



因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)

Construction strategies for flood resilience enhancement under
climate change (2/2)



主辦機關：經濟部水利署

執行單位：財團法人成大研究發展基金會

中華民國 109 年 12 月

因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)

Construction strategies for flood resilience enhancement under
climate change (2/2)

主辦機關：經濟部水利署

執行單位：財團法人成大研究發展基金會

計畫主持人：游保杉

摘要

在氣候變遷影響下極端降雨發生頻率與規模有增強之趨勢，近年極端降雨已有多次超過現有水利排水工程設計標準，再加上未來都市人口增加與土地持續發展，提升洪災韌性勢在必行。提升洪災韌性的策略需考量國土規劃、政府部會政策分工與推動，及民眾需求等不同層面，其影響相當廣泛。據此，本計畫以二年為期程，研擬因應氣候變遷洪災韌性提升策略五個建構階段，致力於洪災韌性提升方案與相關策略之研提，建立其策略規劃與研訂所需考量之步驟，以供後續推行之依循。然而，相關策略之研提與規劃，除以專業角度進行規劃設計外，需先瞭解民眾意願與模式模擬成果，據以提供政府部門相關政策之規劃、調整，並達成政策與民眾需求之平衡，協助地方政府實現公私協力的目標，進而積極面對洪災的威脅，提升城市之洪災韌性能力。茲將計畫成果概述如后。

一、建構結合地方民眾意見之洪災韌性提升策略架構

本計畫參考國際文獻與荷蘭鹿特丹水廣場之工作坊經驗，建構洪災韌性提升策略架構五階段(摘圖 1)。洪災韌性提升方案之規劃與研擬，應依據此架構於前期階段邀請民眾參與並融入其意見，避免最終方案底定時發生因民眾反對而窒礙難行之窘境。而洪災韌性提升策略架構五階段包含：

- (一)洪災成因分析：調查淹水區域現況與分析淹水特性，同時根據 TCCIP 資料設定極端降雨情境。
- (二)韌性提升方案建立：蒐集國際近自然解決方案彙整可提升洪災韌性之工程與非工程措施。
- (三)民眾參與：利用感知評量系統之操作，以及民眾需求調查瞭解民眾實際需要，再透過工作坊進行在地協商溝通。
- (四)方案成效模擬與評估：利用淹水模式驗證方案之成效，並根據工作坊調整洪災韌性提升方案。

(五)研提方案與推行：評估方案推行困難處及研擬各部會分工。

二、極端降雨情境設定方式建議

極端降雨設定方式首先以「平均值加上兩倍標準偏差」之方式設定研究區域之極端降雨門檻值，並配合歷史最大暴雨場次資料，篩選出在地之極端降雨事件，以找查找其總雨量對應之頻率年。再以 NCDR 動力降尺度雨量資料進行頻率分析，計算各頻率年氣候變遷雨量與基期雨量之變化比例，作為放大歷史極端降雨事件之倍率。將研究區極端降雨事件對應之頻率年總雨量進行倍率放大，即為氣候變遷下之極端降雨量。(本方法係用以探討洪災韌性提升方案在最極端之降雨情況下，可為研究區域帶來的減洪程度，據以作為後續政策或配套措施研擬之依據。使用者需根據實際研究需求與目的，再決定是否採用。)

三、建立洪災故障樹與近自然解決方案之鏈結

本計畫依據不同淹水類型：地勢低窪、排水系統不佳、外水溢堤、內水無法排出等類，各別建立其洪災故障樹，以供使用者透過故障樹瞭解面臨的首要洪災問題。

此外，透過國內外近自然解決方案(Natural-Based Solution, NBS)(含工程措施與非工程措施)與其八個施行步驟之蒐集，配合上述不同淹水類型洪災故障樹，可進一步依不同洪災成因、區域類型進行 NBS 適用性分類，據以快速查找適用之 NBS。進而可透過 SOBEK 模式建置淹水模擬模式，評估該方案對於研究區域之減洪效益。

四、建立民眾感知評量與在地協商溝通機制

本計畫之感知評量操作，係利用地點評價系統請民眾進行評分，以此瞭解民眾對洪災的容受力與感知程度，作為平衡民眾需求與韌性提升方案研擬間之依據。此外，亦針對在地化韌性方案設計，規劃其操作步驟：分為專業規劃、民眾檢核、韌性提案等三部分，據以建立具體、可落實，並符合社會共同利益的在地化洪災韌性提升方案。

然而，韌性提案執行需仰賴公私部門的共同瞭解與合作，因此可藉由工作坊的方式來進行彼此溝通。而工作坊之操作方式可分為：複合式韌性提案、在地協商溝通、執行機制設定與方案確立，等三階段。其中，在地協商溝通階段需包含「專業者對談」以及「專業者與地方利害關係人對談」兩部分。

五、採用「種水於田」觀念推動在地滯洪

針對「種水於田」之在地滯洪方案初步草擬四項推動關鍵：滯洪區位規劃、經費相關規劃、工程相關規劃、推動檢核規劃，茲將內容概述如下。

(一)滯洪區位規劃：

- 具有逕流分擔功效
- 具有引水與排水路
- 確保農地農用，不違反國土計畫

(二)經費相關規劃：

- 規劃獎勵金額、簽約金、價購金、累進獎勵等經費規範
- 確定財政來源與主辦機關權責

(三)工程相關規劃：

- 政府協助推動第一次整地
- 確保農地土方平衡
- 田埂加高應注意相關工程規範

(四)推動檢核規劃：

- 鼓勵土地仲介或土地開發公司加入協助推動
- 設置淹水深度觀測裝置與檢核措施

六、案例示範

本計畫依據前述架構與步驟，臺南市安南區總頭地區為案例，進行洪災韌性提升方案規劃(摘圖 2)，茲將相關成果概述如下。

臺南市安南區總頭地區主要淹水成因為「排水系統不佳」，藉由故障樹分析、民眾感知評量與需求調查之結果，則可歸納朝向(1)單一位

置設置滯洪池、(2)大範圍農田滯洪、(3)增加耕作土地內的滯洪空間、(4)公有用地或公園進行滯洪規劃、(5)道路加高等方向進行方案規劃，以滿足民眾三項關鍵需求：替代道路可通行、水不入戶、淹水深度不超過 30 公分。其中「單一位置設置滯洪池」、「增加耕作土地內的滯洪空間」以及「公有用地或公園進行滯洪規劃」經淹水模擬後發現成效不佳，因此，後續主要針對「大範圍農田滯洪」與「道路加高」進一步辦理水利專業、政策推動、在地對談等三場工作坊，探討以抵抗的道路加高工程方式，或以韌性土地管理的種水方式，分析合適之在地滯洪推動方式。最終提出以「種水於田」之方式並配合相關配套措施以推動在地滯洪，種水是可行且較具永續性(如摘表 1)之方法，但同時也需考慮獎勵金計算方式(如種水量以每度 5 元進行獎勵、種水面積考量累進費率之設計)、政策推動制度面之調整、種水地區衍生效益(水質與水資源再利用)規劃等問題。

未來針對在地滯洪種水方案之推動，可持續透過工作坊與民眾深入對談並滾動式調整規劃內容(如生態滯留區、雨水花園、綠間滯水綠帶、路旁及水溝渠、道路綠地滯水、生態調節溝等設施的加入)，據以提出地方認同專業規劃，且專業認同地方需求之洪災韌性提升方案，達到韌性共好之目的。

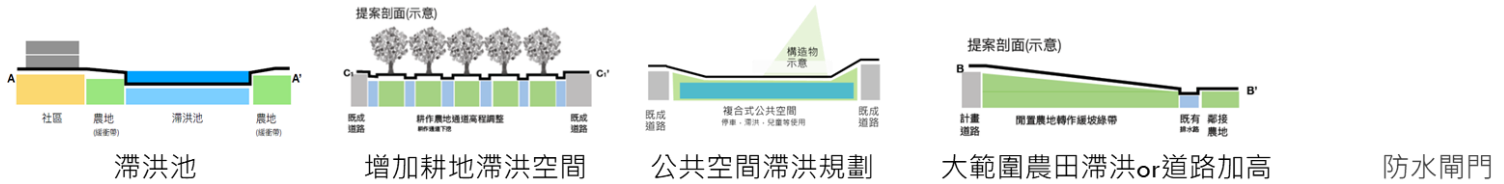


摘圖 1 提升洪災韌性策略架構五階段

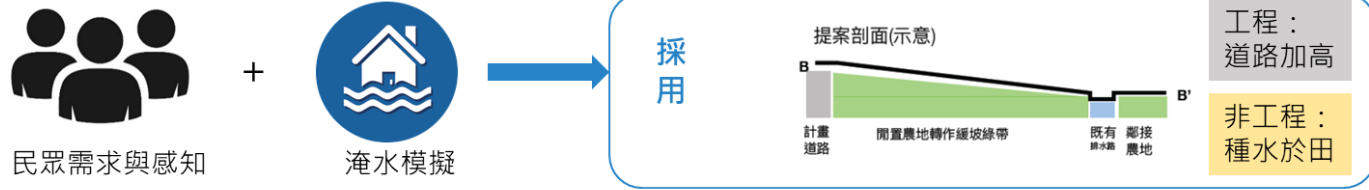
Step 1 災因分析

排水系統不佳

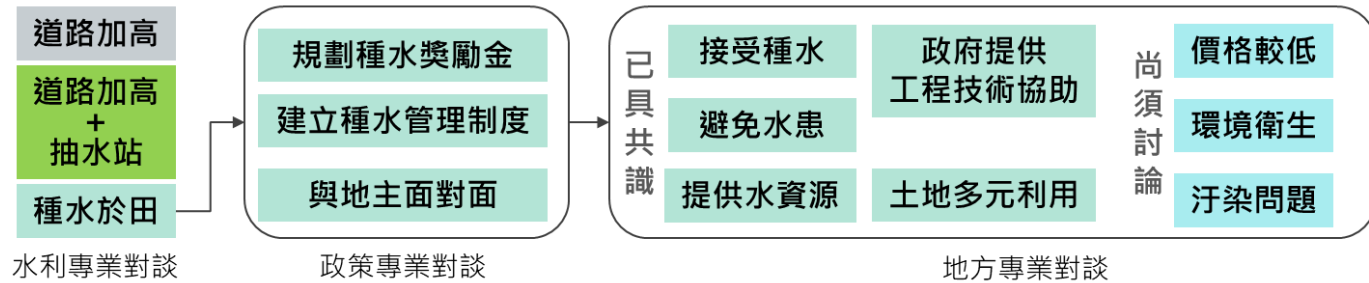
Step 2 提案構想



Step 3 提案優選



Step 4 在地協商



Step 5 分工推動



摘圖 2 總頭地區洪災韌性提升策略建構過程

摘表 1 各場工作坊結論

	第一場 工作坊	第二場 工作坊	第三場 工作坊
主題	水利專業	政策專業	地方專業
焦點	盤點三種設計方案	聚焦改進種水方案	種水方案溝通
與會 人員 組成	水利領域專業者	臺南市政府局處代表、水利 領域專業者、總頭里里長	臺南社區大學 台江分校
結論	第三種「種水」方案最受喜愛，但也有許多細節需要再討論。	政策主導者和經費來源必須確定，種水概念和補助形式仍需持續與居民溝通。	民眾認同種水方案，但細部仍須討論。

Abstract

The enhancement of flood resilience is the only way to overcome the effect under climate change. The national spatial plan, the cooperation among ministries and public demand should be considered in the strategies. Thus, we should build the bottom-up procedure to propose complete strategies. This project is aim to develop the strategy to enhance the flood resilience and response to climate change in the two-year period. The framework was proposed to form the procedure of making flood resilience strategy. The framework consists the professional engineering design and public willing to balance the deficit between public and government. The flood resilience enhance methods will be tested in the demonstrated inundation area, that considering the public demands, and engineering or non-engineering methods, to enhance the flood resilience.

The project are describe as follow. The first year: Collecting and organizing international solutions from the 100 resilient cities. In which, we can learn to generate some useful stratagies in Taiwan. The main cause and impact of the flood disaster in demonstration area are analysed. Then, the localized and nature-based solutions are proposed to enhance the flood resilience. The flooding simulation model, SOBEK, is used to simulate the flooding of historical rainfall events based on its geological and hydrological condictions. The public demand surveys and sensing assessments are adopted to design the localized resilience stratagies, in which the resilience enhancement elements were included. And, the performance of resilience stratagies will be demonstrated with model simulations to indicate the improvement of flood resilience.

The second year: Based on the design in the first year, the strategies will focus on solving the possible flooding disaster under climate change and extreme climate. The design should be adjusted or improved based on the response of public, urban planning to enhance the flood resilience. Moreover, the strategy implementation will be discussed to identify the difficulty and the possible influence to nearby area. The cooperation among Ministries should be also discussed to implement the flood resilience strategies smoothly.

This project has proposed a more reasonable method for extreme rainfall setting to simulate the extreme flood under climate change. With this extreme flood, the suitable resilience measure with engineering and non-engineering methods can be conducted to enhance the flood resilience. The Fault Tree Analysis(FTA) was conducted for the causes of flood disasters. And then, the appropriate corresponding resilience measures can be selected based on the needs survey from the residents (with the method of focus group interview or Workshop). After this, the localization of flood resilience improvement plan will be further carried out in the future.

The current main causes of flooding is poor drainage system in the demonstration area: Zongtou region of Tainan City. Based on the FTA, and the analysis results of public demand and sensing assessments, the strategies can plan in these way: 1. Set up retarding basin in a single location, 2. wide range detention area in abandon farmland, 3. increase detention space in the farmland, 4. detention in the park or public land, 5. elevation raised for the main street, to satisfy what the people needs: 1. home is not flooded, 2. alternative routes can passable, 3. depth of flooding

water is under 30 cm. But "set up retarding basin in a single location", "increase detention space in the farmland" and "detention in the park or public land" were found to be ineffective after flooding simulations. Therefore, the follow-up will focus on "wide range detention area in abandon farmland" and "elevation raisen for the main street" to further handle three workshops including water conservancy, policy promotion, and local dialogue. In the end, it's considered feasible and more sustainable to use the method of "flood detented in lowlands" and related supporting measures to carry out local detention. And it's necessary to consider issues such as the calculation method of the award, the adjustment of the policy promotion system, and the derivative benefit planning of the flood detented area. In the future, it should continue getting into a conversation with the people through workshops and adjust the planning content in a rolling manner for the promotion of local detention.

目錄

摘要	摘-1
Abstract	A-1
目錄	目-1
表目錄	表-1
圖目錄	圖-1
第一章 前言	1-1
一、計畫緣起與目的	1-1
二、計畫工作項目	1-4
三、工作方法與流程	1-6
四、本年度重點說明	1-8
第二章 極端氣候下可能淹水情勢分析.....	2-1
一、極端情境設定	2-1
二、淹水潛勢分析	2-10
第三章 洪災韌性提升方案設計	3-1
一、國際洪災韌性推動方向	3-1
二、韌性提升方案建議	3-11
三、在地化韌性方案設計	3-85
第四章 洪災韌性提升方案成效	4-1
一、規劃作業流程	4-2
二、設計作業流程	4-6
三、成效模擬流程	4-11
第五章 洪災韌性提升方案推行	5-1
一、方案推動之困難處評估	5-1
二、各構面推動方式與方案連動影響探討.....	5-12
三、各部會分工說明	5-16

第六章 案例示範	6-1
一、 洪災成因分析	6-1
二、 韌性提升方案建立	6-8
三、 在地協商溝通	6-24
四、 各部會分工規劃	6-67
第七章 結論與建議	7-1
一、 結論	7-1
二、 建議	7-3
參考文獻	參-1
附錄一、 近自然洪災韌性提升方案適用屬性分類.....	附 1-1
附錄二、 期中報告書審查會意見及處理情形.....	附 2-1
附錄三、 工作坊出席人員出席狀況	附 3-1
附錄四、 各場工作坊簡報與海報內容.....	附 4-1
附錄五、 期末報告書審查會意見及處理情形.....	附 5-1

表目錄

表 1-1	社區類型說明	1-14
表 1-2	淹水分類型態及發生原因	1-15
表 2-1	設定極端降雨所採用門檻或方法.....	2-1
表 2-2	莫拉克颱風龍美站與馬頭山站最大延時 24 小時時雨量	2-6
表 2-3	國內常用之淹水模式比較表	2-10
表 2-4	淹水潛勢所需基本資料表	2-11
表 3-1	降低災害風險整合道立法與法規框架之可採取步驟.....	3-3
表 3-2	不同類型之空間規劃計畫目的與優缺點.....	3-4
表 3-3	降低災害風險整合都市發展與基礎設施之關鍵機制.....	3-6
表 3-4	近自然解決方案準則(世界銀行，2017).....	3-8
表 3-5	近自然解決方案實施指引步驟(世界銀行，2017).....	3-9
表 3-6	可能適用的洪災韌性提升方案	3-17
表 3-7	近自然洪災韌性提升方案適用地點與災害類型.....	3-68
表 3-8	洪災韌性提升方案各施行時期之相應設施與方法.....	3-71
表 3-9	地勢低窪類型洪災韌性提升方案擇定對照表-工程措施	3-74
表 3-10	排水系統不佳類型洪災韌性提升方案擇定對照表-工程措施.....	3-76
表 3-11	外水溢堤類型洪災韌性提升方案擇定對照表(1)-工程措施	3-79
表 3-12	外水溢堤類型洪災韌性提升方案擇定對照表(2)-工程措施	3-81
表 3-13	內水無法排出類型洪災韌性提升方案擇定對照表-工程措施.....	3-83
表 6-1	臺南市安南區總頭寮基期雨量頻率分析表(總雨量 mm)	6-3

表 6-2	臺南市安南區總頭寮氣候變遷雨量頻率分析表(總雨量 mm)	6-4
表 6-3	臺南市安南區總頭寮氣候變遷總雨量變化比例.....	6-4
表 6-4	臺南市安南區總頭寮氣候變遷總雨量變化比例平均.....	6-5
表 6-5	臺南市安南區海寮基期雨量頻率分析表(總雨量 mm)...	6-5
表 6-6	臺南市安南區海寮氣候變遷雨量頻率分析表(總雨量 mm).	6-5
表 6-7	臺南市安南區海寮氣候變遷總雨量變化比例.....	6-6
表 6-8	臺南市安南區海寮氣候變遷總雨量變化比例平均.....	6-6
表 6-9	總頭地區可適用之工程設施或方法.....	6-8
表 6-10	韌性提升方案淹水數據比較	6-17
表 6-11	極端情境之韌性提升方案淹水數據比較.....	6-23
表 6-12	土地逕流分擔方案潛能量估算原則.....	6-28
表 6-13	工作坊操作步驟說明	6-30
表 6-14	各場工作坊簡要內容	6-31
表 6-15	第一場工作坊的方案一回饋	6-35
表 6-16	第一場工作坊的方案二回饋	6-37
表 6-17	第一場工作坊的方案三回饋	6-38
表 6-18	第一場工作坊各方案意見綜整	6-41
表 6-19	第二場工作坊的意見彙整	6-43
表 6-20	第二場工作坊意見綜整	6-46
表 6-21	陳亭妃委員對在地滯洪之建議	6-48
表 6-22	吳茂成執行長對在地滯洪之建議.....	6-49
表 6-23	第三場工作坊的回饋彙整	6-55
表 6-24	各場工作坊結論	6-59
表 6-25	第一與第二場工作坊針對種水方案之比較.....	6-60

表 6-26	總頭地區在地滯洪種水方案內容與民眾之溝通狀況.	6-66
表 6-27	在地滯洪相關分工架構建議	6-67

圖目錄

圖 1-1	洪水韌性推動策略與年度工作規劃.....	1-3
圖 1-2	各年度計畫重要目的	1-4
圖 1-3	第一(108)年研究流程與內容.....	1-7
圖 1-4	本(109)年研究流程與內容.....	1-8
圖 1-5	現有治水工程與土地風險之關係圖.....	1-9
圖 1-6	全國治水會議四大論點與本計畫工作主軸之連結.....	1-11
圖 1-7	提升洪水韌性策略架構五階段	1-12
圖 2-1	曾文溪流域上游雨量站分佈圖	2-4
圖 2-2	極端降雨設定流程	2-7
圖 2-3	極端情境下的暴潮	2-9
圖 2-4	淹水模擬分析步驟流程	2-12
圖 3-1	WMO 源頭-路徑-接收端 SPR 概念圖.....	3-10
圖 3-2	淹水類型與特性	3-12
圖 3-3	地勢低窪類型洪災故障樹	3-13
圖 3-4	排水系統不佳類型洪災故障樹	3-14
圖 3-5	外水溢堤類型洪災故障樹	3-15
圖 3-6	內水無法排出類型洪災故障樹	3-16
圖 3-7	河岸防護之設置堤防	3-21
圖 3-8	河岸防護之堤防加高加固	3-22
圖 3-9	河岸防護之壩堤	3-22
圖 3-10	河岸防護之防洪閘門	3-23
圖 3-11	河岸防護之河道治理	3-24
圖 3-12	河岸防護之堤防加上安全高度	3-24
圖 3-13	河岸防護之連續屏障設計	3-25
圖 3-14	防護措施之防洪牆	3-26

圖 3-15	河岸防護之水工構造物防滲處理.....	3-26
圖 3-16	河岸防護之水門	3-27
圖 3-17	河岸防護之疏洪道	3-28
圖 3-18	防護措施之移動式防洪擋板	3-29
圖 3-19	防護措施之太空包	3-29
圖 3-20	防護措施之充氣式擋水牆	3-30
圖 3-21	防護措施之沙包	3-30
圖 3-22	近自然防護措施之第二道堤防線.....	3-31
圖 3-23	近自然防護措施之河道疏浚	3-32
圖 3-24	近自然防護措施之排水構造物維護.....	3-32
圖 3-25	近自然防護措施之提高路緣高度.....	3-33
圖 3-26	近自然防護措施之河濱公園	3-33
圖 3-27	創造自然環境之造林	3-34
圖 3-28	創造自然環境之都市森林公園	3-35
圖 3-29	創造自然環境之洪氾區復育	3-35
圖 3-30	生態工法之河川掀蓋	3-36
圖 3-31	生態工法之與水共生	3-37
圖 3-32	生態工法之圍墾	3-37
圖 3-33	生態工法之河道護岸	3-38
圖 3-34	生態工法之河岸砌石	3-38
圖 3-35	生態工法之養灘	3-39
圖 3-36	開闢河道空間之水岸退縮	3-40
圖 3-37	開闢河道空間之還地於河	3-40
圖 3-38	開闢河道空間之開闢洪氾平原	3-41
圖 3-39	設置滯洪空間之滯洪池	3-42
圖 3-40	設置滯洪空間之沼澤地	3-42

圖 3-41	設置滯洪空間之都會區地下滯洪池.....	3-43
圖 3-42	設置滯洪空間之水廣場	3-44
圖 3-43	提供蓄洪空間之埤塘	3-44
圖 3-44	提供蓄洪空間之廢棄下水道再利用.....	3-45
圖 3-45	利用綠色基礎建設進行蓄洪之生態滯留區	3-46
圖 3-46	利用綠色基礎建設進行蓄洪之綠屋頂.....	3-46
圖 3-47	利用綠色基礎建設進行蓄洪之綠牆壁.....	3-47
圖 3-48	利用綠色基礎建設進行蓄洪之雨撲滿.....	3-48
圖 3-49	利用綠色基礎建設進行蓄洪之球場下方蓄水.....	3-48
圖 3-50	道路透水鋪面之路間滯水綠帶	3-49
圖 3-51	道路透水鋪面之路旁集水溝渠	3-50
圖 3-52	道路透水鋪面之道路綠地滯水	3-50
圖 3-53	道路透水鋪面之透水鋪面	3-51
圖 3-54	道路透水鋪面之提高土壤滲透能力.....	3-51
圖 3-55	道路透水鋪面之生態調節溝	3-52
圖 3-56	都會採用綠色防洪規劃之濕地復育.....	3-53
圖 3-57	都會採用綠色防洪規劃之階層是防洪構造物.....	3-53
圖 3-58	都會採用綠色防洪規劃之滲透井.....	3-54
圖 3-59	都會採用綠色防洪規劃之雨水收集系統.....	3-55
圖 3-60	加速地面水排出之排洪通道	3-56
圖 3-61	加速地面水排出之排水系統	3-56
圖 3-62	加速地面水排出之導水溝渠	3-57
圖 3-63	加速地面水排出之增加下水道容量.....	3-58
圖 3-64	加速地面水排出之抽水站	3-58
圖 3-65	加速地面水排出之雨汙水分離	3-59
圖 3-66	洪災韌性發展策略示意圖	3-86

圖 3-67	洪災韌性提升方案設計操作步驟.....	3-87
圖 3-68	地點評價前台使用者介面	3-89
圖 3-69	工作坊操作階段流程圖	3-92
圖 3-70	專業者對談工作坊內容	3-94
圖 3-71	專業者與地方利害關係人對談工作坊流程.....	3-95
圖 3-72	以 3D 模型比較路面加高差異.....	3-96
圖 3-73	play the city 團隊以模型討論都市規劃.....	3-96
圖 4-1	洪災韌性提升方案規劃作業流程圖.....	4-1
圖 4-2	洪災韌性提升方案設計作業流程.....	4-7
圖 4-3	SOBEK 模式模擬流程圖	4-15
圖 5-1	連動影響探討流程圖	5-16
圖 5-2	洪災韌性提升方案作用	5-17
圖 6-1	總頭地區及附近區域現況淹水潛勢圖.....	6-7
圖 6-2	民眾需求調查與感知評量操作	6-12
圖 6-3	在地化韌性方法篩選與設計方向.....	6-13
圖 6-4	總頭社區與總頭寮工業區都市計畫分區.....	6-14
圖 6-5	各農地滯洪方法設計與成效模擬.....	6-15
圖 6-6	農地滯洪施作方式與推行方式初步評估.....	6-16
圖 6-7	總頭地區道路加高與在地滯洪區規劃圖.....	6-16
圖 6-8	納入韌性提升方案後總頭地區與附近區域之淹水潛勢圖...	6-17
圖 6-9	韌性提升方案最深淹水點水位歷線比較.....	6-18
圖 6-10	總頭寮工業區與總頭社區上下游控制點位置.....	6-19
圖 6-11	韌性提升方案計畫區上游控制點最深淹水點水位歷線比 較.....	6-20
圖 6-12	韌性提升方案計畫區下游控制點最深淹水點水位歷線比	

較.....	6-21
圖 6-13 極端情境之總頭地區及附近區域水利現況規劃淹水潛勢圖.....	6-22
圖 6-14 極端情境納入韌性提升方案後總頭地區與附近區域之淹水潛勢圖.....	6-22
圖 6-15 極端情境韌性提升方案最深淹水點水位歷線比較.....	6-23
圖 6-16 總頭地區洪災韌性提升方案推動規劃流程.....	6-25
圖 6-17 逕流分擔空間篩選與修正操作流程圖.....	6-27
圖 6-18 辦理工作坊流程圖.....	6-30
圖 6-19 第一場工作坊現場.....	6-32
圖 6-20 三個設計方案併列.....	6-32
圖 6-21 設計方案海報張貼情形.....	6-33
圖 6-22 與會人員書寫意見情形.....	6-34
圖 6-23 團隊成員分類意見情形.....	6-34
圖 6-24 第二場工作坊說明情形.....	6-42
圖 6-25 總頭社區及周邊地區模型.....	6-43
圖 6-26 團隊成員與陳亭妃委員合影.....	6-47
圖 6-27 團隊成員與吳茂成執行長合影.....	6-48
圖 6-28 第三場工作坊海報.....	6-51
圖 6-29 團隊藉由模型說明種水方案.....	6-52
圖 6-30 團隊藉由模型說明種水方案之減洪效益(1).....	6-52
圖 6-31 團隊藉由模型說明種水方案之減洪效益(2).....	6-53
圖 6-32 團隊成員向民眾說明種水方案.....	6-53
圖 6-33 種水獎勵建議案說明.....	6-54
圖 6-34 民眾意見回饋情形.....	6-54
圖 6-35 總頭地區洪災韌性提升策略建構過程.....	6-64

圖 6-36 教育部永續校園計畫推動架構 6-69

工作項目成果表

項次	工作項目	所在章節	主要成果簡述
一	極端氣候下洪災示範區淹水情勢分析	第二章第六章	為反應氣候變遷影響，提出較合理之極端降雨情境設定方法，提供後續進行極端氣候下之淹水情勢分析。
二	洪災韌性提升方案設計	第三章第六章	彙整工程、非工程洪災韌性提升方案，並配合洪災成因故障樹分析，據以建議方案篩選之方式。同時，提出工作坊之召開方式，作為後續方案在地化與民眾溝通之工具。
三	洪災韌性提升方案成效	第四章第六章	以 SOBEK 模式進行淹水模擬模式之建置，檢視洪災韌性提升方案納如前後淹水變化情形，據以瞭解方案之減洪成效。
四	洪災韌性提升方案之推行	第五章第六章	透過工作坊與在地專業人員、民眾與民代進行意見交流，並依意見來回調整方案之內容，依據最後聚焦結果於國土面、法規面、工程面及民眾影響面建議方案之推行方式。
五	洪災韌性提升方案與具體措施之各部會分工架構	第五章第六章	依據方案內容之工作細項，建議各部會之分工架構，並以總頭地區為例，針對在地滯洪方案進行部會分工建議架構，以供後續推動之參考。

第一章 前言

一、計畫緣起與目的

(一)計畫緣起

近年在氣候變遷影響下，臺灣面臨極端氣候災害嚴重衝擊(如民國 98 年莫拉克)已趨常態，特別是民國 107 年的 0823 水災，受熱帶低壓滯留影響，長延時高強度的暴雨造成嘉義、臺南、高雄、屏東等縣市嚴重的淹水災害。政府當前最重要的防洪治水之政策理念，是要打造「透水」、「海綿」、「韌性」、「抗災」的國土，特別在極端降雨條件下，未來規劃設計時更應考量「水排不出去」或「來不及排出去」等情境，因此急需考慮在極端降雨超過現有工程保護標準時，提升面對洪災的韌性能力。如何提升面對洪災之韌性能力目前已經是全球性之共同問題，各國亦積極構思解決良方。本計畫之目的在於同時考量民眾需求與各種治水手段下，推動洪災韌性之作為，以期在極端氣候下能減少民眾受災程度並加速災後復原之韌性，並綜述其當前在臺灣韌性管理上的議題與未來於研究與實務之可能落實。期透過本計畫瞭解韌性提升政策在地化之整體樣貌，激發更多元領域之學者一齊豐富韌性研究之內涵，並充實其應用與實踐。

本計畫以既有之氣候變遷洪災風險評估成果為基礎，配合國際趨勢以評估臺灣面臨洪災時之災前預防、災中應變與災後復原階段需強化之韌性能力，期達成不怕災之韌性目標。此外，針對國內洪災示範區透過規劃研析提升其防洪韌性，並結合民眾需求與工程手段，研擬可於災時加速退水且不影響民眾生活作息之在地化韌性提升方案，冀為整體洪災韌性提升政策之建構參考。

(二)計畫目的

臺灣是多自然災害的國家，尤其面對氣候異常導致洪災威脅持續增加，自民國 89 年以來歷經多次風災，特別在民國 98 年莫拉克颱風及民國 107 年 0823 熱帶低壓豪雨的重創下，造成嚴重的生命財產損失。水利署長期投入相當多的人力、財力來提升地方區域排水

能力，目前已經大量減少在工程設計標準下的可能淹水面積。然而面對氣候變遷的衝擊，世界各地已經正在面臨極端氣候帶來洪災的衝擊，極端氣候帶來的降雨強度已經超過目前我們工程與非工程的防治標準，因此必須強化對於面對洪災時的韌性能力，以積極面對氣候的不確定性。洪「災」雖然難以避免，但是透過洪災的韌性檢討與提升過程，期待可以大幅減低「害」的產生，並且能從過去的災害經驗中學習成長，提升到更高程度的韌性水準。韌性的提升過程除了需要瞭解自身不足之處以提出韌性解決方法之外，還要能由下到上的協力合作才能推動成功。

基此，本計畫致力於洪災韌性提升方案與相關政策之研提，建立其策略規劃與研訂所需考量之步驟，以供後續推行之依循。然而，相關洪水韌性策略之研提與規劃所牽涉的層面相當廣泛，必須針對民眾需求、洪災韌性策略形成、及策略推動等程序加以溝通協調才能獲得最佳的解方，其程序由下到上的需求建議，再由上到下的策略推動所組成(如圖 1-1)。洪水帶來的災害，民眾的感受最直接，因此會向政府提出相關的需求，然而解決洪災的層面相當複雜，所牽涉的部會卻相當廣泛，灰色工程的堤防與區域排水須由經濟部水利署與地方政府來推動，而相關配合推動的綠色工程如道路蓄水能力強化、校園公園蓄洪、農地魚塢滯洪等政策則須要由交通部、教育部、內政部、農委會等機關來協助推動；待跨部會政策擬定之後，除以專業角度進行規劃設計外，在由上而下的推行之前，應先瞭解民眾意願與溝通，據以適時調整政策，以達成政策與民眾需求之平衡，推出最有效益的策略，以提升受災地區的洪災韌性。

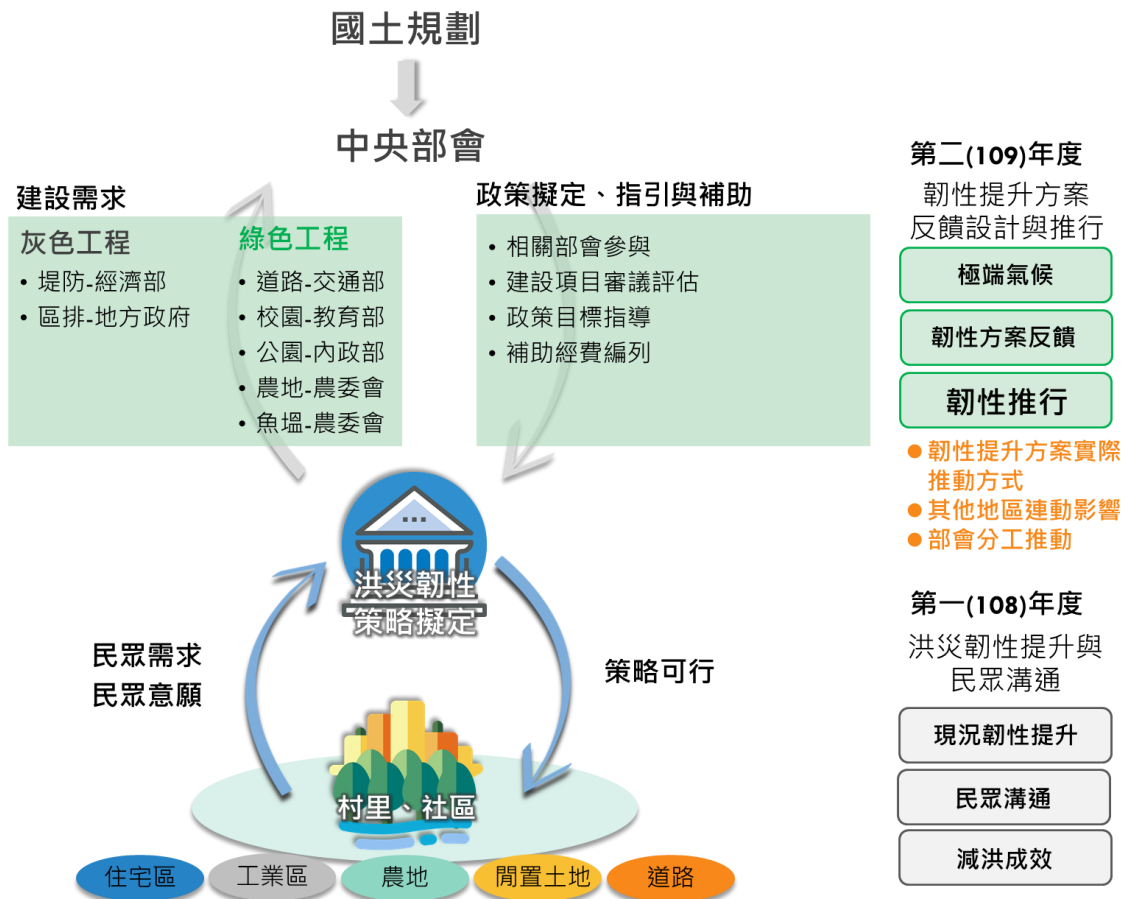


圖 1-1 洪水韌性推動策略與年度工作規劃

因此本計畫以兩年工作期程(民國 108 至 109 年)研擬洪災韌性提升策略建構步驟。於第一(108)年度，結合民眾需求與治水手段，擬定不同土地使用方式下通用的洪災韌性策略，其目標鎖定在災時有限度的容許洪水進入(蓄洪)，同時能在災後可以加速退水，不影響民眾生活作息。本(109)年度，將進一步針對極端氣候可能造成的影響，進一步提出對應的洪災韌性提升方案，同時延續第一年度所建立的民眾感知與淹水模擬，在不同的洪災韌性方案與民眾可接受條件下辨識出合適的推動方案與規劃設計，同時針對法規、工程、國土規劃與民眾影響等面向提出推動之做法，並具體提出各部會推行時之分工架構，提供後續推動之參考。本計畫各年度重要目的繪製如圖 1-2。

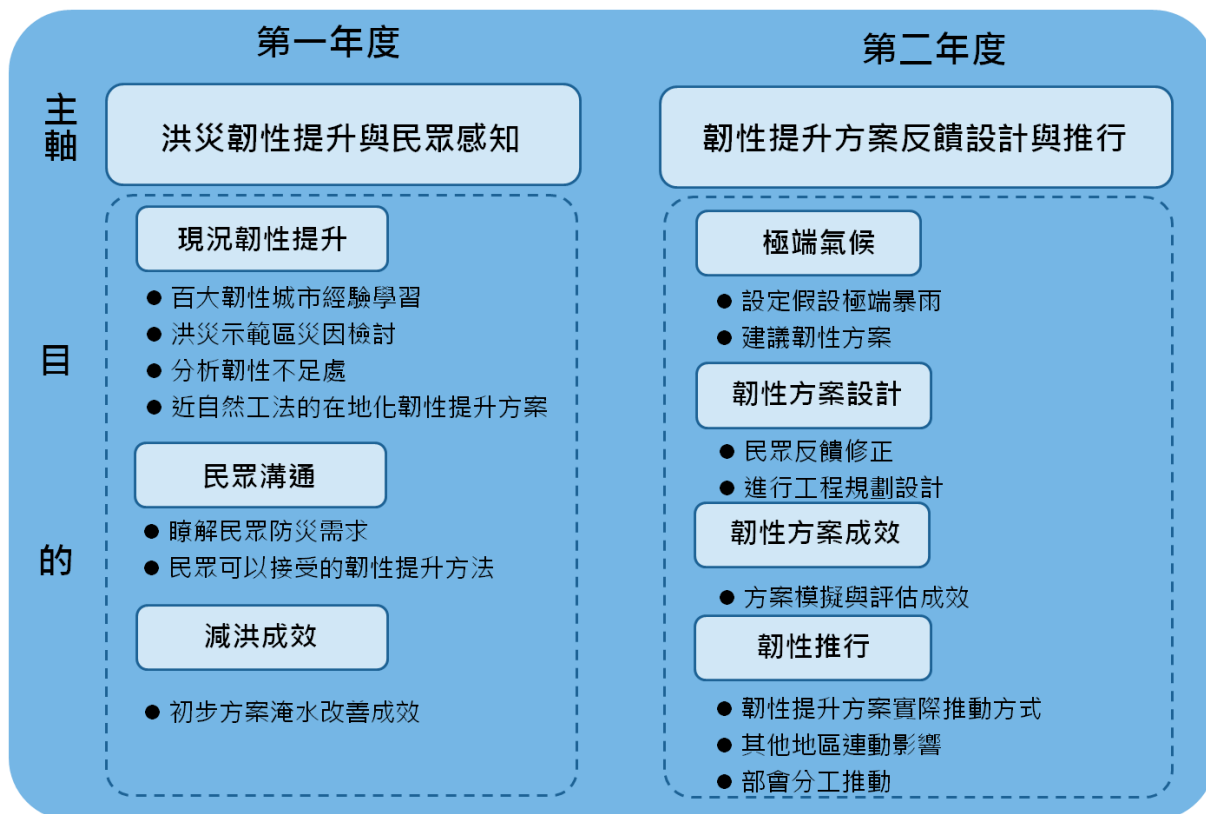


圖 1-2 各年度計畫重要目的

二、計畫工作項目

本計畫依據工作內容與分工，規劃二年期工作項目進行研究，本年為計畫執行之第二年期，分年度工作項目分述如后：

(一)第一(108)年

1、蒐集國際因應洪災之韌性提升解決方案(2 案例，工作會議確認)。

(1)分析國際上韌性提升作為之效益，探究策略推動過程遭遇之困難與解決方法。

(2)根據各案例之韌性提升改善作為，發掘具特色且有參考價值之韌性提升方法手段，作為國內參考援用之依據。

2、洪災示範區災害特性分析

(1)根據工作會議挑選 1 處洪災示範區(由工作會議確認)，探討其防洪體系及防洪缺口。

(2)分析示範區之洪災起因與淹水特性。

(3)研提在地化洪災韌性提升方案與可行措施。

3、建立淹水模擬模式

(1)基本資料收集：河川與區排斷面、下水道管線、土地利用、滯洪池、水工構造物、地形高程等基本資料收集

(2)歷史資料收集：歷史淹水災點、範圍、深度資料蒐集

(3)建立淹水模組：二維淹水模組、一維區排及下水道模組、水工構造物功能模組

(4)淹水模式驗證：根據歷史淹水事件，進行淹水模式驗證。

4、民眾需求調查與感知評量

(1)收集示範區內民眾對於洪災保護之基本需求，提供韌性提升方案設計。

(2)設計民眾感知評量操作模型，根據民眾能接受的韌性提升元素，初步挑選可行的洪災改善方案。

5、洪災示範區韌性提升方案初步模擬

(1)依民眾需求與感知評量結果，研擬災時加速退水且不影響民眾生活作息之在地化韌性提升方案，並建議初步可行推動策略。

(2)模擬淹水改善工程實施後，淹水改善成效。

(二)第二(109)年

1、極端氣候下洪災示範區可能淹水情勢分析

(1)雨量頻率、雨型、暴潮情境分析。

(2)極端降雨及暴潮情境設定。

(3)進行極端降雨及暴潮情境下，淹水潛勢分析。

(4)建議極端情境下之韌性提升方案。

2、洪災韌性提升方案設計

- (1)針對嚴重受災地區，進行洪災韌性提升規劃，研擬相應之具體措施促進災害預防及災後復原能力，以利推動韌性提升方案。
- (2)根據民眾能接受的韌性元素與極端情境下之建議方案，參照都市計畫或區域計畫重新設計在地化韌性方案。
- (3)設計方案視覺化呈現，提供民眾檢視後，根據反饋意見進行微調或精進。

3、洪災韌性提升方案成效

- (1)完成韌性提升方案之完整規劃與設計。
- (2)洪災示範區淹水改善成效模擬。

4、洪災韌性提升方案之推行

- (1)評估各項洪災韌性提升方案推動之困難處。
- (2)分析洪災韌性提升方案不同構面(法規面、工程面、國土規劃面、民眾影響面等)推行方式。
- (3)韌性方案連動影響探討，檢討施作後對其他地區可能的連動影響。

5、洪災韌性提升方案與具體措施之各部會分工架構，作為未來賡續推動之參考。

三、工作方法與流程

本計畫以二年期(108~109 年)工作項目進行研究，(研究流程圖如圖 1-3 與圖 1-4)。整體工作項目分年度敘述如后：

1、第一(108)年度

第一年度工作項目流程圖整理如圖 1-2。首先由「(1)蒐集國際因應洪災之韌性提升解決方案」來瞭解國際洪災韌性案例，藉此學習提升洪災韌性的方法與經驗，提供「(2)洪災示範區災害特性分析」根據其洪災起因與自然條件，研擬在地化近自然解決方法，交由「(3)建立淹水模擬模式」瞭解各改進方法的成效，

再配合「(4)民眾需求調查與感知評量」瞭解民眾實際能接受的洪災韌性提升方法，最後透過「(5)洪災示範區韌性提升方案初步模擬」磨合工程單位提出的改善方案與民眾接受意願，若民眾無法接受或改善不具成效，則再重複(2)~(4)，重新搜尋民眾可以接受且能提升洪災韌性的近自然解決方案，並建議初步可行推動策略。

而經工作會議決議擇定臺南市安南區總頭地區(總頭寮工業區與總頭社區)為本計畫之洪災示範區。

第一(108)年度

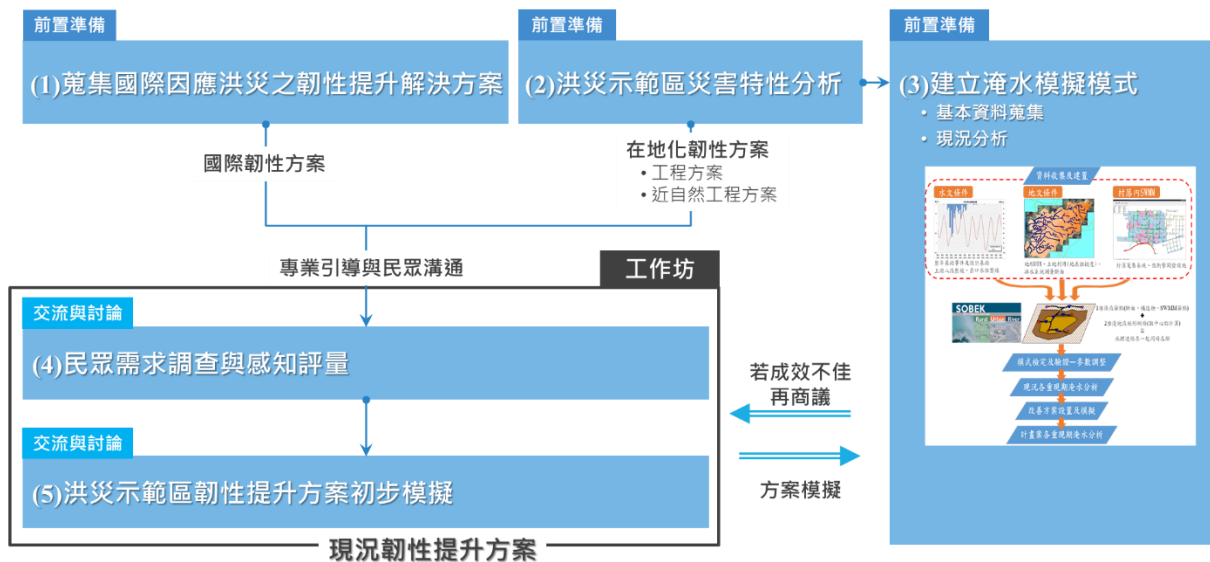


圖 1-3 第一(108)年研究流程與內容

2、本(109)年度

本年度工作項目流程圖整理如圖 1-3。首先由「(6)極端氣候下洪災示範區可能淹水情勢分析」分析極端氣候情境下可能的暴雨，提供「(7)洪災韌性提升方案設計」研擬極端暴雨下的近自然解決方案，再由第一年的「(3)建立淹水模擬模式」與「(4)民眾需求調查與感知評量」再次磨合工程單位提出的改善方案與民眾接受意願，由「(8)洪災韌性提升方案成效」進行方案之完整規畫與設計，最後由「(9)洪災韌性提升方案之推行」與「(10)洪災韌性提升方案與具體措施各部會分工架構」評估推動之困難

處與可能的連動影響，並分析不同層面推動時需要注意的部分，最後提出推動時各部會需要分工的架構，以作為後續推動之參考。

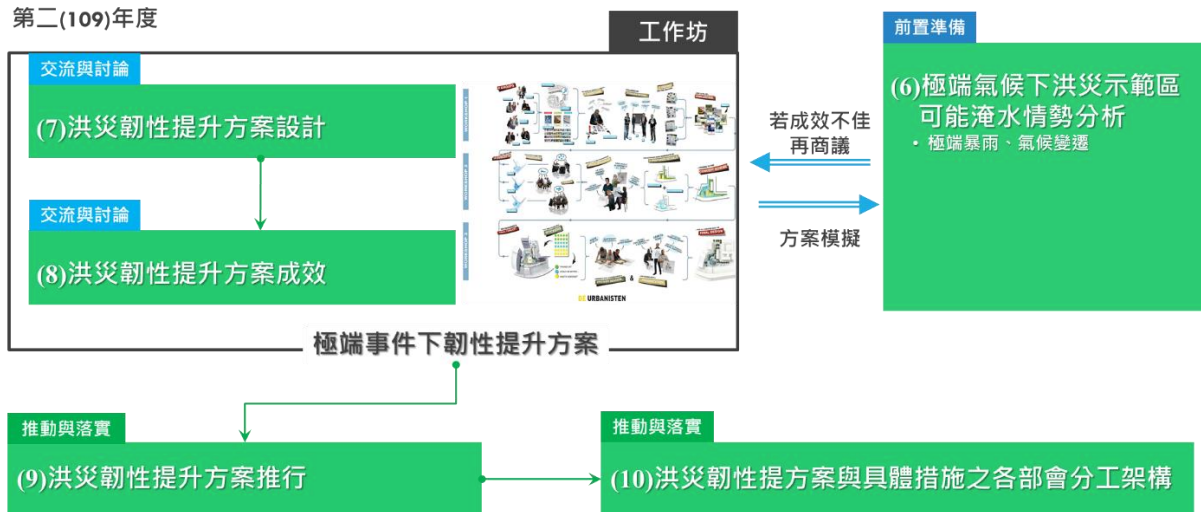


圖 1-4 本(109)年研究流程與內容

四、本年度重點說明

治水工程推動的目的本來就是為了保護民眾的生命財產安全，並且提供一個安居樂業的環境，以促進社會安全與經濟發展，例如大臺北地區過去常受基隆河氾濫影響，因此經濟部水利署推動員山子分洪計畫，期能減少颱風期間基隆河下游的水位。員山子分洪道於 2007 年竣工，成為亞洲最大分洪道，有效解決大臺北地區基隆河下游處長期以來淹水問題，分洪道可將 81% 洪水引入東海，讓大臺北地區基隆河下游 880 萬人口免於水患，是成功的治水工程典範。然而，治水工程成功的背後，城市大多面臨「治水工程施作後，降低了土地淹水風險，但隨之而來的卻是土地價值的抬升，土地再次進一步開發利用而造成淹水風險進一步提升」的循環(如圖 1-5)，在水利工程施作具有其限制性(如成本考量)的前提下，如何將韌性的相關因素納入，以打破這樣的惡性循環，為本計畫之考量重點之一。另外，本計畫研提的洪水韌性策略也期待可以應用在現有具有淹水潛勢的地區。

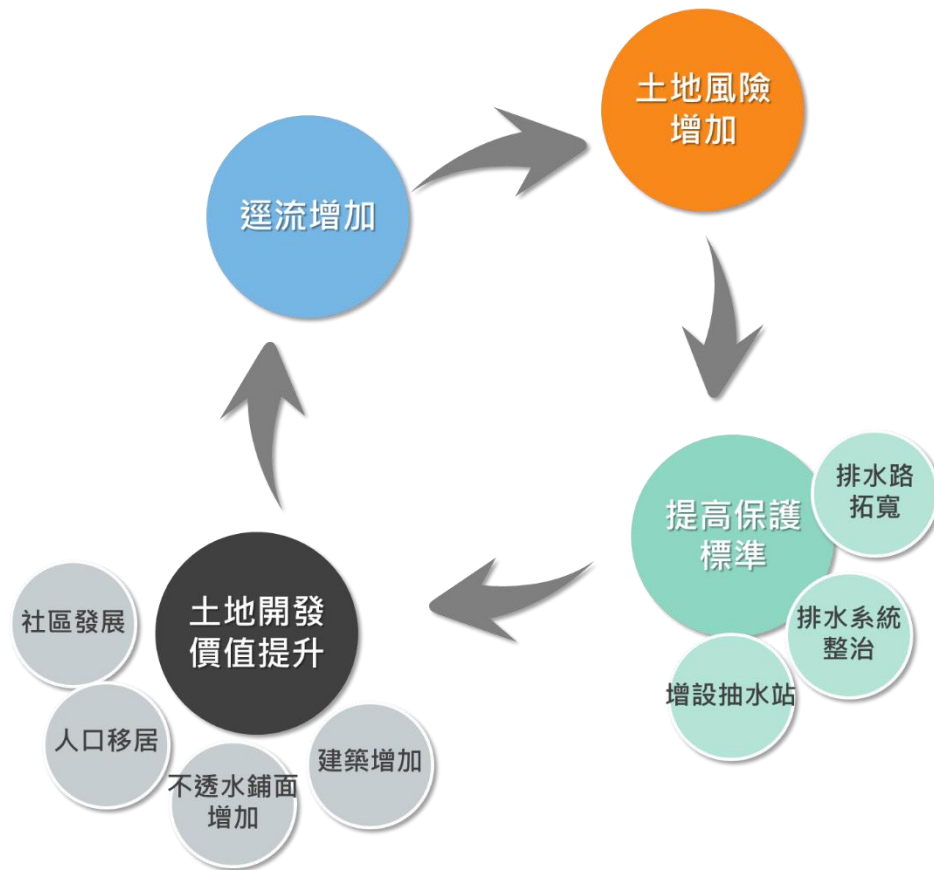


圖 1-5 現有治水工程與土地風險之關係圖

然而，「韌性」一詞廣泛應用於各領域(包含生態、社會、經濟、社會－生態、災害、災害管理等)，其定義亦有所不同。韌性之探討大致遵循著同一大方向：除考量災害損失程度、災害對社會經濟衝擊，與災後恢復能力(Folke et al., 2002)外，甚至需考慮災前整備、災中應變與災後重建之能力(Bruneau et al., 2003; Cutter et al., 2008)，以達避災、減災、適災、恢復之效果。聯合國國際減災策略組織(UNDRR, 2002)亦從綜合性觀點提出韌性之定義為：「系統、社區或社會對抗或調整，以獲得一個可接受狀態之能力。其決定在社會系統，可自我組織、提升學習、調適及災害恢復能力」。因此韌性評估與強化之架構建議從綜合性角度整體探討(即涵蓋組織、基礎設施、社會、經濟、社區資本等層面)(Cutter et al., 2010)。

參考 A Methodology to Define Flood Resilience (J. Tourbier. 2012)所述，洪災韌性應包含空間、結構、社會，以及風險管理等四層面，而

本計畫所探討之洪災韌性定義係屬空間層面之部分：「透過洪氾區劃分與城市綠化管理方式，將洪水蓄滯於低窪地，以提升空間上的洪災韌性。其作法可採用：永續城市排水系統(SUD's)、最佳管理作業(BMP's), 或低衝擊開發(LID)」，其探討內容聚焦於「如何透過基礎設施(包含灰色與綠色工程)使洪水造成的危害最小化」。針對上述韌性評估中組織、社會、經濟等層面之因素本計畫則暫不進行細部探討。

此外，回顧經濟部水利署於 2019 年 4 月 30 日舉辦之「韌性臺灣—全國治水會議」四大論點，12 項共識結論：

論點一：國土計劃梳理水土空間秩序

論點二：綜效治理在地行動

論點三：承洪韌性共建典範移轉

論點四：面對氣候變遷需要高度整合有效的機制

上述四大論點可依序概要整理為空間梳理、在地行動、典範轉移、韌性治理等關鍵詞。基於治水會議所凝聚的共識下，除論點一國土計畫為最主要遵循之原則外，本計畫工作主軸將聚焦於(1)跨領域對話與共識建立、(2)規劃方法研析、(3)在地化方案設定，依序呼應全國水會議結論所提之韌性治理、典範移轉，以及在地行動等主要項目。而針對前述工作主軸，將藉由本計畫所提之「提升洪水韌性策略架構」逐步完成各工作主軸內容：

- 1、跨領域對話與共識建立，呼應論點四(韌性治理)之內容，進行承洪策略類型化與驗證機制的建立，以及韌性承洪策略執行與方案檢討。
- 2、規劃方法研析，呼應論點三(典範移轉)之內容，透過示範區進行探討，作為未來典範移轉至其他城市或地區之參考依據。
- 3、在地化方案設定，呼應論點二(在地行動)之內容，期望建立以人為本的協商機制，進行災前的風險溝通與協議，並進行一般情境與極端情境的類型探討，進而將在地行動規劃方案標準化。

「韌性臺灣-全國治水會議」以四大論點凝聚12項共識結論



- 遵循國土計畫之框架
- 承洪策略類型化與驗證機制建立
- 韌性承洪策略執行與方案檢討
- 建立以人為本的協商機制
- 災前的風險溝通與協議
- 一般情境與極端情境的類型探討
- 在地行動規劃方案標準化
- 示範區操作經驗檢討

圖 1-6 全國治水會議四大論點與本計畫工作主軸之連結

洪災韌性提升策略之建構，本計畫參考 Natural and Nature-Based Flood Management : A Green Guide(World Wildlife Fund, WWF, 2017)及本團隊第一年度研究，修正繪製如圖 1-7，將「提升洪水韌性策略架構」分為五個基本階段：「洪災成因分析」、「韌性提升方案建立」、「民眾參與」、「方案成效模擬與評估」，以及「研提方案與推行」，茲將各階段內容與其執行步驟說明如后。



圖 1-7 提升洪水韌性策略架構五階段

階段一：洪災成因分析

首先第一階段「洪災成因分析」包含兩項步驟：現況調查與分析，以及瞭解淹水特性。其中，步驟一：現況調查與分析，係瞭解研究區域防洪體系並整理淹水原因，進而於步驟二：瞭解淹水特性，掌握相關治理計畫狀況及防洪缺口，並設定降雨情境(包含氣候變遷下之極端降雨)，以於後續階段可在此基礎之上研提洪災韌性提升方案。

(一)現況調查與分析

推動研究區域的洪災韌性提升作業之前，應先瞭解研究區域的關鍵基礎問題，包括防洪體系－研究區域環境現況、鄰近排水路治理現況，以及防洪缺口－淹水情形與淹水原因。

(二)瞭解淹水特性

本步驟需掌握相關治理計畫狀況及防洪缺口，同時設定降雨情境(包含氣候變遷下之極端降雨)，以利淹水特性之瞭解。此外，為能釐清各類洪災特性及可採取之因應對策，可將研究區域依社區類型：都會型、鄉村型、沿海型(其特徵如表 1-1)，及洪災型態：外水溢堤型、內水無法排出、排水系統不佳、地勢低窪(其淹水分類型態及發生原因說明如表 1-2)進行洪災成因分析。

表 1-1 社區類型說明

類型	特徵
都會型	<ol style="list-style-type: none"> 1.大多為由居住在公寓、大廈...等建築物的居民所組成，住宅分布密集。 2.以非農業人口占優勢的地區、人口密度高、人口組合具複雜性與異質性、社會接觸的機會較多但卻間接、社會流動大，較不易凝聚共識，參與公共事務的意願往往較不積極，都市社區意識以及社區參與較薄弱。 3.區域內排水除主要河川或排水路，多有雨水下水道及道路側溝密布，排水路若受限於用地則多以箱涵方式施作。
鄉村型	<ol style="list-style-type: none"> 1.大多由具有血緣或地緣關係的居民所組成而形成的社區，住宅分布較零散，通常較重視鄰里間的互相合作，比較能團結社區力量，發揮守望相助的精神，自然資源較多。 2.產業型態多以農業為主，較具習俗和文化。 3.區域內排水除主要河川或排水路，多有灌溉溝渠串連，排水路多以明渠為主。
沿海型	<ol style="list-style-type: none"> 1.臺灣沿海地區係定義平均高潮線往內陸推移至第一條稜線或三公里間所涵蓋之區域，此處係依地理環境之排水特性分類，以沿海地區受感潮段或地層下陷影響的社區為主。 2.區域內排水多受感潮影響或因地層下陷致水位低於海平面，具有坡度平緩、流速慢的特性，產業型態多以養殖漁業為主。

表 1-2 淹水分類型態及發生原因

型態	發生原因	常見狀況
外水溢堤	通水能力不足	(1)河道狹窄、淤積、阻塞，常見於舊市區，以及人口密集區。 (2)河道束縮或局部通水瓶頸，例如取水工、橋梁、閘門...等。 (3)護岸高度不足：包含背水堤高度不足，兩側不等高...等。 (4)主支流銜接角度不良。 (5)水路縱坡控制不良。 (6)超出外水保護標準的降雨。
內水無法排出	外水位過高或外水位頂托造成內水無法排出	(1)內水排放點之外水位高於內水位，內水無法排出 (2)外水位影響效應，例如海水漲潮
排水系統不佳	排水設施本身不良造成	(1)地表收集系統不良：例如公園或廣場收集系統不良、道路側溝未做、側溝排水孔不足、銜接不良、斷面束縮、管線橫越、淤積等。 (2)下水道排水系統不良：例如雨水下水道未做、雨水下水道已做但在管徑、銜接、坡度及淤積等水理因素存有不良的情形。 (3)道路排水系統不良：道路縱橫坡低點，例如地下道、局部碗型道路。 (4)排水系統銜接不良：主要發生在前後開發區或不同開發者排水系統未整體考量，造成下游側無法負荷，或上游側無法排出的情形。 (5)抽水站等動力排水設備排水能力不足。
地勢低窪	因地勢低窪或地勢變化所造成	(1)地形因素不良：例如地形上的碗狀低窪區域、地層下陷區。 (2)未開發區之逕流因素：未開發區之地表逕流形成瞬間洪峰，超出已開發區排水系統負荷，例如農業區之非集中逕流造成地表汪洋一片，道路無法通行。 (3)興建設施之阻隔因素：由於道路開闢、基地之開闢，造成未開發區排水不良，或於開發及未開發交界處產生淹水情形，例如道路興闢時橫越道路之排水道通水斷面不足，常造成路堤效應阻塞問題，包含山區道路常見的橫越暗渠阻塞。

部分引用自「101 年度臺中市深耕區災害防救種子人員訓練班－淹水型態與防災對策」簡報內容

階段二：韌性提升方案建立

第二階段「韌性提升方案建立」包含兩項步驟：洪災韌性提升方案彙整，以及非工程措施考量。步驟一：洪災韌性方案彙整，係綜整各種可適用之專業方案以供後續與民眾交流討論時參考使用。步驟二：非工程措施考量，當工程措施未如預期提升洪災韌性時，需考量其它軟性方案。

(一) 洪災韌性方案彙整

藉由第一階段確定研究區域的初步目標後，接著應確定洪水韌性提升的可能方向。在這階段，將進行洪災韌性提升方案的篩選，依照研究區域淹水特性、地理環境、人文環境等條件，初步選擇可適用於研究區域，且未來可能被落實的洪災韌性提升方案。而方案的類別可區分為三大類：灰色工程、綠色工程、非工程。洪災韌性方案應檢視是否有未完備之灰色工程，並加入綠色工程來提升其洪災韌性。其中，由於國內外文獻並未針對灰色工程、綠色工程、非工程等名詞進行明確之定義，故本計畫嘗試針對前述名詞定義如后。

灰色工程：因應防洪需求，於地上或地下所施作之工程構造物。綠色工程：因應防洪需求，且在灰色工程基礎上，考量 NBS 概念於地上或地下所施作之項目。

(二) 非工程措施考量

面對氣候變遷極端降雨的衝擊下，綠色工程未必能如預期的提升研究區域的洪災韌性，此時應考量非工程措施，透過警戒與防災體制的規劃、對民眾的教育與宣導、適當的土地利用規劃等非工程措施的導入，提升研究區域之洪災韌性。非工程措施本計畫嘗試定義為：因應防洪需求，透過管理層面進行的人為措施，如緊急避難規劃、防水閘門的架設、防洪相關軟體開發與補助措施等。

階段三：民眾參與

第三階段「民眾參與」包含兩項步驟：感知評量以及需求調查。

步驟一：感知評量，係用以瞭解民眾對於洪災容受力與感知程度進行提案的調整。步驟二：需求調查，係就個別洪災韌性提升方案進行調查，瞭解民眾面對淹水情境之偏好與選擇。

(一)感知評量

隨著資通訊科技服務的發展，創造了對「使用者」更廣泛，社群化的理解，以及提供了跨時空尺度下探討環境-社會的契機。社群的去地域性使其對象不再受限於在地居民，而是因特定議題所聚合的群體。網路使用者(社群成員)在網路上評價以表達其感知的可能，在群眾外包的概念下搜集社會評價所建立的資料庫，除了呈現大眾，一般性的社會價值，也可以在適地性服務的概念下提供推播通知與資訊傳遞的加值服務。現有的研究計畫都已經證明這樣的技術應用在社會評價上的可行性。

基此，以資通訊科技結合群眾外包與用戶生成內容的概念下，發展一套用於城市空間特性動態指認與加值的系統，開放市民智慧共同參與在都市空間活化的決策過程當中，開創出智慧社區^{註1}乃至於智慧城市在空間成型與治理的創新途徑。因此，藉由感知評量可以瞭解民眾對於洪災容受力與感知程度以作為提案與調整的依據。

(二)需求調查

韌性的提升的成敗取決在民眾的接受度與參與程度，任何的洪災韌性提升方法，不論是工程或是非工程手段，若是不能符合民眾的需求，都將無法呈現韌性提升的效果。民眾需求的調查，可透過訪談、工作坊等交流方式進行，以瞭解民眾面對淹水情境之偏好與選擇。此外，需求調查亦須考量專業領域人士的意見，以便於後續地方政府推動作業的運行。

註1：智慧社區所應提供的智慧生活服務與使用者需求息息相關，除了質化的從訪談等形式中了解使用者想法，感知式的評量方法，藉由側面的問答來了解使用者的感受，並將其以空間資訊視覺化的方式加以呈現，可作為智慧社區發展的參考依據或檢核標準。

階段四：方案成效模擬與評估

第四階段「方案成效模擬與評估」包含兩項步驟：淹水數值模式建置，以及韌性方案成效評估。步驟一：淹水數值模式建置，係針對研究區域建置淹水模擬模式，以瞭解地表淹水情況。步驟二：韌性提升方案成效評估，係以模式模擬評估相關初步方案成效，以供民眾參考並選擇最適切方案使用。

