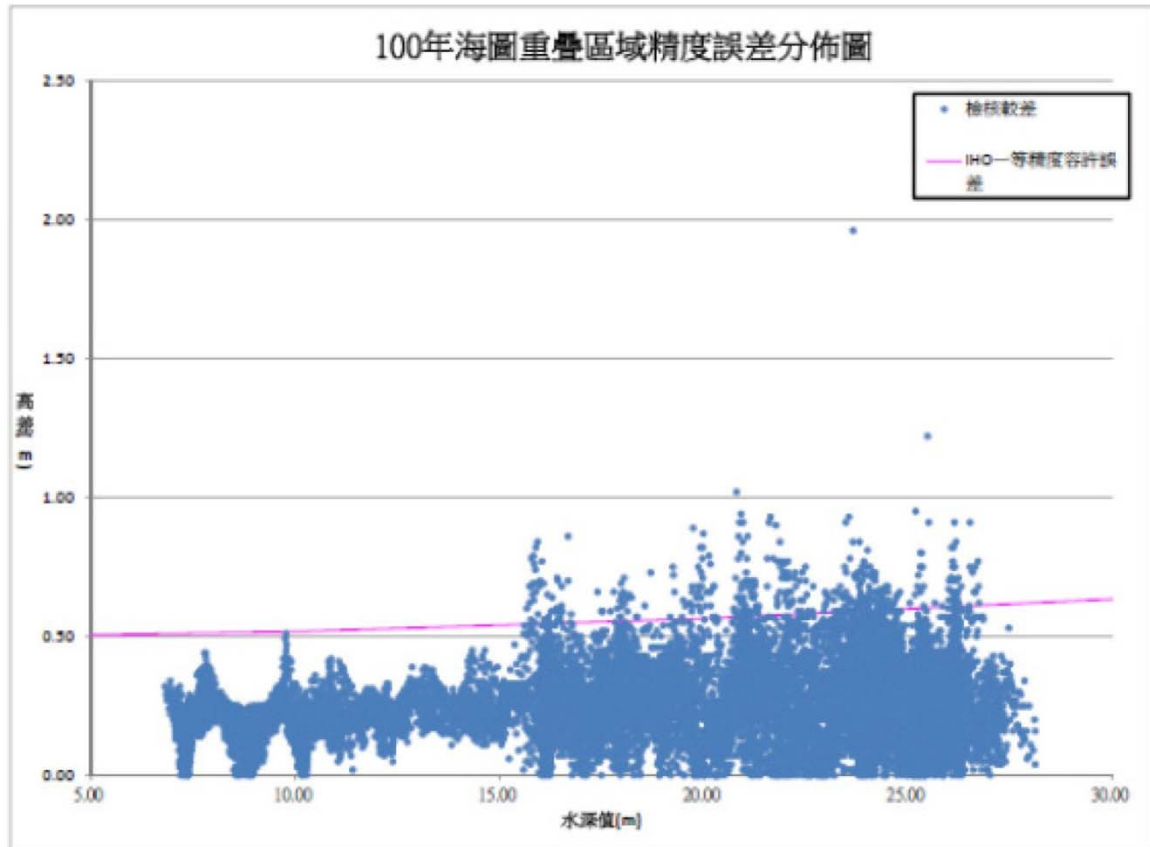


圖4-9、不同廠商海域交接區重疊水深檢核誤差分佈圖



### 三、GIS 自主檢核方式

#### (一) 詮華 GIS 檢核程式製作

操作平台部分，由本團隊詮華公司於 ArcGIS Desktop 平台上設計檢核模組，主要使用 ArcGIS 中的 Topology 功能進行檢核，可有效進行圖資圖形及屬性的檢核。

