

103 年度「高程基準檢測工作」 報告書

辦理機關：內政部國土測繪中心

中華民國 104 年 6 月

目 錄

第一章 前言.....	1
第二章 工作規劃.....	3
§ 2-1 工作範圍.....	3
§ 2-2 工作項目.....	6
§ 2-3 作業流程.....	8
§ 2-4 時程規劃.....	9
§ 2-5 儀器設備與人員編組.....	9
§ 2-6 作業精度與規範要求.....	10
第三章 工作執行.....	12
§ 3-1 點位清查.....	12
§ 3-2 儀器檢校.....	13
§ 3-3 精密水準測量.....	15
§ 3-3-1 外業觀測程序.....	15
§ 3-3-2 觀測注意事項.....	16
§ 3-3-3 觀測資料檢查.....	18
第四章 資料處理.....	20
§ 4-1 各項系統誤差改正.....	20
§ 4-1-1 視準軸誤差改正.....	20
§ 4-1-2 折射誤差改正.....	21
§ 4-1-3 地球曲率改正.....	21
§ 4-1-4 正高改正.....	22
§ 4-1-5 水準尺溫度改正.....	23
§ 4-1-6 水準尺刻劃改正.....	23
§ 4-2 觀測資料計算.....	24
第五章 歷次水準測量結果分析.....	27
第六章 結語.....	39
參考文獻.....	41
附件 1 水準測量測段往返閉合差及系統誤差改正表.....	42
附件 2 點位穩定性分析圖.....	47

表 目 錄

表 2-1 臺灣水準原點高程基準網水準測線表	4
表 2-2 潮位站高程基準檢測之水準測量公里數與測量隊轄區一覽表	5
表 3-1 潮位站水準點、一等水準點之點位清查結果表	12
表 3-2 水準儀視準軸校準紀錄表	14
表 4-1 103 年度潮位站水準點及潮位站參考點之高程值	26
表 5-1 各年度潮位站高程基準檢測工作辦理情形表	28

圖目錄

圖 2-1 臺灣水準原點高程基準網位置示意圖	4
圖 2-2 103 年度辦理檢測之潮位站位置分布圖	6
圖 2-3 高程基準檢測作業流程圖	8
圖 3-1 水準儀視準軸校準水準儀與水準尺之擺設位置圖	13
圖 3-2 水準測量資料檢核程式執行畫面	19
圖 4-1 潮位站高程基準檢測測線往返閉合差圖	24
圖 5-1 箔仔寮潮位站水準點 TG08 相對一等水準點 G046 之高程差變化圖 ...	30
圖 5-2 塭港潮位站水準點 TG09 相對一等水準點 X202 之高程差變化圖	31
圖 5-3 東石潮位站水準點 TG10X 相對一等水準點 X202 之高程差變化圖	32
圖 5-4 小琉球潮位站水準點 TG74 相對一等水準點 LC01 之高程差變化圖 ...	32
圖 5-5 金門料羅潮位站水準點 TG72X 相對一等水準點 KM01 之高程差變化圖	33
圖 5-6 東港潮位站水準點 TG33 相對一等水準點 G123 之高程差變化圖	34
圖 5-7 蘭嶼潮位站水準點 TG75-1 相對一等水準點 LY01 之高程差變化圖 ...	34
圖 5-8 馬祖潮位站水準點 TG71-1 相對一等水準點 NG01 之高程差變化圖 ...	35
圖 5-9 麟山鼻潮位站水準點 TG02 相對一等水準點 2017 之高程差變化圖 ...	36
圖 5-10 永安潮位站水準點 TG11X 相對一等水準點 G098 之高程差變化圖 ...	37
圖 5-11 各潮位站水準點相對於一等水準點高程差變化示意圖	38

第一章 前言

為有效規劃國土利用，兼顧環保與經濟發展，達到國土永續經營、建立臺灣為「綠色矽島」、「人文科技島」之目標，亟需建構陸域、海域一致的現代化完整基本控制測量系統，相關工作包括海域基本圖之測繪、重力控制網之建立、離島高程控制系統之建立以及大地控制網、高程控制網之維護更新等，內政部爰訂定「國家基本測量發展計畫」，報奉行政院 91 年 7 月 4 日院臺內字第 0910031672 號函同意辦理，自 92 年度起至 96 年度止分 5 年實施。嗣又訂定「國家測繪發展計畫」，報奉行政院 96 年 7 月 9 日院臺建字第 0960030668 號函同意，自 97 年度起持續辦理，以維護國家基本控制測量系統，98 年度起本項工作改由本中心編列預算執行。

內政部為建立高精度之高程控制系統，於 90 年新設臺灣水準原點，並分別於 90、92 年度辦理完成一等一級、一等二級水準點測設，完整建構臺灣新的高程系統，命名為 2001 臺灣高程基準 (TaiWan Vertical Datum 2001，簡稱 TWVD2001)。另為配合離島建設條例之頒布施行及縮短城鄉差距政策之推動，各界對澎湖、金門、馬祖等離島地區之高程控制點需求日益殷切，內政部於 93 年度交由本中心辦理澎湖、金門、馬祖、綠島、蘭嶼與小琉球等離島的一等水準點測設作業，該工作於 94 年度上半年辦理完成；又為維持高程控制系統之完整，確保其精度及可用性，於 95 年度交由本中心執行臺灣本島一等水準點檢測工作，檢測範圍涵蓋 90 年度起設置的一等一級與一等二級水準點，檢測成果於 98 年 3 月 10 日公布供各界使用；在經歷數年後，於 103 年度再次交由本中心執行臺灣本島一等水準點檢測工作，預定於 104 年度完成。

臺灣地區之新高程系統 TWVD2001 係以臺灣水準原點 K999 為起算點，該水準原點之建立係參考基隆潮位站長期潮位觀測資料而得。又內政部為配

合交通部基隆港務局（現為臺灣港務股份有限公司基隆港務分公司，以下簡稱基隆港務分公司）辦理「東岸聯外道路新建工程（北段標）」用地需要，依國土測繪法第 12 條第 1 項規定，同意遷移重建「臺灣水準原點」，並交由本中心辦理「臺灣水準原點新址埋設檢測工作」，新水準原點於 99 年 12 月建置完竣，點號為 K997，位於國立海洋科技博物館大客車停車場區。

為了解高程系統基準是否穩定，確保高程系統之準確性，必須進行高程基準檢測，而潮位系統與高程系統之結合，除潮位儀本身的準確度外，還須掌握潮位站之穩定性，以排除潮位站的沉陷因素，故亦須進行潮位站高程檢測。檢測作業為長期且持續性之工作，92 年度由內政部委託廠商辦理，工作內容包括水準原點高程基準網及潮位站高程檢測，93 年度交由本中心委託廠商辦理，自 94 年度起，為建立本中心自主水準測量技術，由本中心運用暨有設備，調派人力自行辦理，並自 98 年度開始，執行本工作所需經費編列於本中心「測繪控制點管理維護計畫」項下。

103 年度因經費及本中心人力調配等因素考量，水準原點高程基準網檢測部分併於 103~104 年度一等水準測量作業委外辦理，潮位站高程檢測則仍由本中心測量隊執行。

第二章 工作規劃

§ 2-1 工作範圍

高程基準檢測工作主要包含二項檢測作業，分別為：

- 一、臺灣水準原點高程基準網檢測：包含原臺灣水準原點 K999 高程基準網及新臺灣水準原點 K997 高程基準網之檢測，其水準測線如表 2-1，位置示意圖則如圖 2-1。
- 二、潮位站高程檢測：進行潮位站參考點、潮位站水準點與一等水準點間之精密水準測量工作。本項作業涵蓋臺灣本島及離島地區，目前計有臺灣本島 28 個、離島 7 個共 35 個潮位站納入檢測。

上述二項檢測作業，配合本中心各年度各項業務之執行而作調整，103 年度本中心辦理「103 年度一等水準測量工作」委外採購案，已將臺灣水準原點高程基準網檢測工作納為該案工作項目，由得標廠商執行，該案預計執行 2 年，每年執行 2 次高程基準網檢測工作，最後再進行整體成果之分析。

另外，因應本中心 103 年度各項業務執行之經費分配及人力調派問題，103 年度潮位站高程檢測工作，僅辦理歷年檢測成果變化趨勢較明顯及檢測次數較少之潮位站，103 年度計辦理 15 個潮位站（11 個本島點，4 個外島點）之檢測工作，各潮位站位置分布如圖 2-2。本工作規劃係依據潮位站位置所屬測量隊轄區，由該測量隊辦理為原則，103 年度各測量隊辦理潮位站高程基準檢測工作分配如表 2-2。

表 2-1 臺灣水準原點高程基準網水準測線表

高程基準網	水準測線	公里數
水準原點 K999	K999-K002-BM6-BM11-T7836-K001-K003-K004-BM10-K005-K006-K007-K008-K010-BM4-K021 T7836-2037	8.6
新水準原點 K997	K999-2039-K011-K012-T0524-K013-2041-K014-2042-K997-K996-K015 2039-2040-T0524 K997-2043 (其中2039-K011-K012-T0524-2040-2039 形成一閉合圈)	10.4



圖 2-1 臺灣水準原點高程基準網位置示意圖

表 2-2 潮位站高程基準檢測之水準測量公里數與測量隊轄區一覽表

項次	潮位站名	一等 水準點	潮位站 水準點	公里數	坐落縣市	辦理測量隊
1	福隆	2059	TG36	1.180	新北市	北區第一測量隊
2	淡水	2113	TG03	0.870	新北市	
3	油車口	2114	TG31	1.903	新北市	
4	麟山鼻	2017	TG02	2.335	新北市	
5	馬祖(南竿)	NG01	TG71-1	0.230	連江縣	北區第二測量隊
6	金門料羅	KM01	TG72X	0.982	金門縣	中區測量隊
7	箔子寮	G046	TG08	2.970	雲林縣	南區第一測量隊
8	塭港	X202	TG09	6.021	嘉義縣	
9	東石	X202	TG10X	2.080	嘉義縣	
10	永安	G098	TG11	7.647	高雄市	南區第二測量隊
11	東港	G123	TG33	2.964	屏東縣	東區測量隊
12	林邊	G128	TG40	2.400	屏東縣	
13	蟬廣嘴	K800	TG14	0.457	屏東縣	
14	小琉球	LC01	TG74	0.222	屏東縣	
15	蘭嶼	LY01	TG75-1	0.289	屏東縣	

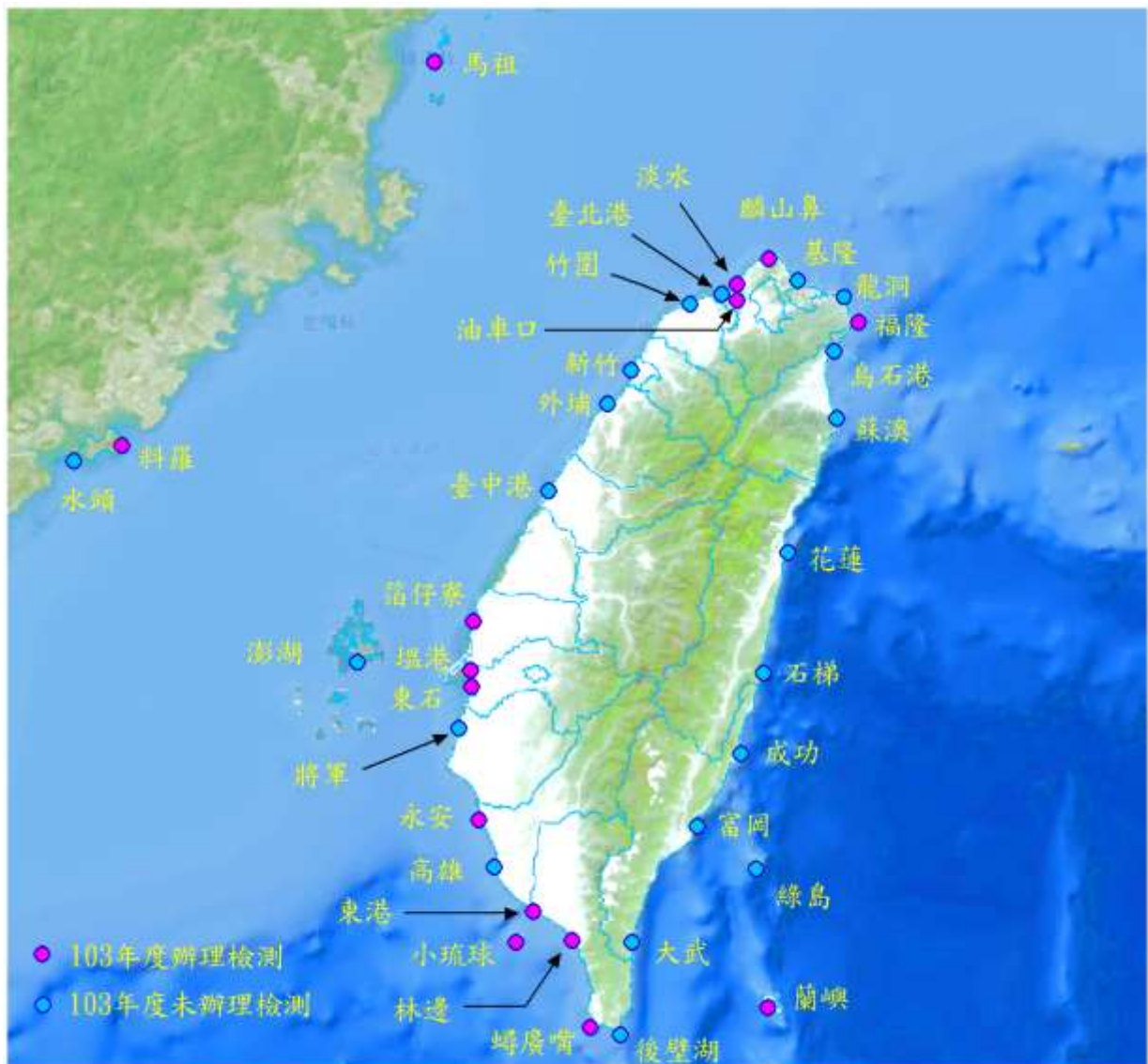


圖 2-2 103 年度辦理檢測之潮位站位置分布圖

§ 2-2 工作項目

本工作（潮位站高程檢測）主要辦理項目包括：

一、點位勘查：

103 年度係本中心自行辦理之第 10 個年度，作業人員均已熟悉潮位站水準點及一等水準點位置，故未減失重建之潮位站水準點點位勘查工作，於辦理檢測工作時一併辦理。

二、儀器校正：

依據內政部「一等水準點測量作業規範」之規定，於外業測量前一個月內應辦理水準儀及水準尺校正，儀器校正應由國家度量衡標準實驗室或簽署國際實驗室認證聯盟相互承認辦法之認證機構所認證之實驗室為之，並出具報告。

三、精密水準測量：

外業水準測量前，應採用定樁法進行水準儀之視準軸檢查工作，並記錄視準軸誤差係數，作為視準軸系統誤差改正之依據。

本工作之精密要求高於一等水準測量，由於國內尚未訂定相關測量規範，觀測作業暫依據內政部「一等水準點測量作業規範」辦理，並於外業測量完成後，立即進行原始觀測資料整理與檢查，以確定資料品質是否合於作業規範。檢查內容包含原始觀測資料之前後視距差、最長視距、最低與最高讀數、測站 2 次讀數高差之差、讀數標準差(σ)、測段中每測站之視距累積誤差、前後視水準尺之溫差、同一測段中水準尺之溫差等，以及測段之往返閉合差、測站數是否為偶數、起終點號是否相符等項目。

四、資料處理及分析：

於往返觀測完竣後，應立即檢查往返觀測閉合差是否合乎規定，且須均符合工作規範及精度要求，方可進行後續視準軸改正、折射誤差改正、地球曲率改正、水準尺溫度改正等各項系統誤差改正，以求得最後各測段之高程差，並據以進行點位穩定性之分析。