(一) 淹水數值模式建置

藉由淹水數值模式的輔助，可檢視各種洪災韌性提升方案對研究區域所帶來的效益，且具有視覺化的呈現，便於後續與民眾討論時使用。基此，淹水模式需具備可處理研究區域現況排水能力、分析現況淹水情形、探討排水不良原因、評估韌性提升方案之改善效果與設施規模，據以選用合宜之模式進行淹水模式的建置。

(二) 韌性提升方案成效評估

研究區域淹水模式建立後，配合階段三民眾選擇之洪災韌性提升方案，透過模式模擬評估其成效，並透過數據化與視覺化的呈現，以供民眾檢視並進一步討論調整方向。

階段五：研提方案與推行

第五階段「研提方案與推行」包含兩項步驟：評估方案推行困難處，以及研擬各部會分工。步驟一：評估方案推行困難處，需瞭解不同方案可能面臨之問題(包含法規、工程、國土、民眾等面向)及連動影響，據以進一步研提其推行方式。步驟二：研擬各部會分工，需針對各方案與具體措施進行各部會分工研擬，以利推行。

(一) 評估方案推行困難處

此步驟主要係將階段四所提出民眾接受的提升方案，進一步分析可能面臨之問題、推動之難處，以及方案推行後是否會對鄰近地區造成影響，以避免方案推行時礙於法規限制、工程條件、國土規劃或鄰近地區民眾反對等問題而造成方案無法推行。

(二)研擬各部會分工

透過前述步驟鎖定最終之推行方案，釐清可能之跨部會合作項目，據以擬定分工項目，同時釐清權責。

本(109)年度計畫之工作項目將依據本計畫研擬「洪災韌性提升策略建構五階段」，於後續依序說明極端氣候下可能淹水情勢分析(階段一)、洪災韌性提升方案設計(階段二、三)、方案成效評估方式(階段四)，並針對洪災韌性提升方案之推行(階段五)，研提具體措施與各部會分工架構，作為後續推動之參考依據。

第二章 極端氣候下可能淹水情勢分析

本章內容係對應提升洪水韌性策略架構五階段之第一階段「洪災成因分析」。氣候變遷影響下未來可能發生更極端地降雨情況，為了防範未來氣候變遷可能產生更嚴重淹水的影響，必須分析極端降雨的可能淹水情況。

根據水文特性分析瞭解過去曾經發生的嚴重水文事件之特性，檢討目前不同重現期距的累積雨量計算，更著重在這幾年發生的極端水文資料進行統計分析，並加入氣候變遷的影響。同時也將蒐集歷史暴潮資料，瞭解近幾年暴潮與歷史暴潮的變化，設定可能的暴潮情境。進一步將現況情境資料與假設極端情境資料進行淹水模擬，分析洪災示範區受極端氣候下增加的淹水影響，以掌握需要加強提升韌性之處。後續再交由下一階段分析可行的近自然解決方案，作為洪災韌性提升方案的建議設計。

一、極端情境設定

(一)極端降雨情境方法回顧

首先針對極端降雨之定義與其門檻，本計畫蒐集國內外相關文獻瞭解極端降雨之設定門檻與設定方式，據以供後續分析參考使用。

表 2-1 設定極端降雨所採用門檻或方法

單位或來源	極端降雨門檻或方法
印度氣象局	24 小時累積雨量達 115.0~201.4mm
臺灣中央氣象局	24 小時累積雨量達 350mm 以上
國家災害防救科技中心	全臺每日最大各延時累積雨量平均值加上 2 個標準偏差
Johnson and Smithers, 2019 Review: Methods for the estimation of extreme rainfall events.	回顧美國、澳洲、英國與南非等國家的極端降雨設定方法，均採用 PMP 來推估極端降雨

極端降雨雨量設定之原則大致包括三種方式：(1)歷史場次重現、(2)歷史場次空間或時間類比設定、(3)假設值設定。本計畫蒐集並彙整國內常見之極端降雨設定方式，依序概述如后。

1、歷年場次重現

歷史極端降雨重現主要有兩種方式：在地歷史最大暴雨場次、全臺歷史最大。

(1)在地歷史最大暴雨場次

參考國家災害防救科技中心(NCDR)之極端降雨定義，蒐集全臺降雨紀錄，針對不同延時(2、6、12、18、24 小時)雨量設定極端降雨門檻為：平均值加上 2 倍的標準差。進而篩選全臺各區域(北、中、南、東)各延時超過門檻值之降雨事件，選取滿足多數不同延時下，可達極端降雨門檻之事件，作為該區域歷史最大暴雨場次。

(2)全臺歷史最大暴雨場次

蒐集全臺灣歷史上造成最大災情之暴雨場次，將該極端暴雨事件從原本發生的地方移至計畫區域，例如民國 85 年賀伯颱風暴雨中心由阿里山站移至計畫區，直接以該場次之暴雨量及雨型做為極端氣候條件，進行淹水模擬，雨型搭配直接雨型或同位序雨型。

2、歷史場次空間或時間類比設定

空間或時間類比的方式，主要是假設將歷史發生的最大降雨，考慮時間推演或是空間移動條件下，根據地理位置與大氣條件的改變，推算出在該地區可能發生的最大降雨，最常見的方法即是採用可能最大降雨量(PMP)法。

Johnson and Smithers(2019)回顧了國際上的極端降雨設計方法，提到眾多工程、環境和生態保護等設計決策中，設計降雨量估算是設計洪水估算所需要的輸入，可靠設計雨量估算，對於保護人類生命和財產至關重要，同時也影響工程的風險與經濟影響，該文章中回顧美國、澳洲、英國與南非等國家，均採用 PMP 來

推估極端降雨，以作為水工建築物的規劃、設計和風險評估之用。

而臺灣 PMP 之推估方式係取自世界氣象組織之「可能最大降水量之推估手冊」，其乃根據研究流域內實測雨量記錄，採用統計方法推估可能最大降雨量。本法僅適用於集水區內雨量記錄達 10 年以上者且適用延時範圍自 5 分鐘至 24 小時。其可能最大降雨量推估公式如下：

$$PMP = \overline{X}_n' + k_m s_n \quad (1)$$

式中， \overline{X}_n' 為調整後之年最大降雨量平均值； k_m 為可能最大降雨量之頻率因子； s_n 為調整後之年最大降雨量標準偏差。然而，兩型方面則同樣採用同位序雨型。

3、假設值設定

假設值設定方式係採在地曾經發生最嚴重的降雨或產生的逕流量乘上安全係數來設定，例如 2013 年經濟部水利署水利規劃試驗所在的「淡水河流域因應氣候變遷防洪及土砂研究」計畫中，採用淡水河模擬流量的 1.2 倍，以凸顯氣候變遷極端降雨之情境。而在 2020 年行政院災害防救專家諮詢委員會中則是建議考慮氣候變遷影響，淡水河應考慮 1.4 倍納莉颱風降雨情境。

(二)極端降雨設定方式初步評估

極端降雨之設定，係為洪災韌性提升策略研擬過程中，提供研究區域所可能發生最嚴重降雨情境之依據，故極端降雨情境設定應盡可能反映氣候變遷帶來之影響，同時避免引用過為極端之降雨而喪失其參考價值。

基此，本計畫由曾文溪流域上游雨量站中，隨機挑選較靠近曾文水庫的龍美站與馬頭山站(分佈圖如圖 2-1)進行「歷史場次重現—在地歷史最大暴雨場次」分析，並與曾文水庫第四次安全評估中估算之延時 24 小時 PMP(2,078 mm)進行初步評估與比較，以建議較合適之極端降雨設定方式。

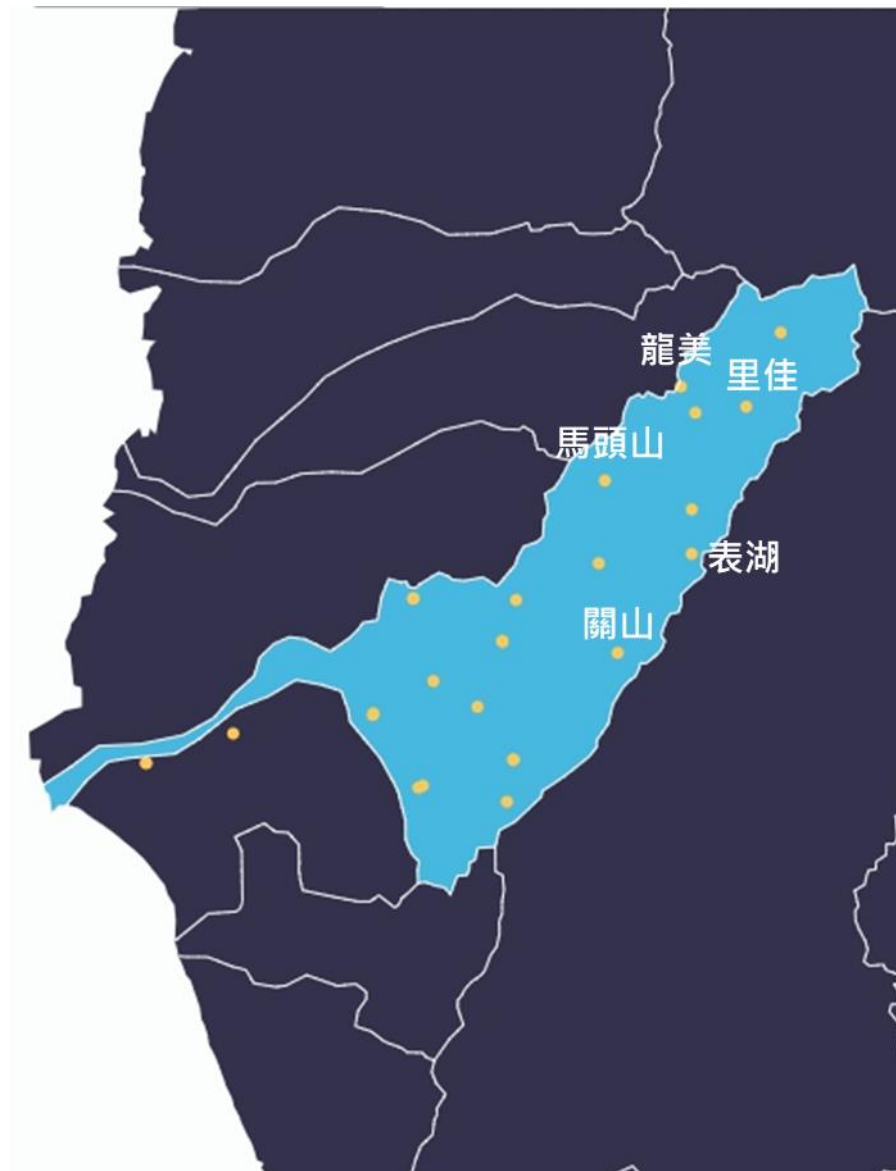


圖 2-1 曾文溪流域上游雨量站分佈圖

參考 NCDR 對於極端降雨之定義：平均值加上兩倍標準偏差。本計畫蒐集龍美站(1988 年~2020 年)與馬頭山站(1988 年~2020 年)之歷年雨量資料，針對延時 2、6、12、18、24 小時降雨總量進行歷史極端降雨事件之篩選，挑選滿足最多數不同延時下達極端降雨門檻之降雨事件。茲將步驟說明如后：

1、計算延時 24 小時極端降雨門檻

蒐集雨量站歷史雨量資料，並濾除時雨量為 0 之資料，並篩選延時 24 小時累積雨量達中央氣象局所定義之豪雨等級(延時

24 小時累積雨量達 80 mm 以上)者，計算其平均值以及標準差，據以計算延時 24 小時降雨事件之極端降雨門檻值。

2、不同延時極端降雨門檻值計算

在滿足延時 24 小時極端降雨門檻條件下之降雨事件，進一步計算各延時(2、6、12、18 小時)累積雨量、平均值，以及標準差，據以計算各延時之極端降雨門檻值。

3、統計達極端降雨門檻之歷史降雨事件

依據前述各延時極端降雨門檻值，篩選達到該門檻之歷史降雨事件及其發生時間，並統計達到各延時門檻之次數，選取達最多延時極端降雨門檻次數之降雨事件，作為歷史極端降雨事件。

此外，若以此方式篩選所得之歷史極端降雨事件為複數場次，則建議檢視研究區域之地區特性，並依下述原則進行極端降雨事件之篩選：

- (1)研究區域為都會型，在滿足延時 24 小時極端降雨門檻之條件下，建議以滿足短延時(2、6 小時)極端降雨門檻值較多次之降雨事件為主。
- (2)研究區域為鄉村型，在滿足延時 24 小時極端降雨門檻之條件下，建議以滿足長延時(12、18 小時)極端降雨門檻值較多次之降雨事件為主。

依上述極端降雨事件篩選方式，龍美站與馬頭山站所篩選滿足最多數降雨門檻(2、6、12、18、24 小時)之歷史降雨事件為 2009 年莫拉克颱風。統計龍美站與馬頭山站在莫拉克颱風期間，延時 24 小時最大累積降雨量(如表 2-2)分別為 1214 mm 及 1380 mm，皆小於曾文水庫延時 24 小時 PMP(2,078 mm)。且國內採用 PMP 係作為水工建築物(如水庫)之規劃、設計與風險評估使用，其極端降雨推估值較大，較不適用於都市地區與鄉村地區的防洪參考，故建議採用 NCDR 對極端降雨之定義設定相關情境較為合適。

表 2-2 莫拉克颱風龍美站與馬頭山站最大延時 24 小時時雨量

時間	龍美站雨量(mm)	時間	馬頭山站雨量(mm)
2009/8/8 13:00	36.5	2009/8/8 08:00	44
2009/8/8 14:00	64	2009/8/8 09:00	26.5
2009/8/8 15:00	51	2009/8/8 10:00	20.5
2009/8/8 16:00	46.5	2009/8/8 11:00	16.5
2009/8/8 17:00	57	2009/8/8 12:00	29
2009/8/8 18:00	56.5	2009/8/8 13:00	44
2009/8/8 19:00	48.5	2009/8/8 14:00	72.5
2009/8/8 20:00	54.5	2009/8/8 15:00	67
2009/8/8 21:00	53	2009/8/8 16:00	74
2009/8/8 22:00	62	2009/8/8 17:00	73.5
2009/8/8 23:00	59	2009/8/8 18:00	61.5
2009/8/9 00:00	62	2009/8/8 19:00	53
2009/8/9 01:00	75.5	2009/8/8 20:00	57.5
2009/8/9 02:00	62	2009/8/8 21:00	81.5
2009/8/9 03:00	72	2009/8/8 22:00	103.5
2009/8/9 04:00	53	2009/8/8 23:00	79
2009/8/9 05:00	42	2009/8/9 00:00	80.5
2009/8/9 06:00	22.5	2009/8/9 01:00	71
2009/8/9 07:00	48.5	2009/8/9 02:00	43.5
2009/8/9 08:00	64	2009/8/9 03:00	75.5
2009/8/9 09:00	31.5	2009/8/9 04:00	64.5
2009/8/9 10:00	36	2009/8/9 05:00	58
2009/8/9 11:00	30	2009/8/9 06:00	29
2009/8/9 12:00	27	2009/8/9 07:00	54.5
總計	1214	總計	1380

此外，前述極端降雨情境設定方式中之「假定值設定」，在 2020 年行政院災害防救專家諮詢委員會中，建議淡水河應考慮 1.4 倍納莉颱風降雨情境以凸顯氣候變遷之影響，惟此一倍率之訂定目前較缺乏方法性的論述。基此，本計畫以 NCDR 所提供之動力降尺度雨量資料，並綜整前述方法嘗試進一步建議一具備理論依據之極端降雨設定流程與方法，以供未來極端降雨情境設定之相關作業參考使用。

(三)極端降雨設定方法建議

本計畫將極端降雨設定分為兩部分進行概述：首先，透過極端降雨門檻之設定，以及「歷史場次重現—在地歷史最大暴雨場次」篩選在地歷史極端降雨事件，並以該場歷史極端降雨事件之總雨量查找對應頻率年。接著，再以 NCDR 之動力降尺度雨量資料進行頻率分析，計算各頻率年氣候變遷雨量與基期雨量之變化比例，藉以得到用以放大歷史極端降雨事件之倍率，其設定流程如圖 2-2。茲將其細部步驟說明如后。

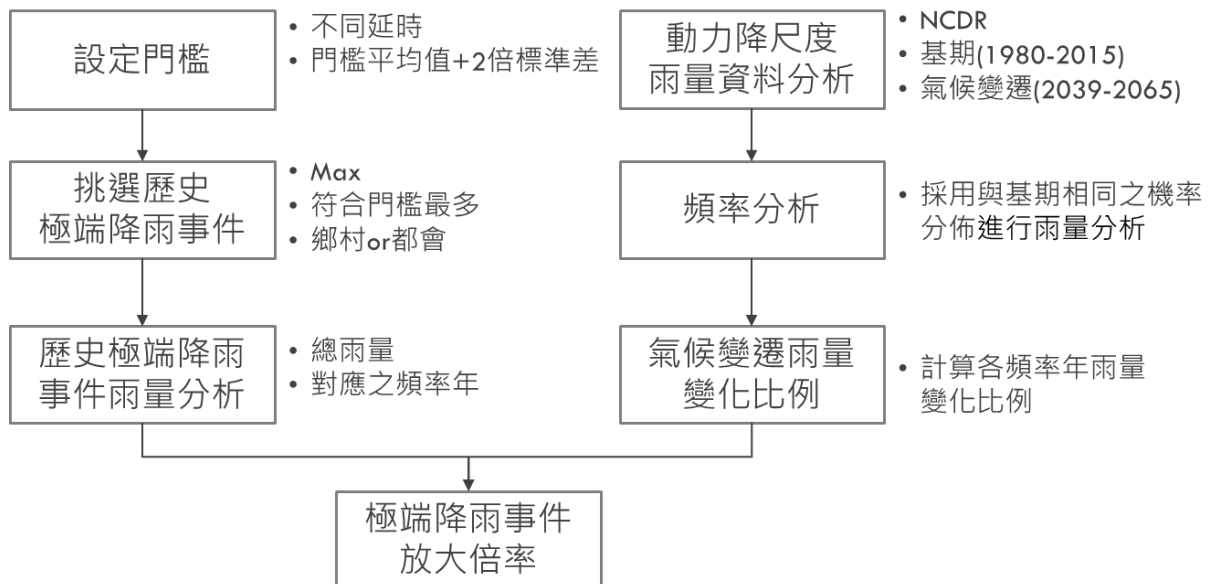


圖 2-2 極端降雨設定流程

1、歷史極端降雨事件篩選

歷史極端降雨事件篩選方式與前述步驟相同，惟篩選取得極端降雨事件後，計算其延時 24 小時之總雨量，並透過該區域之連續 24 小時最大暴雨頻率分析結果，據以對應其總雨量之頻率年。

2、放大倍率

為反應氣候變遷之影響，本計畫係以 NCDR 提供之動力降尺度雨量資料進行頻率分析，藉以瞭解氣候變遷下各頻率年雨量

相較於基期之變化比例，作為歷史極端降雨事件之放大倍率。而頻率分析方式則係依經濟部水利署於民國 90 年編撰之「水文設計應用手冊」，選用一般極端值分佈(簡稱 GEV)、極端值一型分佈(簡稱 EV1)、皮爾遜三型分佈(簡稱 PT3)、對數皮爾遜三型分佈(簡稱 LPT3)，及三參數對數常態分佈(簡稱 LN3)等五種常用極端事件之機率分佈進行基期雨量頻率分析，並依據各種機率分佈選用準則判定該區域雨量站最適合分佈，據以作為氣候變遷雨量資料機率分佈方式之選用依據。

3、極端降雨事件倍率放大

最後，由步驟 1 所得之頻率年，及步驟 2 中可取得該頻率年氣候變遷相較於基期之雨量變化比例(放大倍率)，據以將研究區域該頻率年之設計雨量，乘以其放大倍率，作為氣候變遷影響下之極端降雨量，兩型則沿用原兩型。

(四)暴潮情境

暴潮分析方面，可分為河口暴潮分析，及區域排水暴潮分析。

(1)河口暴潮分析：需蒐集歷年颱風暴潮及河口潮位資料進行分析，為瞭解天文潮以外的暴潮位高作為設計暴潮位，以計算極端暴雨情境，遇到河口暴潮位，則洪流量無法宣洩，導致迴水位向內陸延伸之情況。(2)區域排水暴潮分析：排水出口匯入河川未位於感潮河段者，需由排水匯入處之河川流量歷線推估河川之水位歷線作為排水出口下游之邊界條件；排水出口匯入河川位於感潮河段者，則需由河川出海口下游之邊界條件(通常採用 7~10 月大潮平均高低潮位歷線)及河川排水匯入處上游之邊界條件(排水匯入處上游河川之流量歷線)演算排水出口之河川水位，及排水低地之淹水情形。

暴潮水位情境條件方面，需考量暴潮偏差及海平面上升，其中設計波高與暴潮偏差均是考量 50 年重現期之極值分析結果，由「歷史資料」和「氣候變遷資料」的極值進行分析，推求 50 年重現期條件，來估氣候變遷下增量，以設定為極端情境條件；另於天文潮方面則採用潮汐能量法建立各計畫區域代表潮型，配合暴潮偏差值擬

訂暴潮情境，同時引入海平面上升資料，來做為氣候變遷條件下海域起始水位條件。簡言之，氣候變遷情境之暴潮水位值需透過代表性天文潮位、海平面上升水位及暴潮偏差水位之疊加推估(如圖 2-3)。

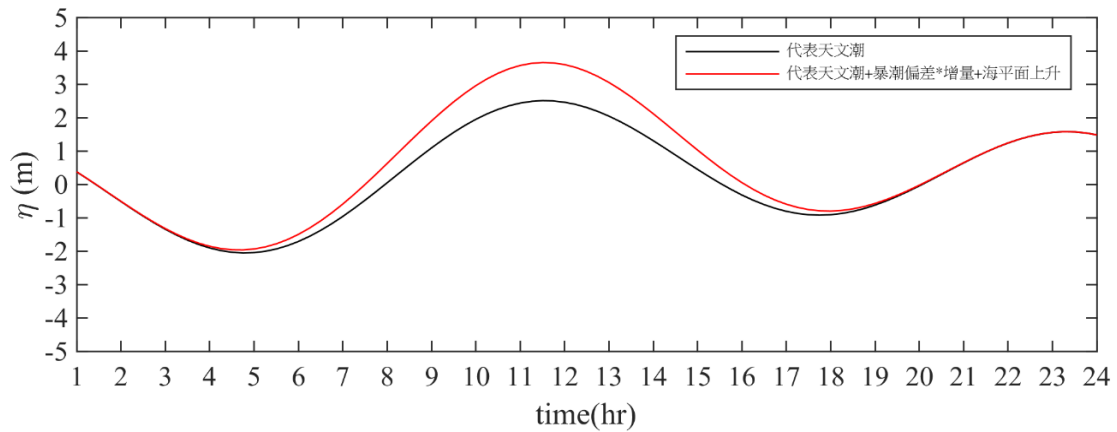


圖 2-3 極端情境下的暴潮

後續將配合上述極端降雨及暴潮情境之設定，輸入淹水模擬模式進行模擬，模擬結果將可作為洪災淹水之預警參考。

二、淹水潛勢分析

淹水模式經過多年演進與使用，國、內外目前常用的淹水分析模式有擬二維淹水模式、市區排水淹水模式、FLO-2D 淹水模式及 SOBEK 淹水模式，其功能比較如表 2-3 所示。

表 2-3 國內常用之淹水模式比較表

模式特性	擬二維淹水模式 (或核胞淹水模式)	市區排水 淹水模式	FLO-2D 淹水模式	SOBEK 淹水模式
一維渠道演算	近似曼寧公式或 變量流模式	變量流 (動力波方程式)	變量流 (動力波方程式)	變量流 (動力波方程式)
二維地表漫地流 演算	格區水流連續方 程式與流量公式	零慣性方程式	動力波方程式	動力波方程式
雨水下水道演算	否	可	否	可
排水結構物演算	孔口、堰、涵洞、 橋樑、閘門、抽水 機、滯洪池	孔口、堰、涵洞、 橋樑、閘門、抽 水機、滯洪池	涵洞、橋樑	孔口、堰、涵洞、 橋樑、閘門、抽水 機、滯洪池、虹吸 工、倒虹吸工
網狀水路演算	可	可	否	可
渠道超臨界流演算	否	否	否	可
視窗操作介面	有	無	有	有
地理資訊系統整合	有	有	無	有
淹水動態展示	有	有	有	有
模式之優點	1.格區依地形、地物 劃設，較符合實際 地貌。 2.國內研發，軟體取 得及擴充容易。	1.模式完整，適用 於市區及非市區 一般之淹水情 況。 2.國內研發，軟體 取得及擴充容 易。	模式及操作介面尚 稱完善。	1.模式頗為完整，操 作視窗化人性 化，演算成果展示 佳。 2.模式含甚多水利 模組，便於連結應 用。
模式之缺點	1.格區面積較大，格 區交界常缺乏實測 高程資料，流量公 式之係數不易決 定。 2.資料建置稍慢，演 算時間較一維長。	1.缺乏整合性之視 窗操作介面。 2.資料建置慢，演 算時間較一維及 擬二維模式長。	1.排水構造物不 足。 2.國外研發，模式 擴充不易。 3.資料建置慢，演 算時間較一維及 擬二維模式長。	1.國外研發，軟體費 用較貴。 2.資料建置慢，演 算時間較一維及 擬二維模式長。

而眾多淹水數值模擬模式中，以 SOBEK 為目前水利署、業界最常使用此商業模式作為計畫分析模擬的工具，其包含一維渠流模式、二維漫地流模式、雨水下水道模式等，其可依集水區地形、渠道及排水構造物情況，同時演算整個淹水過程，充分顯現集水區地形、渠道及排水構造物對排水之影響，較能真實模擬集水區洪水之運動情況，據以瞭解現況排水能力，分析現況淹水情形，探討排水不良原因，評估改善方案之改善效果與設施規模，以研擬有效可行方案。

淹水潛勢分析所需資料包括地文資料、水文資料、歷史淹水資料與其他資料，共計有四大類，各類資料之內容及來源，詳細內容如表 2-4。

淹水模擬分析流程需涵蓋資料蒐集、地表淹水模擬(含模式檢定與驗證)、現況各重現期淹水分析、改善方案設置及模擬、氣候變遷各重現期淹水分析等步驟，茲將流程圖繪製如圖 2-4 所示。本計畫採用 SOBEK 模式進行淹水模擬分析，詳細建置說明請參閱第四章第二節。

表 2-4 淹水潛勢所需基本資料表

項目	細項	建議索取單位
地文資料	1、最新之官方高解析度數值高程模型 2、航照正射影像 3、河川排水之水道資料 4、重要水工建造物 5、雨水下水道資料 6、海岸概況資料 7、土地利用類別與面積	內政部國土測繪中心 內政部營建署 農林航空測量所 縣市政府工務處 縣市政府建設處 經濟部水利署各河川局 農田水利會
水文資料	1、各種設計暴雨量之降雨量 2、設計暴雨雨型 3、歷年颱風事件降雨量、流量及水位紀錄 4、潮位資料	經濟部水利署水文資訊網 中央氣象局 縣市政府工務處 縣市政府建設處
歷史淹水資料	1、歷年颱風事件淹水調查資料 2、淹水深度 3、淹水原因 4、淹水地區及範圍	縣市政府工務處 縣市政府建設處 經濟部水利署各河川局
其他資料	1、相關規劃報告 2、計畫區內整治情形資料 3、重要水工建造物操作規定等	縣市政府工務處 縣市政府建設處 經濟部水利署各河川局

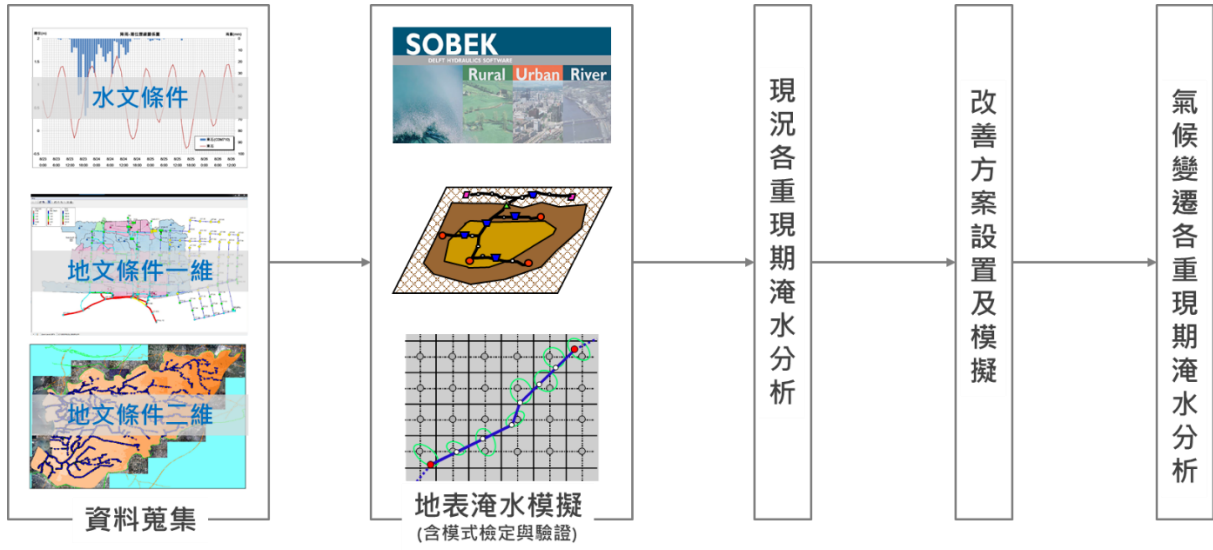


圖 2-4 淹水模擬分析步驟流程

第三章 洪災韌性提升方案設計

本章內容係對應提升洪水韌性策略架構階段二「韌性提升方案建立」與階段三「民眾參與」。在極端情境下，洪水造成之衝擊可能已超出灰色工程所能負擔的範圍，且工程施作又礙於經費的考量下，亦不可能無限制的提高基礎工程的保護標準，此時我們所需借重的，係綠色工程與非工程的考量與導入，以期將極端情境下洪水造成之衝擊盡可能降至最低，使民眾在生活不便感降至最小。

一、國際洪災韌性推動方向

(一)美國 FEMA

美國中西部於 1993 年歷經歷史上最大洪水事件，其造成 50 人喪身、54 萬人無家可歸，需要緊急避難所或臨時住處。5 萬房屋被毀或受損、75 個社區完全沉浸於水中。根據相關研究，財產損失達 120~160 億美元，若將經濟損失納入考量時，其損失金額將更高。

依據「The 1993 Great Midwest Flood: Voices 10 Years Later」(Federal Emergency Management Agency, FEMA, 2003)所述，美國政府採取之作為：(1)綠色工程方面，係透過水患風險評估後，輔導民眾遷離高脆弱性的區域，並於較低脆弱性且安全的區域重建家園，針對原高脆弱性的地區進行森林復育與開闢生態沼澤的方式強化原有灰色基礎建設之不足。(2)非工程方面，針對仍選擇居住於洪氾區的人民，建議購買洪災保險以彌補未來可能產生的損失，同時減輕災後國家稅金用於援助與災後復原重建的負擔。文章中以多個家園重建及洪災保險推行成功之經驗，敘述洪災保險與土地使用規範的重要性。惟，收購洪氾地區需高額的資金，並非可輕易達成之方式。

(二)聯合國國際減災策略組織

此外，聯合國會員國於 2015 年通過的「仙台減災綱領 2015-2030」旨在防止產生新的災害並減少現有的災害風險、生命與生計損失、經濟資產及關鍵基礎設施地破壞。關注高風險人群，強化居民和社區的韌性，並確保以風險為依據的土地利用與都市規劃對於實現此目標至

關重要，因此 UNDRR 於 2020 年透過「Words into Action guidelines: Implementation guide for land use and urban planning」此行動指南，介紹如何透過土地使用與都市發展規劃降低災害風險。其中，透過法規架構、土地使用及空間規劃、都市發展與基礎設施計畫，以及非都市區的改善等方向，說明如何將降低災害風險納入都市規劃中，茲將其內容摘要如下：

1、法規架構

法規如果可以有效利用，可以避免住宅區位於易致災的土地上，提供安全和保障，並建立降低風險的設計和施工標準。法規可主導城市發展相關的政策、法律和規定。

法規的規劃並非憑空運作，而需與其他法規(例如與財產，環境，土地和房屋有關的法律)相互作用，此外，將權力、責任和資源分配給各級政府運作，但是通常降低災害風險的職責在各級單位之間分配不均。因此，政府各級單位間的關係相當重要。

在都市規劃方面，法規包括規劃政策、法律、規則、建築要點和準則，而為了減少風險，需要在法律規劃方面進行觀點轉變。立法需有前瞻性，而不是被動的，在災害發生前即有因應措施。法規規劃在降低災害風險中可以發揮積極作用，如將較重要設施規劃放置在風險較小的區域中，將可得到最大程度的保護，例如醫院、學校、社區中心、紀錄保存設施和關鍵基礎設施等。但是，當法規規劃過度排除都市發展或都市建設時，將對城市未來發展造成影響，故需適時放寬要求，例如允許將使用空間切割為較小區塊以降低取得成本，以確保城市貧困人口能夠負擔得起並且能夠獲得位於服務和就業機會附近的土地。

表 3-1 降低災害風險整合道立法與法規框架之可採取步驟

	降低災害風險之整併方式
政策	<ul style="list-style-type: none"> • 持續政策聯繫或協商，像是國際協議和指南(例如仙台減災綱領)。 • 闡明計畫中如何包含降低災害風險 降低災害風險的方向，並引導決策過程。 • 闡明相關政策之間的明確關係。 • 將重點放在規劃設計階段婦女和其他邊緣弱勢團體參與決策。 • 重視城市公民的權利，使無法獲得基本權利的弱勢族群增強抵禦能力。 • 貧民區/非正式住宅區改善政策。 • 將土地使用規劃和工業安全有關的事項進行跨界合作。
立法	<ul style="list-style-type: none"> • 要求將降低災害風險納入所有級別的計畫、法規。 • 應更靈活地適應當地需求。 • 要求法規和計畫核可過程中預包含哪些類型的災害訊息。 • 立法制定公民參與的機制，並確立參與的意義及參與程度。
規則	<ul style="list-style-type: none"> • 要求管理設計的法規納入降低災害風險。 • 為利監控易致災地區的發展，應持續維護土地使用分類和脆弱性清單、城市空間和建築數據等。
準則與要點	<ul style="list-style-type: none"> • 準則和要點要能夠展現靈活性，並積極進行公共宣導和意見交流。 • 準則和要點要符合當局或地方執行的能力。 • 實施準則和要點可從下列方式受益： <ol style="list-style-type: none"> 1. 標誌張貼 2. 稅收優惠 3. 交換權力計畫與土地交換 4. 土地集中與土地調整計畫 • 若地方政府沒有執行能力時，可以成立地方監督小組作為執行方式。

2、土地使用及空間規劃

土地的多功能使用也是降低災害風險重要的考慮因素，例如學校和其他公共建築可以在災害期間作為避難所，露天場所和停車場可以被設計成在暴風雨或洪水期間的臨時滯洪池。

將降低災害風險整合到計畫中，亦有助於災害應變和重建，空間計畫可以透過適當的安排和佈局來提升緊急應變，例如救援行動提供策略性的空地和完善規劃的道路網絡。表 3-2 說明不同類型的空間規劃計畫其目的、優點及缺點。此外，應確保所有技

術人員和規劃部門都了解復原力和降低災害風險的概念，人員培訓為最重要的起始步驟。

表 3-2 不同類型之空間規劃計畫目的與優缺點

	說明	整合降低災害風險的潛力
策略規劃	將社會、經濟、空間和環境等納入土地使用發展計畫，並進行組織再造以維持城市的革新。	將具有抗災能力的計畫、機構、組織和主要財務連結一起。在 SWOT 分析中辨別危害和風險，並納入計畫制定的過程中。著重於政治的包容性、婦女和其他弱勢團體可參與決策和設計過程。
綱要計畫	詳盡且動態地針對經濟成長、基礎設施、住房和建築環境等方面做長期計畫。	以技術性的方式針對災害風險降低進行規劃。傾向於大型專案。對災害風險降低採取嚴格的立法規範措施。
區域計畫	廣泛說明整個地區的土地使用、基礎設施及定居方式，可能涉及多個管理結構、區域計畫及區域類型，例如城市、農村、郊區和農業。通常適用於單個市區。	有助於了解區域的風險、災害、暴露和脆弱性，包括城鄉的聯繫和影響。
改善非正式住宅區	為生活在貧民區中最脆弱的人群優先安排基礎設施。	將城市的社區發展與減少風險優先相互連結，可以提高邊緣住宅區和脆弱人群的風險承受能力。
都市部門計畫	包括運輸計畫、公園和開放空間策略、廢物管理計畫、住房策略，以及地下規劃等。	確認部門的具體行動方案，盡可能地降低風險並為調適做好準備，也可以在相關專案計畫和開發計畫中制訂基於風險的原則。

3、都市發展與基礎設施計畫

都市發展和基礎設施計畫包括道路和運輸、住房、電信、醫療健保、教育、開放空間、水和污水處理基礎設施等，隨著城市地區人口和密度的增加，城市基礎設施的複雜性也隨之增加。理想情況下，城市基礎設施計畫應屬於長期策略或整體規劃。

落實降低災害風險時應先思考：(1)基礎建設的功能或受惠對象為何、(2)目標是否致力於城市減災和復原力，都市發展和基礎設施計畫可以透過以下方式建立抗災能力：

- 透過環境影響評估瞭解及確定新的基礎設施如何影響自然系統，將自然生態系統納入都市基礎設施和韌性計畫，並尋求機會改善或恢復已退化的(rehabilitating degraded)都市自然環境。
- 設計基礎架構，即時應變並降低災害的發生；並準備多次演練操作及備案措施的規劃。
- 與地方社區合作執行改善計畫
- 設計大型地下空間(例如停車場及隧道等)，以便它們可以發揮多種降低災害風險的功能(例如臨時滯洪池或避難所)，同時為都市提供用水、排水、能源和廢物清除等服務。

表 3-3 列出可將降低災害風險整合到都市發展與基礎設施之關鍵機制。

表 3-3 降低災害風險整合都市發展與基礎設施之關鍵機制

專案計畫階段	說明
辨別有潛力的專案計畫	應優先考慮可提高城市適應力的基礎設施項目和投資，投資項目應先分析社會、經濟和環境的需求，並解決其中不平等的現象。理想情況下，此類具潛力項目應可反映在空間計畫中。
規劃應用	整個計畫生命週期的設計及規劃都應確保遵守法規、規範和標準，並清楚而詳細地進行風險評估，以了解該項目可能帶來的潛在風險，確定可以納入到計畫設計和規劃中，可降低風險或抵禦風險的措施。
計畫啟動	謹記從各個組織或都市發展中學到的經驗教訓。思考降低風險和韌性措施納入其中可以做哪些改進？
採購 (計畫的部分或全部由公司、組織或社區企業提供服務)	應明確承諾將災害風險因素納入整個計畫項目。 應優先考慮從社區團體/中小型企業(SME)採購包含災害風險的服務。
設計規劃	在歷史數據資料、當地經驗和專業知識的幫助下，可以確定最安全的區域，並決定投資項目的優先次序，以降低突發事件和日常風險。沒有前述資料的地方，盡量與有組織的社區和大學合作，將有助於重要數據的收集，並提供信息流通的管道，有利於統整利益相關者的看法和風險分佈。 界定風險和問題的範圍，以供進一步分析，並納入規劃、設計、決策、監測和評估。 如果適用於大型計畫項目，則可以將風險評估的結果納入多標準分析(MCA)或成本效益分析(CBA)中。 在初步設計和施工過程中，採用完善的當地建築工法，可有效降低風險(包括土地使用法規和針對現代設計技術的建築法規)。
財務	在計畫規劃和決策過程中儘早納入降低災害風險措施，可減少額外成本。 如果採用 DRR 或韌性措施則提供額外獎勵措施，例如便宜的保費。
執行	讓利益相關者參與，以確保按規定落實降低災害風險措施。持續檢查材料質量和施工質量。
監測評估	監測評估應包括風險指標，這些指標可以在設計和規劃階段進行的風險評估中得出。

4、非都市區的改善

在中低收入國家的都市發展多數沒有遵循應有的限制，導致易遭受自然和人為災害的影響。此外，當地法規和降低災害風險常被利用成為驅逐人們的手段。為了因應災害風險並建立抗災能力，規劃過程應鼓勵大眾積極參與外，亦需兼顧參與者的實際情

況，盡可能建立各方利益相關者談判協議、基礎設施、提供公共服務等機制，以降低災害風險。如德國麥德林(Medellin)，已從世界上最危險的城市轉變成一個安全且包容的城市，不僅承認其非正式性和風險，並精心構思完善的空間和都市發展政策，與地方社區及企業成為合作夥伴，緩解麥德林的衝突和城市暴力、降低災害風險及增強韌性能力。

(三) 歐盟

近年，歐盟大力推展近自然解決方案(Nature-based Solutions, NBS)的防洪策略，並考量洪災造成衛生、交通等骨牌效應，且所有的防洪作為應以提升人民的福祉為前提，為洪災韌性提升策略增加另一可選擇之方向。近自然解決方案被歐盟定義為：面對各類社會挑戰，盡可能採用善用資源和適應大自然的解決方式，同時確保解決方案能為經濟、社會和環境帶來效益。

氣候變遷影響下，極端水文現象更易產生，所引發洪水災害已經威脅全球人類生命並造成經濟損失慘重，而且災害影響有增加的趨勢。據估計，全球大約有 30%的人口居住在經常遭受洪水或乾旱影響的地區。其主因是生態系統受到人為開發影響後大幅的退化，進而造成洪水災害和極端事件不斷增多，造成自然環境無法充分發揮原有自然解決的潛能。

近自然的解決方案主要由自然環境中來學習啟發，這些解決方案具成本效益、具經濟-社會-環境利益、及建立韌性等功能。由於近自然的解決方案可保護或修復自然生態系統，近年來，人們開始關注近自然的解決方案，逐漸將近自然的思維納入政策制定中，包括水資源、糧食安全、農業、生物多樣性、環境、降低災害風險、城市居住地，以及氣候變化等領域。例如：聯合國永續發展目標(UN Sustainable Development Goals, SDGs)提出的 2030 Agenda for Sustainable Development 中，已經宣示開始使用近自然解決方案來推廣永續水環境安全。

近自然基礎設施亦稱為綠色基礎設施，採用綠色基礎設施可顯著降低災害風險，綠色基礎設施結合常見的灰色基礎設施後，可以削減成本並大大降低風險。在洪災管理上，近自然的解決方案可透過控制地表滲透與坡面漫流、強化水文循環中各部分與水之間的連結，開闢洪水的儲存的空間(如洪氾平原等)，進而將洪水儲存起來。此種「與洪水共存」的概念涵蓋了許多結構和非結構措施，其主要目的就是採用近自然的解決方案，希望能在洪水發生前「有所準備」，進而減少洪災損失並有效降低洪水風險。

(四)近自然解決方案

世界銀行(World Bank)於 2017 年針對洪災風險管理的近自然解決方案提出準則、施行指引，茲將相關內容說明如后。

1、近自然解決方案準則

近自然解決方案準則共有五項，主要是為了使洪災風險管理的近自然解決方案能永續與有效：

表 3-4 近自然解決方案準則(世界銀行，2017)

	準則	說明
1	由全系統尺度(System-scale)觀點出發	利用近自然解決方案來進行氣候變遷調適與降低災害風險時，需要考量社會經濟、環境與制度層面的全系統尺度。
2	近自然解決方案全方位的風險與效益評估	全方位的評估解決方案的風險與效益，評估內容包含可行性、風險降低的效益、對社會與環境的影響。
3	標準化效能評估	洪災風險管理的近自然解決方案的測試與設計需要有其指引與標準，同時也要制定量化的門檻以評估其成效。
4	整合生態系統的保護與恢復	洪災風險管理的近自然解決方案需要考量現有的生態系統與本地物種，並且遵循生態保護與復育的基本準則。
5	自適應管理	洪災風險管理的近自然解決方案需要在長期的監測下進行，透過自適應管理以確保永續的效能表現。

2、近自然解決方案施行指引

近自然解決方案施行指引，係統整現行 NOAA, USACE 與 Ecoshape 等單位所發佈的近自然解決方案施行指引，提出八個施行步驟如下表 3-5：

表 3-5 近自然解決方案實施指引步驟(世界銀行，2017)

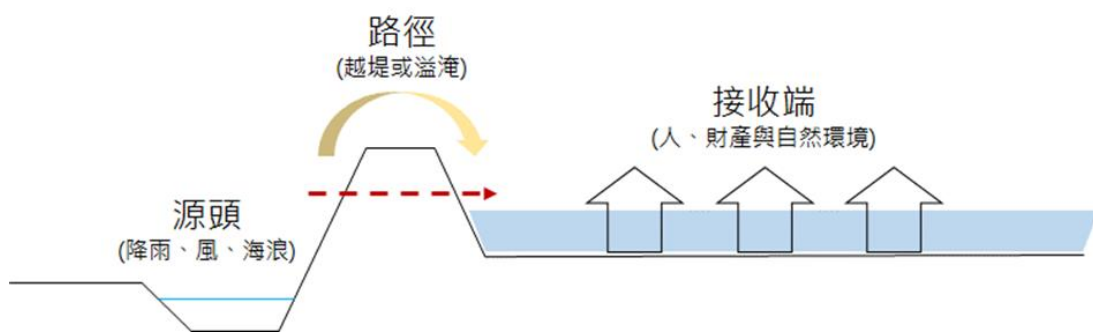
	步驟	指引內容
1	定義問題、計畫範疇與目標	辨識洪災區域內利害關係人與受益者，定義計畫範疇與邊界，根據利害關係人的利益設定可量化的計畫目標。
2	擬定財務策略	確認資金來源，根據財務評估計畫時程、風險與可行性，檢查不利財務推行的因素。
3	進行生態系、災害、風險的評估	建立整合的評估系統，收集相關資料，評估現況生態系的範圍、條件與功能，模擬現況與未來的洪災影響，量化目前與未來淹水的暴露度與風險。
4	發展近自然風險管理策略	瞭解社會政治現況、收集現有的策略與計畫，選定最終減洪目標，確認可行的綠色或混合(Hybrid)近自然解決方案，整體評估目前生態系的保護與復育成效，調整財務策略，利害關係人共同檢討降低風險的目標與可能策略，整理出技術可行與社會可接受的方法供後續分析。
5	評估成本、獲利與效益	模擬傳統、混合、近自然方法下的現況與未來的洪災風險，估算減災的成本與利益，評估社會與環境的衝擊，計算減洪後額外產生的獲利，進行效益分析。
6	選擇與設計	與利害關係人共同選擇有效且可行的方案，設計健全的監控系統，工程草案設計，維護計畫草案設計。
7	執行與建置	檢視社會與環境影響評估，考量生態系的結構、物種多樣性與生態功能，施行期間持續進行利害關係人與社會的互動。
8	監控與提供未來參考	監測降低風險的成效，相關政策與規範的推行與調整，持續的社區參與工作，回顧、評估與行動。

簡而言之，洪災的近自然解決方案之要點可參考世界自然基金會(World Wildlife Fund, WWF)於 Natural and Nature-Based Flood Management: A Green Guide - Flood Green Guide (FGG)中所述：

- (1)設計的洪災管理方法要能使效益最大化而且洪災風險最小化。
- (2)從集水區的角度出發，當著眼在集水區內某特定社區洪災風險時，需要考慮對其他社區的影響。
- (3)應從非結構式減災方法先著手，若有需要再加入結構式工程。
- (4)瞭解社會、經濟、環境、政策對於洪災管理的影響。

- (5) 洪災復原與重建工作必須能同時考量到降低洪災風險與進行氣候變遷調適，透過洪災的復原可以強化社區的韌性能力，以應對未來更極端的事件，也可以避免再次造成社會與環境的脆弱，同時應持續強化社區在氣候變遷影響下的調適能力。
- (6) 決策過程必須能確保社會公平並且遵守法律與社會規範。
- (7) 強化韌性過程中應協助女性與弱勢族群。

而近自然解決方案能夠在洪災過程中處理的項目與對象為何? 根據 WMO 的源頭-路徑-接收端(source-pathway-receptor concept, SPR)的概念，如圖 3-1。洪災的源頭(source)是指降雨、風、海浪，路徑(pathway)則是指越堤或溢淹，接收端(receptor)則是指人、財產與自然環境，所造成的影響就是生命產損失與環境破壞。而使用近自然解決方案則可以協助處理源頭(例如濕地復育)與路徑(例如增加河川通水能力與蓄洪能力)這兩部分所產生的災害。而在接收端在洪災源頭與路徑進行有效吸收或抑制時，產生的災害可視為殘餘風險，減緩殘餘風險可以透過緊急應變、洪災保險或救濟資金、復原計畫等策略方式來進行。



綜整前述洪災近自然解決方案的準則、步驟、注意要點、對象與建議方法，可以歸納以下幾點作為本計畫後續推行洪災近自然解決方案之參考：

- (1)使用對象：處理洪災的源頭(河川或海洋)與路徑(海岸、堤防、洪氾平原)
- (2)推行原則：(a)必須確定治理目標並整體規劃、(b)考量對生態的影響、(c)注意財務與成本效益
- (3)設計方法：(a)增加入滲、(b)控制水流通路、(c)提供蓄洪空間

二、韌性提升方案建議

洪災韌性提升方案應視研究區域之地區特性、淹水規模(深度、時間、面積等)與淹水時機外，亦應判斷洪災發生原因，才能選擇正確的處理對策。基此，韌性提升方案之選定大抵可分為以下三步驟進行：

(1)洪災成因故障樹分析、(2)洪災韌性提升方案建立、(3)洪災韌性提升方案擇定。茲將其內容依序說明如后。

(一)洪災成因故障樹分析

洪災之成因參考「101 年度臺中市深耕區災害防救種子人員訓練班」計畫—淹水型態與防災對策簡報內容，可區分為地勢低窪、排水系統不佳、外水溢堤、內水無法排出等類型，茲將其特性依序說明如后。

(1)地勢低窪

因地貌因素水積聚後造成水深累積，如局部地勢低窪區、地層下陷區；或因新建設施阻隔(路堤效應)造成的淹水，大部分無法隨地表高程漫地流，需配合抽水設施排水。

(2)排水系統不佳

在地貌無急劇變化的已開發區域，因地表收集系統不良、下水道或道路排水系統不良或失靈所造成的淹水。淹水高度約在 50 公分以下，大部分可隨地表高程漫地流。

(3)外水溢堤

水直接由河道或排水路溢出(潰堤或斷面不足)，所造成的淹水深度大，淹水範圍廣，且水較混濁。

(4)內水無法排出

由於外水位過高造成內水無法排出，淹水範圍靠近外水河道或排水路周遭。

參考：101年度臺中市深耕災害防救種子人員訓練班 - 淹水型態與防災對策

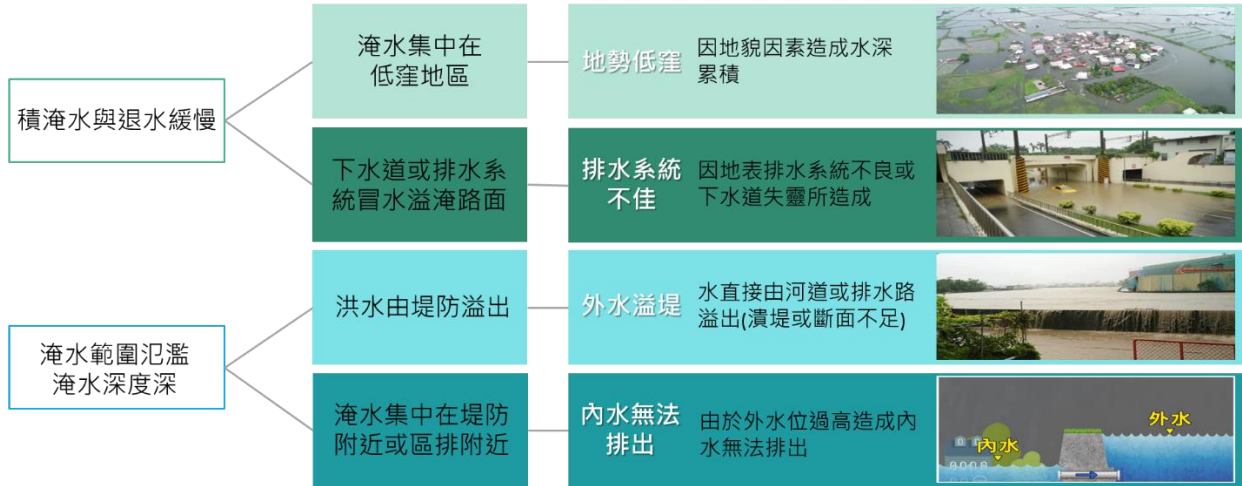


圖 3-2 淹水類型與特性

基此，本計畫依據地勢低窪、排水系統不佳、外水溢堤、內水無法排出等四種淹水類型，歸納國內常見之造成淹水原因，並個別繪製洪災故障樹(如圖 3-3~圖 3-6)，以配合下一步驟進行洪災韌性提升方案之擇定。

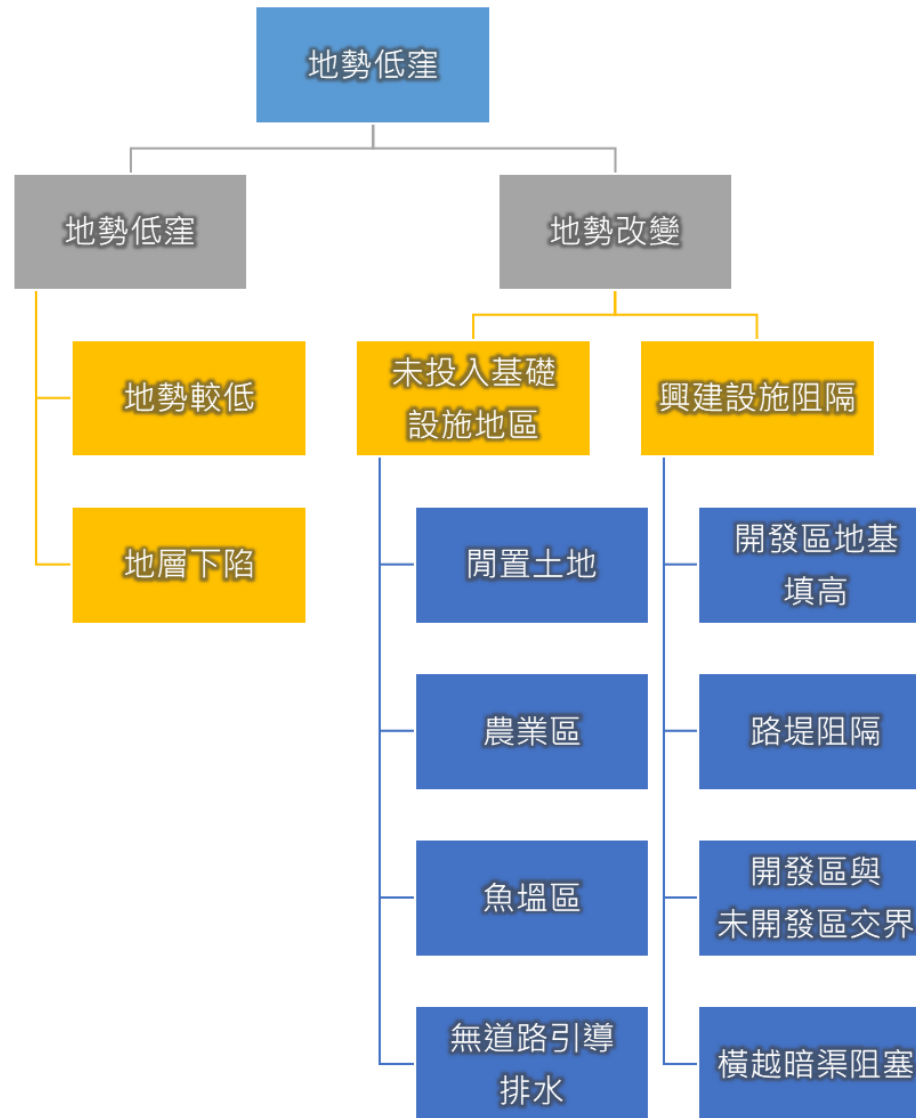


圖 3-3 地勢低窪類型洪災故障樹

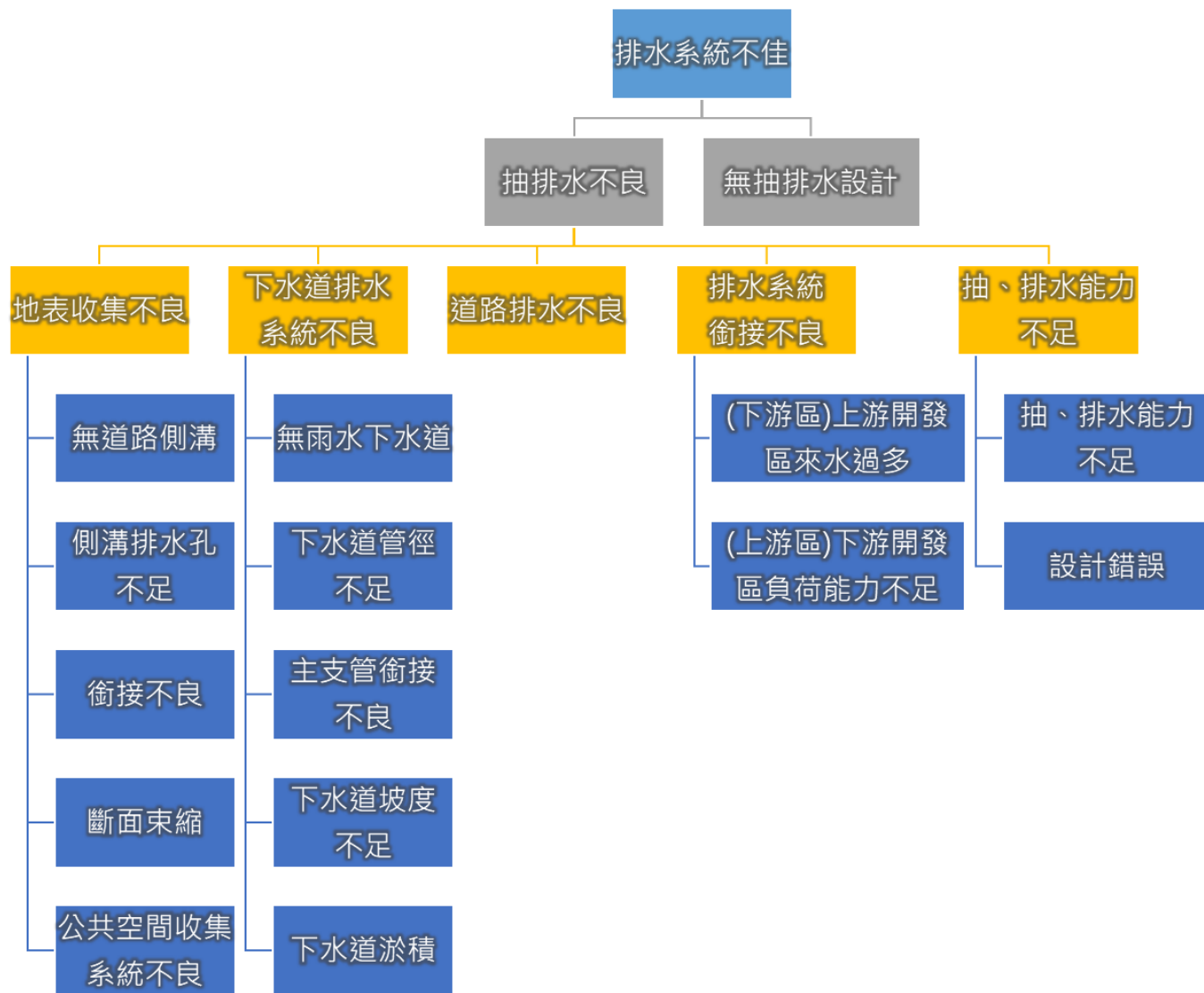


圖 3-4 排水系統不佳類型洪災故障樹

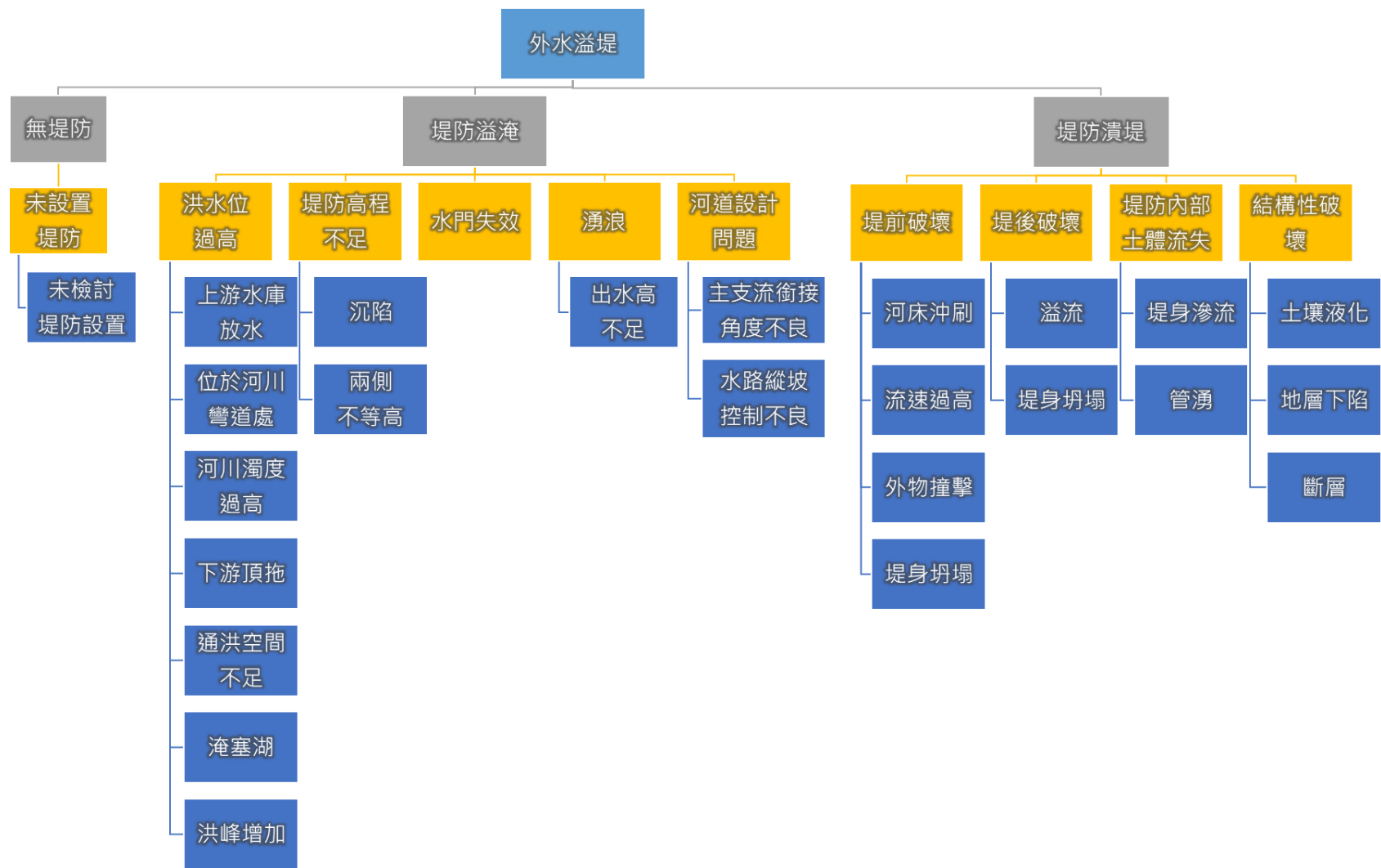


圖 3-5 外水溢堤類型洪災故障樹

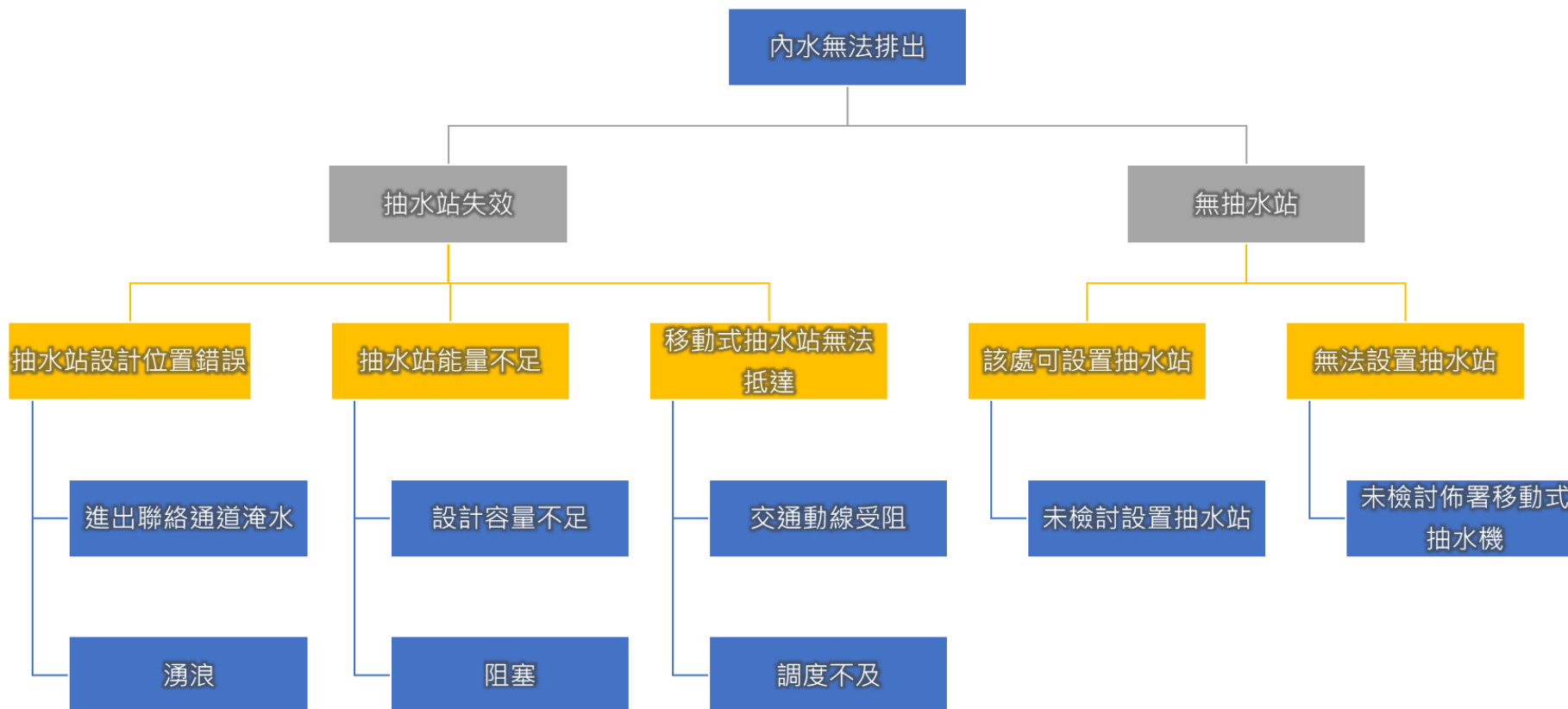


圖 3-6 內水無法排出類型洪災故障樹

(二) 洪災韌性提升方案建立

本計畫蒐集國內外相關文獻，進一步彙整可能適用之洪災韌性提升方案如表 3-6。考量嚴重受災地區，工程相關措施(包含灰色工程與綠色工程)往往無法完全因應極端降雨之影響，故需額外透過非工程措施之導入，進一步減輕極端降雨所帶來之衝擊。基此，措施的類別可區分為二大類：工程類別與非工程類別。

