

111 年臺灣一等水準網水準測量成果說明

壹、前言

完善的高程控制點系統，可促進國家各項建設之發展外，亦可有效提升國家整體競爭力。近年來政府積極推展重大經建工程，舉凡地層下陷之監測、地下水位之監控、河川整治、隧道開挖、捷運系統、高速鐵路、防洪系統、橋樑、水庫之興建與維護等交通、經濟工程建設，均有賴於精確之高程控制點系統，致高程資料之需求日益殷切。

內政部於民國 64 年辦理臺灣地區 904 個一等水準點之檢測工作，其高程系統係以基隆平均海水面為起算依據之正高系統，並以基隆港區內 BM7 水準點作為起算點，據以引測至各一等水準點，嗣因各項經建活動及人為破壞等因素，導致水準點樁位遺失、損毀情形嚴重。為重建高精度之高程控制點系統，內政部於民國 88 年度至 91 年度執行「國家基本測量控制點建立及應用計畫」，分 4 年在臺灣本島施測 2,065 個一等水準點，建立一等等一級、一等等二級水準網，並於一等水準點上加測衛星定位測量及重力測量，相關成果分別於 91 年 5 月 8 日及 92 年 11 月 11 日公告，為目前我國高程控制點系統的主要基礎。

因臺灣位處地殼板塊活動頻繁地區，常導致地表隨時間及地震之影響而位移顯著，造成控制點間相對精度降低；另部分水準點因天然災害或各項工程施工造成點位遺失或損毀，必須長期投入人力與經費，適時重新測定公告，以維持高程控制系統之完整，並確保其精度。準此，內政部於民國 92 年起分別執行「國家基本測量發展計畫」、「基本測量及圖資測製實施計畫」及「基本測量及圖資測製後續計畫」，並於民國 98 年 3 月 10 日及 105 年 4 月 12 日公告一等水準點第 1 次及第 2 次檢測成果提供各界使用。

本次內政部賡續執行「邁向 3D 智慧國土—國家底圖空間資料基礎建設計畫」，由國土測繪中心於民國 108 年 1 月至 111 年 5 月辦理一等水準點補強、補建及臺灣本島一等水準網檢測工作，計補強、補建一等水

準點 174 點，完成 2,530 點之水準點測量工作。

貳、高程基準網簡介

內政部於民國 86 年 12 月至 89 年 2 月，委託中央研究院地球科學研究所將 1957 年至 1991 年之間基隆潮位站監測之潮汐資料重新化算，在 1990 年 1 月 1 日標準大氣環境（1000mbar，20°C，無風，無雨）情況下，經化算代表 1990 年代之基隆平均海水面高度為 97.323 公分（以基隆港築港標高零點起算）。另為加強高程基準之穩定性及與舊有資料之聯繫，在基隆港區附近建立包含水準原點主、副點及 18 個水準點的高程基準網，每半年檢測 1 次，使潮位站所取得之海水面資料，不會因為潮位站本身或其中 1、2 個水準點的不穩定，而提供錯誤的資訊。

配合水準原點的遷移（K999→K997），高程基準網水準點位增加至 34 點，110 年清查後計有 4 點遺失或損毀無法觀測，目前為 30 點（高程基準網測線如圖 1），並由國土測繪中心持續每半年辦理檢測作業。