五、工作報告撰寫：

就 103 年度工作規劃、工作執行、檢測結果及歷年檢測結果之分析等項撰寫工作報告。

§ 2-3 作業流程

本高程基準檢測工作係依據內政部「一等水準點測量作業規範」辦理，作業流程如圖 2-3。

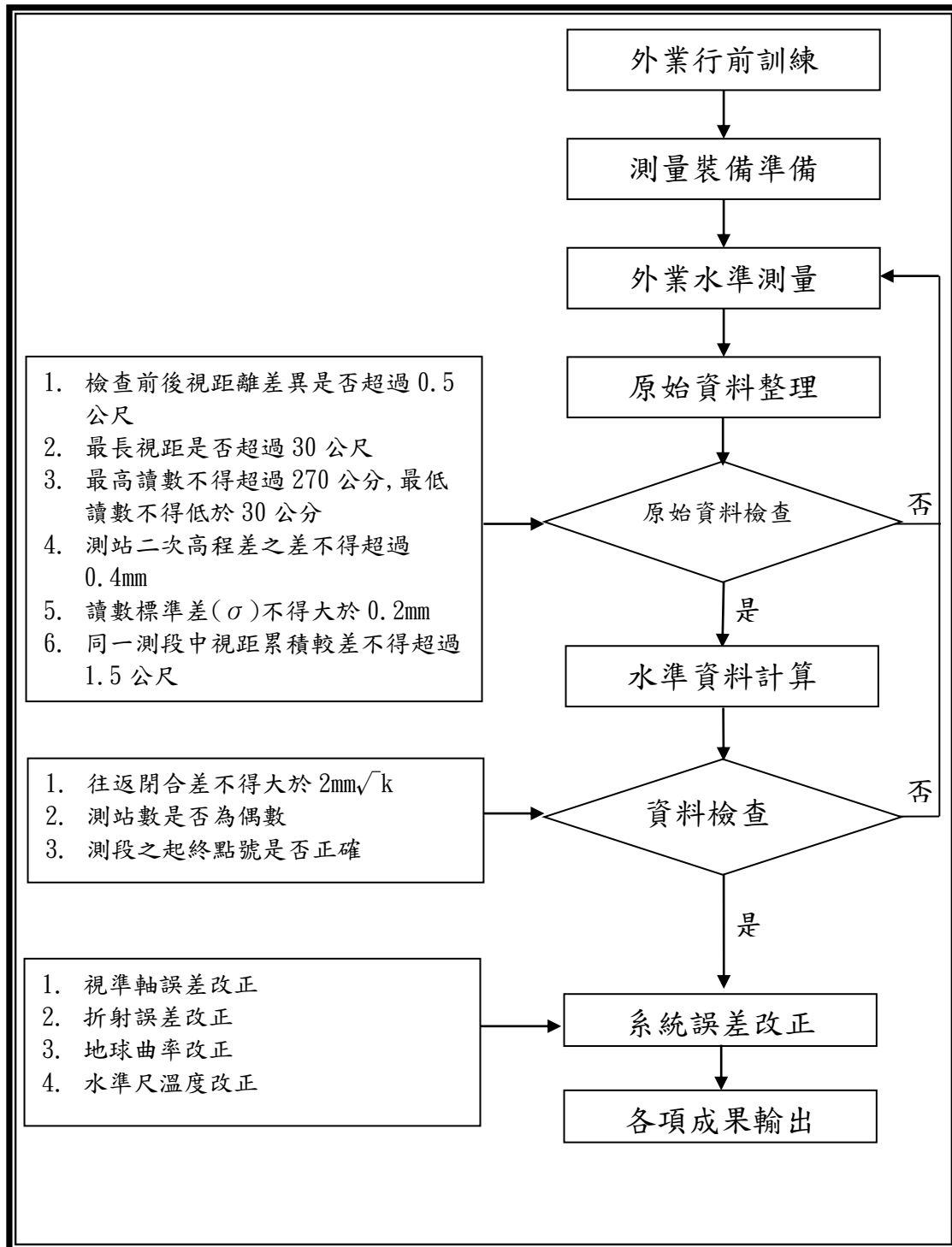


圖 2-3 高程基準檢測作業流程圖

§ 2-4 時程規劃

本中心依據歷年各潮位站高程基準檢測工作之測段公里數及臺灣水準原點高程基準網的測段公里數，運用各隊均配置之 1 套精密電子水準儀，估計各地點各測量隊辦理本工作所需時間。103 年度規劃辦理 15 個潮位站各 1 次檢測工作，作業期程規劃自 103 年 4 月至 10 月，由各隊在規定時間內視業務狀況辦理本項工作。

§ 2-5 儀器設備與人員編組

本中心目前有 6 套 Zeiss DiNi12 電子水準儀，整套儀器設備主要包含精密水準儀、鈷鋼水準尺及溫度計，每部水準儀均配置固定之 3 米鈷鋼水準尺 (Nedo LD13)。又為施測潮位站參考點，另配備 1 米鈷鋼尺 4 支，以搭配電子水準儀使用，及 1 對 2 米尺以因應 3 米尺無法施測之地區使用。

觀測儀器精度要求係依照「一等水準測量作業規範」規定，其需求規格如下：

一、採用之精密水準儀，應符合下列規格：

- (一)每公里往返測標準偏差在 0.4mm 以下。
- (二)圓盒氣泡之靈敏度在 10' /2mm 以內。
- (三)補償器水平設定精度在 0.30" 以內。
- (四)最小讀數至少為 0.1mm 以下。
- (五)最小估讀 (顯示) 讀數至少為 0.01mm 以下。

二、採用之鈷鋼水準尺，應符合下列規格：

- (一)刻劃校準精度在 0.05mm 以內。
- (二)固定於水準尺上之圓盒氣泡靈敏度在 10' /2mm 以內。
- (三)同組施測之前後視水準尺，必須採用原廠檢驗配對之鈷鋼水準尺。

三、採用之溫度計，應符合下列規格：

- (一)在攝氏 0 度至 40 度之量測範圍內，其量測精度在 0.2 度以內。
- (二)最小讀數至少為 0.1 度以下。
- (三)須置於可通風之遮陽罩中，且可使溫度計固定於溫度計架之 0.5 公尺及 2.5 公尺之高度。

精密水準測量編組一般配置 5 人，配備工程車 1 部，人員為觀測員 1 人，記錄員 1 人，扶尺員 2 人，引導（司機）1 人，可依實際需要增減之。本次水準測量作業人員編組為 4 人，於夜間觀測時視地區特性再增加 1 人。103 年度各測量隊工作量之作業時程為 1 至 2 個月不等，各測量隊作業人員均為兼辦人員，於規劃時程內由測量隊調派人員辦理。

§ 2-6 作業精度與規範要求

本工作係依照內政部「一等水準測量作業規範」執行精密水準測量作業，內政部於 64 年 7 月至 69 年 1 月辦理「臺灣地區土地測量工作」中基本控制點檢測之一等水準測量，對高程基準檢測工作的水準測量之每測段往返最大閉合差，為 $2.0\text{mm}\sqrt{k}$ （K 為單一測段長度之公里數），較一等級水準測量的 $2.5\text{mm}\sqrt{k}$ 為高，92 年度開始辦理潮位站高程基準檢測工作也依循此精度施測，有關本工作相關施測精度及容許誤差要求如下：

- 一、每測段往返最大閉合差（系統誤差改正前）： $2.0\text{mm}\sqrt{k}$ （K 為單一測段長度之公里數）。
- 二、最長視距：30 m。
- 三、最大前後視距差：
 - (一)每一測站：0.5 m。
 - (二)同一測段中任一測站上前後視距差累積：1.5 m。
- 四、最大視準軸誤差：10."0（即 0.05 mm/m）。
- 五、鈷鋼水準尺垂直度：10.'0。

六、潮位站參考點與潮位站水準點間之往返觀測閉合差：

(一)潮位站參考點無法擺置鈿鋼尺者：1.0 mm。

(二)潮位站參考點能擺置鈿鋼尺者：0.5 mm。

第三章 工作執行

§ 3-1 點位清查

於外業測量作業前須先清查所有點位，為節省時間及經費，故於外業測量作業到達現場後，一併清查待測點位是否存在及堪用。

本次檢測工作中，15 個潮位站相關點位清查結果狀況均為良好，表 3-1 為 103 年度各潮位站之潮位站水準點及一等水準點清查結果。

表 3-1 潮位站水準點、一等水準點之點位清查結果表

序號	潮位站名	一等 水準點	點位 狀況	中間 點位	點位 狀況	潮位站 水準點	點位 狀況	備註
1	福隆	2059	良好			TG36	良好	
2	麟山鼻	2017	良好	F017	良好	TG02	良好	
3	淡水	2113	良好			TG03	良好	與DS02共點
4	油車口	2114				TG31	良好	與GA64共點
5	箔子寮	G046	良好	T8653	良好	TG08	良好	
6	塭港	X202	良好	WG02	良好	TG09	良好	
				CGSG080	良好			
				WG03	良好			
				WG01	良好			
7	東石	X202	良好			TG10X	良好	TG10X 於 101 年度開始施測
8	永安	G098	良好	YA01	良好	TG11X	良好	
				YA02	良好			
9	東港	G123	良好	TKG1	良好	TG33	良好	
10	林邊	G128	良好			TG40	良好	於100年度開始施測
11	蟬廣嘴	K800	良好			TG14X	良好	
12	小琉球	LC01	良好			TG74	良好	
13	蘭嶼	LY01	良好			TG75-1	良好	
14	金門料羅	KM01	良好			TG72X	良好	
15	馬祖(南竿)	NG01	良好			TG71-1	良好	

§ 3-2 儀器檢校

依據內政部「一等水準點測量作業規範」之規定，於外業測量前一個月內應辦理水準儀及水準尺校正，儀器校正應由國家度量衡標準實驗室或簽署國際實驗室認證聯盟相互承認辦法之認證機構所認證之實驗室為之，並出具報告。103年3月本中心新採購兩組（每組2支）3米條碼式鈦鋼水準尺，該水準尺驗收時已包含上述之校正報告，103年度檢測工作採用新尺辦理。

另在實際進行水準測量前，為確保水準儀本身之誤差值合於規範，並記錄所測資料之視準軸誤差係數，作為視準軸誤差改正之依據，均依照內政部「一等水準測量作業規範」進行視準軸校準程序，除計算儀器之視準軸誤差係數外，亦進行水準儀水平設定精度、直立軸誤差計算之檢校，結果均符合要求。有關水準儀視準軸校準之水準儀與水準尺擺設位置如圖3-1，視準軸校準紀錄表如表3-3。

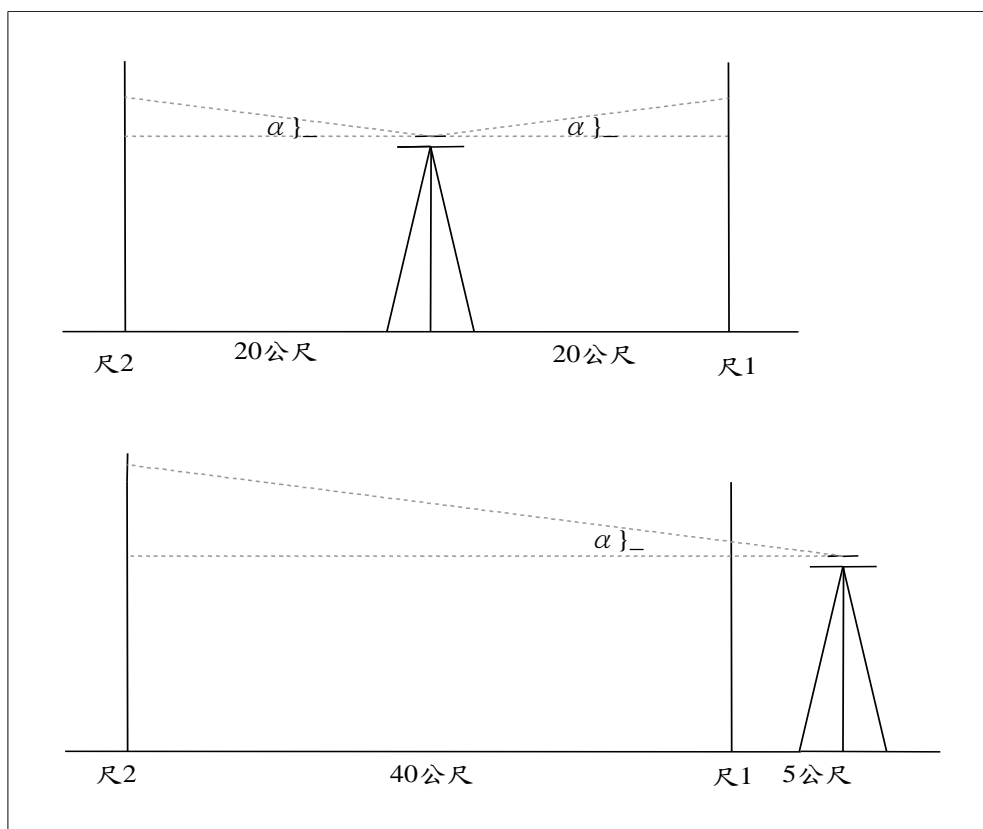


圖 3-1 水準儀視準軸校準水準儀與水準尺之擺設位置圖

表 3-2 水準儀視準軸校準紀錄表

組別：	東區測量隊		檔案名稱：	1030826.DAT	
校準日期：	103 年 8 月 26 日		校準時間：	AM08:10	
水準儀序號：	702361		校準人員：	鍾治興	
水準尺一序號：	63894		扶尺人員	林明益	
水準尺二序號：	64171		扶尺人員	林俊彥	
量測起始溫度：	28.7		風速：	1	
時間段：	8 分		日照：	0	
校準前應注意事項：			是	否	
一、校準場地坡度是否小於百分之二？			是		
二、水準儀及水準尺之圓盒氣泡是否已校正完畢？			是		
三、電子精密水準儀是否已消除內部視準軸校正功能？			是		
一、水準儀整置於線段中央處(20 公尺處)					
註：前後視距離差若大於 0.4 公尺需重新整置儀器					
後視(尺一)讀數 B1	1.36638	後視距離	19.920	後視讀數平均	1.36638
前視(尺二)讀數 F1	1.57849	前視距離	19.972	前視讀數平均	1.578475
前視(尺二)讀數 F2	1.57846	前視距離	19.967	後視距離平均	19.9195
後視(尺一)讀數 B2	1.36638	後視距離	19.919	前視距離平均	19.9695
高程差(Δh_1)	-0.212095	距離差(Δs_1)	-0.05		
二、水準儀置於尺一後方 5 公尺處					
前視(尺一)讀數 F3	1.35041	後視距離	4.972	後視讀數平均	1.350445
後視(尺二)讀數 B3	1.56330	前視距離	44.852	前視讀數平均	1.56343
後視(尺二)讀數 B4	1.56356	前視距離	44.879	後視距離平均	4.9725
前視(尺一)讀數 F4	1.35048	後視距離	4.973	前視距離平均	44.8655
高程差(Δh_2)	-0.212985	距離差(Δs_2)	-39.893		
三、計算視準軸誤差值		0.019803	若超過容許值 0.05mm/m (即 10."0)		
$C=[\Delta h_1-\Delta h_2-0.1)]/(-\Delta s_2)$			設定自動校正功能，並重覆上述步驟		

備註：*C 中 0.1 為 5 公尺及 45 公尺之折射及曲率誤差修正值之較差，單位為 mm。

§ 3-3 精密水準測量

§ 3-3-1 外業觀測程序

每日視準軸校準作業結束後，即可依據「一等水準測量作業規範」進行精密水準測量，其觀測程序如下：

- 一、記錄一等水準點測量相關資料：包括測量日期及時間、水準測量編組成員姓名、測線編號、測段編號、測站數、儀器及設備之型號及序號、視準軸修正值、天氣狀況、雲量與風力、起點及終點之點名及點號、起點及終點之標石種類及號碼等資料。
- 二、豎立水準尺：將甲尺置於起點上，乙尺在適當距離置於轉折點的尺墊上，確定調整水準尺上的氣泡，使其居中。
- 三、將水準儀置於 2 根水準尺的中間，儘量使前後視距相等，調整儀器使氣泡居中，先觀測甲尺，讀取中絲、距離，並記錄之。
- 四、將水準儀轉向乙尺，不可轉動踵定螺旋，若氣泡偏離容許範圍，則儀器須重做檢定。對準乙尺，讀取中絲、距離，並記錄之。
- 五、再讀取乙尺之中絲、距離，並記錄。將水準儀轉向甲尺，觀測甲尺，讀取中絲、距離，並記錄之。儀器會比較 2 次高程差之較差是否在誤差範圍之內。
- 六、若三、四、五項任何差值不符合標準，應捨棄觀測資料，重新依次讀取讀數。若符合，則讀取 2 支水準尺上下兩溫度計之讀數，並記錄時間及溫度。
- 七、所有觀測量要記錄在適當位置，後視觀測記錄在後視的位置，前視則記錄在前視的位置，與甲、乙尺或觀測順序無關，以資辨識。
- 八、記錄者下指令引導後視尺及儀器往進行方向移動，前視尺則轉動尺面，並確保尺墊位置不動，此時，前視尺變成後視尺，重複三至六之步驟，直至甲尺再置於終點的水準點上。

- 九、調整前後視距離，使每一測段的測站數為偶數，即保證同一支尺（甲尺）放在起點與終點的點位上，如此可避免水準尺零點不在尺底部的誤差。
- 十、施測時應於標尺的底部加設尺環，以使尺的支撐點置於標尺底部的中央，減少誤差。但當標尺置於水準點上時，務必要移除尺環，避免造成錯誤。
- 十一、使用電子精密水準儀施測時，每一奇數測站以後視、前視、前視、後視及每一偶數測站以前視、後視、後視、前視之觀測順序讀數，每一次讀數應設定讀取條碼式鈾鋼尺至少 3 次，其讀數標準差（ σ ）不得大於 0.2mm，且第 1 次前後視高程差與第 2 次前後視高程差之較差不得大於 0.4mm。

§ 3-3-2 觀測注意事項

觀測中應遵守之事項如下：

- 一、同一測段之往返觀測，應由同一觀測者使用同一類型之儀器及設備，沿同一路線進行。
- 二、施測外業應儘量於夜間進行。若於日間施測則同一測段之往測與返測應分別在上午及下午進行，另應配備較長遮陽罩，以減少雜散光之影響。
- 三、水準觀測應在標尺分劃線成像清晰而穩定時進行，下列情況不得進行觀測：
 - (一)日出及日落前後 30 分鐘內。
 - (二)太陽中天前後各約 2 小時內，惟於陰天或氣溫低於攝氏 25 度以下時，不受此限。
 - (三)標尺分劃線之影像跳動而難以照準時。
 - (四)一測段（二相鄰水準點間）中，每一往（或返）測任意兩測站氣溫差

達攝氏 10 度以上時。

(五)風力大於風力區分 5 級 (含) 以上而使水準尺與水準儀不能穩定時。

四、觀測前 10 分鐘，應將水準儀、水準尺及溫度計從保護箱取出，置於露天陰影下，使儀器與外界氣溫趨於一致，若保護箱內之溫度與外界氣溫差異攝氏 5 度以上，則需提早 20 分鐘；觀測時，需用測傘遮蔽陽光。

五、施測時，扶尺員應隨時注意並確保水準尺與尺墊之垂直性及穩定性，如有必要，應增加監視水準尺傾斜之警示功能。

六、在連續各測站上安置水準儀之三角架時，應使其中兩腳與水準路線之方向平行，而第三腳輪換置於路線進行方向之左側與右側。

七、往測與返測之二水準尺須互換其位置，即往測終點所豎之水準尺為甲尺，則返測起點所豎之水準尺為乙尺。第二測段起點所豎之水準尺應與第一測段終點之水準尺相同。

八、除路線轉彎處外，每一測站儀器與 2 支水準尺之位置，應儘量成一直線。

九、施測時，由水準儀測得之所有讀數不得小於 30cm，不得大於 270cm。

十、每一測段之往測與返測，其測站數均應為偶數。由往測轉向返測時，兩支水準尺須互換位置，並應重新整置儀器。

十一、當觀測水準點時，須仔細查對該點之位置、編號及名稱是否與相符。

十二、施測時，應儘量避免隨意設置臨時轉點，得依實際需要，於水準點之間設置一個臨時轉點。但遇長橋樑及隧道，可於水準點間設置數個臨時轉點，切成數個小測段分組同時施測。