表 3-6 可能適用的洪災韌性提升方案

類別	洪災韌性提升目標	提升防洪韌性原則	可適用設施/方法	
工程措施	強化防護	● 評估河堤與自然環境之保護能力，落實防洪工程，如適當的堤防與分洪道等工程措施	河岸防護	設置堤防 堤防加高加固 壩堤 防洪閘門 河道治理 堤防加上安全出水高度 連續屏障設計 防洪牆 水工構造物防滲處理 水門 疏洪道
			臨時性防護措施	移動式防洪擋板 臨時堤防_太空包 充氣式擋水牆 沙包
			近自然防護方式	第二道堤防線 河道疏浚 村落圍堤 排水構造物的維護 提高路緣高度 河濱公園
	自然生態	● 生態規劃及生態工法的應用	創造自然環境	造林 都市森林公園 洪氾區復育
生態工法			河川掀蓋 與水共生 圍墾 河道護岸 河岸砌石 養灘	

類別	洪災韌性提升目標	提升防洪韌性原則	可適用設施/方法	
	落實空間檢討	<ul style="list-style-type: none"> ● 檢討雨量的承受空間、滯洪池、蓄洪池等可積水濕地的闢建 	開闢河道空間	水岸退縮 還地於河_堤防遠離河道 開闢洪氾平原
			設置滯洪空間	滯洪池 沼澤地 地下滯洪池 水廣場
			提供蓄洪空間	埤塘 廢棄下水道再利用
	強化滲透與滯水功能	<ul style="list-style-type: none"> ● 採用綠色基礎建設進行蓄洪，並非僅依靠傳統的下水道與抽水機 ● 道路透水鋪面 ● 都會區綠帶規劃設計 ● 邊坡降挖提供滯水空間 	利用綠色基礎建設進行蓄洪	地下水補注 生態滯留區 綠屋頂 綠牆壁 雨水花園 雨撲滿 球場下方蓄水
			道路透水鋪面	路間滯水綠帶 路旁集水溝渠 道路綠地滯水 透水鋪面 提高土壤滲透能力 生態調節溝
			都會採用綠色防洪規劃	濕地復育 階層式防洪構造物 滲透井 雨水收集系統
	加速內水排出	<ul style="list-style-type: none"> ● 改善地形、地物及地貌對地面水流流動的影響，讓內水可以更快排出 	加速地面水排出	排洪通道 排水系統 導水溝渠 增加下水道容量 抽水站 雨汙水分離

類別	洪災韌性提升目標	提升防洪韌性原則	可適用設施/方法	
非工程措施	鼓勵耐災設計	<ul style="list-style-type: none"> ● 評估建築物與公共設施之防洪能力 ● 墊高房屋與提升住宅耐水能力 ● 重要公共事業交通替代性、電力替代性之重新思考 ● 公共設施的耐洪設計，如電線桿、配電盤等的設置位置評估 ● 實施洪災保險制度；民眾採用防洪耐災設計將給予低利貸款與降低洪災保險費用 	提升建築物防洪與耐洪能力	兩棲建築 建築基準高程 建物底層保留行水空間 防洪建築 乾式防洪 濕式防洪 浮動建築 建築技術規範 高腳屋 建物裝設高於洪水位的緊急出口
			提升公共設施防洪能力	管路逆止閥 堤防檢查作業 高架道路 防洪基礎設施規劃 多功能防洪規劃
			洪災補助	洪災保險 稅收減免 災害補助
	國土規劃與用途限制	<ul style="list-style-type: none"> ● 高洪患風險社區之容積移轉 ● 限制低樓層利用 ● 價購高洪患風險社區之不動產，鼓勵居民遷出 	避免使用高風險地區	搬離洪災區 搬移高風險區
	防災準備	<ul style="list-style-type: none"> ● 緊急撤離之逃生路徑規劃 ● 救援器材、糧食與水(蓄水槽、水塔設置)的準備 ● 佈署社區自助聯絡網，強化居民疏散撤離能力 ● 防災據點的設立，如社區防災中心、學校、機關等公共建築場地之活用，建立安全街區 ● 繪製災害地圖 ● 評估提供災民臨時收容所能力 	緊急救援疏散	緊急救援系統 疏散計畫 疏散路線 居家應變能力 救援
			災害預警準備	洪水預警 水文與氣象觀測 市府防洪計畫
			防災據點與緊急救援物資	掌握救援物資 緊急庇護所
掌握災後資料			災後資料分析	
災後金融準備	緊急金融措施_舉債 財務準備_貸款 災害準備金			

類別	洪災韌性提升目標	提升防洪韌性原則	可適用設施/方法	
	掌握環境資訊	<ul style="list-style-type: none"> ● 對自然環境變化的資訊掌握 ● 空間規劃：掌握土地開發之適宜性及洪災潛勢環境敏感地區之資訊 	掌握自然情勢進行空間規劃	揭露自然災害風險資訊 土地利用空間規劃 埤塘水位彈性管理 淹水潛勢圖 脆弱度評估
	強化自主防災	<ul style="list-style-type: none"> ● 成立社區營造組織、社區防災組織、自衛消防隊，或成立韌性中心以提供教育、建立民眾防災意識、交流 ● 社區防救災之危機管理指揮系統與演習 ● 平時考量複合性災害之可能發生模式，檢討既有防災系統之可因應作為，強化既有防災系統 	建立社區防災意識 強化大眾防災資訊傳達	社區參與 災害演練 歷史淹水位標記 強化訊息傳播給公眾 強化社會網絡

對於表 3-6 中所提之各項細部設施與方法內容，茲將依序簡要敘述如下，以便後續使用者瞭解其內容：

工程類別

1、河岸防護

(1)設置堤防(Dike)

堤防是人工建造的路堤，可保護低窪地區免受高水位的影響。利用岩石或混凝土保護堤面避免受到波浪侵襲。多數堤防建造方向是跟河流漫灘或低窪海岸線平行。沼澤地的圈圍式堤防則可以提供開墾土地之用。

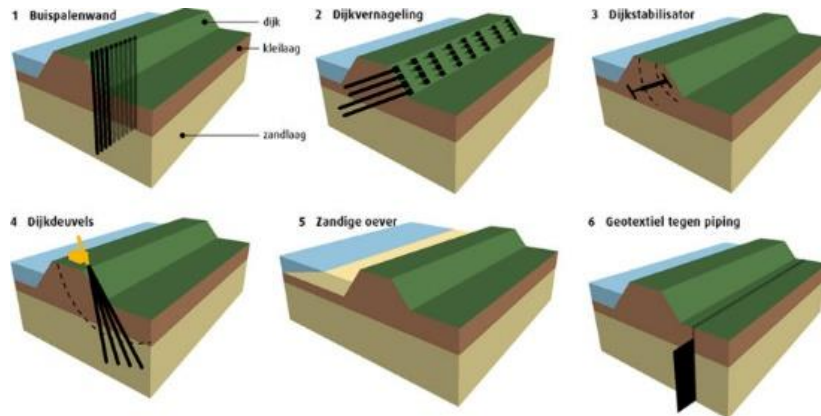


圖片來源：<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=88220>

圖 3-7 河岸防護之設置堤防

(2)堤防加高加固(Dike reinforcement)

採用增加堤防高度、加寬堤防頂部與加寬整個結構等方法來加固堤防，使堤防可以面對更加極端和更頻繁發生的風暴潮。



圖片來源：<https://www.ecoshape.org/en/news/rethink-dyke-reinforcement>

圖 3-8 河岸防護之堤防加高加固

(3) 壩堤(Flood control dam)

防洪壩堤是存放地表逕流而建造的大壩(如水庫)，以調節下游河道的水流。防洪壩主要是用來調節流量，常用於減少洪水造成的破壞或管理通過渠道的流量。



圖片來源：

https://www.wvgazette.com/dailymailwv/daily_mail_features/state-s-flood-control-dams-play-vital-role/article_602b36f3-8abf-5039-98c4-d1c7d4bcd48a.html

圖 3-9 河岸防護之壩堤

(4) 防洪閘門(Flood gate)

防洪閘門由單個或成對的剛性結構(通常是鋼或玻璃纖維)製成，用來封閉防洪系統的縫隙。通常是採用預先安裝方式，僅在緊急情況下才關閉閘門。操作可以是手動、半自動或自動的。自動操作需要透過傳感器與控制器，也可以通過直接液壓連接至水道來控制。它們通常連接到相鄰的堤防結構上，或平放在地面上的凹槽中。



圖片來源：<https://en.wikipedia.org/wiki/Floodgate>

圖 3-10 河岸防護之防洪閘門

(5) 河道治理(Dredging of watercourse)

常見河道治理工程為河道疏濬，從河道中去除積聚的物質。挖泥可重新調整河道，擴大了河道的橫截面，增加了洪水的承載能力，減輕洪水氾濫之問題。

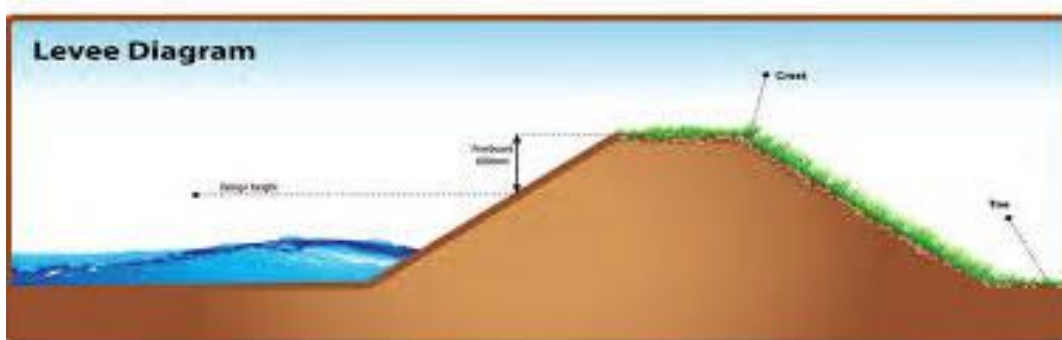


圖片來源：
<https://www.channel4.com/news/somerset-dredging-begins-after-months-of-extreme-weather>

圖 3-11 河岸防護之河道治理

(6)堤防加上安全出水高度(Freeboard)

為能安全的疏通洪水量，並防止洪水溢流，堤防必需確保足夠的高度，因此計畫堤頂高以計畫洪水位加出水高度為準。為能安全疏通洪水流量並防止溢流，須確保堤防有足夠高度，惟因水文之不確定，據以演算之計畫洪水位亦有不確定，另對於風浪之安全性，彎曲段之水位上升也列入考慮，堤頂高程考量出水高度有必要。



圖片來源：
https://www.ses.vic.gov.au/documents/112015/2033425/VICSES+Factsheet_Flood_Waingaratta_29.01.18.pdf/23f7d753-57a0-83f4-4e35-f607d6c8e4fc

圖 3-12 河岸防護之堤防加上安全高度

(7)連續屏障設計(Sectional barrier)

這些系統由多個防護屏障(水門)組成，這些屏障由剛性材料製成，部分連接以形成連續的屏障。



圖片來源：

http://www.environmentandsociety.org/sites/default/files/thumbnails/image/thamesriverbarrier01_0.jpg

圖 3-13 河岸防護之連續屏障設計

(8)防洪牆(Floodwall)

係一種垂直的人工屏障，可以讓河岸高度加高，以便暫時容納因為極端氣候下暴漲的洪水。防洪牆屬於可移動的防洪裝置，在暴風雨發生之前就應先設立完成，而在暴風雨過後就可以拆除，不過，防洪牆也可以作為永久性結構安裝於河道旁。防洪牆主要用於空間不足的地方，例如城市，或堤壩會干擾到其他利益之處，例如現地已有建築物或歷史建築。



圖片來源：

<http://www.floodcontrolinternational.us/PRODUCTS/FLOOD-BARRIERS/glass-flood-walls.html>

圖 3-14 防護措施之防洪牆

(9)水工構造物防滲處理(Seepage barrier)

可以控制和減輕地下或河道的滲漏，可以使用多種方法來形成防滲，包括鋼板樁、泥漿溝牆、混凝土隔板牆、鑽孔樁牆、灌漿防滲牆等。



圖片來源：<http://www.hydroresponse.com/image/eko12lg.jpg>

圖 3-15 河岸防護之水工構造物防滲處理

(10)水門(Sluice/Gate)

係用來控制水流的閘門。它具有防洪和排水的功能。在正常操作中，水門根據河道水位和內水的水位來操作。在當洪水氾濫期間，外水高於內水，閘門就會關閉。

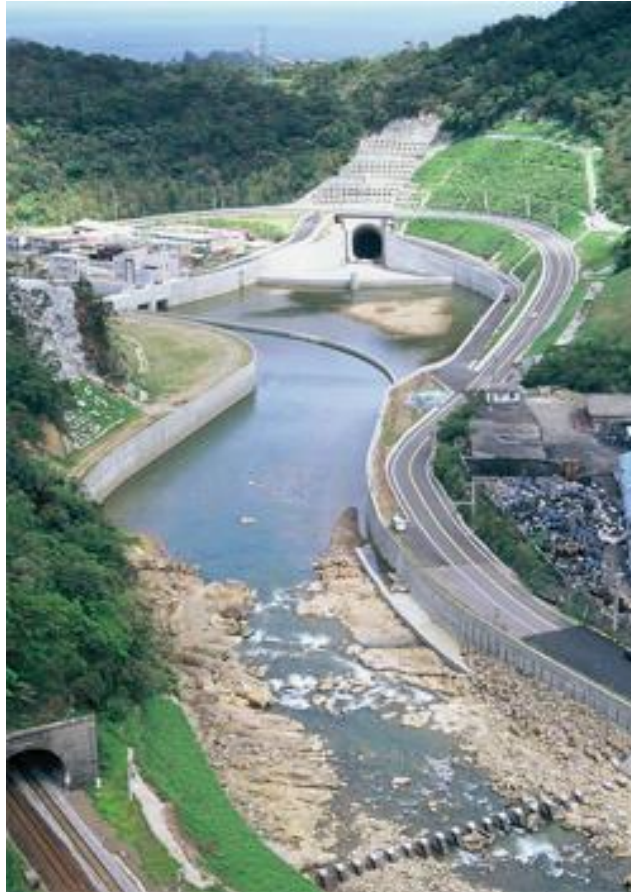


圖片來源：經濟部水利署電子報，台北防洪水門維護管理介紹

圖 3-16 河岸防護之水門

(11)疏洪道(Flood Bypasses)

係指沿河或洪氾區內選擇開發不發達的區域設置疏洪道，能夠將河流中過多的洪水導引至此處再排至下游河道，以減少附近特定區域(例如城市或商業區)的洪水風險。



圖片來源：經濟部水利署電子報，員山子分洪工程完工及基隆河整體治理

圖 3-17 河岸防護之疏洪道

2、臨時性防護措施

(1) 移動式防洪擋板(Demountable flood protection barrier)

移動式防洪擋板有兩種：(1)可拆卸式防洪擋板：由可移動和預先安裝的永久組件組成。在洪水警報後組裝或豎立起該裝置，並在洪水警報結束後將其卸下。與臨時防洪屏障相反，使用地點受到預安裝組件(基礎)的位置的限制。通常，可拆卸組件由支柱組成，這些支柱在洪水警報發布後固定到預先安裝的地面組件上，再於支柱之間插入擋板形成臨時防洪設施。(2)活動式防洪擋板：由多片 L 型塑膠板構成，可以根據地形與水流方向設置在需要防禦的位置，並以連續接續的方式串聯形成防洪牆，活動式防洪擋板多為質輕的塑膠材質，因此易於搬運與收納，也因此可以快速布置應對洪水。



圖片來源：

<http://www.floodcontrolinternational.com/PRODUCTS/FLOOD-BARRIERS/noaq-box-wall.html>

圖 3-18 防護措施之移動式防洪擋板

(2)臨時堤防__太空包(Filled container)

利用充滿聚集物或液體的填充包來形成屏障。填充的容器可分為可採用滲透和非滲透材質，填充後可以作為重力壩之用，填充物可以採用骨材、砂土或液體，以重力來保持穩定性。



圖片來源：

<http://www.floodcontrolinternational.com/PRODUCTS/FLOOD-BARRIERS/noaq-box-wall.html>

圖 3-19 防護措施之太空包

(3)充氣式擋水牆(Freestanding barrier)

由不可滲透的材料製成，充氣之後形成連續的屏障或牆壁，屬於臨時性的防洪系統，可以靈活的運輸至需要的地點。



圖片來源：<http://www.floodgateireland.com/MajorFlood.htm>

圖 3-20 防護措施之充氣式擋水牆

(4)沙包(Sandbag wall)

以粗麻布、聚丙烯或其他材料製成的袋子，裡面裝有沙子或土壤，主要用於防洪應急使用。在緊急情況下，當河岸氾濫或堤防受損時，可使用沙袋。它們也可以在非緊急情況下作為新堤壩或其他水利結構物的基礎。沙包是臨時洪水防禦最常見的形式。



圖片來源：

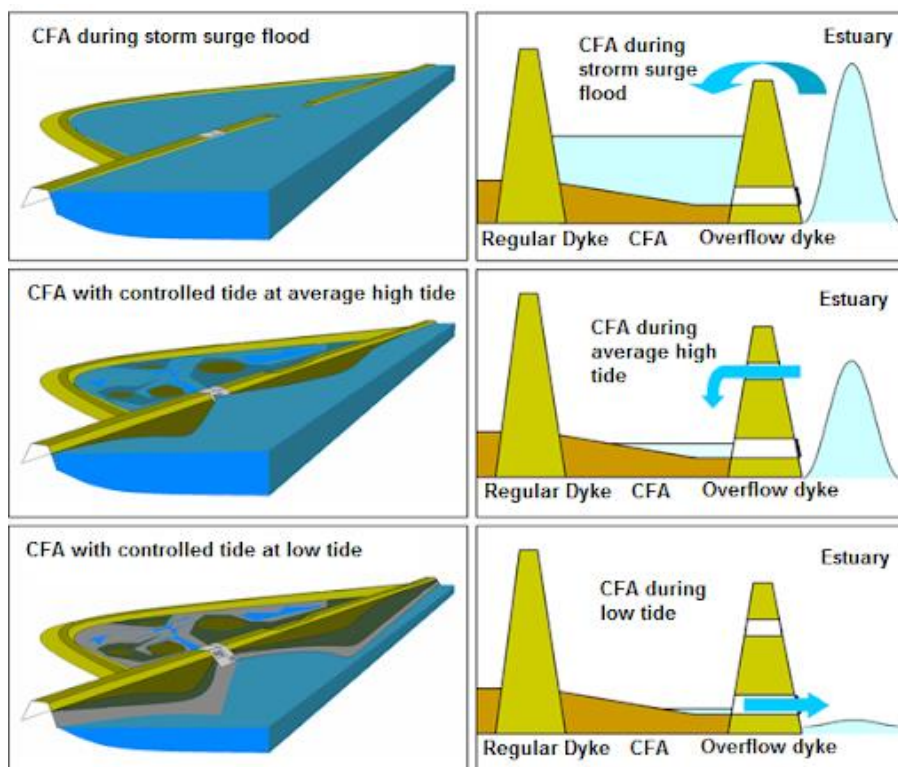
https://www.santabarbaraca.gov/gov/depts/pw/stmain/sandbag/default.asp?utm_source=PublicWorks&utm_medium=Sandbags&utm_campaign=Sandbags

圖 3-21 防護措施之沙包

3、近自然防護措施

(1)第二道堤防線(Creation of a second dike line)

在現有堤防的外側建造其他堤防以創造出第二條堤防線。為了面對更加頻繁的風暴潮或溢堤發生，因此需要建造更大的新堤防來抵禦，然後保留原來的堤防為第二堤防線(或稱為夏季堤防)，在兩道堤防之間創造出可以蓄存洪水的區域，進而提供保護。



圖片來源：<http://pearl-kb.hydro.ntua.gr/d/ResilientMeasure/1113>

圖 3-22 近自然防護措施之第二道堤防線

(2)河道疏浚(Dredging of watercourse)

河流或其他河道中系統地去除積聚的物質，擴大河道的橫截面，增加洪水的承載，避免洪水氾濫。



圖片來源：<http://www.geograph.org.uk/photo/2508351>

圖 3-23 近自然防護措施之河道疏浚

(3)村落圍堤(Dike around village)

以城堡防護的概念，用堤防將村落整個圍住抵擋外水，村內配置抽水設施將內部的積水向外排出，再配合滯洪池的方式來防洪減災。

(4)排水構造物維護(Maintenance of hydraulic structures of the storm drainage system)

制定維護排水構造物基礎設施的相關法規，使其可以保持最大的輸送能力。定期維護會有效防洪的主要關鍵。



圖片來源：<https://www.palmettobay-fl.gov/404/Maintenance-of-Drainage-System>

圖 3-24 近自然防護措施之排水構造物維護

(5)提高路緣高度(Raised curb)

路緣是路邊人行道的邊緣。水可以沿著加高的路緣流動，路面的雨水就不會與建築物接觸，這可以減少洪水進入建築物的可能性。更多的水可以儲存在街上，而不氾濫影響到建築物。



Source: GAO. | GAO-15-159

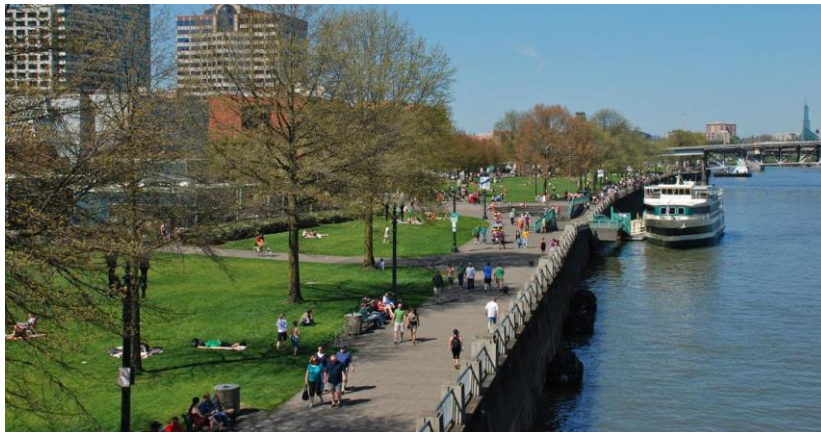
圖片來源：

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Figure_6- Deteriorated_Curb_That_Allowed_Water_to_Easily_Enter_Subway_\(Left\)_and_Raised_Curb_and_Vent_That_Minimized_Water_Flow_into_Subway_\(Center_and_Right\)_ \(15817296638\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Figure_6- Deteriorated_Curb_That_Allowed_Water_to_Easily_Enter_Subway_(Left)_and_Raised_Curb_and_Vent_That_Minimized_Water_Flow_into_Subway_(Center_and_Right)_ (15817296638).jpg)

圖 3-25 近自然防護措施之提高路緣高度

(6)河濱公園(Waterfront Parks)

係公共休閒場所，其設計目的是在暴風雨或洪災事件中以最小的破壞被淹沒。河濱公園建立一個可以在洪水期間儲存洪水的空間，公園基礎設施的損害影響不大，進而減少了洪水的影響，減少洪水事件的影響範圍及其造成的破壞。



圖片來源：<https://www.coolbusinessideas.com/archives/waterfront-parks-over-seawall/>

圖 3-26 近自然防護措施之河濱公園

4、創造自然環境

(1)造林(Afforestation)

植樹造林是一種土地利用轉化，也是大規模地理變化方式，在以前沒有森林的地區種植樹木。根據種植的樹種和森林經營的強度，造林可以帶來環境效益。最大的環境效益可能與種植本地闊葉和低強度林業有關。



圖片來源：<https://theiufroblog.wordpress.com/tag/afforestation/>

圖 3-27 創造自然環境之造林

(2)都市森林公園(Urban forest and park)

都市森林公園可以來減少雨水與防洪，城市森林公園在人類棲息地生態中發揮著重要作用，除了美化城市環境外，還可以改變都市氣候，避免熱島效應，也可以促進經濟活動的發展，同時為城市居民提供野生動植物和休閒區的庇護所。

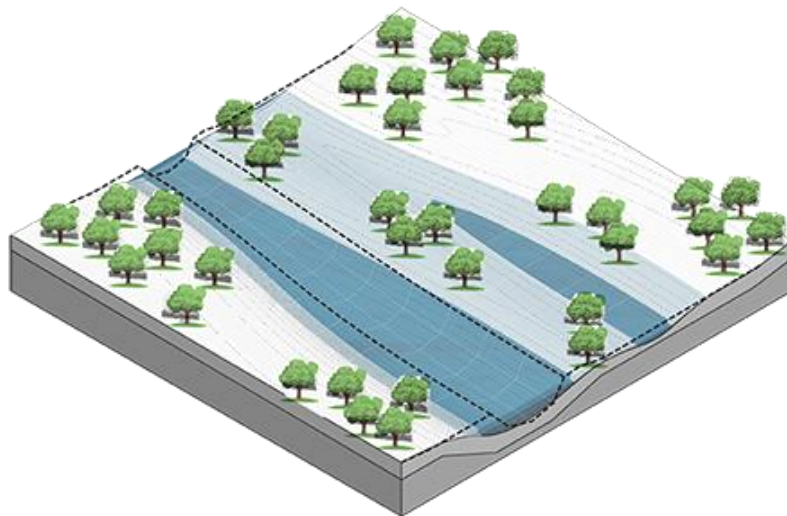


圖片來源：天下雜誌(<https://www.cw.com.tw/article/5067930>)

圖 3-28 創造自然環境之都市森林公園

(3) 洪氾區復育(Restoring Floodplain)

洪氾區內的濕地和河道提供了許多自然功能，可以減輕水土流失與洪水氾濫，提供在地良好的生活環境與減少水污染。河道旁植被生態系的穩定與否會影響河道淤積和洪水氾濫的程度，濕地則是可以提供洪水吸收的能力，同時也為植物、鳥類和其他物種提供了珍貴的河岸棲息地。因此，洪氾區復育的好處不僅可以減輕洪水災害，還可以為社區提供有價值的生態功能。



圖片來源：<http://nrcsolutions.org/restoring-floodplains/>

圖 3-29 創造自然環境之洪氾區復育

5、生態工法

(1)河川掀蓋(Daylighting Rivers and Streams)

河流或溪流掀蓋可以增加水流通過面積，從而增加儲存洪水的能力，並減少峰值流量，這有助於減少下游洪水。河流或溪流掀蓋是指清除覆蓋在河流、小河或排水渠上的遮蔽物(例如混凝土或人行道)，並將其恢復到以前狀態的過程。隨著市區道路、停車場和建築物的發展，水路有時會被改道，是致用不透水的材料覆蓋或埋在管道、涵洞或排水系統中，以創造更大的開發面積或試圖避免淹水影響。



圖片來源：

<https://www.nationalgeographic.com/news/2013/7/130730-daylighting-exposing-under-ground-rivers-water-urban-renewal/>

圖 3-30 生態工法之河川掀蓋

(2)與水共生(Living with water)

最早由荷蘭提出與水共生的觀念，在空間規畫與城市國土計畫中讓城市能與水和平共處的概念，而非過往與水競爭或不能淹水的想法。強調恢復河川原本就具有的蓄洪能力，化解人與自然之間的衝突與災難。這種新型態的「自然防洪」思維，不只改變了荷蘭所有的水利計畫，更將帶動全世界朝新的水患管理方向前進。

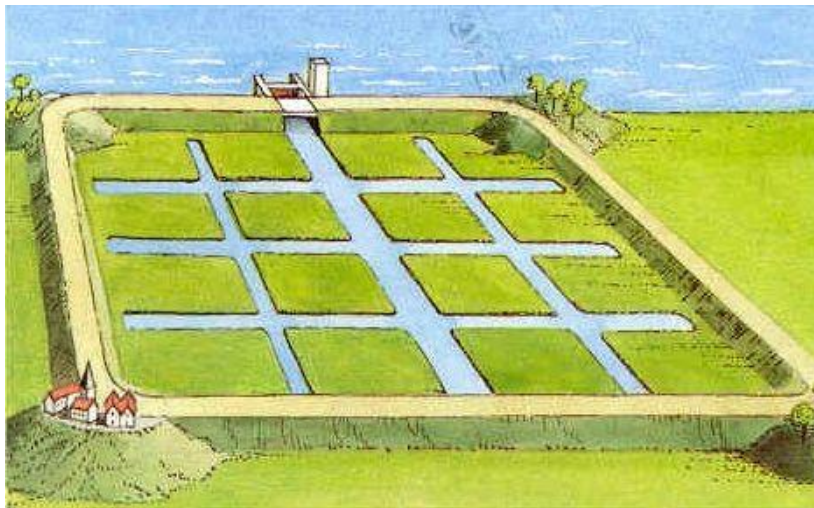


圖片來源：<http://groundinc.com/boston-living-with-water>

圖 3-31 生態工法之與水共生

(3)圍墾(Polder)

係採用堤防來包圍低窪土地，形成堤壩後進行耕作之用，透過開門的操作讓低窪土地不受河川水位影響。在洪災期間，這些低窪土地可以用來蓄水，產生在地滯洪之功效。



圖片來源：

<https://www.tudelft.nl/en/ceg/about-faculty/departments/watermanagement/education/master/msc-thesis-water-management/msc-research-water-resources-management/completed-msc-theses/enhancing-the-applicability-of-the-polder-concept/>

圖 3-32 生態工法之圍墾

(4)河道護岸(Revetment)

係指石頭、混凝土或木板等形成的一道牆面，用來保護陡坡、懸崖等土壤易流失之處。護岸也可以用岩石、石籠、沙包或植生來製作。採用生物工程方式的護岸可被視為綠色工程措施。

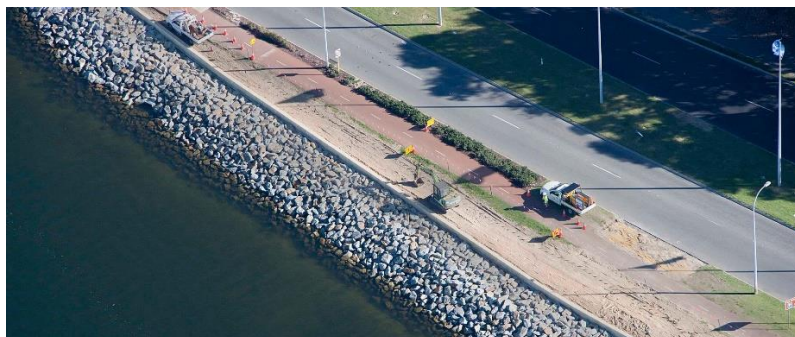


圖片來源：<https://www.wikiwand.com/en/Revetment>

圖 3-33 生態工法之河道護岸

(5)河岸砌石(Rip Rap)

沿著河岸放置石塊，可以減緩洪水對土壤的侵蝕能量，保護河岸安全。



圖片來源：

<https://rrmp.com.au/shop/civil-works/rock-revetment/rock-revetment-rock-revetment/rock-revetment-works/>

圖 3-34 生態工法之河岸砌石

(6) 養灘(Beach nourishment)

養灘，主要用於應對海岸線侵蝕，是一種用於海岸保護的軟工程措施，涉及將質量適當的海砂以人工方式補充到海砂不足的海灘地區。



圖片來源：<https://www.hakaimagazine.com/news/reinforce-and-build/>

圖 3-35 生態工法之養灘

6、開闢河道空間

(1) 水岸退縮(Setback)

設定水岸安全距離，在該距離之內禁止所有或某些類型的開發，避免受到洪水的影響。堤岸退縮使土地與河道保持一定距離，以使河流能以更自然的方式蜿蜒，並且使河水能在洪水位事件中自然進出洪氾區。堤岸退縮可以保持更自然的河流和溪流動態，促進了更加生態健康和動態的河流系統。



圖片來源：

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/regional-flood-management-by-combining-soft-and-hard-engineering-solutions-the-norfolk-broadlands/11250597.jpg/view>

圖 3-36 開闢河道空間之水岸退縮

(2) 還地於河_堤防遠離河道(Dike relocation)

在遠離河流或海岸的地方建造新的堤壩，然後拆除現有堤壩，增加洪氾區的空間。



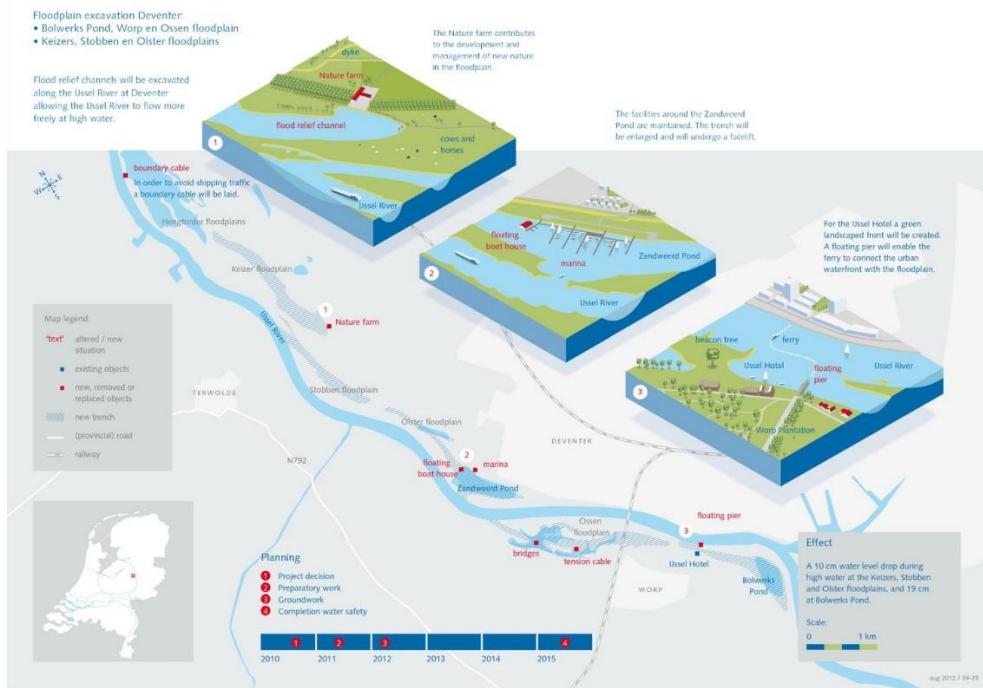
圖片來源：

<https://www.royalhaskoningdhv.com/en-gb/projects/room-for-river-waal-dike-relocation-lent-nijmegen/945>

圖 3-37 開闢河道空間之還地於河

(3)開闢洪氾平原(Floodplain excavation)

係移除洪氾平原上堆積的泥沙，避免洪氾平原高度逐漸增加造成洪災。採用的方式可以採通過挖降洪氾區的高度，或是增加洪氾區寬度來擴大洪氾區範圍。擴大洪氾區之後將可以為河流創造出更多空間，進而增加通洪量，並提供上游滯留的空間，河流輸水能力提高之後，洪水的風險就可以大幅降低。



圖片來源：https://issuu.com/ruimtevoorderivier/docs/floodplain_excavation_deventer

圖 3-38 開闢河道空間之開闢洪氾平原

7、設置滯洪空間

(1)滯洪池(Flood detention reservoir)

滯洪池會在降雨量很高的時候收集洪水，然後在接下來的幾週或幾個月內緩慢釋放水。如果是設置在河道上，當河流水位高度過高時，水會在滯洪池內積聚，但是一旦流速降低，池內的水就會慢慢釋放直到排空。在某些情況下，滯洪池在十年內只會實際運行幾次，因此滯洪池的土地可能被開發為社區或休閒用地。

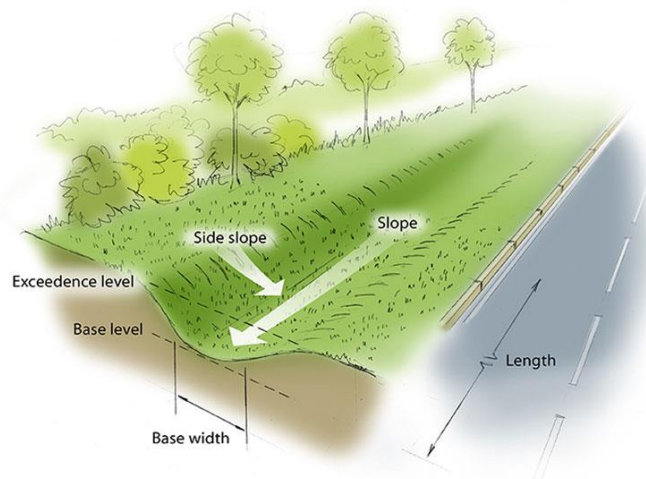


圖片來源：<https://www.taipeitimes.com/News/taiwan/archives/2018/08/26/2003699232>

圖 3-39 設置滯洪空間之滯洪池

(2) 沼澤地(Swale)

沼澤是凹陷或沼澤的地方。在美國的用法中，它可能是一條側面平緩傾斜的淺水道。沼澤可以是天然的也可以是人造的。人工沼澤通常被設計來收集水徑流，並增加雨水的滲透，從而減少逕流。它們可以被草或其他植被覆蓋，並具有較淺的側坡和平坦的底部，大多數情況水以薄層形式流過草或其他植被。



圖片來源：<https://tommy.realtor/wp-content/uploads/2017/04/what-is-a-swale.jpg>

圖 3-40 設置滯洪空間之沼澤地

(3)都會區地下滯洪池(Stormwater retention tank)

係採用雨水水箱的設計，可以減少洪峰流量並平衡下水道系統逕流量。地下雨水水箱可以相對容易地適應下水道系統，並且在大雨期間，將過量的雨水引導到雨水箱中進行臨時儲存，可以減輕下水道系統的負擔。利用地下雨水水箱結合下水道的方式，可以規劃智能管控系統，強化都市防洪之功效。



圖片來源：<https://www.pinterest.com/pin/209769295131313376/>

圖 3-41 設置滯洪空間之都會區地下滯洪池

(4)水廣場(Water square)

係城市中具蓄水功能的高品質公共空間。當下大雨時，會從附近地區收集雨水進入水廣場儲存，通常短延時的陣雨只會填滿廣場的一部分，當降雨繼續時，水廣場將逐漸充滿水，將雨水留在廣場內，直到城市的排水系統能有足夠的排水容量時，水廣場內的水才排放回排水系統中。



圖片來源：<https://www.publicspace.org/works/-/project/h034-water-square-in-bentheimplein>

圖 3-42 設置滯洪空間之水廣場

8、提供蓄洪空間

(1) 埤塘(Pond)

係自然的或人工的水池，會比湖泊要小。可能自然地出現在洪氾區中屬於河流系統的一部分，或者它們可能是在窪地中積水形成。埤塘有兩種類型：蓄水池(乾式)或滯留池(濕式)。蓄水池是緩解洪水的一種非常普遍的措施，因為蓄水池的目的是留下過多的逕流，然後在降雨事件結束後將其完全排空，平時是乾的，僅在洪水期間蓄水緩解洪災。滯留池則是長期蓄水，滯留池也可以攔截下過多的逕流量，在降雨事件前先排掉一部分的水，然後在大雨事件中蓄存過多的洪水量。



圖片來源：<https://tia100.azurewebsites.net/culture.html>

圖 3-43 提供蓄洪空間之埤塘

(2)廢棄下水道再利用(Unused sewers)

城市內可能有年久失修的廢棄下水道，拆除這些下水道可能要耗費相當多的成本，因此可以拿來在暴雨期間作為臨時蓄洪空間之用。



圖片來源：

http://www.sewerhistory.org/grfx/wh_region/canada_mc/images/05-aerial-tributary.jpg

圖 3-44 提供蓄洪空間之廢棄下水道再利用

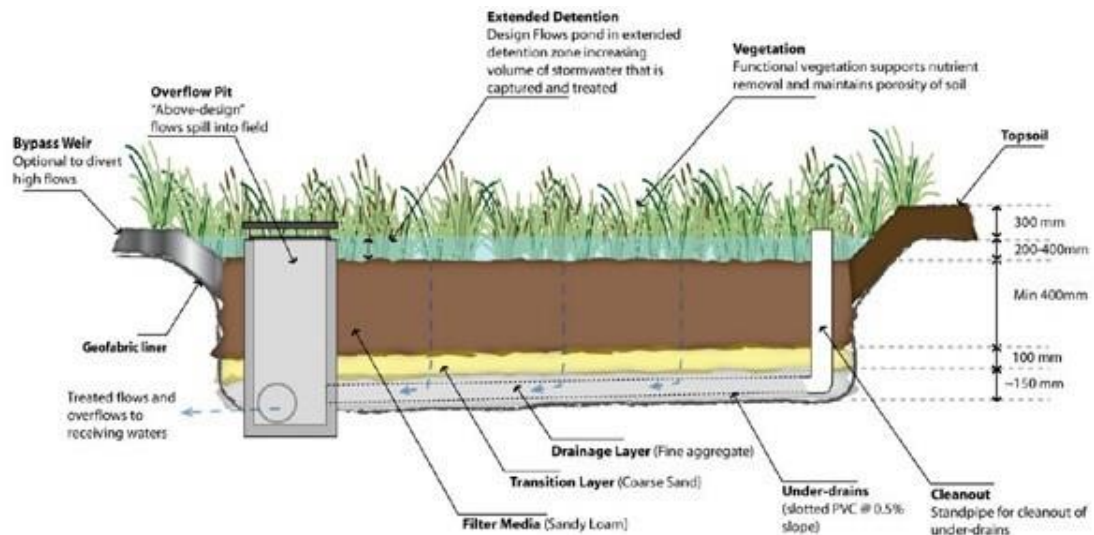
9、利用綠色基礎建設進行蓄洪

(1)地下水補注(Aquifer recharge)

係利用盆地、溝渠、水井或其他可以入滲土壤並為含水層補給的設施，將地表水引入至含水層中。地下水補注可以將水保留在地下。也可以在洪水期間，將過多的地表水引入含水層中。

(2)生態滯留區(Bioretention area)

係一種整合到景觀中的窪地的雨水處理系統。生態滯留區收集不透水表面的地表逕流，並讓水滲透到土壤介質中，隨著水的滲透，可以藉由土壤吸附、微生物、植物吸收、沉澱和過濾的方式去除雨水逕流中的污染物。進入滯留區的逕流會暫時停留在土壤中，隨後再以蒸散或滲入地下水的方式離開。



© Copyright , Healthy Waterways Limited
 (Construction and Establishment Guidelines V1.1 April 2010; Image 3.1, Typical cross section through a bioretention system)

圖片來源：

https://www.geocaching.com/geocache/GC71XX6_bioretention-stormwater-treatment-facility?guid=6fd39211-49ce-4acf-9c63-b8abccb7df61

圖 3-45 利用綠色基礎建設進行蓄洪之生態滯留區

(3)綠屋頂(Green roof)

屋頂綠化屬於永續生態排水系統(SUDS)，其目標是進行源頭控制。綠屋頂是將建築物全部或部分屋頂上設置防水膜，然後再覆蓋植被或生長介質，形成收集與滯留降雨的緩衝層，避免直接匯入地表形成地表逕流。



圖片來源：<https://www.zinco-arabia.com/systeme/bewasserte-extensivbegrunung.html>

圖 3-46 利用綠色基礎建設進行蓄洪之綠屋頂

(4)綠牆壁(Green wall)

係指部分或完全覆蓋有植被的牆壁，其中包括生長介質，例如土壤。大多數綠牆壁還有整合輸水管路系統。綠牆壁也可稱為生態牆或垂直花園。牆壁可以將建築物屋頂的雨水收集到專用儲水罐中，有助於減少直接逕流的產生。



圖片來源：<https://inhabitat.com/national-grid-builds-europes-largest-living-wall>

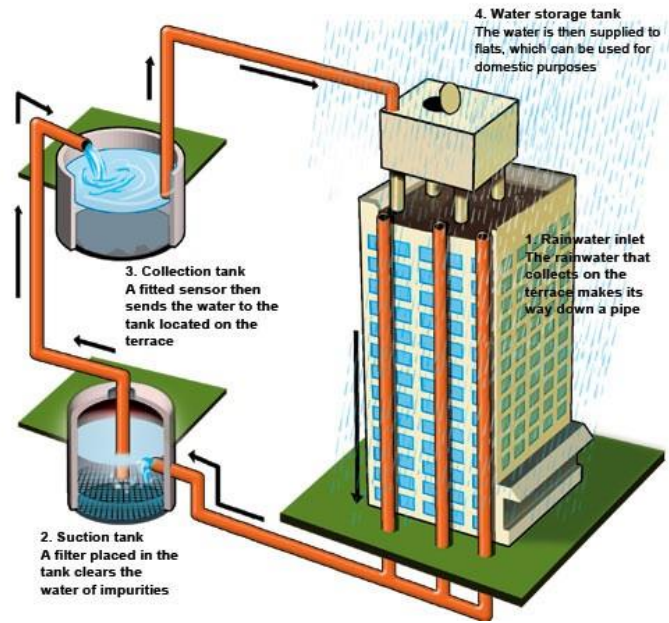
圖 3-47 利用綠色基礎建設進行蓄洪之綠牆壁

(5)雨水花園(Rain garden)

雨水花園是一種植生的窪地，可讓雨水從不透水的城市區域(如屋頂，車道，人行道，停車場和緊湊的草坪區域)流進入，也可以由雨水花園滲入地下，減少雨水逕流。

(6)雨撲滿(Rainwater harvesting system)

可以將雨水儲存再利用，也可以淨化雨水，是屬於永續排水系統的一部分。雨撲滿最初的目的是用在缺水地區收集可用水的手段，但雨水收集時也可以緩解洪水災害。因此，水撲滿的技術適用在流域內，特別是在城市地區，從水源處收集雨水並儲存在水箱中，可以減少尖峰逕流量。

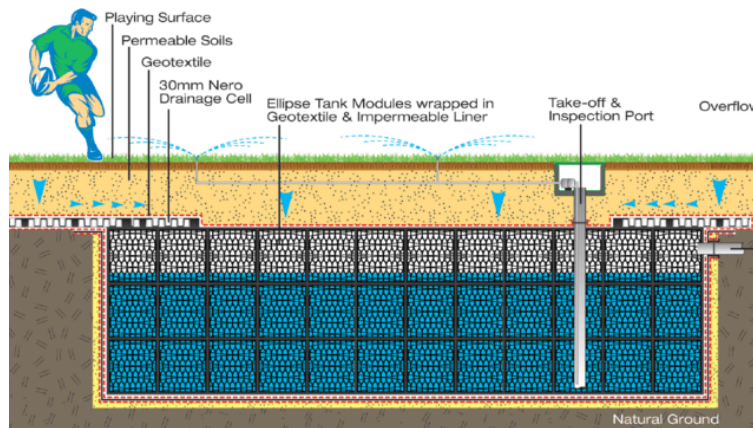


圖片來源：<http://gefc.in/installing-rain-water-harvesting-system/>

圖 3-48 利用綠色基礎建設進行蓄洪之雨撲滿

(7)球場下方蓄水(Rainwater storage beneath sports fields)

係屬於創建額外的儲水設施的一種選擇，這是一項符合城市永續規劃的技術，在有限的空間下滿足娛樂與防災之需求。運動場儲水的來源可以直接來自球場地表或是採用離線方式收集。地表直接滲透到球場下方的蓄水池，雨水收集面積僅限於球場。離線收集方式則是可以将周圍建物或是地表的雨水透過排水系統導入球場下方，可以儲存更多的水，但是需要更複雜的管理與維護。



圖片來源：https://www.rainsmartsolutions.com/sportfield_drainage

圖 3-49 利用綠色基礎建設進行蓄洪之球場下方蓄水

10、道路透水鋪面

(1)路間滯水綠帶(Green Streets)

係將道路側較低窪的地區(通常位於人行道和人行道之間)納入街道的整體設計中,種植植物的區域在視覺上類似於巷道內或附近的樹箱。綠色街道利用街道旁的種植區來收集逕流,減少並控制道路上流出的雨水,可以吸收並減慢洪水流速,然後透過雨水下水道系統來排除。



圖片來源：<https://www.mcoreproject.com/p1---green-street-university-district.html>

圖 3-50 道路透水鋪面之路間滯水綠帶

(2)路旁集水溝渠(Gutter)

也就是排水溝,不透水的露天排水溝用於收集與運輸落於地表的雨水。當道路有路緣石設計時,路面和人行道的垂直交界處可以設置排水溝,排水溝表面以混凝土製成,再將排水溝引導至雨水溝渠中,雨水最終排放到滯留池或河道中。

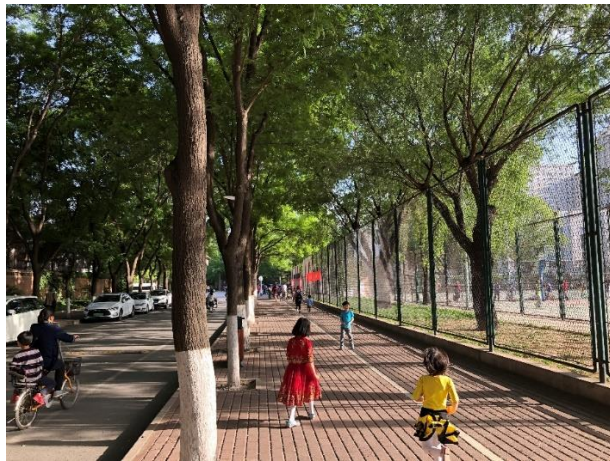


圖片來源：<https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/gutters/>

圖 3-51 道路透水鋪面之路旁集水溝渠

(3)道路綠地滯水(Road green space)

引導洪水流進道路分隔島或行道樹等具有植栽的綠色空間，透過降挖或滲透方式蓄存道路中過多之水量，降低洪峰流量。



圖片來源：<https://www.ceh.ac.uk/our-science/projects/urban-blue-and-green-space>

圖 3-52 道路透水鋪面之道路綠地滯水

(4)透水鋪面(Permeable paving)

透水鋪面採用永續的材料和技術，在道路的表面產生孔隙，讓水可以在向下流動並蓄存在地下，減少直接逕流的產生。採用透水鋪面還可以濾除地表逕流彈來的懸浮固體與污染物。除人行道外，還包括道路、草坪與停車場都可以設置。



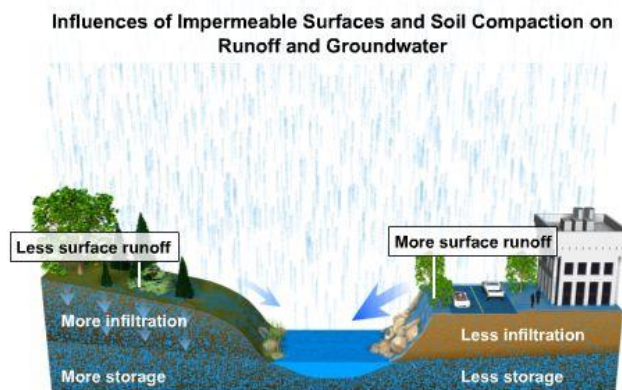
圖片來源：

<http://www.abg-geosynthetics.com/applications/permeable-paving-surfaces.html>

圖 3-53 道路透水鋪面之透水鋪面

(5)提高土壤滲透能力(Increase of infiltration capacity)

增加土壤的滲透能力使更多的水滲透到土壤中，減少降雨形成直接逕流，降低洪峰流量並增加地下水補注。



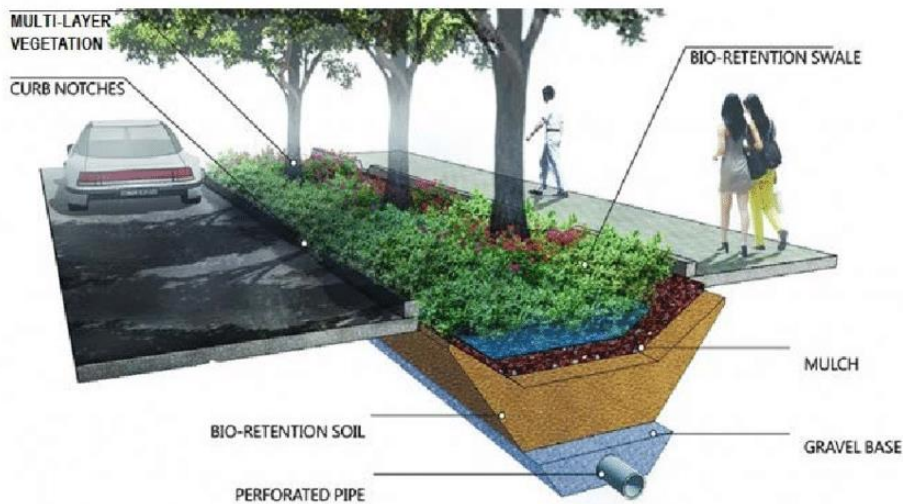
©The COMET Program

圖片來源：http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/runoff_cz/print.htm

圖 3-54 道路透水鋪面之提高土壤滲透能力

(6)生態調節溝(Bioswales)

生態調節溝(生物窪地)可代替混凝土排水溝和下水道，利用植被低窪的地區或低谷使用植物材料來處理、吸收和輸送雨水逕流。它們將雨水逕流從道路或停車場輸送到雨水下水道系統或其他滯留區域。生態調節溝能夠吸收小雨事件中的逕流，並處理大量逕流然後將其導向較大的雨水下水道管理系統，可以減輕雨水系統總逕流量和流量的負荷。



圖片來源：

https://www.researchgate.net/figure/Bioswale-concept-diagram-1-Dirty-and-polluted-water-from-rooftops-roads-and-parking_fig1_335219312

圖 3-55 道路透水鋪面之生態調節溝

11、都會採用綠色防洪規劃

(1)濕地復育(Wetland and wetland restoration)

濕地(天然或人工濕地)是永久或季節性被水浸潤的土地，具有獨特的生態系統特徵。人工濕地主要用於控制城市逕流以及改善水質。它們通常被設計成具有短的停留時間，以防止蚊子繁殖。濕地復育可以減少沿海與河岸的洪水侵蝕，還可以提供生物棲息地，濕地復育是將受損的濕地受損程度降低或回復到未受損的狀態。



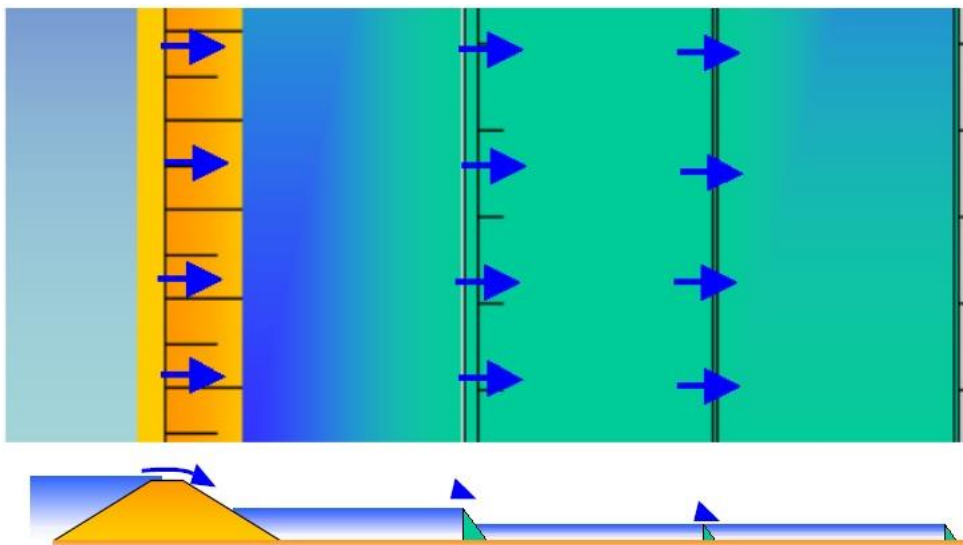
圖片來源：

<https://metroparkstoledo.com/discover/blog/posts/wetland-restoration-part-of-the-solution/>

圖 3-56 都會採用綠色防洪規劃之濕地復育

(2)階層式防洪構造物(Cascading flood compartment system)

在主堤防後面建立第二道(或數道)堤防，以創建一個新的阻隔空間。當洪水從堤壩溢出時，洪水會蓄存在阻隔空間中。

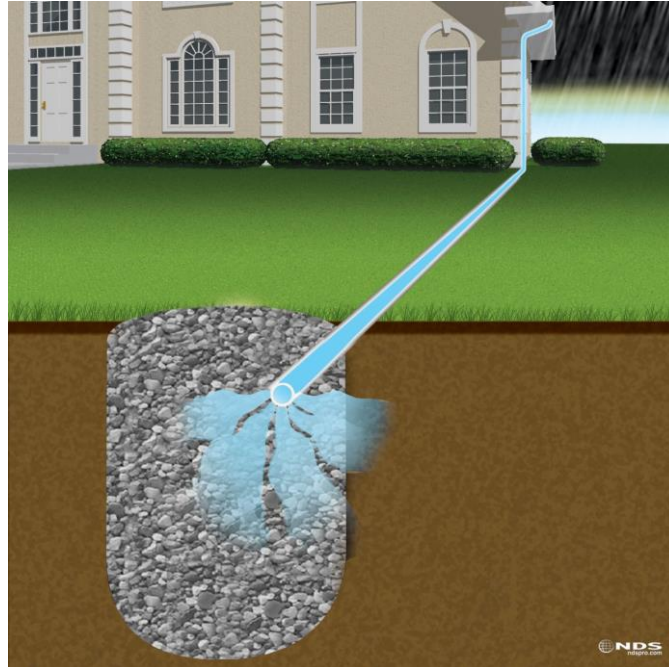


圖片來源：<http://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/FRIAR08/FRIAR08029FU1.pdf>

圖 3-57 都會採用綠色防洪規劃之階層是防洪構造物

(3)滲透井(Dry well)

係一種地下結構，可處理過多的地表水，最常見的是處理地表逕流和暴雨。它是一個有蓋的多孔壁空間，可以使水緩慢地滲入地下，並消散到地下水中。

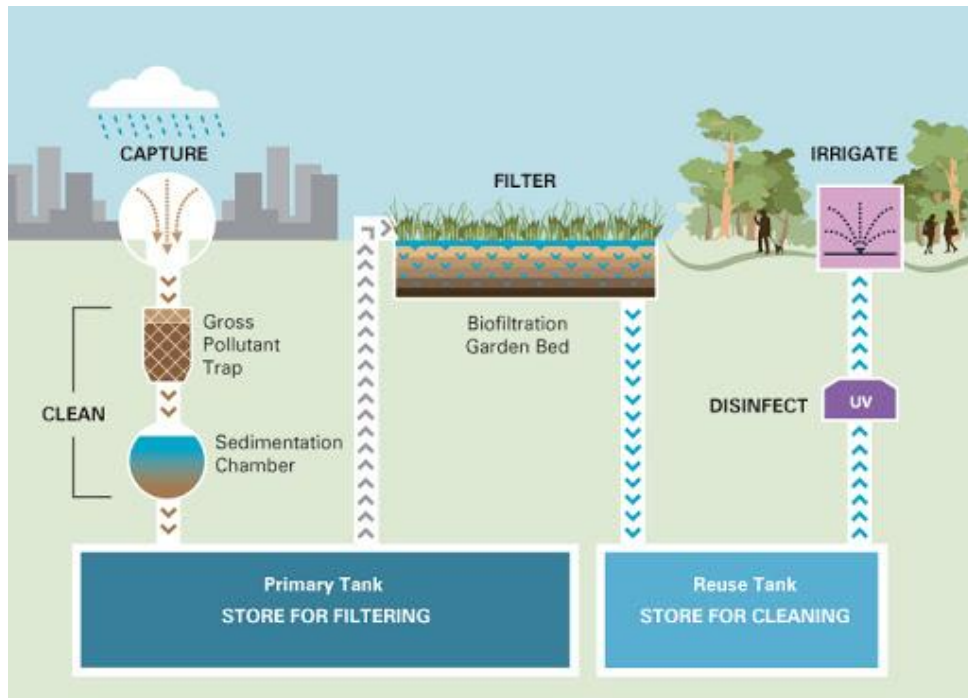


圖片來源：<https://www.pinterest.com/pin/384072674453849247/>

圖 3-58 都會採用綠色防洪規劃之滲透井

(4)雨水收集系統(Stormwater harvesting system)

雨水收集系統(又稱雨水再利用)是將雨水收集、積累、處理或淨化和儲存，以供其最終再利用的過程。不同於屋頂雨水收集，雨水收集系統是從排水溝或小溪中收集逕流，而不是從屋頂收集雨水。雨水收集系統還可以從城市的人造表面來收集，例如道路、公園、花園和運動場。



圖片來源：

<http://urbanwater.melbourne.vic.gov.au/industry/treatment-types/stormwater-and-rainwater-harvesting/>

圖 3-59 都會採用綠色防洪規劃之雨水收集系統

12、加速地面水排出

(1)排洪通道(Bypass channel)

係人工建造的水道，旨在保護城鄉與農業地區免受洪水侵襲。排洪通道是將主流或河流中過多的洪水進行分流，以便能夠轉移到河流下游或另一條河流中，具有吸收大量過多水量的能力。



圖片來源：

<https://www.dutchwatersector.com/news/first-overtopping-threshold-of-flood-relief-channel-along-river-rhine-at-nijmegen-the>

圖 3-60 加速地面水排出之排洪通道

(2)排水系統(Urban drainage systems)

排水系統(或收集系統)目的是可以安全可靠地處理雨水逕流,主要用在處理小雨時的逕流,並可以清除城市地區廢水。這系統可以是開放水道或封閉管路的形式。



圖片來源：<https://heritageplumbinginc.com/drainage-system/>

圖 3-61 加速地面水排出之排水系統

(3)導水溝渠(Ditch)

係地形上為導水而形成的凹陷。溝渠主要是用來導引水流，例如從低窪地區、道路或田野旁排水，或從較遠的源頭引水進行植物灌溉。溝渠通常出現在農田周圍，特別是在需要排水的地區，例如低窪地區。



圖片來源：<https://en.wiktionary.org/wiki/ditch>

圖 3-62 加速地面水排出之導水溝渠

(4)增加下水道容量(Increased capacity of sewer/drainage system)

增加下水道/排水系統容量可以提升排水能力，使排水系統在大雨期間能有效排除多餘的地表水防止洪水發生。一般可以在舊管道有洪水、污染等問題時來檢討，以新的和較大的下水道來增加雨水系統的容量；未能改善前則是加強維護工作，以確保系統的容量達到設計要求(例如，攔截與去除下水道的沉積物)。



圖片來源：<http://www.sussex.ac.uk/broadcast/read/21260>

圖 3-63 加速地面水排出之增加下水道容量

(5)抽水站(Pumping station)

抽水站可以將積水排放到其他地點，避免暴雨期間積水造成水患，抽水站是屬於防洪重要的基礎設施。抽水站由泵及其他設備整合的系統，可對流體加壓，方便運送到較高或是較遠的地方，用在許多基礎設施中，例如運河的供水、低窪地區的排水、以及將污水送到處理站的設備。地勢較低的地區若需要排水，一般會修築溝渠，不過若此地區在海平面以下，就需要利用泵將水加壓後排出到鄰近的水路，最後再流進大海。

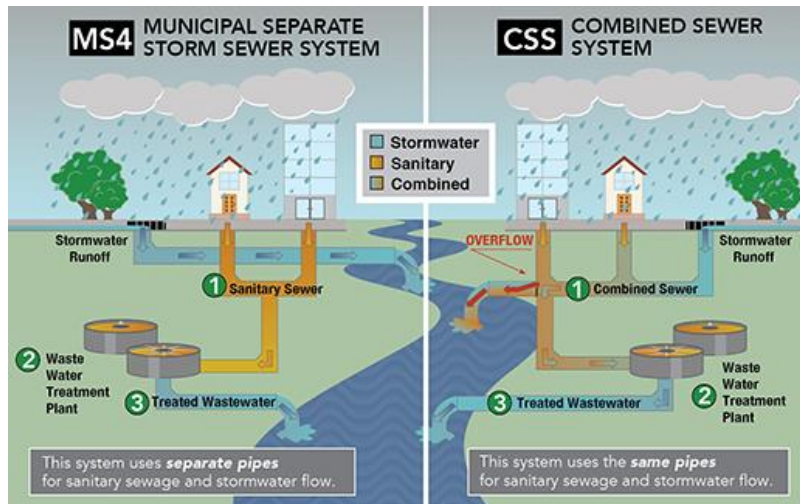


圖片來源：臺南市政府永康抽水站

圖 3-64 加速地面水排出之抽水站

(6)雨汙水分離(Rainwater disconnection)