啟動 ArcMap 並開啟本系統的工具列，內有三個主要的功能按鈕。

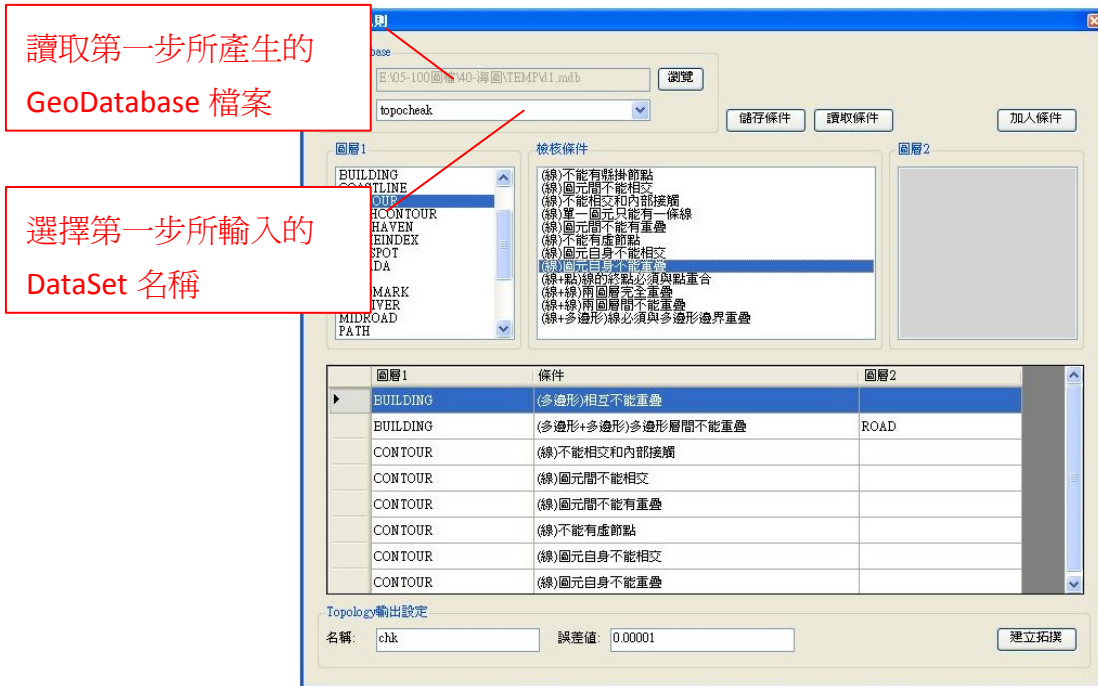


1. 將需進行檢核之圖資轉換成 Personal GeoDatabase 格式，點選  按鈕

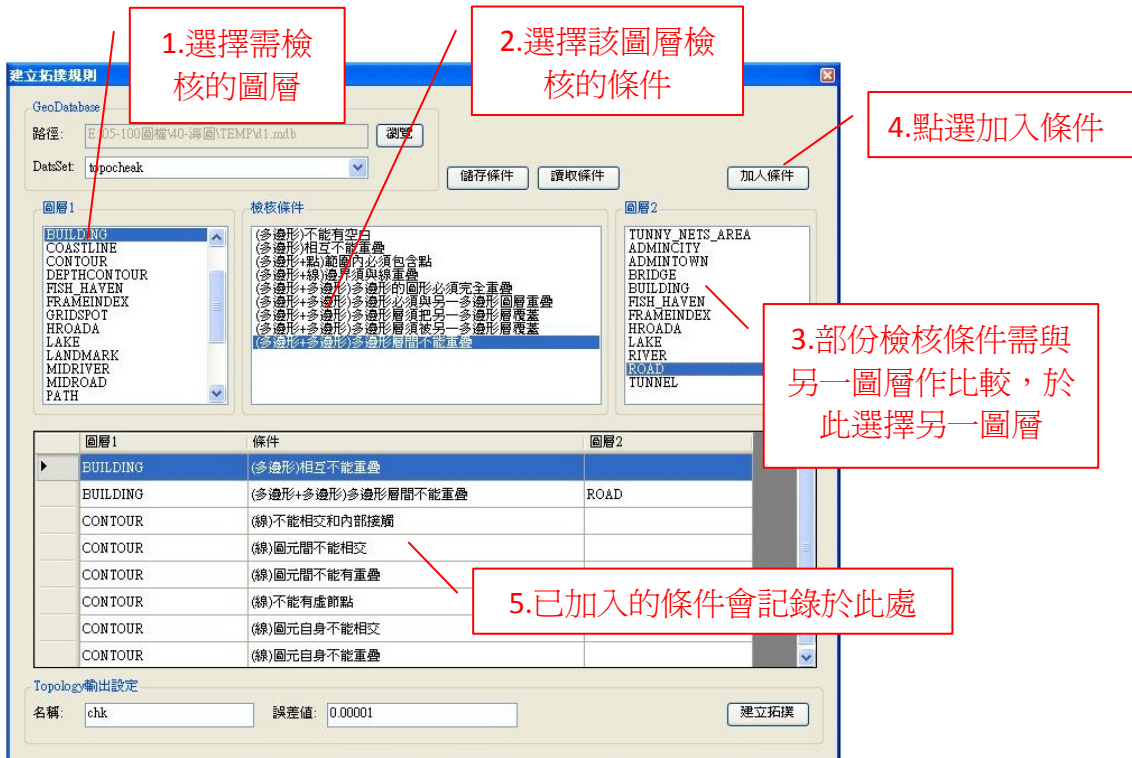


輸入相關設定與選擇檔案後，按【確定】即完成建立 GeoDatabase 檔案。

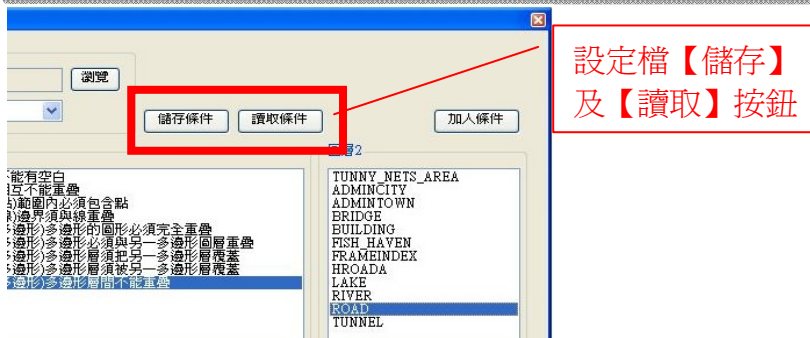
## 2. 設定所有Shape file的檢核條件，點選 按鈕



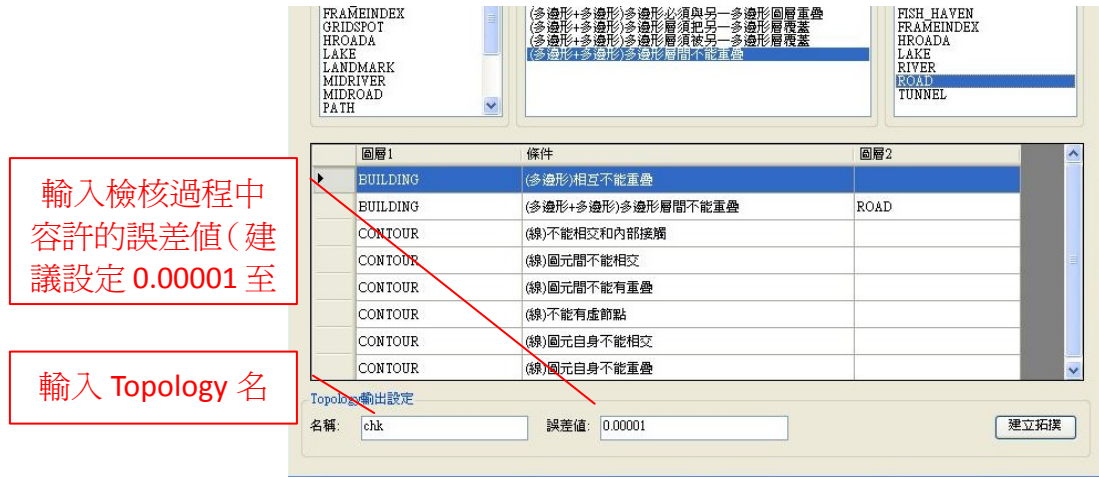
然後需設定檢核的內容：



註：檢核條件的設定可儲存成一個設定檔，若以後有相同圖層架構的檢核時，可讀取設定檔，節省設定的時間。

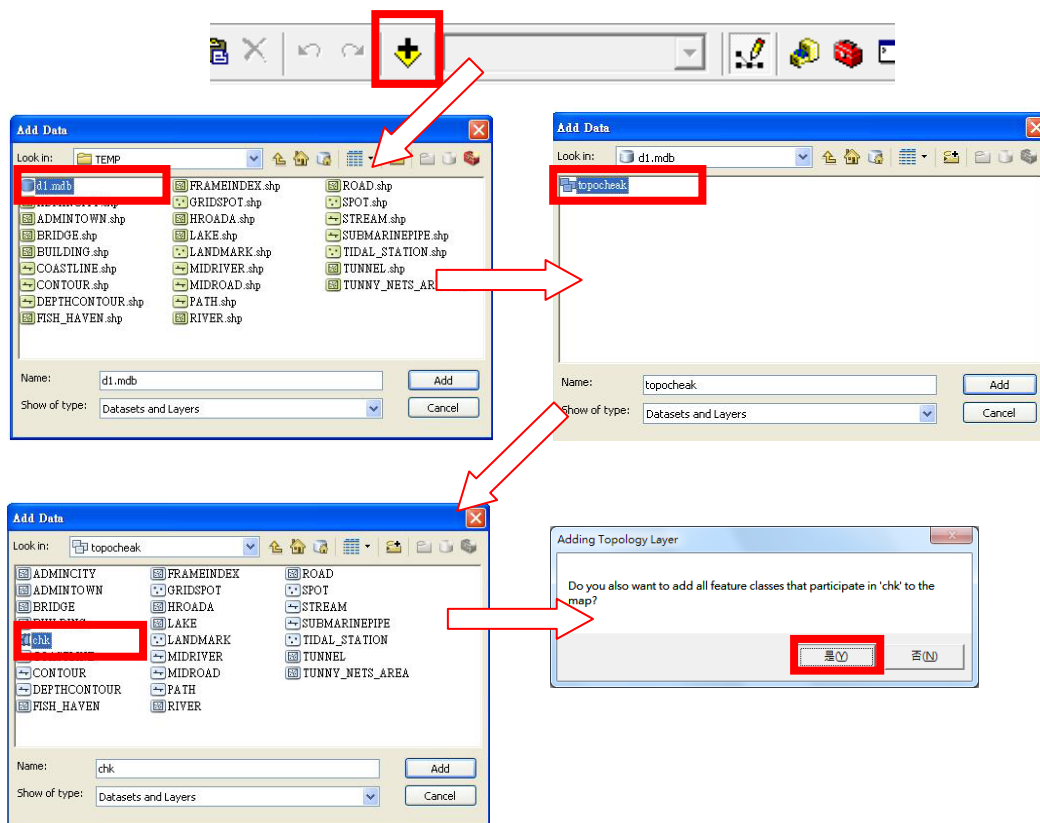


設定 Topology 輸出資訊



點選【建立拓撲】按鈕，即開始進行檢核。

3. 完成檢核後將Topology圖層加入至ArcMap中

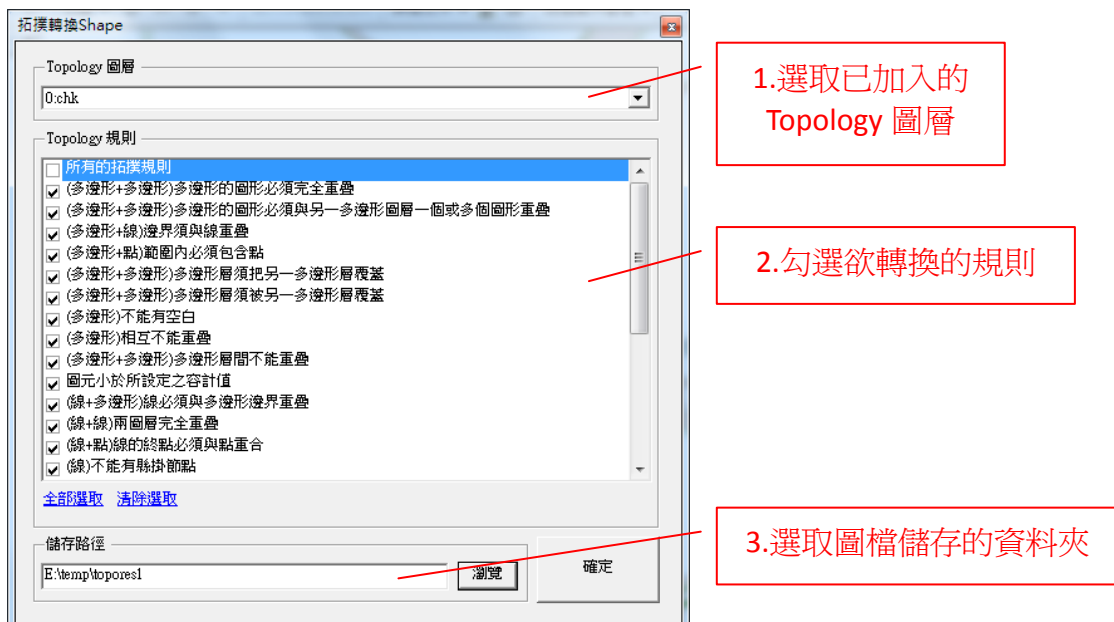


加入後從圖面中可看出所有的錯誤位置（圖中標示紅色的位置）



4. 可將Topology檢核所得之結果，轉換回Shape file，供編圖人員修改圖檔。

點選  按鈕

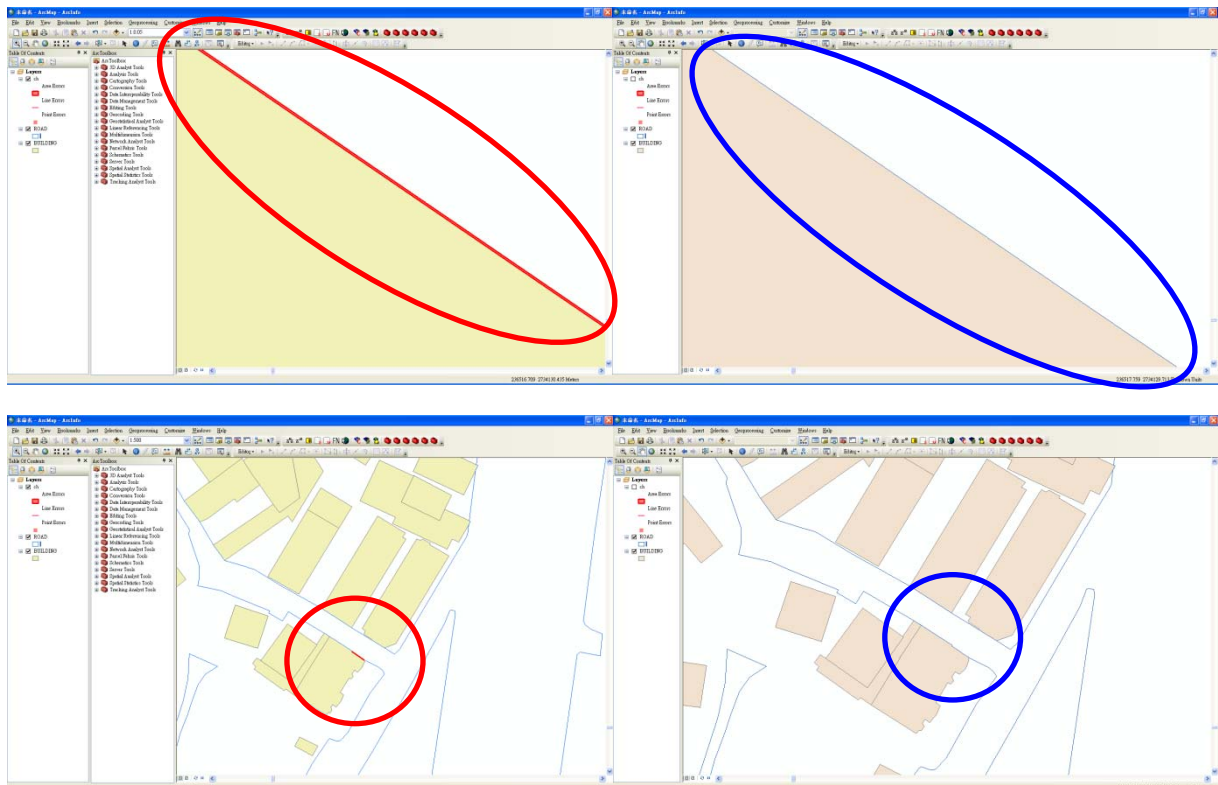


