

地層下陷水準檢測及分析標準作業規範

一、經濟部水利署（以下簡稱本署）為利用水準檢測及分析方法，掌握地層下陷變化情勢，俾據以研擬地層下陷防治策略，特訂定本規範。

二、本規範用詞定義如下，

- (一)檢測點：地層下陷水準檢測之水準點所在位置。
- (二)參考基準點：指水準檢測時作為地面高程檢算之約制點。
- (三)高程：依據參考基準點所引測之高程值。
- (四)控制測線：驗證參考基準點之水準測線。
- (五)下陷速率：檢測點之平均年高程變化量。
- (六)最大下陷速率：水準檢測範圍內下陷速率之最大值。
- (七)顯著下陷面積：水準檢測範圍內，依各檢測點下陷速率內插繪製等值圖，圖中下陷速率大於 3cm 之面積。
- (八)累積下陷量：檢測點歷年之累積下陷總量。
- (九)最大累積下陷量：水準檢測範圍內累積下陷量之最大值。

三、本規範之檢測資料係指利用精密水準儀及鈹鋼水準尺，應用水準測量方法測量檢測範圍內各檢測點相對於參考基準點之高程。

精密水準儀與鈹鋼尺之規格如下：

(一)精密水準儀規格：

- 1.每公里往返測標準偏差在0.4mm以下。
- 2.圓盒氣泡之靈敏度在 $10'/2\text{mm}$ 以內。
- 3.補償器水平設定精度在 $0.30''$ 以內。
- 4.最小讀數至少為0.1mm以下。
- 5.最小估讀（顯示）讀數至少為0.01mm以下。

(二)鈹鋼水準尺規格

- 1.刻劃校準精度在0.05mm以內。
- 2.固定於水準尺上之圓盒氣泡靈敏度在 $10'/2\text{mm}$ 以內。
- 3.同組施測之前後視水準尺，必須採用原廠檢驗配對之鈹鋼水準尺。

得標廠商應於決標日之次日起三十日內將精密水準儀及鈹鋼水準尺送交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辦理校驗，並於校驗證明文件核發後十四日內送本署備查。

儀器檢校之精度要求如下：

- (一)圓盒氣泡校準偏移量 $\leq 1\text{mm}$
- (二)視準軸校準誤差 $\leq 5''$

(三)調焦誤差 $\leq 0.5\text{mm}$

(四)測站高差觀測標準誤差 $\leq 0.15\text{mm}$

(五)直立軸校準誤差 $\leq 0.6''$

(六)水平設定精度 $\leq 0.50''$

四、地層下陷水準檢測作業應辦理水準網規劃、控制測量、水準測量、成果計算、測量精度分析及地層下陷等值線圖繪製與統計等工作。

五、為監控地層下陷變化動態及提高檢測精度與可靠度，應依據本署公告檢測範圍之施測期間、行進路線與順序，及水準網形等內容，完成測量精度分析與水準網規劃。

前項規劃成果必須先報經本署審核同意後，始得辦理後續之水準檢測作業。

六、檢測範圍之高程控制需採用歷年地層下陷水準檢測之參考基準點，以確保在相同基準下檢算地層下陷量。

各地區水準測量參考基準點詳如附件 1。

參考基準點之變動或遺失補設均須報經本署同意後始得變更之，原則上應優先選用控制測線上穩定之水準點。

本署應定期委託專業之非營利事業機構配合其他獨立技術，以檢定適合作為參考基準點之檢測點。

七、控制測量係指針對控制測線辦理水準測量及分析，以確定參考基準點位於高程穩定地區。

控制測線需包含至少五個檢測點以上，參考基準點及其 3km 範圍內既設 GNSS 固定站之檢測點均需納入，以驗證各檢測點相對高程差之差值無顯著變化。

控制測量施測前必須進行定樁法測試（定樁法相關細節請參考內政部一等水準測量規範），並且計算視準軸誤差係數 C （單位 mm/m ），檢驗 C 值是否超過 0.05mm/m 之容許值。

每一測站之前後視距約相等，最長視距需小於 50m，前後視距差不得大於 1m，且同一測段內任一測站前後視距差之累積值不得大於 5m。

施測時以後視、前視、前視、後視之觀測順序讀取條碼式鈾鋼水準尺，每一次讀數應設定至少讀取三次，其讀數標準誤差不得大於 0.2mm，且第一次前後視高程差與第二次前後視高程差之絕對值均不得大於 0.4mm。

由水準儀測得之所有讀數不得使用該鈾鋼水準尺上下兩端各 30cm 之讀數；意即 3 公尺鈾鋼水準尺之讀數不得小於 30cm，亦不得大於 270cm。

控制測線上各檢測點相對於參考基準點之高程變化量，各年度差異量均需小於 $2.5\text{mm}\sqrt{k}$ （ k 為測線長度，單位為 km）。如有未符合者，應現場踏勘查明原因，並與鄰近 GNSS 固定站資料比對，判斷參考基準點是否產生變動。

八、水準測量施測作業應滿足下列各項規定：

- (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，不可用不同水準儀施測於臨時節點之高程值相加組合。
- (二)每一測站之前後視距約相等，最長視距需小於 50m，前後視距差不得大於 1m，且同一測段內任一測站前後視距差之累積值不得大於 5m。
- (三)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(往返兩次觀測整置儀器及標尺位置不得為同一地點，亦不可用反號之結果作為返測或往測)。
- (四)每一奇數測站以後視、前視及每一偶數測站以前視、後視之觀測順序讀數，讀取條碼式鋼鋼水準尺時，每一次讀數應設定至少讀取三次，其讀數標準誤差不得大於 0.2mm，且第一次前後視高程差與第二次前後視高程差之絕對值均不得大於 0.4mm。

