

提升臺北市降雨容受力對策淺談

李 岳 洋

中興工程顧問股份有限公司 計畫主任 水利技師

摘 要

本文依據執行臺北市「全市降雨容受力提升檢討工作」之經驗，淺談都市地區提升降雨容受力可能面臨之困難及限制，並以建國集水分區為案例，提出大型地下貯留管方案效益之分析評估，最後針對降雨容受力提升相關法規制度面可能面臨的問題，提出初步構思與建議。

一、緣起

臺北市區開發已近飽和，原有之排水防洪設施雖陸續有擴(增)建或改善，但近年來氣候變遷使極端降雨情境加劇，在既有設施不易大幅擴充情況下，必須尋求工程、系統操作及法規面等多元策略，以提升臺北市降雨容受力與防洪韌性，達成民國 120 年前降雨容受力提升至一小時降雨量 88.8 mm 之目標，以及研析降雨量 100 mm/h 造成之影響。臺北市政府爰辦理「全市降雨容受力提升檢討工作」以達前述目標，全計畫依集水分區地域特性及水文特性，分為 A、B 及 C 三標案，相關工作內容架構如圖-1 所示，各標案項目間彼此協調合作。



圖-1 全計畫之三標案工作項目及三標案合作關係

二、臺北市現行降雨容受力與建設情形

臺北市開發密度高，都會地區依靠地表降雨逕流收集系統(如側溝)將雨水集中後輸送至雨水下水道系統，並往下游排放至河川排水出口，當外水高漲時主要透過下游之抽水站將水抽出，達到防洪排水之效。

目前臺北市一共設置了 67 座永久雨水抽水站，且為了改善未開發地區如關渡、社子島等地的積水問題，另設置 21 座臨時雨水抽水站，總計共 88 座雨水抽水站，423 臺抽水機組，總抽水量達每秒 2,226 立方公尺，相當於每秒可以抽光一個標準游泳池的水量。(臺北市政府水利處網頁資訊)

根據臺北市雨水下水道設施規劃設計規範，臺北市雨水下水道系統採 5 年重現期短延時暴雨進行規劃，雨水下水道管渠容量則以其計畫逕流量酌增 10%至 20%之餘裕量設計(實務上常採 20%)。

以臺北市政府目前治水中長期計畫展望，於民國 120 年以前提升降雨容受力至 88.8mm/h 為主要目標之一。然而工程手段有其極限，加大雨水下水道容量、擴建抽水站等方式或許理論上可行，但實務推動上卻有種種限制與困難，致使治水工程無法達到預期目標，再者人民的感受、社會接受度，以及經濟上的取捨、願意承受多少積淹水風險及損失，在在考驗主事者的智慧。

三、臺北市氣象水文條件變異淺談

依據民國 111 年「臺北市淹水預報系統操作及維護案」成果，分析民國 50 年至 110 年臺北站之歷年年總降雨量、年總降雨延時和年平均降雨強度變化，以了解臺北市於氣候變遷影響下降雨型態變化之趨勢，可知年總降雨量僅微幅成長，而年總降雨延時卻大幅減少，造成年平均降雨強度顯著增加，符合近幾年短延時強降雨事件增加之情形，如圖-2、圖-3、圖-4 所示。