點選【確定】按鈕後，會將所有的錯誤轉換成不同的 Shape file 圖檔。且 Shape file 的屬性表中可以查詢錯誤原因、執行的圖層名稱、比較的圖層名稱的資訊。



FID	Shape *	Rule	Layer1	Layer2
0	Polygon	(多邊形相互不能重	BUILDING	
1	Polygon	(多邊形相互不能重	BUILDING	
2	Polygon	(多邊形相互不能重	BUILDING	
3	Polygon	(多邊形相互不能重	BUILDING	
4	Polygon	(多邊形相互不能重	BUILDING	
5	Polygon	(多邊形相互不能重	BUILDING	
6	Polygon	(多邊形相互不能重	BUILDING	
7	Polygon	(多邊形相互不能重	BUILDING	
8	Polygon	(多邊形相互不能重	BUILDING	

5. 本年度自我檢查所查核出之錯誤訊息修訂畫面如下，左圖為所抓出之錯誤畫面，右圖則為修正過後之成果。  
面(BUILDING & ROAD 查核)  
BUILDING & ROAD 圖元相互重疊



## 線(CONTOUR 查核)

### 線圖元相交重疊



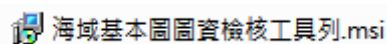
## (二) 捷連公司 GIS 檢核程式製作

由本團隊另外請捷連公司針對本案製作一套GIS檢核程式，以減少GIS圖資圖形及屬性的錯誤。以下為捷連公司所設計之程式使用方法及結果(引用捷連公司“海域基本圖圖資檢核工具操作說明手冊”)：