九、水準測量成果計算之程序為測量資料處理、系統誤差改正及平差計算等作業。

測量資料處理完成後，應製作「地層下陷水準網測量原始觀測高差明細表」，其內容如下：

(一)測段編號表(記錄各測線每一測段之起點及終點之點名及點號、實測距離及測段編號)。

(二)各測段施測之原始觀測資料電子檔。

測量資料之系統誤差改正項目包含視準軸誤差改正 (collimation error correction)、地球曲率改正 (curvature correction)、水準尺溫度(rod temperature correction)改正與折射誤差改正(refraction error correction)等。

平差計算採用不等權最小二乘法進行整體平差，檢測範圍內若存在二個參考基準點，則採二個控制點直接進行閉合約制平差。

平差計算後應製作「地層下陷水準測量整體平差表」，其內容應包含下列成果：

(一)已知檢測點之點名、點號及高程值。

(二)檢測點點名、點號、高程值及中誤差。

(三)觀測量之改正數、標準化改正數、多餘觀測數及後驗權單位中誤差。

上述所有提送成果之數據均以公尺(m)為單位，並記錄或計算至公釐(mm)以下一位止。

十、水準測量之施測精度、系統誤差及整體平差須符合下列各項規定：

- (一)每一水準環線完成施測後十四日內需將閉合差計算成果提送本署備查，系統誤差改正後水準環線最大閉合差之允許誤差為 $3\text{ mm}\sqrt{k}$ (k 為測段長度，單位為 km)。水準環線最大閉合差值超過允許誤差者，需重測檢測誤差較大之檢測點，重測後仍未符合精度要求之測線或檢測點應予篩除。

- (二)整體平差完成後，將平差後之改正數繪製成發生機率分布圖，檢查改正數是否呈常態分布，以確認水準測量成果無顯著系統誤差。另檢視檢測量粗差偵錯是否通過 95%信心區間之 Tau 測試，以確認整體平差精度。
- (三)檢測範圍內所有水準測線施測完成後三十日內，必須將整體平差計算成果提交本署備查。

前項水準測量之施測精度，本署得視地層下陷防治之需求，針對特定檢測範圍提高至 $2.5 \text{ mm}\sqrt{k}$ 。

十一、利用適當內插方法(如克利金法)及本署指定邊界，將檢測範圍內各檢測點在不同年度之高程變化量內插成下陷趨勢面，以評估地層下陷程度、變化歷程及計算顯著下陷面積。

前項之內插方法必須先報經本署同意後，始得辦理地層下陷水準測量成果空間內差作業。

依據平差後各檢測點成果，會同本署現地勘查下陷量變化異常之檢測點，並將下列相關成果納入期中或期末報告：

(一)地層下陷水準測量歷年檢測成果表(含試算表電子檔)，包含：

- 1.檢測點基本資料：點號、點名、樁種類、鄉鎮市區、TWD97 座標。
- 2.歷年檢測時間及高程(m)。
- 3.歷年檢測高程變化量(cm)。
- 4.各檢測點歷年下陷速率(cm/year)，。
- 5.各檢測點歷年累積下陷量(cm)。
- 6.歷年各檢測點狀態(正常、遺失、新設)。
- 7.備註。

表中應註記最新一年下陷速率及累積下陷量之計算原則。

(二)依據各檢測點下陷速率進行空間內差後繪製地層下陷速率等值線圖(含 GIS 圖層電子檔)及近二次檢測年度地層下陷速率等值線比較圖，圖中應註記採用內插方法及各參數值。

(三)依據各檢測點累積下陷量進行空間內差後繪製本署指定起始年度至本次檢測年度間之地層累積下陷量等值線圖(含 GIS 圖層電子檔)，圖中應註記採用內插方法及各參數值。