將污水系統與雨水排放系統分開，也是防止下水道氾濫的一種解決方案。雨水與汙水兩個系統根據自身排放量來設計的尺寸，互不干擾。雨汙水分離是水敏感城市設計中常見的策略，在美國也是 LID 和綠色基礎設施的一部分。



圖片來源：<http://www.chesapeakequarterly.net/V15N1/main1/>

圖 3-65 加速地面水排出之雨汙水分離

非工程類別

1、提升建築物防洪與耐洪能力

(1)兩棲建築(Amphibious building)

平常建築是位於地面上，但是在洪水期間，當水位上升時該建築可以隨著水面上升。漂浮建築物在許多國家的市區湖岸邊或流速緩慢的河流處找到，但是兩棲建築並非像漂浮建築物那樣長期在水面上，僅有遭遇洪水時才會垂直向上漂浮。兩棲建築物的原理是在建築物下方裝設浮力裝置(浮筒)，當水位變化時，這些浮力裝置由垂直柱導引，使得建築物可以垂直上升，以避免兩棲建築漂走。

(2)建築基準高程(Building elevation)

設定建築物基準高程是針對新建物的措施，但也可以應用於現有建築物。在興建建築物時，建物的基準高程要高於洪水基準線，以防止洪水進入建築物的最低層。可以透過整個房屋的高度升高的方式來完成，或者將房屋保留在其現有狀態，僅將房內的地板加高。

(3)防洪建築(Buildings as flood defence)

在洪水風險地區，利用新建築物和現有建築物作為洪水防禦的屏障。這些建築物整合到防洪系統中，創造出可靠的防洪系統。

(4)乾式防洪(Dry floodproof)

係一種不讓洪水進入建築的防水方式，該設計要考慮建築物處洪水位的高度、浮力和靜水壓力以及風浪影響。相較於濕式防洪，濕式防洪是允許水進入出建築物。乾式防洪措施包括：建築牆壁密封、管線開口密封、管線開口防洪罩、強化內部向外排水。

(5)濕式防洪(Wet floodproof)

係提高新建築物和現有建築物的抗洪能力的作法，特別是在洪水高風險地區。濕式防洪是允許水進入房屋的策略，而不

是防止水進入房屋。因此，濕式防洪的主要目的是改變可能受洪水影響的建築結構設計(或材料)，以減輕受洪水影響與後續維修工作。濕式防洪的改善對象包括牆壁、天花板和地板結構。

(6)浮動建築(Floating building)

浮動建築的基本特徵是沒有基礎支撐，而是漂浮在水面上。因此，不需要傳統的地基或樁。浮動建築會限制其水平方向的移動，但是可以靈活地隨著水位垂直變化。浮動建築的底部由浮動裝置組成，可確保建築物的浮力。

(7)建築技術規範(Prescription on the construction code)

透過城市規劃的相關建設法規，減少都市的防洪脆弱。

(8)高腳屋(Stilt house building)

高腳屋是一種高架結構，通常也可以建造在水上或是陸地上，採用高腳屋建築技術可以有效降低洪災的風險。河岸或海岸的房屋採用高腳屋設計，其對水流的阻力較小，因此也更穩定。

(9)建物裝設高於洪水位的緊急出口(Emergency exit of buildings above highest flood level)

傳統上，建築物的主要出口位於地面。在洪水的情況下出口會被水和雜物阻塞。因此，緊急出口應盡可能高於洪水位，窗戶也可以設計為緊急出口。

2、提升公共設施防洪能力

(1)管路逆止閥(Check valve)

安裝在易受洪水影響的管道中。在廁所與下水道系統連接處容易發生回流，如果水流方向錯誤，則閘門會將阻止流量往錯誤的方向進入，避免造成淹水。

(2)堤防檢查作業(Dike inspection)

是為了評估堤防的可用程度，尤其是在風暴潮事件之後，需找出堤防中可能的損壞加以修復，以維持堤防的保護作用。

堤防維護單位有責任進行例行和定期檢查，並按照與建造時相同的防洪標準維護和相關維修規定。同時，每年應編列必要的預算，專門用於堤防等相關防洪工程的維護和修理。例行的詳細檢查應安排在汛期之前，以便有足夠的時間進行維修工作。

(3)高架道路(Floating road or Elevated highway)

道路是負責運輸的基礎設施，一般容易發生洪水的道路必須特別注意防洪，以減少運輸的脆弱性。為了確保疏散路線的完備，可以採用浮動道路或高架道路。浮動道路是在水上漂浮的道路，不僅可以漂浮，還可以移動以適應不斷變化的水位，主要是由浮橋組成，車輛可以在浮橋上行駛。高架道路則是固定的橋樑，連接高地的街道網絡，高架道路也可以是堤岸上方的道路。當城市受洪水侵襲時，高架道路非常有用，當一般道路淹水成河時，民眾仍然可以使用高架道路撤離。

(4)基礎設施防洪規劃(Flood proof infrastructure)

容易發生洪水的城市中的疏散路線和基礎設施必須經過防洪處理，要減少洪水的影響，可選擇包括定期進行基礎設施的維護並隨時掌握其狀況，使用適當的設計和材料，建立浮動道路以及為疏散路線建立高架道路。

(5)多功能防洪規劃(Multi-functional flood defences)

係一種新開發的概念，優化城市整體空間規劃，而不是僅針對單一建築。多功能防洪規劃將防洪功能與住房、娛樂和休閒、商業建築、生態、交通和運輸、地下基礎設施等其他功能結合在一起的防洪設施，也是城市功能的一部分。

3、洪災補助

(1)洪災保險(Flood insurance)

洪災保險是一種重要的風險管理工具，可應用於個人、公司和政府等各種等級。洪災保險提供了一種與他人共同承擔潛勢經濟損失的機制。保險的支付可以用在重建，使得社會與經

濟能得以復甦。結合適當的土地使用控制和洪水應急管理措施，洪災保險可以有效處理殘餘風險。

(2)稅收減免(Tax relief)

稅收減免旨在減少個人或企業的應納稅額。稅收減免通常在為特定事件或原因提供援助，例如，當宣布為重災區時，洪災受害者可能會獲得某種程度的稅收減免。

(3)災害補助(Disaster relief)

由政府針對特定天然災害在特定規模或條件下，分別對住家、農業、工業設定補助標準，以協助災區啟動重建，加速復原之功效。

4、避免使用高風險地區

(1)搬離洪災區(Building relocation)

可以採用建物搬移或是全戶搬離的方式，若只需要移動到附近位置即可避開洪災區，可以採用建物搬移的方式，但是需要涉及到較高的建築搬運技術；若整個區域都屬於洪氾區，則應該採用全戶撤離的方式，搬到新的不受洪災影響的地點重新生活，這需要採用補償措施。

(2)搬移高風險區(Away from disaster risk)

利用管制與補助方式，限制居民在重複淹水高風險地區居住，也可以透過管租房貸與限制淹水保險的方式，迫使民眾離開高風險地區。

5、緊急救援疏散

(1)緊急救援系統(Emergency Management Services)

當緊急危難發生時，人員如何求援、救援人員與車輛如何在最短時間內到達現場，以及如何即時警示之系統。

(2)疏散計畫(Evacuation plan)

疏散的目的是將人們暫時從可能遭受洪水影響的區域轉移到安全地點。制定緊急疏散計畫可以確保建築物與城市所有

居民的安全。疏散的順序為檢測、決策、警報、反應、移動到避難區或集合點。

(3)疏散路線(Evacuation Routes)

疏散路線主要是用於災害發生時或預期大災害將來臨時將民眾撤離的路線，通常應在災前平時階段就要做好規畫，應避免將路徑經過潛勢災害地區，同時也需要考慮相關疏散的交通工具。

(4)居家應變能力(Family emergency planning)

災害通常會在沒有預警的情況下發生，即使是停電之類的小事件，也可能立即對沒有準備好的家庭造成災難性影響，因此，居家應有防備計畫，以備不時之需。居家防備計畫是生存緊急情況的關鍵，需要考量洪水事件發生前後的相關事項，所有家庭成員都必須確實執行與行動，以確保家庭成員的安全。具體來說，居家防備計畫將包括：家庭防災補給包與家庭備災計畫，以建立居家應變能力。

(5)較高的逃生路線(Evacuation routes at elevated level)

採用高空廊道或較高的聯絡道路來建立撤離路線，以確保在洪水發生時能夠安全撤離。廊道應高於高洪水位，受洪水影響的人們可以使用這路線到達安全的地點。

(6)救援計畫(Rescue plan)

洪水救援行動的目的是使人們離開從直接受災或潛在的災害地區轉移到安全處。

6、災害預警準備

(1)洪水預警(Flood forecasting and early warning)

包含預報與警告兩部分，洪水預報是指在特定時間與特定位置的水位和流量預測，而洪水預警是利用洪水預報來決定是否應向公眾發布。洪水預警系統是一種提早發現威脅的方法，可以警告公眾以便預先採取應對措施，以減少洪災不利的影響。因此，洪水預警系統的主要目標是減少洪水氾濫的風險，通常

系統管理者的職責是將分析完成的訊息傳遞給主管機管，然後由主管機管決定發布警告，以避免即將發生的洪水災害。

(2) 水文與氣象觀測(Hydrological and Meteorological Observatory)

水文氣象觀測服務是專門用於長期監測氣候和水文變化的觀測服務。水文與氣象的數據可以提供洪水預警與風險評估之用。

(3) 市府防洪計畫(Municipal flood control plan)

市政防洪計畫和優先事項，在發生極端事件的情況下，通過警報向市民提供應對指南。

7、防災據點與緊急救援物資

(1) 掌握救援物資(Emergency supplies and utilities)

發生洪水緊急情況時，需要掌握緊急物資和確保公用設施持續營運。緊急物資應包括食品和飲料、急救箱和其他可延續生存的物品，同時應確保醫院與相關企業能繼續營運。

(2) 緊急庇護所(Flood shelter)

在容易遭受嚴重洪災的地區應建立緊急庇護所，緊急庇護所應建造在最高洪水高度以上，同時應注意要能容納附近所有的人同時也要讓他們可以容易到達。防洪庇護所能有助於挽救生命和財產。

8、掌握災後資料

災後資料分析(Post-disaster data collection)

災後資料收集可以提供未來重建時的參考依據，主要是收集：淹水高度、淹水原因、人員傷亡情形、救災情形、人力動員與配置情形，將有助於未來針對災害問題重新檢討改進方向。

9、災後金融準備

(1) 緊急金融措施__舉債(Government debt instrument)

災難發生後，新興經濟體政府籌集資金的一種常見方式，主要是由中央銀行儲備中借款或發行政府債券。

(2)財務準備__貸款(International loan)

新興經濟體政府可以從國際貸款組織以低利率借款，這些組織可以協助災難前的規劃或極端事件發生之前或之後的恢復活動。貸款是發展中國家的主要資金來源。

(3)災害準備金(Budget for the disaster funds)

建立災難性的儲備金是協助風險管理的措施之一，許多國家維持著巨災儲備基金，這些儲備基金由稅收收入資助，並投資於流動性好的資產。

10、掌握自然情勢進行空間規劃

(1)揭露自然災害風險資訊(Natural disaster risk information)

評估所有水道和海岸線是否都受到洪水威脅，以繪製洪水範圍和資產圖以及在這些地區處於危險之中的人類，並採取適當和協調的措施來減少這種洪災風險。

(2)土地利用空間規劃(Land use plan / spatial planning)

都市化會破壞自然排水方式，以破壞了植物和土壤蓄存逕流的能力。因此，必須將洪水管理的干預措施加入土地利用規劃過程中，以維護現在和未來需要調節洪水的空間要求，進而減少洪災發生。

(3)埤塘水位彈性管理(Flexible water level management)

彈性的水位管理需要能掌握預報降雨資訊，在降雨發生之前先降低埤塘水位，以增加埤塘的儲水量。透過水位管理，在降雨期間蓄水，在乾旱時期提供可用水源。

(4)淹水潛勢圖(Flood hazard mapping)

洪災淹水潛勢地圖繪製是應對極端條件洪災風險的基礎。其目標是通過預測來減少洪水的影響，使用淹水潛勢地圖可以讓居民瞭解洪災風險。

(5)脆弱度評估(Vulnerability assessment)

脆弱性評估對於風險管理和洪災損失評估至關重要。脆弱性是指一定數量的洪災對某些物體造成的損害。

11、建立社區防災意識

(1)社區參與(Community involvement)

社區可以參與決策過程，例如，洪災潛勢地區的社區積極參與災害風險的識別、分析、規劃、監測和評估，可以減少其脆弱性並增強其韌性能力。

(2)災害演練(Red alert exercise)

可以模擬與測試民眾與政府當局的反應和計畫，避免極端洪災事件時反應不及。

(3)歷史淹水位標記(High water mark)

歷史淹水位標記是代表該地區歷史最嚴重的淹水高度。此類標記可以隨時提醒民眾此處洪災可能影響的高度，並提高人們的防災準備意識。

12、強化大眾防災資訊傳達

(1)強化訊息傳播給公眾(Broadcast to public)

將災害相關預警與對策訊息，透過公共網路途徑，讓民眾可以正確且即時的接收訊息，以便及時應對。

(2)強化社會網絡(Social network mapping)

可以幫助利益相關者在更廣泛的網絡中瞭解自身的定位，並且可以透過該網絡傳達給他人並向他人說明。它是社區之間社會抗災力的一種衡量標準，因為它有助於在關鍵時刻(尤其是在災難事件中)傳輸訊息並提供資源。

針對前述表 3-6 各項可能適用之洪災韌性提升方案，進一步依據適用地點類型(都市、鄉村)，及洪災類型(地勢低窪、排水系統不佳、外水溢堤、內水無法排出)進行整理，作為方案選用與分析時使用(如表 3-7)。同時，本計畫研擬相應之設施或方法，促進災害預防、災時應變、災後復原等不同時期之能力如表 3-8。

表 3-7 近自然洪災韌性提升方案適用地點與災害類型

工程類別	可適用設施/方法	地點類型		洪災類型				
		都市	鄉村	地勢低窪	排水系統不佳	外水溢堤	內水無法排出	
工程措施	河岸防護	堤防	●	●			●	
		堤防加高加固	●	●			●	
		壩堤	●	●			●	
		防洪閘門	●	●			●	
		河道治理	●	●			●	●
		堤防加上安全出水高度	●	●			●	
		連續屏障設計	●	●			●	●
		防洪牆	●	●			●	
		水工構造物防滲處理	●	●			●	
		水門	●	●			●	●
		洪水繞道	●	●			●	●
		臨時性防護措施	移動式防洪擋板	●	●	●	●	
	臨時堤防_太空包		●	●	●	●	●	●
	充氣式擋水牆		●	●	●	●		●
	沙包		●	●	●	●	●	●
	近自然防護方式	第二道堤防線	●	●			●	
		河道疏浚	●	●			●	
		村落圍堤	●	●	●			●
		排水構造物維護	●	●	●	●		
		提高路緣高度	●	●	●	●		
		河濱公園	●	●			●	●
	創造自然環境	造林		●		●		
		都市森林公園	●			●	●	
		洪氾區復育	●		●	●		
	生態工法	河川掀蓋	●	●			●	
		與水共生	●	●	●	●		●
		圍墾		●	●		●	●
		河道護岸	●	●			●	
		河岸砌石	●	●			●	
		養灘						
	開闢河道空間	水岸退縮	●	●			●	
		還地於河_堤防遠離河道	●	●			●	
開闢洪氾平原		●	●			●		
設置滯洪空間	滯洪池	●	●	●		●	●	

工程類別	可適用設施/方法	地點類型		洪災類型				
		都市	鄉村	地勢低窪	排水系統不佳	外水溢堤	內水無法排出	
		沼澤地	●	●	●		●	●
		地下滯洪池	●		●	●		
		水廣場	●		●	●		
	提供蓄洪空間	埤塘		●	●	●		
		廢棄下水道再利用	●		●	●	●	●
	利用綠色基礎建設進行蓄洪	地下水補注	●	●	●	●		
		生態滯留區	●	●	●	●		●
		綠屋頂	●	●	●	●		
		綠牆壁	●	●	●	●		
		雨水花園	●	●	●	●		
		雨撲滿	●	●	●	●		
		球場下方蓄水	●	●	●	●		●
	道路透水鋪面	路間滯水綠帶	●	●	●	●		
		路旁集水溝渠	●	●	●	●		
		道路綠地滯水	●	●	●	●		
		透水鋪面	●	●	●	●		
		提高土壤滲透能力	●	●	●	●		●
		生態調節溝	●	●	●	●		
	都會採用綠色防洪規劃	濕地復育	●	●	●	●		●
		階層式防洪構造物	●	●			●	
		滲透井	●	●	●	●		
		雨水收集系統	●		●	●		
	加速地面水排出	排洪通道	●	●	●	●		●
		排水系統	●	●	●	●		●
		導水溝渠	●	●	●	●		
		增加下水道容量	●		●	●		
		抽水站	●		●	●		●
雨汙水分離		●		●	●			

工程類別	可適用設施/方法	地點類型		洪災類型				
		都市	鄉村	地勢低窪	排水系統不佳	外水溢堤	內水無法排出	
非工程措施	提升建築物防洪與耐洪能力	兩棲建築	●	●	●	●	●	●
		建築基準高程	●	●	●	●	●	●
		防洪建築	●	●	●	●	●	●
		乾式防洪	●	●	●	●	●	●
		濕式防洪	●	●	●	●	●	●
		浮動建築	●	●	●	●	●	●
		建築技術規範	●	●	●	●	●	●
		高腳屋	●	●	●	●	●	●
	提升公共設施防洪能力	建物裝設高於洪水位的緊急出口	●	●	●	●	●	●
		管路逆止閘	●	●	●	●		●
		堤防檢查作業	●	●			●	
		高架道路	●	●	●	●		●
		防洪基礎設施規劃	●	●	●	●	●	●
	洪災與補助	多功能防洪規劃	●	●	●	●	●	●
		洪災保險	●	●	●	●	●	●
		稅收減免	●	●	●	●	●	●
	避免使用高風險地區	災害補助	●	●	●	●	●	●
		搬離洪災區	●	●	●	●	●	●
	緊急救援疏散	搬移高風險區	●	●	●	●	●	●
		緊急救援系統	●	●	●	●	●	●
		疏散計畫	●	●	●	●	●	●
		疏散路線	●	●	●	●	●	●
		居家應變能力	●	●	●	●	●	●
	災害預警準備	救援計畫	●	●	●	●	●	●
		洪水預警	●	●	●	●	●	●
		水文與氣象觀測	●	●	●	●	●	●
	防災據點與緊急救援物資	市府防洪計畫	●	●	●	●	●	●
		掌握救援物資	●	●	●	●	●	●
	掌握災後資料	緊急庇護所	●	●	●	●	●	●
		災後資料分析	●	●	●	●	●	●
災後金融準備	緊急金融措施_舉債	●	●	●	●	●	●	
	財務準備_貸款	●	●	●	●	●	●	
	災害準備金	●	●	●	●	●	●	
掌握自然情勢進行空間	揭露自然災害風險資訊	●	●	●	●	●	●	

工程類別	可適用設施/方法	地點類型		洪災類型			
		都市	鄉村	地勢低窪	排水系統不佳	外水溢堤	內水無法排出
規劃	土地利用空間規劃	●	●	●	●	●	●
	埤塘水位彈性管理		●	●	●		●
	淹水潛勢圖	●	●	●	●	●	●
	脆弱度評估	●	●	●	●	●	●
建立社區防災意識	社區參與	●	●	●	●	●	●
	災害演練	●	●	●	●	●	●
	歷史淹水位標記	●	●	●	●	●	●
強化大眾防災資訊傳達	強化訊息傳播給公眾	●	●	●	●	●	●
	強化社會網絡	●	●	●	●	●	●

表 3-8 洪災韌性提升方案各施行時期之相應設施與方法

洪災韌性提升方案施行時期	工程	非工程
災害預防	<ul style="list-style-type: none"> 運用開口堤、副堤等防洪設施，允許洪水漫淹 利用工程設計手法加大河流斷面積以創造行水空間。手法包括挖低泛洪平原、堤防往後遷移、將窪地變湖泊、加深夏季河床、加高堤防、減低水閘高度、移除橋墩障礙物、設滯洪池和加築臨時河道。 創造複合式的水空間利用，包括綠屋頂、水廣場、多功能停車場、浮動館。 興建高架式建築，將建築物底層留做雨水淹沒地區 設置雨水貯留設施及防災調節池 因應都市土地取得不易，開挖雨水幹管做為河川分流設施或滯洪設施 自有住宅雨水貯留與增加雨水浸透面積 	<ul style="list-style-type: none"> 保護上游森林生態系統，以提高自然環境保水力，並盤點保水地區並加強復育 下游區域洪泛區還地於河，減少地面活動對洪氾平原地層造成的壓力以恢復下游地區地下水的挹注，由此解決地層下陷的問題，同時健全河岸生態體系並增加休閒遊憩空間 跨領域治理河流，以前依地區治理河川的方式改為以河流為單位。 規範災害潛勢區內之土地利用，在災害潛勢地區內施建之建築分為不許可及有條件許可兩部分 由政府機構、公用事業與民營公司、專業學者等代表組成氣候變遷調適特別工作組，使政府與民間同步應對氣候變遷。

洪災韌性提升 方案施行時期	工程	非工程
	<ul style="list-style-type: none"> • 增加道路與空地透水性鋪面 	<ul style="list-style-type: none"> • 明確規定災害防治與救濟權責，將可預測之天然災害情況告知居民，使危險地區內的土地使用人負起防範的義務
<p style="text-align: center;">災時 應變</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 在地滯洪 • 確保所有設施發揮其功能 	<ul style="list-style-type: none"> • 提供居民洪災圖，標明預測的洪水區域、撤離位置和路線 • 水災疏散區域分級制度 (Evacuation Zone)，依照洪災影響程度分級，擬定疏散計畫。 • 發展預警系統，並加速資訊傳遞 • 增加臨時避難所
<p style="text-align: center;">災後 復原</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 檢視洪災期間遭損壞之基礎設施並進行修復 • 測試排水功能 • 蓄滿水位的調整運行 	<ul style="list-style-type: none"> • 長期低利率貸款補助計畫，主要用以協助受影響的中小企業及個體戶 • 設立天然災害保險制度 • 修改建築法規，加強住宅防災應變基礎建設，保護供電設施和提供暖氣熱水的管線等等

(三) 洪災韌性提升方案擇定

根據第一步驟綜整洪災成因故障樹，可提供使用者透過故障樹瞭解面臨的首要洪災問題，再配合第二步驟中各項設施(或方法)依據地點類型及洪災類型之分類，可進一步將各項設施(或方法)分門別類對應至各項洪災成因中，以利使用者可依據所處地點類型，及面臨之首要洪災問題，快速查找可適用之設施(或方法)。故本步驟係綜整前述兩步驟內容，依序針對地勢低窪、排水系統不佳、外水溢堤、內水無法排出等洪災類型將各項設施(或方法)與各項洪災成因進行對應如表 3-9~表 3-13。

其中，非工程各項措施大多可適用於各項洪災成因，作為工程措施之補強措施，故不另製作非工程各項設施(或方法)與各項洪災成因的對應表。

表 3-9 地勢低窪類型洪災韌性提升方案擇定對照表-工程措施

可適用設施/方法		地點類型		洪災成因									
		都市	鄉村	地勢低窪		地勢改變							
				地勢問題	地層問題	未投入基礎設施區				興建設施造成阻隔			
				地勢較低	地層下陷	閒置土地	農業區	魚塭區	無道路引導排水	開發區地基填高	路堤阻隔	開發區與未開發區交界	橫越暗渠阻塞
臨時性防護措施	移動式防洪擋板	●	●	●	●				●				
	臨時堤防_太空包	●	●	●	●			●					
	充氣式擋水牆	●	●	●	●			●	●				
	沙包	●	●	●	●				●				
近自然防護方式	第二道堤防線	●	●										
	河道疏浚	●	●										
	村落圍堤	●	●	●	●								
	排水構造物維護	●	●	●	●					●	●		
	提高路緣高度	●	●	●	●	●	●						
	河濱公園	●	●										
生態工法	河川掀蓋	●	●										
	與水共生	●	●	●	●								
	圍墾		●	●	●		●						
	河道護岸	●	●										
	河岸砌石	●	●										
	養灘												
掌握自然情勢進行空間規劃	土地利用空間規劃	●	●	●	●	●	●	●					
設置滯洪空間	滯洪池	●	●	●		●	●		●	●		●	
	沼澤地	●	●										
	都會區地下滯洪池	●		●						●			
	水廣場	●		●					●	●			
提	埤塘		●				●	●					

供蓄 洪空間	廢棄下水道再利用	●		●									
	地下水補注	●	●	●	●	●				●		●	
利用 綠色 基礎 建設 進行 蓄洪	生態滯留區	●	●	●	●	●				●		●	
	綠屋頂	●	●	●	●					●		●	
	綠牆壁	●	●	●	●					●		●	
	雨水花園	●	●	●	●					●		●	
	雨撲滿	●	●	●	●					●		●	
	球場下方蓄水	●	●	●	●					●		●	
	路間滯水綠帶	●	●	●	●					●		●	
道 路 透 水 鋪 面	路旁集水溝渠	●	●	●	●					●		●	
	道路綠地滯水	●	●	●	●					●		●	
	透水鋪面	●	●	●	●					●		●	
	提高土壤滲透能力	●	●	●	●					●		●	
	生態調節溝	●	●	●	●					●		●	
	都會採用綠色 防洪規劃	●	●	●	●	●			●				
加 速 地 面 水 排 出	階層式防洪構造物	●	●										
	滲透井	●	●	●	●								
	雨水收集系統	●		●	●					●		●	
	排洪通道	●	●	●	●		●		●	●		●	●
	排水系統	●	●	●	●				●	●	●	●	●
	導水溝渠	●	●	●	●				●	●	●	●	●
增加下水道容量	●												
抽水站	●		●	●		●	●	●	●	●	●	●	
雨汙水分離	●								●		●		

表 3-10 排水系統不佳類型洪災韌性提升方案擇定對照表-工程措施

可適用設施/方法	地點類型		洪災成因																
	都市	鄉村	抽排水不良															無抽排水設計	
			地表收集不良					下水道排水不良					道路排水不良	排水系統銜接不良		抽、排水能力不良		開發區	未開發區
			無道路側溝	側溝排水孔不良	溝渠銜接不良	溝渠斷面束縮	公共空間收集系統不良	無雨水下水道	下水道管徑不足	主管銜接不良	下水道坡度不足	下水道淤積	道路排水不良	(下游區)上游開發區來水過多	(上游區)下游開發區負荷能力不足	抽、排水容量不足	抽、排水設計錯誤	未設置抽排水系統	地表排水能力不足
臨時性防護措施	移動式防洪擋板	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	臨時堤防_太空包	●	●												●	●	●		
	充氣式擋水牆	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	沙包	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
近自然防護方式	第二道堤防線	●	●																
	河道疏浚	●	●																
	村落圍堤	●	●					●	●										
	排水構造物維護	●	●	●	●	●	●	●					●	●	●	●	●		
	提高路緣高度	●	●	●	●								●	●	●	●	●		
	河濱公園	●	●	●	●			●											
創造自然環境	造林		●	●	●			●	●				●		●				
	都市森林公園	●		●	●			●	●				●	●					
	洪氾區復育	●		●	●			●	●										
生態工法	河川掀蓋	●	●																
	與水共生	●	●						●				●						
	圍墾		●						●										
	河道護岸	●	●																
	河岸砌石	●	●																
	養灘																		

掌握自然情勢進行空間規劃	土地利用空間規劃	●	●					●	●											
設置滯洪空間	滯洪池	●	●	●	●	●	●	●	●					●	●					
	沼澤地	●	●	●	●	●	●	●	●					●	●					
	都會區地下滯洪池	●		●	●	●		●	●					●	●	●	●	●		
	水廣場	●		●	●	●		●	●					●	●					
提供蓄洪空間	埤塘		●	●	●	●		●	●					●						
	廢棄下水道再利用	●		●	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●		
利用綠色基礎建設進行蓄洪	地下水補注	●	●					●	●							●				
	生態滯留區	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	綠屋頂	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	綠牆壁	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	雨水花園	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	雨撲滿	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	球場下方蓄水	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
道路透水鋪面	路間滯水綠帶	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	路旁集水溝渠	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	道路綠地滯水	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	透水鋪面	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	提高土壤滲透能力	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	生態調節溝	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
都會採用綠色	濕地復育	●	●	●	●	●		●	●					●	●	●	●	●		
	階層式防洪構造物	●	●																	

防洪規劃	滲透井	●	●					●	●					●	●	●	●	●		
	雨水收集系統	●		●	●	●		●	●					●	●	●	●	●		
加速地面水排出	排洪通道	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●		●	●	●	●	●		
	排水系統	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●		●	●	●	●	●		
	導水溝渠	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●		●	●	●	●	●		
	增加下水道容量	●						●		●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	抽水站	●						●	●	●	●	●			●	●	●	●		
	雨汙水分離	●							●	●	●	●			●	●	●	●		

表 3-11 外水溢堤類型洪災韌性提升方案擇定對照表(1)-工程措施

可適用設施/方法		地點類型		洪災成因																
		都市	鄉村	無堤防		洪水位過高						堤防高程不足		堤防溢淹		湧浪		河道設計問題		
				未設置堤防		上游水庫放水	河川彎道處	河川濁度過高	下游頂拖	通洪空間不足	淹塞湖	洪峰增加	堤防沉陷	兩側堤防不等高	水門失效		湧浪		河道設計問題	
				未檢討堤防設置											水閘門故障		出水高不足		主支流銜接角度不良	
河岸防護	設置堤防	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	堤防加高加固	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	壩堤	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	防洪閘門	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	河道治理	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	堤防加上安全出水高度	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	連續屏障設計	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	防洪牆	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	水工構造物防滲處理	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	水門	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
疏洪道	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
臨時性防護措施	移動式防洪擋板	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	臨時堤防_太空包	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	充氣式擋水牆	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	沙包	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
近自然防護方式	第二道堤防線	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	河道疏浚	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	村落圍堤	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	排水構造物維護	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	提高路緣高度	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	河濱公園	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
創造自然環境	造林	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	都市森林公園	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	洪氾區復育	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
生態工法	河川掀蓋	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	與水共生	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	圍墾	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	河道護岸	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	河岸砌石	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	養灘	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	

掌握自然情勢進行空間規劃	土地利用空間規劃	●	●							●	●						
開闢河道空間	水岸退縮	●	●			●		●	●		●					●	
	還地於河_堤防遠離河道	●	●		●	●		●	●		●	●				●	
	開闢洪氾平原	●	●		●	●		●	●		●						
設置滯洪空間	滯洪池	●	●		●				●		●						
	沼澤地	●	●		●		●	●			●						
	都會區地下滯洪池	●															
	水廣場	●															
都會採用綠色防洪規劃	濕地復育	●	●														
	階層式防洪構造物	●	●		●	●		●		●	●						
	滲透井	●	●														
	雨水收集系統	●															

表 3-12 外水溢堤類型洪災韌性提升方案擇定對照表(2)-工程措施

可適用設施/方法		地點類型		洪災成因													
		都市	鄉村	堤防潰堤													
				堤前破壞				堤後破壞		堤防內部土體流失		結構性破壞					
				河床冲刷	流速過高	外物撞擊	堤身坍塌	溢流	堤身坍塌	堤身溢流	管湧	土壤液化	地層下陷	斷層			
河岸防護	設置堤防	●	●														
	堤防加高加固	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●			●
	壩堤	●	●		●	●			●								
	防洪閘門	●	●					●		●							
	河道治理	●	●	●	●	●	●		●								
	堤防加上安全出水高度	●	●														
	連續屏障設計	●	●				●	●	●								
	防洪牆	●	●			●	●	●	●	●		●		●			●
	水工構造物防滲處理	●	●				●	●	●	●		●		●			●
	水門	●	●			●											
	疏洪道	●	●														
臨時性防護措施	移動式防洪擋板	●	●														
	臨時堤防_太空包	●	●			●	●	●	●	●		●		●			●
	充氣式擋水牆	●	●														
	沙包	●	●			●	●	●	●	●		●		●			●
創造近自然防護方式	第二道堤防線	●	●		●	●	●	●	●						●		●
	河道疏浚	●	●		●	●											
	村落圍堤	●	●														
	排水構造物維護	●	●														
	提高路緣高度	●	●														
	河濱公園	●	●														
創造自然環境	造林		●														
	都市森林公園	●															
	洪氾區復育	●															
生態工法	河川掀蓋	●	●														
	與水共生	●	●														
	圍墾		●														
	河道護岸	●	●	●	●	●											
	河岸砌石	●	●	●	●	●											

	補充海砂												
掌握自然情勢進行空間規劃	土地利用空間規劃	●	●									●	●
	開闢河道空間												
開闢河道空間	水岸退縮	●	●	●	●	●							
	選地於河_堤防遠離河道	●	●	●	●	●							
	開闢洪氾平原	●	●	●	●	●							
設置滯洪空間	滯洪池	●	●										
	沼澤地	●	●										
	都會區地下滯洪池	●											
	水廣場	●											
都會採用綠色防洪規劃	濕地復育	●	●										
	階層式防洪構造物	●	●	●	●	●	●	●	●				
	滲透井	●	●										
	雨水收集系統	●											

表 3-13 內水無法排出類型洪災韌性提升方案擇定對照表-工程措施

可適用設施/方法		地點類型		洪災成因							
		都市	鄉村	抽水站失效					無抽水站		
				抽水站高程不足		抽水站設計能量不足		移動式抽水機無法抵達		該處可設抽水站	無法設置抽水站
				抽水站位置錯誤	湧浪、出水高度不足	設計容量不足	抽水機阻塞	交通動線受阻	移動式抽水機調度不及	未檢討設置抽水站	未檢討佈署移動式抽水機
河岸防護	設置堤防	●	●								
	堤防加高加固	●	●								
	壩堤	●	●								
	防洪閘門	●	●								
	河道整治	●	●	●	●	●					
	堤防加上安全出水高度	●	●		●						
	連續屏障設計	●	●	●	●	●	●				
	防洪牆	●	●								
	水工構造物防滲處理	●	●								
	水門	●	●					●	●		
	疏洪道	●	●								
臨時性防護措施	移動式防洪擋板	●	●		●	●	●	●	●	●	●
	臨時堤防_太空包	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	充氣式擋水牆	●	●		●	●	●	●	●	●	●
	沙包	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
創造近自然防護方式	第二道堤防線	●	●							●	●
	河道疏浚	●	●							●	●
	村落圍堤	●	●			●	●	●	●		●
	排水構造物維護	●	●							●	●
	提高路緣高度	●	●					●			
	河濱公園	●	●								
生態規劃	河川掀蓋	●	●								
	與水共生	●	●			●	●	●	●	●	●
	圍墾		●			●	●				
	河道護岸	●	●								
	河岸砌石	●	●								
養灘											
掌握自然情勢進行空間規劃	土地利用空間規劃	●	●			●					

設置滯洪空間	滯洪池	●	●								
	沼澤地	●	●								
	都會區地下滯洪池	●									
	水廣場	●									
提供蓄洪空間	埤塘		●								
	廢棄下水道再利用	●					●	●			
利用綠色基礎建設進行蓄洪	地下水補注	●	●								
	生態滯留區	●	●		●	●	●	●	●	●	
	綠屋頂	●	●								
	綠牆壁	●	●								
	雨水花園	●	●								
	雨撲滿	●	●								
	球場下方蓄水	●	●								
都會採用綠色防洪規劃	濕地復育	●	●								
	階層式防洪構造物	●	●						●	●	
	滲透井	●	●								
	雨水收集系統	●									
加速地面水排出	排洪通道	●	●	●	●	●			●	●	
	排水系統	●	●	●	●	●			●	●	
	導水溝渠	●	●								
	增加下水道容量	●									
	抽水站	●		●	●				●		
	雨汙水分離	●									

三、在地化韌性方案設計

為研擬在地化之洪災韌性提升方案，需仰賴專業端的韌性發展提案及社區端的民眾驗證，其中，韌性發展提案的建立是整體操作的基礎。一般而言，城市中主要的韌性提升方案可分類為灰色工程、綠色工程與非工程等三類。灰色工程指的是跟水利規劃相關的水利設施；綠色工程指的是整合 NBS 概念依土地使用分類的韌性提升策略；非工程則是家戶型的防洪策略。且灰色工程及綠色工程為大範圍、統整性的改善，主要做的是減緩洪災帶來的影響；非工程為小範圍、具彈性的調節，主要做的是家戶自我的調適。

都市規劃專業所扮演的角色，在於轉化既有灰色工程所能提供的保護標準及其限制於空間發展的表現，以提出土地管理優先的綠色工程措施。進而與地方利害關係人，水利工程及其他專業進行跨領域對話，以提出空間規劃面向上洪災韌性提升之可行性建議。

洪災韌性發展策略圖如圖 3-66 所示，可根據不同土地利用類型來設定方案。例如有閒置農地的地區，建議配合都市計畫的獎勵方式，協助土地所有權人建構緩坡式的下凹式廣場，平常時可作為民眾野餐、休憩之用地，而當豪雨來襲時此下凹式廣場則可做為滯洪及雨水滯留保水之調節空間，提升地方容水能力，改善淹水問題。

以農地為主的地區，建議公部門可協助將農耕土地地塊邊緣依比例挖深，並將田埂加高。在一般條件下，種植範圍集中建立了平時性的滯洪空間，儘管耕作面積縮小，滯洪土地的增加將強化農作免於淹水影響之能力，再者，增高的田埂將使農地滯洪空間增加，當極端事件發生時，則能發揮農地滯洪的效益與承载力。

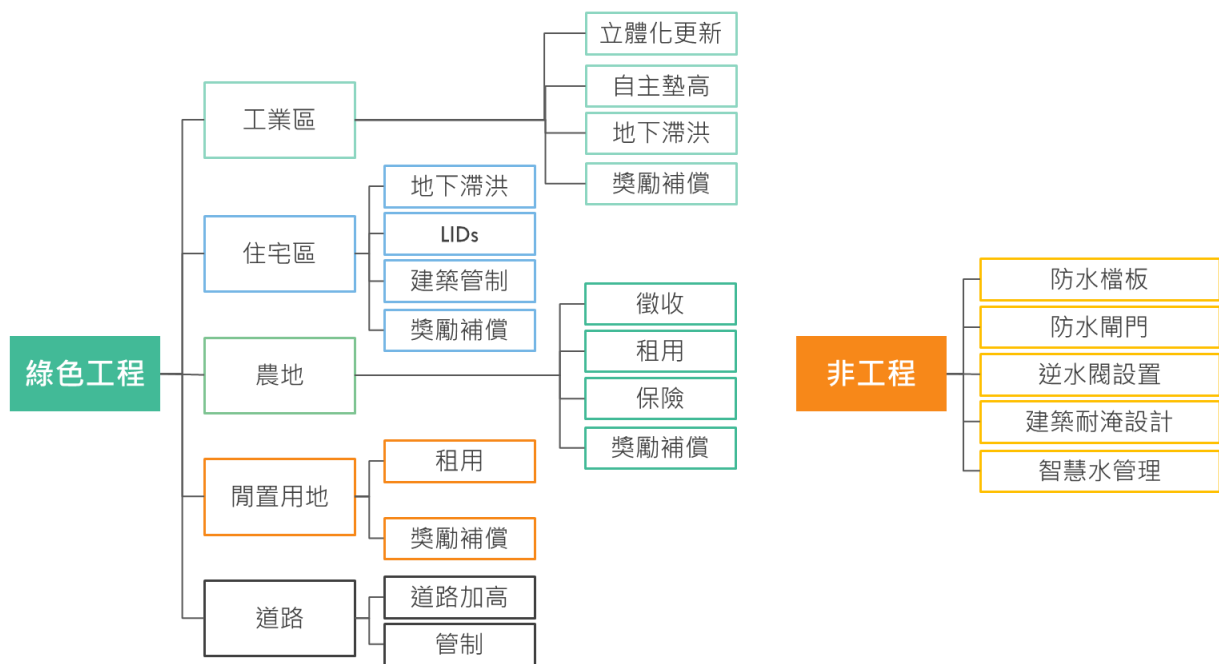


圖 3-66 洪災韌性發展策略示意圖

(一) 方案設計步驟

儘管「韌性」一詞在各領域中的理解略有不同，廣義來說，都函示了一個回應變化以尋求一新穩定狀態的能力(response to changes)，並藉由變化保持動態平衡的表現(sustains by changes)。應用在洪災議題上，韌性概念與過去最大的不同，在於正視環境中的「不確定性(uncertainty)」，並積極探尋系統的「容受力(resistance)」與「回復力(recovery)」。容受力強調城市將衝擊所造成的影響最小化的能力(capacity to minimise the disturbances)，回復力則關注在受衝擊後達到新平衡所花費的時間(time to recover)。

參考 A Methodology to Define Flood Resilience (J. Tourbier. 2012) 所述，洪災韌性應包含空間、結構、社會，以及風險管理等四層面，而本計畫所探討之洪災韌性定義係屬空間層面之部分：「透過洪氾區劃分與城市綠化管理方式，將洪水蓄滯於低窪地，以提升空間上的洪災韌性。其作法可採用：永續城市排水系統(SUD's)、最佳管理作業(BMP's)，或低衝擊開發(LID)」，其探討內容聚焦於「如何透過基礎設施(包含灰色與綠色工程)使洪水造成的危害最小化」。

洪災韌性提升方案之設計，是依據地點與災害類型不同而異。此外，從過往的操作經驗中得知，韌性方案的生產應該是專業與民眾共融並共享的，專業端依其專業判斷提出建議，並借重民眾的參與檢視其規劃方案，以建立具體，可落實，並符合社會共同利益的複合式韌性提升方案。操作步驟如圖 3-67，其架構可分為專業規劃、民眾檢核、韌性提案等三部分，進行說明：

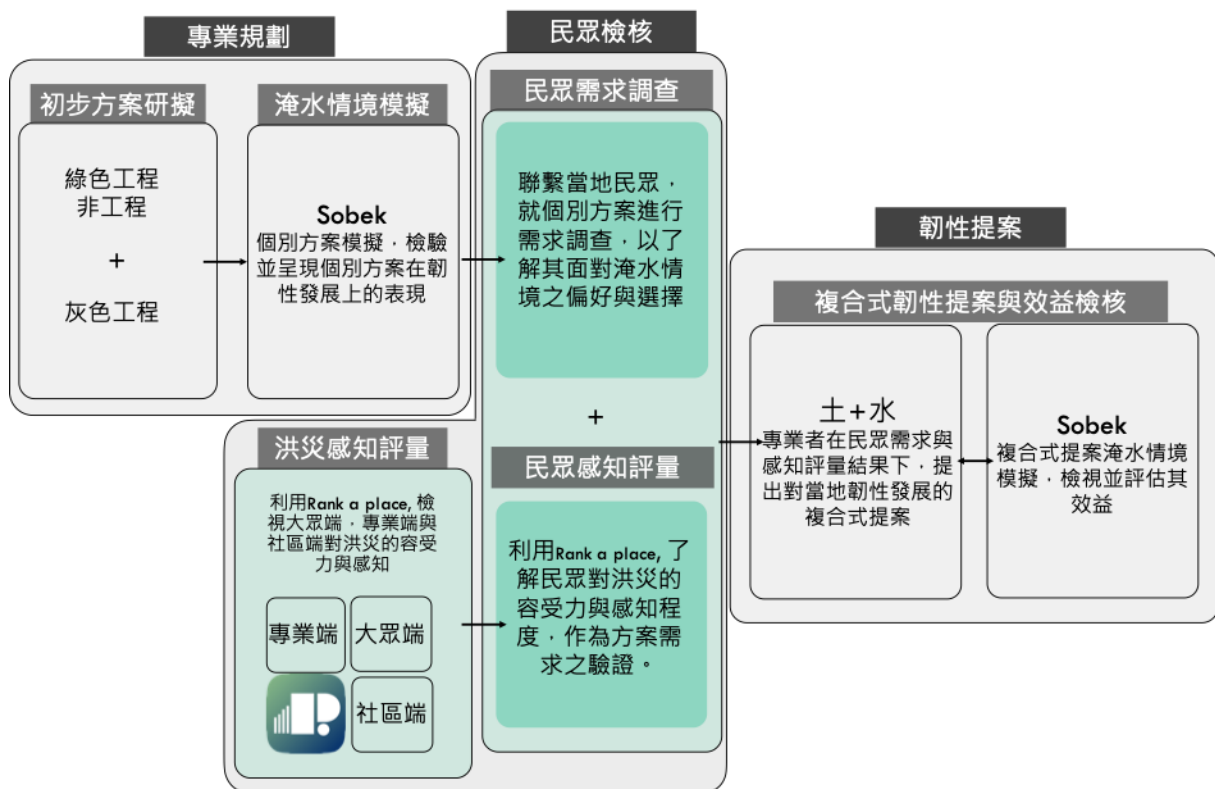


圖 3-67 洪災韌性提升方案設計操作步驟

1、專業規劃

專業端包含水利工程，都市計畫，環境及土地管理相關專業者，個別從其專業角色提出韌性發展提案，提出適用於研究區可能實行的綠色工程及非工程措施，將各個方案放進淹水情境模擬、檢驗，並呈現個別方案在韌性發展上的表現。

2、民眾檢核

韌性的提升的成敗取決在民眾的接受度與參與程度，任何的洪災韌性提升方法，不論是工程或是非工程手段，若是不能符合

民眾的需求，都將無法呈現韌性提升的效果。延續第一部分工作成果，本計畫接著進行研究區民眾需求調查與民眾感知評量，聯繫當地民眾，且為因應研究區的情況，將各個方案以訪談方式進行需求調查，以瞭解其面對淹水情境之偏好與選擇，並於專業端進行訪談，以瞭解專業者對於各方案可行性的看法。

民眾參與檢核的部分可分為需求調查與感知評量兩部分。需求調查部分，聯繫在地利害關係人(local stakeholders)，瞭解其對第一部分所生產方案之看法與鏈結在地的操作性建議，並透過半結構式訪談，掌握在地對方案的偏好與選擇。感知評量部分，透過量化的分析方式，瞭解在地對淹水事件的感受、容受與回復能力。需求調查與感知評量結果互相檢核，可以降低單一方式可能造成的誤差，呈現地方社會需求空間資訊以協助公部門規劃相關行動方案，同時也可以避免因資源分配不均而衍生出社會性風險。

感知評量的量化操作方式有很多種，本計畫採用「地點評價(Rank a place)」來進行。「地點評價」是一套具有地理空間資訊特性的環境識覺評量系統，藉由群眾外包(crowdsourcing)與空間資訊視覺化的概念來建立社會評價機制，藉由受試者在「地點評價」系統中對具地理座標淹水照片的指認，以此瞭解民眾對洪災的容受力與感知程度，作為方案需求之驗證，除了社區端外，也將檢視專業端與大眾端對洪災的容受力與感知。



圖 3-68 地點評價前台使用者介面

3、韌性提案

將前兩階段所建立的資料進行分析與疊合，藉以完成具在地表現與接受度的韌性提升方案，為中長程環境發展規劃提出參考建議。「在地的」方案是韌性提升的關鍵，表現地方對淹水事件的容受力與回復力。民眾因自身環境與受災程度而有不同的災害感受空間分布，例如同樣面對淹水的威脅，地勢最低窪處面對的可能是長時間的淹水，需要的是沙包與抽水機來對應；而地勢較高處可能僅有短暫的淹水影響，只需要沙包即可因應。因此，不同地點民眾對洪災的感受不盡相同，對於改善韌性來說，必須針對不同自然環境的影響而給予適當的洪災改善方案，透過感知評量操作上，建立民眾對於影響因子感受的空間分布，瞭解各地點解決洪災影響的韌性因子，進而整合出各地點的最佳洪災改善方案。

(二) 方案設計規劃

韌性提案執行需仰賴公私部門的共同瞭解，透過邀請公私部門：社區端，包含當地之社區居民、企業員工、企業主；專業端，包含特殊專業技能，並對進行各項工程措施進行有直接助力者；大眾端，包含外地民眾有興趣參與議題者。讓公私部門瞭解其成效與可能的影響，透過雙向的對話與溝通，瞭解韌性提案執行的實際困難及解決方法，設計成為專業者與地方利害關係任均可接受的韌性提升方

案，才能更快速的推行，因此需要藉由工作坊的方式來進行彼此的溝通。

工作坊是尋求公私部門合作的一種方法，透過工作坊可以建立不同群體之間的聯繫，也可以理解各群體在災害中扮演的角色，進而幫助政府或學者後續推動新計畫，提升在地居民洪水知識與觀念。

主持團隊需認知並瞭解工作坊與一般企劃不同，工作坊不只需達成企劃的目的，還要可以引起所有參與者的興趣，讓大家樂於參與整個過程。工作坊同時也可被視作一個為同樣議題共同努力的團隊，因此專業端需促進工作坊過程中人與人的互動，並由此激發出大家的創意，進而整合意見形成共識，最後延續共識並擬定具體目標以及實際對策，才不會流於紙上談兵。

一般而言可將工作坊設定為多階段進行，並於各階段設定主要目標，使參與者逐步清楚相關計畫內容，並透過意見反饋逐步修正提案內容，建立符合彼此願景並滿足需求之規劃。同時，透過多階段工作坊的進行，瞭解執行時會遇到的困難及解決方案，使未來方案推行時各部會間、民眾與政府間的摩擦與衝突降至最低，以利方案施行，進而達到該地區洪災韌性提升之最終目的。

而工作坊可透過 Play the City 的方式進行。Play the city 是一名荷蘭台夫特理工大學博士所成立的，一間位於阿姆斯特丹的空間規劃公司，主要業務是設計之外，利用實體遊具與遊戲進行公民參與。Play the City 會依照客戶的需求製作出不同議題的遊具，利用遊戲聚集不同權益關係者(stakeholders)，如決策者 (top-down decision maker)、在地組織 (bottom-up stakeholders)，透過遊戲，模擬共同決策的過程 (collaborative decision making)，從中找出議題的最佳解決方案。自 2010 年以來，Play the City 製作過的議題包含合宜住宅、循環經濟、移民、都市內遷移、都市擴張、參與式設計。除了荷蘭，Play the City 也在其他國家進行案子，包含伊斯坦堡、布魯塞爾、深圳、都柏林、布拉格和開普敦。

有鑒於 Play the city 過去在面對複雜議題上的能動性，操作工作坊時可應用 Play the city 的操作方式，邀請專業者與地方利害關係人共約 10 名，分成兩個跨領域小組，進行組內與組外的討論。在組內的部分，由於參與者可能代表不同的角色，如居民、政府單位、地主、工業區服務中心等等，能在討論過程中，瞭解彼此不同的觀點：例如，地主可能關心洪災韌性提升策略對土地價值的影響(無論是滯洪區或非滯洪區)，政府單位可能關注執行上可能衍生的法律議題，而站在居民的角度，公共衛生、公共空間與綠地是他們更在意的點，小組的討論就是模擬了都市規劃或是解決都市議題的過程，權益相關者之間相互討論、斡旋、妥協以解決問題或達到目標。

政府代表的參與是工作坊的關鍵，若政府代表參與遊戲全程，不論他在遊戲中是否仍扮演政府單位的角色，都可以將遊戲體驗更貼近實情地回饋到的都市規劃。例如，政府單位可以更瞭解民眾對於都市議題或都市計畫的態度與想法；另一方面，政府單位可以帶入更明確的法規與執行中的政策，讓其他權益相關者更瞭解實際的都市計畫，以達到更有效的溝通。

綜整而言，工作坊操作方式可區分為：(1)複合式韌性提案、(2)在地協商溝通、(3)執行機制設定與方案確立，等三階段，如圖 3-69 所示。

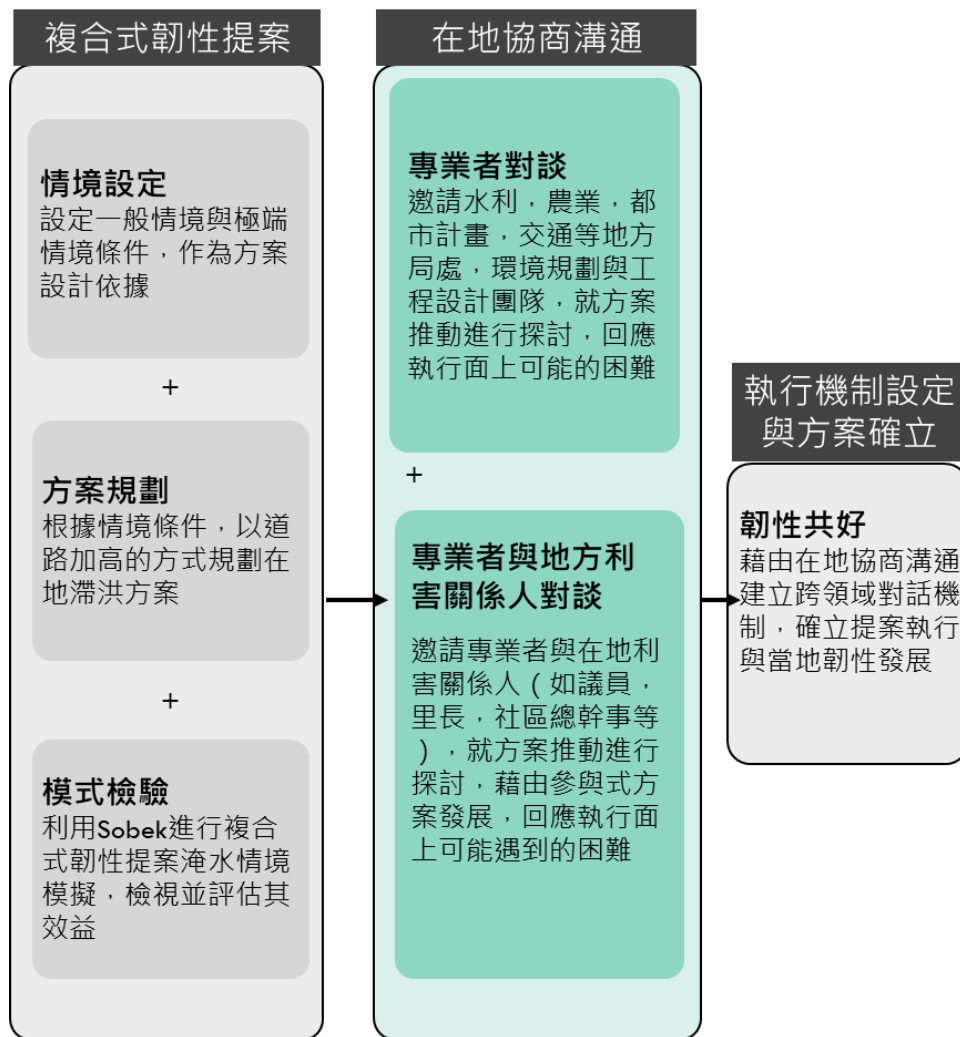


圖 3-69 工作坊操作階段流程圖

其中，複合式韌性提案階段包含「情境設定」、「方案規劃」、「模式檢驗」，其進行細項即為前述第(一)小節之內容。而在地協商溝通階段包含「專業者對談」及「專業者與地方利害關係人對談」兩部分，茲將其內容進一步說明如后：

1、專業者對談

專業者對談可分為兩階段進行：其一，係邀請水利相關專業者進行第一次對談，並針對水利相關方案進行討論並達成方案研擬之共識。其二，則係邀請地方政府各局處政策研擬之相關專業者進行第二次對談，針對第一次對談之方案與共識，進行政策研擬面之討論，據以達到政策推動之方向與結論。

而專業者對談的方式，可透過焦點小組或工作坊的方式進行。其中，焦點小組之方式，係以詢問與面談的方式，獲取專業者其觀點與評價，使參與的專業者能夠就其專業，充分分享其意見和主張。故進行之方式係邀請 3~5 名不同領域的實務專業者，針對研究區域進行韌性提升方案在執行面上的效益與可能面臨的困難進行較小型的對談。

而工作坊的方式如圖 3-70 所示，以瞭解專業者對於提案之想法、執行困難度及解決方法為目標，邀請水利、農業、都市計畫、交通等地方局處，環境規劃與工程設計團隊加入討論。工作坊的進行首先由設計團隊進行方案報告，讓各方對於設計方案有足夠的瞭解，並以分組的方式將不同領域的專業者打散分成至少兩組。小組討論前，先請與會者提出設計方案會遇到的困難處與其解決辦法，再請小組進行跨領域討論，將原先提出的解決辦法產生的衍生性議題進行跨領域對談，並請與會者提出執行關鍵與推動的配套方案，最後依不同小組的結論提出綜合性的建議以達成共識。



依與會專業者分成至少
兩組跨領域討論小組進
行討論



圖 3-70 專業者對談工作坊內容

2、專業者與地方利害關係人對談

專業者與地方利害關係人對談之工作坊如圖 3-71 所示，將地方利害關係人也納入討論，邀請專業者與在地利害關係人(如議員、里長、社區總幹事等)，在專業者對談所累積的共識之下，邀請地方利害關係人也進入小組討論，就方案推動進行檢驗修飾，藉由參與式方案發展，回應執行面上可能遇到的困難，使地方能認同專業規劃，且專業也能認同地方需求，據以達成共識。



依與會者分成至少兩組跨
領域討論小組進行討論



圖 3-71 專業者與地方利害關係人對談工作坊流程

(三)視覺化呈現

此外，為提高民眾對韌性方案的瞭解，並檢視提案在建成環境上的衍生性影響，可透過設計方案視覺化進行方案之呈現。而視覺化呈現可以使用數位的 3D 模型、手作紙模或地區模型等方式進行。

數位 3D 模型可以用 sketch up 軟體，將不同方案做的改變描繪出來，首先畫出當地的模型，再以建造出來的模型加上不同方案的改變，加上先前不同方案淹水模擬的形況，就可以將淹水的狀況以視覺化的方式呈現給民眾觀看，讓民眾能更直接地得知使用哪個方案社區會面臨什麼樣的衝擊。

手作紙模或地區模型的部分可以在工作坊中操作，讓與會的專業者及地方利害關係人實際操作，在工作坊討論的過程加入模型的製作，讓參與者能及時地體驗到每個決定對於當地的改變。

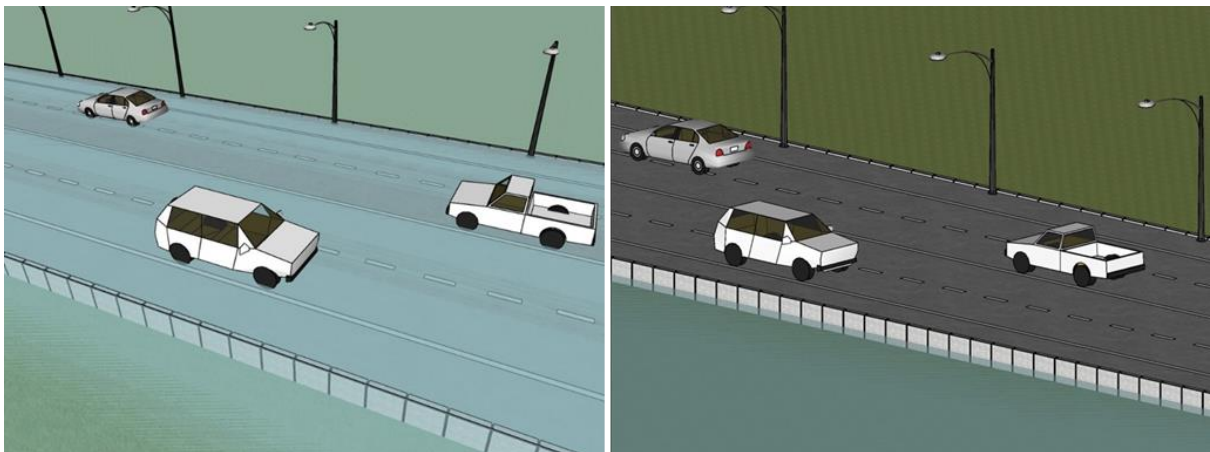


圖 3-72 以 3D 模型比較路面加高差異



圖 3-73 play the city 團隊以模型討論都市規劃

第四章 洪災韌性提升方案成效

本章係對應提升洪水韌性策略架構五階段之第四階段「方案成效模擬與評估」：主要係根據前一階段所擬定的設計方案，進一步進行完整的規劃設計作業，同時透過淹水模擬模式模擬所提方案降低淹水的成效，以檢視是否發揮保護的功效，以作為後續與民眾召開工作坊時據以選擇最適切之方案。

洪災韌性提升方案規劃作業主要可分成(1)規劃作業流程、(2)設計作業流程以及(3)成效模擬流程等三部分，整體流程如圖 4-1，以下將針對各流程依序說明如后。

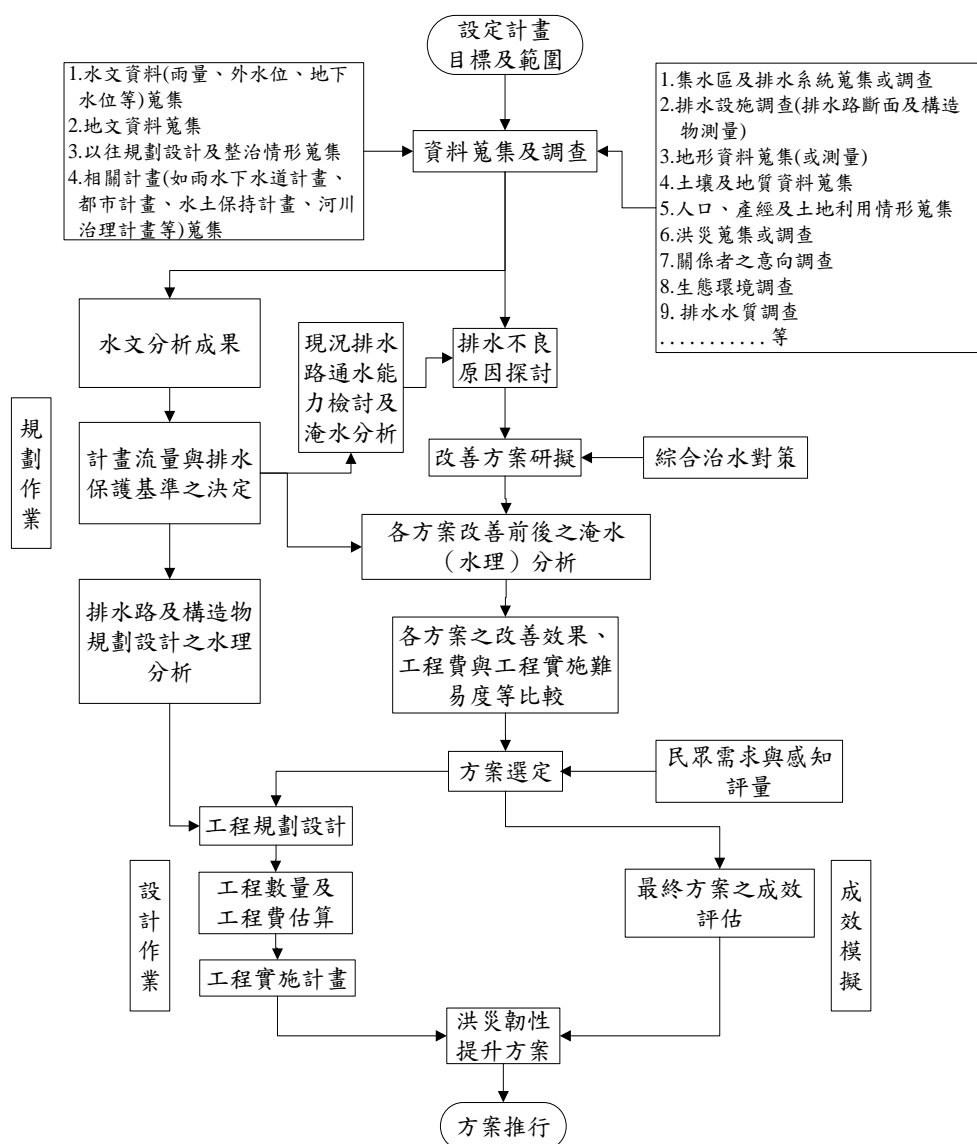


圖 4-1 洪災韌性提升方案規劃作業流程圖

一、規劃作業流程

規劃作業之重點，在於得知應依何種治水策略，始能達成計畫之目標，而計畫之效果深受此策略之影響。因此方案規劃時應充分研討排水不良之原因，依地形、土地利用情況及排水之特性，分區分別擬出其各種處理之可能性，再依調查所得資料，進一步分析其改善效益，並納入民眾需求與感知評量，以決定其採用對策。茲將規劃作業流程之各項目依序說明如后。

(一)計畫目標及範圍設定

方案規劃首要設定計畫目標，應以具體形式將其目標呈現出來。要使目標具體化，應先作好需求之調查，並將此調查結果分析整理，以明確定出欲達成之目標。通常在進行方案規劃前，應多與研究區域相關單位(如縣市政府、鄉鎮區公所、中央及地方民意代表、農田水利署管理處工作站、村里長、地方團體、甚至當地居民)溝通，必要時，亦可先舉辦地方說明會，除瞭解排水問題之癥結外，亦可瞭解其對研究區域排水治理規劃之意向及建言，並藉以擬定計畫之目標。

(二)資料蒐集與調查

基本資料以蒐集為優先，有疑義之資料、不足之資料或已過時之資料，再予以補充或重新調查。蒐集與調查前，應先接洽資料所屬單位，並進一步瞭解資料新舊、資料之精度、完整性及可靠性。蒐集調查之項目及內容說明如下：

- 1、人文資料蒐集：蒐集研究區域人口、交通及社會經濟等人文資料，以瞭解研究區域之人文概況。
- 2、地文資料蒐集：蒐集研究區域之土壤、地質、地形及地下水位等地文資料，必要時配合現勘、地形測量及地質鑽探，以掌握該地區之地文條件。
- 3、氣象水文資料蒐集：蒐集研究區域有關降雨量、潮位、水位、流量、水文分析成果、地下水位等氣象水文資料，俾供規劃作業之應用。排水匯入河川時，應蒐集排水、河川銜接處之河川水位及