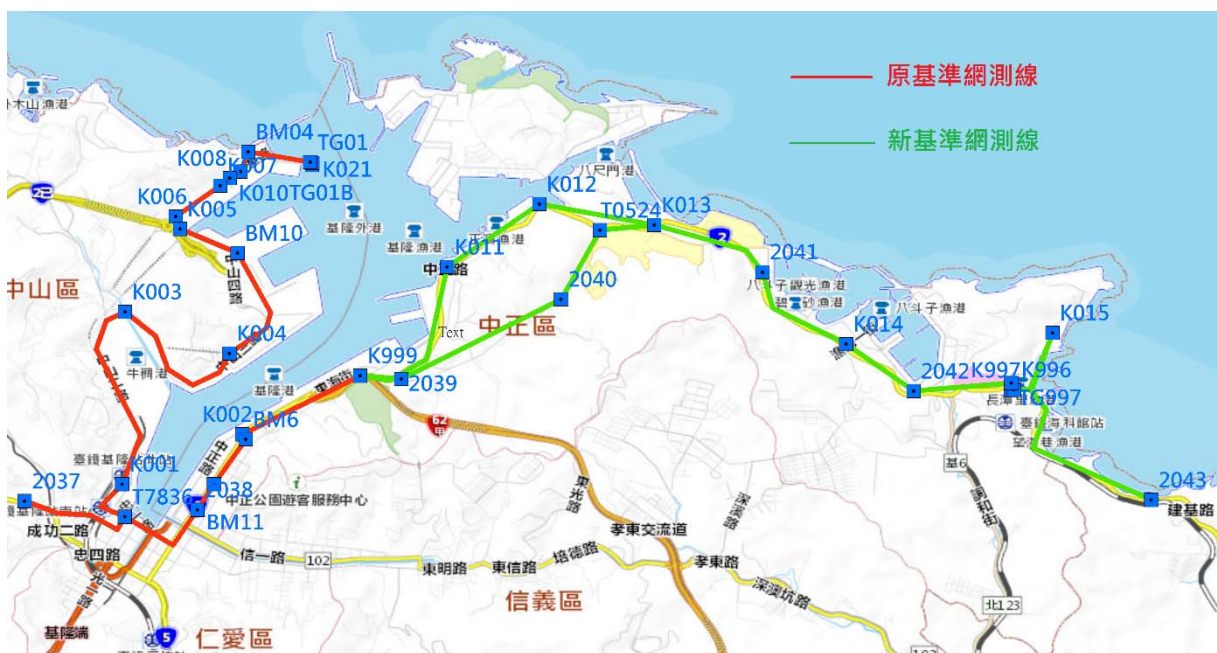


圖 1 高程基準網檢測路線

參、臺灣高程系統及高程基準

臺灣的高程系統採用正高系統。內政部於重建高程控制系統時，曾連測基隆、臺中、高雄、蟬廣嘴、富岡、蘇澳等主要潮位站之平均海水面，惟由連測結果得知，由於臺灣地區四周之海平面，受黑潮與狹長海峽的特殊地形影響，有顯著的海面地形變化，經審慎研議後，臺灣高程基準仍採用以基隆單一潮位站之平均海水面來訂定國家高程基準。

臺灣高程基準係定義在 1990 年 1 月 1 日標準大氣環境情況下，並採用基隆潮位站 1957 年至 1991 年之潮汐資料化算而得，並命名為 2001 臺灣高程基準 (TaiWan Vertical Datum 2001，簡稱 TWVD 2001)，本次一等水準網檢測工作係依據 2001 臺灣高程基準辦理。

肆、臺灣水準原點簡介

內政部於民國 90 年新設臺灣水準原點，作為高程控制系統之基準，並據以辦理一等水準測量工作，作為所有水準點之起點，採雙水準原點設計，一為主點 (點號：K999)，屬地下點位，一為副點 (點號：K998)，屬地面點位，均位於基隆市海門公園內。水準原點之高程採用正高系統，以基隆平均海水面為依據，並據以訂定 2001 臺灣高程基準 (TWVD2001)。

另為配合基隆港東岸聯外道路工程興建，於 103 年將臺灣水準原點遷移至國立海洋科技博物館對面的公園綠地，仍採雙水準原點設計，一為主點 (點號：K997)，屬地下點位，一為副點 (點號：K996)，屬地面點位，原水準原點主點 K999 樁位原地保留，原水準原點副點 K998 則已配合拆遷。本次依 105 年 4 月 12 日公告之 K997 高程值 4.80638 公尺作為本次臺灣本島一等水準網起算之依據。

伍、一等水準網之水準測量

本次作業辦理的水準路線為「一等水準測量作業規範」所列臺灣本島一等水準網測線，但不包含西南沿海（彰化、雲林及嘉義地區）地層下陷區，全網總計路線全長約 4,200 公里。

為有效節省人力及經費，採用跨機關合作方式，部分測線採用經濟部中央地質調查所提供 109 及 110 年度地殼變動監測之精密水準測量觀測資料（177 個測段）、國土測繪中心派員施測（203 個測段）及委外施測（2,211 個測段），施測方式係依據內政部「一等水準測量作業規範」（103 年 7 月 9 日台內地字第 1030207860 號函修正版本）相關規定辦理，並以測段距離（單位為 *km*）倒數為權值，進行水準網平差計算，平差計算成果符合內政部「一等水準測量作業規範」相關精度規範。