(四)依據地層下陷水準測量歷年檢測成果表及地層下陷速率等值線圖進行統計後，製作本署指定起始年度至本次檢測年度間之歷年地層下陷面積分析表，包含：

- 1.觀測期距。
- 2.最大下陷速率(cm/year)。
- 3.最大下陷速率發生地點(鄉鎮市區、點號)。
- 4.最大累積下陷量(m)。

5.最大累積下陷量發生地點(鄉鎮市區、點號)。

6.顯著下陷面積(km²)。

7.依本署指定下陷速率之面積(km²)。

(五)依據歷年地層下陷面積分析表繪製歷年最大下陷速率與顯著下陷面積分析圖。

(六)地層下陷水準測量檢測點點誌記包含：

1.基本資料：點名、點號、樁種類、TWD97 坐標、埋設日期、埋設單位。

2.歷年檢測時間、檢測高程、檢測單位、引用基點、基點高程、備註。

3.點位略圖(1/25,000)、點位詳圖(附方位、距離等相關說明)及參考相片(含近、遠照)。

前項下陷量變化異常檢測點報經本署同意後，該點檢測值不予列入地層下陷水準測量歷年檢測成果表，並請於該檢測點備註欄說明原因。

十二、地層下陷水準檢測及分析範例如附件 2。

附件 1

各地區水準測量參考基準點統計表

地區	參考基準點名稱	控制測線各水準點名稱
臺北	內部 7836、陸檢 010	內部 7836、水資 114、內部 5015、內部 5014、水資 125、內部 5012、陸檢 010、內部 1009、內部 1010、陸檢 8906、內部 1011
桃園	陸檢 010	陸檢 010、內部 1010、內部 1011、NB1012、水資 117、桃 01、內部 13
苗栗	內部 1058	內部 1058、內部 1057、內部 1055、內部 D047、內部 D048
臺中	內部 1226	內部 1226、內部 1225、內部 1224、內部 1223、內部 X107、內部 8099、內部 8098、內部 8097
彰化	內部 1096	GC070401、內部 1096、內部 1097、內部 1098、HT070801、內部 1099、內部 1100、內部 1101、內部 1102、陸檢 9767
雲林	陸檢 9029	內部 059A、陸檢 9029、水利雲 88、水資雲 1、內部 3129、陸檢 9031、內部 3130、陸檢 1658、內部 3131、內部 061
嘉義	BM9803S	內部 1134、內部 1135、陸檢 8212、BM9803S、內部 076、內部 077、內部 1142
臺南	I085	內部 I085、內部 I084、TN01、內部 X205、內部 1147、內部 I082
高雄	內部 G1179	內部 1177、內部 1178、水利高 24、內部 1179、水利高 25、水利高 26、內部 1180、內部 1181、內部 1182
屏東	陸 200、水資屏 13	陸 200、199-(2)、9855S、NO09、陸 196、水資屏 13、水資屏 1、BM24、水資屏 2、水資屏 28
宜蘭	陸檢 566S	內部 2073、內部 566S、內部 2074、內部 2075、內部 2076

附件2

103年度彰化地區水準檢測及分析範例

一、儀器校驗

依照作業規範規定，得標廠商應於決標日之次日起起 30 日內將精密水準儀及鋼鋼水準尺送交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辦理校驗，並於校驗證明文件核發後 14 日內送本署備查（如圖 1 及圖 2）。