圖-2 民國50至110年總雨量趨勢分析

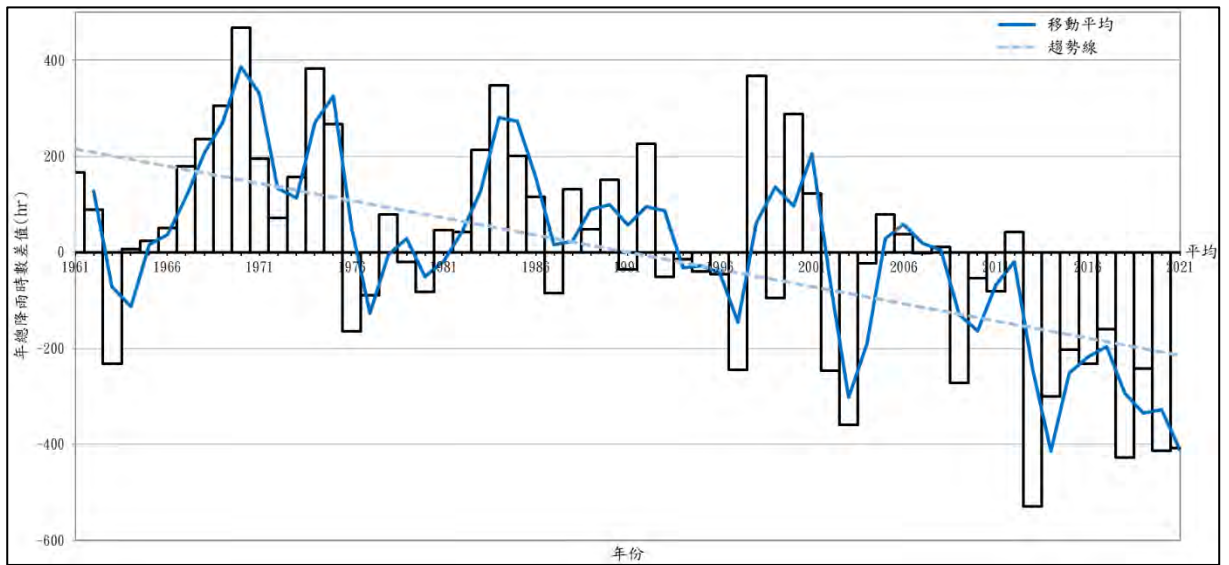


圖-3 民國50至110年總降雨時數趨勢分析

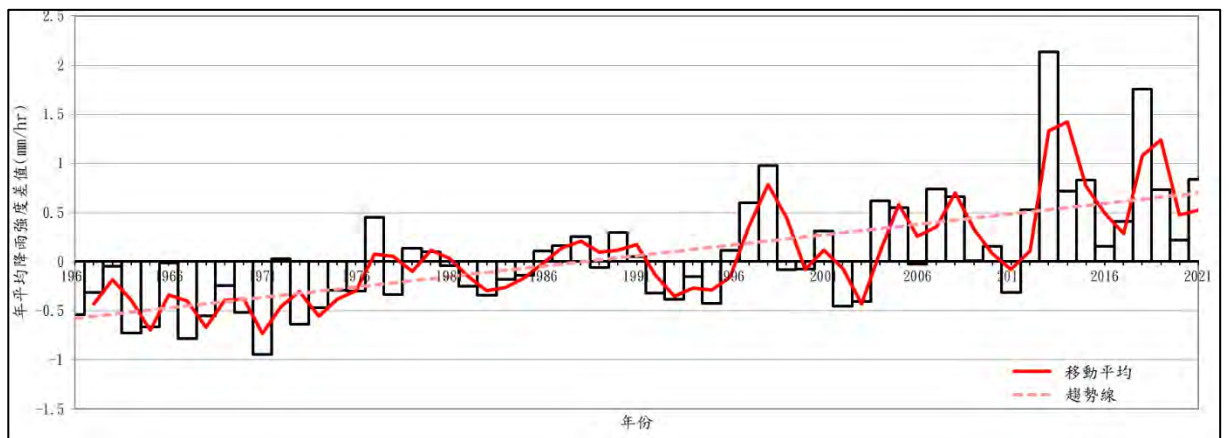


圖-4 民國50至110年平均降雨強度趨勢分析

四、臺北市近 2 年積水災情

近 2 年(110、111 年)臺北市比較著名的降雨事件，莫過於 1100604 暴雨、1110825 暴雨等 2 場事件，因超出設計標準之降雨而發生局部地區積水事件。

(一) 1100604 暴雨

最大時雨量發生於大安福州山站之 137.5 毫米，全市共有 20 站雨量站最大時雨量超過 100 毫米，且分散於 6 個行政區，詳見表-1、圖-5。

表-1 110年0604暴雨事件前十大時雨量資料表

行政區	雨量站	1 小時雨量(mm)	時間
大安區	大安福州山	137.5	2021-06-04 14:00
信義區	挹翠山莊	129.5	2021-06-04 13:50
信義區	信義四獸山	129.0	2021-06-04 14:10
信義區	三興國小	124.5	2021-06-04 14:00
大安區	仁愛國小	123.0	2021-06-04 14:00
南港區	玉成	121.5	2021-06-04 14:10
信義區	信義	118.0	2021-06-04 14:00
信義區	留公國中	117.5	2021-06-04 13:50
信義區	市政中心	117.0	2021-06-04 14:10
南港區	南港九如里	117.0	2021-06-04 14:10

(二) 1110825 暴雨

最大時雨量發生於三興國小站之 115.5 毫米，全市共有 5 站雨量站最大時雨量超過 78 毫米，降雨熱區主要在臺北市中心，包含信義區、大安區和松山區等地區，詳見表-2、圖-6。

表-2 111年0825暴雨事件前十大時雨量資料表

行政區	雨量站	1 小時雨量(mm)	時間
信義區	三興國小	115.5	2022-08-25 16:30
大安區	仁愛國小	103.5	2022-08-25 16:30
信義區	信義	98.5	2022-08-25 16:40
信義區	市政中心	98.0	2022-08-25 16:40
大安區	大安福州山	91.5	2022-08-25 16:40
松山區	松山	78.0	2022-08-25 16:40
信義區	留公國中	77.0	2022-08-25 16:50
內湖區	潭美國小	71.5	2022-08-25 17:00
南港區	玉成	63.0	2022-08-25 17:00
中正區	中正橋	59.0	2022-08-25 16:50