§ 3-3-3 觀測資料檢查

本工作使用電子式水準儀，其配備之鈹鋼尺為條碼式，故於水準測量觀測時，可經由電子水準儀本身之設定，依據觀測數據檢核最長視距、最低與最高讀數、測站二次讀數高差之差、讀數之標準偏差等檢核；又因可顯示觀測之後視與前視距離及累積距離和，故於外業測量時，由觀測者判斷是否超過規定，以避免整個測段觀測完竣後，於電腦上進行資料查核時才發現超出規定，必須重新觀測之情況。

於單一測段外業測量完成後，必須對觀測資料予以整理、檢查，以確定資料是否合乎規範要求；檢查之內容分為二部分：

- 一、檢查單一測站之觀測資料：包括前後視距差、最長視距、最低與最高讀數、測站二次讀數高差之差、讀數之標準偏差等項目；這些檢查項目中，大部分可直接於儀器內設定，在測量過程中隨時提出警告訊息，以避免重新測量而浪費時間。為了確定觀測資料之有效性，本中心利用水準測量資料檢核程式自動進行檢核工作，若有不符合情形，會於輸出檔內出現相關訊息，執行畫面如圖 3-2。
- 二、檢查單一測段之觀測資料：檢查內容包括往返閉合差是否符合要求、測站數是否為偶數、測段中每測站之視距累積較差、起終點號是否相符等項目。

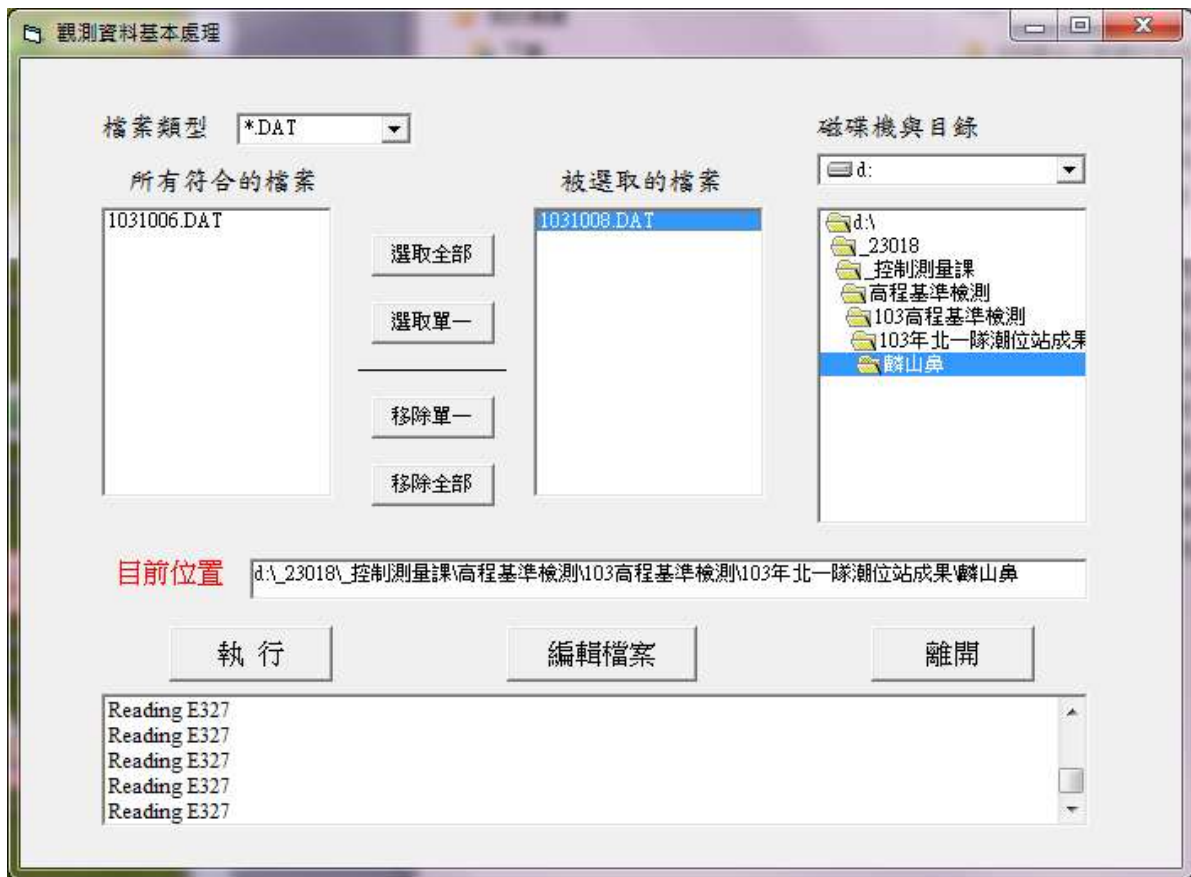


圖 3-2 水準測量資料檢核程式執行畫面

觀測資料經過上述兩階段的檢查後，必須均符合工作規範，方能進行後續往返閉合差分析及系統誤差改正之計算。

第四章 資料處理

§ 4-1 各項系統誤差改正

臺灣高程基準網及各個潮位站高程基準之精密水準測量作業檢測資料業累積歷年觀測成果，而這些觀測成果是由不同的儀器設備，在不同的時間及環境下施測而得。因此，在分析整個觀測成果之前，每條水準測線的資料必須標準化或一致化，使所測得的高程差能修正到標準的環境下，以便估計隨機誤差可能的大小。因此，所有已知的系統誤差，不論是因環境或儀器所引起的，都必須適當修正，包括視準軸誤差改正、折射誤差改正、地球曲率改正、正高改正、水準尺溫度改正及水準尺刻劃改正。

§ 4-1-1 視準軸誤差改正

視準軸誤差值 C 即是代表視準軸偏離水平方向所造成每單位視距長度偏離的誤差。當前後視距相等，在計算高差時，這項誤差會互相抵消；因此，一測段所造成的總視準軸誤差和前後視距差總和（ $\sum \Delta S$ ）成正比。

$$\text{視準軸誤差改正} = -C \times \sum \Delta S \quad (4-1)$$

其中： C 為視準軸誤差值，單位： mm/m 。

ΔS 為前後視距差， $\Delta S = S_B - S_F$ ； S_B 為後視視距， S_F 為前視視距，單位： m 。

由上述公式得知影響測段視準軸誤差改正值之因素分別為視準軸誤差（ C ）與前後視距差總和（ $\sum \Delta S$ ），以本作業規範值之視準軸誤差須小於 $0.05\text{mm}/\text{m}$ ，而前後視距差總和（ $\sum \Delta S$ ）須小於 1.5m ，因此，整個視準軸誤差改正值約在 0.05mm 以內。

§ 4-1-2 折射誤差改正

在水準測量施測中，光線經過不同密度的空氣，會使視準軸產生折射的現象，而造成水準觀測的誤差。

依照 Kukkamaki 的折射誤差修正公式，再配合適用於臺灣地區之折射常數，其折射修正公式如下：(依內政部一等水準網測量成果修正之折射係數)。

$$R = -6.7 \times 10^{-8} \times L^2 \times \Delta T \times \Delta H \quad (4-2)$$

其中： -6.7×10^{-8} 為適合臺灣地區之折射係數，單位： $/m^2 \cdot ^\circ C$ 。

L 為前後視之平均視距，單位：m。

ΔT 為 2.5 m 與 0.5 m 高度之溫度差，單位： $^\circ C$ 。

ΔH 為測站 (setup) 高差，單位：m。

§ 4-1-3 地球曲率改正

大地水平面是一個曲面，因此，在每次觀測時，都會引進一個微小的系統誤差，其大小和視距的平方成正比。由於臺灣地區不大，地球曲率修正的公式可簡化為：

$$\text{地球曲率改正} = -\left(\sum S_B^2 - \sum S_F^2\right) / 2r \quad (4-3)$$

其中： S_B 為後視視距， S_F 為前視視距，單位：m。

r 為地球之平均半徑； $1/2r = 7.9 \times 10^{-5}$ m，此係數採用內政部 92 年度「離島潮位站資料蒐集及分析工作」使用之值。

由上述公式得知影響地球曲率改正值之最大因素前後視距總和平方之差值 $\left(\sum S_B^2 - \sum S_F^2\right)$ 。

§ 4-1-4 正高改正

由地球重力場所定義之等位面通常不是平面，且不一定互相平行，因此，所測得的水準高差將會因路徑之不同，而得到不同的結果。假如將所測得的每二水準點間高差轉化成重力位場的差值，即

$$\text{重力位差} = g \times \Delta H; \quad (4-4)$$

其中 ΔH 為二水準點間高差， g 為二水準點間之平均重力值。如此所得到的重力位差將代表二點間重力位的差異，與其測量路徑無關。

對於相鄰二水準點間高程差之正高改正公式為：

$$\text{正高改正} = \int_A^B \frac{g - g_0}{g_0} dH + \frac{\bar{g}_A - g_0}{g_0} H_A - \frac{\bar{g}_B - g_0}{g_0} H_B \quad (4-5)$$

其中：

\bar{g}_A 為 A 點沿著垂線到 Geoid 路徑上的平均重力，單位： $gal (cm/sec^2)$ 。

\bar{g}_B 為 B 點沿著垂線到 Geoid 路徑上的平均重力，單位： $gal (cm/sec^2)$ 。

g_0 為臺灣地區之平均重力值，其值為 $978.808 gal (cm/sec^2)$ 。

H_A 與 H_B 分別為 A 與 B 點之高程值，單位： cm 。

$$\text{一般而言，} \quad \bar{g}_A = g_A - \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \gamma}{\partial H} + 4\pi G \rho \right) H_A$$

$$\bar{g}_B = g_B - \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \gamma}{\partial H} + 4\pi G \rho \right) H_B$$

其中： $\frac{\partial \gamma}{\partial H}$ 為正常空間梯度，其值為 $-0.3086 mgal/m$ 。

G 為重力常數，其值為 $66.7 \times 10^{-9} cm^3 / g \cdot sec^2$ 。

ρ 為岩層密度，其值為 $2.67 g / cm^3$ 。

上述提及之正高改正公式，適合於點位有實測重力值之計算公式，本項工作中各測段之各點位皆無實施重力測量，故未進行本項改正。

§ 4-1-5 水準尺溫度改正

水準尺是在木頭、金屬上刻蝕精細的標準刻劃，然而在使用時，其環境溫度與刻蝕時不同，因此每單位刻劃之長度會因而膨脹收縮，若不修正，則會造成系統性的誤差。一般而言，大地水準測量所用的水準尺都以膨脹係數較小的鈹鋼來製作。鈹鋼是在鋼中加入鎳的合金，其膨脹係數大約在 10^{-6} (ppm / °C) 左右，本次所使用的鈹鋼尺平均膨脹係數以 1.26×10^{-6} (ppm / °C) 計算，而一般水準尺刻劃是在標準溫度 (20°C) 之環境下製作；因此，其水準尺溫度改正為：

$$\text{水準尺溫度改正} = K \times (t - t_s) \times \Delta H \quad (4-6)$$

其中：K 為一對水準尺的平均膨脹係數，單位：ppm / °C。

t 為測站水準尺平均溫度，單位：°C。

t_s 為水準尺長度檢定溫度，單位：°C。

ΔH 為測站 (setup) 高差，單位：m。

由改正公式知，影響改正量大小的因素主要為觀測時的溫度及測站的高程差，測站的高程差與觀測路線有關，較難變動，故為減少水準尺溫度改正量，外業測量時間應盡量於夜間時段進行。

§ 4-1-6 水準尺刻劃改正

由於本項工作所使用之鈹鋼水準尺為條碼式，雖然每半年送工業技術研究院量測技術發展中心檢定一次，但該中心無法精確求得每對尺的平均變形比例，不作本項改正（於內政部辦理一等一級水準網及一等二級水準網測量時，決議取消對鈹鋼條碼尺進行本項修正）。

§ 4-2 觀測資料計算

一等水準測量作業中，每個測段皆進行往返觀測，理論上，往測的高程差應與返測的高程差相同，但實際上幾乎每一測段的往返觀測高程差並不相同，兩者之差即所謂的往返閉合差，計算方式如公式 4-7。103 年度各潮位站高程基準檢測工作之各水準測段高程差、往返測閉合差及系統誤差改正量與改正後高程差，經計算後詳如附件 1 所示，圖 4-1 為各潮位站高程基準檢測測線往返閉合差圖，部分潮位站測線較長係由數個測段所組成，圖形結果顯示出往返閉合差偏正，此現象與內政部及本中心辦理一等水準測量之結果相似，其可能原因為水準測量過程中水準尺鐵墊下滑或下陷所造成，或另有其他因素所致，目前並無一致的答案，且因測段數目遠比一等水準測量來得少，故此現象僅能作為參考。

$$\delta H = \Delta H_{\text{往}} + \Delta H_{\text{返}} \quad (4-7)$$

其中

δH 為往返測閉合差

$\Delta H_{\text{往}}$ 為往測高程差

$\Delta H_{\text{返}}$ 為返測高程差

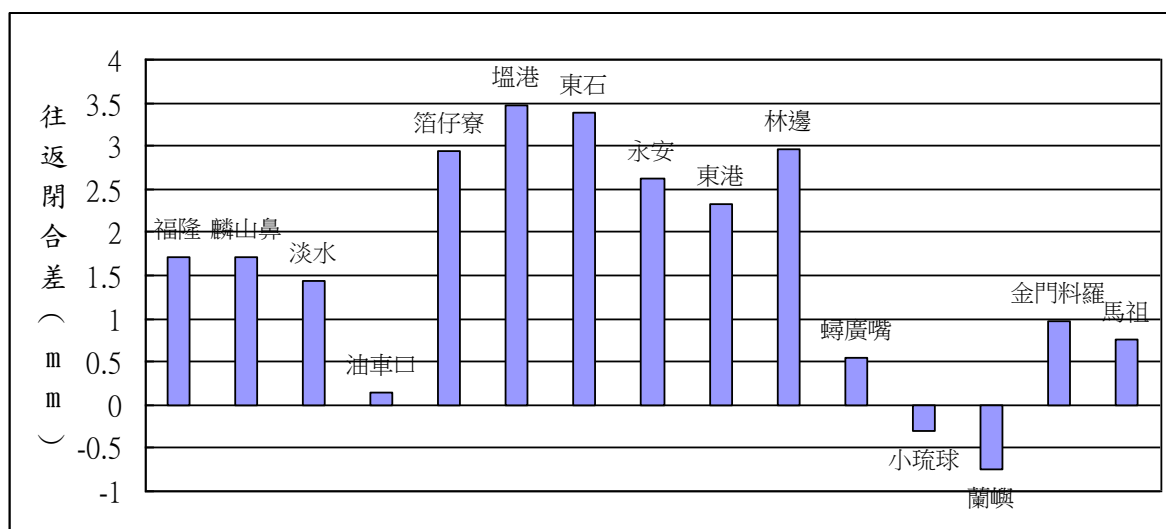


圖 4-1 潮位站高程基準檢測測線往返閉合差圖

本檢測工作係以一等水準測量方法由一等水準點測量至潮位站水準點，再由潮位站水準點測量至潮位站參考點；觀測資料經由檢核、處理及系統誤差改正後，可得到測段系統誤差改正後高程差，將測段往測與返測的系統誤差改正後高程差相減再取平均值，即為測段高程差平均值。因此，本檢測工作可經由一等水準點已知高程值，依公式（4-8）推算求得潮位站水準點及潮位站參考點的高程，各潮位站水準點及潮位站參考點高程計算結果如表 4-1 所示。

$$\begin{aligned} H_{TG} - H_{BM} &= \Delta H_1 \\ H_{TGA} - H_{TG} &= \Delta H_2 \end{aligned} \quad (4-8)$$

其中

H_{BM} 為一等水準點高程。

H_{TG} 為潮位站水準點高程。

H_{TGA} 為潮位站參考點高程。

ΔH_1 為一等水準點與潮位站水準點之間測段平均高程差。

ΔH_2 為潮位站水準點與潮位站參考點之間測段平均高程差。

表 4-1 103 年度潮位站水準點及潮位站參考點之高程值

序號	潮位站名稱	水準點	潮位站水準點	潮位站參考點	備註
		高程值(M)	高程值(M)	高程值(M)	
1	福隆	2059	TG36	TG36B	101 年度水位計變更為音波式，參考點位置改變
		10.86861	1.94175	3.17341	
2	麟山鼻	2017	TG02	TG02A	
		49.11842	2.69618	3.30422	
3	淡水	2113(DS02)	TG03	TG03A	102 年度參考點成果數據異常
		4.70910	2.58762	2.40397	
4	油車口	2114(GA64)	TG31	TG31A	
		2.66942	3.44865	4.75941	
5	箔仔寮	G046	TG08	TG08A	
		0.61339	1.08196	4.31387	
6	塭港	X202	T09	-	
		0.38060	5.83338	-	
7	東石	X202	TG10X	TG10C	101 年度位置搬移，本年度為第 3 次檢測。
		0.38060	3.06161	4.37884	
8	永安	G098	TG11X	TG11B	
		4.09968	4.19469	5.74051	
9	東港	G123	TG33	TG33A	
		1.79751	2.51412	4.02933	
10	林邊	G128	TG40	TG40A	
		5.78588	1.24028	3.18881	
11	蟬廣嘴	K800	TG14X	TG14B	
		12.95151	1.89309	4.84214	
12	小琉球	LC01	TG74	TG74A	
		4.33062	3.40815	4.19576	
13	蘭嶼	LY01	TG75-1	TG75A	
		15.13784	2.32529	3.08239	
14	金門料羅	KM01	TG72X	TG72D	
		5.66948	3.73122	7.18379	
15	馬祖	NG01	TG71-1	TG71A	
		2.76337	2.44452	4.08511	

註：

1. 本島潮位站之一等水準點高程係內政部 98 年 3 月 10 日公告之一等水準點檢測成果，後續相關測量使用前應先檢核。
2. 離島潮位站之一等水準點高程係為「93 年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作」成果，內政部尚未公布使用，僅供參考。