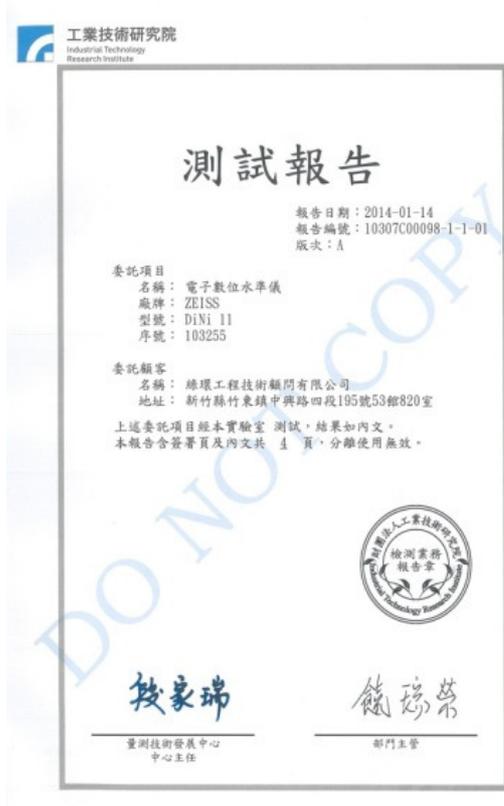


圖 1 水準儀測試報告

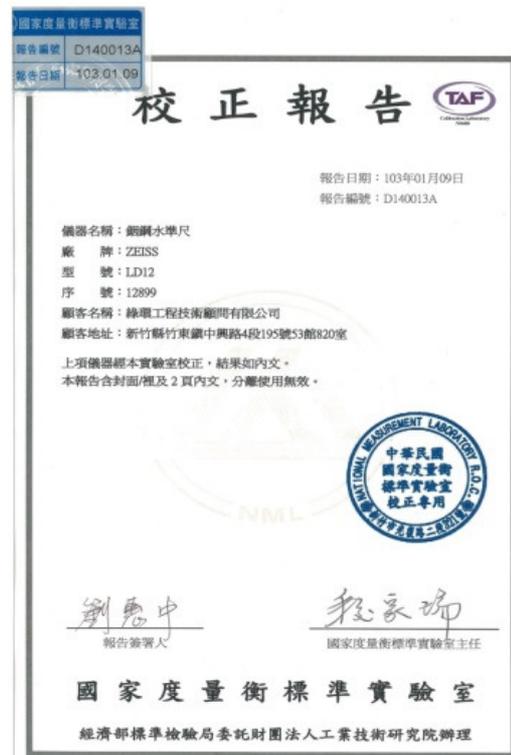


圖 2 鋼剛尺校正報告

二、水準網型規劃

水準網形規劃主要係依據歷年檢測範圍，再加上新興地層下陷區或重要開發區加密檢測，擬定當年度之水準網形，103年度彰化地區水準檢測網如圖3。

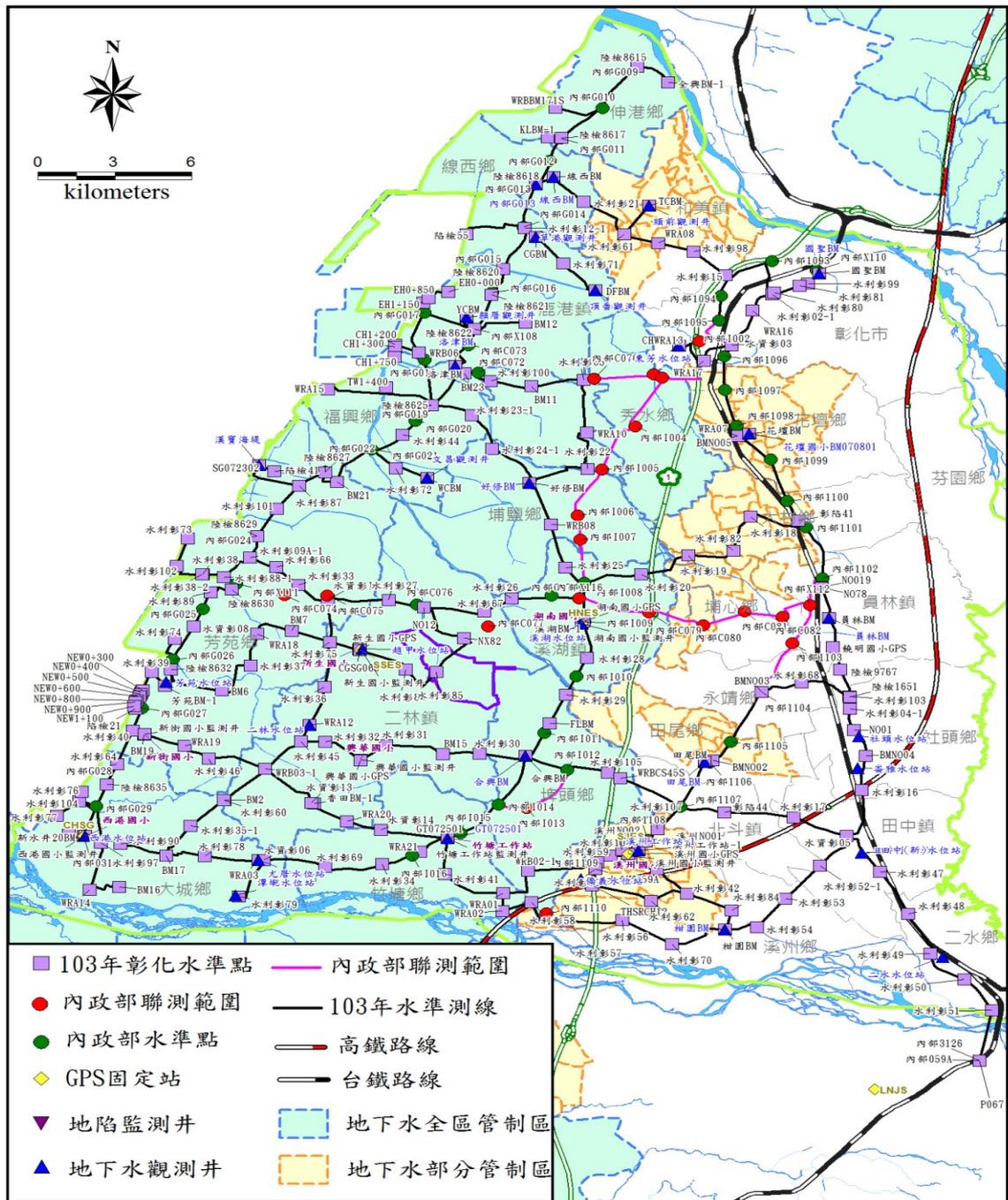


圖3 103年度彰化地區水準檢測網

三、高程基準

控制系統分析目的有兩項：一是追溯探討歷年水準計算之起算方式，另一目的是檢測民國103年彰化水準網引用之水準基樁是否無顯著沉陷。

民國103年彰化地區水準控制系統路線由彰化市水準樁「國聖國小」經花壇鄉、大村鄉、員林鎮至水準樁「陸檢9767」，路線長約18.7公里。比較民國100年～103年控制系統相同水準樁之高差如表1，由表中顯示103年度整條控制線屬於穩定狀態，故103年度延續使用「內部1096」為彰化地區水準測量基樁。

表 1 103 年度彰化地區水準控制系統高程變化分析表

樁號	點名	100年 高程差 (m)	101年 高程差 (m)	102年 高程差 (m)	103年 高程差 (m)	100-101 高程差 差值(mm)	101-102 高程差 差值 (mm)	102-103 高程差 差值 (mm)	距離 (km)	允許誤差 $3\text{mm}\sqrt{K}$ (mm)
GC070401	國聖國小	9.87685	9.87090	9.86630	9.87096	-5.95	-4.60	4.67	5.50	7.04
內部 1096	南興國小	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.00	0.00	0.69	2.49
內部 1097	北口莊	1.75390	1.75517	1.75715	1.75472	1.27	1.98	-2.43	2.47	4.71
內部 1098	花壇鄉公所	3.22299	3.22455	3.22447	3.22011	1.56	-0.08	-4.36	4.22	6.16
HT070801	花壇國小	3.72949	3.73035	3.72874	3.72498	0.86	-1.61	-3.76	5.25	6.87
內部 1099	華南國小	4.89722	4.89918	4.89933	4.89590	1.96	0.15	-3.43	7.09	7.99
內部 1100	大村農產中心	7.40802	7.40814	7.41259	7.40859	0.12	4.45	-4.00	9.44	9.22
內部 1101	大村國中	6.93276	6.93201	6.93705	6.93502	-0.75	5.04	-2.03	11.12	10.01
內部 1102	僑信國小	11.81654	11.81240	11.81856	11.81588	-4.14	6.16	-2.68	13.77	11.13
陸檢 9767	大路畔	20.93299	20.92583	20.93500	20.92747	-7.16	9.17	-7.53	18.74	12.99

註：高程差係指各個「水準樁」與「內部 1096」之高程差

四、測量精度分析

測量精度分析分為測線分析、環線分析、水準網平差與改正數分析四個步驟。測線分析目的乃檢核每條測線是否合乎測量精度。環線分析目的乃應用幾何閉合條件，確認測量成果之內在精度。水準網整體平差階段提供高程平差成果、精度指標、可靠度指標與數據偵錯。

4-1 測線精度分析

分析彰化地區測線測段與測線每公里之中誤差如表2。103年度彰化水準網測線每公里之總中誤差平均為 $\pm 0.20 \text{ mm} \sqrt{k}$ ，該成果顯示本年度彰化地區水準測量精度符合作業規範要求。