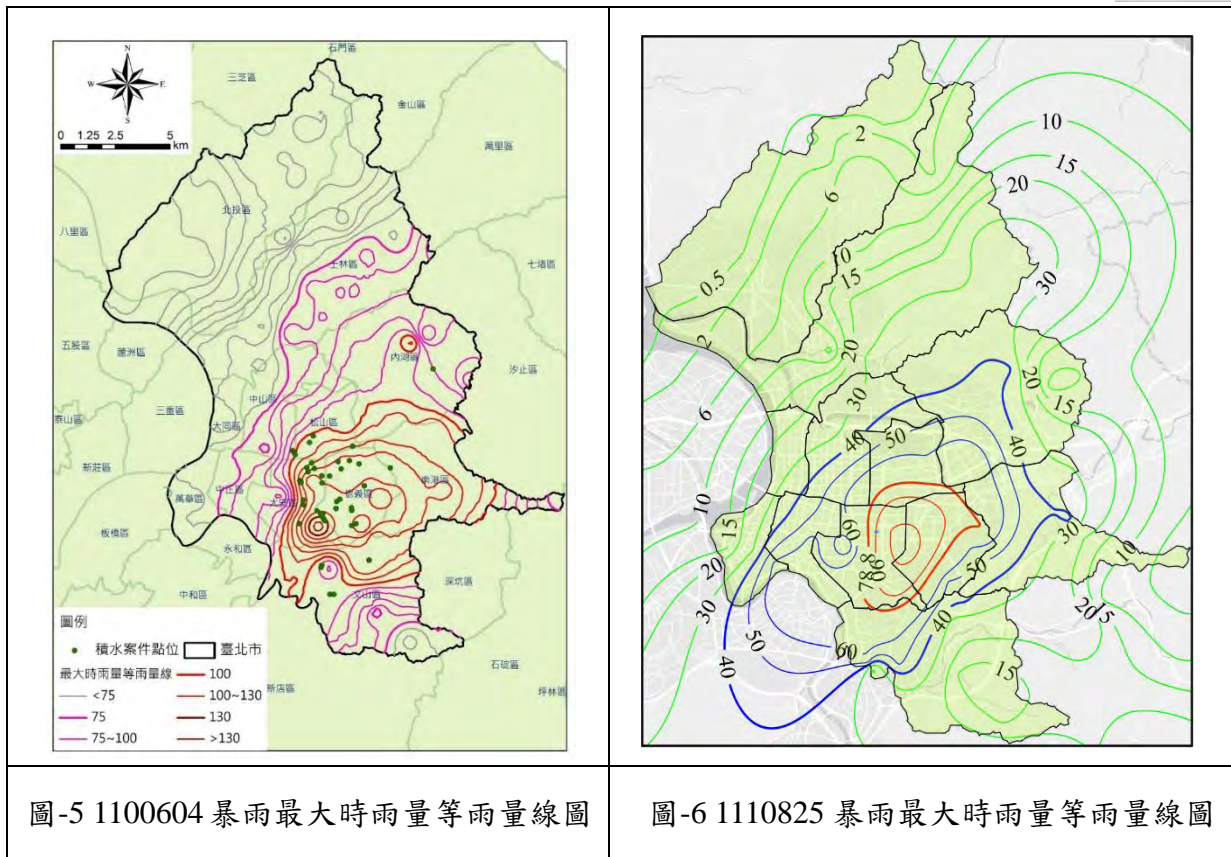


圖-5 1100604 暴雨最大時雨量等雨量線圖

圖-6 1110825 暴雨最大時雨量等雨量線圖

五、工程可行性之限制

都市地區若要進行雨水下水道系統更新、抽水站擴改建、設置滯洪池等工程提升降雨容受力，可能會受到以下幾點條件之限制：

(一) 交通衝擊

諸多雨水下水道主幹埋設於重要道路下方，若進行雨水下水道擴改建工程，勢必辦理交維改道，於交通尖峰時段衝擊巨大，且影響時間可能長達數月，恐引起民怨反彈。

(二) 地下管線衝突

污水、自來水、電力、電信等民生管線，乃至於捷運路線等，密布於道路下方，影響施工介面廣，常須審慎評估及單位間協調。

(三) 用地難覓

臺北市幾已依都市計畫完成開發，抽水站及滯洪池用地亦多已進行利用，若涉及私地徵收費用高昂且耗時長久又不見得能談妥，可供運用之公有地位置又不見得能顯著提升降雨容受力。