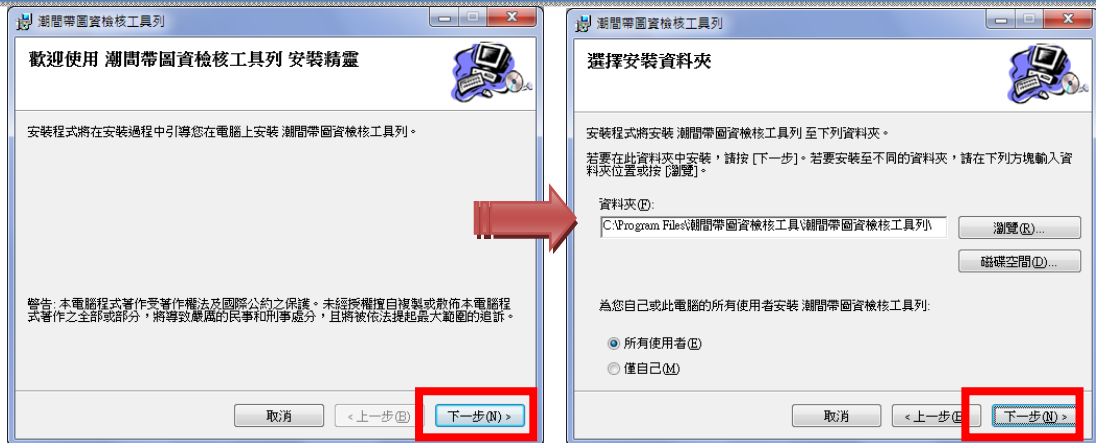
### 1. 安裝及工具載入

#### (1) 安裝

執行「海域基本圖圖資檢核工具列.msi」檔案：



執行即可進行海域基本圖檢核工具的安裝，預設之安裝目錄為「C:\Program Files\海域基本圖圖資檢核工具\海域基本圖圖資檢核工具列」。

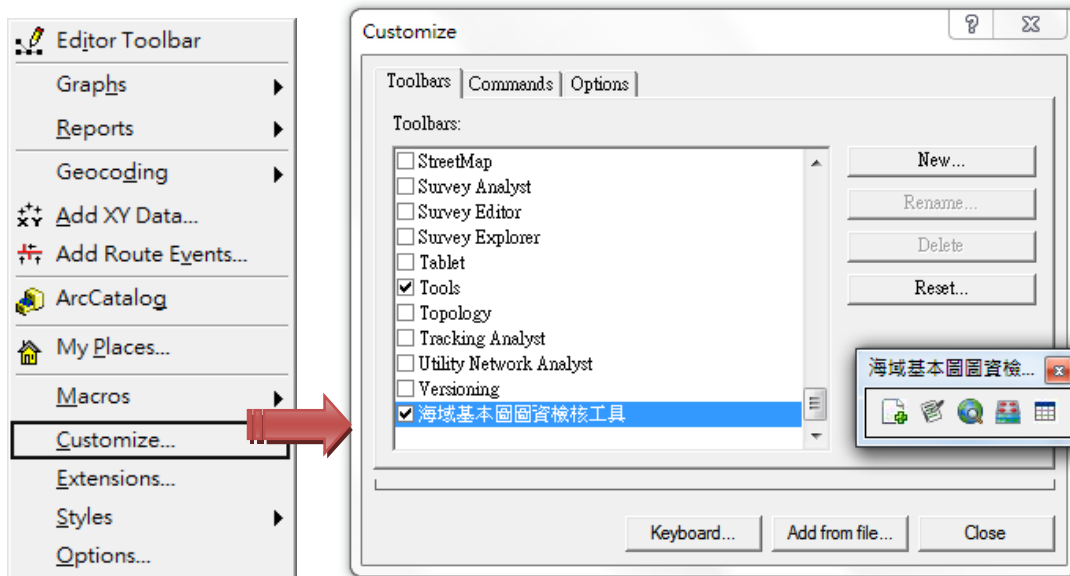


## (2) 工具載入






本檢核工作需配合ArcMap軟體來使用（ArcView9.3以上版本），工具在安裝完成後預設為開啟狀態，若未開啟可依循以下操作步驟載入ArcMap中：

A. 開啟ArcMap（程式集 → ArcGIS → ArcMap）。

B. 選擇Tools選單下的Customize，於Toolbars頁籤下，勾選「海域基本圖圖資檢核工具」，即可將本工具列載入至ArcMap。




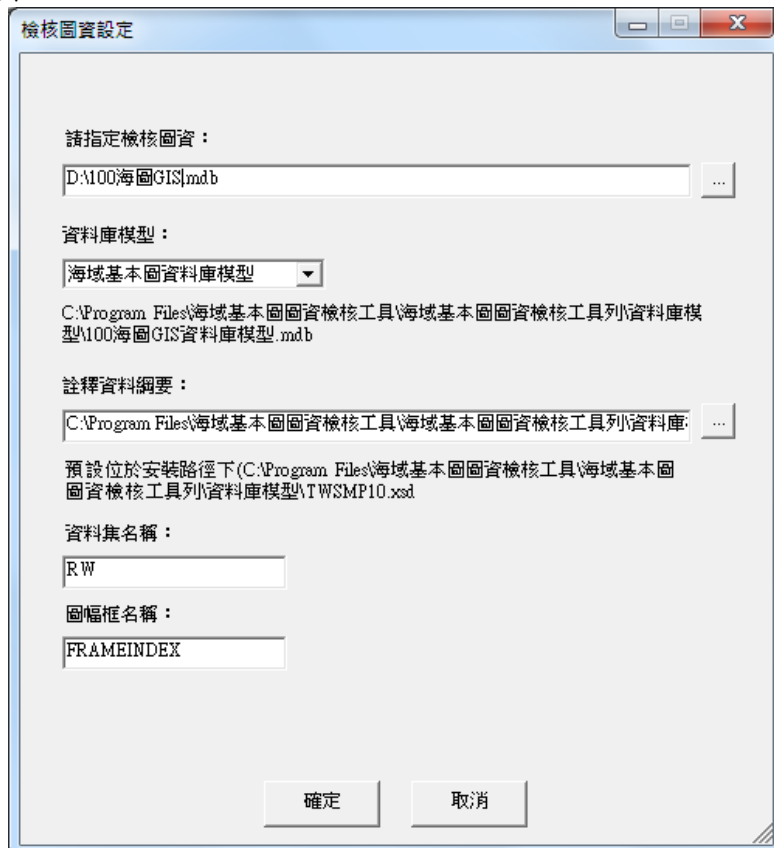
本檢核工具的主要功能包括：

名稱	說明
 檢核圖資設定	設定檢核圖資來源
 圖資狀態檢視	檢視檢核圖資的基本資料，包括圖層名稱、圖層型態、圖元數量等
 投影坐標檢核	圖資整體投影坐標系統檢核
 空間資料檢核	圖資整體空間資料檢核，包括單圖層位相關係、跨圖層位相關係等
 屬性資料檢核	圖資整體屬性資料檢核，包括欄位定義及屬性內容

## 2. 檢核圖資設定

圖資檢核首先必須設定欲檢核圖資與海域基本圖資料庫模型的資料來源，步驟如下：

- (1)點選檢核模組下的「 檢核圖資設定」按鈕，開啟檢核圖資設定視窗。



檢核圖資設定

請指定檢核圖資：  
D:\100海圖GIS\mdb

資料庫模型：  
海域基本圖資料庫模型

C:\Program Files\海域基本圖圖資檢核工具\海域基本圖圖資檢核工具列\資料庫模型\100海圖GIS\資料庫模型.mdb

詮釋資料綱要：  
C:\Program Files\海域基本圖圖資檢核工具\海域基本圖圖資檢核工具列\資料庫



預設位於安裝路徑下(C:\Program Files\海域基本圖圖資檢核工具\海域基本圖圖資檢核工具列\資料庫模型\TWSMP10.xsd)

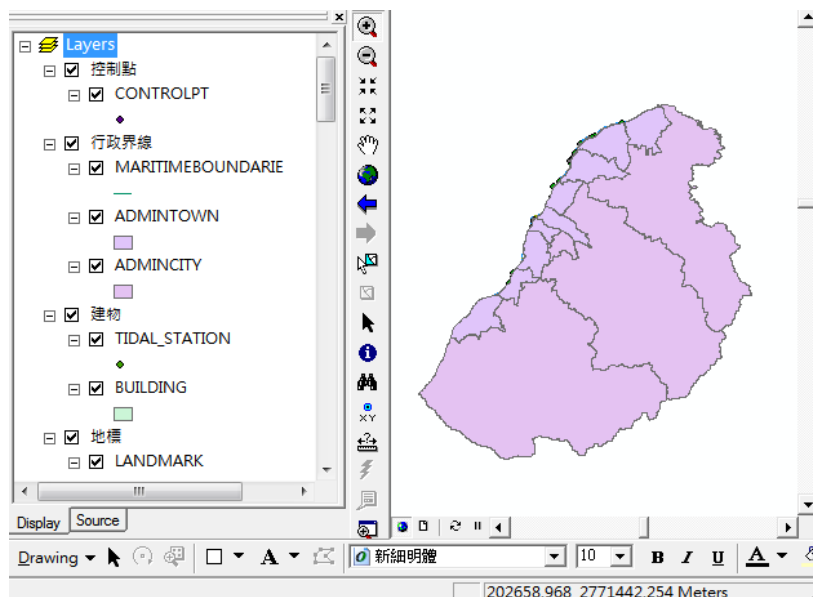
資料集名稱：  
RW

圖幅框名稱：  
FRAMEINDEX


確定 取消



- (2)以  按鈕依序開啟選擇檢核圖資視窗，設定檢核圖資及資料庫模型檔案，本檢核系統配合海域基本圖資料庫模型建置，故檔案格式限定為Personal Geodatabase (.mdb)。
- A.檢核圖資：為欲進行檢核的資料庫，如專案資料庫名稱為「100海圖GIS.mdb」。
  - B.資料庫模型：為本案建置之海域基本圖資料庫模型（空的資料庫），檢核工具安裝時即已安裝。預設位於安裝路徑下C:\Program Files\海域基本圖圖資檢核工具\海域基本圖圖資檢核工具列\資料庫模型\100海圖GIS資料庫模型.mdb。
  - C.詮釋資料綱要：為內政部詮釋資料標準TWSMP1.0之XML Schema，作為詮釋資料檢核之用，檢核工具安裝時即已安裝。預設位於安裝路徑下C:\Program Files\海域基本圖圖資檢核工具\海域基本圖圖資檢核工具列\資料庫模型\TWSMP10.xsd。
  - D.資料集名稱：預設名稱為RW，若名稱不同可依實際資料集名更改。
  - E.圖幅框名稱：預設名稱為FrameIndex2500，若名稱不同可依實際圖幅框名稱更改。
- (3)設定完成後按  按鈕，ArcMap將自動根據上步驟所設的路徑及檔案讀取圖資，載入到圖台上。為方便查核者檢視瀏覽圖資，圖資以海域基本圖基本地形圖類別分類，「其他」類則放置圖層名稱未對應的圖層。