表2 測線測段中誤差分析表

測線	測線長 (KM)	測段數	測線 每公里 總中誤差 M_L ($\text{mm} \sqrt{\text{KM}}$)	測線 閉合差 D (mm)
L01	2.577	4	0.06	-0.183
L02-1	3.164	3	0.18	0.641
L02-2	11.124	10	0.06	-0.431
L03-1	3.017	2	0.19	0.665
L03-2	5.921	4	0.08	0.412
L04	7.745	5	0.33	1.860
L05	6.933	3	0.08	0.410
L06-1	4.082	2	0.05	-0.213
L06-2	6.969	6	0.25	-1.317

測線	測線長 (KM)	測段數	測線 每公里 總中誤差 M_L (mm \sqrt{KM})	測線 閉合差 D (mm)
L07-1	2.118	3	0.02	0.067
L07-2	1.225	3	0.06	0.137
L07-3	1.562	2	0.07	-0.184
L08-1	4.914	2	0.23	1.002
L08-2	0.661	2	0.12	-0.190
L08-3	0.879	1	0.02	0.043
L09	4.375	2	0.38	-1.576
L10	6.659	5	0.40	-2.073
L11	7.083	4	0.11	-0.583
L12	8.207	4	0.36	2.055
L13	4.330	3	0.63	-2.603
L14	5.867	4	0.01	-0.071
L15	2.048	1	0.66	-1.887
L16	10.919	7	0.09	-0.589
L17	2.907	2	0.18	-0.616
L18	2.236	1	0.04	0.112
L19	3.861	4	0.03	0.120
L20	6.298	5	0.06	-0.303
L21	6.008	12	0.01	-0.063
L22	10.542	5	0.35	-2.279
L23	4.923	3	0.22	0.967
L24	0.507	1	0.00	-0.004
L25	5.735	6	0.60	2.888
L26	1.584	1	0.03	0.074

測線	測線長 (KM)	測段數	測線 每公里 總中誤差 M_L (mm \sqrt{KM})	測線 閉合差 D (mm)
L27	6.497	5	0.79	-4.007
L28	2.071	1	0.06	-0.174
L29-1	4.153	3	0.53	-2.169
L29-2	8.772	5	0.01	-0.088
L30-1	0.968	1	0.26	0.504
L30-2	9.359	10	0.05	-0.314
L31	3.949	4	0.44	1.753
L32-1	3.299	3	0.27	-0.995
L32-2	4.735	4	0.57	2.480
L33	2.444	1	0.03	0.088
L34-1	6.246	5	0.24	1.188
L34-2	7.573	3	0.28	1.557
L35	6.012	3	0.09	0.447
L36	2.581	2	0.29	0.948
L37	2.026	1	0.13	-0.363
L38	2.219	2	0.01	-0.044
L39	2.307	2	0.25	0.757
L40	5.407	5	0.41	1.897
L41	2.198	3	0.34	1.021
L42-1	4.294	3	0.06	0.236
L42-2	4.556	3	0.00	-0.015
L42-3	5.257	3	0.29	-1.349
L43-1	2.425	2	0.04	0.118
L43-2	2.173	2	0.03	0.097

測線	測線長 (KM)	測段數	測線 每公里 總中誤差 M_L (mm \sqrt{KM})	測線 閉合差 D (mm)
L44	4.034	3	0.06	0.241
L45	8.941	5	0.16	0.948
L46	5.615	3	0.67	-3.157
L47	11.328	5	0.47	-3.178
L48	13.137	9	0.06	0.455
L49	7.207	5	0.07	-0.385
L50-1	3.373	2	0.28	1.036
L50-2	3.766	2	0.05	0.199
L51	12.601	7	0.09	-0.647
L52	5.584	5	0.09	-0.410
L53	10.818	9	0.45	2.956
L54	11.383	5	0.27	1.832
L55	1.294	1	0.14	0.312
L56	4.747	2	0.17	0.738
L57	4.712	3	0.10	0.436
L58	1.152	1	0.13	0.270
L59	1.498	1	0.04	-0.104
L60	2.300	1	0.36	-1.102
L61	3.462	3	0.12	-0.438
L62	11.637	5	0.68	4.655
TL03	2.403	2	0.11	-0.344
TL04	3.880	2	0.09	-0.371
TL05	2.454	4	0.12	-0.382
TL06	2.206	2	0.23	-0.676

測線	測線長 (KM)	測段數	測線 每公里 總中誤差 M_L (mm \sqrt{KM})	測線 閉合差 D (mm)
TL07	1.199	1	0.57	1.257
TL09	1.358	1	0.29	-0.668
TL10	3.714	4	0.02	-0.087
TL11	2.280	2	0.01	0.018
TL12	5.136	2	0.32	1.432
TL13	1.654	3	0.25	-0.635
TL14	2.212	3	0.18	0.532
TL15	2.182	1	0.19	-0.568
TL16	2.771	1	0.33	-1.085
TL17	2.046	1	0.08	-0.215
TL18	0.840	1	0.03	-0.048
TL20	1.718	1	0.01	-0.039
TL21	0.868	1	0.10	0.187
TL22	4.359	3	0.04	0.185
TL23	0.760	2	0.16	0.283
TL24	3.523	2	0.37	1.376
		平均值=	± 0.20	
		標準差=	± 0.19	