本次作業經點位清查確認遺失或毀損之一等水準點，完成補強、補建後，於經過 3 個月以上沉陷期後，方進行外業測量工作。外業原始觀測資料經過成果檢查、系統誤差改正、環線閉合差分析後，進行水準網之水準測量平差計算工作，計完成檢測 1,965 個一等水準點（其中 57 點採共用中央研究院的精密水準點或經濟部中央地質調查所的地殼變動監測點）；另包含基隆水準原點及副點 3 點，及連測內政部舊有水準點 58 點、潮位站水準點 3 點、中央研究院水準點 71 點、經濟部中央地質調查所水準點 430 點（合計 565 點），並以測段距離倒數為權值方式，進行最小約制網平差（固定點 K997）納入全網計算（點位總數 2,530 點），施測與計算點位統計如表 1，平差結果之相關統計資料如下：

- 一、先驗權單位中誤差：1.0。
- 二、權矩陣 P：以測段距離倒數為權值。
- 三、總觀測數目：2,591 個。
- 四、點位總數：2,530 點。
- 五、已知高程水準點個數：1 個（K997）。

六、多餘觀測數：62。

七、後驗權單位中誤差：1.224。

八、卡方(chi-square)測試值：74.66(下限值：50.46；上限值：97.34)

九、平差後觀測量改正數最大值：1.53mm。

十、平差後點位標準偏差最大值：±11.78mm (Q018)。

表 1 施測與計算點位統計表

點位來源	委外施測點數	NLSC 施測點數	CGS 施測點數	小計
一等水準點	1,760	148	57	1,965
內政部舊有水準點	56	2	0	58
中央研究院精密水準點	67	2	2	71
中央地質調查所地殼變動基準點	286	33	111	430
水準原點、副點	3	0	0	3
潮位站水準點	3	0	0	3
合計	2,175	185	170	2,530

註：NLSC 表國土測繪中心，CGS 表中央地質調查所。

另臺灣西部沿海地區受到地殼變動或人為因素造成沉陷情形嚴重，若僅採 5 年更新一次該區域一等水準點高程成果，期間內各點位實際沉陷量將遠超過檢測精度，公告成果在短時間內受到沉陷影響，無法符合測繪業務所需之精度要求。經評估後將彰化縣、雲林縣及嘉義縣等縣市沿海地區劃分為地層下陷區水準網(地層下陷區如圖 2)，區域內點位由國土測繪中心以每年下陷區水準點高程測量觀測資料，搭配水利署提供之地層下陷監測觀測資料及中央地質調查所提供之地殼變動監測計畫精密水準測量觀測資料，進行環線閉合差檢核，確認資料符合「二等水準測量作業規範」精度後，重新計算地層下陷區水準網成果供各界參考應用。