(四) 樹木移植議題

依據臺北市樹木保護自治條例、臺北市樹木申請移植及移除作業要點，以及對於工程減碳的要求，常需研擬樹木移植計畫，不得恣意移除或破壞基地內既有樹木。

六、都市地區大型地下貯留管—以辛亥路二段地下貯留管構想為例

考量建國集水分區為住商密集開發區，公共管線密布且道路使用率均非常頻繁，附近公有地腹地較小，亦無設置容量充足之滯洪池空間，傳統雨水下水道改善工程難以進場，故擬以設置地下貯留管方式滯洪，收集周遭地區排流，提升降雨容受力。

(一) 建國集水分區概述

建國集水分區面積約 657.7 公頃，負擔建國北路以東至龍江路，及復興南路以東至光復南路和基隆路間之區域排水，主要有安和路瑠公圳、建國北路等幹線。系統與鄰近之新生抽水站系統、中山抽水站系統相互聯通，雨水下水道長度總計約 49,911m，建國集水分區排水系統現況如圖-7 所示。

建國抽水站分為 2 座，建國舊站為 6 台額定抽水量 14.80 cms 及建國擴建站為 3 台額定抽水量 10.00 cms，總設計抽水量為 118.8cms，設計標準為臺北市 5 年重現期颱風雨強度。



圖-7 建國集水分區排水系統現況圖

(二) 建國集水分區現行降雨容受力

以一維水理模式 EPA-SWMM 分析降雨強度 88.8 mm/h 在下游邊界為純抽排之情境如圖-8，可知此設計情境下建國集水區有諸多人孔冒水點位，降雨容受力顯然未達 88.8 mm/h 之目標。