流量資料；排水匯入海，則應蒐集附近潮位站歷年潮位統計資料，俾供渠道水理分析及淹水分析之用。於區域排水規劃時若有佈設滯洪池、調節池等設施時，應蒐集其鄰近之深層及淺層地下水位資料，俾供方案研擬及工程規劃設計之應用。

- 4、測量及構造物資料蒐集調查：排水路斷面資料及構造物調查資料係供現況通水能力檢討之用；排水路斷面及地形高程測量、構造物調查資料係供現況淹水分析之用。若有資料不足或已過時之情形，再予以補充調查或重新測量。
- 5、灌溉、排水系統及集水區範圍資料蒐集：蒐集研究區域灌溉系統、排水系統、灌排兼用情形及集水區範圍之資料，必要時現勘，以掌握研究區域之灌溉及排水概況。
- 6、土地利用及公私有地資料蒐集：蒐集或調查研究區域之土地利用情形、排水路兩旁公私有地及集水區公有地分佈情形，以掌握土地利用概況，並供方案研擬及工程規劃之參考。排水路兩旁公私地調查成果，可供排水整治工程用地費估算；集水區公有地調查成果，可供綜合治水(如佈設滯洪池等)規劃之用。
- 7、洪災資料蒐集：蒐集研究區域歷年颱風暴雨之洪災原因、淹水範圍、淹水深度、淹水延時、淹水損失及災害補償救濟金額等資料，並赴現場訪查附近居民及村里長，以確實掌握洪災原因，供淹水分析、改善方案研擬及估算淹水損失之參考。
- 8、社會環境資料蒐集：蒐集研究區域之排水路空間、利用型態、歷史、文化、風土民情資料，並利用地方說明會或問卷調查等方式進行居民意向調查，以使研究區域內之居民充份參與計畫，規劃成果能滿足多數民眾需求，作為排水改善方案之參考。
- 9、相關計畫資料蒐集：洽詢內政部營建署或縣市政府取得都市計畫、雨水下水道規劃報告，洽詢內政部土地測量局或縣市政府取得土地重劃及農地重劃報告或相關資料，洽詢水利署暨所屬辦理整治或規劃機關取得河川或排水治理、防洪及防潮計畫，洽詢水土保持局取得山區之水土保持計畫，洽詢縣市政府取得相關開發計畫。

取得相關計畫後，應瞭解其與研究區域改善方案之相關性，改善方案應儘可能配合既有已完成或已核定之計畫，各計畫間若有相衝突時，應先協調解決，以使改善方案更具可行性。

(三)排水不良原因探討

欲有效改善排水問題，擬透過淹水分析來確認研究區域之地形與排水特性及淹水情形，對研究區域做全盤瞭解，掌握相關之排水問題，探討排水不良原因，做為研擬改善對策之依據。淹水分析分為現況及改善方案之淹水分析，現況淹水分析目的瞭解現況排水不良原因及現況各重現期暴雨之淹水情形，改善方案之淹水分析目的在瞭解改善方案之減災效果，提供選定最佳方案、決定改善設施之規模、估算改善方案之減災效益，並可供洪水預警、洪災保險及洪氾區劃設之參考。

為能合理模擬，宜將排水路、重要水利構造物與低地區域之地形一併演算，渠道採一維變量流模式演算，地表採二維漫地流模式演算，依研究區域地形、渠道及排水構造物情況，同時演算整個逕流過程，可充分顯現研究區域地形、渠道及排水構造物對排水之影響，較能真實模擬研究區域洪水之運動情況，推估合理之淹水情形。

排水不良原因可由以下幾個方向進行探討：

1、排水出口問題

- (1)出口淤塞。
- (2)潮位或外水高漲頂托及倒灌問題。
- (3)外水到達時間早或延續時間長。
- (4)養殖用水經由排水路取用海水，降低防潮閘功能大潮乘虛而入，增加維管困難。

2、排水系統問題

- (1)蒐集系統佈置不良。
- (2)排水路通水能力不足。
- (3)跨渠構造物通水斷面不足，阻礙排水。
- (4)灌排兩用，攔河堰或制水閘構造物抬高水位。

(5)山坡地逕流進入平地排水之銜接問題，平地坡緩流慢，無法承納。

(6)水路加蓋，清淤困難。

(7)集水區邊界條件不足造成越域情況。

(8)沿海地表高度低於大潮平均高潮位以下之地區，受制於先天地形條件或後天之地層下陷因素。

3、土地開發問題

流域開發將造成下游暴雨逕流迅速集中、洪峰流量暴增，導致現有排水設施無法負荷，降低保護標準，如未採取適當之減洪措施，將造成下游淹水災害頻仍，洪災損失加重。

4、地層下陷問題

沿海區因養殖業大量抽取地下水，造成地層下陷問題，內水排除更加困難，海水倒灌或潰堤之風險增加；構造物如防潮閘門及橋樑下陷後，排洪能力降低，亦使排水條件更加惡化。

5、維護管理問題

各項排水設施含排水路、抽水站及閘門，因經費及人力不足，維護管理工作無法全面落實，以及任意傾倒垃圾、廢棄土等人為因素，導致水路淤積、雜草叢生或設施故障，無法發揮應有之排洪功能。

(四)改善方案研擬

改善方案應因地制宜整體考量，依據排水不良原因擬定適當之改善方案，比較各種工程與非工程措施，並對適合研究區域之可能方案做可行性評估，經由方案之比較、分析、檢討，選定最適當之可行方案(或組合方案)為計畫案，即使選定工程措施，亦應輔以一些非工程措施，才能以使洪災損失減至最低程度。其選定應考慮之因素除比較改善效果及改善經費外，亦應評估安全、技術、經濟、財務、政治、社會、環保等因素之可行性。

易淹水低窪地區減災工程措施可歸納為三種：(1)防止外水倒灌，(2)促進內水排出，(3)避免積水集中。依地形及排水特性，可將集水

區分為高地及低地兩個排水區(高地排水區可視情況再分山區及平地兩排水區)，高地排水區之雨水可藉重力匯集排入排水渠道，再排入海或河川；而低地排水區之雨水則匯集於窪地，需藉機械抽排或俟外水退後才能排出。儘可能將高、低地排水區分離，分別處理為減輕低地淹水災害之一種較經濟而可行之對策。此外，低地排水區亦可依土地利用及排水之特性，再分為聚落、農地及漁塭等排水區，依其不同之保護基準及排水特性，分別擬定其改善對策。

(五)改善方案選定

經由淹水模擬呈現個別方案之成效，再透過民眾需求與感知評量結果，進而整合出各地點的洪災韌性提升的複合式方案，並經淹水情境模擬，檢視並評估其效益，做為最終改善方案之選定依據。

一般選定原則如下：

- 1、因地制宜，依排水不良原因，評估適當可行之改善方案，充分運用高地即時排水、低地延遲排水之策略，對各治水單元賦予不同的排水或蓄水任務，以達成區域之淹水防護目標。
- 2、地勢平坦之低窪地區抽水站以距淹水區越近減輕淹水效果越佳。抽水站之抽水規模不應大於排水系統之雨水系統收集能力，以免造成工程投資之浪費。
- 3、確認改善方案之效益，並符合當地民眾需求。
- 4、改善方案施行後，不會造成淹水風險轉移。

二、設計作業流程

將設計作業分成先期作業及實質作業二個階段，先期作業的重要性將避免應確認事項有所遺漏，而在工程基本設計之前先進行民眾需求之設計方案比較評估，綜合考量工程費工期、環境因素及維護管理等因素，擇其最優者做為定案進行基本設計，可獲得較佳設計成果(設計作業流程如圖 4-2)，各項目說明如下。

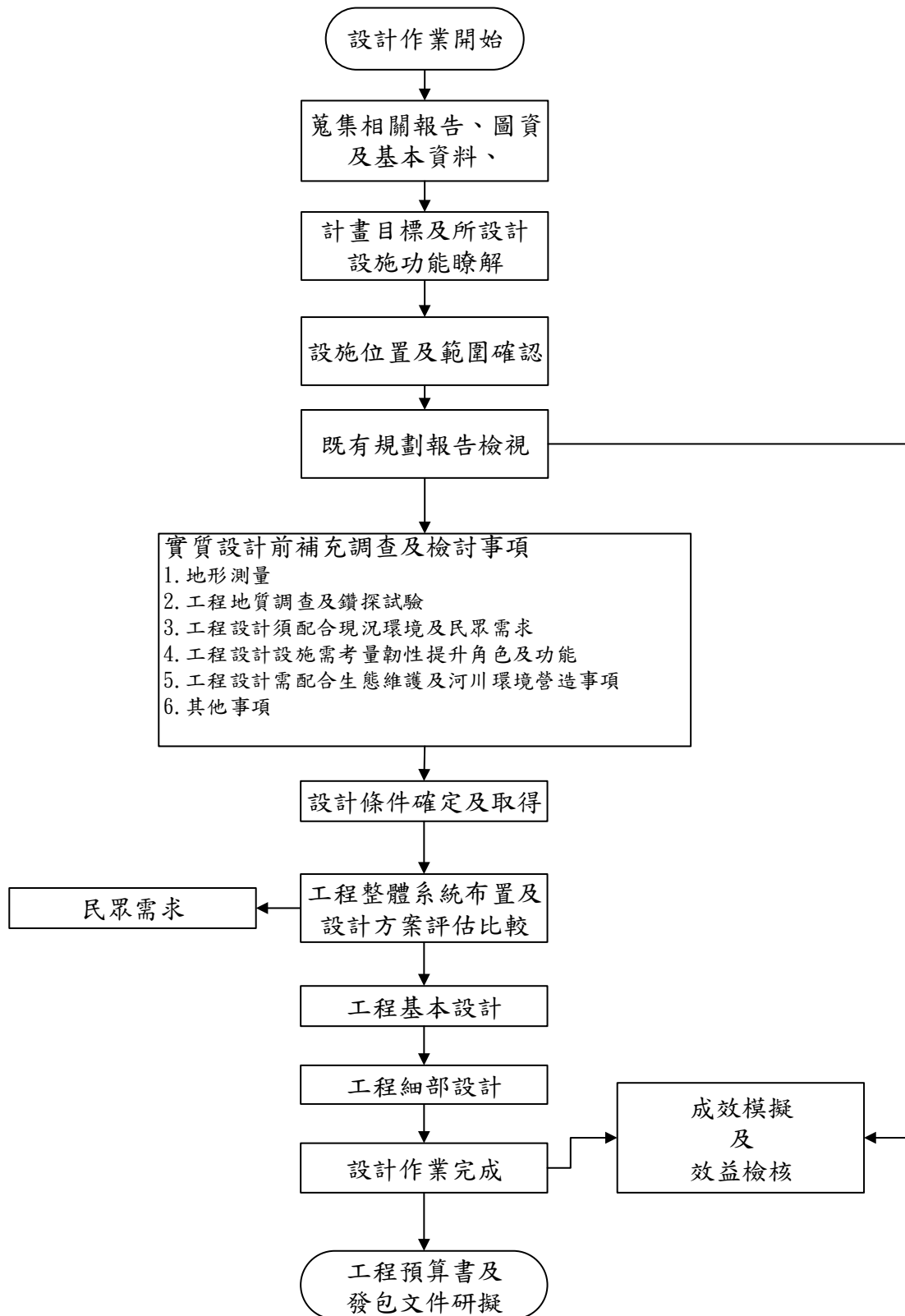


圖 4-2 洪災韌性提升方案設計作業流程

(一)先期作業階段

1、蒐集相關報告、圖資及基本資料

規劃階段所調查的基本資料、既有規劃報告、圖資相關計畫、附近既有設施設計資料及其他與本設計有關資料等均應蒐集之。

2、計畫目標及所設計設施功能瞭解

設計作業開始時，應先瞭解整個工程的計畫目標及所設計設施應具備的功能。

3、設施位置及範圍確認。

除詳為蒐集相關報告及圖說資料外，針對擬提升洪災韌性範圍、保護對象及工程布置可能位置及範圍等，進行現地勘查確認。

4、既有規劃報告檢視

檢視擬洪災韌性提升範圍迄今既有規劃報告及治理計畫公告辦理情形，作為設計條件取得及後續設計作業的依據。

5、實質設計前補充調查及檢討事項

(1)地形測量

包含測量地形圖 1/500~1/1000、縱斷面圖及橫斷面圖。

(2)工程地質調查及鑽探試驗

應辦理工程地質調查、鑽探及試驗，確認地質特性及基礎承載能力等。

(3)工程設計須配合現況環境及民眾需求

包括公私有土地使用情形、現有建物分布、社區居民治水設施的期望、地區交通需求等，均與工程計畫能否順利執行息息相關，應詳細調查評估，以利工程設計時配合因應。

(4)工程設計設施需考量韌性提升角色及功能

多元治水設施共同達成整體性的洪災性提升目標，所設計的單元設施在綜合治水整體考量中的角色及功能應充分瞭解，

避免過當或不足的設計，尤以計畫高度、分洪道、滯洪池及抽水站設計規模的決定最應考量此因素。

(5) 工程設計需配合生態維護及河川環境營造事項

為減輕工程設施對環境衝擊需以較符合生態方式設計，另為生態維護與環境營造需要而增列的工程、措施及植栽綠化等事項，均應檢討確認納入設計範圍。

6、設計條件的確立及取得。

設計條件包括設計基準、計畫洪峰流量、計畫洪水位、設計流速、地層承载力及其他條件等，為設計相關設施的尺寸、形狀、位置、安全性及功能性等所根據的基本數據要素及條件。設計時應依該設施個別情形，確立需考量的設計條件項目及相關數據與條件。

(二) 實質作業階段

1、一般設計原則

- (1) 依規劃的型式、規模、位置及要領設計完成，並確保能發揮預期功能。
- (2) 所設計的設施應充分考量安全性，除依一般常用方法及條件數據進行結構設計外，有關環境因素變化可能影響結構體安全的風險也需適當考量，必要時應增加設計保護措施或預留應變空間。
- (3) 設施的設計應符合水利法規的規定，其涉及非水利為主的相關法規部分，若有競合之處應進行協調以利執行。
- (4) 設計時應在工程布置、材料選擇及工法考量等方面力求因應，使負面影響減輕。生態工程的使用較能兼顧生態環境保護的需求，可視實際條件因地制宜採行。
- (5) 設施的設計應儘量掌握土方就近平衡減少廢棄土、工程材料就地取材、設計的工法能減少廢污水及空氣污染，利用植栽技術取代部分傳統工程使工程減量等原則。

- (6)工程設計方案在定案進入基本設計階段之前，應先辦理設計方案比較評估；可就構造型式、工程材料、施工難易、工期、維護管理難易、工程費等不同組合研擬數種工程設計方案比較評估後，擇其較適用者做為優先方案辦理基本設計。
- (7)優良的設計方案應事先考量工程完工後整個工程生命週期的需求。因此在工程生命週期內如何有效維護管理及操作，包括管理方式、人力、經費來源等，在設計階段均宜考量使其可行。
- (8)民眾參與是現今推行公共工程重要環節之一，設計應與當地民眾多做溝通，儘量理解及採納其意見。

2、工程系統整體布置設計

在個別建造物設計之前，應先就全工程系統進行整體布置設計，確認系統整體功能，並修正各單元設施互有干擾影響之處，直接引用規劃報告數據設計有疑慮時，應以數學模式分析檢討水理狀況，確認水理設計要素。

3、設計方案評估比較

為求得經濟有效的設計方案，視實際情形得辦理方案評估比較，各項設計方案的評估比較，原則上以工程費最經濟者優先採行，但遇有特殊考量事項；如民眾阻力、生態及環境維護需要、設施功能特殊需求、工料來源、工期及施工困難度等項，亦可視實際情形以該特殊考量做為優選決定因素。

4、工程基本設計

經工程系統整體布置研究及確定設計方案後，始進行各項工程設施基本設計及布置，以確認設計方案之可行性，並作為進一步工程細部設計的依據。基本設計成果包含設計報告書及基本設計圖說，內容應包括補充調查成果、可行性方案設計圖、施工規劃及工程費初估等，須符合安全經濟、生態環境維護及河川環境營造等需要，並提供細部設計所需資訊。基本設計圖內容應視工程規模、項目、性質與內容之不同，完成必要之設計圖說。

5、工程細部設計

依據工程基本設計內容，進行各項工程設施細部設計及結構、水理計算，據以發包施工。細部設計成果應包含設計圖說、必要之計算書、施工及材料規範、工程預算書表等，可立即提供辦理工程發包與施工。細部設計圖內容應視工程規模、項目、性質與內容之不同，完成必要之設計圖說。

6、工程預算書及發包文件研擬

依工程會 PCCES 軟體編製預算書(含總表、詳細價目表、單價分析表、資源統計表、設計圖說)；發包文件(依機關單位製作)包含空白標單、設計圖說、施工說明書、施工補充說明書、工程施工規範、特訂條款及投標須知等。

三、成效模擬流程

眾多淹水數值模擬模式中，以 SOBEK 為目前水利署、業界最常用此商業模式作為計畫分析模擬的工具，其包含一維渠流模式、二維漫地流模式、雨水下水道模式等，其可依集水區地形、渠道及排水構造物情況，同時演算整個淹水過程，充分顯現集水區地形、渠道及排水構造物對排水之影響，較能真實模擬集水區洪水之運動情況，據以瞭解現況排水能力，分析現況淹水情形，探討排水不良原因，評估改善方案之改善效果與設施規模，以研擬有效可行方案。

本計畫建議利用 SOBEK 淹水數值模擬模式，套用可接受之韌性提升方案的完整規劃設計，修正模式的邊界條件與相關設定，並加入極端降雨之條件，模擬改善工程實施後淹水改善之效益。茲將 SOBEK 淹水潛勢分析模式建置、檢核與分析流程(如圖 4-3)概述如后：

- 1、利用所蒐集計畫區河川與區域排水斷面資料、跨河與水工結構物、抽水站分布與抽水容量、雨水下水道調查成果、正射影像、衛星影像等資料，建構一維渠流模組(CF)。
- 2、同時，利用地文分析成果，將劃分之各子集水區，配合土地利用調查成果逐一給定面積、流長、CN 值，建立降雨逕流模組(RR)。

- 3、二維漫地流模組(OF)則利用內政部提供高精度地形高程資料予以設定。
- 4、經前述流程建構基礎 SOBEK 模式，並檢核其設定正確後，採歷史颱風事件進行模式檢定及驗證，檢定及驗證過程中並應考量治理工程施作之時間點。
- 5、經驗證模式合理後，再納入各排水系統已完工或施工中之治理工程，作為後續情境分析之基礎。必要時並配合現地勘查與訪談等方式以確認模式之正確性。情境分析則考量不同情境進行模擬，據以瞭解研究區域之淹水潛勢。

針對淹水數值模式之建置所需資料、建立方式、模式建置條件、建立淹水模組概述如下，以供未來區域淹水數值模式建立時之參考依據：

1、資料蒐集

- (1)地文資料蒐集：包含數值地形高程資料、航照正射影像、水道資料、重要水工建造物、土地利用、雨水下水道資料與海岸資料等。
- (2)水文資料蒐集：水文分析成果(降雨頻率分析、降雨雨型分析及流量分析等成果)、採用保護標準、計畫流量及水位、潮汐資料等。
- (3)歷史資料收集：歷史淹水災點、範圍、深度資料蒐集，各排水已完工、施工中及已核定工程。

2、排水數值模式建立

依實測之數值地形(DTM)資料，以空拍影像圖為底圖，輸入計畫區域排水斷面、粗糙度及構造物資料、地表粗糙度、降雨條件(暴雨量、雨型及降雨損失)及邊界條件(外水位歷線、入流歷線)，上游邊界條件以模式中之一維渠道流收集地表二維漫地流之地表水，下游邊界條件為各大排出口之 7~10 月大潮平均高、低潮位歷線，建立計畫區之 SOBEK 模式。

3、模式建置條件

(1)幾何條件

水路建置包括：河川、區域排水、農田排水及雨水下水道系統等斷面資料進行模式建置，並包含抽水站、閘門、堰等構造物建置。

(2)上游邊界條件

上游邊界條件設定係藉由雨量資料，經水文計算後可得入流量歷線，流量歷線將自動匯入一維水理模式進行渠道演算。或是直接採用模式內之 SCS 降雨逕流模組，可自行輸入雨量換算各集水區之流量，而 SCS 降雨逕流概念，僅需輸入集水區面積、平均流域坡度、集水區至出口流路長、集水區代表 Curve Number、單位歷線類型和水文臨前條件，便可進行各個集水區之降雨逕流演算。

(3)下游條件

配合下游排水水位歷線或出海口鄰近之潮位站 7~10 月大潮平均高、低潮位歷線及參考實際豪雨期之歷線做為下游邊界條件。

4、建立淹水模組

(1)一維區排及下水道模組

採用計畫區內各排水之大斷面測量資料，建置區域內排水蒐集系統，演算計畫區各排水路水位、水深及流速等渠流排水能力。

(2)二維淹水模組

DEM 二維網格之設定，係以內政部衛星測量中心製作最新高精度 DEM，若有 1m × 1m DTM 資料，方案評估為節省時效，可粗化為 20m × 20m 做為地形網格資料，待方案確立後再採 1m × 1m 精度模擬，而 DEM 粗化之方法，係以選用粗化後之網格範圍內，出現最多次之高程網格數值資料，作為

粗化後之網格高程代表值，搭配地表粗糙度，模擬計畫區地表漫地流情形。

(3) 水工構造物功能模組

包含抽水站、閘門、堰等構造物建置，模擬水工構造物之效益。未來為能探討內水問題之解決方案，可局部採用 SWMM 模式以納入生態滯留池、入滲溝、多孔鋪面、雨撲滿與草溝等低衝擊開發設施之計算模組(LID)進行逕流模擬，再將逕流成果以節點匯入 SOBEK。

5、淹水模式驗證

挑選歷年造成研究區域淹水情形嚴重之事件進行淹水模擬，並與實際淹水情形檢定與驗證。

6、現況淹水模擬

經前述初步之模式檢定後，以建立研究區域現況排水數值(SOBEK)模型，輸入集水區各重現期之降雨歷線(各重現期一日暴雨量)配合下游邊界條件出海口 7~10 月大潮平均高、低潮位歷線及參考實際豪雨期之歷線為下游邊界條件，各重現期之降雨雨型為各演算區之上游邊界條件，藉以模擬現況排水系統排水能力及淹水情形。

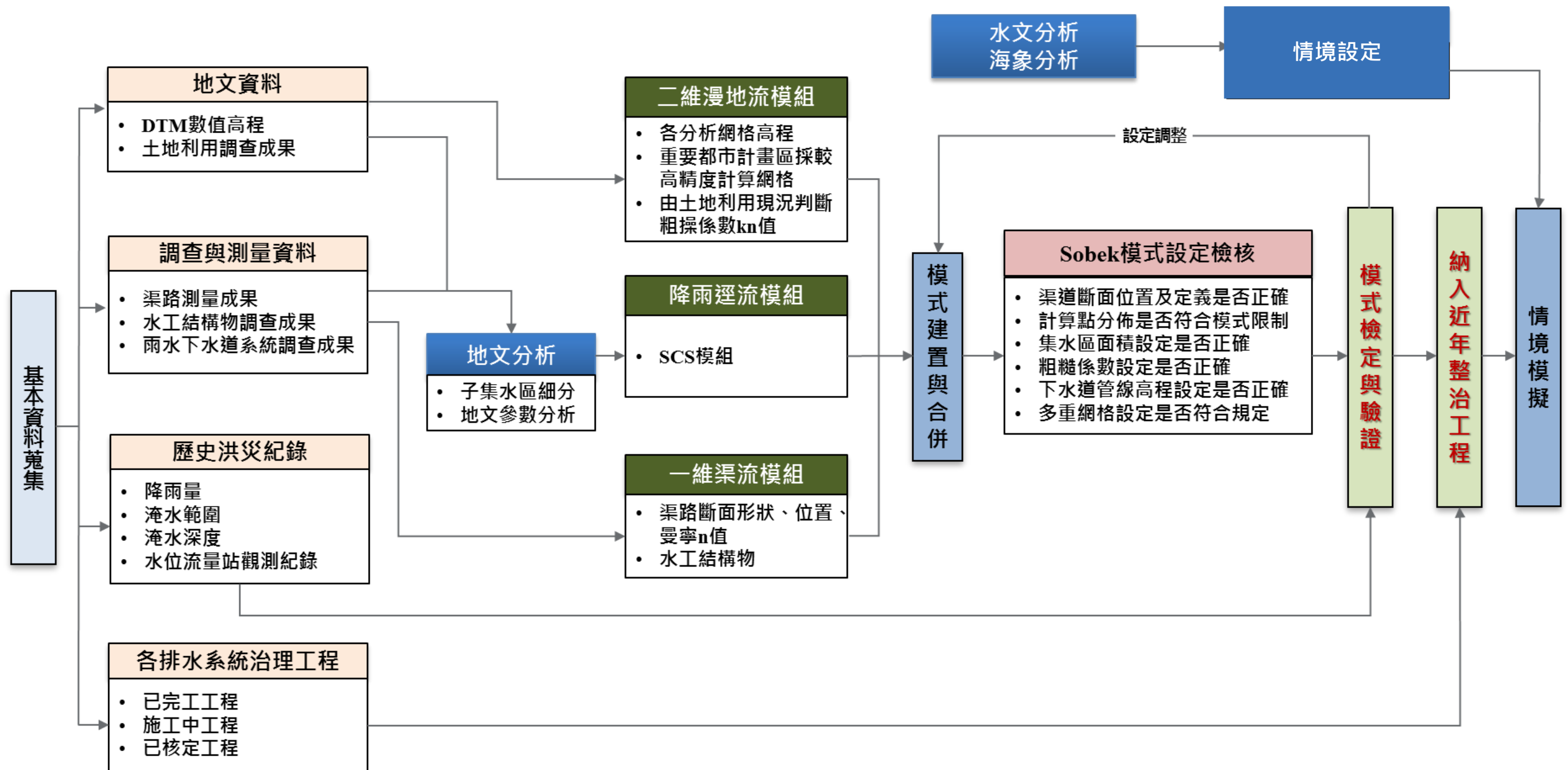


圖 4-3 SOBEK 模式模擬流程圖

第五章 洪災韌性提升方案推行

本章係對應提升洪水韌性策略架構之階段五「研提方案與推動」：評估方案推行困難處並研擬各部會分工。在階段三與階段四來回挑選確定出洪災韌性提升方案之後，實際推動則須瞭解方案可能面臨的推動困難處與連動影響，同時也需要瞭解政策的部會分工架構，以利後續的推動。需考量設計方案可能面臨的問題、對鄰近地區造成影響與政策推動的部門分工。

一、方案推動之困難處評估

回顧第三章建立之洪災韌性提升方案(如表 3-6)，涵蓋多種近自然工程及非工程之設施或方法，皆對洪災韌性之提升具有相當程度的助益，惟各項設施或方法之推動除本身帶來之減洪效益外，亦可能在推動上存在一定程度的困難度。據此，各項設施或方法之推行面臨的困難各有所異，且為影響能否順利推行之關鍵因素，設施或方法研擬與推行前應事先加以考量並思索解決方式，以減少後續方案推行時所遭遇之阻力。

以下將針對表 3-6 所述之各項工程與非工程措施，進行設施或方法推動時可能面臨困難處之說明。

(一)工程措施

1、強化防護－河岸防護

河岸防護工程可包含：設置堤防、堤防加高加固、壩堤、防洪閘門、河道整治、堤防加上安全出水高度、連續屏障設計、防洪牆、水工構造物防滲處理、水門、疏洪道等項，茲將各設施或方法推行時可能面臨之困難依序說明如下。

(1)設置堤防：堤防工程係防洪工程中相對較為直接、最快見效的方法，但人工建造物伴隨相對的風險，限制提高河流水位，會使河流兩岸低地排水不易，若維護不當則會造成更嚴重的災害。故建造前須正確的評估與設計，建造後確實維護修繕，搭配完善的排水系統，可將堤防效益發揮到最大。

- (2)堤防加高加固：該方案必然造成景觀上的阻礙，擋視線且阻礙親水，將造成居民與環境的疏離，因此堤坊加高加固之工程，應考量如何在親水、親民與工程間達成適當之平衡。此外，推行過程亦可能面臨經費籌措的問題。
- (3)壩堤：國際上主要適用於較長河川的防洪操作，然而，臺灣河川大多流短坡急，且壩堤多作為水資源續存之用，民眾對於建造壩堤之反對聲浪不少，推行過程須注重與民眾之溝通，以及經費籌措之問題，同時針對壩堤的後續維護需具備完善的規劃。
- (4)防洪閘門：推行過程中需考量洪水期間需具備足夠的電力，以及相關監控設備，以維持其運轉，故後續的人力操作及訓練，亦需納入規劃與考量。
- (5)河道治理：推行過程中需注意政治經濟、工程技術與民眾影響等因素。其中尤以都會型的河道整治較為複雜，其推行可能面臨用地取得困難、工程複雜性高、需配合都市計畫，以及注重民眾參與等事項。
- (6)堤防加上安全出水高度：推行過程需考量經費之籌措，以及舊有堤防施工腹地之問題。
- (7)連續屏障設計：推行上需較大之施作空間。
- (8)防洪牆：可以保護建築物和周圍地區免遭淹沒，而不會對結構造成重大影響。它們可以在空間有限的區域中使用，並且可以輕鬆，快速地將其安裝在預製的部件中。除經費需求較高外，較無推行上之困難。
- (9)水工構造物防滲處理：推行上可能面臨經費籌措，以及工程規劃與施作之空間範圍需求問題。
- (10)水門：推行上除經費籌措與後續維管問題外，較無推行上之困難。
- (11)疏洪道：推行上除經費籌措外，亦需考量施作所需之空間問題，同時可能面臨民眾私有土地徵收問題。

2、強化防護－防護措施

防護措施可包含：移動式防洪擋板、臨時堤防－太空包、充氣式擋水牆、沙包等項，茲將依序說明各設施或方法推行時可能面臨之困難。

- (1)移動式防洪擋板：為相對較低成本的防洪閘門系統，質量輕，可以單人快速部署，具有很高的靈活性，強度高，除經費需求較高外，較無推行上之困難。
- (2)臨時堤防－太空包：可快速輕鬆地放置和拆卸，高效存儲和輕鬆運輸，惟平時需有儲存空間，推行上較無困難。
- (3)充氣式擋水牆：屬於臨時防洪系統，可以快速且輕鬆地放置和拆卸，並且能方便的運輸，惟保存上需注意充氣袋的保養，避免破洞，推行上較無困難。
- (4)沙包：係屬便宜的防洪措施，裝滿後，袋子輕巧便於儲存和運輸，較無推行上之困難，探需注意保存地點需有遮蔽或帆布覆蓋，盡量避免直接日曬，以供重複使用。

3、強化防護－近自然防護方式

近自然防護方式可包含：第二道堤防線、河道疏浚、村落圍堤、排水構造物維護、提高路緣高度、河濱公園等項，茲將各設施或方法推行時可能面臨之困難依序說明如下。

- (1)第二道堤防線：推行上需考量工程施作需取得較大之空間。
- (2)河道疏浚：疏浚為目前常推動之防洪方式，但在過程中可能破壞自然河道特徵，河道植被消失而導致環境惡化。
- (3)村落圍堤：容易造成交通與景觀上之影響，且進出不易不利發展，故推行上可能面臨民眾反對，需加強與民眾間之溝通及協調。
- (4)排水構造物維護：需避免排水網絡中的回流事件，在推行上較無困難。

(5)提高路緣高度：讓水先停留在道路側，可以增加建築物進行防洪準備的時間，惟需注意住家出入之影響，在推行上較無困難。

(6)河濱公園：河濱空間之規劃與利用，需廣納各類民眾意見與需求進行評估，不宜過度強調民意或依附民意而背離環境生態。規劃過程可參考內政部營建署「公園綠地系統規劃手冊暨操作案例」(民國 99 年)。

4、掌握環境與自然生態－創造自然環境

創造自然環境可包含：造林、都市森林公園、洪氾區復育等項，茲將各設施或方法推行時可能面臨之困難依序說明如下。

(1)造林：需以集團造林為原則，造林面積需毗連 2 公頃，或同一地段毗連 5 公頃以上。在推動上除需考量縣市國土計畫之規劃方向外，尚需將土地之生產潛能與使用之機會成本、土地價值，以及民眾參與意願列入考量。

(2)都市森林公園：推行上需配合縣市國土計畫或都市計畫之規劃方向，並評估公園植栽種類與後續維護問題，同時徵求腹地周邊民眾意見與需求後，在推行上較無困難。

(3)洪氾區復育：推行上需配合縣市國土計畫規劃方向，管理相關土地之使用方式，並與民眾溝通，避免民眾使用洪氾區進行土地開發或居住。

5、掌握環境與自然生態－生態工法

生態工法可包含：河川掀蓋、與水共生、圍墾、河道護岸、河岸砌石、養灘等項，茲將各設施或方法推行時可能面臨之困難依序說明如下。

(1)河川掀蓋：隨著都市發展人口密集成長，建築與土地開發劇增，欲在都會地區進行河川掀蓋，可能面臨民眾於該區域興建私有建築之問題，故施作前除先釐清土地與建築之合法性，亦需進一步透過與民眾之溝通，進行相關工程之施作。

- (2)與水共生：面對洪災影響時，較為不同之思維，與民眾一般之觀念大相逕庭，故推動時可能面臨民眾的無法理解進而反對，除平時透過與民眾的溝通進行教育外，亦需透過頻繁的對話交流使民眾瞭解與水共生的意義。
- (3)圍墾：過度圍墾可能造成天然濕地的流失，進而破壞當地生態環境，故推行過程需避開濕地保護區之劃分區域內。
- (4)河道護岸：建造與設計過程，需依環境特性調查、水理分析等客觀條件，確定工程構造物之地點，進而對於合乎保護目的的構造物本身，進行改善構造物型態與結構。
- (5)河岸砌石：河岸砌石相當耗費人力、時間，且施作經費較高，此外，施作後可能會阻礙人類對於親水與娛樂的需求
- (6)養灘：推行上可能面臨海砂來源的問題，以及是否造成海灘生態與海域汙染之問題，否則可能引起外界對政府的指責及輿論壓力。

6、掌握環境與自然生態－掌握自然情勢進行空間規劃

掌握自然情勢進行空間規劃方案為：土地利用空間規劃。將洪水管理與城市土地利用規劃作為發展政策理念相結合，可以確保社會發展需求與洪水風險之間的平衡，以確保可持續發展。

然而，推行時可能面臨之困難，在於規劃者需面對洪災管理、經濟發展與都市發展空間的衝突問題，且需在防災與民眾生存之間取得適當的平衡。

7、落實空間檢討－開闢河道空間

開闢河道空間方案包含：水岸退縮、還地於河、堤防遠離河道、開闢洪氾平原等項，茲將各設施或方法推行時可能面臨之困難依序說明如下。

- (1)水岸退縮：推行過程可能面臨所規劃之退縮範圍內，民眾既有建物之處理問題，故規劃過程需與民眾進行溝通。

(2)還地於河__堤防遠離河道：推行上需有足夠空間進行堤防遠離河道之作業，此外，對於鄰近河道之住宅可能造成景觀或出入上之問題。

(3)開闢洪氾平原：推行上較無困難。

8、落實空間檢討—設置滯洪空間

設置滯洪空間方案包含：滯洪池、沼澤地、都會區地下滯洪池、水廣場等項，茲將各設施或方法推行時可能面臨之困難依序說明如下。

(1)滯洪池：推行上需考慮保護標的，進而依據水文模式之客觀分析瞭解設置滯洪池有效位置。因此可能面臨設置位置之土地徵收問題。

(2)沼澤地：天然沼澤地本就具備吸納雨水、減輕豪雨帶來的水患問題，且可淨化水質。然而，推行上除遵行國土計畫之規劃外，應避免將水田、溝渠及河海堤水泥化，而造成沼澤面積日益減少，以維護天然防洪資源外，同時保護天然生態環境。此外，沼澤附近農田農藥噴灑及除草劑的濫用問題，亦可能造成維護沼澤方面之困難與危機。

(3)都會區地下滯洪池：推行上需注意滯洪位置具備其效益，並考量經費籌措、土地產權等問題。

(4)水廣場：推行上需具備較大空間之公有用地，並重新考量滯洪後的排水問題，同時需與該空間的所有利益關係人進行交流討論，據以規劃符合需求之公用場域。

9、落實空間檢討—提供蓄洪空間

提供蓄洪空間方案包含：埤塘、廢棄下水道再利用等項，茲將各設施或方法推行時可能面臨之困難依序說明如下。

(1)埤塘：由於埤塘現階段已具備短暫滯洪功能，故推行上較無困難。

(2)廢棄下水道再利用：需盤查城市內可用之廢棄下水道，可能曠日費時，而利用廢棄下水道短暫蓄洪後，可能又面臨如何在洪峰過後將蓄水排出的問題。

10、強化滲透與滯水功能－利用綠色基礎建設進行蓄洪

利用綠色基礎建設進行蓄洪方案包含：地下水補注、生態滯留區、綠屋頂、綠牆壁、雨水花園、雨撲滿、球場下方蓄水等項，茲將各設施或方法推行時可能面臨之困難依序說明如下。

(1)地下水補注：實際推行上，在技術應用上需考量水中有機物、病原菌及微量/新興污染物在土壤滲濾過程中的傳輸、淨化機制與去除效率，以及高濾速、低阻塞及低維護需求的濾料組合，避免不良的地下水補注。此外，亦需考量經費籌措與後續之維管問題。

(2)生態滯留區：參考「水環境低衝擊開發設施操作手冊編製與案例評估計畫」(內政部營建署，民國 104 年)所述，推行上可能面臨土地開發或建物建造過程，法定建蔽率與容積率之問題，生態滯留區的設置受建築開發基地建蔽率、開挖率影響。亦即開挖率的大小，將影響生態滯留區之設計條件與其效益。

(3)綠屋頂：推行過程應謹慎考量所選用植物是否會造成建築結構破壞或漏水等問題，同時，針對蟲害之防治與管理規劃亦需進行考量與評估。

(4)綠牆壁：推行過程應謹慎考量安全性問題，所選用植物種類是否造成建築外牆受到破壞，而減少建物價值；此外，防治蟲害與建造成本問題亦需審慎評估。

(5)雨水花園：推行上可能面臨經費籌措，並計算瞭解蓄水容積，與設計適合於雨水花園之植物種類等問題。

(6)雨撲滿：推行上欲廣泛推廣之家戶，可能面臨硬體補助或設置獎勵等經費籌措問題，此外亦需取得民眾之認同，方能順利推行。

(7)球場下方蓄水：推行上可能面臨經費籌措之問題，並與場地主管機關或單位商討改建規劃，以建造蓄水功能之運動用地據以增加蓄洪空間。

11、強化滲透與滯水功能—道路透水鋪面

道路透水鋪面方案包含：路間滯水綠帶、路旁集水溝渠、道路綠地滯水、透水鋪面、提高土壤滲透力、生態調節溝等項，茲將各設施或方法推行時可能面臨之困難依序說明如下。

(1)路間滯水綠帶：推行上可能面臨經費籌措、街道綠帶高程設計及植被選擇等問題。

(2)路旁集水溝渠：推行上可能面臨經費籌措，以及道路排水設計等問題。

(3)道路綠地滯水：推行上可能面臨經費籌措，與道路高程設計問題，車道間的綠地應以較低高程之設計方式，以有效增加滯水功能。

(4)透水鋪面：推行上需考量鋪設地點(人行道、停車場、廣場及輕交通量之車道)、成本與後續維管問題。

(5)提高土壤滲透力：推行上需考量施作地點及土壤組成概況調查，並規劃經費籌措與後續維管問題。

(6)生態調節溝：推行上除面臨經費籌措問題外，亦面臨後續長期維管(修護、清洗)問題，而導致喪失其原有功能。

12、強化滲透與滯水功能—都會採用綠色防洪規劃

都會採用綠色防洪規劃包含：濕地復育、階層式防洪構造物、滲透井、雨水收集系統等項，階層式防洪構造物、滲透井、雨水收集系統等保水設施，推行時需通盤考量各項設施之相互配合與設置，而牽涉到私有住宅之裝設範圍，可能面臨民眾裝設意願不高，或者架設相關儀器導致漏水而影響住家品質等問題。而濕地復育則需配合國土計畫之上位計畫規劃方向，據以保留天然滲透與滯洪之環境資源，但可能面臨附民眾個人行為(如除草劑濫用、施灑農藥等)而造成濕地復育困難。

13、加速內水排出—加速地面水排出

加速地面水排出包含：排洪通道、排水系統、導水溝渠、增加下水道容量、抽水站、雨汙水分離等項，各設施或方法推行時除面臨工程施作之經費籌措問題外，同時針對施作空間的需求與整體滯洪與排水之規劃需重新作通盤考量，將該區域之排洪作整體規劃。

(二)非工程措施

1、鼓勵耐災設計—提升建築物防洪與耐洪能力

提升建築物防洪與耐洪能力措施包含：兩棲建築、建築基準高程、防洪建築、乾式防洪、濕式防洪、浮動建築、建築技術規範、高腳屋、建物裝設高於洪水位的緊急出口等項，茲將各設施或方法推行時可能面臨之困難依序說明如下。

(1)兩棲建築：在成本效益上，臺灣都市區域較無建造兩棲建築之迫切性，而地層下陷的沿海地區雖然適合推行本方案，但由於建造兩棲建築需為輕量建築，且大多為木構，造價非一般大眾可負擔。同時，考量臺灣屬複合型災害地區，故兩棲建築以目前的建築技術是否足以應付，仍需審慎評估。

(2)建築基準高程：引述「因應氣候變遷防洪策略之排水系統與交通路網整合方案研究(1/2)」(經濟部水利署，2016)內容，臺灣地區長期以來，除如屏東林邊等嚴重地層下陷區會因過往淹水經驗考量建築基地墊高防洪；此外，如捷運、高鐵、台鐵車站等重要設施，若淹水會造成重大損失與影響，故設施亦會以較高保護標準設計入口處高程或防洪工程高程，其餘地區之建築基地則多僅以人行道或路面高度銜接為依據。基此，台灣地區欲導入建築物防洪高程設計基準線，應就道路設計、道路排水與否及目標事件重現期距等進行評估檢討，以釐清其可行作法，並訂定其目標保護事件。

(3)防洪建築：推行上可能面臨私有住宅之屋主因財務考量而反對，造成推行上之困難。

(4)乾式防洪：推行上，對於民眾住宅而言，民眾可能因建物改建以強化防洪能力之花費較為高昂，而不願意進行改建。

(5)濕式防洪：濕式防洪係使民眾接受洪水短暫入戶，與傳統之防洪思維較為不同，加上淹水的水質可能非常糟，會造成清理的困擾，因此推行上可能面臨民眾之反對聲浪與輿論壓力。

2、鼓勵耐災設計－提升公共設施防洪能力

提升公共設施防洪能力包含：管路逆止閥、堤防檢查作業、高架道路、基礎設施防洪規劃、多功能防洪規劃等項，各設施或方法推行時除工程施作之經費籌措問題外，亦需將公共設施之防洪能力後續維護管理問題納入考量。

3、鼓勵耐災設計－洪災補助

洪災補助措施包含：洪災保險、稅收減免、災害補助等項，洪災保險推行上，目前由於保費過高造成民眾意願不高，故較難廣泛推廣。而稅收減免與災害補助在推行上，目前已有相關規定與法源依據，故較無困難處。

4、國土規劃與用途限制－避免使用高風險地區

避免使用高風險地區方案包含：搬離洪災區、搬移高風險區等項，推行時除需配合法規與科學依據外，仍可能面臨困難民眾意願不高與反對聲浪高漲，此外，補助或輔導願意遷離之民眾相關津貼等問題，亦為考量重點之一。

5、防災準備－緊急救援疏散

緊急救援疏散措施包含：緊急救援系統、疏散計畫、疏散路線、居家應變能力、較高的逃生路線、救援計畫等項，此部分已於現階段防災規劃例行工作內容中，故推行上較無困難處。

6、防災準備－災害預警準備

災害預警準備措施包含：洪水預警、水文與氣象觀測、市府防洪計畫等項，各方法推行時可能面臨經費籌措問題，用以進行

硬體設備之購置，以及輔導相關人員進行觀測與記錄作業。此外，防洪計畫已為各縣市政府防災作業之一環，故推動上並無困難。

7、防災準備－防災據點與緊急救援物資

防災據點與緊急救援物資措施包含：掌握救援物資、緊急庇護所等項，救援物資之掌握除有賴各單位不定期盤點外，以需仰賴相關系統平台確實記錄。而緊急庇護所已於現行之防災規劃中進行配置，故推行上較無困難處。

8、防災準備－掌握災後資料

掌握災後資料並進行分析，有助於未來針對災害問題重新檢討改進方向，推行上可能面臨相關紀錄資料之短缺或不完整，以及人為操作疏失或機器未能確實記錄，造成資料分析上之誤判。

9、防災準備－災後金融準備

災後金融準備措施包含：緊急金融措施__舉債、財務準備__貸款、災害準備金等項，各方法推行時可能面臨中央與地方之經費籌措問題。如何整合相關金融機構與第二準備金之編列狀況，將影響災後金融準備之完善程度。

10、強化自主防災－建立社區防災意識

建立社區防災意識措施包含：社區參與、災害訓練、歷史淹水位標記等項，各方法可能面臨推行初期民眾的不適應與不瞭解，造成情緒上的反彈，此外，待相關工作上手後，可能面臨維持長期運作相關防災活動或宣導經費之籌措問題。

11、強化自主防災－強化大眾防災資訊傳達

強化大眾防災資訊傳達包含：強化訊息傳播給公眾、強化社會網路等項，各方法推行時可能面臨經費籌措之問題，如防災宣傳所需之文宣與發送成本，應將相關補助經費的編列列入考量。

藉由上述各項方案(包含工程與非工程措施)推行時可能面臨之困難，可作為各設施或方法後續於國土規劃面、法規面、工程面、民眾影響面等面向研擬推行方式時之參考依據。

二、各構面推動方式與方案連動影響探討

首先，針對洪災韌性提升方案不同構面(法規、工程、國土規劃、民眾影響等)之推動方式說明如后。

(一)法規面

整理目前洪災韌性提升方案擬推動時可依據之法規如下：

1、水利法

為因應氣候變遷異常降雨，水利署提出流域內逕流分擔及土地開發出流管制之治水政策，藉由水道及土地共同分擔洪水方式，提升國土耐災程度，並於 107 年 6 月 20 日修正公布之「水利法」部分條文，增訂逕流分擔與出流管制專章共計 16 條條文(第八十三條之二至第八十三條之十三及第九十三條之九至第九十三條之十一條文)，定自 108 年 2 月 1 日施行。

未來逕流分擔由公務部門負責辦理，將公告特定河川流域或區域排水集水區域，並完成逕流分擔計畫書後，由各部會於新建(改建)公共空間時能兼有滯洪功能；一方面不妨礙原本設施功能，一方面可於洪水期間發揮滯洪功用，減少鄰近的住宅或工廠等積淹水風險及損失。

而出流管制則規定開發案達一定規模以上，開發單位應提送出流管制計畫書，於基地內設置減洪設施，吸納因開發增加之逕流量，並增訂相關罰則，提升未來執行強制力。

水利法修正只是開始，為能具體落實執行，水利署現正積極訂定相關子法中，未來仍需藉由各部會及社會大眾的持續合作推動，才能有效提升整體流域耐洪程度，逐步達韌性國土之目標。

2、國土計畫法

為因應氣候變遷，確保國土安全，保育自然環境與人文資產，促進資源與產業合理配置，強化國土整合管理機制，並復育環境敏感與國土破壞地區，以辦理國土計畫相關工作，建立國土管理機制，期能永續發展，於 109 年 4 月 17 日公布國土計畫法。

國土計畫之規劃基本原則如下：

- (1)國土規劃應配合國際公約及相關國際性規範，共同促進國土之永續發展。
- (2)國土規劃應考量自然條件及水資源供應能力，並因應氣候變遷，確保國土防災及應變能力。
- (3)國土保育地區應以保育及保安為原則，並得禁止或限制使用。
- (4)海洋資源地區應以資源永續利用為原則，整合多元需求，建立使用秩序。
- (5)農業發展地區應以確保糧食安全為原則，積極保護重要農業生產環境及基礎設施，並應避免零星發展。
- (6)城鄉發展地區應以集約發展、成長管理為原則，創造寧適和諧之生活環境及有效率之生產環境確保完整之配套公共設施。
- (7)都會區域應配合區域特色與整體發展需要，加強跨域整合，達成資源互補、強化區域機能提升競爭力。
- (8)特定區域應考量重要自然地形、地貌、地物、文化特色及其他法令所定之條件，實施整體規劃。
- (9)國土規劃涉及原住民族之土地，應尊重及保存其傳統文化、領域及智慧，並建立互利共榮機制。
- (10)國土規劃應力求民眾參與多元化及資訊公開化。
- (11)土地使用應兼顧環境保育原則，建立公平及有效率之管制機制。

(二)工程面

於實施洪災韌性方案工程前，宜謹慎評估其效益及可行性，並參考相關工程或計畫案例，依照過去類似之經驗，預先瞭解工程難以推行之阻礙或計畫之風險，進一步搭配現場施作條件決定採用法，並利用下列作為，可促使提升工程執行效率：

- 1、列管重要工程：以全生命週期管考方式及計畫里程碑預警機制，進行每日檢視、每週盤點異常案件，同時每月召開督導會議以管控及追蹤執行情形。
- 2、逐級管控：採取逐級管控，針對執行績效偏低部分，篩選管控進度落後或執行異常內容，掌握執行情形。
- 3、營造公平合理的工程採購環境：解決營建物價變動、南部砂石短缺、柴油車輛不足、工程流廢標等課題。
- 4、精進審查程序：解決重複審查、審查天數未妥予管控、不熟悉法令規定、未能管控設計品質等缺失。

(三)國土規畫面

在追求經濟發展的同時，也犧牲許多自然資源，透過已立法完成的國土計畫法落實，依各種區域特性，做好未來國土空間利用與土地利用規劃，可促進國土資源的永續發展。

(四)民眾影響面

方案的執行是群體的事，而參與的目的，在於公開交流平台的建立與維繫。這裏的，「民眾」，所涵蓋的對象不僅止於居住於方案所在地周邊的社區與鄰里居民，與執行方案相關之專業者及利害關係人，都應該被納入民眾參與的範疇，藉由廣泛的意見吸納，知識分享與經驗交流，建立不同立場對話的機制，建立具共識的「在地的」方案，以及被各方所接受(approve)的政策推行方向與先後順序。

民眾參與的方式眾多，其中，工作坊是較為人熟悉且較易於接受的方式，也貼近建立在地對話平台的核心價值。工作坊的操作形式，參與對象與探討議題會因需求與地方特性而有所不同，一般而言，工作坊的操作具備下述幾項要點：

- 1、參與群體選擇：每場工作坊會因其探討目標的不同，有不同的受眾。例如，單一專業領域的利害關係人對話，因受眾具目標性，多半偏重資料分析與演繹，盤點特定議題(或事件)的效益與衍生性課題。跨領域的工作坊則會以建立共識為主要目的，藉由對話

了解不同利害關係人的立場與考量，並試圖從中建立「可被接受的」策略。

- 2、提案與效益分析：執行團隊可提出已規劃的提案並加以說明，提供受眾對方案足夠的資訊，建立對方案本體的討論與評析。或者，執行團隊可拋出一個開放性的發問(an open question)，由受邀群體針對其發問進行回答或補充，以充實對此議題更全面性的討論，最後收斂成群體共識。
- 3、共識建立：每場工作坊都有其特定的參與方式，藉以收斂各方意見，協調並歸納出共識，執行團隊會依工作坊的性質選擇不同的表達方式，例如，問答，心智圖，群體問答，Post-it 立貼等，並加以彙整。
- 4、綜整與討論：意見交流與對話平台的建立是工作坊的核心目標，因此，在共識確立後，執行團隊若能加以呈現，以提供參與者檢視並提出回饋，將有助於大家(包含執行團隊及各利害關係人)對方案的掌握與共識的確立，減少因資訊不對等而造成的誤會與誤差，並協助後續發展順利進行。

緊接著，當各項方案推動執行時，亦需檢討方案施作後對其他地區可能的連動影響。因此，進行淹水潛勢分析之模擬範圍，除計畫區外亦需包含其鄰近地區，並應以流域範圍或區排集水區進行分析模擬，據以瞭解韌性提升方案納入後，在改善計畫區淹水狀況之餘，是否會造成淹水風險轉移的情況。建議可選取計畫區之上游控制點及下游控制點，經由當地現況及納入韌性提升方案後，進行淹水情形(如淹水面積、淹水深度、淹水時間...等)之比較，藉由鄰近地區的淹水情形變化結果，確認是否有淹水轉移之情形，並分析其影響層面，流程圖如圖 5-1。

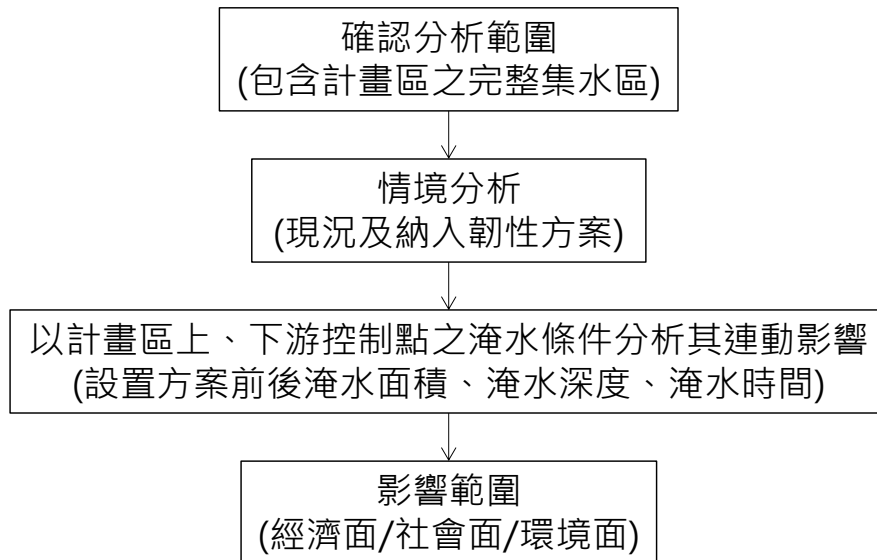


圖 5-1 連動影響探討流程圖

三、各部會分工說明

然而，在氣候變遷的不確定性與可能造成的極端降雨的衝擊下，近自然解決方案(灰色工程與綠色工程)仍有其極限，無法完全保證「災」不會產生，故應同步配合非工程措施的加入，盡可能減低「災」對於民眾可能產生的威脅，並作出相應的應變措施，保障民眾的人身安全。此外，對於國土規劃亦應積極進行，針對高風險地區限制或禁止進行開發，以確保國土及民眾之生活環境可達永續，藉以跳脫治水工程與土地風險間的惡性循環(如圖 5-2)，同時也可以用在易淹水地區以及受極端氣候影響地區的韌性提升。相關措施與使用時機說明如下：

- 1、國土規劃措施：在易淹水地區保護標準提升之後，首要措施即是進行開發的管制與限制，根據提升後的保護標準制定開發容量上限。採用土地使用分區管制措施，防止都市人口無限的膨脹，以確保都市有秩序發展，賦予不同之使用性質及使用強度，並限制有妨礙各分區用途之使用，以維護良好居住環境、提供合宜公共設施。
- 2、近自然解決方案：採用灰色基礎設施來提升易淹水地區的保護標準有其限度，因此必須藉由近自然解決方案來協助灰色基礎設施提升其保護標準。近自然解決方案即是以綠色或藍色基礎設施搭

配灰色基礎設施，採用多功能的綠色空間設計，主要目標為提昇自然環境的品質，包含自然的或人為管理下的綠色措施，進而提升灰色基礎設施的保護標準。

- 3、非工程措施：當相關結構性工程都施行後，而易淹水地區仍有淹水風險之虞，此時則需要採用非工程的軟性治理措施，透過強化預警與疏散、強化建築防水、強化居民自主防災觀念、健全災後復原等相關措施，減低水患造成民眾的「損害」，並且讓民眾與社會可以快速恢復原狀。

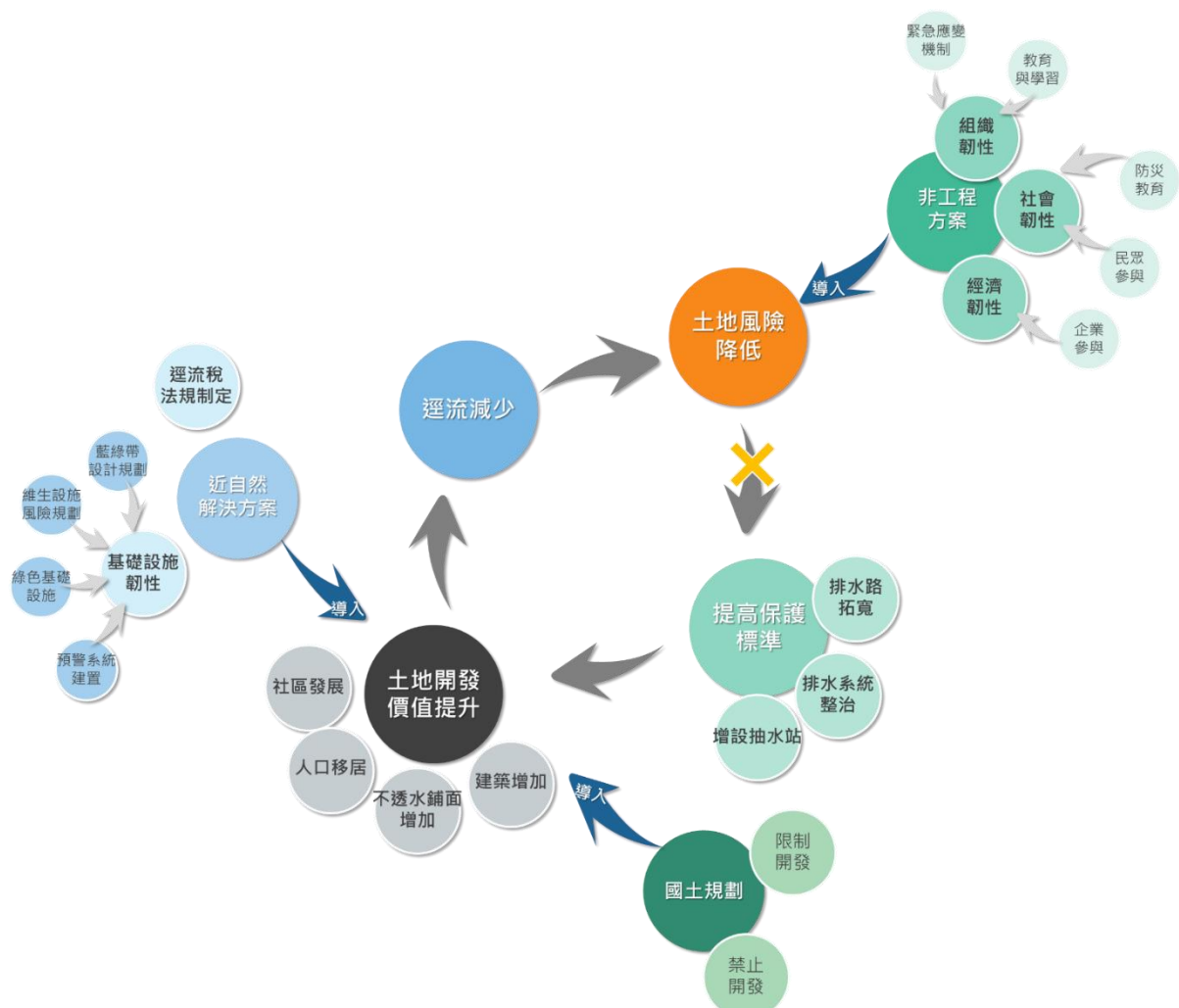


圖 5-2 洪災韌性提升方案作用

然而，政策的實際推動需要瞭解部會分工架構，以利後續的推行工作。洪災韌性之提升必須藉由公務機關來推動方能加速其成效，然而目前國內水利治理從流域上游到下游分別由不同政府機關單位來執行，包括：

- 1、治山防洪：農委會林務局
- 2、坡地水土保持：農委會水保局
- 3、雨水下水道：內政部營建署
- 4、區域排水：經濟部水利署
- 5、低衝擊開發：內政部營建署
- 6、橋梁配合改建：交通部公路局
- 7、農田排水：農田水利署
- 8、水產養殖排水：農委會漁業署
- 9、地下水資源：經濟部中央地質調查所
- 10、地層下陷：經濟部水利署
- 11、水質：環保署

僅是洪災部分的推動，就需要水利署、農委會(林務局、水保局、農田水利署)、營建署與公路總局等單位來共同推動執行，同時在災害資訊傳遞、通報、復原等面向下，還需要中央災防單位(消防署)、國家災害防救科技中心、地方政府等來共同執行，在目前水利相關業務尚未進行全盤性的統籌規劃與管理時，需要建立整合機制或平台，協助推展洪災韌性提升的工作。

因此，整體分工架構而言，首先需透過中央機關進行整體性之評估作業，再交由縣市政府針對其結果進行洪災韌性提升方案規劃與工程施作，據以完成方案的推動執行，同時研擬相關配套措施，茲將分工架構概略說明如下。

- 1、整體性之水利治理評估作業：應由經濟部水利署為主導，負責進行整體性之評估與方針規劃，並橫向與其他部會溝通協調，再交由縣市政府之主管機關推動與執行。

- 2、縣市政府主管機關確認：負責民眾溝通(含工作坊之召開或委託第三方協助舉辦)、方案細部設計(含縣市國土計畫與相關法規確認)、行政契約簽訂。
- 3、方案規劃與施作：負責依據主管機關設計與規劃之內容，由地方政府工務單位進行工程施作。
- 4、配套措施規劃：負責依據主管機關規劃之配套措施，及所屬業務協助進行相關措施之施行。

後續將於第六章以臺南市安南區總頭地區為案例擬定整合機制(推動執行、配套措施)，並擬定各單位的分工，藉以有效推行洪災韌性提升措施。

第六章 案例示範

本章將以洪災示範區：臺南市安南區總頭地區為例，依洪災韌性提升策略建構五階段：(1)洪災成因分析、(2)韌性提升方案建立、(3)民眾參與、(4)方案成效模擬與評估、(5)研提方案與推行等，分別進行示範說明。

一、洪災成因分析

(一)洪災示範區現況調查

本計畫選定之洪災示範區總頭地區，包含總頭社區及總頭寮工業區。該區域地勢呈東北向西南傾斜，歷年來因為安南區地勢平坦，加上土地開發逕流量增加，排水系統未能全面配合整治，排水路通洪斷面及堤岸高度不足，排水坡度平緩，因此地勢較低窪地區排水不易，加上下游地勢較低，又該區域位屬感潮河段，排水路易受鹽水溪排水之外水頂托，其先天排水條件較差，重力排水困難，而部份支、分線排水路下游地區之農田或村落由於地勢低且排水設施不完善，每逢颱風、豪雨時極易導致窪地、區內道路及住家淹水。

0823 熱帶低壓豪雨時因東側的六塊寮排水溢堤，總頭社區淹水深度約 0.3~0.8 公尺最深及腰，總頭寮興安宮的廟埕淹水，且南側十三佃積淹嚴重，致水位回堵，加上南側黃昏市場排水回流，社區北側長溪路三段跟台江大道路口積淹車子無法通行，南側道路亦因十三佃嚴重積淹水封路，造成交通中斷；總頭寮工業區則淹了三個多小時，水深約 0.3~0.5 公尺，所幸並未淹進廠房。

研究區域位於鹽水溪支線海尾寮排及六塊寮排水兩集水區中間，0823 熱帶低壓豪雨淹水原因包含：(1)六塊寮排水溢流、(2)內水排水系統不良(僅有側溝)、(3)南側十三佃積淹嚴重及南側黃昏市場的水回流，內水無法依地勢排出、(4)台江大道阻隔效應(總頭寮工業區內水無法排出)、(5)鹽水溪外水高漲，外水高漲內水無法排出，四草潮位站於暴雨期間出現滿潮，潮位約 1.17 公尺、(6)降雨量超過排水設

計標準：安南雨量站 24 小時累積雨量 435.5 毫米，超過 20 年重現期、(7)現有抽水站距離總頭地區太遠，未能進行抽排(且外水位高)。

基於上述淹水情形與淹水原因，臺南市總頭地區之防洪缺口可整理為 3 點：(1)地勢低窪內水不易排出、(2)南側積淹，內水無法排出、(3)村落排水蒐集系統不良。

對此，本計畫於第一年度針對臺南市總頭地區，初步以流域治理區域為主體研擬相關提案：針對流域上游之治理方式，以水利相關單位現已進行之排水系統相關治理工程(六塊寮排水、海尾寮排水)，屬灰色工程類別，可減緩外水位總頭地區所帶來之影響。而總頭地區處流域之中、下游，其洪災韌性提升方案則以綠色工程為主，以「可於災時加速退水且不影響民眾生活作息」作為提案規劃主軸，強化既有建築之抗洪與耐洪能力，並利用現有閒置用地進行滯洪功能，據以補足超出灰色工程保護標準外之防護能力。

惟後續應進一步考量極端情境之狀況下，瞭解其淹水狀況據以進一步規劃可適用之洪災韌性提升方案。

(二)極端情境設定

1、歷史極端降雨事件篩選

為挑選總頭地區之歷史極端降雨事件，首先以安南雨量站之歷史雨量觀測資料(1992 年~2020 年)，進行極端降雨門檻之設定。統計延時 24 小時累積雨量達 80 mm(中央氣象局降雨分級達豪雨程度)之降雨事件，並計算其平均與標準差可得延時 24 小時極端降雨門檻為 264.1 mm。

由安南站歷史雨量資料中挑選延時 24 小時累積降雨量達此門檻者，進一步針對延時 2、6、12、18 小時各別計算其極端降雨門檻，並篩選達門檻之歷史降雨事件。最後篩選結果發現 2009 年莫拉克颱風同時滿足延時 24、18 小時之極端降雨門檻，2005 年 0612 豪雨事件則同時滿足延時 24、6、2 小時之極端降雨事件門檻。