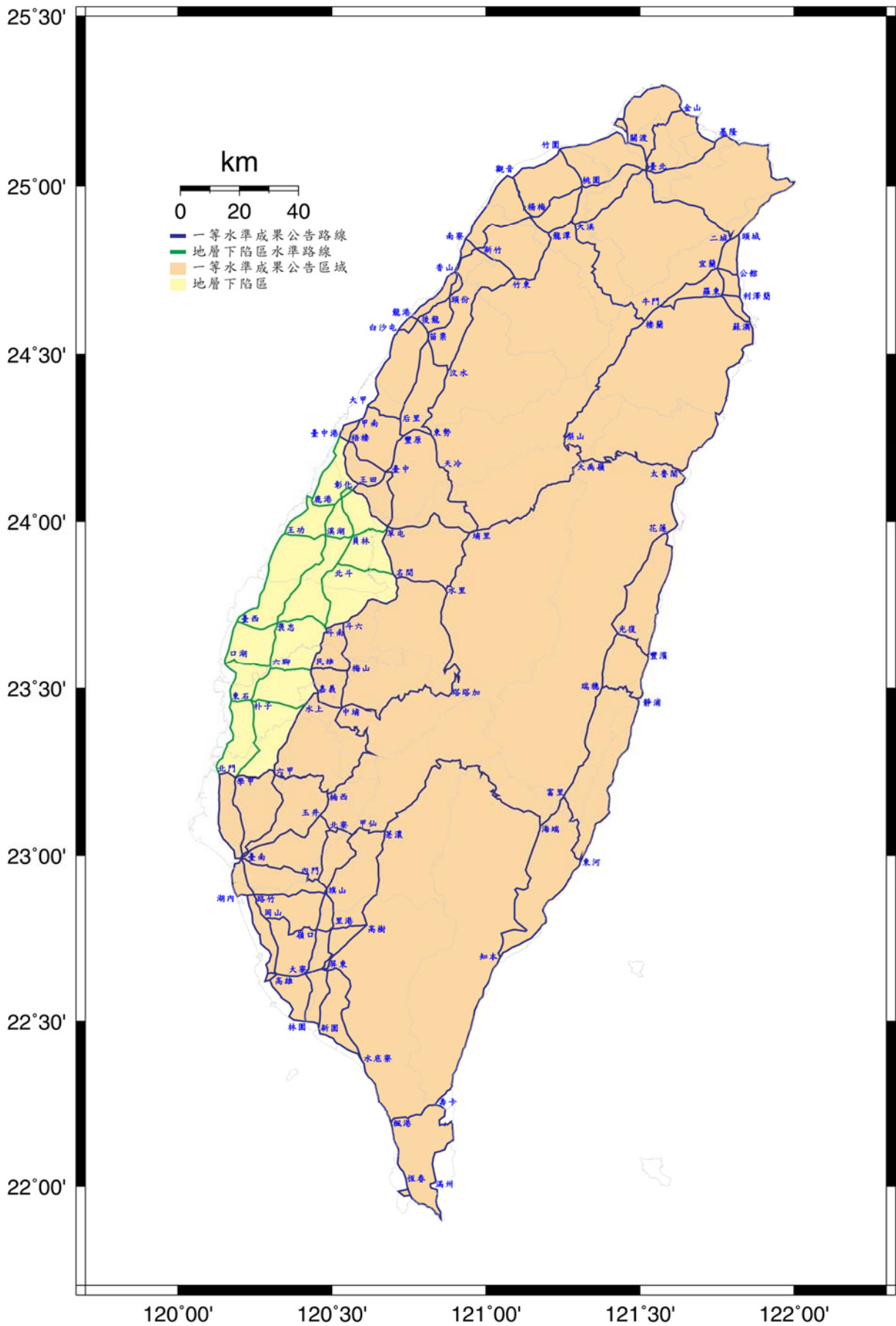


圖 2 本次檢測水準施測路線及地層下陷區水準網範圍圖

陸、新設及補建一等水準點

本次作業期間針對發生遺失、損毀點位，進行補強、補建工作，共計 174 點，並依照內政部「一等水準測量作業規範」等待 3 個月沉陷期後再行施測。補強、補建點位清冊如表 2、分布圖如圖 3。

表 2 補強、補建點位清冊

序號	點名	點號	標石種類	測設機關	所在地	備註
1	永豐高中	1017A	鋼標	內政部	桃園市八德區	補建
2	復旦國小	1021A	鋼標	內政部	桃園市平區區	補建
3	通灣	1069A	鋼標	內政部	苗栗縣通霄鎮	補建
4	經國加油站	1079A	鋼標	內政部	臺中市大甲區	補建
5	永靖國小	1104A	鋼標	內政部	彰化縣永靖鄉	補建
6	崇先中學	1122A	鋼標	內政部	雲林縣大埤鄉	補建
7	急水溪橋	1144A	鋼標	內政部	臺南市柳營區	補建
8	新中加油站	1151	鋼標	內政部	臺南市官田區	補強
9	台糖加油站	1180	鋼標	內政部	高雄市仁武區	補強
10	高屏大橋	1188A	鋼標	內政部	屏東縣屏東市	補建
11	高雄企銀	1190A	鋼標	內政部	屏東縣屏東市	補建
12	樣子橋	1203A	鋼標	內政部	屏東縣潮州鎮	補建
13	正豪加油站	1224	鋼標	內政部	臺中市南區	補強
14	大度路	2006A	鋼標	內政部	臺北市北投區	補建
15	金龍橋	2009A	鋼標	內政部	新北市淡水區	補建
16	白沙灣	2018A	鋼標	內政部	新北市石門區	補建
17	泊船頭	2038	鋼標	內政部	基隆市仁愛區	補強
18	公車處	2039A	鋼標	內政部	基隆市中正區	補建
19	大溪	2070A	鋼標	內政部	宜蘭縣頭城鎮	補建
20	噶瑪蘭橋	2084A	鋼標	內政部	宜蘭縣壯圍鄉	補建
21	松濤橋	2114A	鋼標	內政部	新北市淡水區	補建
22	承恩門	3001A	鋼標	內政部	臺北市中正區	補建
23	天下一家	3026	鋼標	內政部	桃園市龍潭區	補強
24	關西橋	3029A	鋼標	內政部	新竹縣關西鎮	補建
25	石城國小	3081A	鋼標	內政部	臺中市東勢區	補建
26	溝壩國小	3133A	鋼標	內政部	雲林縣斗六市	補建
27	中崙溫泉	3156A	鋼標	內政部	嘉義縣中埔鄉	補建
28	石仔湖	3157A	鋼標	內政部	嘉義縣中埔鄉	補建
29	牛稠坪	3170A	鋼標	內政部	嘉義縣大埔鄉	補建
30	過山	3180A	鋼標	內政部	嘉義縣大埔鄉	補建
31	大豐	4003A	鋼標	內政部	桃園市蘆竹區	補建
32	上田國小	4020A	鋼標	經濟部中央地質調查所	桃園市楊梅區	補建
33	南港	5005A	鋼標	內政部	臺北市南港區	補建
34	南陽大橋	5007A	鋼標	內政部	新北市汐止區	補建
35	公館國中	6008A	鋼標	內政部	苗栗縣公館鄉	補建
36	戴熙國小	6015A	鋼標	內政部	新竹市北區	補建
37	百吉三號橋	7005A	鋼標	內政部	桃園市大溪區	補建
38	榮華隧道	7016	鋼標	內政部	桃園市復興區	補強