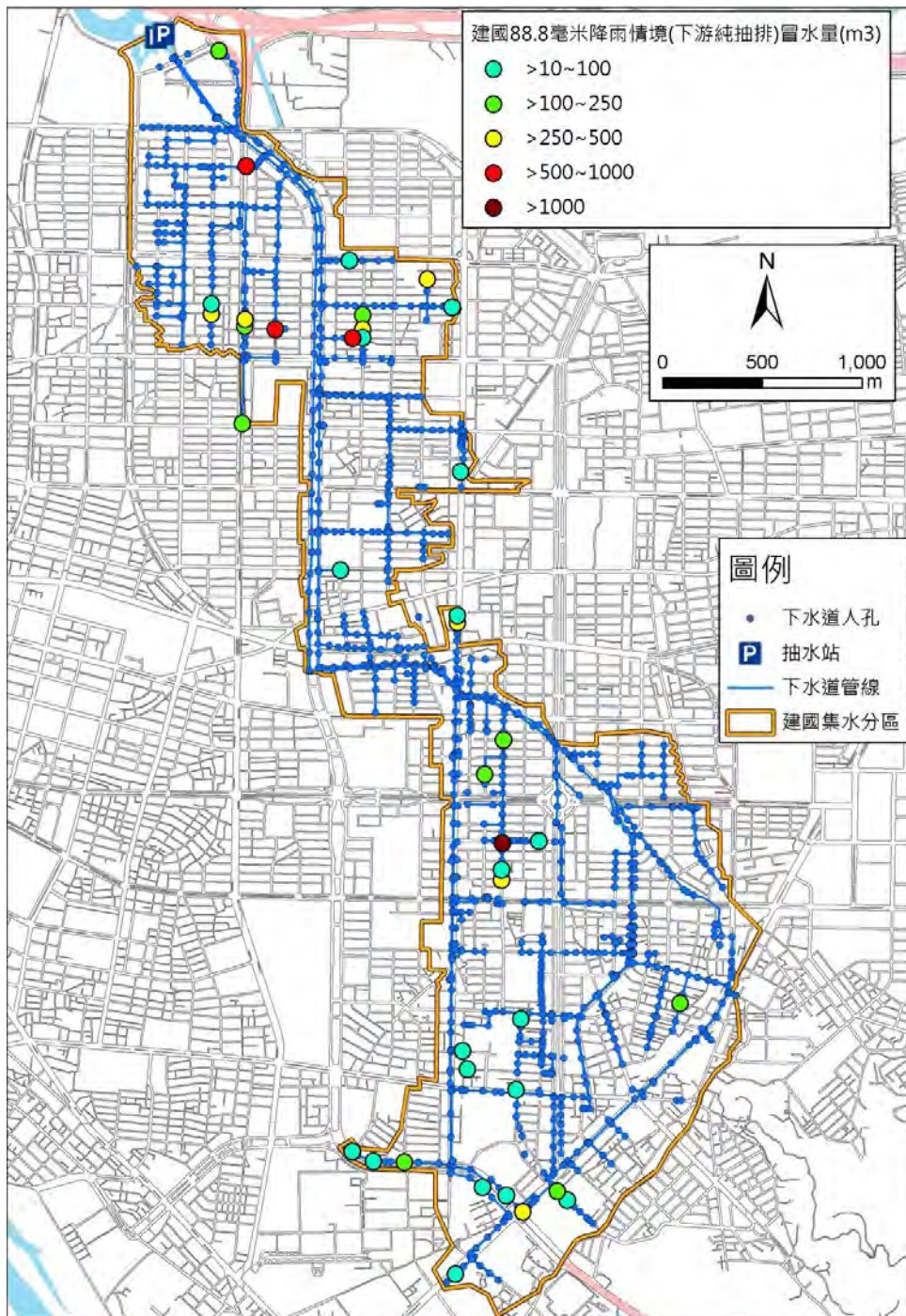


圖-8 建國集水區現況88.8mm/h冒水人孔分布(純抽排)

(三) 建國集水分區上游改善對策分析

建國集水區上游由於復興南路二段幹線滿管、辛亥路二段逆坡及局部低窪，且其下游水位過高使排水不暢等因素，造成辛亥路、基隆路三段、臥龍街及和平東路等於設計條件下發生人孔冒水，如圖-9。貯留管路線及工作井位置如圖-10所示。

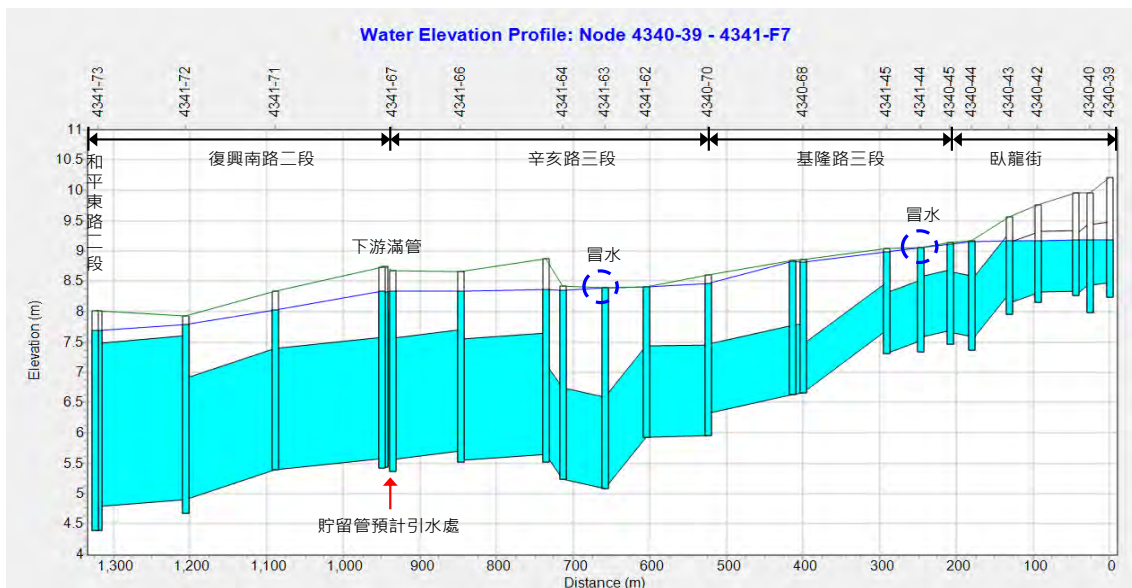


圖-9 現況88mm/h臥龍街至復興南路二段之管線水位縱剖面



圖-10 貯留管路線及工作井位置示意圖

(四) 工作井及路線之選擇建議

工程擬採潛盾工法進行，發進井擇定辛亥路建國南路口、臺灣大學次震宇宙館北側三角狀綠地，可採用矩形井(長 20m、寬 12m)或圓形井($\phi=20\text{m}$)，如圖-11 所示。考量盡可能降低對周邊之影響，發進井建議採用壓入式沉箱工法施工，並選擇矩形型式，應較利於施工。