歷史極端降雨事件挑選，建議鄉村型之地區則以滿足長延時極端降雨門檻較多者為主，如莫拉克颱風；都會型之地區則以滿足短延時極端降雨門檻較多者為主，如 0612 豪雨事件。

故臺南市總頭地區建議以莫拉克颱風為極端降雨事件，其延時 24 小時最大累積雨量為 454.5 mm。同時，對照安南站延時 24 小時雨量頻率分析結果，莫拉克颱風延時 24 小時累積雨量約為頻率年 25 年之雨量。

2、放大倍率計算

為合理反應氣候變遷之影響，本計畫以 NCDR 提供之動力降尺度資料(2020 年 5 月版本)進行分析，包含 1 組基期及 4 組氣候變遷之雨量資料；氣候變遷情境為 AR5 RCP8.5，基期時間為 1980~2015 年，氣候變遷時間則為 2039~2065 年。

本計畫挑選距離臺南市總頭地區較近之兩個點位(臺南市安南區總頭寮、臺南市安南區海寮)，各別針對基期資料，以及 4 組氣候變遷雨量資料進行頻率分析，藉以計算不同延時(24 小時與 48 小時為主)下，氣候變遷各重現期雨量相較於基期雨量之變化比例，作為後續極端降雨之放大倍率。茲將臺南市安南區總頭寮，以及臺南市安南區海寮之分析結果彙整如表 6-1 至表 6-8。

表 6-1 臺南市安南區總頭寮基期雨量頻率分析表(總雨量 mm)

延時(小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	200.7	299.2	364.4	426.9	446.7	507.8	568.5	629.0
48	245.9	364.1	442.4	517.5	541.3	614.7	687.5	760.1

基期：1980~2015 年

表 6-2 臺南市安南區總頭寮氣候變遷雨量頻率分析表(總雨量 mm)

組別	第 1 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	235.6	427.9	555.2	677.3	716.1	835.4	953.8	1071.8
48	259.6	459.6	592.1	719.1	759.4	883.6	1006.8	1129.6
組別	第 2 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	267.0	436.5	548.7	656.3	690.4	795.6	900.0	1004.0
48	300.0	475.8	592.2	703.8	739.2	848.3	956.6	1064.5
組別	第 3 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	250.3	378.5	463.4	544.8	570.7	650.2	729.2	807.9
48	288.2	457.0	568.7	675.9	709.9	814.7	918.6	1022.2
組別	第 4 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	303.4	411.2	482.6	551.0	572.7	639.6	706.0	772.2
48	364.1	525.2	631.9	734.2	766.6	866.6	965.9	1064.8

氣候變遷：2039~2065 年

表 6-3 臺南市安南區總頭寮氣候變遷總雨量變化比例

組別	第 1 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	1.17	1.43	1.52	1.59	1.60	1.64	1.68	1.70
48	1.06	1.26	1.34	1.39	1.40	1.44	1.46	1.49
組別	第 2 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	1.33	1.46	1.51	1.54	1.55	1.57	1.58	1.60
48	1.22	1.31	1.34	1.36	1.37	1.38	1.39	1.40
組別	第 3 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	1.25	1.27	1.27	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28
48	1.17	1.26	1.29	1.31	1.31	1.33	1.34	1.34
組別	第 4 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	1.51	1.37	1.32	1.29	1.28	1.26	1.24	1.23
48	1.48	1.44	1.43	1.42	1.42	1.41	1.40	1.40

基期：1980~2015 年，氣候變遷：2039~2065 年

表 6-4 臺南市安南區總頭寮氣候變遷總雨量變化比例平均

延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	1.32	1.38	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.45
48	1.23	1.32	1.35	1.37	1.37	1.39	1.40	1.41

基期：1980~2015 年，氣候變遷：2039~2065 年

表 6-5 臺南市安南區海寮基期雨量頻率分析表(總雨量 mm)

延時(小 時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	197.3	293.3	356.9	417.9	437.3	496.9	556.1	615.0
48	248.1	374.5	458.2	538.5	564.0	642.4	720.3	797.9

基期：1980~2015 年

表 6-6 臺南市安南區海寮氣候變遷雨量頻率分析表(總雨量 mm)

組別	第 1 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	241.7	466.2	614.9	757.6	802.8	942.2	1080.5	1218.4
48	264.9	493.3	644.6	789.6	835.6	977.4	1118.1	1258.3
組別	第 2 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	273.7	459.9	583.2	701.5	739.0	854.6	969.3	1083.6
48	303.3	485.8	606.6	722.4	759.2	872.4	984.8	1096.8
組別	第 3 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	262.4	405.6	500.4	591.3	620.2	709.0	797.3	885.2
48	298.7	474.4	590.8	702.4	737.8	846.9	955.2	1063.1
組別	第 4 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	302.1	418.3	495.3	569.1	592.5	664.7	736.3	807.6
48	361.1	528.0	638.4	744.3	778.0	881.5	984.2	1086.6

氣候變遷：2039~2065 年

表 6-7 臺南市安南區海寮氣候變遷總雨量變化比例

組別	第 1 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	1.23	1.59	1.72	1.81	1.84	1.90	1.94	1.98
48	1.07	1.32	1.41	1.47	1.48	1.52	1.55	1.58
組別	第 2 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	1.39	1.57	1.63	1.68	1.69	1.72	1.74	1.76
48	1.22	1.30	1.32	1.34	1.35	1.36	1.37	1.37
組別	第 3 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	1.33	1.38	1.40	1.41	1.42	1.43	1.43	1.44
48	1.20	1.27	1.29	1.30	1.31	1.32	1.33	1.33
組別	第 4 組資料							
延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	1.53	1.43	1.39	1.36	1.36	1.34	1.32	1.31
48	1.46	1.41	1.39	1.38	1.38	1.37	1.37	1.36

氣候變遷：2039~2065 年

表 6-8 臺南市安南區海寮氣候變遷總雨量變化比例平均

延時 (小時)	2 年	5 年	10 年	20 年	25 年	50 年	100 年	200 年
24	1.37	1.49	1.54	1.57	1.57	1.60	1.61	1.62
48	1.24	1.32	1.35	1.37	1.38	1.39	1.40	1.41

基期：1980~2015 年，氣候變遷：2039~2065 年

由表 6-4 與表 6-8 可知，重現期 25 年臺南市安南區總頭寮與海寮延時 24 小時，氣候變遷雨量變化比例平均分別為 1.43 與 1.57，本計畫將兩者平均計算作為臺南市安南區總頭地區極端降雨事件之放大倍率，即為 1.5 倍。基此，後續之淹水模擬雨量，建議採臺南市安南區 25 年重現期之雨量放大 1.5 倍，作為氣候變遷影響下之極端降雨，並用於後續淹水模擬使用。

(三) 淹水潛勢分析

淹水模擬為節省時效，DEM 二維網格之設定，係以內政部衛星測量中心製作 1 m × 1 m 高精度 DEM，粗化而成 20 m × 20 m 做為地形網格資料，待方案確立後再採 1 m × 1 m 精度模擬，而 DEM 粗化之方法，係以選用粗化後之網格範圍內，出現最多次之高程網格數值資料，作為粗化後之網格高程代表值。

為瞭解後續韌性提升方案納入時，是否造成淹水風險轉移的現象，再加上安南區地勢呈東北向西南傾斜，且總頭寮南側十三佃在 0823 熱帶低壓豪雨時積淹嚴重，故將模擬範圍向南邊擴張到十三佃地區，向北擴張到安南區長安里。

淹水模擬模式以歷年造成總頭地區淹水情形嚴重之事件進行驗證後，以鹽水溪排水 10 年重現期距一日暴雨之降雨歷線，配合下游邊界條件出海口 7~10 月大潮平均高、低潮位歷線，及參考實際豪雨期之歷線為下游邊界條件，藉以模擬現況排水系統排水能力及淹水情形如圖 6-1。

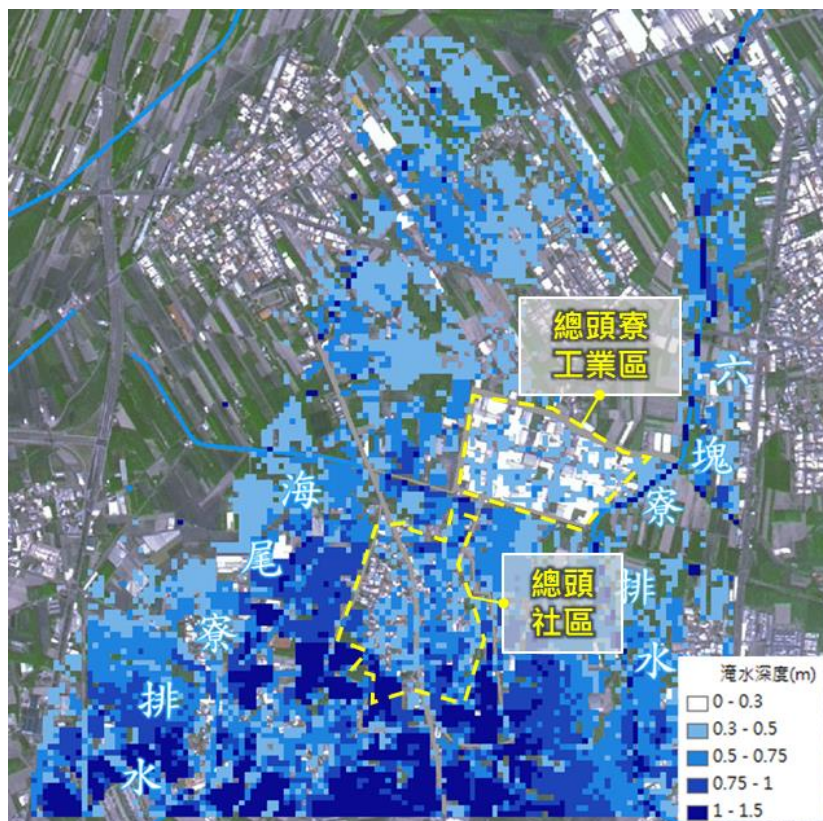


圖 6-1 總頭地區及附近區域現況淹水潛勢圖




二、韌性提升方案建立

(一)韌性提升方案建議

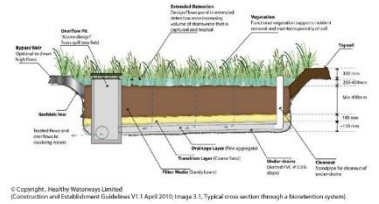



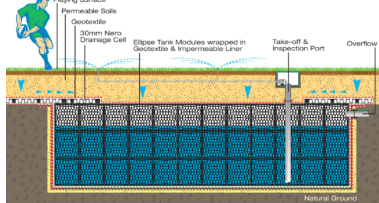

依據本計畫第一年之分析結果，臺南市總頭地區面臨之洪災成因包含兩種：(1)外水溢堤以及(2)排水系統不佳。外水溢堤部分，可透過現有規劃工程進行洪水韌性提升；排水系統不佳部分，需透過洪災成因故障樹分析，並配合民眾面對洪水影響時所關心之重點，篩選可適用之洪災韌性提升方案，據以進行細部規劃。

由第三章圖 3-3 之排水系統不佳故障樹分析總頭地區排水系統問題，造成洪災之原因主要為(1)下水道管徑不足、(2)上游來水過多。且總頭地區之地點類型屬鄉村型，參考表 3-4 將可適用之工程設施或方法羅列如表 6-9。




表 6-9 總頭地區可適用之工程設施或方法

可適用工程設施/方法	示意圖	效益與影響	時間尺度
移動式防洪擋板		移動式的防洪閘門是低成本的防洪閘門系統，質量輕，可以單人快速部署，具有很高的靈活性，強度高。快速的在地表上形成洪水屏障，洪災之後擋板可以搬移留下完全平坦的地面，不會影響交通與生活。	短程
臨時堤防__太空包		可以快速輕鬆地放置和拆卸，高效存儲和輕鬆運輸。在使用過程中，通常可以堆疊增加高度，也可以適應地形來堆疊。	短程
充氣式擋水牆		屬於臨時防洪系統，可以快速且輕鬆地放置和拆卸，並且能方便的運輸。表面是柔性材料，因此容易被撕裂或刺穿，因此使用上需注意維護，使用之後需要清潔才可以重複使用。部署時不需要任何設備，相當快速簡便。	短程

沙包		沙包是便宜的防洪措施。裝滿後，袋子輕巧便於儲存和運輸。	短程
排水構造物維護		避免排水網絡中的回流事件。	短程
提高路緣高度		增加路緣高度讓水先停留在道路側，可以增加建築物進行防洪準備的時間。	長程
淹水潛勢圖繪製		可以確定有洪災危險的區域，將有助於為緊急情況進行規劃。	長程
滯洪池		滯洪池可以臨時儲存洪水和滯留，並減少往下游地區的洪峰流量	長程
水廣場		是提高城市環境中開放水質的一種措施。水廣場使人們可以清楚看到城鎮或城市中水的流動，可以提升城市的美學價值。水廣場也可以與城市其他公共服務的功能結合，創建出具有多種用途的空間。	長程
廢棄下水道再利用		善用現有的基礎設施，無須額外成本。	長程

<p>生態滯留區</p>	 <p>© Copyright: Healthy Watershed Limited (Construction and Establishment Guidelines V1.1 April 2010, Image 3.1. Typical cross section through a bio-retention system)</p>	<p>態滯留區可以美化環境，它們可以有效地清除城市污染物，並且可以減少逕流量和降低流速。同時可以創造良好的景觀，非常適合安裝在高度不透水的區域，但前提是需要有足夠的空間。</p>	<p>中程</p>
<p>綠屋頂</p>		<p>綠屋頂的好處包括：增加屋頂壽命、減少能源使用、減少能源消耗產生的二氧化碳排放量、減輕城市熱島效應、增加生物多樣性、改善空氣品質、提供更美觀的景觀、改善水質和減輕周圍人的壓力。</p>	<p>中程</p>
<p>綠牆壁</p>		<p>所儲存的水可用來澆灌植物，還可以降低空氣中廢氣的有毒微粒，以改善該地區的空氣品質，並降低噪音，增加生物多樣性，吸引鳥類和蜜蜂，並有助於建築物在夏天保持涼爽，在冬天保持溫暖。</p>	<p>中程</p>
<p>雨撲滿</p>	 <p>1. Rainwater inlet The rainwater that collects on the terrace makes its way down a pipe</p> <p>2. Suction tank A filter placed in the tank clears the water of impurities</p> <p>3. Collection tank A tilted sensor then sends the water to the tank located on the terrace</p> <p>4. Water storage tank The water is then supplied to flats, which can be used for domestic purposes</p>	<p>收集的水可用於非飲用的標的澆灌或沖廁之用途，以達成節約用水之功效。如果有安裝適當的淨化措施，也可以提供飲用。</p>	<p>中程</p>
<p>球場下方蓄水</p>	 <p>Playing Surface Permeable Sub Geotextile 30mm Neo Drainage Cell Ellipse Tank Modules wrapped in Geotextile & Impermeable Liner Take-off & Inspection Port Overflow</p>	<p>除了減少降雨和逕流外，運動場下方的儲存方式不會對景觀造成任何損害，也可以使特定區域能多功能使用。</p>	<p>中程</p>
<p>路間滯水綠帶</p>		<p>綠色街道可以提升環境的效益，包括改善水質(通過去除污染物)、補充地下水供應、改善空氣品質以及減少都市熱島效應。</p>	<p>中程</p>

<p>路旁集水溝渠</p>		<p>排水溝可緩解街道上的積水，減少公路車輛與行人涉水的風險。</p>	<p>長程</p>
<p>道路綠地滯水</p>		<p>都市規畫設計中要考量在道路中留下綠色空間，否則無法達成滯水之目的。</p>	<p>長程</p>
<p>透水鋪面</p>		<p>可以減輕排水系統在大雨中的負擔，同時，過濾後乾淨的水可以提供環境澆灌，也可以透過蒸發作用降低局部溫度，改變區域的微氣候，有效減輕熱島效應。</p>	<p>中程</p>
<p>排洪通道</p>		<p>排洪通道可以強化河流的能力，也可以增加地下水的滲透量、改善水質、恢復自然洪氾區形成過程(例如，沉積物的運輸和沈積)以及改善魚類和野生動植物的棲息地。</p>	<p>長程</p>
<p>排水系統</p>		<p>排水系統除了可以避免地表水積聚外，還可以減少土壤侵蝕，並且可以把污染的水排除，減少有毒物質和病蟲害。然而，城市垃圾可能是排水系統的主要問題，垃圾一旦進入排水系統中就會堵塞。</p>	<p>長程</p>
<p>導水溝渠</p>		<p>溝渠可以整合到綠地邊緣或路邊。溝渠也可以加速滲透並提供綠地空間。</p>	<p>中程</p>

<p>增加下水道容量</p>		<p>增加下水道系統的容量也可以減少污水溢出地表水的機會。</p>	<p>中程</p>
<p>抽水站</p>		<p>抽水站可以保護大面積區域免受洪水侵襲，但是需要維護與確保電力。</p>	<p>長程</p>
<p>雨汙水分離</p>		<p>如果採用下水道系統，可以減少廢水處理廠的處理量。不過雨汙水分離的成本比較高，需要在城市規劃與更新時就加入考量。</p>	<p>長程</p>

(二)在地化韌性方案設計

為瞭解民眾實際需求，以及民眾對於政策、方案及相關辦法之偏好，本計畫透過訪談之方式進行，並導入感知評量系統之操作，進行風險辨識分析，據以平衡民眾需求與工程施作的界線，避免工程需求被民眾的意見無限放大，如圖 6-2。

照片分析：
利用#hashtag的方式分析社區端指認高風險照片(7-10分)元素



透過照片方式進行感知評量操作

需求調查

- 瞭解民眾對於政策、方案及相關辦法之偏好
- 提供後續方案調整參考依據

感知評量

- 透過風險辨識釐清、平衡民眾需求與工程施作的界線
- 避免工程需求被民眾的意見無限放大



HikingArtist.com

圖 6-2 民眾需求調查與感知評量操作

概括而言，民眾面對洪災影響時所關心之重點為(1)可通行的道路、(2)閒置用地的有效利用、(3)農地淹水對民眾生活影響不大，可嘗試規劃利用、(4)主要聯絡道路保持暢通，可進一步篩選優先適用方案為：道路綠地滯水、提高路緣高度、土地利用空間規劃、水廣場、滯洪池等五項方法，綜整而言即總頭地區在一般降雨情境下，其洪災韌性提升方案可規劃以在地滯洪為方向。

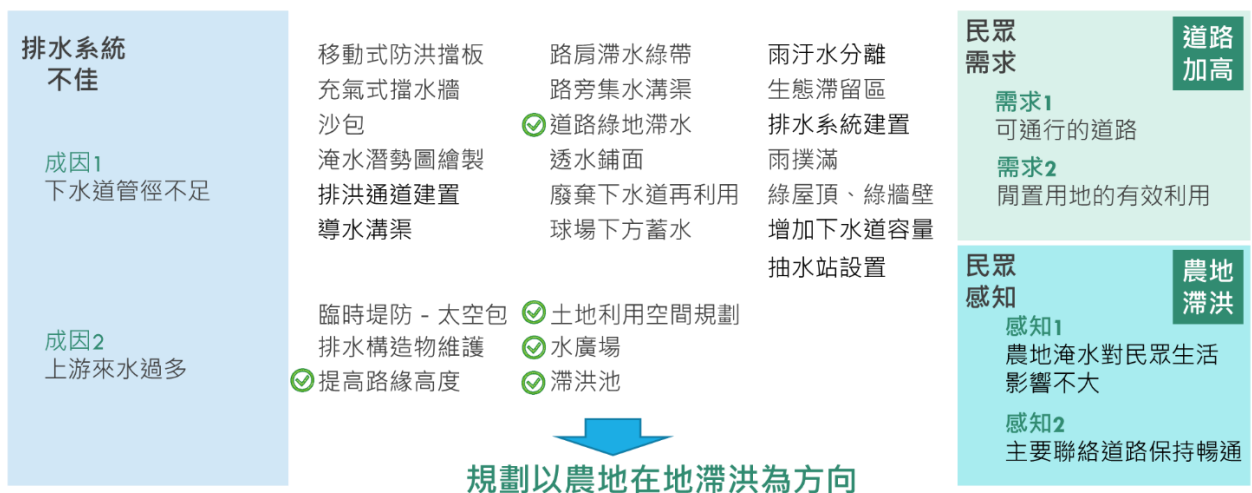


圖 6-3 在地化韌性方法篩選與設計方向

因此，綜合前述篩選之 5 項優先適用方法為設計方向，本計畫初步研擬 5 項在地滯洪方法：(1)滯洪池：於選擇適當農地進行單一位置滯洪池設置；(2)土地利用空間規劃：則考量利用大面積未作耕作之農地進行大範圍農田滯洪，或(3)增加耕作土地內的滯洪空間；(4)水廣場：研究區域中以公有用地或公園進行滯洪設計與規劃；(5)道路綠地滯水及提高路緣高度：以道路加高之方式引導洪水滯留於規劃之農地中，進行短暫滯洪。

然而，本計畫依據臺南市都市計畫中針對總頭社區與總頭寮工業區之土地管理方面，總頭社區與總頭寮工業區其都市計畫分區類型包含：農業區、住宅區、乙種工業區、公園兼兒童遊樂場用地、停車場用地、機關用地、加油站專用區、河川區、公用事業用地、

污水處理場用地(如圖 6-4)。其中，面積比例最高的前三種分區為農業區、乙種工業區、住宅區。



資料來源：臺南市都市計畫分區(書圖)查詢系統

圖 6-4 總頭社區與總頭寮工業區都市計畫分區

基此，進一步針對前述 5 項在地滯洪方法：(1)單一位置設置滯洪池、(2)大範圍農田滯洪、(3)增加耕作土地內的滯洪空間、(4)公有用地或公園進行滯洪規劃、(5)道路加高等項進行成效評估與篩選。其中以大範圍農田滯洪所「創造 0.5m 蓄洪空間」的方式可將總頭寮工業區及總頭社區淹水深度降至 30cm 以下(如圖 6-5)。

方案名稱	剖面示意圖	施作設定	模擬結果
傳統單一位置滯洪池		<ul style="list-style-type: none"> • 挖深 3m • 使用面積約3.2公頃 • 滯洪體積約9.6萬m³ 註：總頭地區地表高程約3.2~3.5m，下挖3m不受地下水位影響	
大範圍農田滯洪		<ul style="list-style-type: none"> • 挖深 0.5m • 使用面積約40公頃 • 滯洪體積約20萬m³ 	
增加耕作土地內的滯洪空間		<ul style="list-style-type: none"> • 邊界挖深 1m • 使用面積約2.8公頃 • 滯洪體積約2.8萬m³ 	

圖 6-5 各農地滯洪方法設計與成效模擬

而大範圍農田滯洪考量多種施作方式與推行方式(如圖 6-6)，其中以「利用主要道路加高形成路堤，使多餘的逕流自然流入選用地中」或以「選用地點進行農地種水」的方式，來達成創造 0.5m 蓄洪空間的目的，可同時滿足民眾遇到洪災影響時，仍可保有逃生路線之需求，並將多餘的逕流導入閒置農地中。故本計畫初步規劃總頭地區部分道路進行加高 0.5m，並於適當地點作為在地滯洪區，增加滯洪空間，並配合抽水站以利洪災後可快速排水，規劃範圍與構想如圖 6-7。同時利用 SOBEK 進行淹水模擬(如圖 6-8)。

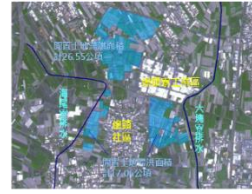
圖 6-1 與圖 6-8 淹水模擬範圍，除總頭地區亦包含其鄰近地區，係據以瞭解韌性提升方案納入後，在改善總頭地區淹水狀況之餘，是否會造成淹水風險轉移的情況。各別統計圖 6-1 與圖 6-8 之淹水面積、淹水時間，及最大淹水深度並彙整如表 6-10，並將最深淹水點之水位歷線繪製如圖 6-9。對此，可知以主要道路加高 0.5m 之方式進行在地滯洪規劃，可降低總頭寮工業區與總頭社區之淹水面積，與淹水時間，並且可將總頭寮工業區最大淹水深度，由 0.83 m 降為 0.11 m，總頭社區最大淹水深度亦由 1.46 m 降為 0.3 m。同時，韌性提升方案的納入，透過總頭寮工業區與總頭社區之上游、下游控制

點(如圖 6-10)淹水點之水位前後比較，其水位歷線並無明顯變化，如圖 6-11 及圖 6-12，並未對鄰近區域造成淹水風險轉移的狀況。



農地滯洪 施作方式與推行方式評估(粗估)

1. 怎麼做可大範圍創造0.5m的蓄洪空間?
 - 滯洪處挖深0.5m
 - 滯洪處淺挖0.1m，並將土方用來加高田埂
2. 怎麼推行? 補助? 補償?
 - 休耕、採休耕補助+鼓勵補助(參考宜蘭的補助方案-未推行)
 - 維持原耕作方式，並採天然災害補償×倍數(獎勵延後放水)



使用面積：45.56公頃

施作與推行方式組合	施作費用(1次性)	獎勵補助(每年支出)	淹水補償	面臨困難
挖深0.5m，配合休耕	113,900千元 $500(\text{元}/\text{m}^2) \times (45.56 \times 10,000 \times 0.5\text{m}^2)$	1,959千元 $(34,000 + 9,000)(\text{元}/\text{公頃}) \times 45.56$	-	地主意願、政府財源、土方放置及管理問題
挖深0.1m並加高田埂，配合休耕	22,780千元 $500(\text{元}/\text{m}^2) \times (45.56 \times 10,000 \times 0.1\text{m}^2)$	1,959千元 $(34,000 + 9,000)(\text{元}/\text{公頃}) \times 45.56$	-	地主意願、政府財源
挖深0.1m並加高田埂，維持原耕作方式	22,780千元 $500(\text{元}/\text{m}^2) \times (45.56 \times 10,000 \times 0.1\text{m}^2)$	-	1,066千元 $(18,000 \times 1.3)(\text{元}/\text{公頃}) \times 45.56$	地主意願、政府財源
主要道路加高形成路堤	約80,000千元 以邊路6km長	-	1,066千元 $(18,000 \times 1.3)(\text{元}/\text{公頃}) \times 45.56$	政府財源

土方開挖單價：粗估500元/m³

補償金額參考行政院農委會「農地辦理生產環境維護措施作業規範」，及「天然災害現金救助項目及額度」

旱作休耕補償：34,000元/公頃；鼓勵補助：9,000元/公頃

稻米天然災害補償：18,000元/公頃；獎勵延後放水倍數：1.3倍(或1.x倍)

圖 6-6 農地滯洪施作方式與推行方式初步評估



圖 6-7 總頭地區道路加高與在地滯洪區規劃圖

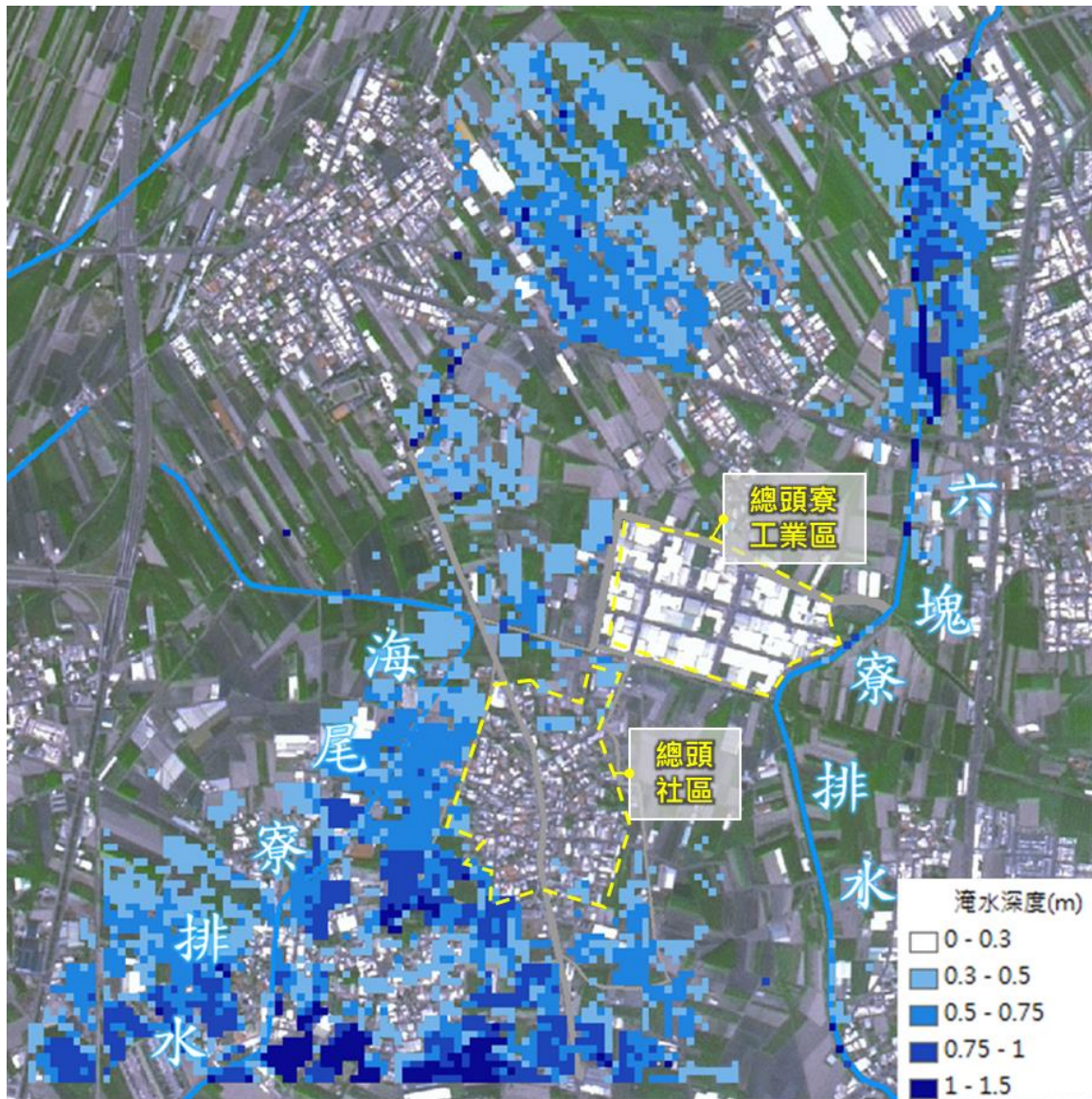
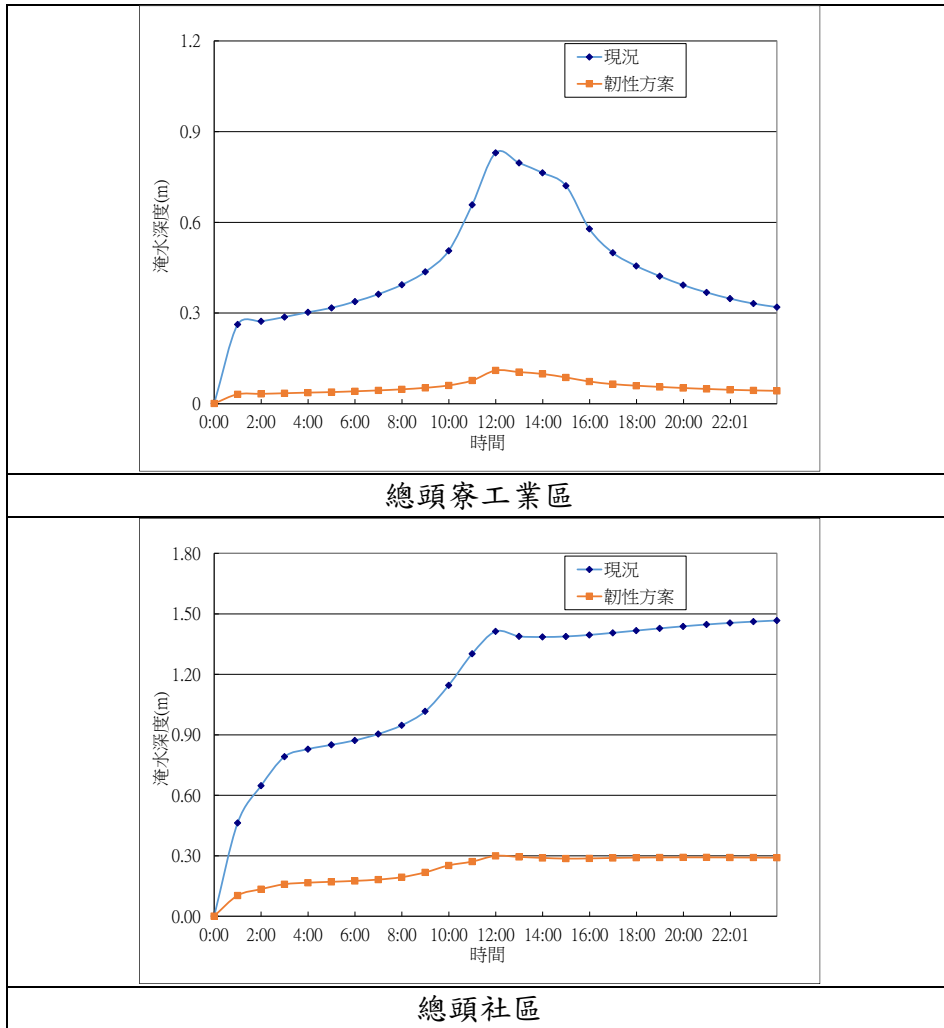


圖 6-8 納入韌性提升方案後總頭地區與附近區域之淹水潛勢圖

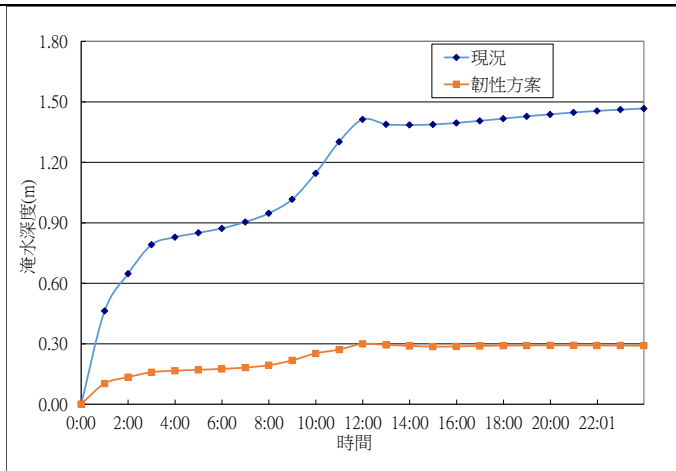
表 6-10 韌性提升方案淹水數據比較

統計項目	方案別	總頭寮工業區	總頭社區
淹水面積	水利現況規劃	8.24 公頃	19.16 公頃
	韌性方案	0.04 公頃	1.36 公頃
淹水時間	水利現況規劃	19 小時	23 小時
	韌性方案	0 小時	12 小時
最大淹水深度	水利現況規劃	0.83m	1.46m
	韌性方案	0.11m	0.3m

註：0.3 m 以上視為淹水



總頭寮工業區



總頭社區

圖 6-9 韌性提升方案最深淹水點水位歷線比較



圖 6-10 總頭寮工業區與總頭社區上下游控制點位置

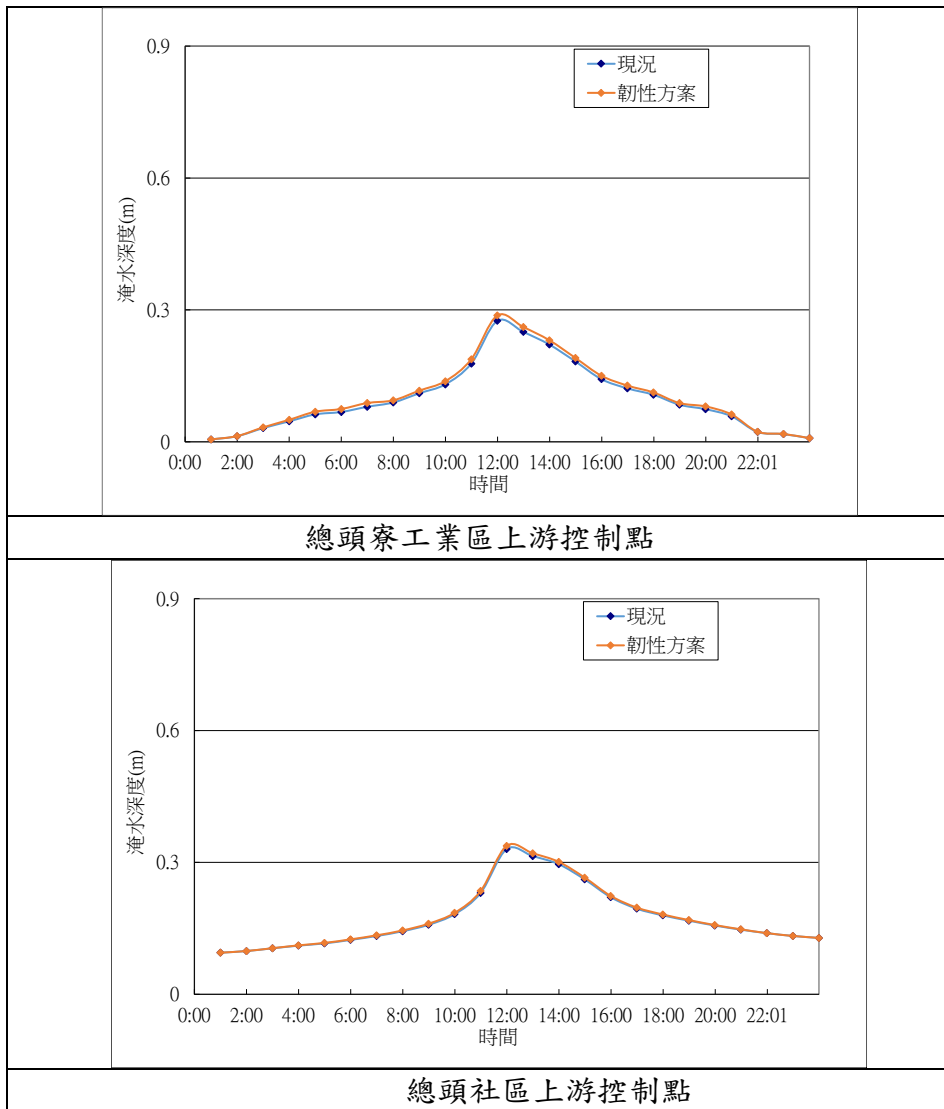


圖 6-11 韌性提升方案計畫區上游控制點最深淹水點水位歷線比較

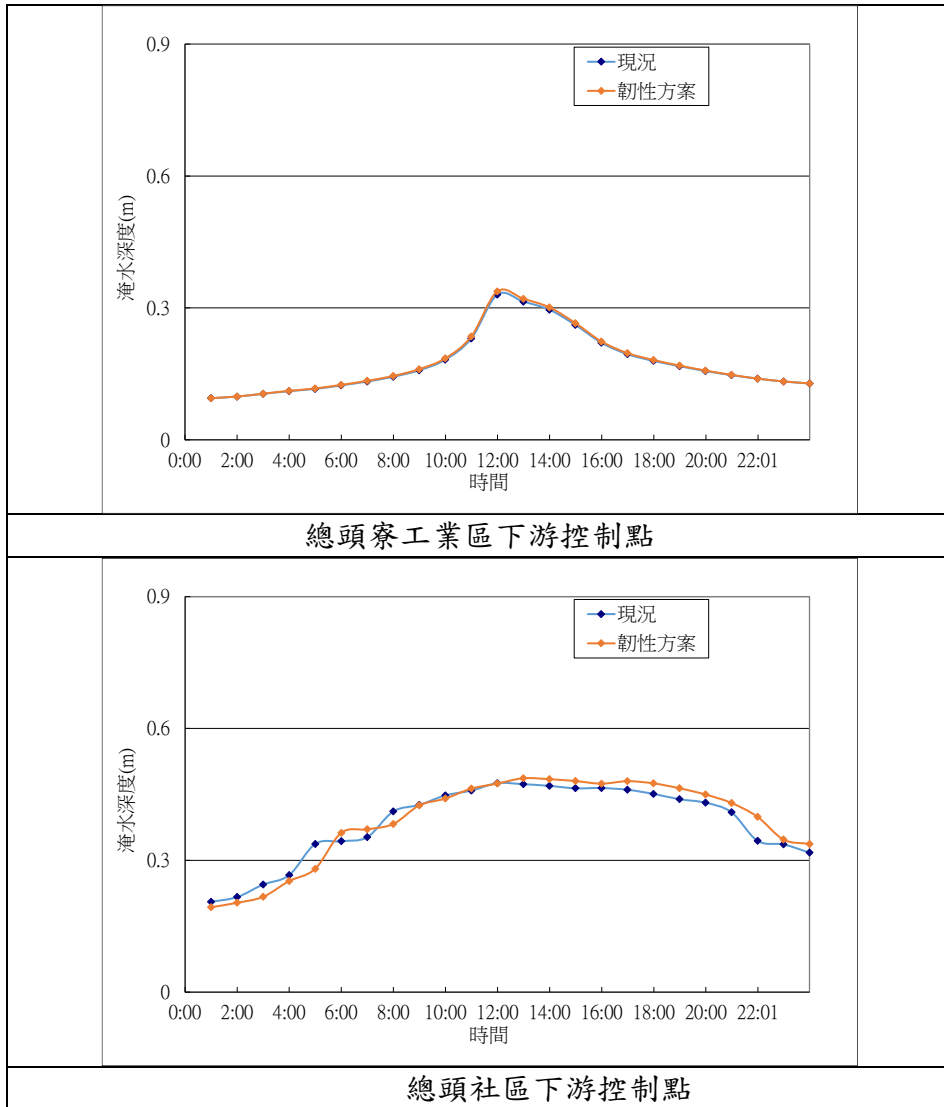


圖 6-12 韌性提升方案計畫區下游控制點最深淹水點水位歷線比較

進一步，採用極端降雨之放大倍率，作為氣候變遷影響下之極端降雨，以 25 年重現期之雨量乘以 1.5 倍，進行現況及韌性提升方案納入後淹水模擬，如圖 6-13 及圖 6-14，各別統計圖 6-13 與圖 6-14 之淹水面積、淹水時間，及最大淹水深度並彙整如表 6-11，並將最深淹水點之水位歷線繪製如圖 6-15，可見其水位歷線達該區域最大淹水深度，納入韌性方案後仍有淹水情形且淹水時間長，因此極端氣候條件下，需配合其它非工程措施(如移動式防洪擋板之架設)以進一步減輕洪水造成之影響，並提升民眾耐淹力之觀念。

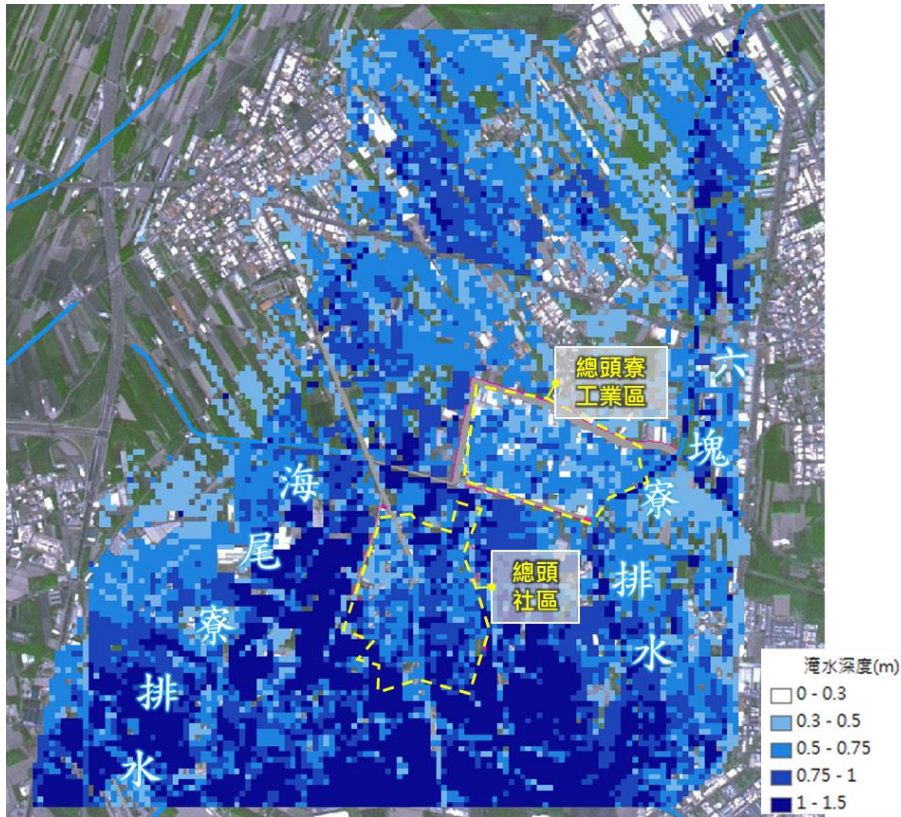


圖 6-13 極端情境之總頭地區及附近區域水利現況規劃淹水潛勢圖

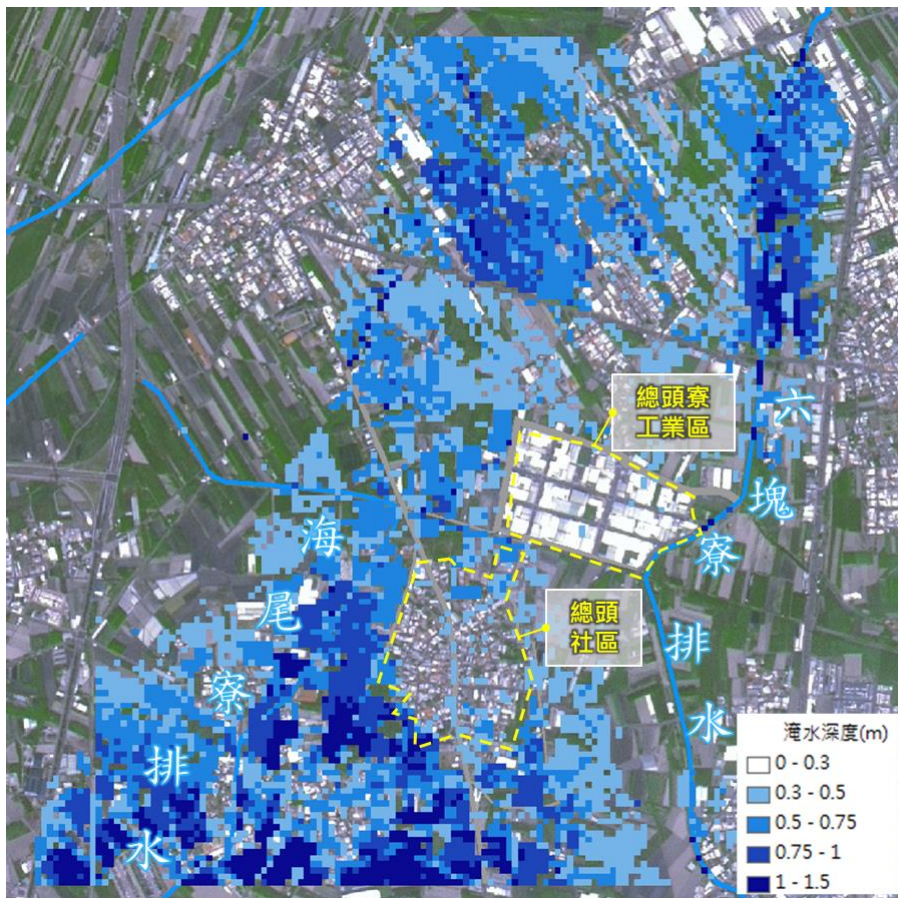


圖 6-14 極端情境納入韌性提升方案後總頭地區與附近區域之淹水潛勢圖

表 6-11 極端情境之韌性提升方案淹水數據比較

統計項目	極端情境方案別	總頭寮工業區	總頭社區
淹水面積	水利現況規劃	16.36 公頃	23.8 公頃
	韌性方案	0.32 公頃	5.64 公頃
淹水時間	水利現況規劃	24 小時	24 小時
	韌性方案	7 小時	23 小時
最大淹水深度	水利現況規劃	1.00m	1.51m
	韌性方案	0.41m	0.80m

註：0.3 m 以上視為淹水

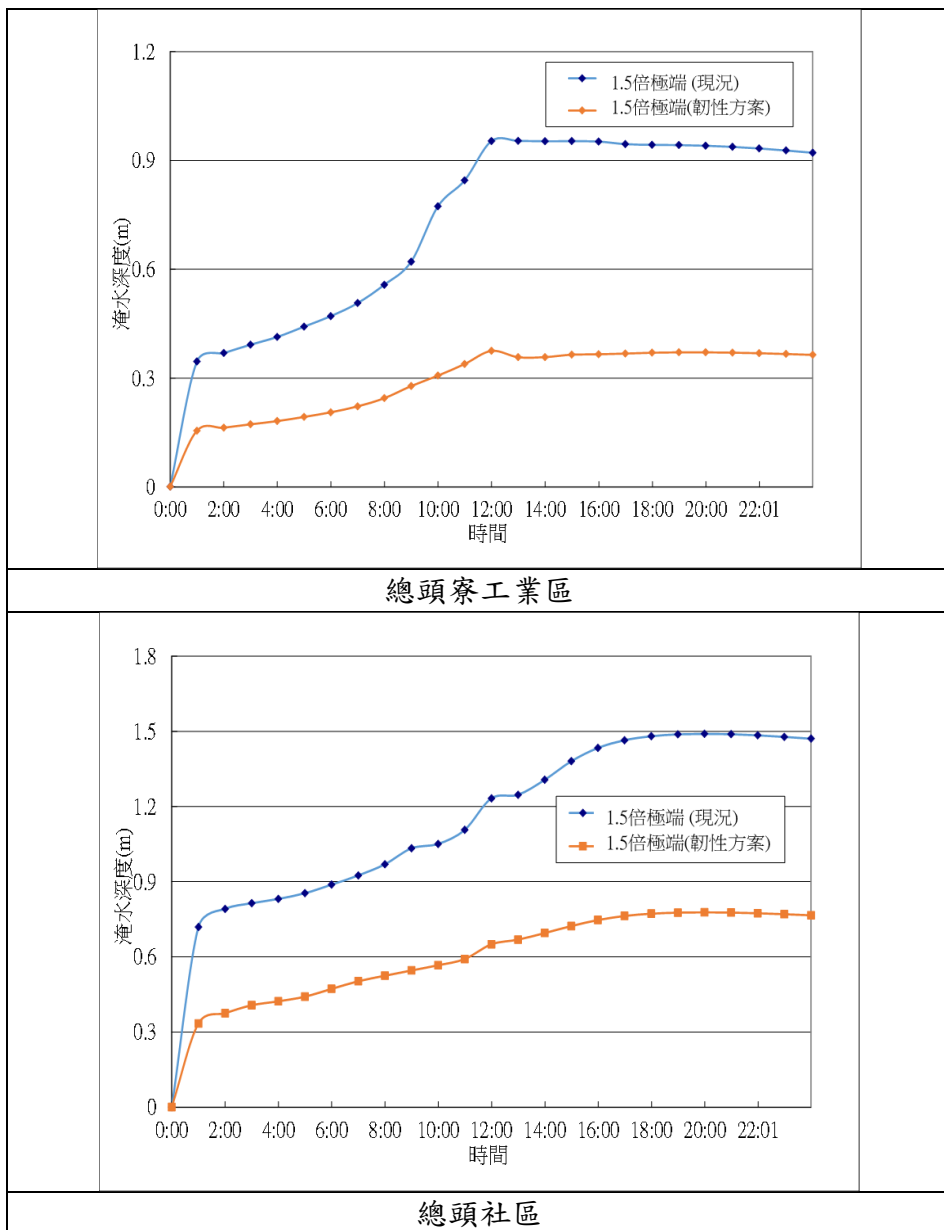


圖 6-15 極端情境韌性提升方案最深淹水點水位歷線比較

三、在地協商溝通

洪災韌性提升方案的推動，透過關鍵課題確認後，仍需依循國土規劃之原則，研擬其韌性提案，再進一步透過工作坊或訪談的方式進行在地協商溝通，除諮詢相關專業者的意見與看法外，並再次與民眾溝通討論，期望透過此方式達到地方民眾認同專業規劃，以及專業人員認同地方需求，以達到韌性共好的雙贏局面，利於後續規劃韌性提升方案於法規面、工程面、民眾影響面之推行方式。

然而，在地協商溝通是群體的事，所包含的對象，絕不僅止於居住於方案所在地周邊的社區與鄰里居民，與執行方案相關之專業者及利害關係人，都應該被納入協商溝通的範疇，藉由廣泛的意見吸納，知識分享與經驗交流，建立不同立場對話的機制，建立具共識的「在地」方案，以及被各方所接受(approve)的政策推行方向與先後順序。

在地協商溝通的規劃流程如圖 6-16 所示。建立在本計畫上年度所確立之，具共識的「農地滯洪」，「道路加高」策略上，本計畫以探討並建立「執行面」上的共識與操作建議為主要課題，透過水利專業者對談，政策對談，與在地對談等三場工作坊，了解不同利害關係人對提案的想法與意見，逐步彙整收斂，建立可執行的共識，期望透過此方式達到地方民眾認同專業規劃，以及專業人員認同地方需求，以達到韌性共好的雙贏局面，為後續方案發展推動奠基。

本節將針對國土規劃面韌性提案之原則，以及工作坊辦理與執行之成果依序說明如后。

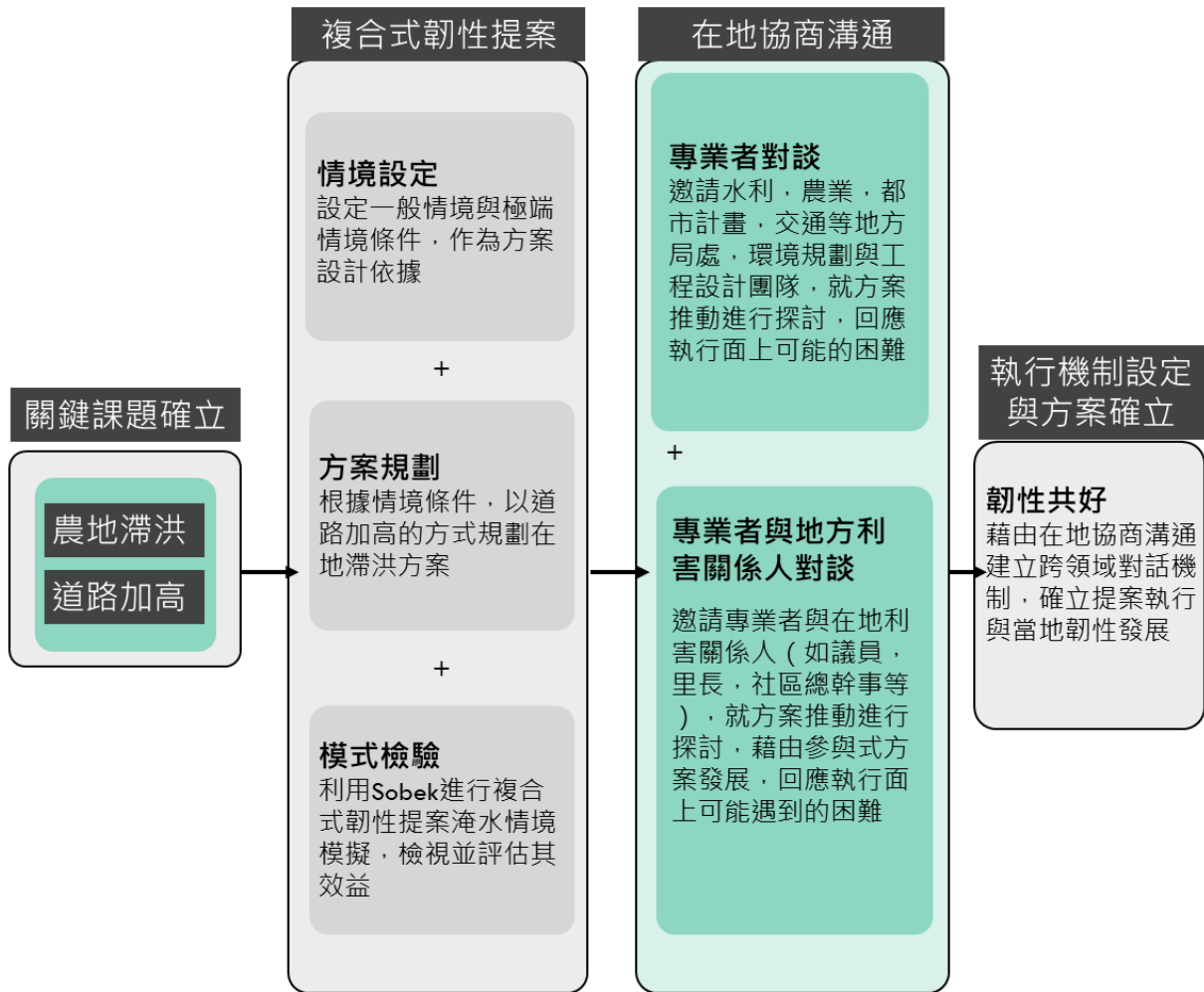


圖 6-16 總頭地區洪災韌性提升方案推動規劃流程

(一) 國土規劃

有關洪災韌性提升，於空間規劃面向應考量減緩、調適之面向；又國土計畫現為土地的最高位階指導計畫，對於各部門(如：住宅、農業、經濟、公共設施、水利等)具有協調之作用，故有關洪災韌性提升當中，「非工程措施」的國土規劃亦為不可或缺的一環。

在考量方案實施基地的現況條件、淹水災害情形，得考慮「避免使用」或「與水共生」兩種情境：

1、避免使用：針對洪災高風險地區檢討成長管理計畫

(1) 都市計畫：檢討計畫人口分派與分區

針對具有洪災歷史或者風險之都市計畫地區，進行計畫人口核實檢討，包含：人口數、人口分派數量與區位、樓地板面積與住商使用、產業使用等使用地面積。盡可能降低高風險地區之居住使用率。

(2) 非都市土地：國土計畫檢討未來發展地區區位與開發類型

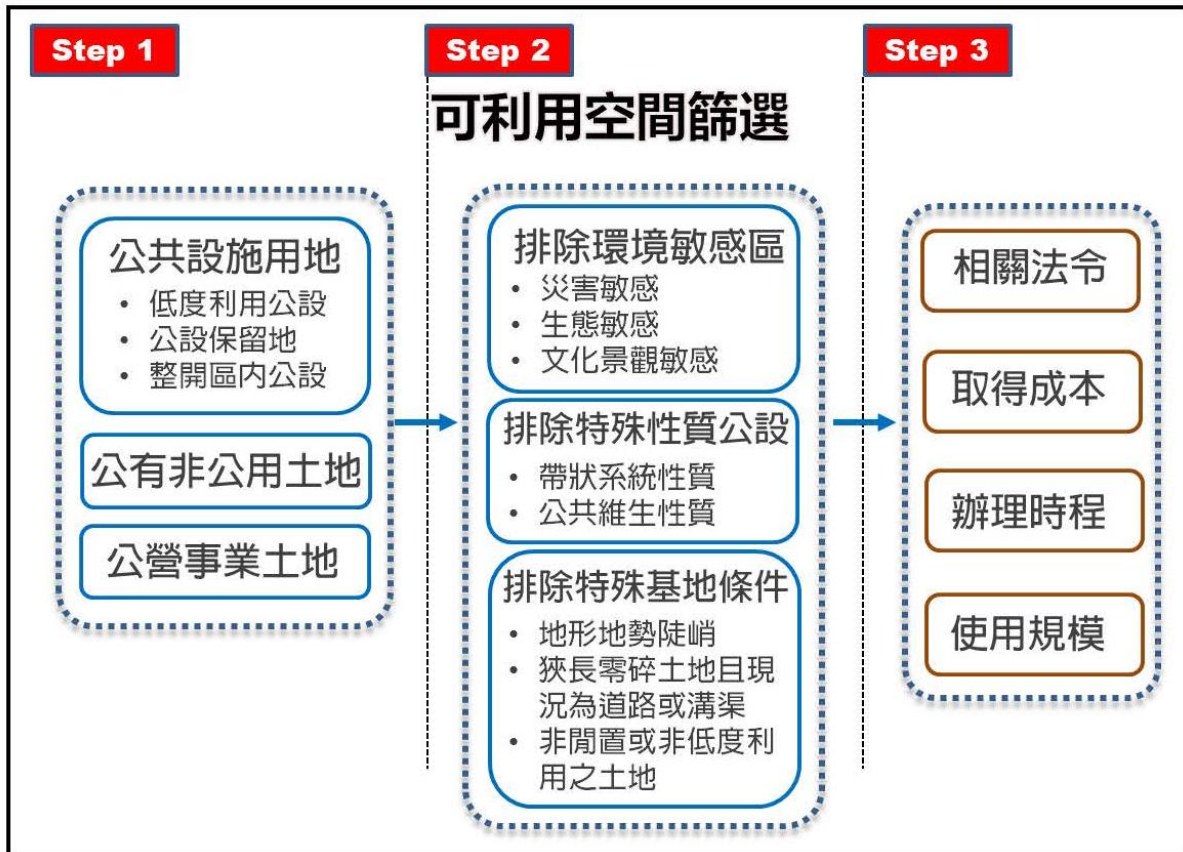
針對具有洪災歷史或風險之非都市土地，具體指認其高風險地區，交由各目的事業主管機關，於開發計畫擬定與區位選擇時應作為優先避免之選項

2、與水共生：針對洪災韌性提升方案擬定土地規劃原則

(1) 都市計畫地區：高程管理與土地逕流分擔

全盤性考量都市計畫區內不同土地使用分區與土地高程關係，依據洪災發生時淹水可能影響之地區類型，以及自然地勢，配置合宜之土地使用分區。例如：公園、綠地、停車場、廣場等公共設施降低高程；住宅區、商業區、重要維生公設等抬升高程。

另配合水利署的政策指導，配合主管機關擬定之逕流分擔策略。配合公共設施專案通盤檢討，盤點都市計畫地區內合宜之公共設施、公有地、公營事業土地等類型，並分析可分擔之逕流量，以調節都市洪水，如圖 6-17 與表 6-12 所示。



資料來源：「逕流分擔技術手冊(草案)」(水利署，109年)

圖 6-17 逕流分擔空間篩選與修正操作流程圖

表 6-12 土地逕流分擔方案潛能量估算原則

類別	使用分區名稱	可貯留面積比例(%)	容許貯留深度(m)		可貯留量 Q(m ³) 計算方式
學校(國小、國中)	國民小學	30%	0.3m		Q=面積×30%×0.3m
	國中小學				
	私立學校				
學校(高中職以上)	高級中學	30%	0.5m		Q=面積×30%×0.5m
	國民中學				
	大專院校				
大型公園(>5 公頃)	公園用地	68%	0.5m		Q=面積×68%×0.5m
	公園兼兒童遊樂園				
小型公園(<5 公頃)	公園用地	65%	0.2m		Q=面積×65%×0.2m
	公園兼兒童遊樂園	65%			
廣場	廣場用地	70%	0.3m		Q=面積×70%×0.3m
停車場之停車廣場(平面使用)	停車場用地	70%	0.3m		Q=面積×70%×0.3m
	廣場兼供停車場用地				
綠地	綠地	25%	0.3m		Q=面積×25%×0.3m
機關、市場、社教機構、郵政	機關用地	15%	0.3m		Q=面積×15%×0.3m
	市場用地				
	批發市場				
	社福用地				
	郵政用地				
	醫療用地				
未開闢且有規劃設計手法成滯洪式公共設施可能之設施用地	--	其設施用地之法定空地比例減去 20%	一般	2.50m	Q=面積×該用地之可使用面積比例×2.50m
			最大化	3.50m	Q=面積×該用地之可使用面積比例×3.50m
公有非公用土地(<1 公頃)	--	其設施用地之法定空地比例減去 20%	0.50m		Q=面積×該用地之可使用面積比例×0.5m
公有非公用土地(>1 公頃)			一般	0.5m	Q=面積×該用地之可使用面積比例×0.5m
			最大化	3.50m	Q=面積×該用地之可使用面積比例×3.50m
公營事業及農田水利會土地(<1 公頃)			--	其設施用地之法定空地比例減去 20%	0.50m
公營事業及農田水利會土地(>1 公頃)	一般	0.5m			Q=面積×該用地之可使用面積比例×0.50m
	最大化	3.50m			Q=面積×該用地之可使用面積比例×3.50m

資料來源：「逕流分擔技術手冊(草案)」(水利署，109 年)

(2)國土計畫地區：訂立非都開發規劃與審查原則並詳列於直轄市、縣(市)國土計畫

有關於非都市土地(國土計畫主管範圍),若因不可抗拒因素選擇具有高風險地區進行開發計畫,應於計畫規劃與審查過程納入相關分析與因應措施。

規劃：

- 檢視淹水熱區分布情形，並提出後續都市計畫通盤檢討、新訂或擴大之土地使用規劃指導原則。
- 載明於各該直轄市、縣(市)國土計畫之「直轄市、縣(市)空間發展計畫」及「氣候變遷調適計畫」，並於「應辦事項及實施機關」明列相關都市計畫區名稱。

審查：

- 辦理新訂或擴大都市計畫、使用許可或應經同意使用申請案件審查作業時，應將災害類型環境敏感地區納入考量，並配套修正相關審議規範。

考量國土計畫係為較大尺度之土地使用空間計畫，有關各類工程措施於土地上實施之實際容許情形應另行參考並符合「國土計畫土地使用管制規則之使用項目於各國土功能分區分類使用情形」表。

然針對洪災韌性之提升精神，與可能實施之方案(如：農田治洪、種水獎勵)則應同步納入各縣市國土規劃當中，並於「氣候變遷調適策略」一章中敘明，對於後續方案推動與執行則更具有上位指導之效果。