第五章 歷次水準測量結果分析

臺灣水準原點高程基準網自民國 87 年建立，並自該年起每年辦理臺灣水準原點基準網檢測工作，至 103 年度已辦理 17 個年度檢測工作。潮位站高程基準檢測工作，於臺灣本島自 93 至 103 年度已連續辦理 11 年檢測工作。至於離島潮位站雖於 92 年度建立，惟於 93 年度配合「離島一等水準點之埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作」之執行，發現金門料羅潮位站遭輪船碰撞無法正常運作，經濟部水利署（以下簡稱水利署）改於水頭設立潮位站（後續亦納入辦理檢測工作）；另於 94 年度發現馬祖與蘭嶼潮位站水準點因工程施工遭毀損，故重新設立潮位站水準點，並開始辦理檢測工作。因此，離島潮位站檢測工作統一由 94 年度起算，至 103 年度已連續辦理 10 個年度檢測工作。

歷年辦理潮位站高程基準檢測工作過程中，若干潮位站發生損毀、新設及移設等狀況，包括 98 年度水利署再於金門料羅灣港設立新的潮位站；98 年蟬廣嘴潮位站於遭莫拉克颱風侵襲損毀，水利署於原潮位站附近新設潮位站；99 年 10 月水利署將嘉和潮位站移除改設置林邊潮位站（本中心 100 年度起開始辦理林邊潮位站檢測工作）；交通部中央氣象局因臺北港港埠碼頭施工因素而將潮位站遷移，本中心 100 年度起亦隨之辦理新潮位站檢測工作，102 檢測時發現潮位站水準點又已滅失，因碼頭施工仍持續中，中央氣象局表示該站位置可能遷移，目前將暫不規劃辦理檢測；另東石潮位站原位置較低，101 年度施測時已移設至附近較高處。另因內政部於 98 年 3 月重新公布一等水準點成果，淡水及油車口潮位站的引測一等水準點改由鄰近點位 2113 及 2114 辦理檢測作業。表 5-1 為歷年潮位站高程基準檢測工作辦理情形表。

表 5-1 各年度潮位站高程基準檢測工作辦理情形表

編號	年度	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	備註
	潮位站												
1	基隆	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
2	蘇澳	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
3	烏石港			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
4	石梯	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
5	花蓮	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
6	龍洞	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
7	福隆					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
8	淡水					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
9	油車口				✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
10	麟山鼻	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
11	臺北港					✓	✓	✓	✓	✓	✓		自 97 年度起開始檢測，後因碼頭施工潮位站遷移，100 年度起為新位置檢測成果。
12	竹圍	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
13	新竹		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
14	外埔	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
15	臺中港	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
16	箔子寮	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
17	溫港	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
18	東石		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	101 年度施測時，已移設至附近較高處

編號	年度	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	備註
	潮位站												
19	永安	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
20	高雄	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
21	將軍		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
22	嘉和	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					99年8月遷移，改為林邊潮位站
23	林邊								✓	✓		✓	
24	蟬廣嘴						✓	✓	✓	✓	✓	✓	
25	東港					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
26	後壁湖		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
27	小琉球		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
28	大武	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
29	富岡	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
30	成功	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
31	蘭嶼		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
32	綠島		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
33	澎湖		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
34	金門料羅					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
35	金門水頭		✓	✓	✓	✓	✓	✓					100年度起因碼頭施工無法施測。
36	馬祖		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

潮位站高程基準檢測工作係從鄰近潮位站的一等水準點，以一等水準測量的方法檢測潮位站水準點，檢測結果表示潮位站水準點相對於一等水準點間高程差的穩定狀況。103 年度計辦理 15 個潮位站之高程基準檢測，其歷年檢測結果潮位站水準點相對於一等水準點的高程差變化已繪製成穩定性分析圖如附件 2，各潮位站穩定性分析進一步說明如下：

一、點位持續下陷者：計有箔仔寮、塭港、東石、小琉球及金門料羅等 5 個潮位站水準點。分述如下：

(一) 箔子寮潮位站：103 年度檢測成果呈現持續下陷，下陷幅度較歷年明顯，自 92 至 103 年計 17 筆檢測結果如圖 5-1 所示，11 年間約下陷 124mm，年平均下陷量約為 11.3mm，103 年下陷幅度略為超出歷年趨勢（圖 5-1 中虛線），後續將持續檢測觀察。

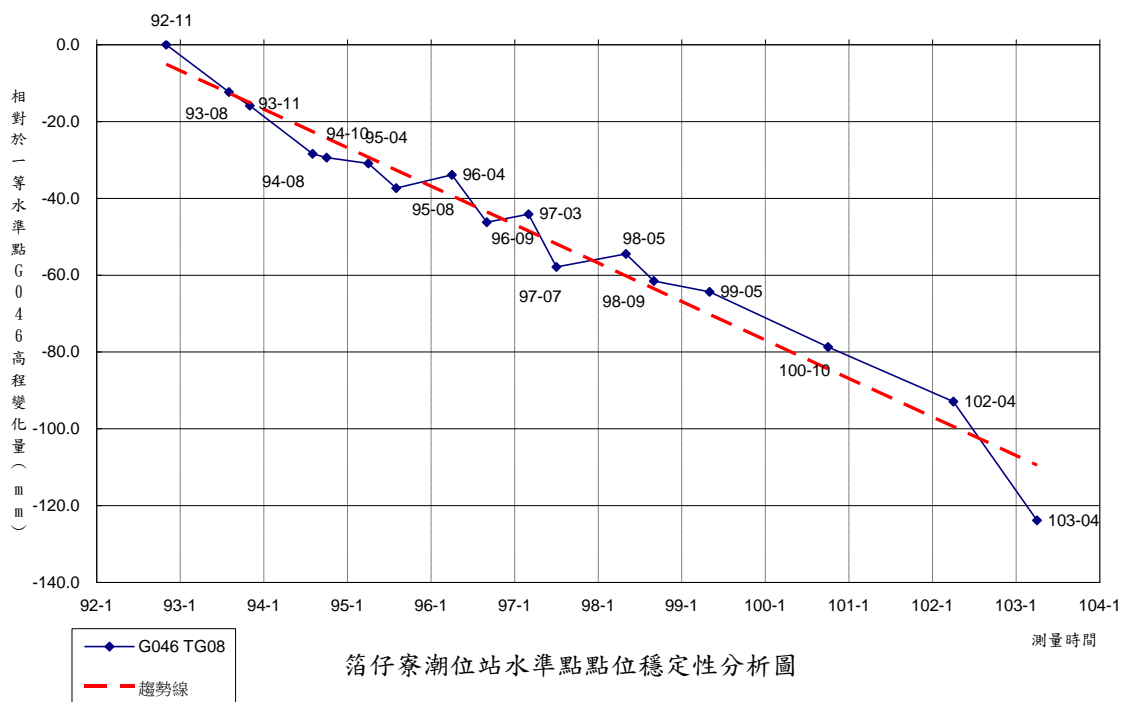


圖 5-1 箔仔寮潮位站水準點 TG08 相對一等水準點 G046 之高程差變化圖

(二) 塭港潮位站：103 年度檢測成果相較前次檢測成果呈現略為上升，而 92 至 103 年度計 18 筆檢測成果如圖 5-2 所示，歷年檢測成果呈現下陷趨勢，至 103 年檢測為止，下陷約 40mm。103 年度檢測成果雖呈現微幅上升，惟就整體趨勢而言，仍無法明確判定已脫離歷年趨勢，後續應持續檢測觀察。

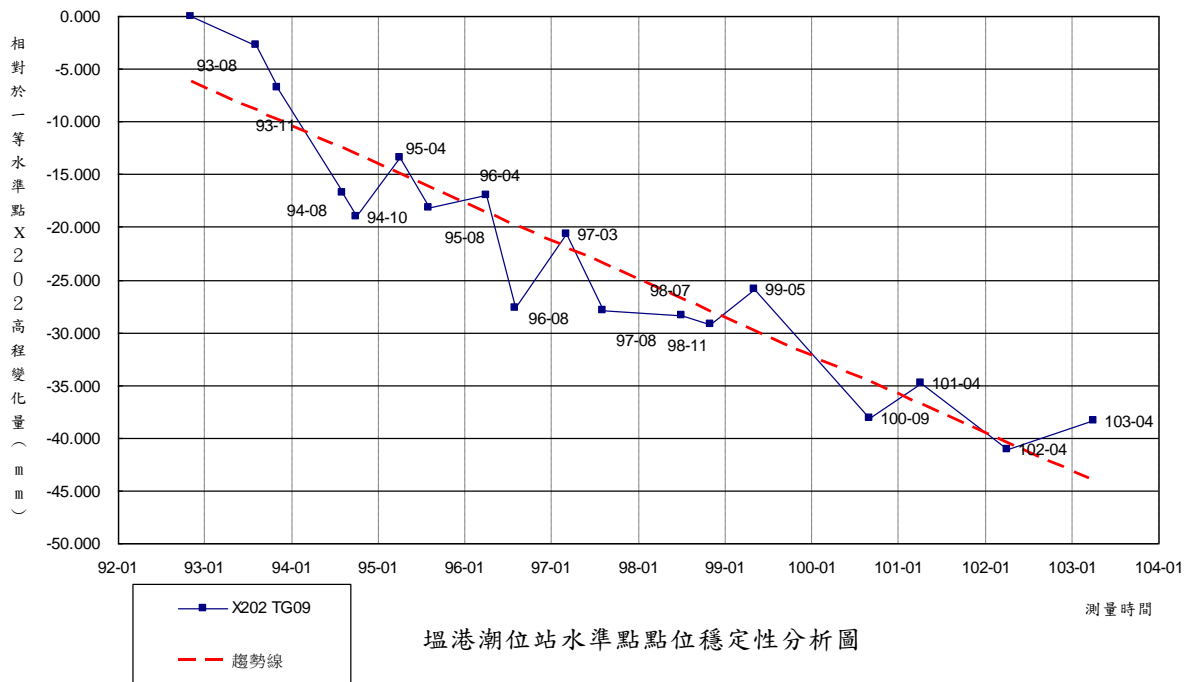


圖 5-2 塭港潮位站水準點 TG09 相對一等水準點 X202 之高程差變化圖

(三) 東石潮位站：東石潮位站於 101 年度辦理檢測時已遷移至鄰近他處，並新設置潮位站水準點 TG10X，本次為遷移後第 3 次檢測，檢測成果顯示 102 年至 103 年間無顯著變動，而自 101 年至 103 年則總計約呈現約 13 mm 下陷（平均每年下陷量約 6.5 mm），如圖 5-3 所示，但因檢測次數尚少僅供參考。

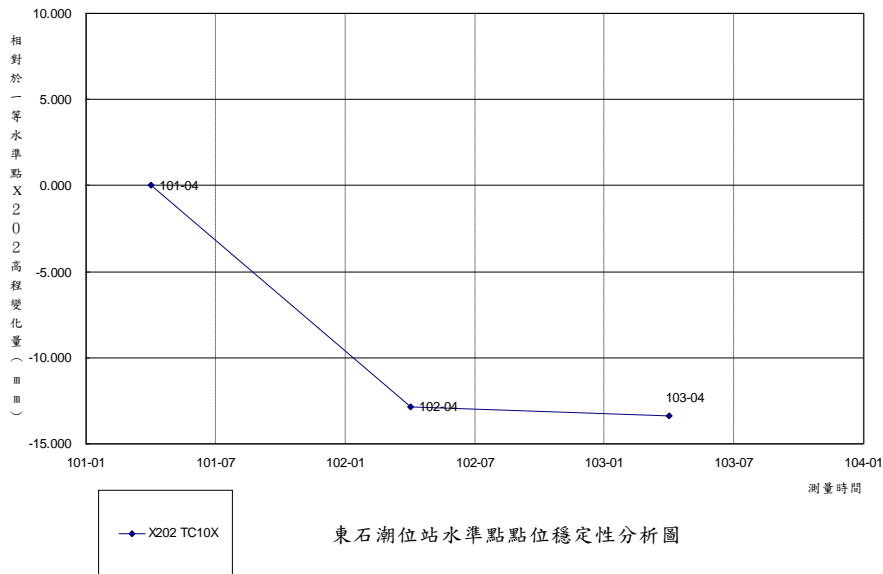


圖 5-3 東石潮位站水準點 TG10X 相對一等水準點 X202 之高程差變化圖

(四) 小琉球潮位站：103 年度檢測成果與歷年檢測成果變動趨勢吻合，自 94 至 103 年度計 15 筆檢測成果，成果呈現逐年下陷趨勢（如圖 5-4），至 103 年度計下陷約為 19 mm，年平均下陷量約為 2 mm。

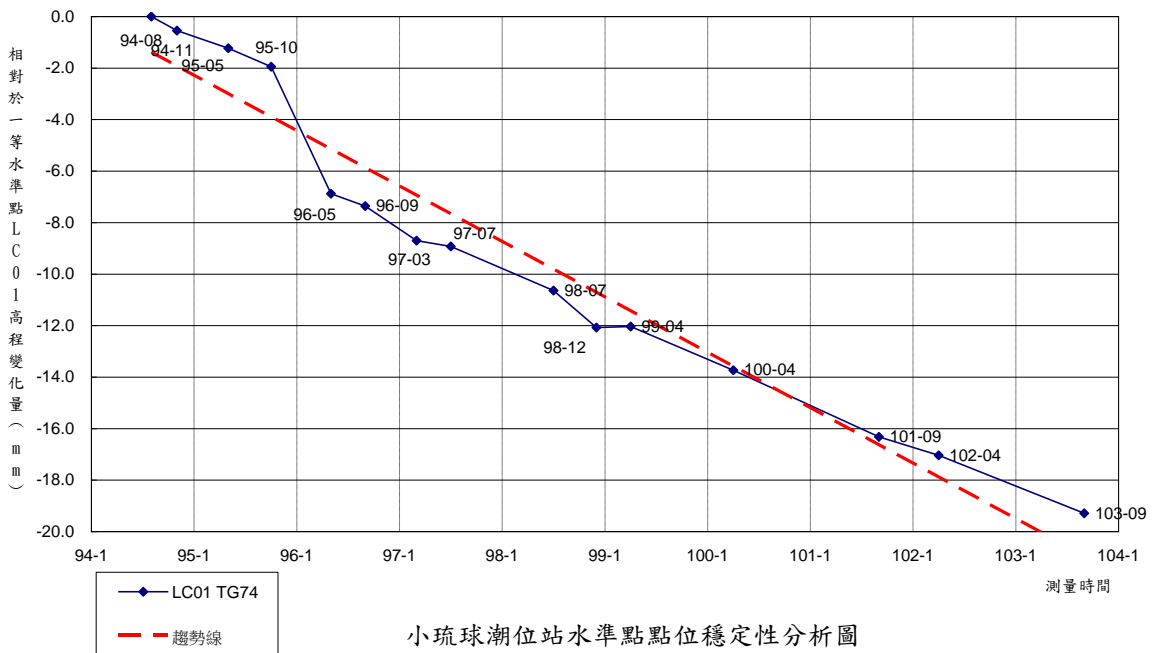


圖 5-4 小琉球潮位站水準點 TG74 相對一等水準點 LC01 之高程差變化圖

(五) 金門料羅潮位站：103 年度檢測成果與歷年檢測成果之變動趨勢吻合，而自 97 至 103 年度計 7 筆檢測成果，成果呈現逐年下陷（如圖 5-5），總計下陷約 9 mm，年平均下陷量約為 1.5 mm。

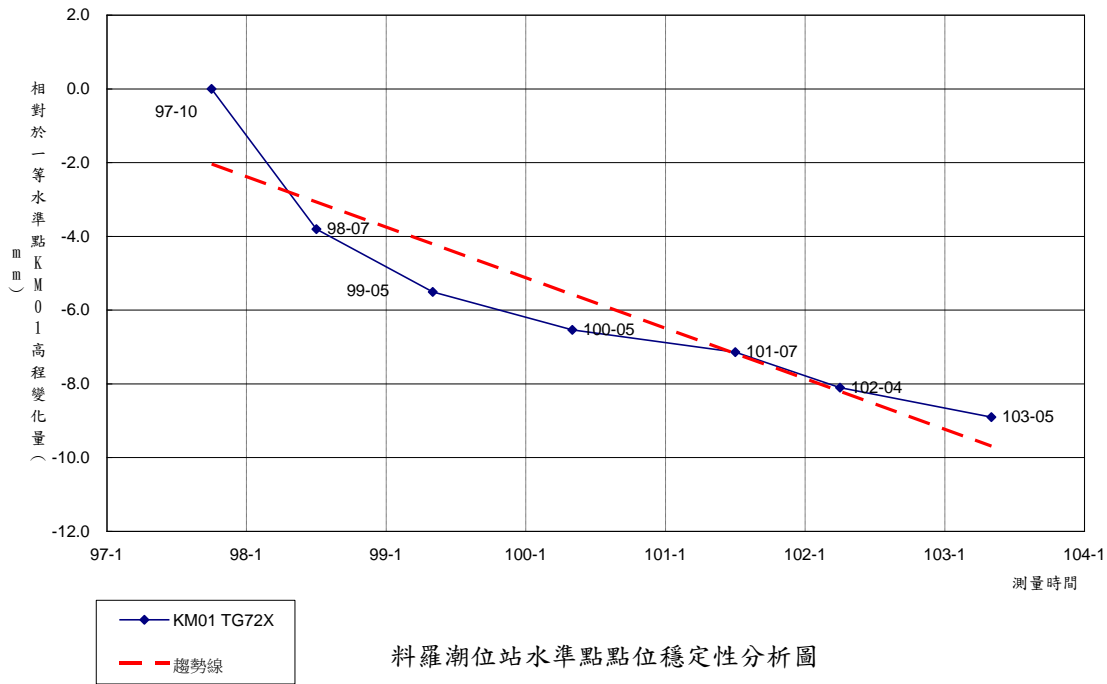


圖 5-5 金門料羅潮位站水準點 TG72X 相對一等水準點 KM01 之高程差變化圖

二、點位有上升趨勢者：計有東港、蘭嶼及馬祖等 3 個潮位站。分述如下：

(一) 東港潮位站：103 年度檢測成果與歷年檢測成果之變動趨勢吻合，自 97 至 103 年度計 9 筆檢測成果，成果呈現上升趨勢（如圖 5-6），累計上升約 42 mm，平均年上升量約為 6.5 mm。