39	上高義	7019A	鋼標	內政部	桃園市復興區	補建
40	高義	7020	鋼標	內政部	桃園市復興區	補強
41	巴陵	7025B	鋼標	內政部	桃園市復興區	補建
42	大石	7032A	鋼標	內政部	宜蘭縣大同鄉	補建
43	南明池	7033A	鋼標	內政部	宜蘭縣大同鄉	補建
44	北明池	7035A	鋼標	內政部	宜蘭縣大同鄉	補建
45	四道班北	7038A	鋼標	內政部	宜蘭縣大同鄉	補建
46	棲蘭工作區	7043A	鋼標	內政部	宜蘭縣大同鄉	補建
47	英士	7046A	鋼標	內政部	宜蘭縣大同鄉	補建
48	大同	7054A	鋼標	內政部	宜蘭縣員山鄉	補建
49	北南山	7079A	鋼標	內政部	宜蘭縣大同鄉	補建
50	下南山	7080A	鋼標	內政部	宜蘭縣大同鄉	補建
51	突陵	7083A	鋼標	內政部	宜蘭縣大同鄉	補建
52	中興	7102A	鋼標	內政部	臺中市和平區	補建
53	松柏村西	8041A	鋼標	內政部	臺中市和平區	補建
54	碧綠溪南	8047A	鋼標	內政部	南投縣仁愛鄉	補建
55	十六分	9009	鋼標	內政部	新北市新店區	補強
56	石槽	9022	鋼標	內政部	新北市坪林區	補強
57	冬山	9046A	鋼標	內政部	宜蘭縣冬山鄉	補建
58	五公里	9052A	鋼標	內政部	宜蘭縣蘇澳鎮	補建
59	南澳橋	9064A	鋼標	內政部	宜蘭縣蘇澳鎮	補建
60	南山南	9069A	鋼標	內政部	宜蘭縣南澳鄉	補建
61	鼓音	9072	鋼標	內政部	宜蘭縣南澳鄉	補強
62	漢本	9074A	鋼標	內政部	宜蘭縣南澳鄉	補建
63	和中	9079A	鋼標	內政部	花蓮縣秀林鄉	補建
64	和平隧道	9082A	鋼標	內政部	花蓮縣秀林鄉	補建
65	清水橋	9085A	鋼標	內政部	花蓮縣秀林鄉	補建
66	露岩	9086A	鋼標	內政部	花蓮縣秀林鄉	補建
67	秀林	9095A	鋼標	內政部	花蓮縣新城鄉	補建
68	海星中學	9102A	鋼標	內政部	花蓮縣新城鄉	補建
69	阿他階	9127A	鋼標	內政部	花蓮縣光復鄉	補建
70	大興	9128A	鋼標	內政部	花蓮縣光復鄉	補建
71	大富橋	9129A	鋼標	內政部	花蓮縣光復鄉	補建
72	興泉橋	9130A	鋼標	內政部	花蓮縣光復鄉	補建
73	富源車站	9131A	鋼標	內政部	花蓮縣瑞穗鄉	補建
74	富民橋	9132A	鋼標	內政部	花蓮縣瑞穗鄉	補建
75	馬遠分校	9133A	鋼標	內政部	花蓮縣萬榮鄉	補建
76	太平溪橋	9143A	鋼標	內政部	花蓮縣玉里鎮	補建
77	大禹開發	9144A	鋼標	內政部	花蓮縣玉里鎮	補建
78	卓溪	9145A	鋼標	內政部	花蓮縣玉里鎮	補建
79	嘉豐	9178A	鋼標	內政部	臺東縣卑南鄉	補建
80	東成山莊	9181	鋼標	內政部	臺東縣卑南鄉	補強
81	富山	9204B	鋼標	內政部	臺東縣太麻里鄉	補建
82	瀧橋	9207A	鋼標	內政部	臺東縣太麻里鄉	補建
83	大竹	9210A	鋼標	內政部	臺東縣大武鄉	補建
84	加津林	9213B	鋼標	內政部	臺東縣大武鄉	補建
85	大武濱海公園	9216B	鋼標	內政部	臺東縣大武鄉	補建
86	圓山	9218A	鋼標	內政部	臺東縣大武鄉	補建
87	雙流	9230A	鋼標	內政部	屏東縣獅子鄉	補建