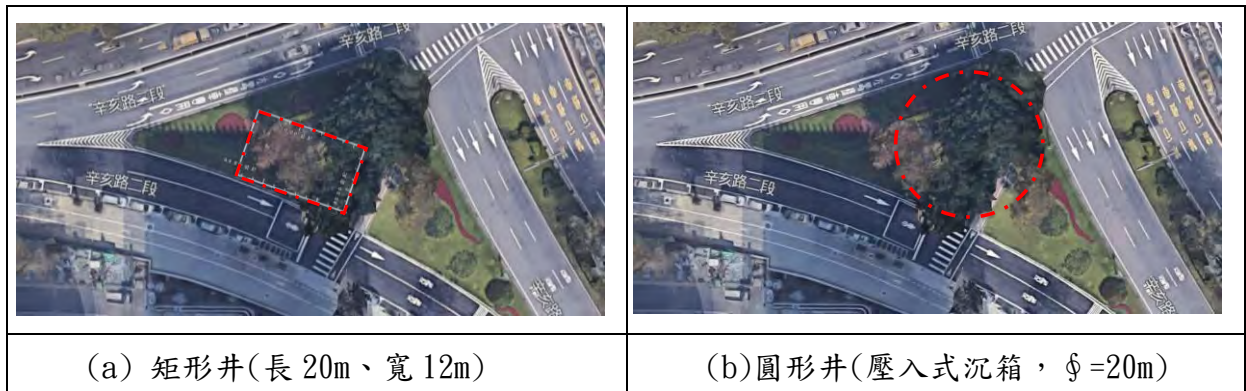


圖-11 出發工作井布置類型

到達井則位於辛亥路復興南路口東側分隔島綠帶，考量避開地下自來水管 $\phi 1,500\text{mm}$ 及電力管線，建議設置於南側應較好施工及引水，到達井位置如圖-12 所示。到達井可兼抽水井及引水豎井(長 15m、寬 12m)，潛盾路線長度約 640m，貯留管設計滯洪體積約 $14,000\text{ m}^3$ 。

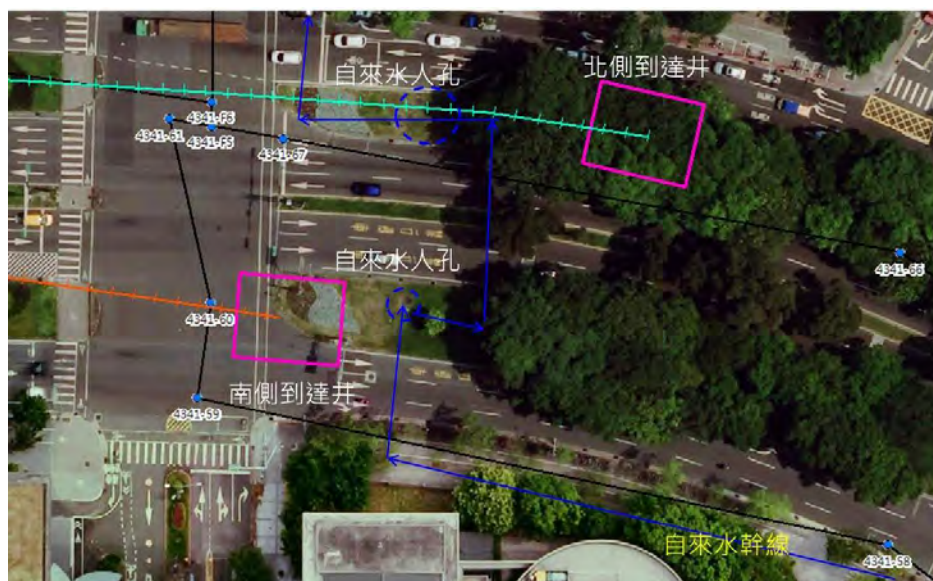


圖-12 到達工作井布置位置

(五) 引水孔口佈置與改善效益

預計在人孔 4341-60 東側設置溢流井引水，溢流井內設置交錯式水流衝擊板消能。以 SWMM 模擬搭配不同溢流孔口尺寸分析貯留管體積利用率、人孔冒水體積及分流量之敏感度分析，溢流孔口採 4-□2.0m×0.8m、孔口底部高程 6.4m，可消除復興南路幹線上游冒水體積 1,087 m³ 及下游冒水體積 887m³，貯留管使用率達 98.93%。復興南路幹線上游之改善前後人孔冒水範圍如圖-13，改善積水面積約 10,000m²。