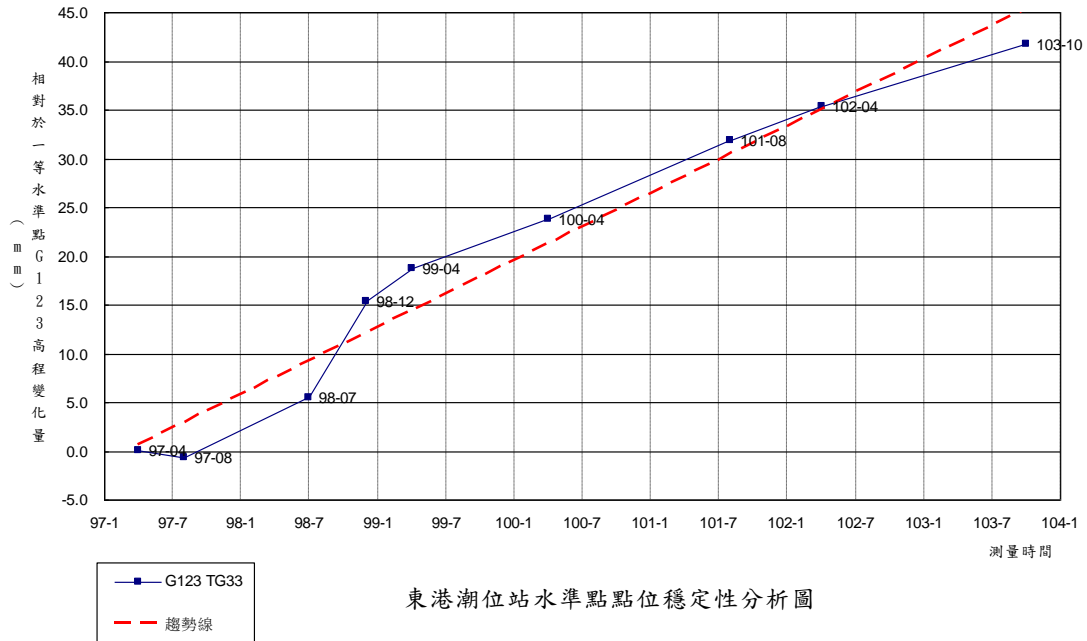


圖 5-6 東港潮位站水準點 TG33 相對一等水準點 G123 之高程差變化圖

(二) 蘭嶼潮位站：103 年度檢測成果與自 96 年度起之檢測成果變動趨勢吻合，該潮位站自 94 至 103 年度計 14 筆檢測成果，其成果於 95 至 96 年間跳躍上升 15.3 mm 後，96 至 103 年間則呈現逐年緩升趨勢，計約上升 10 mm，年平均上升量約 1.4 mm（如圖 5-7）。

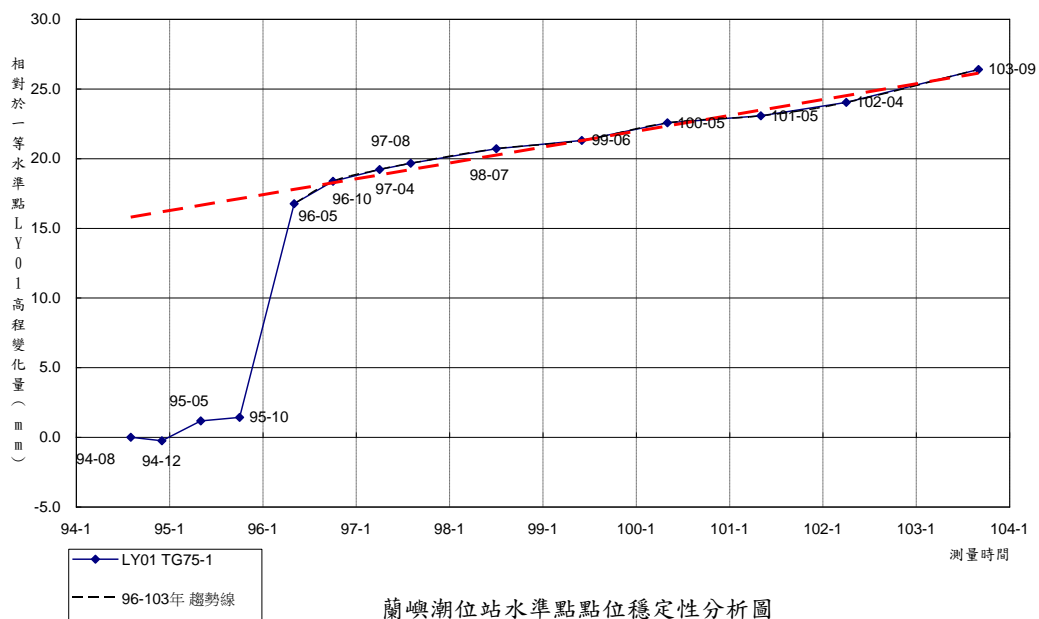


圖 5-7 蘭嶼潮位站水準點 TG75-1 相對一等水準點 LY01 之高程差變化圖

(三) **馬祖潮位站**：103 年度檢測成果與歷年檢測成果之變動趨勢吻合，而自 94 至 103 年度計 15 筆檢測成果，如圖 5-8 所示，歷年成果呈現上升趨勢，計約上升 18 mm，年平均上升量約 2 mm。

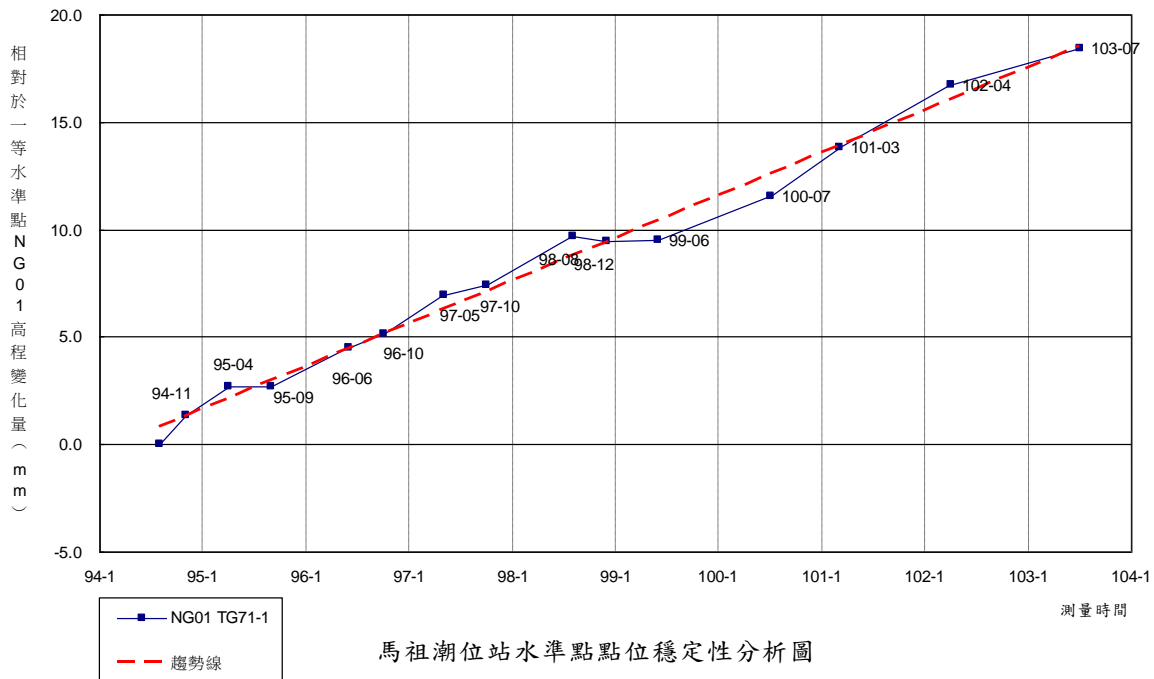


圖 5-8 馬祖潮位站水準點 TG71-1 相對一等水準點 NG01 之高程差變化圖

三、其他情形者：潮位站檢測次數較少，或歷年檢測成果高程差變化區間不大，尚難以分析變化趨勢，分述如下：

(一) **福隆潮位站**：自 97 至 103 年度計 7 筆檢測成果，其高程差變化約在 -3.4~0.0mm 範圍內，整體成果略有緩降趨勢，惟檢測次數尚少，將持續檢測觀察。

(二) **麟山鼻潮位站**：103 年檢測成果相較 102 年檢測成果，呈現 8.6 mm 相對較大的上升（如圖 5-9），而 99 至 103 年間呈現上下震盪（高低幅度約 10 mm），整體成果略呈現上升趨勢，惟近幾年震盪幅度

大，應持續檢測觀察。

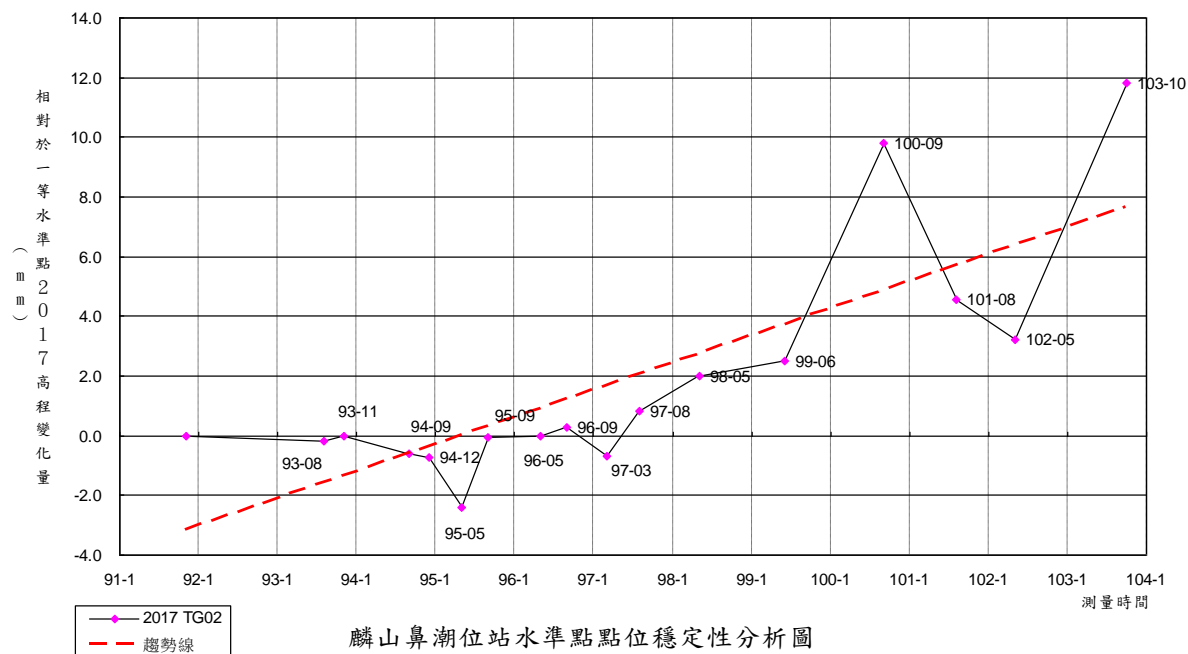


圖 5-9 麟山鼻潮位站水準點 TG02 相對一等水準點 2017 之高程差變化圖

- (三) 淡水潮位站：自 97 至 103 年度計 8 筆檢測成果，其高程差變動範圍約在 0.0 ~ 7.0 mm 之間，整體成果略有緩升趨勢，惟檢測次數尚少，應持續檢測觀察。
- (四) 油車口潮位站：自 96 至 103 年度計 9 筆檢測成果，而自 97 年起，高程差變動約在 0.5 ~ 2.2 mm 範圍內，整體呈現穩定趨勢，將持續檢測觀察。
- (五) 永安潮位站：自 94 至 103 年度計 13 筆檢測成果，其高程差變化於 94 至 96 年間呈現約 28mm 明顯之下陷後，即呈現緩降趨勢，而自 100 至 103 年間，4 次檢測成果變動情形在 2 mm 範圍內(如圖 5-10)，原下陷趨勢已有止穩現象，後續將持續檢測觀察。

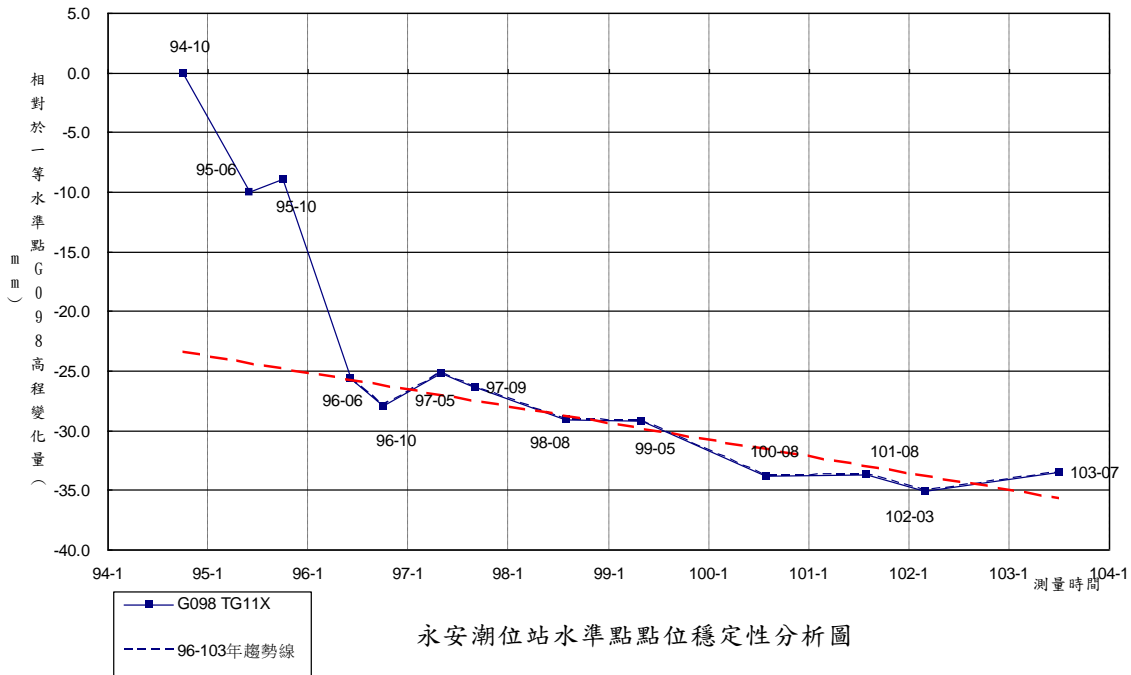


圖 5-10 永安潮位站水準點 TG11X 相對一等水準點 G098 之高程差變化圖

- (六) 林邊潮位站：103 年檢測成果呈現約 16 mm 的上升變化，惟至 103 年僅 3 次檢測成果，尚不足以判定趨勢，將持續檢測觀察。
- (七) 蟬廣嘴潮位站：103 年檢測成果相較 102 年檢測成果，無顯著變化，自 98 至 103 年度計 6 筆檢測成果，檢測成果高程差變化小於 1.6 mm，變動不明顯，惟檢測次數相對較少，將持續檢測觀察。

各潮位站檢測穩定性分析結果及其分布位置概略以圖 5-11 表示。

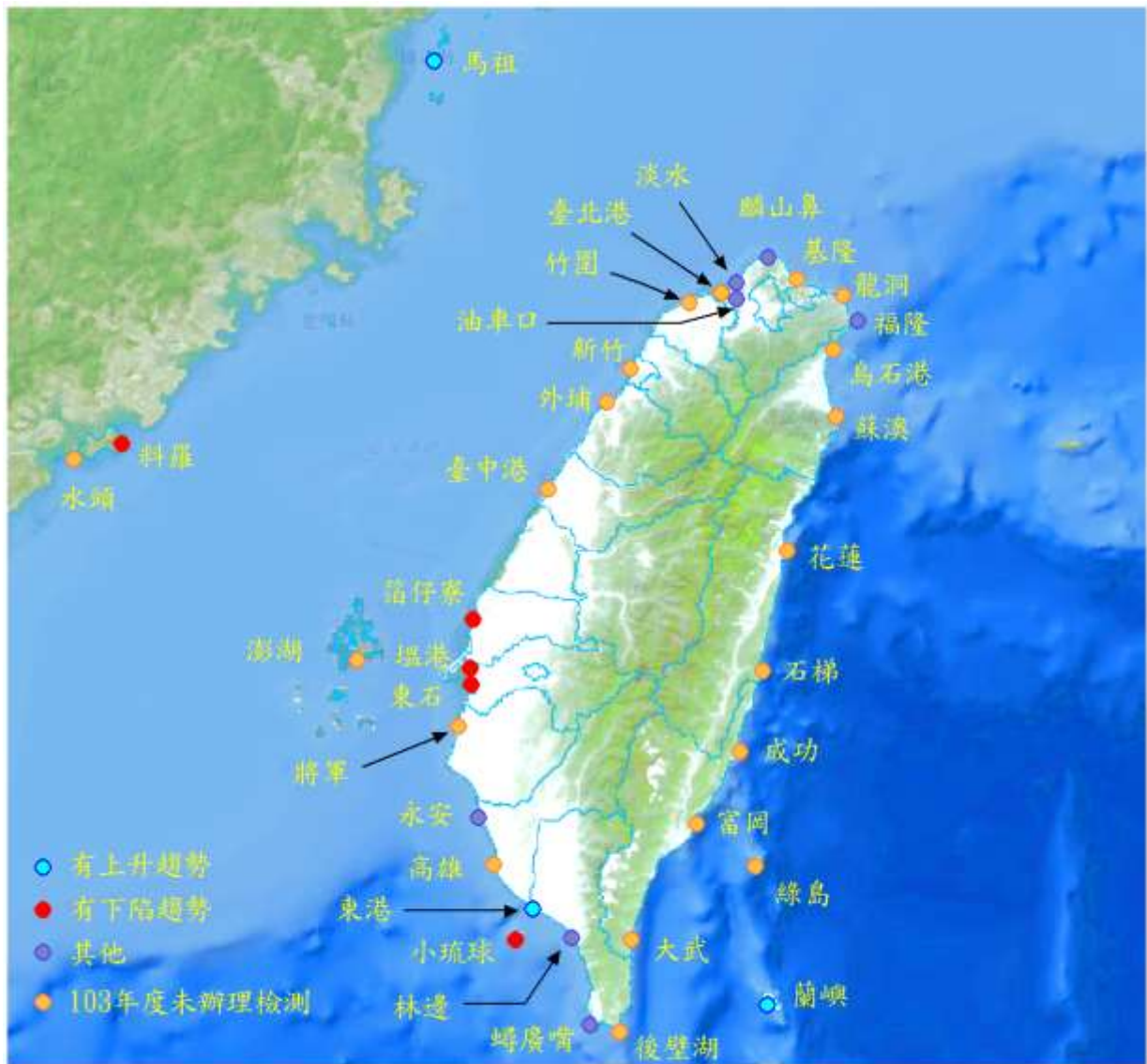


圖 5-11 各潮位站水準點相對於一等水準點高程差變化示意圖

第六章 結語

潮位站高程基準檢測工作是一項作業單純，但對精度要求較高的重要工作，因為潮位站的潮汐資料可提供國家高程基準建立之參考，於潮位站附近設立高程參考點（稱為潮位站水準點），與該站潮位觀測的參考點聯繫，可求出潮位站水準點相對於平均海水面的高程。為了確定潮位站水準點所設立處的位置是否穩定，內政部每年採用精密水準測量檢測臺灣本島及離島各潮位站之潮位站水準點與一等水準點間之高程差，以分析點位穩定性。