### 3. 圖資狀態檢視

將檢核圖資載入後，點選檢核模組下的「 圖資狀態檢視」按鈕，檢視檢核圖資的資料狀態。

「圖資狀態檢核」頁籤下，所顯示的圖資資訊包括：

- (1)大類名稱：本案根據海域基本圖基本地形圖GIS資料庫規劃成果，分為九大類別。「其他」類則放置專案範圍、圖幅框、及圖層名稱未對應的圖層，可由此檢核圖層名稱是否輸入有誤。
- (2)資料名稱：圖層英文名稱，係依據資料庫模型裡的圖層名稱。
- (3)圖層名稱：圖層中文名稱，係依據資料庫模型裡的圖層名稱。
- (4)空間單位：圖層的資料型態，為點或線或面。
- (5)圖層是否存在：依據資料庫模型裡的圖層名稱定義，列出檢核圖資是否有該圖層。圖層不存者將以紅色字體標示，可能為圖層遺漏、無法正常開啟，或圖層名稱、別名(AliasName)輸入有誤所導致。
- (6)應有圖元數量：該檢核圖層應包含的圖元數量，可由使用者自行輸入（輸入方式詳述於後）。
- (7)實際圖元數量：檢核圖資內，該圖層的實際圖元數量統計。
- (8)圖元數量檢核：根據應有圖元數量與實際圖元數量比對，檢核圖元數量是否符合，數量不符合者將以紅色字體標示。

視窗最上方並將列出整體檢核結果為一切正常或共有幾筆錯誤。若應有圖元數量欄位為空白，可按「應有圖元數量設定」按鈕進行設定。

圖資狀態檢視

圖資狀態檢核 | 圖幅圖元數量 | 一切正常時的顯示狀態

檢核  
本項檢核結果為：一切正常 注意：圖元數量表尚未建立，欲產生表格請點選‘應有圖元數量設定’ 應有圖元數量設定

大類名稱	資料名稱	圖層名稱	空間單位	圖層是否存在	應有圖元數量	實際圖元數量	圖元數量檢核
1. 測量控制點(s...	SurveyControlPo...	測量控制點	Point	圖層存在	72	72	圖元數量符合
2. 界線(boundar...	BoundaryLineL	界線	Polyline	圖層存在	0	0	圖元數量符合
2. 界線(boundar...	CoastAreaA	海岸地區	Polygon	圖層存在	0	0	圖元數量符合
2. 界線(boundar...	InternationalMari...	國際海事界線	Polygon	圖層存在	0	0	圖元數量符合
2. 界線(boundar...	AdministrativeBo...	行政界範圍	Polygon	圖層存在	48	48	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	BuildingA	房屋	Polygon	圖層存在	2376	2376	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	FuneralAndBuria...	面狀喪葬設施	Polygon	圖層存在	58	58	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	FuneralAndBuria...	喪葬設施	Point	圖層存在	0	0	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	IndustrialAndMin...	面狀工礦設施	Polygon	圖層存在	228	228	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	IndustrialAndMin...	線性工礦設施	Polyline	圖層存在	0	0	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	PublicFacilitiesAn...	面狀生活公共...	Polygon	圖層存在	36	36	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	PublicFacilitiesAn...	生活公共設施...	Point	圖層存在	0	0	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	Wall	線性牆垣	Polyline	圖層存在	696	696	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	WallP	牆垣	Point	圖層存在	51	51	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	OtherArtificialStr...	線性其他人工...	Polyline	圖層存在	3108	3108	圖元數量符合
4. 交通系統(tran...	AirportFacilitiesA	面狀機場附屬...	Polygon	圖層存在	0	0	圖元數量符合

圖幅範圍檢視 總表輸出 關閉

圖資狀態檢視

圖資狀態檢核 | 圖幅圖元數量 | 出現錯誤時的顯示狀態

檢核  
本項檢核結果為：共 3 筆錯誤 注意：圖元數量表尚未建立，欲產生表格請點選‘應有圖元數量設定’ 應有圖元數量設定

大類名稱	資料名稱	圖層名稱	空間單位	圖層是否存在	應有圖元數量	實際圖元數量	圖元數量檢核
1. 測量控制點(s...	SurveyControlPo...	測量控制點	Point	圖層存在	0	0	圖元數量符合
2. 界線(boundar...	AdministrativeBo...	行政界範圍	Polygon	圖層存在, AliasN...	0	0	圖元數量符合
2. 界線(boundar...	BoundaryLineL	界線	Polyline	圖層存在	0	0	圖元數量符合
2. 界線(boundar...	CoastAreaA	海岸地區	Polygon	圖層存在	0	0	圖元數量符合
2. 界線(boundar...	InternationalMari...	國際海事界線	Polygon	圖層存在	0	0	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	BuildingA	房屋	Polygon	圖層存在	5	5	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	CommunicationF...	通訊及傳播設施	Point	圖層存在	0	0	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	FuneralAndBuria...	面狀喪葬設施	Polygon	圖層存在	0	0	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	FuneralAndBuria...	喪葬設施	Point	圖層存在	0	0	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	IndustrialAndMin...	面狀工礦設施	Polygon	圖層存在	0	0	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	IndustrialAndMin...	線性工礦設施	Polyline	圖層存在	1	1	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	OtherArtificialStr...	線性其他人工...	Polyline	圖層存在	0	0	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	PublicFacilitiesAn...	面狀生活公共...	Polygon	圖層存在	2	2	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	PublicFacilitiesAn...	生活公共設施...	Point	圖層存在	0	0	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	Wall	線性牆垣	Polyline	圖層存在	5	5	圖元數量符合
3. 人工構造物(a...	WallP	牆垣	Point	圖層存在	0	0	圖元數量符合

圖幅範圍檢視 總表輸出 關閉

應有圖元數量設定

大類名稱	資料名稱	應有圖元數量
1. 測量控制點(survey control po...	SurveyControlPointP	0
▶ 2. 界線(boundary line)	AdministrativeBoundariesA	0
2. 界線(boundary line)	InternationalMaritimeBoundariesA	0
2. 界線(boundary line)	CoastAreaA	0
2. 界線(boundary line)	BoundaryLineL	0
3. 人工構造物(artificial structure)	IndustrialAndMiningFacilitiesA	0
3. 人工構造物(artificial structure)	IndustrialAndMiningFacilitiesL	1
3. 人工構造物(artificial structure)	CommunicationFacilitiesP	0
3. 人工構造物(artificial structure)	WallL	5
3. 人工構造物(artificial structure)	FuneralAndBurialFacilitiesA	0
3. 人工構造物(artificial structure)	BuildingA	5
3. 人工構造物(artificial structure)	WallP	0
3. 人工構造物(artificial structure)	PublicFacilitiesAndPlacesA	2
3. 人工構造物(artificial structure)	PublicFacilitiesAndPlacesP	0
3. 人工構造物(artificial structure)	FuneralAndBurialFacilitiesP	0
3. 人工構造物(artificial structure)	OtherArtificialStructureL	0

確定 取消


各項檢核結果都可單獨輸出為Excel資料表，方便後續記錄留存、稽核。在圖資狀態視窗按「總表輸出」按鈕，即可指定檔案位置及檔名，依檢核項目命名資料表名稱，將檢核成果輸出為Excel資料。