(二)工作坊辦理情形






具備上述國土規劃面之方案規劃背景後，進一步藉由工作坊能夠蒐集專業者及民眾對於方案的選擇、可以改善的地方以及可行性，以瞭解設計方案在執行面的可能困難點，並收斂出利益關係人和水利專業者的共識。且實際操作工作坊也能建立跨領域對話機制，為

後續推動方案奠定基礎。工作坊分作三場辦理，各場聚焦主題分別為「水利對談—方案效益分析」、「政策對談—種水策略發展與可行性建議」和「在地對談—多元土地管理與在地落實」，執行流程如圖 6-18 與表 6-13。



圖 6-18 辦理工作坊流程圖

表 6-13 工作坊操作步驟說明

步驟示意圖	步驟細部說明
	<p>為聚焦討論方向，三場工作坊分為水利專業、政策專業和在地對話，將依場次主題分群邀請特定的水利領域專業者和地方利害關係者。</p>
	<p>首先由團隊向受邀者簡要說明設計方案的內容，除了包含方案的執行大綱、成本和效益，更要傳達「韌性共好」的概念，以引導受邀者盤點設計方案。</p>
	<p>由受邀者針對團隊所規範的問題，在便利貼寫下以自身觀點出發的意見。</p>
	<p>會後受邀者可以與團隊分享自己對設計方案的想法，或是拋出對韌性議題的疑問，讓受邀者有機會將自己的回饋更清楚地表達。</p>
	<p>團隊將收到的意見經過主題性分析，歸納成對改進設計方案有意義的參考資料。</p>

三場工作坊雖然獨立舉行，每一場有單一主題，但彼此之間有重要的連結。第一場工作坊的結論將作為規劃第二場工作坊的參考，第二場工作坊的討論也會延續到第三場工作坊。且工作坊的討論會逐步將討論收斂，從盤點設計方案到聚焦種水方案，三場工作坊的簡要內容比較，如表 6-14 所示。

表 6-14 各場工作坊簡要內容

	第一場 工作坊	第二場 工作坊	第三場 工作坊
日期	民國 109 年 8 月 7 日	民國 109 年 9 月 4 日	民國 109 年 10 月 28 日
主題	水利專業	政策專業	在地對談
參與者	水利領域專業者	臺南市政府局處代表、水利領域專業者、總頭里里長	台南社區大學台江分校
焦點	盤點三種設計方案	聚焦改進種水方案	種水方案溝通
問題	Q1：最喜歡的方案？ Q2：各方案的優點？ Q3：各方案的缺點？ Q4：方案的推行建議	Q1：種水方案建議 Q2：在貴單位業務範圍中政策執行可行性建議 Q3：民眾推動相關建議 Q4：其他措施相關建議	Q1：對種水的看法 Q2：對種水範圍的看法 Q3：對種水形式的看法 Q4：種水對地方發展的可能性

茲將三場工作坊之相關內容整理如后，並作為規劃洪災韌性提升方案推行方式之參考依據。

1、水利對談 – 方案效益分析

本場工作坊於民國 109 年 8 月 7 日在經濟部水利署臺北辦公室舉行，以專業水利對談為主題，團隊邀請專業者以實務經驗或學術觀點一同盤點三種設計方案。專業者大多來自經濟部水利署，包括第六河川局、水利規劃所，也邀請了臺南市水利局和大專院校教授與會(圖 6-19)，詳細出席人員名單請見附錄三。

三個設計方案(圖 6-20)分別為：(1)道路加高搭配抽水機，並配合淹水補償、(2)道路加高並配合淹水補償、(3)自主管理和種水獎勵。第一個方案代表了較接近傳統的抵抗性方案(Resistance)，固定滯洪面積、不增加滯洪時間，但工程費用較高，且使用抽水機而可能影響更下游地區。第二個設計方案為方案一和方案三的

折衷版本。第三個設計方案則以韌性(Resilience)為導向，長期而言能結構性地滿足滯洪需求，但現行制度仍然有許多需要克服之處。工作坊當天將三個設計方案的海報張貼於牆上(圖 6-21)，除了有助於說明，也將用於後續活動的進行。



圖 6-19 第一場工作坊現場



圖 6-20 三個設計方案併列



圖 6-21 設計方案海報張貼情形

經團隊說明三個設計方案後，專業者須在固定時間內回應團隊設定的問題(圖 6-22)，問題包含了：最喜歡的方案、各方案的優缺點，以及推動各方案的建議。在作答時間內，專業者可以獨立地將個人意見書寫在便利貼上，也能與團隊成員或臨座專業者討論後再給予回饋。另一方面，團隊也能在短時間內回收大量的意見(圖 6-23)，並在回收完畢後將意見進行主題性歸納，本場次的意見整理於表 6-15~表 6-17。



圖 6-22 與會人員書寫意見情形



圖 6-23 團隊成員分類意見情形

表 6-15 第一場工作坊的方案一回饋

設計方案一 道路加高+抽水機(配合淹水補償)	
喜歡人數	4
優點	<p>工程方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 排水快 • 有效改善淹水 • 較有效降低淹水面積、深度、時間 • 道路加高，較不影響救援、民生物資之運送 • 工業區社區有效保護 • 快速退水，小面積受災 • 迅速排水 • 有抽水機退水較快 • 滿足社區道路暢通 • 推動簡便，可行性高 • 淹水面積小 • 比較容易掌控淹水的面積、淹水較少 • 淹水空間縮短 • 屬傳統工程改善方式，民眾易懂，接受度高 • 優美、效率高 <p>社會方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 補償對象相對集中在農地且對生活衝擊較小 • 淹水面積少，深度減少 • 土地價值提高 • 民眾有感 • 可行性高、民眾接受度高，在目前行政程序可行 • 改善佳，工程直接有感 • 最傳統的做法，政府和民眾比較、瞭解、溝通時機較短
缺點	<p>工程方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 抽水機需維護調度 • 經費較高，抽水機維運 • 需維護管理抽水機具 • 經費較高 • 加設抽水機可能增加下游淹水之風險 • 需有民眾配合意願 • 經費籌措相對複雜，包括道路及抽水機 • 工程施作時間及溝通時間長 <p>社會方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 道路加高，不便農民進出農地耕作 • 道路加高，民宅仍有淹水風險 • 道路加高，住處低地住戶恐反對

	<ul style="list-style-type: none"> • 淹水補償並不合理 • 民眾仰賴政府，沒有自覺性 • 道路加高影響景觀與交通 • 淹水補償並不合理 <p>財務方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 費用高 • 工程費高 • 工程經費龐大，籌措不易 • 所需工程費用高 • 工程費用高，韌性有限 • 花費多，傳統工程可能不是主流 <p>其他方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 思維傳統，無韌性概念 • 工程保護仍有一定限度，超過保護標準仍有淹水風險
推行建議	<p>工程方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 建議該地區有重要發展建設時推動 • 在地滯洪跟保護鄰近村落好像不是直接的關係 • 抽水機運轉的規則應有情境式模擬 • 2cm 工程抽水站顯得多餘 <p>社會方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 應搭配擋水隔板等防災措施 • 工業區宜有配套措施，建立淹水預警自主管理 • 住戶宜強化通水溝 • 要確認下水道系統的流路 • 提高誘因，提高民眾配合意願 • 須讓民眾了解保護標準下仍有淹水可能 <p>財務方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 補償費用宜足夠 • 調查道路加高其他成本(如地下管線改建) <p>其他方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 交通住宅防水(承洪)，配套推動 • 詳細規劃道路加高是否影響用戶出入 • 道路加高對交通之影響應與交通單位協商

表 6-16 第一場工作坊的方案二回饋

設計方案二 道路加高(配合淹水補償)	
喜歡人數	3
優點	<p>工程&財務方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 工程數量少、費用低 • 經費較節省，一次性花費無後續款 <p>社會方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 對外道路不淹水，不會成為孤島 • 村落圍堤針對性保護 • 達到在地治洪(減少逕流移轉) • 雖然相對零方案淹水時間延長，但是主要淹水地區在農田相對好處理 • 道路加高，較不影響救援、民生物資之運送 • 工業區、社區有效保護 • 無後續管理(抽水機) • 可行性高、民眾接受度高、經費少，行政程序上可行
缺點	<p>工程方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 住宅防洪效果? • 以鄰為壑，深度劇增 • 區域地區淹水加劇 • 退水困難(無抽水機) • 社區內低窪地區淹水仍不易排除 • 淹水深度、時間增加 • 道路加高可能造成其他淹水不嚴重之處淹水更深刻 • 淹水深而長 <p>社會方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 相對零方案，工業區的淹水已大幅降低，但農田淹水不變，但是補償增加了，是否應該考量所增加而補償費用應由工業區補充 • 法令依據不明 • 這跟在地滯洪沒有多大關係 • 農地補償計算? 抗爭? • 需有民眾配合意願 • 影響農地耕作環境與權益，產生政治爭議及國賠議題 • 某些較低窪民宅淹水損壞加重花費多，傳統工程可能不是主流 • 道路加高可能會影響交通 • 道路加高影響景觀與交通 • 道路加高對民宅出入是否造成不便 • 社區內道路加高可能影響民宅進出 • 道路加高不便農民出入農地

推行建議	<p>工程方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 搭加強推水機制與工程考量交通經費 <p>社會方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 要配合非工程措施，工業區內要進行淹水預警及應變作為準備，對於家戶內的街巷的水溝要確保暢通 • 導入社區自主防災 • 應注意道路加高後，可能的流路改變，其他淹水問題產生 • 提高誘因，提高民眾配合意願 • 要針對道路通行是否便利與民眾溝通 • 應搭配擋水隔板等防災措施 • 自然蓄淹(農地)之溝通、教育 • 確認對農民無增加損失 • 建議取得地方民眾共識再推行
------	--

表 6-17 第一場工作坊的方案三回饋

設計方案三 自主管理+種水獎勵(配合淹水補償+種水獎勵)	
喜歡人數	10
優點	<p>工程方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 無法強制整體同意，工程設計須考量 • 非工程措施，環保？ • 就源處理，取代工程措施 • 社會方面 • 運用在地之農地資源治水 • 符合 NBS 精神 • 可引導農民種植耐淹作物亦有獎勵金可領 • 可由民眾與公部門共同管理 • 民眾參與度較高 • 可與民眾進行風險溝通，與民眾切身相關 • 僅農田改變，除農田外，保全對象可完全不受影響 對民眾及工業區可接受度較高 • 可提高地方民眾淹水防災意識 • 民眾自主管理，了解淹水風險並持續關注 <p>財務方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 柔性可調整，花費少 • 維持原農地使用方案，所需經費較少 • 較少工程經費 • 費用較低 • 經費較低，工業區、社區有效保護

	<ul style="list-style-type: none"> • 經費低，兼顧生產生態生活創新
缺點	<p>工程方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 退水困難？重複蓄水、退水之體積計算？ • 要達一定面積才有效 • 成效難具體評估 • 強烈懷疑本方案效果如預期 • 每次淹水有可能被指責政府治水不利、生活不方便 • 部分無法以農地滯洪而淹水處，仍需考慮如何配合減輕淹水狀況 • 挖深所產生的廢土，在處理上應有具體考慮 • 社會方面 • 說服民眾了解與接受，較花時間 • 地主多恐難達共識 • 農民希望農地重劃而非滯洪 • 改變農地地形，地主意願恐不高 • 租用或收購金額之決定，民眾意見不一較難整合 • 道路對工業區及社區而言都是重要的，以方案三操作，64 公頃要全部同意難度高 • 時間增加，原未淹水的民宅，可能淹水 • 若有農地使用需求民眾，不願配合則滯洪滯水功效受影響 • 農地降挖，地主恐無意願，若不降挖效益降低 • 需與民眾長期溝通，每次淹水皆須提醒民眾 • 地主不喜農地被任意更動，在實務上不易被地主接受 • 種水獎勵制度建立與溝通 • 補償與獎勵係屬不同法律概念，不宜同時存在，宜整合至獎勵 • 農地是否能降挖，尚需與農政單位協商，是否能克服農業法規 • 應有穩定收益供地主做財務評估 • 台灣農地產權相當複雜，在行政上可行性不高 • 必須要所有地主均同意，可行性不高 • 六塊厝排水右側淹水獲得改善原因為何？ • 不易推動 <p>財務方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 在地滯洪關鍵在於「替代」及「獎勵金誘人」，由目前各方案看，農田淹水必然，只有深度及時間差別，難以評判補償與獎勵的差異 • 種水獎勵金太低，地主無意願 • 種水獎勵金太高不符成本(與徵作滯洪池比較) • 獎勵方式難認定，經費籌措困難 • 種水獎勵金發放標準移再檢討，使符合公平性 • 種水獎勵淹水來源？
推行建議	<p>工程方面</p> <ul style="list-style-type: none"> • 本方案的結果如何獲得？

	<ul style="list-style-type: none"> ● 模擬以 scs node 模擬，在總頭寮工業區需再佈設水路，以較能符合現況流況 ● 可先以淹水較深之一小範圍進行試驗 ● 社區和工業區部分亦應有配合之防水閘門和排水管道施作，以便順利流向滯洪 <p>社會方面</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 農業單位配合 ● 應先研擬完整推動程序並籌措財源 ● 必須與民眾充分溝通，了解氣候變遷下韌性的重要 ● 要與地主直接溝通，以了解其需求，特別是補償方式與金額 ● 先了解農地地主不願配合原因 <p>財務方面</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 建議提高獎勵金額並由中央補助 ● 提高獎勵金，田地以年租用方式辦理 ● 獎勵的額度與計算方式，可考量保留調整之彈性 ● 補償與獎勵的預算來源，應以 10-20 年長期尺度精算 ● 長期經費編列 ● 採用固定收益，宜訂有契約 ● 提高誘因，提高民眾配合意願 ● 加強溝通與教育 ● 道路加高否？出行通行仍應維持
--	---

回饋意見綜整簡化如表 6-18，根據表 6-18 中，多數專業者較喜歡第三個設計方案(17 位專業者中有 10 位喜歡)，但此案收到的推動建議回饋也最多。相較之下，第一與第二個設計方案在推動經驗與制度規劃面上皆較為成熟，但也較缺乏永續性，因此後續討論傾向於聚焦在第三個設計方案的精進。此外，會議主席和計畫主持人循著第三個方案的設計理念，再次傳達「韌性共好」新思維的價值，並請專業者繼續補充寶貴的經驗和建議。整體而言，本場工作坊請專業者以不同角度盤點三種設計方案，讓團隊更能掌握設計方案仍需要克服的細節，也確定第二場工作坊將聚焦於第三個設計方案的討論。

表 6-18 第一場工作坊各方案意見綜整

專業方案	方案一：道路加高+抽水機 (配合淹水補償)	方案二：道路加高 (配合淹水補償)	方案三：自主管理+種水獎勵 (配合淹水補償+種水獎勵)
喜愛人數	4 人	3 人	10 人
優點	<ul style="list-style-type: none"> 快速退水 洪水造成衝擊較小 接受度高 	<ul style="list-style-type: none"> 費用較低 無管理問題 民眾接受度高 	<ul style="list-style-type: none"> 費用低 民眾參與度高 具永續性
缺點	<ul style="list-style-type: none"> 過度依賴政府 景觀問題 交通 補償問題 機具維護 	<ul style="list-style-type: none"> 退水問題 景觀問題 交通 補償問題 低地可能淹水 	<ul style="list-style-type: none"> 地主多 財源問題 可能面臨輿論壓力
推動建議	<ul style="list-style-type: none"> 需具備配套(非工程)措施 道路加高其他成本調查(如地下管線改建) 避免影響用戶出入並確認下水道系統流路 可配合重要發展建設時推動 	<ul style="list-style-type: none"> 需配合配套(非工程)措施 水溝保持暢通 導入社區自主防災 需考量退水機制與流路改變問題 先取得民眾共識再作推行 	<ul style="list-style-type: none"> 需具完整推動程序 籌措財源(中央補助、10-20年長期尺度精算) 配合自主防災社區 充分與地主溝通瞭解不願配合原因 社區與工業區應配合施作防水閘門及排水道管道 年租用農地，並訂契約 需與農政單位進一步協商降挖事宜
小結	<ul style="list-style-type: none"> 容易推動且易見成效，但缺乏韌性與永續性。 	<ul style="list-style-type: none"> 容易推動且易見成效，但缺乏韌性與永續性。 	<ul style="list-style-type: none"> 具韌性與永續性，但面臨制度面的調整、經費來源、民眾意見等問題，相對較為複雜，推動上較為不易。

2、政策對談 – 種水策略發展與可行性建議

本場工作坊於民國 109 年 9 月 4 日在國立成功大學舉行，以政策對談為主題，與會者包含了專業者、臺南市政府的相關局處人員，以及總頭里里長。為了發展出可行的「在地」政策，必須瞭解地方政府官員對設計方案的意見，因此邀請了水利局、農業局、都發局等相關局處共同討論(圖 6-24)。

延續第一場工作坊的回饋意見，本場工作坊將討論聚焦於第三個設計方案「自主管理和種水獎勵」，此方案以提升總頭社區的地方洪災韌性為目標(圖 6-25)，採用挖深農地、加高路基，加強地方容水能力。設計方案也規劃種水獎勵機制，以提升在地居民參與的意願，並試圖建立地理自主防災的觀念。

「自主管理和種水獎勵」有別於傳統的工程防災，將著重於非工程措施，以期長時間結構性的滿足滯洪防災的需求；但現行法規制度仍然有許多細節必須克服，在地居民和地方公務人員對「自主管理和種水獎勵」的陌生也有賴於更多溝通，以建構有共識的地方政策。



圖 6-24 第二場工作坊說明情形

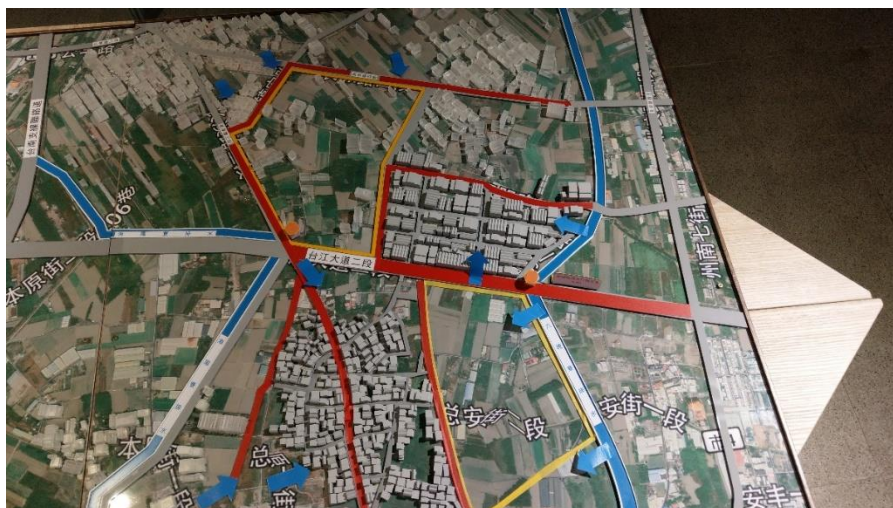


圖 6-25 總頭社區及周邊地區模型

在團隊成員簡要的說明設計方案後，討論問題鎖定在「種水方案建議」、「在貴單位業務範圍中政策執行可行性建議」、「民眾推動相關建議」、「其他措施相關建議」等四項問題。首先有足夠的篇幅討論種水方案，讓在地人士瞭解種水的概念、價值和如何施行方案，並能夠提出對種水的疑惑和建議。另外，本場工作坊以專業政策為主題，也必須理解不同局處對政策本身的意見，以及從地方公務人員和在地居民互動的經驗取經，回饋意見彙整如表 6-19。

表 6-19 第二場工作坊的意見彙整

意見主題	方案優點	後續研析方案
工程方面	<ul style="list-style-type: none"> ●符合 NBS(Nature-Based Solution)的精神 ●非工程措施，可能比較環保？ ●就源處理，取代工程措施 ●基本工程完成 	<ul style="list-style-type: none"> ●本方案的效益如何獲得？退水困難？ ●逕流分擔 ●種水後的積水如何排除？ ●其餘方案如道路加高或擋水隔板也可適時搭配
財務方面	<ul style="list-style-type: none"> ●獎勵金誘人 	<ul style="list-style-type: none"> ●補助金太高(跟滯洪池比較) ●地主可能覺得獎勵金太低 ●建議提高獎勵金額 ●採用固定收益，宜訂有契約 ●可否比照用電分級累計付費？ ●第一次費用補助 ●每年補助金額要注意是否滾動檢討

		<ul style="list-style-type: none"> ●種水獎勵金是不錯的想法，但是一公頃 7.5 萬／年，金額是否過高？因為農業休耕補助約 4.2 萬／頃。
社會方面	<ul style="list-style-type: none"> ●民眾自主管理，了解淹水風險並持續關注 ●民眾參與度較高 ●僅農田改變。除農田外，保全對象可完全不受影響，對民眾及工業區可接受度較高。 	<ul style="list-style-type: none"> ●每次淹水有可能被指責政府治水不利、生活不方便 ●淹水深度從 0.67 公尺提高到 1.08 公尺，加深搶救困難。 ●預先建立爭議調處機制
制度方面	<ul style="list-style-type: none"> ●柔性可調整，有彈性 	<ul style="list-style-type: none"> ●挖深所產生的廢土，在處理上應有具體考慮。 ●要達一定面積才有效 ●部分無法以農地滯洪而淹水處，仍需考慮如何配合減輕淹水狀況 ●重複蓄水、退水之體積計算？ ●地主自主挖深方式，餘土去向如何解決？ ●補助標準跟評估有困難 ●補助金財源？ ●補助標準要再衡量，以符合公平性 ●應有補助試算表供地主評估 ●經費由中央補助 ●田地以年租用方式辦理 ●獎勵的額度與計算方式，可考量保留調整之彈性 ●補償與獎勵的預算來源，應以 10-20 年長期尺度精算 ●哪種財源類別適合支付種水所需費用，宜確認。 ●需搭配農災補助政策之整合 ●獎勵金建議回歸農政單位發放，如由水利單位發放可能會有重複補助和衝突。 ●農地休耕補助配合種水補助之整合 ●先釐清種水獎勵與其他天然災害救助補償之競合。 ●除面積級距誘因，建議增列深度開挖級距誘因。 ●釐定淹水標準（颱風警報？降雨量？累積雨量？）多少才獎勵？ ●獎勵跟補助是不同法律概念，宜整合成獎勵 ●事先調查地上物、查估價值，以釐清補償項目和價格。 ●如引外水進入可能會污染地主土地，如要恢復其土地原貌，可能須有淹水後復原費用。

		<ul style="list-style-type: none"> ●農田降挖需要與農業局溝通，克服法規障礙 ●需要多局處合作配合，但誰是主管機關？ ●農地高程管制 ●農地最少有效面積 ●農地降挖，農地土方外運違反土地使用管制 ●應就都市計畫農業區討論，排除住宅區 ●劃定明確界線範圍，必要時以地形、地貌標明（例如：田埂、排水路）。 ●公告範圍，必要時至現地立牌。 ●請先進行變更為水利用地 ●要思考若仍有淹水情形，如何協助退水的配套措施。 ●專業的淹水改善措施和可行性評估（有科學根據） ●相關作業要點及實施辦法需周詳研擬以利推動 ●土地大改為農政單位管理，以水利單位推動可能目前較難執行，建議可與水利會、農會等合作，先以示範案例做給民眾看，以改變民眾觀念。 ●田埂加高或農地挖深，可能涉及農業用地農業設施之申請 ●建議配合自主防災社區之輔導補助推行 ●可由民眾與公部門共同管理
其他方面	<ul style="list-style-type: none"> ●兼顧生產生態生活，符合農村的「三生」永續經營 	<ul style="list-style-type: none"> ●維持道路通行 ●影響整體農地使用之彈性，種水後無法做其他使用 ●分年分期實施 ●如降挖可行，可將土方堆放成所需之田埂。 ●如果民眾後來不繼續加入這政策時，其挖深或加高田埂等設施，其復原方式或權責須考量。 ●可否建立中水系統，適當將淹水轉化為儲備用水？ ●可否建置都市水庫？ ●可先以淹水較深之一小範圍進行試驗(示範區) ●引導農民種植耐淹作物亦有獎勵金可領 ●模擬以 scs node 模擬，在總頭寮工業區需再佈設水路，以較能符合現況流況

回饋意見綜整簡化如表 6-20，參與者的回饋大致看到幾個重點：首先是針對許多制度層面給予意見，包含了各局處的權責還沒確定，當設計方案成為政策時，必須要有一個局處成為主導者。其次是補助費用和經費來源仍有不同意見，從回饋的篇幅來說，經費議題是最重要的問題。最後是溝通方面，地方公務人員從自身經驗出發，給予團隊不同角度且有價值的通觀點。

表 6-20 第二場工作坊意見綜整

方案三： 自主管理與 種水獎勵	優點	政策推動面建議
工程面	<ul style="list-style-type: none"> 符合 NBS 精神，且有基本工程可配合。 	<ul style="list-style-type: none"> 滯洪後的退水如何處理應進一步規劃 需注意農地土方平衡問題 配套措施可適時納入本方案
財務面	<ul style="list-style-type: none"> 種水獎勵金額具誘因 	<ul style="list-style-type: none"> 獎勵金額的訂定需再進一步討論，以兼具合適性與誘因 可參考用電分級累計付費的概念，依可施作的面積大小設定級距與獎勵金 可引用的財源類別需再進一步確認
社會面	<ul style="list-style-type: none"> 可提高民眾參與度，瞭解淹水風險並持續關注 未改變土地使用方式，同時能對保全對象達到保護的作用 	<ul style="list-style-type: none"> 建議需預先建立爭議調處機制
制度面	<ul style="list-style-type: none"> 方案可調整有彈性 	<ul style="list-style-type: none"> 政策推動的主管機關與相關權責需再進一步明訂 需進一步針對獎勵金的發放標準、如何發放、申請方式、作業要點等內容制定管理規範 建議以示範案例先進行推動
其他	<ul style="list-style-type: none"> 可兼顧生產生態與生活 	<ul style="list-style-type: none"> 利用農地滯洪後，可嘗試考量水資源再利用的問題 建議可輔導並推廣執行種水的農地轉作耐淹作物

3、在地對談 – 多元土地管理與在地落實

在正式辦理第三場工作坊前，團隊成員先拜訪了當地立委陳亭妃委員和臺南社區大學台江分校的吳茂成執行長，以更瞭解當地意見。從初步的訪談可以發現兩位受訪人都願意支持在地滯洪的概念，但有許多細節必須先確定，與民眾溝通也要更細膩。

陳亭妃委員(圖 6-26)建議直接與有在耕種的農民溝通，由市府、里長先行溝通。委員也提醒，農民不喜歡做工程和改變，溝通也要用簡單的用語；若有良好的溝通，設計方案是可以被接受的。另外，陳委員也願意協助推動，但經費來源的權責單位必須先確定(表 6-21)。



圖 6-26 團隊成員與陳亭妃委員合影

吳茂成執行長(圖 6-27)則援用其它觀念來支持在地滯洪，例如：種水換取補助具有轉型正義的意義，且獲得補助並不代表農民是弱勢，而是農民幫助政府滯洪。吳執行長也建議種水、在地滯洪引入市場機制，包含了臺南科學園區對當地的挹注、水權概念、仲介人等觀念，最後也提及補助不夠吸引人的問題，為設計方案提供了不同角度的建議(表 6-22)。



圖 6-27 團隊成員與吳茂成執行長合影

表 6-21 陳亭妃委員對在地滯洪之建議

建議大項	建議內容
態度：支持使用農地進行在地滯洪作法。	
工程方面	<ul style="list-style-type: none"> • 有妥善溝通後，用道路加高是可行的。
社會方面	<ul style="list-style-type: none"> • 採用短租方式向農民租用滯洪。 • 農民並非不願意租，建議應該直接去問有在耕作的農民，租地滯洪應是會被接受的。 • 農民不喜歡要做工程與改變。 • 跟民眾談，必須要以最簡單的語言說明，呈現最立即的成效或利益，這樣他們才會買單。
財務方面	<ul style="list-style-type: none"> • 如果道路加高來做在地滯洪方式會成為水利署的政策，在地民代應會願意協助推動。但是水利署要跟市府先溝通經費來源。

表 6-22 吳茂成執行長對在地滯洪之建議

建議大項	建議內容
態度：支持上游在地滯洪政策	
工程方面	<ul style="list-style-type: none"> ● 必須知道農地自身承接的水量與外部來的洪水，才能得知農地吸收了多少外部的洪水量，因此需要有在地的雨量觀測，而非採用附近的雨量站資訊，因為目前降雨的空間變異性差太多了，不同村落就會有不同的雨量差異。 ● 種水區位要考量灌溉水路與排水路，否則就只能承接天上來的雨水而已，必須借重水路將洪水引入滯洪區，才會有滯洪的功效。
社會方面	<ul style="list-style-type: none"> ● 透過種水換取收入的方式，有轉型正義的意味，可以讓農民合理的得利，因此支持種水政策。 ● 政府應扭轉淹水補償的價值觀，避免一般大眾認為補償是農民在伸手討錢。其實是農民在幫政府滯洪，農地滯洪具有社會貢獻。 ● 種水示範區的推動應選擇居住空間附近的生產圈，以總頭為例，不建議選擇台江大道以北的區域，因為有路堤效應，不會對總頭產生滯洪助益。總頭的示範推動可以選擇台江大道以南+六塊厝以西的農地(本計畫右下角的滯洪區)，但事實上最合適的地點應該是台江大道以南+六塊厝以東的新厝，但是該地已經變成重劃區要蓋房子了! ● 種水獎勵金額的訂定需合理才具誘因。 ● 推動政策需要簡易可行，農民才願意買單，目前設計加高 50cm 有點困難，需要由農民來動到工程，農民意願就會不高。 ● 必須建立市場機制，以合理的仲介費用(類似房仲的服務費)吸引仲介人來專責推動與服務(溝通、拜訪、零碎產權...) ● 建議可以建立市場機制，向上游的南科收取洪水費，補貼到下游種水的經費需求。 ● 推動水權交換，南科廠商購買「種水的綠水」交換乾淨的水源。
其他方面	<ul style="list-style-type: none"> ● 未來的推動可以將該地的農產品建立品牌形象，加值後可以有利行銷，例如該地種的米可以號稱具「社會責任」的良質米(例如：「保佑台江米」)。

本計畫於民國 109 年 10 月 28 日在臺南市安南區什三佃慶興宮(圖 6-28)，本計畫舉行第三次工作坊，以在地對談為主題，與會者包含當地里民、里長，以及臺南社區大學台江分校吳茂成執行長共同參與討論。延續前兩場工作坊、陳委員與吳執行長的建議，本場工作坊主軸為說明「種水」設計方案，並請民眾針對四個問題給予意見，問題分別是：「種水好嗎?」、「水要種在哪裡?」、「種水的地方還可以做什麼?」、「種水對社區有什麼好處?」，聚焦於在地居民對於種水方案的看法和認同度。

本場工作坊主要分成兩個階段：首先由團隊向民眾說明種水的意義與概念，並藉由模型供民眾瞭解(圖 6-29 至圖 6-31)，再請民眾針對前述四個問題進行第一次意見回應。接著在第二階段中，團隊進一步分別針對種水方案衍生效益、種水獎勵建議案進行詳細說明(圖 6-32)：

衍生效益

- 以社區發展面而言，以該區域中 64 公頃閒置農地進行大範圍種水，進行短暫滯洪，可使工業區與社區淹水深度低於 30cm。
- 以轉型正義面而言，藉由種水提供之社會貢獻，藉以扭轉社會觀感。
- 特色農產面，引述桃園縣觀音區樹林里滯洪池設置狀況，並於滯洪池發展花、瓜、魚、鴨四態共生，並發展蓮花相關產品，藉以說明所衍生的經濟效益。

種水與獎勵建議方式

- 施作地點：確認保護標的，進而規劃周遭閒置農地進行。
- 施作方法：地主自主挖深，或以田埂加高 50 公分方式創造種水空間。
- 建議獎勵計算方式：可分為基本費以及種水之獎勵金額兩部分。基本費可參考農業環境基本給付—獎勵稻田辦理轉作或生產環境維護措施申請基本給付(如以綠肥為例，則 4.5

萬元/公頃/年)；種水獎勵部分，則建議以「度」為單位，並參考經濟部水利規劃試驗所於雲林縣有才村「在地滯洪試辦計畫」所規劃每公頃淹水補助 2 萬 5 千元之方式，換算後採種水每「度」5 元之方式向民眾提案說明，再依面積大小作分級累進費率之設計^{註2}。建議獎勵方式可根據不同地塊整合單元給予不同程度之獎勵，相關說明如圖 6-33。

藉由上述內容說明後，最後再請民眾針對同樣的問題給予第二次回應(圖 6-34)。茲將第一階段與第二階段民眾的兩次回應結果彙整如表 6-23。從表 6-23 之意見回饋中可歸納最主要的重點：民眾多數認同「種水方案」，且可於適宜之低地進行種水，但更細緻的議題(如衍生效益)則有較多元的答案，不論是種水用地或種水的額外效益，在地居民現階段都有不同的想像。因此仍需要更多時間、更細膩的討論，以形成在地居民對於種水的具體共識。



圖 6-28 第三場工作坊海報

註 2：考量臺灣農地多小地主的特性，本計畫提出「團購」的概念，鼓勵小地主整併共同種水，團購方案初探請參閱圖 6-33。



圖 6-29 團隊藉由模型說明種水方案



圖 6-30 團隊藉由模型說明種水方案之減洪效益(1)



圖 6-31 團隊藉由模型說明種水方案之減洪效益(2)



圖 6-32 團隊成員向民眾說明種水方案

種水獎勵 建議案說明

2公頃以下

最小地塊整合單元 出流管制規劃及出流管制計畫書送審最小面積

- 建議獎勵金4.5元/度 ➔ 2.25萬元/公頃/次；
- 平均3次種水/年(颱風侵襲平均次數) · 總計6.75萬元/公頃/年

2~5公頃

中型地塊整合單元

- 建議獎勵金5元/度 ➔ 2.5萬元/公頃/次；
- 平均3次種水/年(颱風侵襲平均次數) · 總計7.5萬元/公頃/年

5~10公頃

大型地塊整合單元

- 建議獎勵金5.5元/度 ➔ 2.75萬元/公頃/次；
- 平均3次種水/年(颱風侵襲平均次數) · 總計8.25萬元/公頃/年。

10公頃以上

超大型地塊整合單元

- 建議獎勵金6元/度 ➔ 3萬元/公頃/次；
- 平均3次種水/年(颱風侵襲平均次數) · 總計9萬元/公頃/年。

註：圖中所提團購價格僅為初步試算使用，未來實際價格以經過詳細財務計畫的方案內容為準。

圖 6-33 種水獎勵建議案說明



圖 6-34 民眾意見回饋情形

表 6-23 第三場工作坊的回饋彙整

Q1 「種水」好嗎？	
第一次回饋 (18)	第二次回饋 (17)
<p>A. 好(17/18)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 聽起來不錯 ● 好，但因人、事、物、認知而有異同。 ● 好，但如何抽水？ ● 田沒水不會活 <p>B. 不好(1/18)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 不好。登革熱、蚊蟲孳生、季節考量.....沒有管理！設備昂貴。 	<p>A. 好(16/17)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 種水可以(共 2 個回應) ● 是很好，但要喚起大家重視很難 <p>B. 不好(1/17)</p>
小結	
民眾絕大多數贊同種水概念。	

Q2 水要種在哪裡？	
第一次回饋 (18)	第二次回饋 (17)
民眾意見回饋內容	
1. 土地 2. 深的地下 3. 農地，但未來開發後就不可行 4. 地下室 5. 池塘、埤頭 6. 凹洞 7. 廢田裡、滯洪池、水塘 8. 田裡，滲入地下 9. 公有地 10. 種水在地下 11. 地下水庫、低田 12. 下游 13. 下游、田裡、工業區 14. 斜屋頂、公共空間的小水庫 15. 池塘 16. 治水池 17. 地下層可行，公園、學校、空地 18. 山區	1. 要地，但要看民眾意願 2. 空地，但空地太少 3. 滯洪池、水塘 4. 政府徵收大塊滯洪池較可行 5. 適得其所 6. 公家水地 7. 地要多一點或大塊一點 8. 多年廢耕地 9. 水道邊、公有地 10. 田裡、地下 11. 低田、沒種的田、申請休耕補助田 12. 地下水庫 13. 處理排水功能優先 14. 適合的區域 15. 水種在聚落上游萬一水滿溢是否會造成聚落的重創 16. 農地 17. 低窪地區的農地上
項目綜整與統計結果	
A. 農地、田、廢田 (5) B. 埤塘、池塘 (3) C. 滯洪池、凹洞 (3) D. 山區 (1) E. 公有地、公園、學校(3) F. 地下、地下水庫(4) G. 建物：地下室、斜屋頂 (2) H. 工業區 (1) I. 下游 (2)	A. 農地：廢耕地、水道旁、休耕地、有排水能力 (8) B. 埤塘 (1) C. 滯洪池 (2) D. 公有地 (2) E. 地下 (2) F. 下游 (1) G. 空地、合適的區域 (4)
小結	
多數人贊同採用低地進行滯洪 ，例如：農地、自然或人工低地(如滯洪池、埤塘)及公用地。	

Q3 種水的地方還可以做什麼？

第一次回饋 (16)

第二次回饋 (17)

民眾意見回饋內容

1. 停車場
2. 養魚、灑水、種菜
3. 玩水、划船、種菱角、荷花
4. 成為滯洪池、可划船
5. 自來水用
6. 養魚
7. 食用水再利用
8. 養殖或畜牧
9. 種太陽能
10. 養魚
11. 澆花
12. 景觀休閒
13. 灌溉農田
14. 公園植物澆灌
15. 成為濕地
16. 觀光、洪水資源化

1. 公園兼養魚
2. 地主 OK 的方法
3. 配合需求規劃
4. 地下水庫集水
5. 可成為教學式生態池塘、推廣教育用
6. 養殖、休閒活動用
7. 養水種電
8. 魚菜共生、蓄水轉成水資源
9. 種水跟種電一起
10. 種水後土地被定型，開發受限，土地增值破滅
11. 淨化
12. 養魚改善經濟
13. 養吳郭魚、養土虱、養鱸魚、養鰻魚、養鴨、荷花產業、划船、採菱角
14. 種蓮花、養魚
15. 相對利益較多嗎？
16. 游泳池、農作種植
17. 洪水資源化

項目綜整與統計結果

- A. 公共空間：停車 (1)
- B. 觀光休閒：划船、荷花 (4)
- C. 種植：種菜、菱角 (2)
- D. 畜牧 (1)
- E. 養殖 (3)
- F. 水資源：自來水、灑水、灌溉 (7)
- G. 能源：太陽能 (1)
- H. 生態：濕地 (1)

- A. 公共空間：游泳池 (1)
- B. 觀光休閒：划船、荷花 (3)
- C. 種植：種菜、菱角 (3)
- D. 畜牧：養鴨 (1)
- E. 養殖 (6)
- F. 水資源：地下水庫 (3)
- G. 能源：太陽能 (2)
- H. 生態：淨化 (2)
- I. 教育 (1)
- J. 配合地方需求 (2)
- K. 利益消失 (2)

小結

多數人接受滯洪地進行活化利用，惟用途因人因地而異，使用方式的發想相當可多用，未來可透過社區內部進行協商。

Q4 種水對社區有什麼好處？	
第一次回饋 (18)	第二次回饋 (12)
民眾意見回饋內容	
1. 嘗試回收再利用 2. 不會淹水 3. 微氣候，降低溫度 4. 減少災害 5. 可發電 6. 涼、不會淹水 7. 乾淨的水才有用 8. 欠水時有水可用、不會淹水 9. 防災、灌溉、環境生態 10. 降溫、缺水時可用 11. 防止泡水 12. 可以舒緩缺水問題 13. 農作跟水上活動 14. 看情形，沒水人不能生活、不能種植 15. 不被水淹、會有好水喝 16. 補充地下水 17. 少災害 18. 減少瞬時雨水爆發	1. 減少災害 2. 集水灌溉 3. 可調節水情 4. 不淹水 5. 增加收入、加大休閒區 6. 防止淹水、防治疾病 7. 改善社區居住環境，減少淹水的損失優化生活環境 8. 地區未來發展問題(對地主而言) 9. 有好處 10. 降溫、缺水可回收使用 11. 不被水淹、要好水不缺水 12. 解決部分缺水問題
項目綜整與統計結果	
A. 不淹水 (10) B. 水資源 (7) C. 降溫 (3) D. 發電 (1) E. 休閒 (1) F. 環境與生態 (1) G. 沒好處：無用途 (1)	A. 不淹水 (7) B. 水資源 (5) C. 降溫 (1) D. 發電 (0) E. 休閒 (1) F. 生態：防治疾病、美化環境(2) G. 沒好處：無用途 (0) H. 收入：地主賺錢 (2)
小結	
多數參與者著重在對洪旱災的影響，對於是否為社區帶來經濟效益反而較不在意。	

(三)工作坊執行聚焦與分析

綜整三場工作坊結論(如表 6-24)與討論結果發現，參與的專業者或局處代表對設計方案一：道路加高+抽水機(配合淹水補償)，以及設計方案二：道路加高(配合淹水補償)較為熟悉，不論是制度面的可行性還是實際操作的經驗，都比設計方案三：自主管理+種水獎勵(配合淹水補償+種水獎勵)更為成熟。因此前兩場工作坊在水利專業與政策推動上，相較於設計方案三有更多的討論，從表 6-25 可以發現第二場工作坊對種水方案的討論有更多面向也更明確，讓我們更確實地理解不同專業者對於種水方案的疑惑和期待，並逐步改善設計，縮短不同組織之間的理解差距。

表 6-24 各場工作坊結論

	第一場 工作坊	第二場 工作坊	第三場 工作坊
主題	水利專業	政策專業	在地對談
參與者	水利領域專業者	臺南市政府局處代表、水利領域專業者、總頭里里長	台南社區大學台江分校
焦點	盤點三種設計方案	聚焦改進種水方案	種水方案溝通
結論	第三種「種水」方案最受喜愛，但也有許多細節需要再討論。	政策主導者和經費來源必須被確定，種水概念和補助形式仍需與居民溝通。	民眾認同種水方案，但細部仍須討論。

延續前兩場工作坊的討論結果並對種水方案作修正後，第三場工作坊以「讓在地居民理解種水方案為目標，並掌握居民對此方案的認同度」為方向進行討論與交流，與前兩場工作坊的架構有較大差異，惟初步可瞭解民眾對於種水的理念皆表贊同。然而，僅以單一場工作坊之舉辦，難以跟居民深入討論到工程、經費、制度等議題，故仍需要更多的時間投入到地方討論，才能匯集出具體的改進內容。

以下將分別針對在地滯洪種水建議方案在工程方面、國土與政策方面、地方發展方面依序說明工作坊執行、聚焦與分析成果。

表 6-25 第一與第二場工作坊針對種水方案之比較

種水方案改進	第一場 工作坊	第二場 工作坊
工程方面	<ul style="list-style-type: none"> • 非工程措施 • 退水有困難 • 成效難具體評估 • 淹水處可能轉移 	<ul style="list-style-type: none"> • 就源處理較環保 • 退水有困難 • 成效難具體評估 • 淹水處可能轉移 • 降挖產生之廢土如何處理？ • 建議建立中水系統或都市水庫 • 以 scs node 模擬，在總頭寮工業區需再佈設水路，較能符合現況流況
社會方面：制度	<ul style="list-style-type: none"> • 運用在地之農地資源治水。 • 符合 NBS 精神。 • 農地作為水利用途會遇到法規限制 • 獎勵方式難認定，且經費籌措困難 	<ul style="list-style-type: none"> • 符合 NBS(Nature-Based Solution) 的精神，且符合農村的「三生」永續經營 • 農地作為水利用途會遇到法規限制，而種水需要多局處合作配合，但誰是主管機關？ • 農地高程管制 • 應就都市計畫農業區討論，排除住宅區。 • 劃定明確界線範圍，必要時以地形、地貌標明（例如：田埂、排水路），公告範圍，必要時至現地立牌。 • 任何判定（獎勵、淹水）都需要定出標準，包含重複蓄水、退水如何計算？ • 農地最少有效面積 • 分年分期實施 • 預先設計民眾退場機制和爭議調處機制 • 有影響整體農地使用之彈性的疑慮 • 事先調查地上物、查估價值，以釐清補償項目和價格。

<p>社會方面：溝通</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 風險溝通，並提升居民防災意識 • 若農田被改變，地主的參與意願會不高？ • 64 公頃要全數地主同意的難度高可引導農民種植耐淹作物亦有獎勵金可領。 • 可由民眾與公部門共同管理。 	<ul style="list-style-type: none"> • 可建立示範區 • 引導農民種植耐淹作物亦有獎勵金可領 • 建議配合自主防災社區之輔導補助推行，讓風險溝通更確實 • 可由民眾與公部門共同管理，讓民眾了解淹水風險並持續關注 • 僅農田改變。除農田外，保全對象可完全不受影響，對民眾及工業區可接受度較高。
<p>財務方面</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 柔性可調整，花費少，且兼顧生產生態生活創新 • 難以評判補償與獎勵的差異 • 種水獎勵金太低，地主無意願 • 種水獎勵金太高不符成本(與徵作滯洪池比較) • 應有穩定收益供地主做財務評估。 	<ul style="list-style-type: none"> • 獎勵金多寡仍有分歧意見 • 獎勵金財源為何？ • 獎勵金必須和其他災害補助金做比較 • 要提供試算表給地主評估 • 獎勵額度和租期要有多少彈性調整的空間？還是採用固定收益？ • 可否比照用電分級累計付費？ • 第一次費用會有額外補助嗎？ • 除面積級距誘因，建議增列深度開挖級距誘因。

1、工程方面

第一場的討論由水利專業者參與，專注於水利工程可行性和效益的建議。從討論結果可以發現，設計方案一和設計方案二是傳統的工程措施，利用道路加高作為路堤和抽水機抽水等方法減少淹水的威脅，是專業者和居民都較為熟悉的「抵抗性」方案，在現行制度面也可行。然而，第三個設計方案明顯受到更多的注目，專業者可以理解第三個設計方案採用「韌性（Resilience）」的意義，韌性在長時間的尺度下是更具永續性的，在現階段也是具前瞻性的規劃。因此第三個設計方案是更需要被討論的方案，在本場工作坊及後續的工作坊都是討論的重心。

第三個設計方案，也就是種水方案，符合了自然解決方案（Nature Based Solutions, NBS）的概念，在氣候變遷、水安全、糧食安全、災害管理等社會議題上，能以自然的方式達到永續使

用資源和災害風險管理的目標。種水方案僅擬加高路堤，並以淹水補助的方式鼓勵閒置農田轉作滯洪空間，讓農田在不需要被工程改變地貌的條件下有新的土地利用方式，並保有恢復農耕的彈性。在氣候變遷的時代課題下，不再只有硬體設備和工程施作是選項，而我們確實可以採用新的觀念和方法來完成災害管理又降低對自然環境的影響。

從討論中分析，我們還能瞭解種水方案是重視在地共識才能推行的方案，沒有凝聚足夠的共識並讓在地居民共同參與，種水方案的效益將大打折扣。此外，以 Nature Based Solutions 的方式將大幅減少工程的施作費用，而經費可以轉作鼓勵居民參與種水的回饋費用，使得種水方案在以自然解決的前提之下，也是一個盡可能與在地居民結合的提升韌性方案。

2、國土與政策方面

經由第一場的討論後，我們把重心放在種水方案的改進。在上一段說明了種水方案備受期待，但因為現行制度的限制和國內經驗不足，種水方案仍然需要更多時間討論，也補足不同方面的缺漏。

在第二場的政策討論當中，我們發現了種水方案有幾個具體的缺口：首先是種水方案需要跨部門參與，以地方政府來說，至少需要水利局、農業局、都發局和交通局一同加入種水的計畫，但仍然需要選定一個主導單位，此外也有經濟部水利署和臺南市水利局的中央地方權責未定的問題。整體而言，牽涉到了種水方案尚未成熟，也使得法規內容尚未考量到種水的需求，亟需立法部門和行政部門的合作。

另外最多參與者關心的是經費的問題，包含了經費來源和補助方式。我們需要建立一個更完善的財務計畫和補助試算表，供官僚系統和地方民眾更清楚經費將如何被運用，以提升所有參與者的投入意願。

最後則是對應了本計畫的設計初衷，我們要建立的是地方共好的設計方案，必須是專業者認同地方需求，地方居民也認同專業規劃的設計方案。因此，彈性溝通和即時反應極為重要，辦理工作坊的過程是重要的溝通經驗，我們確實縮短了不同部門、專業者和地方人士對種水方案的理解差距，但仍然有必要建立一個溝通機制，確保種水方案以「地方共好」為前提繼續發展下去。

3、地方發展方面

以先前訪問陳亭妃委員和吳茂成執行長的結果而言，在地滯洪是可行的，但仍有許多溝通工作必須完成。吳茂成執行長也另外提出建立市場機制的想法，值得作為延伸討論的課題。

而在第三場工作坊討論的結果中，居民大多認同種水方案。種水的使用地則認為利用地勢相對低窪地進行即可，而針對種水獎勵金累計費率之設計，需注意土地面積的級距設定需再細部考量，在地民眾所擁有的土地大小，大多不足 1 甲(未滿 1 公頃)，在未來的討論需要再針對小單位土地整合的問題作細部規劃。

對於種水額外的活動，則大多圍繞在一級產業，例如：養殖、種植，或者是衍生的觀光活動。其次重要的是資源利用，轉作水資源或種電都是選項之一。

延續種水空間的多元使用，團隊與居民也關心種水對於社區的幫助。除了不淹水的既定目標，在本場工作坊的對談發現居民相當重視水資源的使用，但水資源跟水質監控和環境工程密不可分，在未來的討論可嘗試加入有助於水質改善之 NBS 措施或方法，如：生態滯留區、雨水花園、綠間滯水綠帶、路旁及水溝渠、道路綠地滯水、生態調節溝等，並邀請環工領域的專業者參與討論。整體而言，民眾對於現行設計的方案沒有太多反對，但更細緻的土地使用、獎勵金及水質議題都有賴於更多協商討論。

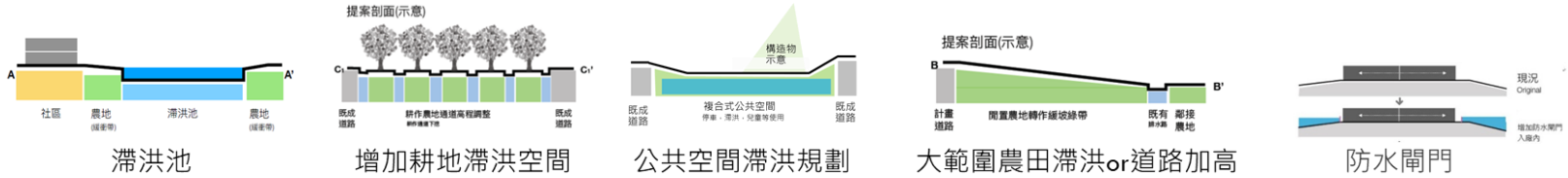
茲將總頭地區依據洪災韌性提升策略五階段之操作與工作坊之討論結果，綜整歸納如圖 6-35。

Step 1 災因分析



排水系統不佳

Step 2 提案構想



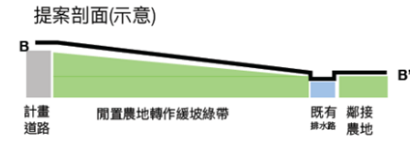
Step 3 提案優選



+

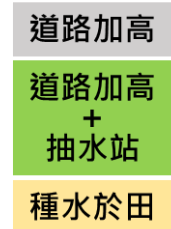


採用

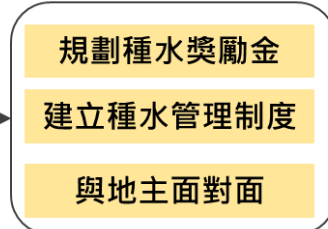


工程：
道路加高
非工程：
種水於田

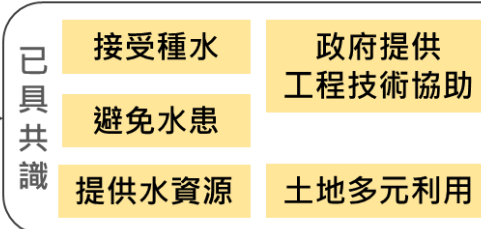
Step 4 在地協商



水利專業對談



政策專業對談



已具共識

民眾對談

尚須討論
價格較低
環境衛生
汙染問題

Step 5 分工推動



需進一步討論經費來源



應確定主管機關權責

圖 6-35 總頭地區洪災韌性提升策略建構過程

基此，本計畫針對在地滯洪種水方案初步草擬以下四項推動關鍵：「滯洪區位規劃」、「經費相關規劃」、「工程相關規劃」、「推動檢核規劃」。

1、滯洪區位規劃：

- 具有逕流分擔功效
- 具有引水與排水路
- 確保農地農用，不違反國土計畫

2、經費相關規劃：

- 規劃獎勵金額、簽約金、價購金、累進獎勵等經費規範
- 確定財政來源與主辦機關權責

3、工程相關規劃：

- 政府協助推動第一次整地
- 確保農地土方平衡
- 田埂加高應注意相關工程規範

4、推動檢核規劃：

- 鼓勵土地仲介或土地開發公司加入協助推動
- 設置淹水深度觀測裝置與檢核措施

而針對總頭地區目前具共識，以及未來尚需更細膩討論與規劃之項目整理如表 6-26，以供後續推動工作參考。

表 6-26 總頭地區在地滯洪種水方案內容與民眾之溝通狀況

<p>已具共識</p>	<p><u>上游低地可以規劃為滯洪區</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 以農地或低地進行種水規劃 • 種水應於保護地點上游 • 無論廢耕或有作物的農地均可以施作 <p><u>政府協助工程規劃</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 政府協助推動第一次整地 • 政府協助引排水路的規劃 • 農地應注意土方平衡 • 應有田埂加高之工程技術規範
<p>尚需持續細膩討論方向</p>	<p><u>釐清經費與權責</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 獎勵金額與累進獎勵之經費規劃 • 相較種電補助，種水能賺的錢少很多 • 推動的財政經費來源 • 主辦機關權責問題 <p><u>有效推動與檢核</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 可以種水的範圍由誰指定 • 面對產權複雜的農地，是否可由土地仲介或土地開發公司加入協助推動 • 如何檢核蓄水深度，設置淹水深度觀測裝置與檢核措施 • 違約或臨時解約的問題

四、各部會分工規劃

藉由前述工作坊之執行與聚焦成果，針對總頭地區在地滯洪種水方案之推動執行，以及相關配套措施之分工方向與主要內容建議如表 6-27，並依序說明如后。

表 6-27 在地滯洪相關分工架構建議

方案類別	分工方向	主要內容	單位
推動執行	逕流分擔規劃	有效分擔檢核	經濟部水利署
	契約與溝通	土地使用協商 行政契約簽訂	縣市政府水利單位
	細部工程設計	逕流引導措施	縣市政府水利單位 縣市政府工務單位
	農業相關政策	耕作政策調整 農業補償政策 農地種水獎勵	縣市政府農業單位
配套措施	通行道路規劃	避難道路設計 替代道路規劃	縣市政府水利單位 縣市政府都發局 交通主管機關
	建築防災與土地規劃	健全建築規範 逕流暫存措施 土地利用檢討 建物防洪規劃	縣市政府水利單位 縣市政府都發局
	校園防洪與教育	校園空間滯洪 蓄洪設計規劃 自然生態教育	縣市各級學校 縣市政府教育局
	疏散規劃與救助	掌握救援物資 救援路線規劃 弱勢民眾協助	縣市政府 縣市政府災害防救辦公室 縣市政府消防局 區公所與里長

推動執行

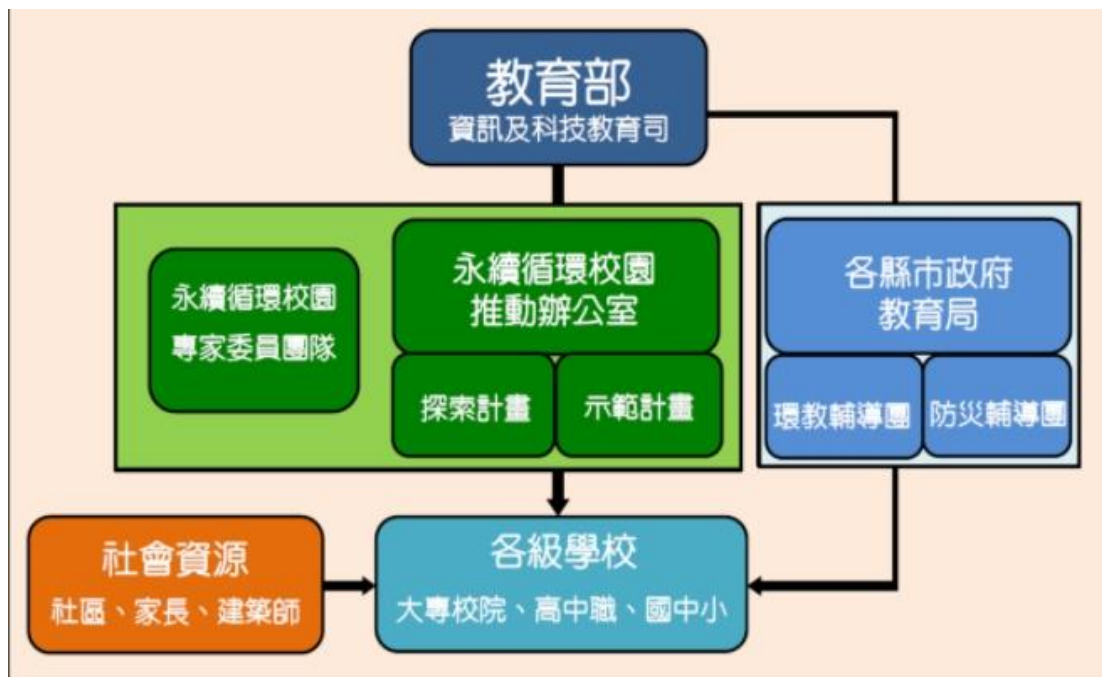
- (1)逕流分擔規劃：在地滯洪之評估作業，建議由經濟部水利署評估公告實施逕流分擔之區域範圍，並由地方水利主管機關針對該區域進行整體性之逕流分擔評估作業，據以劃定可進行滯洪以有效減輕研究區域洪災影響之在地滯洪範圍。
- (2)契約與溝通：在地滯洪方案之推動，建議以縣市政府水利單位為主辦機關，針對農地使用協商(可思考導入土地仲介人的方式進行農地使用整合推動)與行政契約簽訂進行期程規劃與執行。
- (3)細部工程設計：包括在地滯洪之初次整地工程，以及滯洪地點引水設施與排水設施，據以強化滯洪效率，建議由縣市政府水利單位進行細部設計與規劃，再交由縣市政府工務單位進行施作。
- (4)農地相關政策：建議由地方政府農業局盤點淹水潛勢區內農地零散坵塊，規劃相同種植策略；建議由農田水利署檢討現行農業補償政策，思索簡化程序或調高補償方式提高農民意願；擴大辦理農業保險對象，協調保險業者透過交叉補貼方式提高理賠金額，以吸引農民投保。

配套措施

面對極端降雨影響下，農地滯洪必定有其成效之上限，因此需配合其它配套措施強化其防洪韌性。

- (1)通行道路規劃：建議由縣市政府水利單位評估易淹水區之道路與行道樹綠帶空間作為滯洪空間之效益，再由縣市政府都發局進行細部規劃與發包施作；此外，當洪災影響時，交通主管機關與縣市政府應檢視淹水潛勢區內道路高程，提供道路無法通行時的替代道路。
- (2)建築防災與土地規劃：建議由縣市政府水利單位主導，落實易淹水區內住宅防水(乾式防水、濕式防水)的建築規範；針對建築防洪相關規劃，建議由都發局為主導，配合縣市國土計畫所規劃之土地利用劃分，進行公共設施保水措施施作評估，並增加公園綠帶之可透水面積，降低易淹水地區之土地利用強度。

(3)校園防洪與教育：建議各級學校(大專院校、高中職、國中小)可依據教育部「永續校園推廣計畫」(如圖 6-36)，進行綠化改造：校園可藉由降低操場與球場高程，作為滯洪空間；考量透水鋪面或雨水花園等相關蓄洪再利用的設計，提高校園蓄洪與節省水資源之能力。此外，可於校園中建立水資源與自然生態教育，讓學生從小就開始培養良好的生態保育觀念。



資料來源：教育部永續循環校園全球資訊網(<https://www.esdtaiwan.edu.tw/ESDIntro.asp>)

圖 6-36 教育部永續校園計畫推動架構

(4)疏散規劃與救助：建議由縣市政府消防局，與縣市政府災害防救辦公室，共同建立救援物資計畫，平時進行準備救援物資，汛期前進行清點與整備，並讓各區公所與村里長可以掌握相關物資訊息，加速物資的發送。同時，需掌握救援進出路線安排，快速投入救難物資與資源，並協調收容處所以進行安置；事先掌握弱勢、外籍、醫療需求民眾資訊，規劃優先進行救援。

第七章 結論與建議

本計畫為因應極端氣候造成之衝擊影響，提出以流域為主體之洪災韌性提升治理對策，並建立不同土地利用條件下建立洪災韌性提升方案之規劃通則，以及策略建構階段，使其未來推動過程有所依循。同時以臺南市安南區總頭地區為例，依循本計畫建構之五階段：「洪災成因分析」、「韌性提升方案建立」、「民眾參與」、「方案成效模擬與評估」，以及「研提方案與推行」等進行總頭地區洪災韌性提升方案設計與規劃。茲將計畫結論與建議分述如后：

一、結論

提升洪災韌性的策略需考量國土規劃、政府部會政策分工與推動，及民眾需求等不同層面，其影響相當廣泛。本年度依循提升洪災韌性策略架構五階段，除建議一套極端降雨情境之設定方法外，亦提出完整之方案規劃通則。同時，案例分析則延續第一(108)年度所針對臺南市安南區總頭地區之洪災成因分析，以及民眾感知與需求調查之成果，進一步透過與水利專業、政策推動相關局處，以及在地民代及相關利害關係人進行座談與意見交流，調整並建立符合民眾期待之有效洪災韌性提升策略，據以建議相關推動方式及部會分工架構以供後續參考。

(一)研擬氣候變遷下極端降雨情境設定方法，並以總頭地區為例進行極端降雨情境下之淹水情勢分析

本計畫提供建議之極端降雨設定方式，係用以探討洪災韌性提升方案在最極端之降雨情況下，可為研究區域帶來的減洪程度，據以作為後續政策或配套措施研擬之依據。極端降雨情境之設定需視研究需求與目的，決定是否採用本方法。

- 1、以「平均值加上兩倍標準偏差」之方式設定研究區域之極端降雨門檻值，並配合歷史最大暴雨場次資料，篩選出在地之極端降雨事件，以找查找其總雨量對應之頻率年。

2、以 NCDR 動力降尺度雨量資料進行頻率分析，計算各頻率年氣候變遷雨量與基期雨量之變化比例，作為放大歷史極端降雨事件之倍率。

3、以總頭地區為例，當考量氣候變遷影響時，可以臺南市安南區 25 年重現期之雨量放大 1.5 倍，作為極端降雨情境之設定與考量。

(二)結合 NBS 方案與地方民意，研提洪災韌性提升策略建構流程，並以總頭地區為例，設計具民意基礎之洪災韌性提升方案

1、NBS 方案施行步驟應包含：(1)定義問題、計畫範疇與目標、(2)擬定財務策略、(3)進行生態系、災害、風險的評估、(4)發展進自然風險管理策略、(5)評估成本、獲利與效益、(6)選擇與設計、(7)執行與建置、(8)監控與提供未來參考。

2、在地化方案設計應考量地區特性、淹水規模與淹水時機，並判斷洪災發生原因，透過故障樹分析以選擇正確的 NBS 處理對策與方案之建立。

3、除透過專業規劃外，同時可藉由工作坊使民眾可參與方案之設計，據以建立具體、可落實，並符合社會共同利益的方案。

4、總頭地區為例，結合 NBS 方案與地方民眾意見，方案之設計以「農地滯洪」、「道路加高」為關鍵課題，朝「大範圍創造 0.5m 滯洪空間」為方向，規劃「種水於田」之方式推動在地滯洪。

(三)透過三場工作坊與專家及地方民眾溝通討論，以「種水於田」之方式進行在地滯洪獲得絕大多數專家與民眾之認同。

透過三場工作坊分別與水利專業、政策推動，以及在地民眾交流討論，大多對在地滯洪種水建議方案表示支持，然而需面對的問題也較為複雜。目前在地滯洪種水建議方案已具共識之部分包含：

1、上游低地可以規劃為滯洪區：以農地或低地進行種水規劃，且應設於保護目標之上游處，無論廢耕或有耕作之土地皆可施作。

- 2、政府協助工程規劃：由政府協助第一次整地，並協助規劃引排水路。農地施作過程需注意土方平衡問題，及田埂加高之工程規範。

二、建議

(一)建立在地滯洪種水於田之具體推動方針

- 1、種水於田未來建議可依本計畫建構之洪災韌性提升策略架構與工作坊操作方式進行討論，並建議地方政府加入與民眾之對談中，據以規劃相關種水細則與規範(如釐清經費與權責之規劃，以及有效推動與檢核規劃)。
- 2、方案之推動，除了在地民眾意願外，對於經費之規劃建議應考量在地協助推動之社會成本，並適當的考量第三方仲介業者之加入，將有助提升方案推動之效率。
- 3、建議後續可由縣市政府水利單位為主辦機關，或另案辦理推動臺南市安南區總頭地區在地滯洪之規劃，作為在地滯洪種水規劃之示範案例。

(二)強化建物住宅耐洪能力

建議地方政府可針對洪災高風險地區之保全對象，配合自主防災社區之成立，推動相關住宅防洪設施補助與設置，進一步強化保全對象居住環境耐淹防洪之韌性能力，減緩淹水對於洪災高風險地區之影響。

(三)強化淹水模擬成效

淹水模擬底圖未來可配合套用 1m × 1m 之資料，以凸顯淹水深度與道路、建築高度，藉以使民眾瞭解策略推動可帶來之減洪效益，並加深參與團購之意願。

參考文獻

1. 沈揚庭，盧沛文.(2016). 看不見的社區：邁向社區智慧的智慧社區。
2. 陳禹銘，蘇昭郎，黃詩倩，民國 97 年，災害風險評估研究之探討。
3. 臺南市政府，民國 98 年，鹽水溪排水系統一六塊寮排水治理計畫。
4. 臺南市政府，民國 98 年，曾文溪排水系統海尾寮排水、本洲寮排水、新吉排水及新吉排水(安定)治理計畫。
5. 新北市政府水利局，民國 101 年，透水保水設施規劃參考手冊。
6. 經濟部水利署，民國 90 年，「水文設計應用手冊」。
7. 經濟部水利署，民國 102 年，水利工程技術規範-河川治理篇。
8. 經濟部水利署，民國 108 年，「流域綜合治理計畫」逕流分擔與出流管制規劃報告-以安南區為例。
9. 經濟部水利規劃試驗所，民國 96 年，臺南地區曾文溪排水系統整治及環境營造規劃。
10. 經濟部水利規劃試驗所，民國 97 年，臺南地區鹽水溪排水系統整治及環境管理規劃。
11. 經濟部水利署，民國 106~107 年，韌性水城市評估與調適研究。
12. 經濟部水利署，民國 107 年，107 年 0823 熱帶氣壓豪雨淹水檢討報告。
13. Cutter, S. L., Burton, C. G. and Emrich, C. T. (2010). Disaster resilience indicators for Benchmarking baseline conditions. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 7(1): Article 51.
14. Dadson et al. (2017). A restatement of the natural science evidence concerning catchment-based 'natural' flood management in the UK. *Proc. R. Soc. A* 473.
15. Folke, C., Carpenter, S., Elmqvist, T., Gunderson, L., Holling, C. S., Walker, B., Bengtsson, J., Berkes, F., Colding, J., Danell, K., Falkenmark, M., Gordon, L., Kaspersen, R., Kautsky, N., Kinzig, A., Levin, S., Mäler, K. -G.,

- Moberg, F., Ohlsson, L., Olsson, P., Ostrom, E., Reid, W., Rockstroem, J., Savenije, H. and Svedin, U. (2002). Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations. Stockholm, Sweden: Environmental Advisory Council to the Swedish Government.
16. Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211–221.
17. Healy, A., and Malhotra, N. (2009). Myopic Voters and Natural Disaster Policy. *American Political Science Review*, 103(3), 387–406.
18. Hewitt, K. (1997). *Regions of Risk: a Geographical Introduction to Disasters*. Longman, London.
19. J. Tourbier. (2012). A Methodology to Define Flood Resilience, *Geophysical Research Abstracts Vol. 14*, EGU2012-13902, 2012, EGU General Assembly 2012.
20. Johnson, K. A., and Smithers J. C. (2019). Review: Methods for the estimation of extreme rainfall events.
21. Laeni, N., van den Brink, M. and Arts, E. (2019). Is Bangkok becoming more resilient to flooding? A framing analysis of Bangkok's flood resilience policy combining insights from both insiders and outsiders. *Cities*, 90, 157-167.
22. Lowenthal, D. (1972). Research in Environmental Perception and Behavior: Perspectives on Current Problems. *Environment and Behavior*, 4(3), 333–342.
23. Parvin, G., Shaw, R., Fujita, K. (2018) Disaster Management Strategy for Resilient Society-. An Approach to Train Flood Management Stakeholders of Bangladesh. *DPRI Annuals*, No. 61 B, 2018, 631-636.