現行臺灣本島高程系統 TWVD2001 係以基隆潮位站的平均海面作為全島高程之起算面，其高程基準的穩定與否深切影響國家高程系統之建立。內政部於基隆港區內建立臺灣水準原點高程基準網，並自民國 87 年度逐年辦理檢測工作，至 103 年度，已有 17 年度之觀測資料（103 年度委外辦理 2 次觀測），實為非常重要之工作，亦應持續辦理。潮位站高程基準檢測工作自 92 年度建立潮位站水準點與一等水準點間高程差，並每年度持續辦理檢測以來，至 103 年度部份潮位站已有 12 年度之觀測資料，距訂定平均海面所需 18.6 年還有段時間，仍應持續辦理相關檢測工作。經由 103 年度本中心辦理高程基準檢測工作結果及相關之工作，提出下列意見作為後續工作參考：

- 一、103 年內政部已於新水準原點 K997 鄰近位置（海洋科技博物館）建置完成新的潮位站，本中心於同年 12 月配合辦理埋設潮位站水準點 TG997 完竣，該潮位站未來將規劃納入高程基準檢測工作。
- 二、新水準原點 K997 於 99 年建立完竣，當時新的潮位站尚未建置，本中心建議內政部將高程基準網檢測範圍擴大為從基隆潮位站至新水準原點 K997，建立新水準原點與基隆潮位站的相互關係，以建立潮位資料與高程系統之連續及完整的關連，獲內政部 100 年 11 月 23 日台內地字第

1000227980 號函同意。目前新的潮位站雖已建置完成，惟須經過多年的潮位資料收集後，方能精準計算平均海水面，因資料收集尚少，新水準原點 K997 高程現階段仍須以基隆潮位站起算。實務作法則是直接聯測 K999 得到 K997 高程，並且為求精準，應增加聯測次數，並應持續進行檢測工作。新水準原點基準網至 102 年計完成 3 次聯測，而 103 及 104 年度每年委外辦理 2 次聯測，未來將整合歷次聯測成果進行分析。

三、由潮位站高程基準檢測分析潮位站水準點穩定性，可看出潮位站水準點高程變化有較大者，主要位於雲林及嘉義地區，這些地區亦為臺灣西南沿海主要的地層下陷區。然而，高程差的變化，僅表示潮位站水準點與一等水準點間相對的穩定性，實際上潮位站所聯測之一等水準點亦可能有下陷或上升情形。

四、102 及 103 年度本中心因配合各項業務執行，受限經費及人力因素，分別僅辦理 13 及 15 個潮位站之高程基準檢測工作，約有 20 個潮位站已連續 2 年未辦理檢測，104 年度檢測工作應規劃將其納入辦理，俾能掌握各潮位站水準點位及水準測量路線（含中間點位）現況及潮位站水準點之穩定性。

參考文獻

- 1、內政部，2001。一等水準測量作業規範，內政部，台北。
- 2、內政部，2001。一等級水準網工作總報告書，內政部，台北。
- 3、內政部，2003。一等二級水準網測量督導查核工作總報告書，內政部，台北。
- 4、內政部，2003。離島潮位站資料蒐集及分析工作報告書，內政部，台北。
- 5、內政部國土測繪中心，2005。「九十三年度潮位站高程基準檢測工作」工作報告書，內政部土地測量局，台中。
- 6、內政部國土測繪中心，2010。「臺灣水準原點新址埋設檢測工作」工作報告，內政部國土測繪中心，台中。
- 7、內政部國土測繪中心，2013。「101 年度正高聯測工作」報告書，內政部國土測繪中心，台中。
- 8、內政部國土測繪中心，2013。「101 年度高程基準檢測工作」報告書，內政部國土測繪中心，台中。
- 9、內政部國土測繪中心，2014。「102 年度高程基準檢測工作」報告書，內政部國土測繪中心，台中。

附件 1 水準測量測段往返閉合差及系統誤差改正表

103 年度潮位站高程基檢測測段往返閉合差及系統誤差改正表

潮位站 名稱	測站	測站	距離 (km)	系統誤差 改正前 高程差(m)	往返測 閉合差 (mm)	溫度改正 (mm)	視準軸改 正(mm)	曲率改正 (mm)	折射改正 (mm)	系統誤差 改正後 高程差(m)	高程差 平均值 (m)	觀測日期	備註
福隆	TG36	TG36B	0.02	1.231655	0.02	0.0100	0.0021	0.0000	0.0006	1.231668	1.231656	103.09.03	
	TG36B	TG36	0.02	-1.231630		-0.0101	-0.0021	0.0000	-0.0008	-1.231643		103.09.03	
	TG36	2059	1.15	8.927515	1.71	0.0718	0.0018	0.0003	0.1521	8.927741	8.926861	103.09.03	
	2059	TG36	1.15	-8.925805		-0.0711	-0.0046	-0.0007	-0.0990	-8.925980		103.09.03	
麟山鼻	TG02	TG02A	0.01	0.608045	0.02	0.0042	0.0025	0.0000	0.0001	0.608052	0.608040	103.10.06	
	TG02A	TG02	0.01	-0.608020		-0.0042	-0.0025	0.0000	-0.0001	-0.608027		103.10.06	
	TG02	F017	1.09	13.528145	0.28	0.0924	0.0102	-0.0011	0.0481	13.528295	13.528113	103.10.06	
	F017	TG02	1.10	-13.527865		-0.0895	0.0102	-0.0008	0.0144	-13.527931		103.10.06	
	F017	2017	1.27	32.894665	1.43	0.0559	0.0062	-0.0006	0.1423	32.894869	32.894135	103.10.08	
	2017	F017	1.27	-32.893240		-0.0207	0.0039	-0.0009	-0.1423	-32.893400		103.10.08	
淡水	DS02	TG03	0.87	-2.120720	1.44	-0.0192	0.0018	0.0007	-0.0253	-2.120762	-2.121485	103.08.27	
	TG03	DS02	0.87	2.122160		0.0193	-0.0024	-0.0003	0.0314	2.122208		103.08.27	
	TG03	TG03A	0.02	-0.183655	-0.02	-0.0017	0.0012	0.0000	-0.0001	-0.183656	-0.183649	103.08.27	
	TG03A	TG03	0.02	0.183640		0.0017	-0.0009	0.0000	0.0001	0.183641		103.08.27	
油車口	GA64	DS03	0.31	2.282125	0.14	0.0123	0.0005	-0.0003	0.0387	2.282176	2.282107	103.10.01	
	DS03	GA64	0.31	-2.281985		-0.0122	-0.0019	0.0000	-0.0387	-2.282038		103.10.01	
	DS03	TG31	0.17	-1.502875	0.01	-0.0080	-0.0069	0.0005	0.0030	-1.502886	-1.502883	103.10.01	
	TG31	DS03	0.17	1.502880		0.0080	-0.0045	-0.0001	-0.0031	1.502880		103.10.01	
	TG31	TG31A	0.01	0.569375	0.41	0.0030	-0.0008	0.0000	0.0000	0.569377	0.569172	103.10.01	

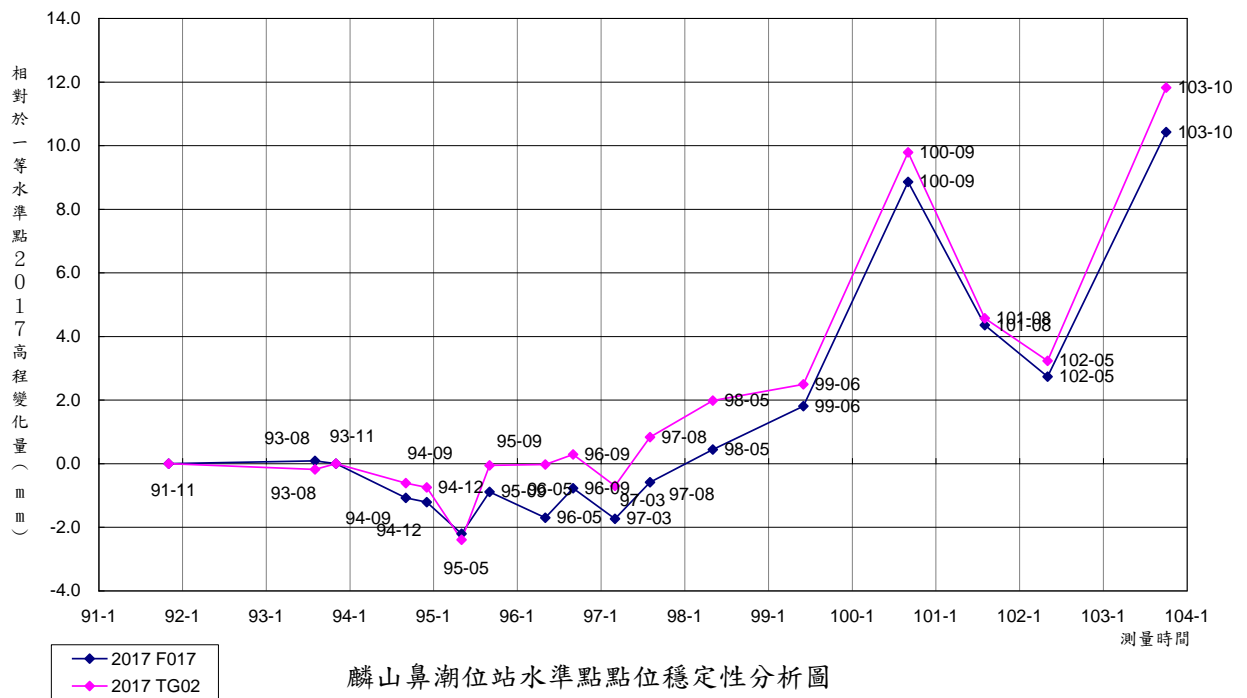
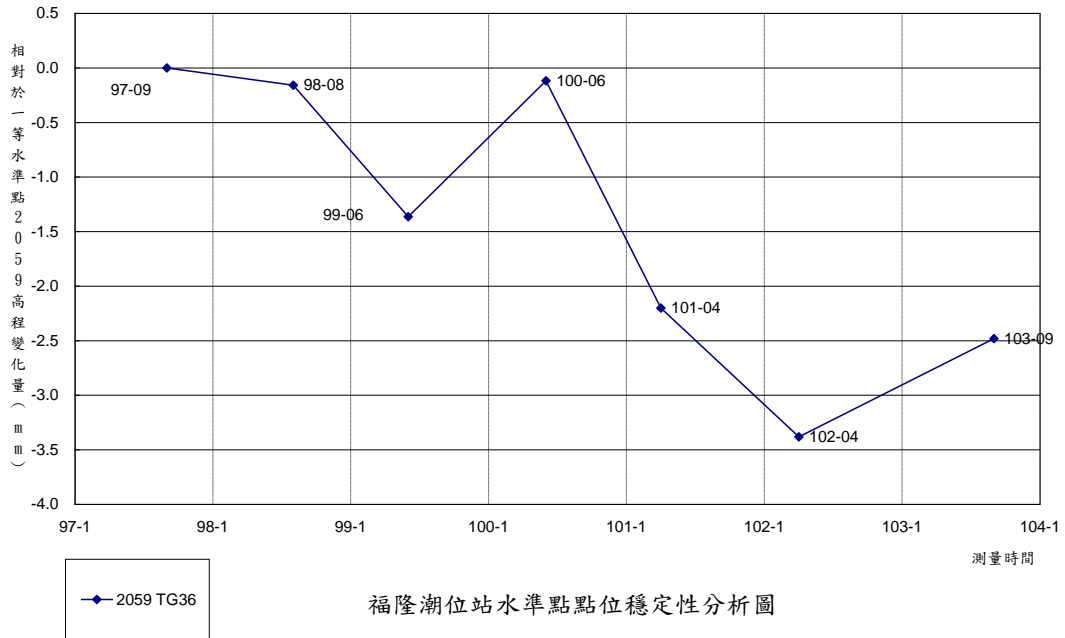
潮位站 名稱	測站	測站	距離 (km)	系統誤差 改正前 高程差(m)	往返測 閉合差 (mm)	溫度改正 (mm)	視準軸改 正(mm)	曲率改正 (mm)	折射改正 (mm)	系統誤差 改正後 高程差(m)	高程差 平均值 (m)	觀測日期	備註
	TG31A	TG31	0.01	-0.568965	-0.33	-0.0031	0.0013	0.0000	0.0000	-0.568967	1.310762	103.10.01	
	TG31	TG31B	0.01	1.310595		0.0071	-0.0024	0.0000	0.0001	1.310600		103.10.01	
	TG31B	TG31	0.01	-1.310920		-0.0070	0.0029	0.0000	-0.0001	-1.310924		103.10.01	
箔仔寮	TG08A	TG08	0.07	-3.231930	-0.07	-0.0048	0.0007	-0.0015	-0.0060	-3.231942	-3.231908	103.04.15	
	TG08	TG08A	0.07	3.231865		0.0052	-0.0006	0.0014	0.0026	3.231873		103.04.15	
	TG08	T8653	2.93	0.017945	2.90	0.0008	0.0008	-0.0015	0.0005	0.017946	0.016500	103.04.17	
	T8653	TG08	2.93	-0.015045		0.0000	0.0003	-0.0005	-0.0075	-0.015053		103.04.17	
	T8653	G046	0.03	-0.485045	0.04	-0.0024	0.0001	-0.0001	-0.0003	-0.485048	-0.485066	103.04.15	
	G046	T8653	0.03	0.485080		0.0025	-0.0001	0.0001	0.0002	0.485083		103.04.15	
塭港	WG02	X202	2.10	0.063945	2.60	0.0003	0.0029	0.0003	-0.0095	0.063939	0.062642	103.04.16	
	X202	WG02	2.10	-0.061345		-0.0002	0.0005	-0.0003	0.0003	-0.061345		103.04.18	
	WG02	CGSG080	0.09	-0.441300	-0.04	-0.0041	-0.0020	-0.0009	0.0001	-0.441307	-0.441290	103.04.14	
	CGSG080	WG02	0.09	0.441265		0.0041	0.0010	0.0006	0.0008	0.441272		103.04.14	
	WG03	CGSG080	1.11	-1.862220	-0.01	-0.0150	0.0010	0.0010	-0.0098	-1.862243	-1.862232	103.04.14	
	CGSG080	WG03	1.11	1.862205		0.0089	-0.0002	-0.0006	0.0073	1.862220		103.04.14	
	WG03	TG09	0.53	4.094935	0.93	0.0140	-0.0038	-0.0011	0.0089	4.094953	4.094484	103.04.16	
	TG09	WG03	0.53	-4.094010		-0.0134	0.0150	0.0033	-0.0089	-4.094014		103.04.16	
	WG01	TG09	1.05	1.182605	0.87	0.0054	0.0115	0.0016	0.0059	1.182629	1.182183	103.04.16	
TG09	WG01	1.05	-1.181735	-0.0061		0.0099	0.0015	-0.0060	-1.181736	103.04.16			
東石	WG03	TG10X	1.35	1.323105	0.83	0.0054	-0.0001	0.0007	0.0215	1.323133	1.322712	103.04.15	
	TG10X	WG03	1.35	-1.322270		-0.0074	-0.0005	0.0005	-0.0135	-1.322291		103.04.15	
	TG10X	TG10C	0.03	1.317270	0.09	0.0064	0.0000	0.0000	-0.0007	1.317276	1.317231	103.04.15	
	TG10C	TG10X	0.03	-1.317180		-0.0064	0.0001	-0.0001	0.0000	-1.317186		103.04.15	