4-2 環線精度分析

彰化地區水準網閉合環線之觀測精度分析如表3，每個閉合環線之閉合差觀測精度皆在允許誤差內。

表3 環線閉合差分析表

水準閉合	測線關係	閉合環線	環線閉合差	允許誤差
環線編號		總長度(km)	(mm)	(3mm√K)
環線一-1	- L42-3 - L42-2 + L57 + L58 + L60 + L61 + L34-1 - L39 - L40 - L41	37.598	0.749	18.40
環線一-2	- L61 + L62 + L46 + L34-2	28.287	-4.343	15.96
環線一-3	L59 + L02-2 + L47 - L62 - L60	37.887	0.676	18.47
環線二-1	- L47 + L03-1 - L55 + L54 - L30-1	27.990	0.082	15.87
環線二-2	- L54 - L56 - L06-2 - L11 - L30-2	39.541	-4.272	18.86
環線二-3	L03-2 - L06-1 + L56 + L55	16.045	1.971	12.02
環線三	L04 - L05 + L06-2 + L06-1	25.730	1.583	15.22
環線四	L07-1 + L07-3 + L08-2 + L08-1 + L09 - L10 + L11	27.370	-4.315	15.69
環線五-1	L30-2 - L16 + L23 + L53 - L29-2	44.791	4.210	20.08
環線五-2	L53 + L29-1 - L28	17.042	3.786	12.38
環線六	L10 - L45 - L15 + L16	28.566	4.502	16.03
環線七	- L12 - L13 - L14 + L45	27.345	2.819	15.69
環線八	L14 + L17 - L18 - L19 - L20	21.169	-4.756	13.80
環線九	- L23 + L15 + L20 + L21 - L22	29.819	-1.008	16.38
環線十	L22 + L24 + L25 + L26 + L27 - L28	26.936	-4.360	15.57
環線十一	L29-2 + L29-1 - L27 + L31 - L32-2 - L32-1 + L35 - L46 + L30-1	44.001	6.119	19.90
環線十二	L33 - L34-1 - L34-2 - L35	22.276	-2.338	14.16
環線十三	- L33 - L36 - L37 - L38 + L39	11.578	-1.130	10.21
環線十四	L05 - L49 - L50-2 - L50-1 - L07-2 - L07-1	24.621	-0.460	14.89
環線十五	L50-2 - L51 - L08-1 - L52	26.864	3.231	15.55

4-3 整體平差分析

彰化地區水準高程整體平差，高程計算參考值以「內部1096」為計算基點，其高程參考值為11.26849公尺。水準高差觀測數量總共314個，水準點總數292個，平差後高程精度的統計如表4，水準點平均誤差2.1公釐，平差系統的自由度為23。

表4 103年度彰化水準高程平差後驗精度統計表

觀測個數	314
水準點數	292
多餘觀測數	23
後驗中誤差	$0.674\text{ mm}\sqrt{k}$
平均誤差	2.1 mm
最大誤差	3.3 mm

4-4 改正數分析

整體平差完成後，將平差後的改正數繪製成改正數分布圖（參考圖4），檢查改正數是否呈常態分布，以確認水準測量成果中無顯著系統誤差。

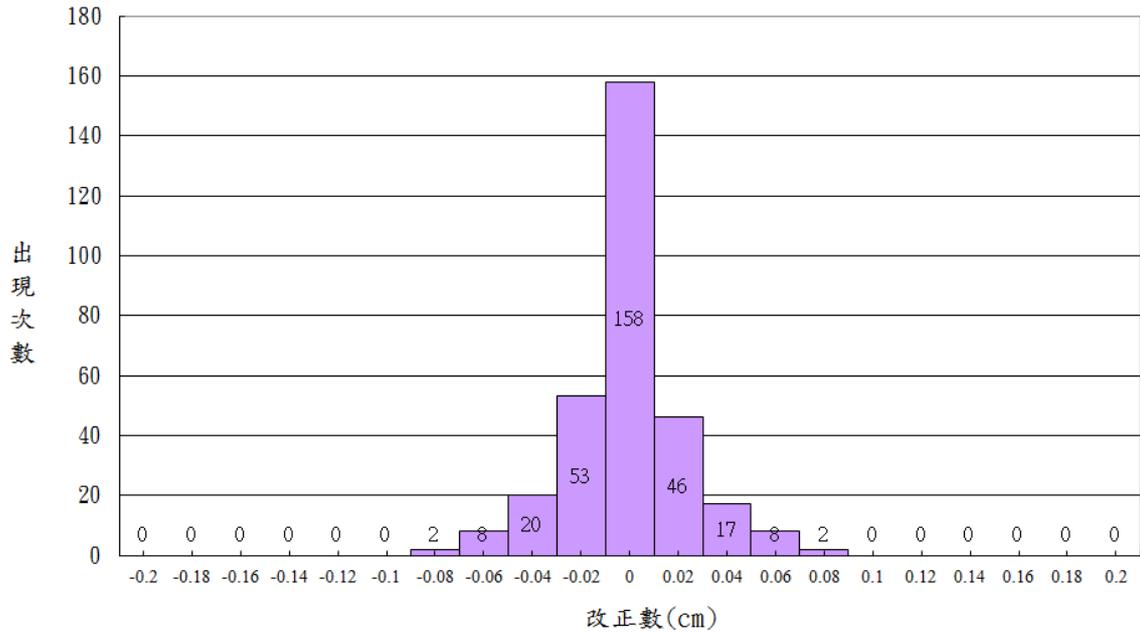


圖 4 改正數分布圖

4-5 下陷面積分析

民國103年彰化地區的水準檢測結果顯示，彰化地區下陷速率超過3公分/年以上的鄉鎮包含有：溪湖鎮與溪州鄉等兩個鄉鎮，最大下陷速率約3.4公分/年，持續下陷面積約1.5平方公里(如圖5)。