88	上丹路	9234A	鋼標	內政部	屏東縣獅子鄉	補建
89	楓港溪邊	9239A	鋼標	內政部	屏東縣枋山鄉	補建
90	新不知	A021A	鋼標	內政部	花蓮縣豐濱鄉	補建
91	石門遊憩區	A031A	鋼標	內政部	花蓮縣豐濱鄉	補建
92	堺橋	A053A	鋼標	內政部	花蓮縣長濱鄉	補建
93	知名橋	A066	鋼標	內政部	臺東縣成功鎮	補強
94	海堤	A087A	鋼標	內政部	臺東縣臺東市	補建
95	豐濱	A105A	鋼標	內政部	花蓮縣豐濱鄉	補建
96	平頂轉播站	B015A	鋼標	內政部	苗栗縣苗栗市	補建
97	埔里榮民醫院	C027A	鋼標	內政部	南投縣埔里鎮	補建
98	台大農場	C049A	鋼標	內政部	南投縣仁愛鄉	補建
99	昆陽	C059A	鋼標	內政部	南投縣仁愛鄉	補建
100	雪地救護站	C060A	鋼標	內政部	南投縣仁愛鄉	補建
101	溪頭橋	C088A	鋼標	內政部	彰化縣芬園鄉	補建
102	鳳鼻隧道	D033A	鋼標	內政部	新竹縣新豐鄉	補建
103	震天宮	F044A	鋼標	經濟部中央地質調查所	嘉義縣民雄鄉	補建
104	臨港二號橋	G007A	鋼標	內政部	臺中市龍井區	補建
105	台南科技工業區	G083A	鋼標	內政部	臺南市安南區	補建
106	永安加油站	G098A	鋼標	內政部	高雄市永安區	補建
107	過碑橋	G103	鋼標	內政部	高雄市橋頭區	補強
108	中鋼鋁業	G117	鋼標	內政部	高雄市小港區	補強
109	林邊大橋	G128A	鋼標	內政部	屏東縣佳冬鄉	補建
110	鞍腳	H018A	鋼標	內政部	嘉義縣番路鄉	補建
111	扒沙娜	H035A	鋼標	內政部	嘉義縣阿里山鄉	補建
112	玉山線	H038A	鋼標	內政部	嘉義縣阿里山鄉	補建
113	自忠	H046A	鋼標	內政部	南投縣信義鄉	補建
114	舊營	I053A	鋼標	內政部	臺南市鹽水區	補建
115	中洲寮	I055A	鋼標	內政部	臺南市鹽水區	補建
116	竹高崙	I095A	鋼標	內政部	臺南市六甲區	補建
117	文化國小	I103A	鋼標	經濟部中央地質調查所	臺南市歸仁區	補建
118	台南高農	J003A	鋼標	內政部	臺南市永康區	補建
119	那拔國小	J009A	鋼標	內政部	臺南市新化區	補建
120	鹽桑坑	J029A	鋼標	內政部	高雄市甲仙區	補建
121	上直瀨	J032A	鋼標	內政部	高雄市六龜區	補建
122	塔拉拉魯芙	J040A	鋼標	內政部	高雄市桃源區	補建
123	桃源鄉運動場	J043A	鋼標	內政部	高雄市桃源區	補建
124	東莊橋	J044	鋼標	內政部	高雄市桃源區	補強
125	勤和	J045B	鋼標	內政部	高雄市桃源區	補建
126	明德橋	J046A	鋼標	內政部	高雄市桃源區	補建
127	112K	J052A	鋼標	內政部	高雄市桃源區	補建
128	120K	J056A	鋼標	內政部	高雄市桃源區	補建
129	122K	J057A	鋼標	內政部	高雄市桃源區	補建
130	124K	J058A	鋼標	內政部	高雄市桃源區	補建
131	常青橋	J059A	鋼標	內政部	高雄市桃源區	補建
132	134K	J063A	鋼標	內政部	高雄市桃源區	補建
133	136K	J064A	鋼標	內政部	高雄市桃源區	補建
134	東池	J065A	鋼標	內政部	高雄市桃源區	補強
135	140K	J066	鋼標	內政部	高雄市桃源區	補強
136	152K	J072A	鋼標	內政部	臺東縣海端鄉	補建