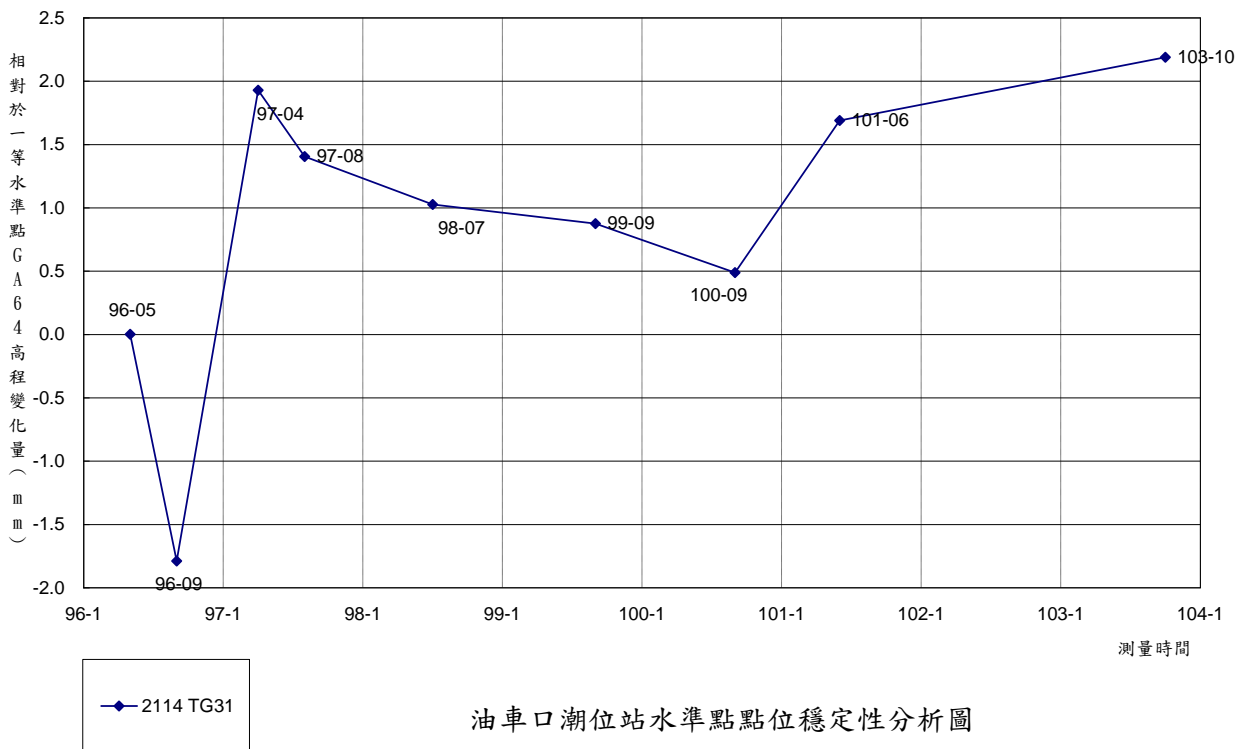
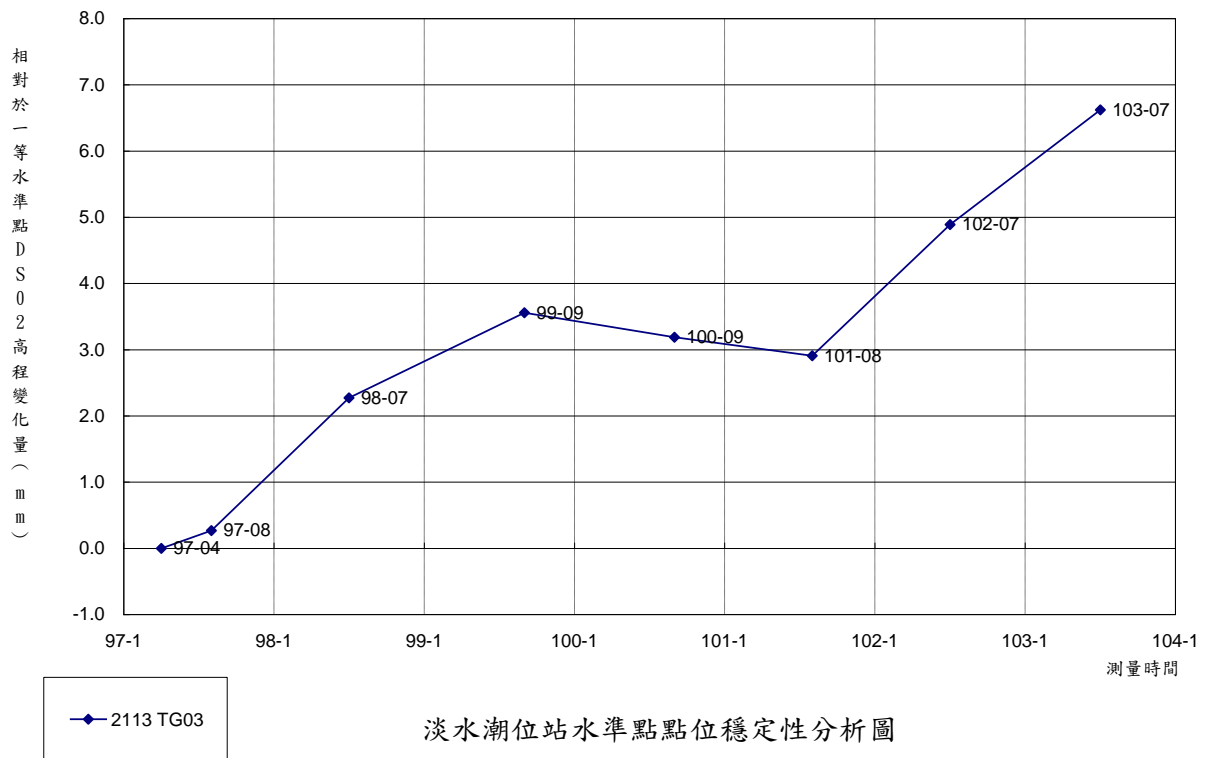
潮位站 名稱	測站	測站	距離 (km)	系統誤差 改正前 高程差(m)	往返測 閉合差 (mm)	溫度改正 (mm)	視準軸改 正(mm)	曲率改正 (mm)	折射改正 (mm)	系統誤差 改正後 高程差(m)	高程差 平均值 (m)	觀測日期	備註
永安	G098	YA01	1.75	-1.328485	0.67	-0.0239	0.0023	0.0008	-0.0037	-1.328510	-1.328854	103.07.14	
	YA01	G098	1.75	1.329160		0.0225	-0.0032	-0.0012	0.0193	1.329197		103.07.14	
	YA01	YA02	1.85	0.782335	1.96	0.0127	-0.0003	-0.0001	0.0102	0.782358	0.781374	103.08.04	
	YA02	YA01	1.85	-0.780375		-0.0119	0.0014	0.0007	-0.0048	-0.780390		103.08.04	
	TG11X	TG11B	0.04	1.545760	-0.06	0.0242	-0.0001	-0.0001	0.0025	1.545787	1.545820	103.08.06	
	TG11B	TG11X	0.04	-1.545825		-0.0244	0.0001	0.0001	-0.0024	-1.545852		103.08.06	
	TG11X	YA02	2.61	-0.641785	1.28	-0.0109	0.0008	0.0006	-0.0491	-0.641844	-0.642491	103.08.06	
YA02	TG11X	2.61	0.643070	0.0043		0.0026	0.0021	0.0590	0.643138	103.08.05			
東港	G123	TKG1	1.30	-0.003295	0.90	0.0004	-0.0002	-0.0001	0.0119	-0.003283	-0.003736	103.10.23	
	TKG1	G123	1.30	0.004195		-0.0003	-0.0001	0.0004	-0.0062	0.004189		103.10.23	
	TKG1	TG33	1.69	0.721050	1.43	0.0081	0.0000	0.0004	0.0029	0.721061	0.720351	103.10.27	
	TG33	TKG1	1.69	-0.719615		-0.0089	-0.0003	0.0003	-0.0171	-0.719641		103.10.27	
	TG33	NO.82045	0.02	0.296300	0.01	0.0033	-0.0014	0.0006	0.0020	0.296304	0.296302	103.10.27	
	NO.82045	TG33	0.02	-0.296295		-0.0033	-0.0001	0.0001	-0.0020	-0.296300		103.10.27	
	TG33A	TG33	0.01	-1.515420	-0.46	-0.0171	-0.0004	0.0000	-0.0003	-1.515438	-1.515206	103.10.27	
	TG33	TG33A	0.01	1.514955		0.0171	0.0003	0.0000	0.0005	1.514973		103.10.27	
小琉球	LC01	TG74	0.23	-0.922605	-0.31	-0.0146	-0.0005	0.0004	-0.0140	-0.922634	-0.922474	103.09.10	
	TG74	LC01	0.23	0.922290		0.0166	-0.0029	-0.0014	0.0114	0.922314		103.09.10	
	TG74	TG74A	0.01	0.787575	-0.06	0.0147	-0.0049	-0.0001	0.0000	0.787585	0.787615	103.09.01	
	TG74A	TG74	0.01	-0.787635		-0.0141	0.0047	0.0001	-0.0001	-0.787644		103.09.10	
林邊	G128	TG40	2.41	-4.544030	2.96	-0.0303	-0.0005	0.0008	-0.0417	-4.544102	-4.545604	103.10.28	
	TG40	G128	2.41	4.546995		0.0473	0.0015	-0.0001	0.0612	4.547105		103.10.29	
	TG40	TG40A	0.03	1.948560	0.10	0.0162	-0.0030	-0.0002	0.0036	1.948577	1.948530	103.10.28	

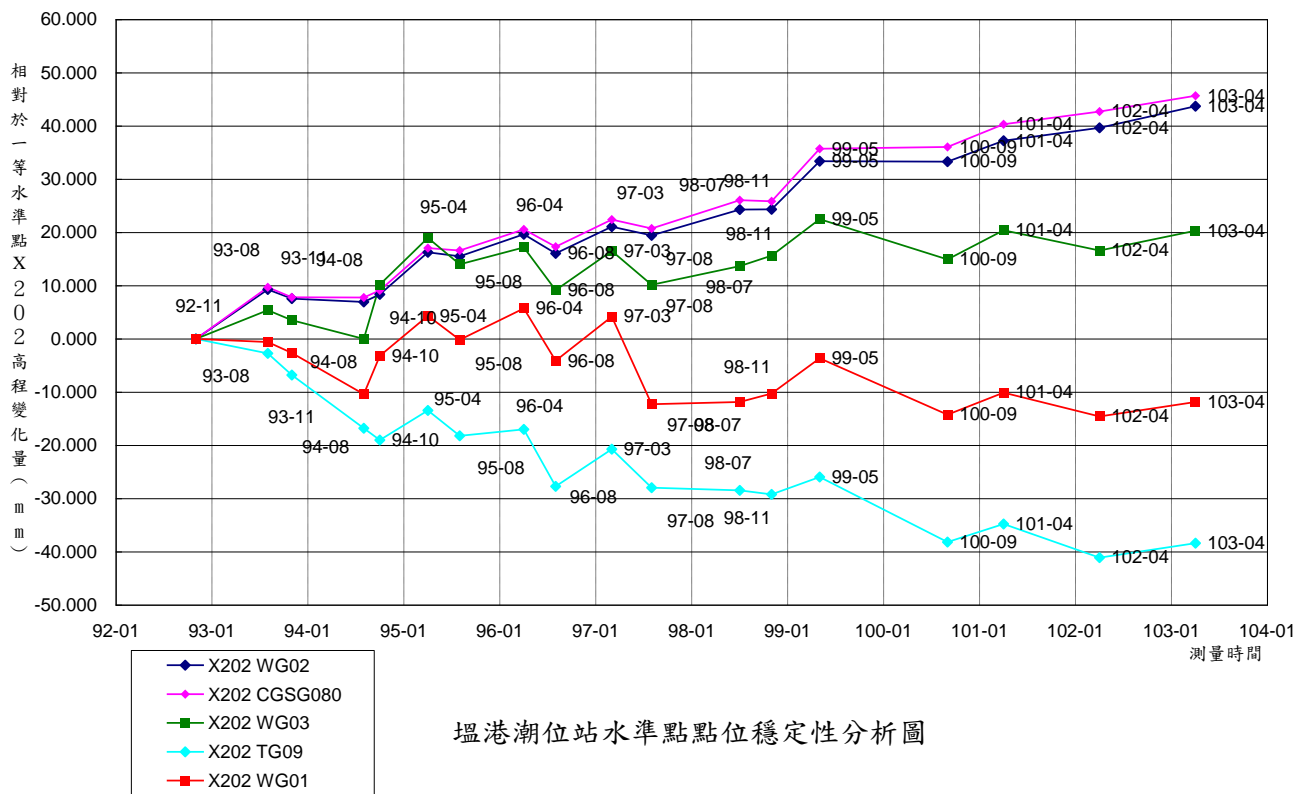
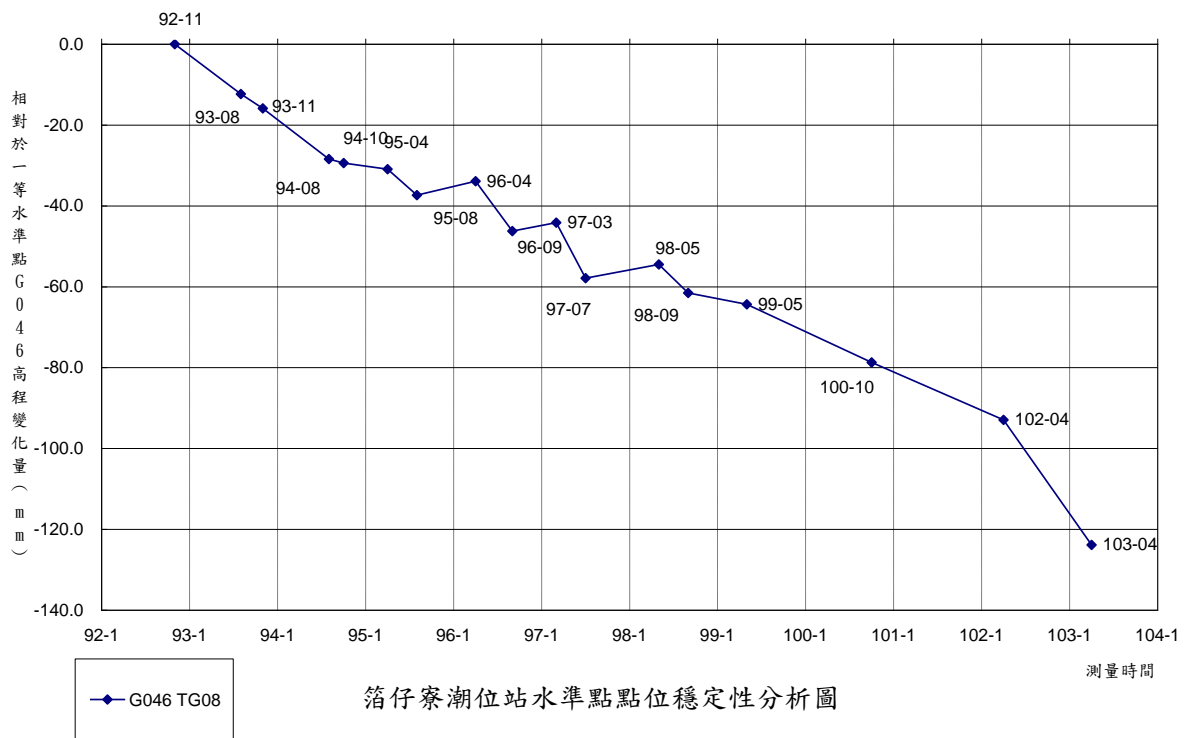
潮位站 名稱	測站	測站	距離 (km)	系統誤差 改正前 高程差(m)	往返測 閉合差 (mm)	溫度改正 (mm)	視準軸改 正(mm)	曲率改正 (mm)	折射改正 (mm)	系統誤差 改正後 高程差(m)	高程差 平均值 (m)	觀測日期	備註
	TG40A	TG40	0.03	-1.948465		-0.0159	0.0025	0.0002	-0.0035	-1.948482		103.10.28	
蟬廣嘴	K800	TG14X	0.46	-11.057895	0.54	-0.1972	-0.0003	0.0015	-0.0799	-11.058171	-11.058422	103.08.27	
	TG14X	K800	0.46	11.058435		0.1924	0.0006	-0.0006	0.0454	11.058673		103.08.28	
	TG14X	TG14Y	0.01	-0.015220	0.06	-0.0003	0.0008	0.0000	0.0000	-0.015220	-0.015249	103.08.27	
	TG14Y	TG14X	0.01	0.015275		0.0002	0.0017	0.0000	0.0000	0.015277		103.08.27	
	TG14X	TG14A	0.02	2.949035	0.06	0.0481	-0.0027	-0.0003	0.0028	2.949083	2.949054	103.08.27	
	TG14A	TG14X	0.02	-2.948975		-0.0478	0.0030	0.0003	-0.0046	-2.949024		103.08.27	
蘭嶼	TG75	TG75-1	0.02	-0.757730	-1.28	-0.0140	0.0017	0.0001	-0.0009	-0.757743	-0.757104	103.09.17	
	TG75-1	TG75	0.02	0.756450		0.0137	-0.0009	0.0000	0.0009	0.756464		103.09.17	
	TG75-1	LY01	0.30	12.811935	-0.75	0.2114	0.0029	0.0000	0.0401	12.812189	12.812549	103.09.17	
	LY01	TG75-1	0.30	-12.812690		-0.1832	-0.0019	0.0001	-0.0335	-12.812909		103.09.18	
金門料 羅	TG72XA	TG72X	0.01	-3.452610	-0.12	-0.0170	0.0010	0.0000	-0.0004	-3.452626	-3.452568	103.05.12	
	TG72X	TG72XA	0.01	3.452495		0.0157	-0.0012	0.0000	0.0007	3.452510		103.05.12	
	TG72X	KM01	0.98	1.938720	0.98	0.0079	0.0017	0.0003	0.0183	1.938748	1.938261	103.05.12	
	KM01	TG72X	0.98	-1.937740		-0.0073	-0.0067	-0.0013	-0.0187	-1.937774		103.05.12	
馬祖	TG71-2	NG01	0.26	0.285395	0.75	0.0031	-0.0004	0.0003	-0.0008	0.285397	0.285024	103.07.30	
	NG01	TG71-2	0.26	-0.284645		-0.0033	0.0002	-0.0002	-0.0031	-0.284651		103.07.30	
	TG71-2	TG71-1	0.04	-0.033875	-0.10	-0.0003	0.0001	0.0000	0.0000	-0.033875	-0.033825	103.07.30	
	TG71-1	TG71-2	0.04	0.033775		0.0003	-0.0001	0.0000	0.0000	0.033775		103.07.30	
	TG71-1	A	0.03	0.530805	-0.03	0.0053	-0.0005	0.0001	0.0005	0.530810	0.530823	103.07.30	
	A	TG71-1	0.03	-0.530830		-0.0052	0.0009	-0.0002	-0.0006	-0.530835		103.07.30	
	TG71-1	C	0.04	0.167290	-0.04	0.0017	0.0025	-0.0003	0.0004	0.167294	0.167315	103.07.30	
	C	TG71-1	0.04	-0.167330		-0.0017	-0.0028	0.0004	-0.0006	-0.167335		103.07.30	