套疊民國101-102年與102-103年平均下陷速率圖如圖6，下陷面積約略減少，以下將對於本年度兩個主要下陷區分別進行下陷機制分析與說明。

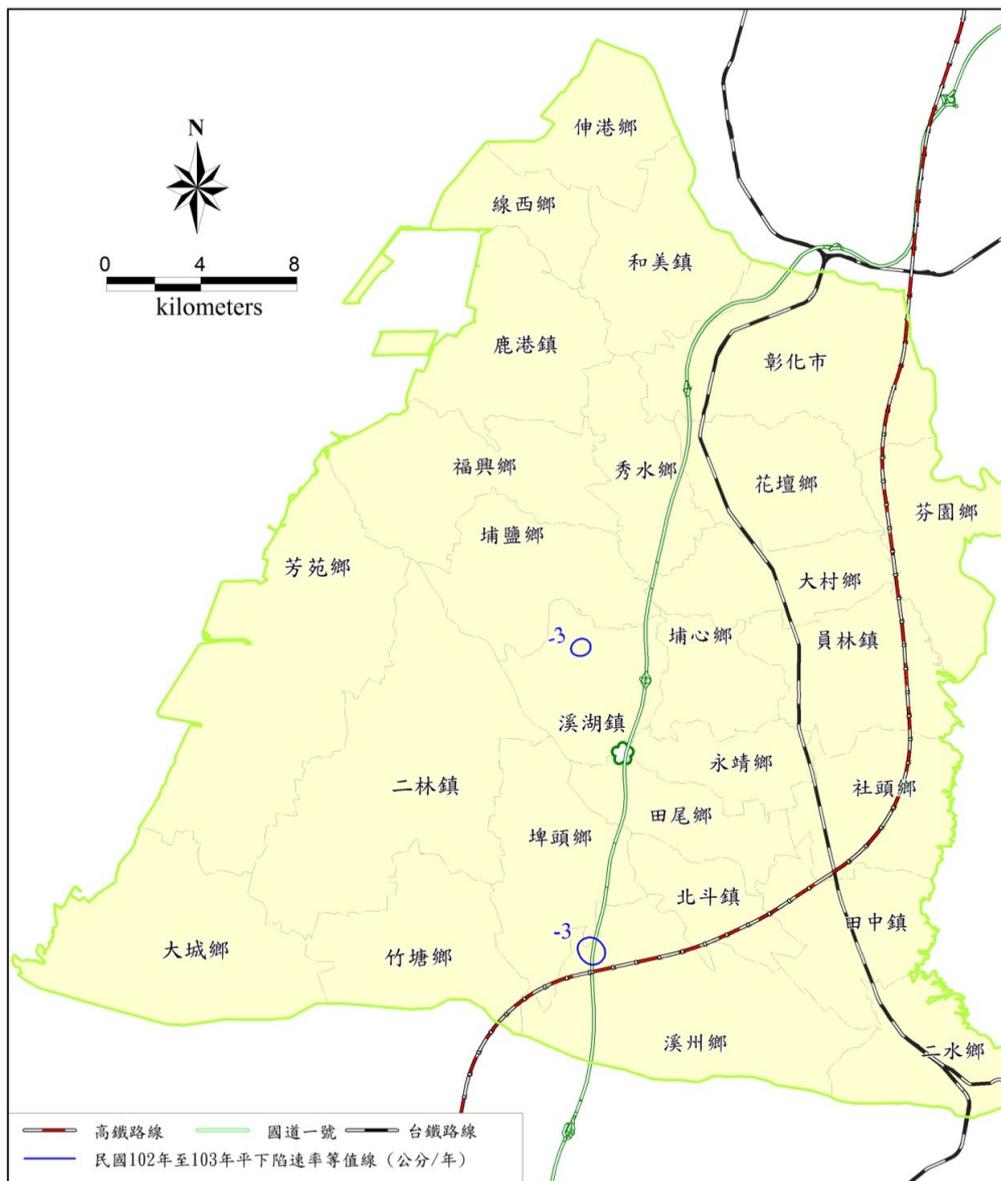


圖5 彰化地區民國102年至103年平均下陷速率等值線圖



圖 6 彰化地區民國 101-102 年與 102-103 年平均下陷速率等值線圖

4-6 累積下陷分析

利用民國81至103年期間，歷年之水準測量成果進行下陷速率與持續下陷面積分析，其成果如表。分析民國81至103年之累積下陷量如圖7，歷年來總下陷量在30公分以上之下陷區涵蓋有大城鄉、芳苑鄉、二林鎮、竹塘鄉、埔鹽鄉、溪湖鎮、埤頭鄉與溪州鄉，其中大城鄉累積下陷量最大。

由表5顯示，大城鄉為過去彰化地區下陷最嚴重鄉鎮，近年來雖然下陷速率已經明顯減緩，但是長期累積下陷量已超過210公分以上，未來大城鄉附近海堤應列為監測重點，同時應注意颱風季節與漲退潮時可能發生海水倒灌情形。