137	166K	J079A	鋼標	內政部	臺東縣海端鄉	補建
138	利稻橋	J087B	鋼標	內政部	臺東縣海端鄉	補建
139	下馬	J091A	鋼標	內政部	臺東縣海端鄉	補建
140	黑木桿 85	J096A	鋼標	內政部	臺東縣海端鄉	補建
141	高雄驗潮站	K700A	鋼標	內政部	高雄市鹽埕區	補建
142	香蕉園	L008A	鋼標	內政部	臺中市新社區	補建
143	桃米坑	L026	鋼標	內政部	南投縣埔里鎮	補強
144	愛玉橋	L057A	鋼標	內政部	南投縣信義鄉	補建
145	觀山南	L068A	鋼標	內政部	南投縣信義鄉	補建
146	夫妻樹北	L073A	鋼標	內政部	南投縣信義鄉	補建
147	瑞承園藝	L081A	鋼標	內政部	高雄市杉林區	補建
148	嶺口	L097A	鋼標	內政部	高雄市大樹區	補建
149	信銘工業	L108	鋼標	內政部	高雄市大寮區	補強
150	6.4K	P026A	鋼標	中央研究院	花蓮縣瑞穗鄉	補建
151	藍子	Q003A	鋼標	內政部	屏東縣車城鄉	補建
152	泰安橋	Q029A	鋼標	內政部	屏東縣滿州鄉	補建
153	漁港	Q035A	鋼標	內政部	屏東縣滿州鄉	補建
154	東源池	Q045A	鋼標	內政部	屏東縣牡丹鄉	補建
155	出火	Q053A	鋼標	內政部	屏東縣恆春鎮	補建
156	荖濃南	R001A	鋼標	內政部	高雄市六龜區	補建
157	第五號橋	R007B	鋼標	內政部	高雄市六龜區	補建
158	三合橋	R008A	鋼標	內政部	高雄市六龜區	補建
159	三友橋	R009A	鋼標	內政部	高雄市六龜區	補建
160	五和橋	R010A	鋼標	內政部	高雄市六龜區	補建
161	六津橋	R011A	鋼標	內政部	高雄市六龜區	補建
162	大津北	R012	鋼標	內政部	高雄市六龜區	補強
163	高樹國中	R018A	鋼標	內政部	屏東縣高樹鄉	補建
164	鹽埔鄉公所	R023A	鋼標	內政部	屏東縣鹽埔鄉	補建
165	海豐橋	R027A	鋼標	內政部	屏東縣屏東市	補建
166	屏東公園	R030A	鋼標	內政部	屏東縣屏東市	補建
167	大莊路 10 號	R044A	鋼標	經濟部中央地質調查所	高雄市岡山區	補建
168	荖濃節點	X008A	鋼標	內政部	高雄市六龜區	補建
169	白沙屯節點	X014A	鋼標	內政部	苗栗縣通霄鎮	補建
170	關渡節點	X016A	鋼標	內政部	新北市淡水區	補建
171	苗栗節點	X032A	鋼標	內政部	苗栗縣苗栗市	補建
172	東勢節點	X102A	鋼標	內政部	臺中市東勢區	補建
173	台南節點	X210A	鋼標	內政部	臺南市中西區	補建
174	壽卡節點	X304A	鋼標	內政部	屏東縣獅子鄉	補建