圖資狀態.xls - Microsoft Excel

大類名稱	資料名稱	圖層名稱	空間單位
2. 界線(boundary line)	AdministrativeBoundariesA	行政界範圍	Polygon
4. 交通系統(transportation system)	AirportFacilitiesA	面狀機場附屬設施	Polygon
7. 植被覆蓋及農漁養殖(land cover)	AquacultureA	面狀養殖池	Polygon
7. 植被覆蓋及農漁養殖(land cover)	AquacultureL	線性養殖池	Polyline
5. 水系(water system)	BankCoastOrShoreConstructionA	面狀岸邊工程	Polygon
5. 水系(water system)	BankCoastOrShoreConstructionL	線性岸邊工程	Polyline
2. 界線(boundary line)	BoundaryLineL	界線	Polyline
4. 交通系統(transportation system)	BridgeA	面狀橋樑	Polygon
4. 交通系統(transportation system)	BridgeL	線性橋樑	Polyline
4. 交通系統(transportation system)	BridgeP	橋樑	Point
3. 人工構造物(artificial structure)	BuildingA	房屋	Polygon




#### 4. 投影坐標檢核

點選  投影坐標檢核按鈕，檢視投影坐標系統設定是否正確，包括投影、東平移量加值、北平移量加值、中央子午線經度、中心線尺度因子、水平單位等參數。視窗最上方將列出整體檢核結果為合格或不合格，若設定參數與資料庫模型不符，將以紅色字體標示。




檢核項目	資料庫模型	檢核圖資	檢核結果
▶ 投影坐標名稱	TWD_1997_TM_T...	TWD_1997_TM_T...	參數正確
投影(Projection)	Transverse_Mercator	Transverse_Mercator	參數正確
東平移量加值(Fal...	250000	250000	參數正確
北平移量加值(Fal...	0	0	參數正確
中央子午線經度(...	121	121	參數正確
中心線尺度因子(...	0.9999	0.9999	參數正確
水平單位(Linear U...	Meter	Meter	參數正確
基準(Datum)	GCS_TWD_1997	GCS_TWD_1997	參數正確
角度單位(Angular ...	Degree	Degree	參數正確
子午線(Prime Meri...	Greenwich	Greenwich	參數正確

#### 5. 屬性資料檢核

點選  屬性資料檢核按鈕，檢視圖資屬性資料的正確性，分為欄位定義與資料內容兩部分。

##### (1) 欄位定義

欄位定義的檢核主要針對圖層查核各欄位是否符合其名稱、資料型態、值域等設定。

A. 於「欄位定義」頁籤下，於左側點選  開啟資料大類目錄，再點選欲檢核的資料名稱。

B. 點選後，右側資料表即列出資料庫模型與檢核圖資內該圖層的欄位名稱、型態及值域。視窗最上方並將列出整體檢核結果為合格或不合格，以及共有幾筆錯誤，若欄位定義與資料庫模型不符，將以紅色字體標示。



## (2) 資料內容

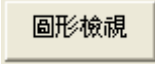
資料內容的檢核主要針對各欄位值內是否不能有空值、空格值、值域錯誤等情況。

A. 於「資料內容」頁籤下，於左側點選 開啟資料大類目錄，再點選欲檢核的資料名稱。


B. 點選後，右側資料表即列出檢核圖資之該圖層的資料內容檢核結果，視窗最上方並將列出整體檢核結果為合格或不合格，以及共有幾筆錯誤，若資料內容有錯誤，將以紅色字體標示。



C.若圖層之圖元數量為0，左側該圖層將呈灰色，該圖層則不會進行任何檢核。


D.若欲察看該筆錯誤資料的圖形及位置，可將整筆資料選取，按  按鈕，ArcMap圖台畫面即縮放顯示至該筆資料所在位置，並以不同顏色HighLight標示出來。

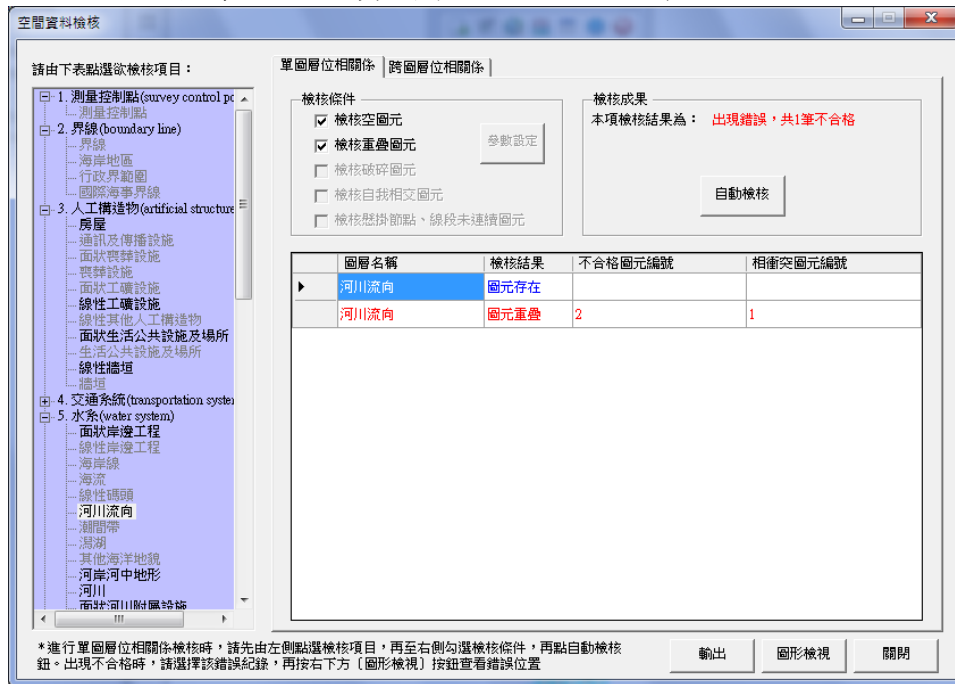
## 6. 空間資料檢核

點選  空間資料檢核按鈕，檢核資料的空間位相關係。

(1)單圖層位相關係：單一圖層位相關係的異常，如空圖元、重疊圖元、破碎圖元、自我相交、懸掛節點、線段未連續等情形。

(2)跨圖層位相關係：圖層與圖層之間的相互位相關係，如兩種面圖元不能重疊，此項檢核項目僅適用面圖層。

A.選擇「單圖層位相關係」頁籤，點選  開啟資料大類目錄，再點選欲檢核的資料名稱，「檢核條件」將自動列出符合該類型（點、線、面）的檢核項目，再點擊自動檢核開始執行。執行完畢後不合格的圖元編號列於下方表格內。視窗最上方並將列出整體檢核結果為合格或出現錯誤，以及共有幾筆不合格，若檢核結果有錯誤，資料表中將以紅色字體標示。



空間資料檢核

請由下表點選欲檢核項目：

- 1. 測量控制點(survey control point)
  - 測量控制點
- 2. 界線(boundary line)
  - 界線
  - 海岸地區
  - 行政界範圍
  - 國際海事界線
- 3. 人工構造物(artificial structure)
  - 房屋
  - 通訊及傳播設施
  - 面狀喪葬設施
  - 喪葬設施
  - 面狀工礦設施
  - 線性工礦設施
  - 線性其他人工構造物
  - 面狀生活公共設施及場所
  - 生活公共設施及場所
  - 線性墳塚
  - 墳塚
- 4. 交通系統(transportation system)
- 5. 水系(water system)
  - 面狀岸邊工程
  - 線性岸邊工程
  - 海岸線
  - 海流
  - 線性碼頭
  - 河川流向
  - 潮間帶
  - 潟湖
  - 其他海洋地貌
  - 河岸河中地形
  - 河川
  - 南澳河川斷面特寫

單圖層位相關係 | 跨圖層位相關係

檢核條件

- 檢核空圖元
- 檢核重疊圖元
- 檢核破碎圖元
- 檢核自我相交圖元
- 檢核懸掛節點、線段未連續圖元

參數設定

檢核結果

本項檢核結果為：**出現錯誤，共1筆不合格**

自動檢核

圖層名稱	檢核結果	不合格圖元編號	相衝突圖元編號
河川流向	圖元存在		
河川流向	圖元重疊	2	1

* 進行單圖層位相關係檢核時，請先由左側點選檢核項目，再至右側勾選檢核條件，再點自動檢核鈕。出現不合格時，請選擇該錯誤紀錄，再按右下方〔圖形檢視〕按鈕查看錯誤位置