另外，溪州地區自民國81至103年，累積下陷量超過60公分以上，該地區長期下陷將可能會對高速鐵路營運安全產生影響，因此，建議未來仍須持續進行該地區之長期監測。

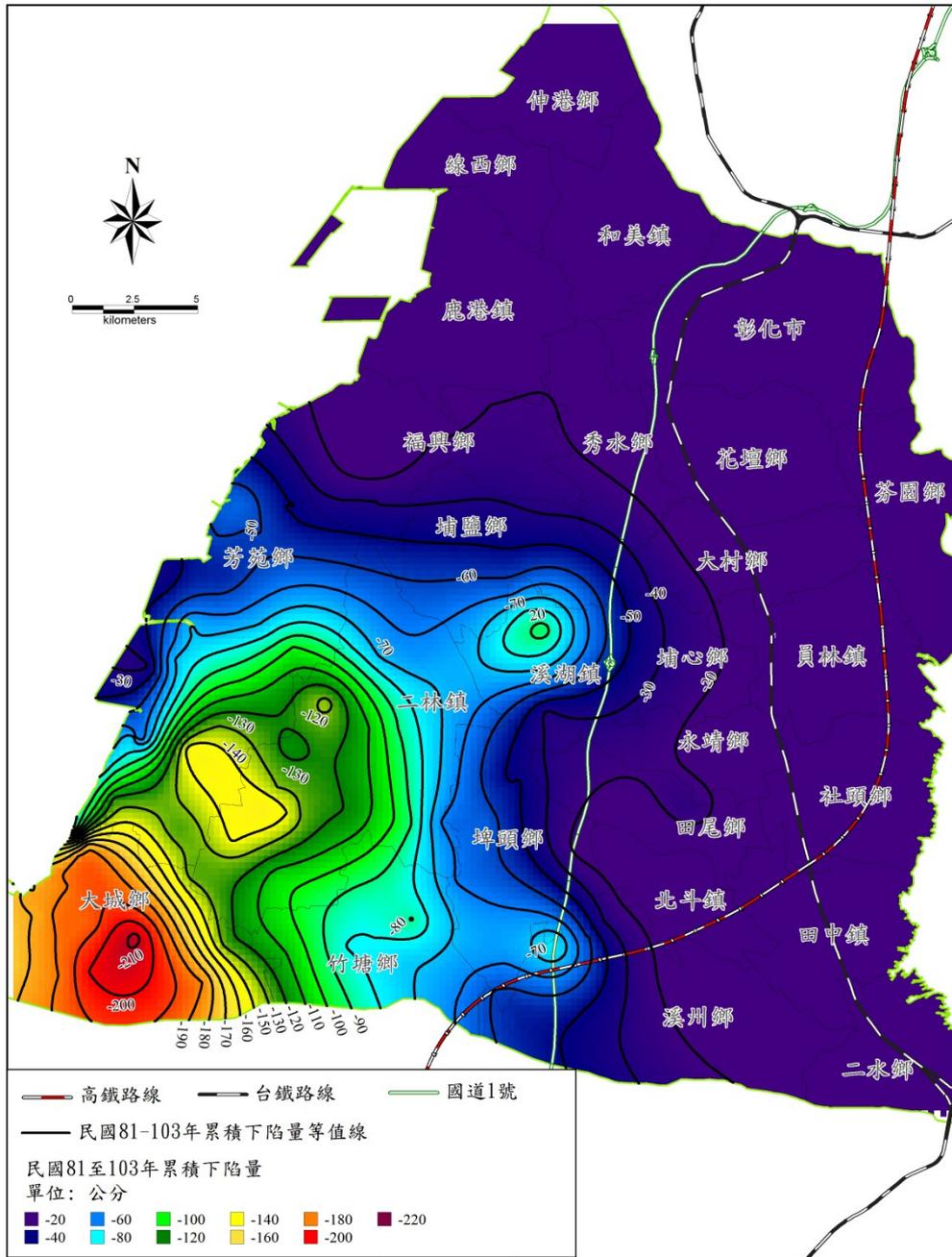


圖7 彰化地區民國81至103年累積下陷量

表 5 彰化地區民國 81 至 103 年下陷面積分析表

觀測期距	81.10~ 82.08	82.08~ 84.08	84.08~ 86.08	86.08~ 87.08	87.08~ 89.06	89.06~ 90.08	90.08~ 92.08	92.08~ 93.08	93.08~ 94.05	94.05~ 95.10	95.10~ 96.07	96.07~ 97.06	97.06~ 98.07	98.07~ 99.06	99.06~ 100.05	100.06~ 101.06	101.06~ 102.06	102.06~ 103.05
最大下陷速率 (公分/年)	17.1	21.7	23.6	19.3	16.4	17.6	10.4	14.2	11.0	8.9	8.4	6.4	5.7	6.4	5.3	6.4	3.8	3.4
最大下陷速率 發生地點	大城鄉	溪湖鎮	溪湖鎮	溪湖鎮	二林鎮	二林鎮	溪州鄉	溪州鄉	溪湖鎮	溪州鄉	溪州鄉	溪州鄉						
速率超過(3公分/ 年)之面積(平方公 里)	59.9	195.9	257.6	392.0	321.6	408.0	357.3	368.1	263.4	278.3	225.6	213.7	78.1	138.9	51.4	80.0	2.1	1.5
3.0~5.0cm	9.16	84.80	96.77	125.42	88.22	114.21	90.49	124.17	76.40	120.16	98.46	185.23	76.67	131.79	49.76	75.4	2.1	1.5
5.0~7.5cm	9.05	44.42	49.75	118.14	75.46	83.99	103.44	99.43	108.44	143.00	126.47	28.41	1.46	7.06	1.66	4.6		
7.5~10.0cm	13.05	15.73	24.58	49.82	89.61	56.27	156.86	121.99	78.49	15.17	0.67							
10.0~12.5cm	13.04	6.32	28.81	44.16	31.39	70.88	6.54	22.15	0.09									
12.5~15.0cm	12.91	11.67	17.40	28.96	27.09	38.29		0.38										
15.0~17.5cm	2.66	17.62	16.28	16.51	9.82	44.31												
17.5~20.0cm		13.00	12.69	9.01														
20.0~22.5cm		2.30	10.18															
22.5~25.0cm			1.12															