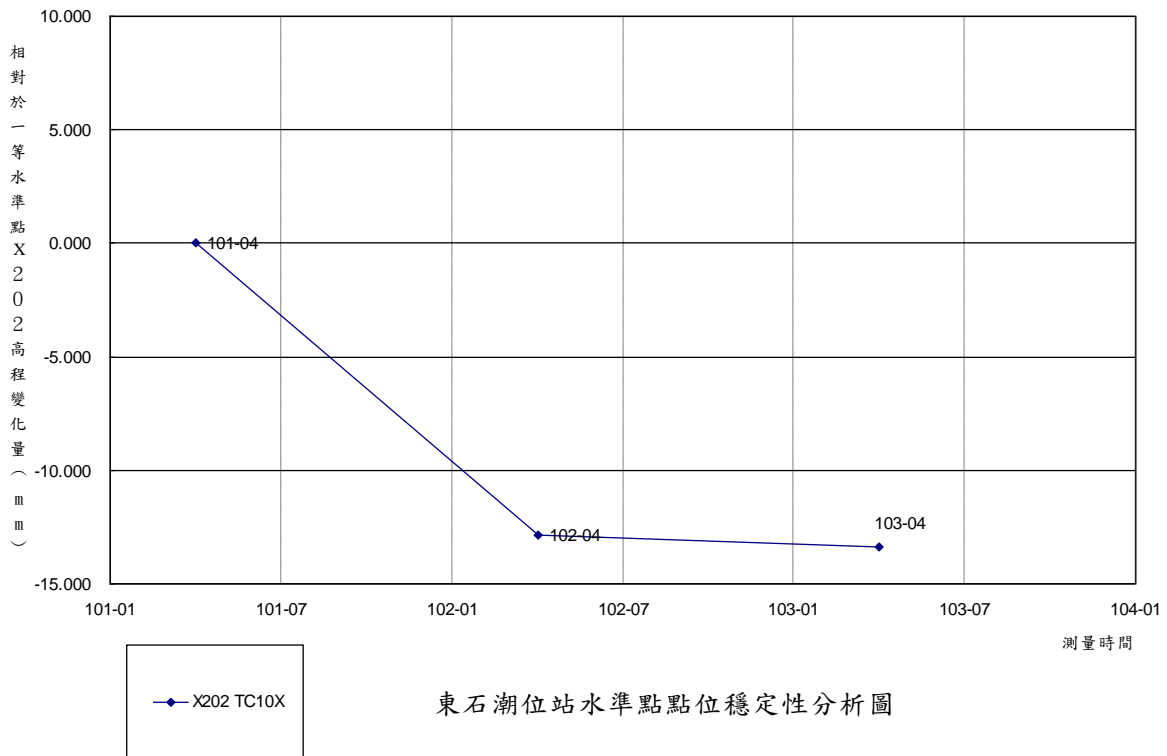
潮位站 名 稱	測站	測站	距離 (km)	系統誤差 改正前 高程差(m)	往返測 閉合差 (mm)	溫度改正 (mm)	視準軸改 正(mm)	曲率改正 (mm)	折射改正 (mm)	系統誤差 改正後 高程差(m)	高程差 平均值 (m)	觀測日期	備註
	TG71-1	D	0.04	0.141880	-0.27	0.0014	0.0010	-0.0002	0.0004	0.141883	0.142020	103.07.30	
	D	TG71-1	0.04	-0.142155		-0.0014	-0.0009	0.0001	0.0000	-0.142157		103.07.30	
	TG71-1	B	0.02	1.640600	0.06	0.0160	-0.0010	0.0001	0.0008	1.640616	1.640586	103.07.30	
	B	TG71-1	0.02	-1.640540		-0.0155	0.0007	-0.0001	-0.0008	-1.640556		103.07.30	

附件 2 點位穩定性分析圖

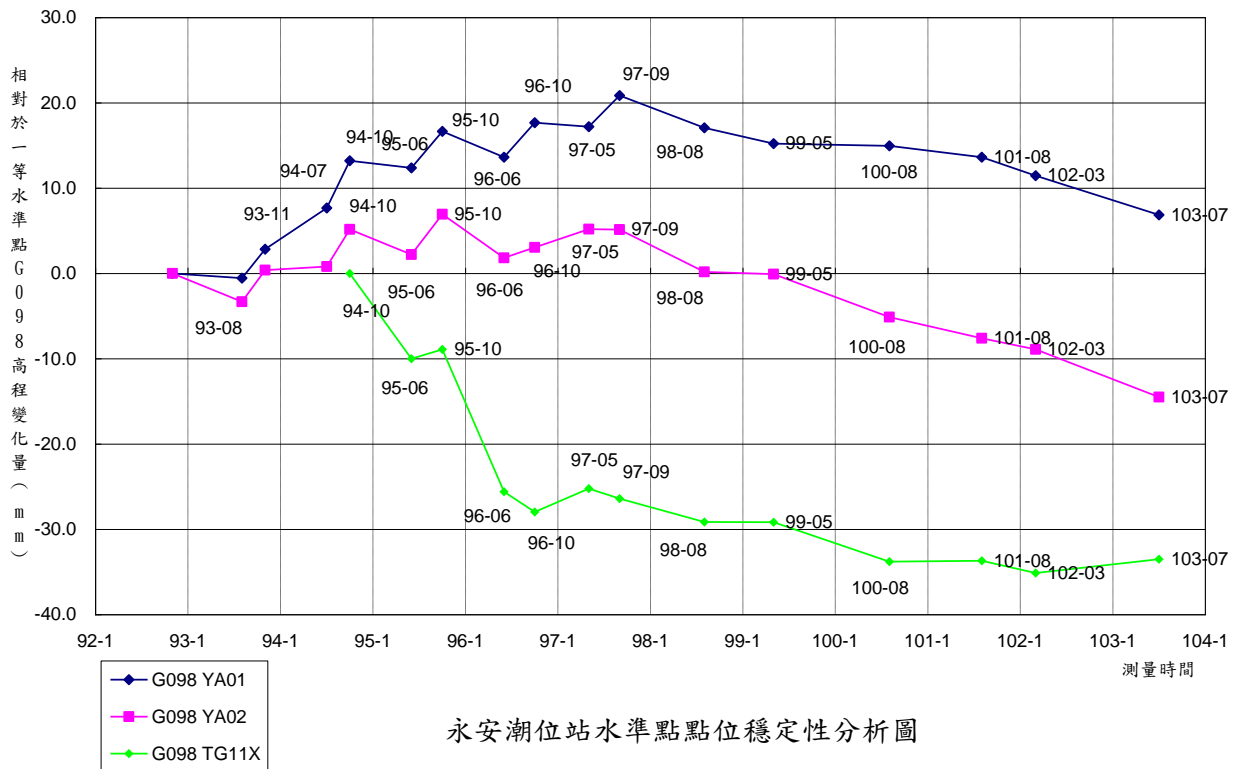




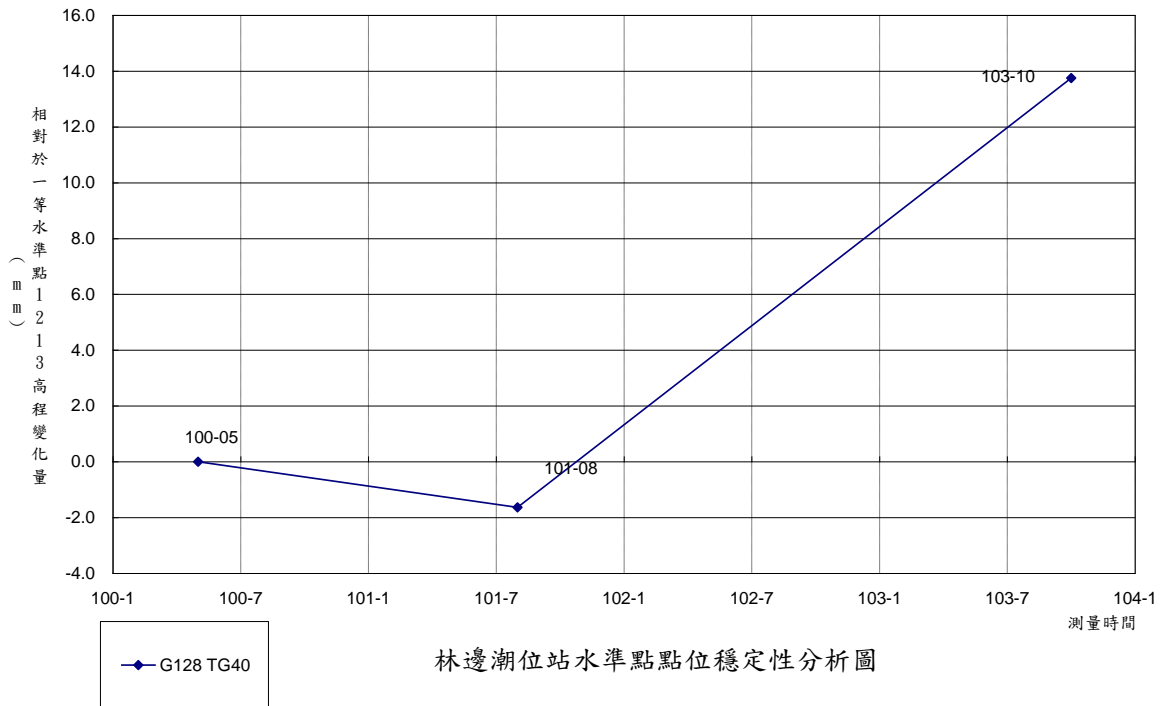
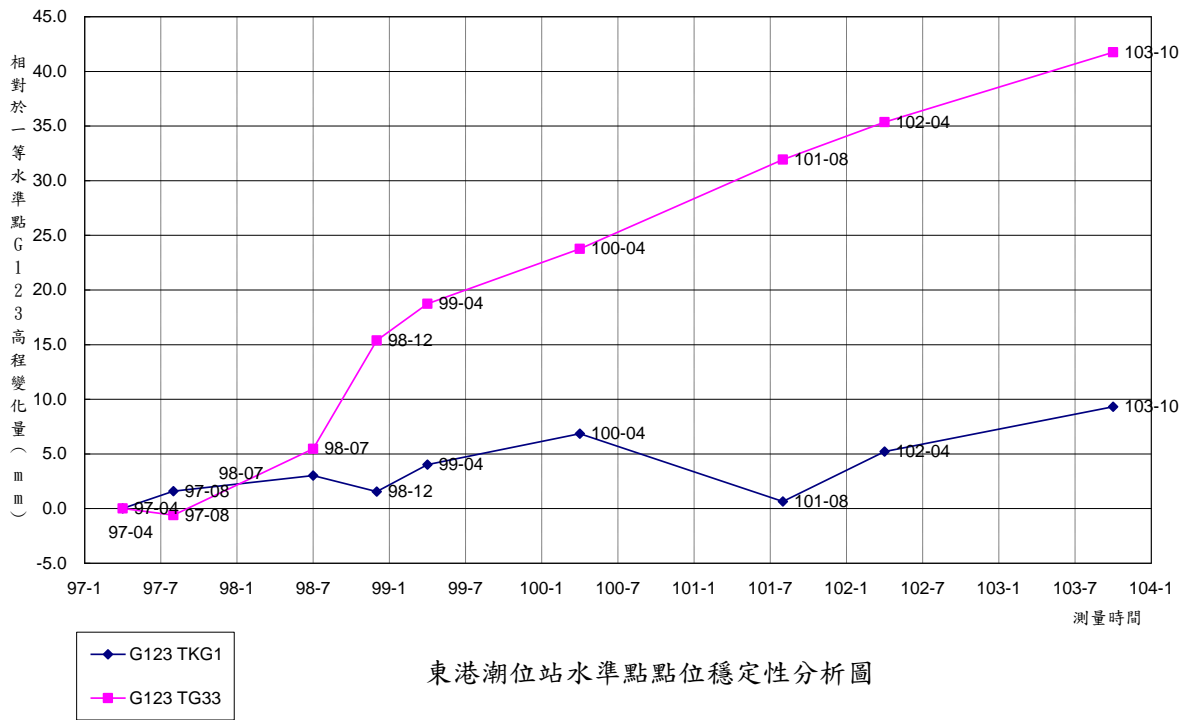


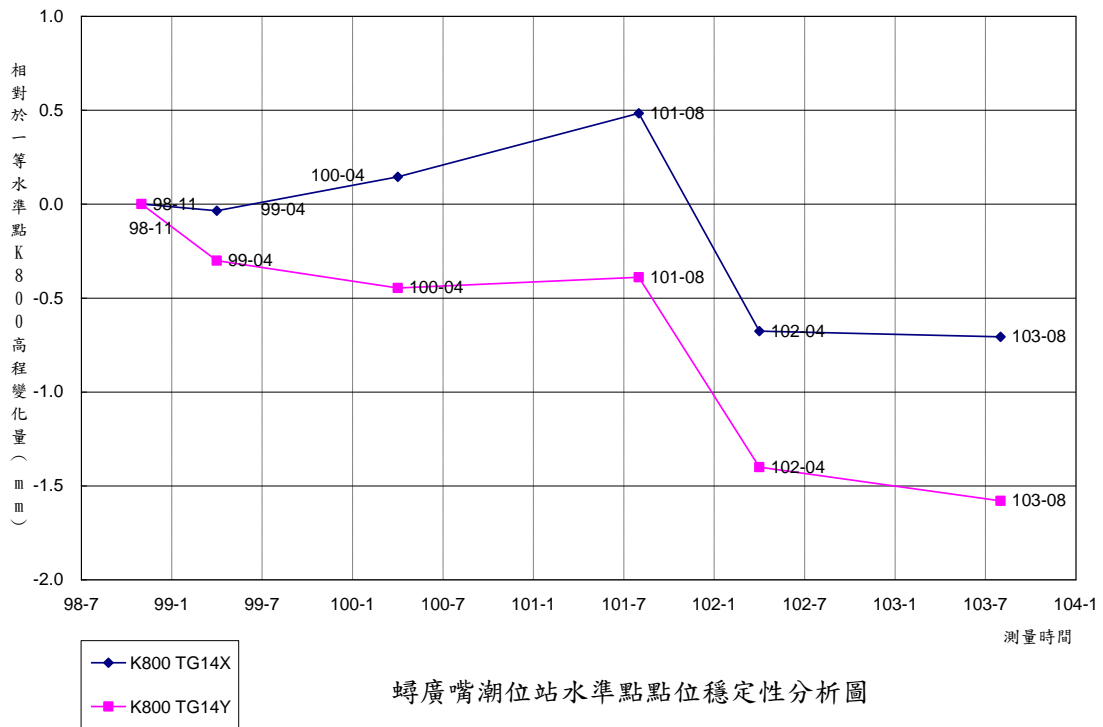


東石潮位站水準點點位穩定性分析圖

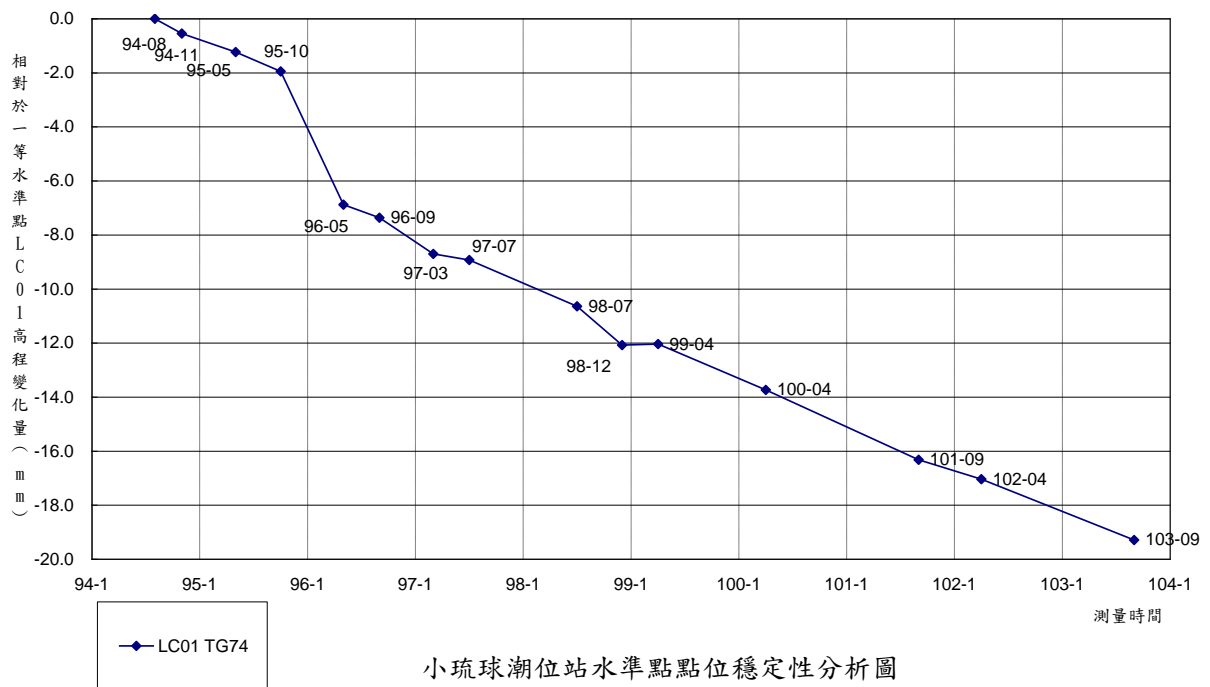


永安潮位站水準點點位穩定性分析圖





蠔廣嘴潮位站水準點點位穩定性分析圖



小琉球潮位站水準點點位穩定性分析圖