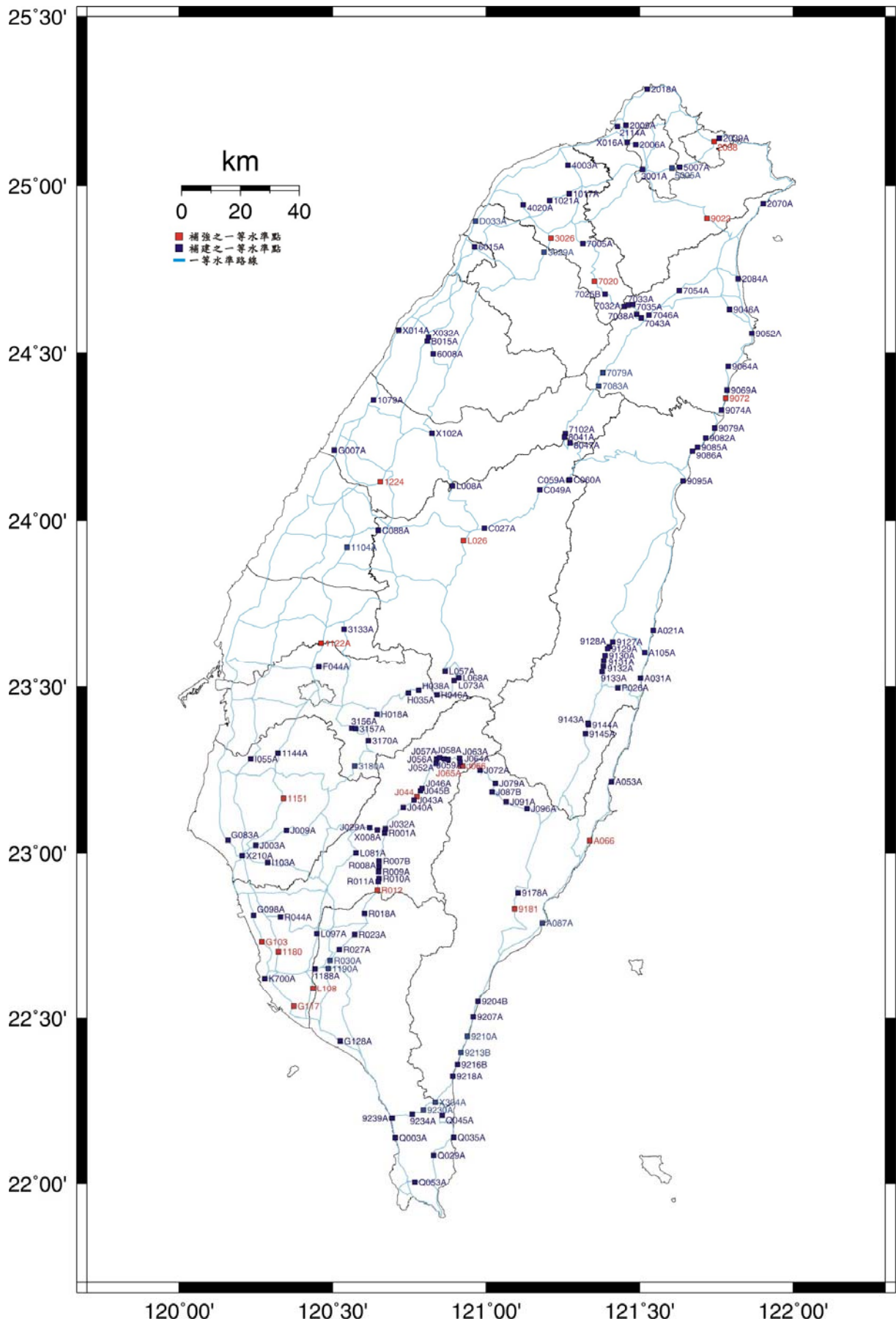


圖 3 補強、補建點位分布圖