輸出 圖形檢視 關閉

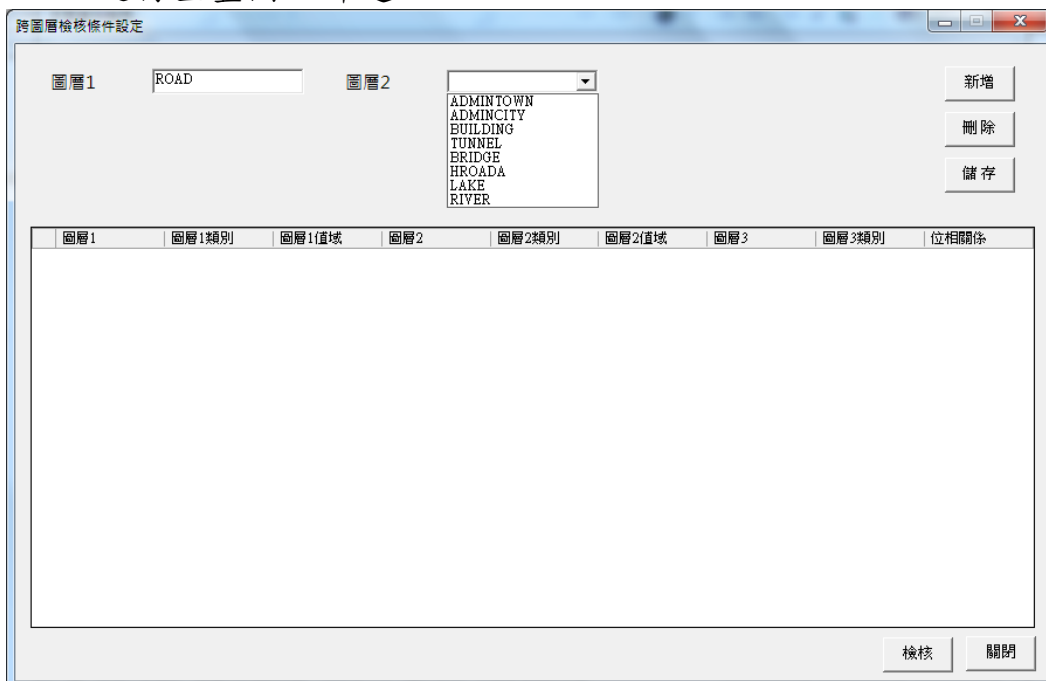


B. 選擇「跨圖層位相關係」，點選 開啟資料大類目錄，再點選欲檢核的資料名稱，待勾選圖層2後執行「無條件檢核」，檢核結束後下方表格列出與檢核資料有重疊的圖層。視窗最上方並將列出整體檢核結果為合格或出現錯誤，以及共有幾筆不合格，若檢核結果不合格的，資料表中將以紅色字體標示。若須加入例外條件，則接著執行「有條件檢核」設定合理允許重疊之條件。



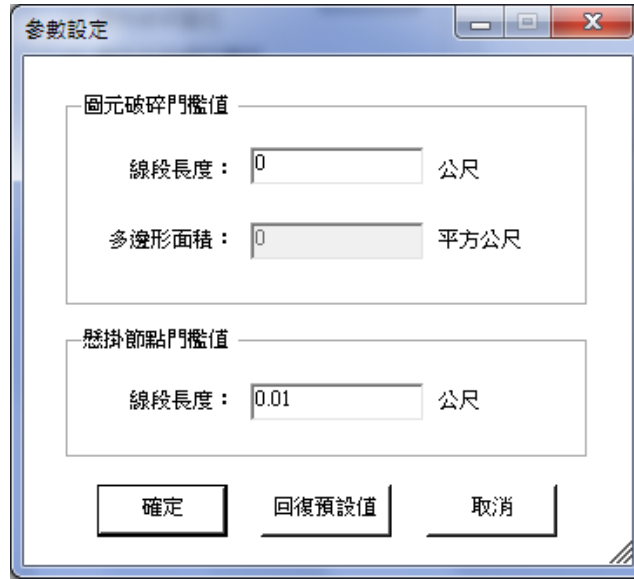


C. 跨圖層檢核條件設定界面是針對點選的檢核資料進行條件設定，依需求選擇圖層2或進一步設定圖層1與圖層2的類別，設定完畢後點擊新增鈕，若需建立多筆則重複上述步驟，待新增完畢後得點擊儲存鈕，才會將設定記錄於資料庫內。執行「檢核」進行重疊圖元篩選。



D. 若圖層之圖元數量為0或不適用檢核項目，左側該圖層將呈灰色，該圖層不能進行任何檢核功能。

E. 目前提供空間資料檢核之圖元破碎、懸掛節點檢核門檻值參數設定。按 **參數設定** 按鈕，可檢視、修改檢核參數。

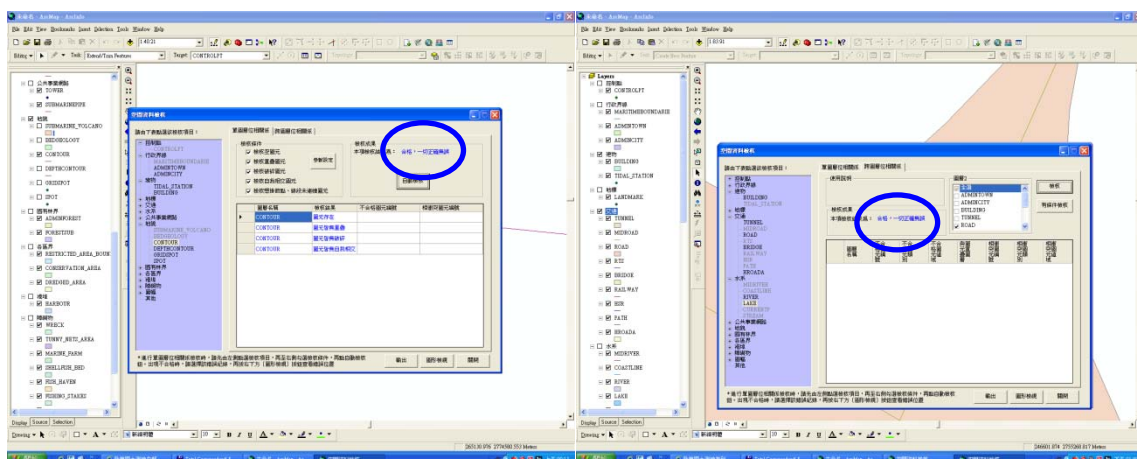


F. 若必察丟該筆錯誤資料的圖形及位置，可將整筆資料選取，按 **圖形檢視** 按鈕，ArcMap圖台畫面即縮放顯示至該筆資料所在位置，並以不同顏色HighLight標示出來。

## 7. 本案檢核結果

本年度經由捷連公司提供之程式所查核出之結果畫面如下均為合格：

(1) 空間座標檢核：





## 伍、結論與建議

### 一、結論

由於本案之目的在於建立台灣地區海域基本圖之完整建置，因此本年度之作業範圍北起桃園縣老街溪，南至苗栗縣外埔漁港海域，東至岸線潮間區域，西至外海最遠邊界約離岸10公里處，海域深度約達80公尺。沿線所經行政區界包含桃園縣、新竹縣、新竹市、苗栗縣，岸線長度約57公里，共計84幅五千分之一比例尺圖幅。測區東側則與「96年度領海及鄰接區海域基本圖測量工作」測區銜接。施測面積共計464平方公里，里程共計6400公里。所得成果共產製84幅比例尺五千分之一海域基本圖、中(低)潮高程數值模型(5m*5m、10*10m、20*20m、50*50m、100*100m、250*250m)、GIS格式資料(共24個圖層)與各項成果之詮釋資料，並將資料轉置成電子航行圖前置資料以供後續各項海域測繪成果之用。

由於本案範圍廣大，故由本團隊包含詮華公司與自強公司共同協力完成測量作業，因此水深測量精度也就格外重要，除儀器本身之內精度須符合規範要求外，其各項儀器間之外精度也須符合規範，本案之水深測量精度皆高於97%符合近岸海域規範要求，以下分別列出各項水深測量精度：

- (一) 單音束主測線及檢核測線檢核：比對單音束主測線與檢核測線之交點時，依檢核線位置搜尋半徑2公尺內主測線之水深測點，來比較分析其高程誤差值，共檢核1358點，符合近岸海域合格點數1358點，合格率100.0%。
- (二) 多音束主測帶及檢核測帶重疊區檢核：先將多音束主測帶全區水深資料網格化（內插成5×5m格點），再以檢核測線之原始水深資料比較相近位置不同測線之水深誤差差值，共檢核761361點，符合近岸海域合格點數761035點，合格率100.0%。