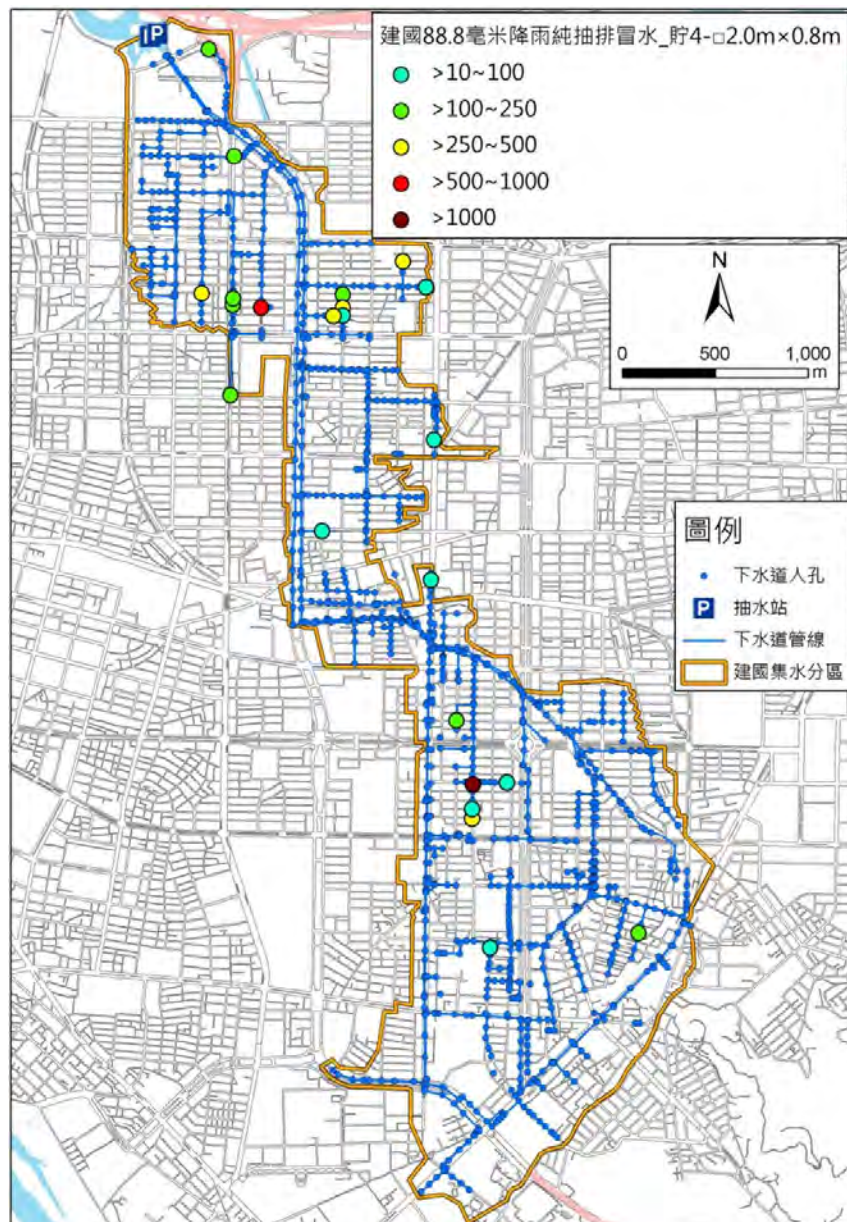


圖-13 建國集水區辛亥貯留管設置後88.8mm/h冒水人孔分布(純抽排)

(六) 工程費用估算

主要工項包含地下貯留管(潛盾施作)、工作井設置、引排水設施施作等，概估工程費約 11 億 4,287 萬，如表-3，工期初步預估約 24 個月。

表-3 辛亥路貯留管概估工程經費

項次	項目及說明	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
壹	發包工程費	式	1	1,140,350,400	1,142,870,400	
一、	直接工程費	式	1	905,040,000	907,040,000	
1	潛盾工法與機具	式	1	456,540,000	456,540,000	
2	工作井					
2-1	發進井(兼地下貯留設施)，12m×20m×15m(寬×長×深)	座	1	250,000,000	250,000,000	壓入式沉箱施工，有效貯蓄深度約 12m
2-2	到達井(兼地下貯留設施、引水豎井、抽水井)，12m×15m×15m(寬×長×深)	座	1	187,500,000	187,500,000	壓入式沉箱施工，有效貯蓄深度約 12m
3	引排水設施					
3-1	抽水機與附屬設施(3台 0.35cms，1台備援)	式	1	9,000,000	9,000,000	
3-2	引水箱涵(4-□2.00m×0.80m)	m	40	50,000	2,000,000	
4	其他					
4-1	雜項及年維運	式	1	2,000,000	2,000,000	
二、	間接工程費	式	1	181,008,000	181,408,000	約直接工程費 20%
三、	營業稅(5%)	式	1	54,302,400	54,422,400	

(七) 辛亥路貯留管工程小結

貯留管施作後，對於建國集水分區上游地區之降雨容受力提升效果明顯，但對於中下游其它人孔冒水點位效果有限，可知建國集水分區若希望全區容受力都提升至 88.8mm/h 之標準，僅靠單一大型工程是不足的，仍需與其它方案配套。

貯留管方案將上游數處冒水區位的改善，集中於同一工程完成，可降低工程影響範圍，且工作井已盡可能選擇分隔島綠帶，對交通及其他民生之衝擊降

低，於寸土寸金及擁有諸多施工限制之都會區，設置地下貯留管以提升降雨容受力不失為一選擇方案。

七、未來展望

以臺北市而言，總降雨延時減少、單一事件降雨強度增加由紀錄資料，已為客觀事實，故提升降雨容受力確有其必要。於高密度都會區進行雨水下水道系統更新工程，需評估工程可行性的諸多限制，於計畫推動時，必須作更廣域思考。較經濟方案對民生衝擊可能較大，對民生衝擊小的方案代價卻可能是非常昂貴，過去常認為不太可能推動的項目，也逐漸反思關注、重新檢視一番，為未來預留更多選擇。

許多研究對於都會區容受力提升的構想，若涉及滯洪貯留方案，所選滯洪設施設置地點多為學校、公園等公有地，其構想似乎頗為合理且合適，但實務推動時只要涉及人文議題，都不會如預期中單純。學校單位會考量學生福祉、若長期運用校地施工會影響學生上課權益；利用公園綠帶化整為零的模式，除地方里民也可能反對外，若涉及老樹移植等議題，更易使水利單位推動工作時，益發困難。

本文檢討的案例中，在都會地區設置地下貯留管，對削減集水區洪峰，提升降雨容受力，確實有其成效，可作為未來都會區的容受力提升策略選擇之一。然而在推動貯留管工程計畫時，技術問題中，工作井位置的選擇是推動的重要課題之一。此外，為避免對既有地下管線產生衝突，工作井及潛盾推進位置需要往更深的地下建構，所對應的是拉長作業所需之工期；為避免對交通及市民活動產生過多衝擊，工作井用地只能盡量朝向公共設施綠帶、人行道等處布置，工程用地議題始終是迴避不了的關鍵因素。

未來提升臺北市之降雨容受力，除下水道工程方面努力提升及求新求變之外，出流管制部分亦應持續進步與革新。臺北市依據「臺北市下水道管理自治條例」第九條訂定排入雨水下水道逕流量標準，並依據「臺北市雨水下水道設施規劃設計規範」精神，貯留體積應滿足重現期 20 年調節至重現期 5 年，故規定了基地開發最小保水量 $0.078 \text{ m}^3/\text{m}^2$ 之相關規定，同時限制了最大排放量不得大於重現期 5 年之標準約為 $0.0000173 \text{ cms}/\text{m}^2$ 。

爰上所述之規定若完全落實執行，理論上在同樣標準的降雨事件下，排水系統的負擔應該不會加重、甚至略有減緩才是，但實務上似乎並未反映這種情況，抽水站系統的負擔反而逐年增加、似乎與開發增加逕流係數變大的特性相符。(此論點尚未經嚴謹抽水站操作數據、降雨紀錄、下水道水位資料等驗證，僅為相關人員談論實務上碰到的狀況，有興趣的先進或許可以進一步探討研究)

臺北市的流出抑制設施雖於施工階段有請水利技師公會協助審查、完工階段會辦理查驗，但驗收後是否有實際依據設計進行操作卻是不得而知。對於後續維運階段，主管機關能否進入檢查，目前可能尚需釐清？依臺北市下水道管理自治條例第五條：「市政府得對既有之雨水下水道及其附屬設施進行改善維護。前項改善維護行為，任何人不得規避、妨礙或拒絕。」惟若屬於建築基地內之流出抑制設施，目前尚無法直接視為屬於雨水下水道附屬設施，故難以直接引用此條進行檢查。

臺北市下水道管理自治條例第九條第二項：「基地使用人對依第一項規定而設置之相關流出抑制設施應負維護責任。」於民國 111 年 10 月施行之流出抑制手冊第六章「(十六)流出抑制設施型式，應考量日後使用人之維護管理及使用便利性。基地使用人依據「臺北市下水道管理自治條例」第九條，對設置之相關流出抑制設施應負維護責任，市政府日後得對已完工設施定期查核及輔導。」。從前述新增內容可知，臺北市市府已嘗試針對進入檢查權所有著力，希望透過實務上基地開發時會遵循手冊規定進行，可視為開發者認同手冊所述原則，故可以依據手冊規定進入檢查流出抑制設施。然而流出抑制手冊僅屬於指導性文件，對使用及管理者並無法律約束效力。

後續建議補充流出抑制設施進入檢查權部分、或罰則之訂定等，屬於逕流量標準之母法（自治條例）應探討的範疇，建議可另行檢討，讓流出抑制設施可發揮功能、提升臺北市降雨容受力，確保當初法規的立意能夠確實執行及發揮功效。

八、參考文獻

1. 臺北市政府工務局水利工程處，民國 112 年，「全市降雨容受力提升檢討工作」
2. 臺北市政府工務局水利工程處，民國 111 年，「111 年臺北市淹水預報系統操作及維護案」
3. 臺北市政府工務局水利工程處，民國 109 年，「臺北市市區降雨容受度提升檢討規劃」

投稿 112.04.10
校稿 112.05.01
定稿 112.05.15