- (三) 單音束與多音束重疊區域：先將多音束測深成果製作成5m×5m格點後，再以單音束測點位置來搜尋最接近之格點，比對其多音束格點水深值與單音束測深值之差異。經比對單音束與多音束測深重疊施測區域共檢核39005點，符合近岸海域合格點數38864點，合格率99.64%。
- (四) 不同廠商海域交接區水深測點檢核：先將不同廠商於圖幅號95221038之測深成果分別製作成5m×5m格點後，再比對其相同格點水深值之差異。經比對重疊施測區域共檢核14878點，符合近岸海域合格點數14478點，合格率97.3%。

## 二、建議

本案由100年3月8日起開工，預計於決標後270日曆天內即100年12月2日前提送工作總報告書，由於本年度工期不到1年，加上水深測量與試作底質調查之內外業工作投入相當多之人力物力，耗費相當多之時間，經由本團隊不斷努力加派人手配合趕工下終於完成本案各項工作項目。本次海域基本圖主要仍以多音束水深測量方式為主，施測面積達464平方公里，陸域圖資則由測繪中心提供，在本年度之作業過程中，彙整出以下意見，作為往後相關案件工作執行之參考。

### （一）水深測量儀器標準檢核作業

本年度經由以往之經驗特將水深測量儀器標準檢核作業排於100年5月初海象條件適合之時間進行，並集合本團隊之預計會用到的儀器，於同潮區內同一時間同一地點進行檢核，以減小影響精度之主要外在因子包括潮時、潮差與地形之變遷等。所得檢核成果大多符合本案之規範要求，除Kongsberg EM2000之內精度不符合港區及航道精度規範要求外，故加緊於100/06/03又在進行一次水深測量儀器標準檢核改善作業，以其在短時間內能確定各儀器系統間之標準為一致。所幸，所得結果全數符合96%以上港區及航道精度規範要求，對於後續成果製作上所遇到地形不合之情形也相對減小。建議往後相關案件工作執行上亦可參考本次作業模式。

### （二）極近岸施測

外業施測時須往岸線盡量施測，由於本案範圍內大多為沙岸地形，且坡度相當緩，因此水深測量所能施測之範圍則相當有限，本團隊為求資料之品質與完整性，以小型船隻於海象狀良好之條件下，於漲潮時段盡量往岸線測量，因此建議針對極近岸之作業需於特定時段內(5~8月，漲潮時段)進行作業，以維護水上作業安全與資料之品質保證。

### （三）海、陸域圖資整合

由於本年度陸域圖資由測繪中心提供，其圖資為97年潮間帶一案之成果，因有一時間差，首要之步驟即檢查海陸域圖資是否符合。所幸，本年度之海、陸域圖資，因潮間帶水深所能施測之範圍並非全數銜接陸域圖資之範圍，因而圖資於顯示上並無太大之差異，但仍建議測繪中心，往後仍保留岸線測量，以減小因時間差所造成之地形變遷。

#### (四) 潮位分析

- 1.實測潮位資料與潮位模式潮位資料之比較結果可知在新竹漁港處，潮位模式所求得之潮位資料與實際潮位觀測資料趨勢相同，但兩者間存在一系統時間差及高程差；而在外埔漁港處，潮位模式所求得之潮位資料與實際潮位觀測資料趨勢相同，但兩者間僅存在一系統高程差。
- 2.將新竹漁港實測潮位資料乘以比例值1.0686，再將時間加上5.16分鐘，可推估外埔漁港之潮位資料，比較得知，實測潮位資料與推估之潮位資料間無時間差存在，但潮位高之震幅呈現一比例上之差異。
- 3.雙驗潮潮位計算、RTK潮位及潮位模式之比較結果得到剔除奇異值後之RTK潮位高與雙驗潮潮位計算之成果近乎相等，但因RTK潮位觀測不穩定，因此資料之分布範圍較大。而潮位模式之潮位則與RTK潮位、雙驗潮潮位計算兩者之潮位有差異，與前兩者相較，亦存在一系統時間差及高程差。因此，RTK潮位與雙驗潮潮位計算兩者在水深資料計算上均可運用，但因RTK潮位資料穩定度不佳，無法得到較為精確之潮位高，因此在實際作業上不建議採用。

#### (四) 水深資料格式

本案採用多套測深儀器，其各家之後處理軟體並不相同，甚而針對單音束設備，各家廠商對針對其使用方便性而撰寫適合各公司之資料收集格式，但對於後續欲審查或使用成果之單位及機關則會造成困擾，因此建議可以市售之大廠軟體進行收集，以利成果後續之使用與利用。

#### (五) 試作底質調查

試作底質調查於執行過程中因此項目對於目前國內仍為一相當新之技術，本團隊花費相當多之人力與時間以完成此項工作，但所得成果仍不盡理想，原預期以採樣方式可以確切了解其底質狀況，但因本案所用之採樣方式卻造成細顆粒之底質可能會於採樣過程中流失，建議測繪中心可以專案方式辦理此項作業，可進行較深入之探討，並獲得較佳之成果，並加入水下攝影，即使無法明確了解底質，仍可提供相關資訊，如地形崎嶇度或是否有植被覆蓋其上造成影響聲納反射強度。而採樣方式亦需嚴謹，以免漏掉表層細顆粒底質。

經由本次試作調查結果，建議未來若需藉由聲納回波強度資料以分類海床底質時，分為4大類即泥、砂、礫、岩(礁)即可，且同步進行側掃聲納影像掃描，並藉由適量的實地採樣以確切掌握底質實況。

#### (六) GIS資料建置

對於檢核程式檢查結果發現對於空間資訊上有不符之處，主要在於面圖層對面圖層相交處若有圖層相疊之情形，此類問題因為認知上之不同所致，因為如路圖層與橋圖層或是路圖層與水系圖層等為求資料之完整性，應允許圖層相疊之情形。以及在屬性資料建立上，因本年度之陸域圖資由測繪中心提供，部分屬性資料訊息不全，因而造成許多空屬性資料，因此建議部分屬性可允許空屬性資料之建立。

#### (七) 電子航行圖前置作業

在製作電子航行圖前置作業前須針對部分圖資資料進行重新分類、製作並辨識為何種類別，因此花費相當多之時間，加上本案此項目作業期程僅有2週，相當短暫，建議未來若仍有此工作項目，可以增加一些工作期程，讓成果能更加完備。



## 參考文獻

1. 徐瑋琦 (2005) 淡水河至後龍溪海岸帶地質特徵。國立台灣大學海洋所碩士論文。共151 頁。
2. 何春孫 (1986) 台灣地質概論。中華民國經濟部出版社。共163 頁。
3. 張政亮 (1995) 台灣西部海岸沙丘之地形學研究。文化大學地理學研究所博士論文。共170 頁。
4. 經濟部中央地質調查所 (1984) 五萬分之一台灣地質圖說明書—大園。經濟部中央地質調查所
5. 經濟部中央地質調查所 (1989) 五萬分之一台灣地質圖說明書—新竹。經濟部中央地質調查所。
6. 經濟部中央地質調查所 (1994) 五萬分之一台灣地質圖說明書—苗栗。經濟部中央地質調查所。
7. 經濟部中央地質調查所 (1996) 五萬分之一台灣地質圖說明書—桃園。經濟部中央地質調查所。
8. 蔣正興、俞何興 (2002) 台灣海岸帶類型、形貌特徵及其板塊構造之意義。台灣海洋學刊。第40期，第161-178頁。
9. 海域基本圖圖資檢核工具操作說明手冊。捷連公司。
10. Boggs, S. Jr., Wang, W. C. and Chen, J. C., 1974, Textural and compositional patterns of Taiwan shelf sediment. *Acta Oceanographica Taiwanica*, no. 4, p.13-56.
11. Inman, D. L. and Nordstrom, C. E., 1971, On the tectonic and morphologic classification of coasts. *The Journal of Geology*, v. 79, p.1-21.
12. Suppe, J., 1981, Mechanics of mountain building and metamorphism in Taiwan. *Mem. Geol. Soc. China*, v.4, p.67-89.