24. RIBA (2018). The Value of Flood Resilient Architecture and Design.
25. Shen, Y. T., and Lu, P. (2012). Learning by annotating: A system development study of real-time synchronous supports for distributed learning in multiple locations. Proceedings - 2012 6th International Conference on New Trends in Information Science, Service Science and Data Mining.
26. Shen, Y. T., and Lu, P. (2014). Engage the Power of Social Community in the Lecture-based Learning by Using the Collaborative Tagging System.”Journal of Convergence Information Technology(JCIT), 8(11).
27. Shen, Y. T., Shiu, Y. S., Liu, W. K., and Lu, P. W. (2017). The Participatory Sensing Platform Driven by UGC for the Evaluation of Living Quality in the City. Human Interface and the Management of Information: Supporting Learning, Decision-Making and Collaboration, Lecture Notes in Computer Science, Springer, Cham, 516–527.
28. Shen, Y. T., Shiu, Y. S., and Lu, P. (2016). City Probe: The Crowdsourcing Platform Driven by Citizen-Based Sensing for Spatial Identification and Assessment. Cooperative Design, Visualization, and Engineering, Lecture Notes in Computer Science, Springer, Cham, 69–76.
29. Takahashi, S. (1998). Social geography and disaster vulnerability in Tokyo.”Applied Geography, 18(1), 17–24.
30. UNDRR (2002). Living with Risk : A Global Review of Disaster Reduction Initiatives.
31. United Nations (2018). The United Nations World Water Development Report, Nature-based Solutions for Water.
32. Wisner, B. (1998). “Marginality and vulnerability: Why the homeless of Tokyo don’t ‘count’ in disaster preparations.” Applied Geography, Hazards

- In Changing Cities, 18(1), 25–33.
33. World Bank (2017). Implementing nature-based flood protection. Principles and implementation guidance.
 34. WMO (2017). Selecting Measures and Designing Strategies for Integrated Flood Management: A Guidance Document. Geneva, WMO.
 35. WMO (2018). Guide for Urban Integrated Hydro-Meteorological, Climate and Environmental Services: Part 1a: Concept and Methodology.
 36. WWF (2017). Natural and Nature-Based Flood Management: A Green Guide.

附錄一、近自然洪災韌性提升方案適用屬性分類

附表 1 近自然洪災韌性提升方案適用地點與災害類型

工程類別	可適用設施/方法	地點類型			洪災類型				
		都市	鄉村	海岸	地勢低窪	排水系統不佳	外水溢堤	內水無法排出	海岸侵蝕
工程措施	海岸防護	人工沙丘			●				●
		防波堤			●				●
		風暴潮屏障閘門			●				●
		海堤			●				●
	河岸防護	堤防	●	●				●	
		堤防加高加固	●	●				●	
		壩堤	●	●				●	
		防洪閘門	●	●	●			●	
		河道治理	●	●				●	●
		堤防加上安全出水高度	●	●				●	
		連續屏障設計	●	●				●	●
		防洪牆	●	●				●	
		水工構造物防滲處理	●	●				●	
		水門	●	●				●	●
		疏洪道	●	●				●	●
	臨時防護措施	移動式防洪擋板	●	●		●	●		●
		臨時堤防_太空包	●	●	●	●	●	●	●
		充氣式擋水牆	●	●		●	●		●
		沙包	●	●	●	●	●	●	●
	近自然防護方式	第二道堤防線	●	●	●			●	●
		河道疏浚	●	●				●	
		村落圍堤	●	●		●			●
		排水構造物維護	●	●		●	●		
		提高路緣高度	●	●		●	●		
		河濱公園	●	●				●	●
	創造自然環境	造林		●	●		●		●
		都市森林公園	●		●		●	●	
		洪氾區復育	●		●	●	●		
	生態工法	河川掀蓋	●	●				●	
		與水共生	●	●	●	●	●		●
		圍墾		●		●		●	●
		河道護岸	●	●				●	
河岸砌石		●	●				●		
養灘				●				●	
開闢河道空間	水岸退縮	●	●				●		

工程類別	可適用設施/方法	地點類型			洪災類型					
		都市	鄉村	海岸	地勢低窪	排水系統不佳	外水溢堤	內水無法排出	海岸侵蝕	
		還地於河_堤防遠離河道	●	●				●		
		開闢洪氾平原	●	●				●		
	設置滯洪空間	滯洪池	●	●		●		●	●	
		沼澤地	●	●		●		●	●	
		地下滯洪池	●			●	●			
		水廣場	●			●	●			
	提供蓄洪空間	埤塘		●		●	●			
		廢棄下水道再利用	●			●	●	●	●	
	利用綠色基礎建設進行蓄洪	地下水補注	●	●		●	●			
		生態滯留區	●	●		●	●		●	
		綠屋頂	●	●		●	●			
		綠牆壁	●	●		●	●			
		雨水花園	●	●		●	●			
		雨撲滿	●	●		●	●			
	道路透水鋪面	球場下方蓄水	●	●		●	●		●	
		路間滯水綠帶	●	●		●	●			
		路旁集水溝渠	●	●		●	●			
		道路綠地滯水	●	●		●	●			
		透水鋪面	●	●		●	●			
		提高土壤滲透能力	●	●		●	●		●	
	都會採用綠色防洪規劃	生態調節溝	●	●		●	●			
		濕地復育	●	●	●	●	●		●	●
		階層式防洪構造物	●	●	●			●		●
		滲透井	●	●		●	●			
	加速地面水排出	雨水收集系統	●			●	●			
		排洪通道	●	●		●	●		●	
		排水系統	●	●		●	●		●	
		導水溝渠	●	●		●	●			
		增加下水道容量	●			●	●			
		抽水站	●			●	●		●	
		雨汙水分離	●			●	●			

工程類別	可適用措施	地點類型			洪災類型					
		都市	鄉村	海岸	地勢低窪	排水系統不佳	外水溢堤	內水無法排出	海岸侵蝕	
非工程	提升建築物防洪與耐洪能力	兩棲建築	●	●		●	●	●	●	
		建築基準高程	●	●		●	●	●	●	
		防洪建築	●	●		●	●	●	●	
		乾式防洪	●	●		●	●	●	●	
		濕式防洪	●	●		●	●	●	●	
		浮動建築	●	●		●	●	●	●	
		建築技術規範	●	●		●	●	●	●	
		高腳屋	●	●		●	●	●	●	
		建物裝設高於洪水位的緊急出口	●	●		●	●	●	●	
	提升公共設施防洪能力	管路逆止閘	●	●		●	●		●	
		堤防檢查作業	●	●				●		
		高架道路	●	●		●	●		●	
		防洪基礎設施規劃	●	●	●	●	●	●	●	●
		多功能防洪規劃	●	●	●	●	●	●	●	●
	洪災與補助	洪災保險	●	●	●	●	●	●	●	●
		稅收減免	●	●	●	●	●	●	●	●
		災害補助	●	●	●	●	●	●	●	●
	避免使用高風險地區	搬離洪災區	●	●	●	●	●	●	●	●
		搬移高風險區	●	●	●	●	●	●	●	●
	緊急救援疏散	緊急救援系統	●	●	●	●	●	●	●	●
		疏散計畫	●	●	●	●	●	●	●	●
		疏散路線	●	●	●	●	●	●	●	●
		居家應變能力	●	●	●	●	●	●	●	●
		救援計畫	●	●	●	●	●	●	●	●
	災害預警準備	洪水預警	●	●	●	●	●	●	●	●
		水文與氣象觀測	●	●	●	●	●	●	●	●
		市府防洪計畫	●	●	●	●	●	●	●	●
	防災據點與緊急救援物資	掌握救援物資	●	●	●	●	●	●	●	●
		緊急庇護所	●	●	●	●	●	●	●	●
	掌握災後資料	災後資料分析	●	●	●	●	●	●	●	●
	災後金融準備	緊急金融措施_舉債	●	●	●	●	●	●	●	●
		財務準備_貸款	●	●	●	●	●	●	●	●
		災害準備金	●	●	●	●	●	●	●	●
掌握自然情勢進行空間規劃	揭露自然災害風險資訊	●	●	●	●	●	●	●	●	
	埤塘水位彈性管理		●		●	●		●		

工程類別	可適用措施	地點類型			洪災類型					
		都市	鄉村	海岸	地勢低窪	排水系統不佳	外水溢堤	內水無法排出	海岸侵蝕	
	淹水潛勢圖	●	●	●	●	●	●	●		
	脆弱度評估	●	●	●	●	●	●	●	●	
	土地利用空間規劃	●	●	●	●	●	●	●	●	
	建立社區防災意識	社區參與	●	●	●	●	●	●	●	●
		災害演練	●	●	●	●	●	●	●	●
		歷史淹水位標記	●	●	●	●	●	●	●	●
	強化大眾防災資訊傳達	強化訊息傳播給公眾	●	●	●	●	●	●	●	●
		強化社會網絡	●	●	●	●	●	●	●	●

附錄二、期中報告書審查會意見及處理情形

附錄二 因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)期中報告書審查會意見及處理情形(1/8)

壹、會議時間：民國 109 年 7 月 7 日(星期二)下午 2 時

貳、會議地點：經濟部水利署台北辦公區 9 樓第一會議室

參、主持人：張副總工程司廣智

肆、記錄人：徐浩仁

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、吳委員武泰			
1. 無論極端降雨情境設定方面，或道路加高可能對地主造成的影響，及可能衍伸的民眾反應，建議團隊屆時與民眾或在地議員溝通時可有一適當之說詞，使民眾易於瞭解。	感謝委員之寶貴意見，未來與民眾進行之在地對談會議謹遵委員意見辦理。		
2. 極端降雨情境之設定過程，應該可行。	感謝委員之肯定。		
3. 在地溝通時，動態 3D 方式展現災害情況，可協助在地受災者、民意代表、水利專業背景人員進行對話，透過時間推移過程中災害的變化，可讓與會人員感受災害的實際影響及情況。同時建議與會人員可邀請過去實際受災害影響的在地人參與討論。	謹遵委員之建議，在地溝通對談將朝此方向進行。		
4. 建議團隊將農業補償的部分加以考慮，以增加鼓勵民眾種水的誘因。	農地補償內容之研擬，已依委員意見補充於期末報告中。	圖 6-33	P.6-51、 P.6-54
5. 道路加高方案，需配合抽水站設置位置進行評估，建議團隊納入考量。	敬謝委員建議，目前已考量地形地勢及可接納抽水之排水路位置，進行抽水站設置位置評估。		
二、張委員倉榮		章節/圖/表	頁次
1. 本研究在內水、外水的定義及分類，建議能在釐清說明。	謹遵委員意見，已於期末報告中更新洪災分類與特性。	第三章 第二節	P.3-11~ P.3-12
2. 極端降雨情境建議能加上一場實際發生的真實重大事件，來進行分析。	本計畫於去(108)年度已針對 0823 暴雨進行模擬分析，已於期末報告中進行補充說明。		
3. 在地行動方案建議能考量不同的降雨空間、時間分佈。	敬謝委員之寶貴意見，本計畫研提之在地洪災韌性提升方案，係屬大方向的規劃與推動建議。		
4. 在地行動方案要有淹水模式驗證。	感謝委員之提醒，在地行動方案之擬定，皆配合淹水模擬驗證，以評估其方案效益。		
5. 表 3-2 建議能區分工程措施、非工程及其他，另外可加入快速災害復原的韌性方案。	感謝委員之建議，本計畫已針對表 3-6 依據洪災韌性提升方案施行時期(災害預防、災時應變、災後復原)進行方案之分類與彙整如表 3-8。	表 3-8	
三、林委員昭遠		章節/圖/表	頁次

附錄二 因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)期中報告書審查會意見及處理情形(2/8)

<p>1.若將雨水當作集水區或流域之陸源物質(terrestrial materials)運移情境，移考量 source, pathway 及 sink 三個熱點區位，分別提出韌性提升策略。</p>	<p>1.感謝委員提供之寶貴意見，本計畫第一年度即針對 WMO SRP(source-pathway-receptor)之概念探討洪災管理與策略研擬。 2.為本年度將前述概念轉化為故障樹分析之方式進行策略之研擬與說明，後續將前述 WMO SRP 概念補充說明於報告中。</p>		<p>P.3-10</p>
<p>2.事件型降雨宜以重現期距考量熱點區位之淹水韌性，兩者宜切割處理。</p>	<p>本計畫極端降雨之設定方法，係參考 2020 年行政院災害防救專家諮詢委員會中，建議淡水河應考慮 1.4 倍納莉颱風降雨情境之作法，據以凸顯氣候變遷之影響。</p>		<p>P.2-6</p>
<p>3.滯洪及蓄洪之概念宜有區隔。</p>	<p>感謝委員指正，本計畫謹依委員意見調整報告中的相關用詞。</p>		
<p>4.韌性在操作上除了構面外，宜有項目及指標來量化操作，所以韌性項目之盤點極為重要，方能優選出最需要提升之韌性改善項目。</p>	<p>1.水利署參考聯合國仙台減災綱領、國際減災策略組織(UNDRR)「讓城市更具韌性十要素」、國內外相關韌性研究、及數場專家會議及地方請益，建立「城市水韌性評估指標」，並彙編「韌性水城市評估-地方政府首長參考手冊」，提供地方政府操作使用。 2.韌性操作大致可分為四大構面：組織韌性、基礎設施韌性、社會韌性、經濟韌性。 3.各構面下可區分不同要素(或稱項目)，各要素下又包含不同之韌性指標(可包含量化或質化指標)，用以瞭解城市整體之韌性能力，以快速優選最需要提升韌性之改善項目。</p>		
<p>5.韌性盤點宜有大數據加值利用之操作說明。</p>	<p>1.感謝委員之寶貴建議，韌性之提升有賴於城市透過大數據進行整體之韌性盤點，並據以規劃城市發展願景與策略推動方向，以供城市中各區域推展韌性政策之參考依據。 2.而目前本計畫目標係針對區域特性來推動洪災韌性提升策略，為求策略落實與推動之可操作性，韌性盤點將著重於區域內洪災成因之分析，以提出韌性提升之推動方式。 3.本計畫謹依委員建議於報告中強化內容敘述，以避免對於計畫內容之誤解。</p>		
<p>6.韌性包括對抗及復原，各類策略宜有分類說明。</p>	<p>1.感謝委員之寶貴意見，韌性策略包含災前的準備、災時的應變，以及災後的復原重建，並且達到 Build back better 的目標。 2.洪災韌性提升策略分為工程與非工程。工程措施之研擬與目的，大多因</p>		

附錄二 因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)期中報告書審查會意見及處理情形(3/8)

	<p>應面對災害的災前準備工作，除了用以對抗災害並降低洪災造成之影響外，亦透過相關工程規劃之排洪功能，為社區強化災後復原的能力。</p> <p>3.非工程措施之研擬與目的，大多因應對災害的災時應變與災後復原工作，用以減輕災害影響的同時，並於災後可加速恢復社區之所有功能。</p>		
四、本署張副總工程司廣智		章節/圖/表	頁次
1.建議團隊針對本署河川海岸組所提到之疑慮，需在後續第一次水利專業對談中清楚說明。	謹遵指示辦理，於第一次水利專業對談中將以模擬成果說明：保護對象淹水小於30cm、農地淹水時間不加長、不增加下游淹水面積等疑慮。		
2.報告中部分名詞定義建議團隊再酌，並於後續報告中說明清楚。	感謝委員之意見，已依意見於報告中說明各名詞之定義。		
3.本計畫所提策略大多著重於工程面，但計畫應結合聯合國永續發展目標，其韌性城市的建立應包含四大構面(組織、基礎設施、社會、經濟等)，建議其他構面的內容應適當的呈現。	<p>1.謹遵委員指示，本計畫後續將強化非工程策略之描述與說明。</p> <p>2.針對後續洪災韌性提升策略之規劃，將依委員建議與聯合國永續發展目標作結合，並適當說明並呈現組織、社會、經濟等構面之內容。</p>		
4.建議團隊執行過程中，土地管理面向的內容不可忽略，同時請與本署後續辦理之「中央管流域整體改善與調適計畫(110~115年)」目標有所連結。	謹遵委員建議，後續將參閱「中央管流域整體改善與調適計畫(110~115年)」內容與其目標，並嘗試與本計畫進行連結。		
5.策略研提之核心，建議以在地滯洪、逕流分擔與出流管制、洪氾區管理為方向，來達到與水共生，不怕水淹的水環境。	感謝委員建議，本計畫謹依建議檢視策略研提之核心，並以在地滯洪、逕流分擔與出流管制、洪氾區管理為主要方向。		
6.針對第五章所羅列之內容，建議團隊再做斟酌與評估。	<p>1.第五章內容為初步方案羅列進行示意。</p> <p>2.後續執行過程中，本計畫已再評估各方案之適用性與可行性，據以呈現於期末報告內文中。</p>	第五章、第六章第二節	
五、本署郭組長純伶		章節/圖/表	頁次
1.極端降雨情境採用宜再加強論述，請再蒐集日本如何評估的方式；並再強化為何不採用美、澳、英、南非選用的PMP?	<p>1.本計畫將再嘗試蒐集日本對於極端降雨情境之設定方式。</p> <p>2.由於國內採用PMP作為水工建築物(如水庫)之規劃、設計與風險評估使用，其極端降雨推估值較大，較不適用於都市地區與鄉村地區的防洪參考，故建議採用NCDR對極端降雨之定義設定相關情境較為合適。</p>		P.2-5

附錄二 因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)期中報告書審查會意見及處理情形(4/8)

2.總頭社區以 25 年頻率年雨量 × 1.5 倍設定為極端降雨，惟來自 NCDR 之估算僅有 4 組雨量，是否足夠?若不足，需要 NCDR 如何協助?或需要再說明備註，避免誤用。	感謝委員提醒，惟此 4 組氣候變遷情境雨量資料已為 NCDR 現可提供之所有資料。		
3.總頭防洪非工程措施有提到，設置防洪擋板及抽水機，使該區域退水速度增加，為何方案中只著重農地滯洪及道路加高?道路加高要注意水流改變，積水改變?	方案中所提農地滯洪及道路加高係為模擬效益之相關設置，防洪擋板及抽水機為配套措施，惟防洪擋板不易模擬其影響。而道路加高造成之水流改變、積水改變，可由淹水歷程發現。	圖 6-1、圖 6-8、表 6-10	
4.目前農地滯洪方向可與河海組目前業務方向多溝通。	謹遵委員建議，本計畫將持續與河海組請益討論相關內容。		
5.請問莫拉克與 612 豪雨，兩次降雨對總頭社區影響如何?何者淹水情形嚴重?如果莫拉克大約 25 年降雨頻率(24 小時)，那這個情境代表意義?大家常提的 100 年降雨又代表?	1.去年度(108 年)已蒐集本區域莫拉克與 612 豪雨之影響，莫拉克為超過 200 年重現期，淹水最深超過 2 公尺。 2.612 豪雨約 50~100 年重現期距，淹水最深約 0.7 公尺，莫拉克已可代表極端降雨的情境，而 612 豪雨則代表超過保護標準的情境。		
六、本署林主任益生		章節/圖/表	頁次
1.本計畫將近年氣候變遷與韌性提升大方向，落實在實際作為，並已在示範區進行操作，可做為日後全面推行之參據。	感謝委員對本計畫之肯定。		
2.韌性提升方案，目前著重於思考利用滯洪、路堤等措施來減少淹水深度、時間，是否需要再考慮疏散撤離，以減少生命財產損失?	疏散撤離措施為非工程措施之範疇，將作為相關工程施作後之配套措施，以強化部分區域之防洪能力，以依委員意見補充敘述於報告中。	第六章 第四節	P.6-67~ P.6-69
3.極端降雨情境設定完成 25 年頻率年雨量倍數決定後，在韌性方案提升運用為何?是指超過 25 年頻率年雨量的降雨部分(即 2 倍標準偏差部分)再由韌性提升措施因應?或是圖 6-5 及表 6-10 是用全部的雨量去模擬?	1.本計畫期建立一套具備合理科學依據之極端降雨設定方法，以供未來不同地區欲探討極端降雨之影響時所使用。 2.25 年頻率年雨量以 1.5 倍進行放大，係針對總頭地區欲瞭解氣候變遷情境下之極端降雨影響時，探討其淹水狀況，以及所規劃之洪災韌性提升策略(工程類)減災效益為何。 3.如面對極端降雨情境影響下，工程類之洪災韌性提升策略仍有未能保護之缺口時，則須配合非工程措施進行韌性補強。 4.期中報告中圖 6-5 與表 6-10 係現況以鹽水溪排水 10 重現期距一日暴雨歷	圖 6-1、 表 6-10	P.6-7

附錄二 因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)期中報告書審查會意見及處理情形(5/8)

七、本署顏簡任正工程司宏哲	線，並考量主要道路加高後之淹水模擬結果。	章節/圖/表	頁次
1. 本計畫目標及所提方案構想與本署後續辦理之「中央管流域整體改善與調適計畫(110~115年)」目標、作法接近，個人表示支持。	感謝委員之肯定。		
2. 本期中報告書提出諸多名詞定義，建議註明出處或說明是本計畫所提。	謹遵委員意見於報告中補充說明。		
3. P.1-16 有關綠色工程定義為：「因應防洪需求，且在灰色工程基礎上，以都市規劃的角度考量於地上或地下所施作之構造、工程與相關作為」，將其範束在都市規劃角度，是否會過於狹隘致無法涵括所有面向？	1. 國內外文獻並未針對灰色工程、綠色工程、非工程等名詞進行明確之定義，故本計畫嘗試針對上述名詞之特性進行定義。 2. 配合上述定義方式以進一步區分現有各項工程類別。 3. 後續將嘗試進一步調整定義內容，以避免綠色工程無法涵蓋所有面向。		P.1-16
4. 第三章表 3-1 提供下述意見： (1) 工程措施與非工程措施建議更適性歸類，例埤塘水位彈性管理、淹水潛勢圖、土地利用空間規劃等。 (2) 可能適用的洪災韌性提升方案用語建議能更貼近國內慣用語，例如風暴潮屏障閘門、連續屏障設計、洪水繞道等；又防洪牆一般並不將其歸納為臨時設施。	1. 謹遵委員意見，以於報告中重新檢視並作更適切之分類。 2. 可能適用的洪災韌性提升方案，本計畫將嘗試調整各方案名稱之用語，以更貼近國內之慣用語。	表 3-6	
5. P.3-13~P.3-25 各項工程設施名稱(例風暴潮屏障閘門、防洪壩堤、連續屏障設計、防滲牆、洪水繞道)，功能(海堤、防洪閘門、防洪牆、選地於河_堤防遠離河道、開闢洪氾平原)建議參考本署定頒之「水利工程技術規範—河川治理篇」、「海岸防護設施規劃設計手冊」與其他相關文獻修正。	謹遵委員意見，將參考水利署定頒之「水利工程技術規範—河川治理篇」、「海岸防護設施規劃設計手冊」進行各項名稱之修正。		
6. P.3-50 圖 3-6 洪災韌性發展策略圖將「出流管制」歸於綠色工程「閒置用地」項下，與水利法新訂逕流分擔與出流管制相關規定精神不符。	感謝委員指正，已依委員意見調整洪災韌性發展策略圖之內容。	圖 3-66	P.3-86

附錄二 因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)期中報告書審查會意見及處理情形(6/8)

7. P.4-1 圖 4-1 洪災韌性提升方案規劃作業流程圖，在方案選定階段方納入「民眾需求」，恐太晚了，建議提前。	於計畫開始之「資料蒐集及調查」即包含「關係者意向調查」，即已先蒐集民眾意見，方案之初擬建議仍由專業端釐清問題，並評估可適用之方案內容，再納入民眾需求，可配合民眾需求調整方案內容，又能達到專業評估之成效，若提前恐無法聚焦擬解決之問題。		
8. 洪災韌性提升方案成敗，除需仰賴各相關中央部會之支持與通力合作外，地方政府之支持與配合亦至關重要。第五章各構面推動方式說明一節，建議適時納入地方政府角色與配合事項。	1. 誠如委員所述，洪災韌性提升方案成敗，地方政府之支持與配合與否，扮演相當重要之角色。 2. 第五章為規劃於期末報告之工作內容，已於期末報告第六章第四節中說明地方政府角色與配合事項。	第六章 第四節	P.6-67~ P.6-69
八、本署河川海岸組 賴工程司 明倫		章節/圖/表	頁次
1. 本計畫因應氣候變遷影響，僅描述極端暴雨的影響評估，建議針對溫室效應，海平面上升的影響評估及提出對策。	1. 本計畫採用 TCCIP 降雨資料已考慮溫室效應之影響，係採用 AR5 RCP 8.5 情境。 2. 後續將與本署「氣候變遷海岸風險評估」計畫蒐集氣候變遷下之暴潮情境，以討論海平面上升的影響。		
2. 承上，海平面上升對於現階段海堤禦潮影響較小，但對國土流失、沿海地區地層下陷的影響較大，是否有一些因應策略。	海平面上升相關影響已於本署「氣候變遷海岸風險評估」計畫中探討相關因應策略，故本計畫著重於都市與鄉村地區洪災韌性提升策略。		
3. 計畫所提總頭在地滯洪區域，其土地組成、公私有地及土地使用類別是否有先釐清，可行性為何? 效益分析是否太過理想化。	在地滯洪區多數為私有地，目前多為閒置農地，也有淹水情況，未來擬配合工作坊與民眾溝通，可行性較高。		
4. 本計畫所建議氣候變遷情境設定為 25 年頻率年 $\times 1.5$ 倍，其使用場所條件為何?	1. 極端降雨設定採 25 年頻率年 $\times 1.5$ 倍，為總頭地區之設定值。 2. 氣候變遷情境下極端降雨之設定，係取決於研究區域歷史極端降雨事件之篩選結果，以及研究區域氣候變遷相較於基期雨量之變化比例。 3. 詳細設定步驟可參閱第二章第一節第(二)小節。		
5. 極端降雨設定評估中，歷史場次重現皆採用歷史最大場次是否合宜或過大，能否結合歷史場次、最大幾場? 來做分析或評估?	極端降雨擬評估可能發生之最大降雨，故採用歷史最大場次，以免低估可能發生之降雨。		
6. 治理方法建議納入 NBS。	1. 敬謝委員之寶貴建議，本計畫於表 3-6~表 3-13 所列之工程措施係由近自然工法(NBS)中所歸納出工程類之方案。		

附錄二 因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)期中報告書審查會意見及處理情形(7/8)

	2.謹遵委員之建議，將於後續報告中強化敘述相關方案之敘述。		
九、本署水利規劃試驗所 謝工程師員佳璇		章節/圖/表	頁次
1.農地滯洪 50cm 挖深深度決定條件為何?以及道路加高高度為何?因方案一與方案三皆包含道路加高，若超過農地滯洪設計標準是否會因路堤效應造成排水不易，淹水更加嚴重。	係參考「水災災害救助種類及標準」，以住戶淹水救助：實際居住之住屋因水災淹水達 50cm 以上，故以 50cm 以上視為淹水，因此設定道路加高 50cm 讓農地自然滯洪，最高以 50cm 為主，超過高度及考量路堤效應擬搭配抽水機，以加速排水，不讓淹水更嚴重。		
2.本所辦理雲林縣有才村在地滯洪試辦案例補償金為 3.6 萬/公頃，為考量當地地價以及作物條件計算而得，本計畫區補償基準為何?是否有考量當地條件。	1.感謝委員意見，本計畫目前針對農地滯洪補償金額尚未完整研訂。 2.後續將嘗試參考有才村之補償基準或研訂方式，進一步研擬總頭地區之在地滯洪補償金額。		
十、本署綜合企劃組		章節/圖/表	頁次
1.本計畫所規劃之韌性提升方案除道路加高與農地滯洪外，是否有對其他相關可行方案一併研析與綜合評估?	1.本計畫初步針對可行之工程措施進行研析與規劃，以瞭解當相關工程類之洪災韌性提升方案施作後之減洪效益程度，並滿足民眾需求。 2.對於工程施作後，仍有未能滿足保護需求之區域，則將於後續研擬非工程措施作為配套措施，據以完成示範區域之完整洪災韌性提升方案規劃。		
2.上述方案應與各利害關係人加強溝通，以了解其意見與意向，如農地滯洪應針對農地所有人進行訪談，非僅為附近居民。	謝謝委員指導，農地所有權人因個資法不一定能接受訪談，但會依此方向儘量推動，居民的部份會以有受災或救災經驗者進行。		
3.第三章所提之「洪災提升方案」，「近自然方案洪災提升方案」，「工程&非工程措施」，「灰色&綠色&非工程措施」，建議名詞使用上儘可能統一或加以闡明，以避免混淆。	謹遵委員意見將於後續報告終統一用詞，或強化說明以避免混淆。		
4.針對第三章所提之 Play the City，其操作方式請增加操作說明。此外，後續預計辦理之 3 場座談會，其討論議題與預期達成之目標為何，請予補充以資詳明。	1.謝謝委員，Play the City 是一間位於阿姆斯特丹的空間規劃公司，主要業務是設計之外，利用實體遊具與遊戲進行公民參與，透過遊戲聚集不同權益關係者，模擬共同決策的過程，Play the City 製作過的議題包含合宜住宅、都市擴張等，而除荷蘭外，Play the City 也在伊斯坦堡、布魯塞爾、都柏林等地區進行過案子。 2.後續辦理之座談會將提出三個方案進行模擬，方案一為道路加高及抽水		P.6-29~ P.6-31

附錄二 因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)期中報告書審查會意見及處理情形(8/8)

	機，方案二為道路加高及補償，方案三為自主管理及獎勵，對談討論聚集專業團隊、政府部門、在地社群，藉由在地協商溝通建立跨領域對話機制，確認提案執行與當地韌性發展。		
5.極端氣候條件之淹水模擬成果，請就其將造成之淹水情勢強化敘述，俾與後續之韌性提升方案評估與規劃架構更臻契合。	遵照辦理，將於後續報告加強說明極端氣候情境之淹水情形。	第六章 第二節	P.6-21~ P.6-23
6.建議就工作坊對於「在地化韌性方案設計」上之必要性與價值，以及後續各項韌性提升方案之執行成效加強說明。	謝謝委員指教，工作坊是尋求公私部門合作的一種方法，透過工作坊可以建立不同群體之間的連繫，也可以理解各群體在災害中扮演的角色，以達到韌性共好。		
十一、主席裁示			
1.本計畫期中報告經出席委員審查原則通過，請依據契約規定辦理後續相關行政事宜。	謹遵指示辦理。		
2.請研究團隊依本次會議各委員及與會單位所提意見進行回復與修正，並將回復說明對照表納入期末報告中。	謹遵指示辦理。		

附錄三、工作坊出席人員出席狀況

一、第一次工作坊簽到表

因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構水利專業對談會議 出席人員簽名冊

主辦單位：綜合企劃組

時間	109年8月7日(星期五) 下午2時		地點	本署臺北辦公區 第1會議室
主持人	游教授保杉 張副總工程師廣智	游保杉 張廣智	紀錄	徐浩仁 徐洪仁
出席人員				
	單位姓名	職稱	簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)	備註
1	張教授倉榮			請假
2	張教授駿暉		張駿暉	
3	邵教授珮君		邵珮君	
4	彭處長紹博		彭紹博	
5	吳執行長茂成			
6	楊教授松岳		楊松岳	
7	張教授學聖		張學聖	
8				
9	臺南市政府水利局		蔡昭芳	
10				
11				

12	經濟部水利署 河川海岸組	曹長	張金順	
13				
14			金佑任	
15	經濟部水利署 第六河川局		吳俊益	
16			陳冠鏡	
17			李宜靜	
18	經濟部水利署 水利規劃試驗所		劉敏精	
19			李家訓	
20				
21	經濟部水利署 綜合企劃組	副長	郭純吟	
22			徐浩仁	
23				
24				

25	財團法人成大 研究發展基金會		游保杉	
26			林丁靠	
27			林育祺	
28			楊盛宇	
29			王政冰	
30			盧沛文	
31			陳明院	
32			陳昱琦	
33			郭振凱	
34			林宏正	
35			李真	
36				
37				

二、第二次工作坊簽到表

因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構政策推動對談會議

會議出席人員簽名冊

會議時間：109年09月04日(星期五)下午2:00

會議地點：國立成功大學水利系海工大樓2樓系史室

主持人：國立成功大學游教授保杉

郭組長純伶

單位	姓名、職稱	簽名
1 臺南市政府	邱忠川副秘書長	
2 臺南市政府農業局		蘇浩聰
3		
4		
5 臺南市政府都市發展局		廖育德
6		
7		
8 臺南市政府地政局		
9		楊丁頁
10		
11 臺南市政府工務局	正工	簡國棟

12	經濟部水利署水利規劃小組		
13			
14	臺南市政府消防局	科長	蔡國保
15		科員	井合昌
16			
17	臺南市政府水利局	副總工	蔡俊文
18			
19			
20	臺南市政府災害防救辦公室		
21		組長	金新輝
22			
23	臺南市安南區公所	里長	薛忠明
24		課長	許德安
25			

40			林育禎
41			楊成宇
42	財團法人成大研究發展基金會	楊道昌博士	楊道昌
43		郭振民博士	郭振民
44		曾宏偉博士	曾宏偉
45		林宥丞助理	林宥丞
46		龔明人助理	龔明人
47		李真助理	李真
48		蔡沛宏助理	
49		李佳玲助理	李佳玲
50			方金宜
51			
52			
53			

26	經濟部水利署水利規劃試驗所		李家章
27			
28			
29	經濟部水利署河川海岸組		
30			
31			
32	經濟部水利署綜合企劃組	鄭欽韓科長	鄭欽韓
33		徐浩仁正工程司	徐浩仁
34			
35	禾唐工程顧問有限公司	陳明陀總經理	陳明陀
36		陳姜琦副理	陳姜琦
37	國立彰化師範大學	盧沛文教授	盧沛文
38			林好霖
39			陳其堯

三、第三次工作坊簽到表

會議事由：與水共生的土地建議方案說明會

會議時間：109年10月28日(星期三)晚上7:00

會議地點：什三佃慶興宮

簽到表

單位	姓名、職稱	簽名
台南社區大學台江分校	吳茂成執行長	吳茂成
財團法人成大研究發展基金會	游保杉教授	游保杉
	郭振民博士	郭振民
	林宥丞助理	林宥丞
禾唐工程顧問有限公司	陳明陀總經理	陳明陀
	陳姜琦副理	陳姜琦
國立彰化師範大學	盧沛文教授	盧沛文
		陳世星
		楊盛宇
		鄒家奴
		國富容

單位	姓名、職稱	簽名
安南區		
黃靜敏	黃靜敏	給員嬌
郭新洪		蕭麗雪
蘇清林		程源良
劉德輝		黃素梅
		鄭居和
		吳邊批
		詹謹竹
		林姓煌
		謝國煌
		李建箴
		林學華
		丁澈士
		王明哲

單位	姓名、職稱	簽名
安南區		
里長		莊國隆
		吳澤堯
		黃金山
		鄭忠勝
		鄭忠勇
		陳水清
		莊日魚
		郭嘉勝
		陳薰玲
		葉麥瑤
		許德安
		陳福元

附錄四、各場工作坊簡報與海報內容

一、第一次工作坊簡報內容



因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構

水利專業對談會議

109年8月7日

成功大學水利系

成功大學都計系

彰化師範大學地理系

禾唐工程顧問公司

游保杉 特聘教授

張學聖 教授兼副院長

盧沛文 助理教授

陳明陀 技師



臺南市

安南區總頭地區

如何解決淹水問題

↓

在地滯洪可行嗎?

總頭寮工業區淹水 經溝通、整治費約總核定



<https://www.ctv.com.tw/www/local/paper/1123542>

10270005 雨水管線 0823 水災 總頭寮淹水 立憲會水利學會動員



<https://www.ctv.com.tw/www/local/paper/1123542>

南市安南區治水10年仍照淹 水利局坦承治水艱困



<https://www.ctv.com.tw/www/local/paper/1123542>

台江八一二水災、災後的回顧與反思（三）：台江中心區域淹水（下）



<https://www.ctv.com.tw/www/local/paper/1123542>

高雄市長陳其南視察遊覽上旗區淹水問題



<https://www.ctv.com.tw/www/local/paper/1123542>

附 4-1

臺南市

安南區總頭地區



在地滯洪規劃說明

3

規劃說明

提升洪災韌性流程



4

規劃說明

掌握洪災起因與防洪缺口



地勢分析

- 高程介於3.2~3.5公尺
- 地勢東北高西南低

防洪缺口分析

- 地勢低窪內水不易排出
- 南側橫溝，內水無法排出
- 抽水站太遠，無效益
- 村落排水蒐集系統不良

淹水類型

- 屬外水溢堤、內水系統型

5

規劃說明

以訪談方式進行需求調查



總頭庄里長



總頭寮工業區總幹事



總頭寮工業區民衆



臺南市水利局



長安里里長



水利署六河局

2019

4/26

7/19

8/7

8/8

臺南農田水利會與新寮小組長

需求調查

- 瞭解民意對於政策、方案及相關辦法之偏好
- 提供後續方案調整參考依據

感知評量

- 透過風險辨識釐清、平衡民眾需求與工程施作的界線
- 避免工程需求被民眾的意見無限放大



hkingArtist.com



透過照片方式進行感知評量操作

6

規劃說明

總頭地區民眾意見綜整



道路

- 主要聯絡道路保持暢通
- 可解決工業區出入問題



住宅區

- 區域內閒置空地應有效利用
- 減少居家淹水的可能性



農地

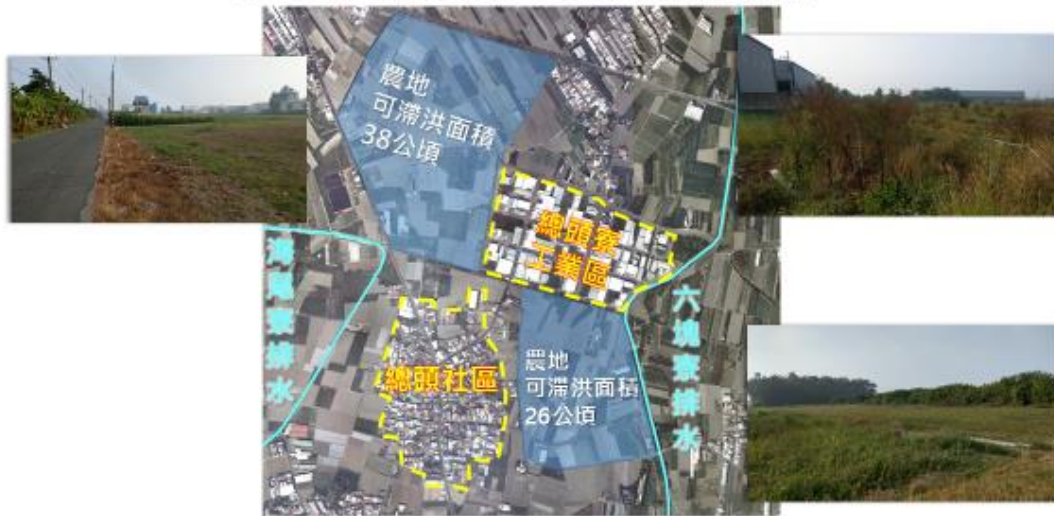
- 農地無耕作，淹水無害
- 租地滯洪農民意願不高



7

規劃說明

針對長期未耕作農地及閒置土地可適當規劃進行滯洪



8

規劃說明

不同滯洪方式其改善成效模擬

方案名稱	剖面示意圖	施作設定	模擬結果
傳統單一位置滯洪池		<ul style="list-style-type: none"> • 挖深 3m • 使用面積約3.2公頃 	
大範圍農地滯洪		<ul style="list-style-type: none"> • 挖深 0.5m • 使用面積約64公頃 	
增加耕作土地內的滯洪空間		<ul style="list-style-type: none"> • 邊界挖深 1m • 使用面積約2.8公頃 	

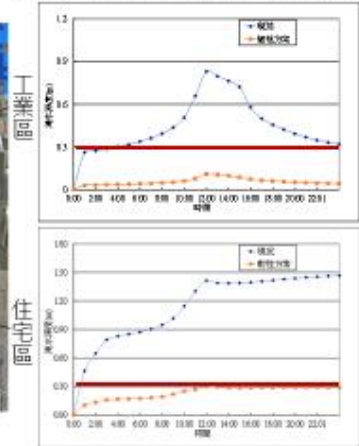
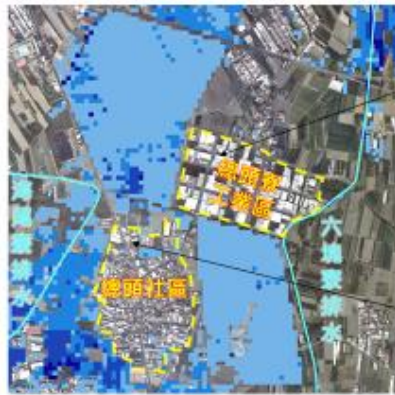
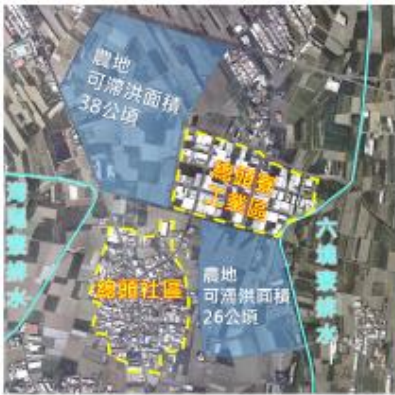
規劃說明



大範圍農地滯洪

- 若能取得0.5m滯洪空間
- 使用面積約64公頃

淹水低於30cm
滿足「居家不淹水」及「交通可通行」



規劃說明

臺南市政府工作會議 (109/06/11)

參加人員：臺南市副秘書長、水利局、農業局、水利署、成功大學

工作坊(對談)建議

(1)本(第一)次：**水利**專業討論

討論重點：針對在地滯洪執行面的效益與可能的困難進行討論與意見分享。

(2)第二次：**政策**專業討論

討論重點：針對臺南市政府政策可行性與各單位可能的問題

(3)第三次：**民眾**溝通討論

討論重點：推動“與水共生”及“公私協力”的概念，試著以幫民眾脫離災害的角度說明推動策略對他們的好處與壞處，並傾聽民眾看法再做收斂。

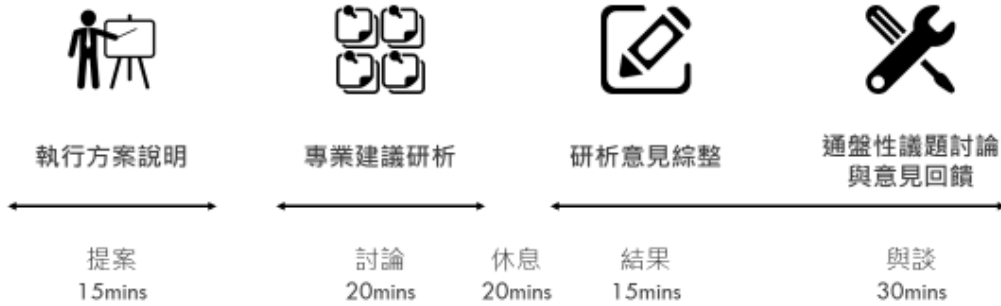
11



專業對談工作坊說明

12

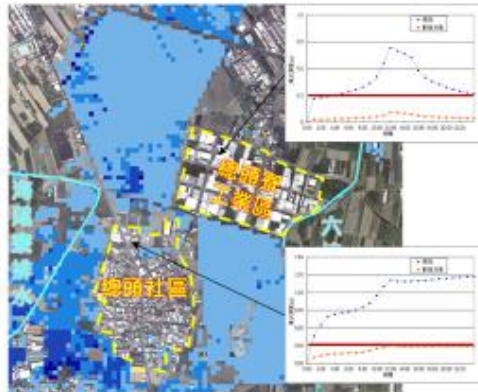
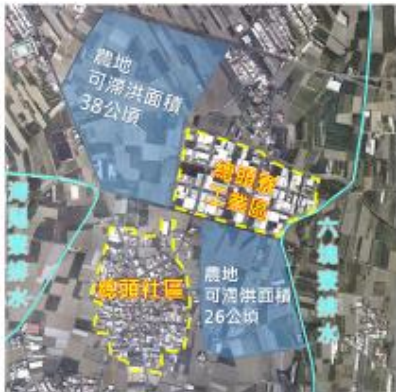
工作坊說明



13



採用大範圍在地滯洪可降低淹水深度



滿足民眾需求



道路可行

道路



水不入戶

住宅區



農地滯洪

農地

14

臺南市

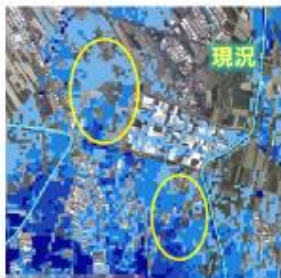
安南區總頭地區

PERFORMANCE EVALUATION

在地滯洪方案與成效說明

15

專業方案	方案0：現況 (配合淹水補償)	方案一：道路加高+抽水機 (配合淹水補償)	方案二：道路加高 (配合淹水補償)	方案三：自管理+種水獎勵 (配合淹水補償+種水獎勵)
工程元件	無	道路加高0.5m 搭配抽水機2cms 可滯洪面積64公頃	道路加高0.5m 可滯洪面積64公頃	自主種水設施(挖深或田埂加高) 可滯洪面積64公頃
相關條件	經費：無 補助：淹水補償(原本的) 淹水面積43公頃 淹水最大深度0.76m 淹水時間20小時	經費：道路加高+抽水機 補助：淹水補償(原本的) 淹水面積15公頃 淹水最大深度0.67m 淹水時間15小時	經費：道路加高 補助：淹水補償↑ 淹水面積43公頃 淹水最大深度1.51m 淹水時間23小時	經費：民眾自主挖深或田埂加高 補助：淹水補償+種水獎勵 淹水面積60公頃 淹水最大深度1.08m 淹水時間23小時



模擬條件：
鹽水溪排水系統
24小時, 25年重現期
治理工程已完成

農地滯洪區
淹水狀況比較

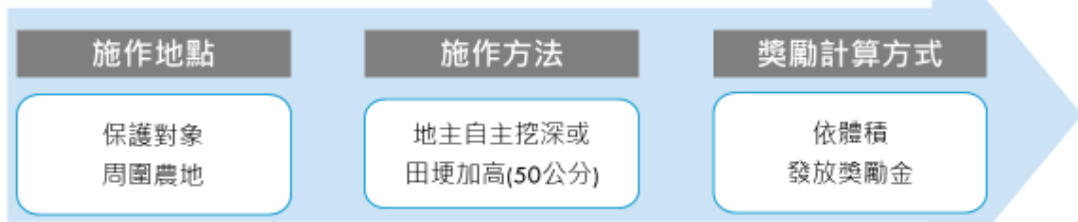
農地滯洪區：
淹水面積減少、淹水時間縮短、
淹水深度降低、下游淹水不增加

農地滯洪區：
淹水面積增加、淹水時間增加
淹水深度增加、下游淹水不增加

農地滯洪區：
淹水面積增加、淹水時間增加
淹水深度增加、下游淹水不增加

16

種水獎勵說明



獎勵金規劃構想

- 每公頃每次洪水可蓄體積 = $0.5\text{m(深)} \times 10,000\text{m}^2\text{(面積)} = 5,000\text{m}^3$
獎勵金 $5\text{元}/\text{m}^3 \rightarrow 2.5\text{萬}/\text{公頃}/\text{次}$;
- 平均3次淹水/年(颱風侵襲平均次數) · 獎勵金總計 $7.5\text{萬}/\text{公頃}/\text{年}$

方案工程費用與獎勵金額比較

- 每年種水獎勵花費 = $60\text{公頃} \times 7.5\text{萬} = 450\text{萬元}$
- 計畫範圍道路加高0.5m+搭配抽水機2cms · 工程費1億以上(相當以種水獎勵25年以上)

17



18



中場休息

20 mins



意見綜整

15 mins



因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構水利專業對談會議 方案一：道路加高+抽水機（配合淹水補償）

Resistance
Hydraulic Engineering



工程元件

道路加高0.5m
搭配抽水機2cms
滯洪面積64公頃

最佳方案

1
2
3
4

方案一優點

排水快
淹水面積小
民衆有感
... (multiple sticky notes with handwritten notes)

方案一缺點

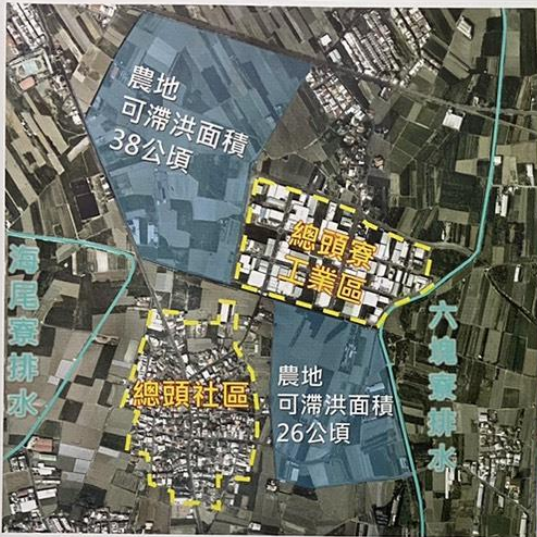
人
工程
經費
... (multiple sticky notes with handwritten notes)

方案一推行建議

配套
交通
經費
其它
... (multiple sticky notes with handwritten notes)

因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構水利專業對談會議
方案三：自主管理+種水獎勵(配合淹水補償+種水獎勵)

Resilience
Land Use Management



工程
元件

自主種水設施
(挖深或加高)
滯洪面積64公頃

最佳
方案

3
3
3

方案三
工程

經費
制度
人

方案三
缺點

經費
制度
人

方案三
推行
建議

經費
制度
人

二、第二次工作坊簡報內容



 經濟部水利署
Water Resources Agency MSEA

因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構 政策推動對談會議

109年9月4日

成功大學水利系	游保杉 特聘教授
成功大學都計系	張學聖 教授兼副院長
彰化師範大學地理系	盧沛文 助理教授
禾唐工程顧問公司	陳明陀 技師



計畫說明與階段性工作成果

2

臺南市

安南區總頭地區

如何解決淹水問題



在地滯洪可行嗎?



臺南市

安南區總頭地區



在地滯洪規劃說明

規劃說明

掌握洪災起因與防洪缺口



地勢分析

- 高程介於3.2~3.5公尺
- 地勢東北高西南低

防洪缺口分析

- 地勢低窪內水不易排出
- 南側橫淹，內水無法排出
- 抽水站太遠，無效益
- 村落排水蒐集系統不良

淹水類型

- 屬外水溢堤、內水系統型

規劃說明

以訪談方式進行需求調查



總頭庄里長



總頭寮工業區總幹事



總頭寮工業區商家



臺南市水利局



長安里里長



水利署六河局

2019



需求調查

- 瞭解民意對於政策、方案及相關辦法之偏好
- 提供後續方案調整參考依據

感知評量

- 透過風險辨識釐清、平衡民眾需求與工程施作的界線
- 避免工程需求被民眾的意見無限放大



hkingArtist.com



透過照片方式進行感知評量操作

規劃說明

總頭地區民眾意見綜整



道路

- 主要聯絡道路保持暢通
- 可解決工業區出入問題



住宅區

- 區域內閒置空地應有效利用
- 減少居家淹水的可能性



農地

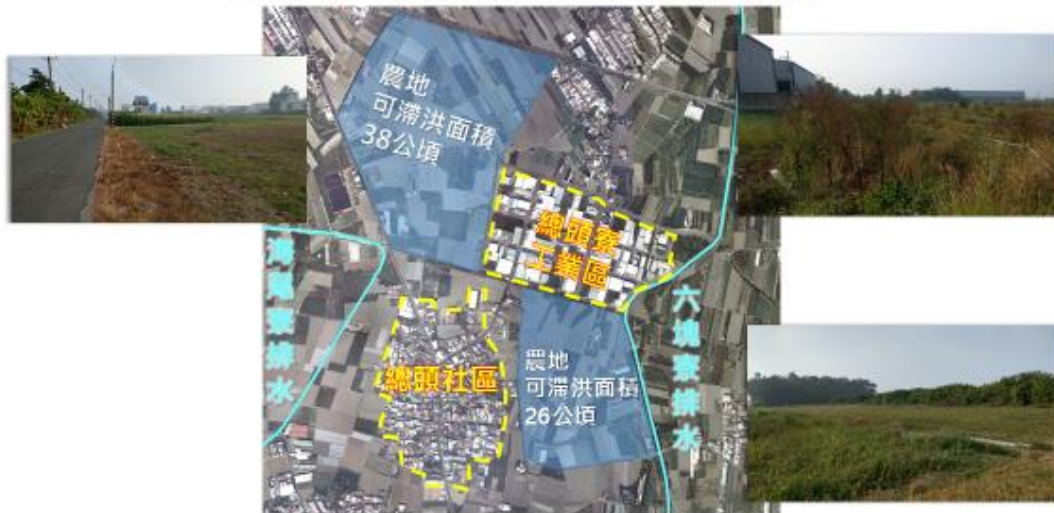
- 農地無耕作，淹水無害
- 租地滯洪農民意願不高



7

規劃說明

針對長期未耕作農地及閒置土地可適當規劃進行滯洪



8

規劃說明

不同滯洪方式其改善成效模擬

方案名稱	剖面示意圖	施作設定	模擬結果
傳統單一位置滯洪池		<ul style="list-style-type: none"> 挖深 3m 使用面積約3.2公頃 	
大範圍農地滯洪		<ul style="list-style-type: none"> 挖深 0.5m 使用面積約64公頃 	
增加耕作土地內的滯洪空間		<ul style="list-style-type: none"> 邊界挖深 1m 使用面積約2.8公頃 	

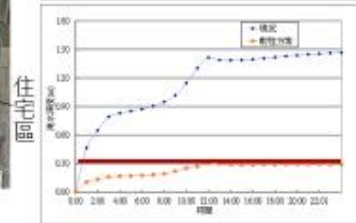
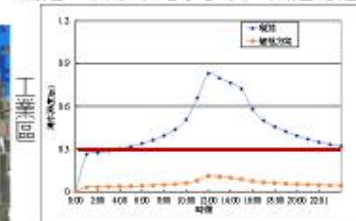
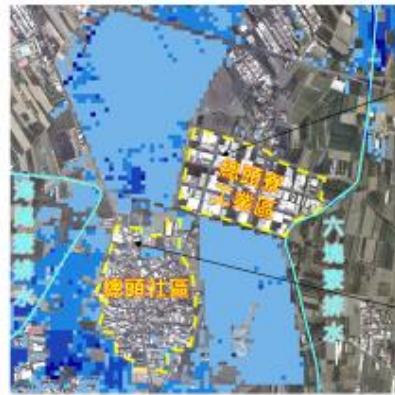
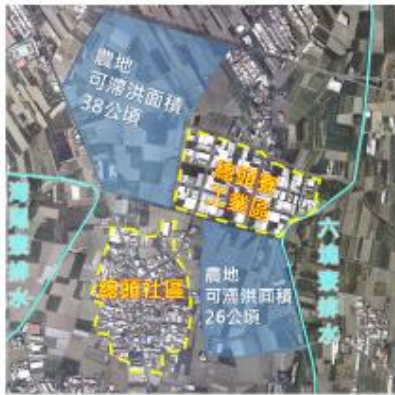
規劃說明



大範圍農地滯洪

- 若能取得0.5m滯洪空間
- 使用面積約64公頃

淹水低於30cm
滿足「居家不淹水」及「交通可通行」



規劃說明

在地專業(安南區 陳立委亭妃)討論 (109/09/02)

對談結論:

- 1.支持在地滯洪解決總頭地區淹水問題
- 2.建議採用短租方式(颱風季)向農民租用滯洪的方式進行在地滯洪，並直接向有在耕作的農民詢問意願，應是會被接受的。
- 3.與農民溝通過程應先由市府、里長進行溝通，無法溝通的再由議員、立委出面。
- 4.與民眾對談，建議以最簡單的語言說明，呈現最立即的成效或利益。



在地專業(臺南社大台江分校吳執行長茂成)討論 (109/09/03)

對談結論:

- 1.支持在地滯洪的方式解決淹水問題
- 2.種水獎勵應是可行的方向，但建議合理考量種水獎勵金額的擬定。
- 3.建議結合排水路來引導水流入滯洪區域內，以更有效達到種水的效益。



11

相關討論

- (1)109/6/11：臺南市府拜訪(臺南市副秘書長、水利局、農業局)
討論重點：針對在地滯洪的效益進行討論。
- (2)109/8/7：水利專業討論(水利署、河川局、台南市水利局、專家學者)
討論重點：針對在地滯洪執行面的效益與可能的困難進行討論與意見分享。
- (3)109/9/2：在地專業討論(陳立委亭妃)
討論重點：在地政策推動建議。
- (4)109/9/3：在地專業討論(台南社大台江分校吳茂成執行長)
討論重點：在地民眾溝通建議。
- (5)109/9/4：政策專業討論(臺南市水利局、消防局、農業局、區公所、里長)
討論重點：針對臺南市政府政策可行性與各單位可能的問題。
- (6)第三次：民眾溝通討論
討論重點：推動“與水共生”及“公私協力”的概念，試著以幫民眾脫離災害的角度說明推動策略對他們的好處與壞處，並傾聽民眾看法再做收斂。

12

臺南市

安南區總頭地區

PERFORMANCE EVALUATION

在地滯洪方案與成效說明

13

專業方案	方案0：現況 (配合淹水補償)	方案一：道路加高+抽水機 (配合淹水補償)	方案二：道路加高 (配合淹水補償)	方案三：自管理+種水獎勵 (配合淹水補償+種水獎勵)
工程元件	無	道路加高0.5m 搭配抽水機2cms 可滯洪面積64公頃	道路加高0.5m 可滯洪面積64公頃	自主種水設施(挖深或田埂加高) 可滯洪面積64公頃
相關條件	經費：無 補助：淹水補償(原本的)	經費：道路加高+抽水機 補助：淹水補償(原本的)	經費：道路加高 補助：淹水補償↑	經費：民眾自主挖深或田埂加高 補助：淹水補償+種水獎勵
滯洪區	淹水面積43公頃 淹水最大深度0.76m 淹水時間20小時	淹水面積15公頃 淹水最大深度0.67m 淹水時間15小時	淹水面積43公頃 淹水最大深度1.51m 淹水時間23小時	淹水面積60公頃 淹水最大深度1.08m 淹水時間23小時



模擬條件：
鹽水溪排水系統
24小時, 25年重現期
治理工程已完成

農地滯洪區
淹水狀況比較

農地滯洪區：
淹水面積減少、淹水時間縮短、
淹水深度降低、下游淹水不增加

農地滯洪區：
淹水面積增加、淹水時間增加
淹水深度增加、下游淹水不增加

農地滯洪區：
淹水面積增加、淹水時間增加
淹水深度增加、下游淹水不增加

14

專業方案	方案0：現況 (配合淹水補償)	方案一：道路加高+抽水機 (配合淹水補償)	方案二：道路加高 (配合淹水補償)	方案三：自管理+種水獎勵 (配合淹水補償+種水獎勵)
工程元件	無	道路加高0.5m 搭配抽水機2cms 可滯洪面積64公頃	道路加高0.5m 可滯洪面積64公頃	自主種水設施(挖深或田埂加高) 可滯洪面積64公頃
成本	無	工程經費：1億 補助：淹水補償90萬/年 (概拆2萬/公頃)	工程經費：8千萬 補助：淹水補償360萬/年	工程經費：0 補助：淹水補償90萬/年 +種水獎勵450萬/年
效益 (淹水情形)	無	農地滯洪區： 面積↓、時間↓、深度↓、 下游淹水不增加 工業區&社區： 淹水低於30cm 滿足「居家不淹水」及「交通可 通行」	農地滯洪區： 面積↑、時間↑、深度↑、 下游淹水不增加 工業區&社區： 淹水低於30cm 滿足「居家不淹水」及「交通可 通行」	農地滯洪區： 面積↑、時間↑、深度↑、 下游淹水不增加 工業區&社區： 淹水低於30cm 滿足「居家不淹水」及「交通可 通行」

15

前次結果綜整與討論議題說明

16



政策推動對談工作坊說明

17

前次對談會議說明

第一次對談會議 (109/08/07)

參加人員：

國發會、臺南市政府水利局、水利署綜合企劃組、

水利署河川海岸組、水利署第六河川局、水利規劃試驗所、

成功大學 張學聖教授、成功大學水利系 張駿暉教授、長榮大學 邵珮君教授、逢甲大學 楊松岳教授



18

前次對談會議說明

第一次對談綜整 (109/08/07)

工作坊(對談)建議

專業方案	方案一：道路加高+抽水機 (配合淹水補償)	方案二：道路加高 (配合淹水補償)	方案三：自主管理+種水獎勵 (配合淹水補償+種水獎勵)
喜愛人數	4人	3人	10人
優點	<ul style="list-style-type: none"> 快速退水 洪水造成衝擊較小 接受度高 	<ul style="list-style-type: none"> 費用較低 無管理問題 民眾接受度高 	<ul style="list-style-type: none"> 費用低 民眾參與度高 具永續性
缺點	<ul style="list-style-type: none"> 過度依賴政府 景觀問題 交通 補償問題 機具維護 	<ul style="list-style-type: none"> 退水問題 景觀問題 交通 補償問題 低地可能淹水 	<ul style="list-style-type: none"> 地主多 財源問題 可能面臨輿論壓力
推動建議	<ul style="list-style-type: none"> 需具備配套(非工程)措施 道路加高其他成本調查(如地下管線改建) 避免影響用戶出入並確認下水道系統流路 可配合重要發展建設時推動 	<ul style="list-style-type: none"> 需配合配套(非工程)措施 水溝保持暢通 導入社區自主防災 需考量退水機制與流路改變問題 先取得民眾共識再作推行 	<ul style="list-style-type: none"> 需具完整推動程序 籌措財源(中央補助、10-20年長期尺度精算) 配合自主防災社區 充分與地主溝通瞭解不願配合原因 社區與工業區應配合施作防水閘門及排水道管進 年租用農地，並訂契約 需與農政單位進一步協商降控事宜

19



專業方案	方案0：現況 (配合淹水補償)	方案一：道路加高+抽水機 (配合淹水補償)	方案二：道路加高 (配合淹水補償)	方案三：自主管理+種水獎勵 (配合淹水補償+種水獎勵)
工程元件	無	道路加高0.5m 搭配抽水機2cms 可滯洪面積64公頃	道路加高0.5m 可滯洪面積64公頃	自主種水設施(挖深或田埂加高) 可滯洪面積64公頃
相關條件	經費：無 補助：淹水補償(原本的) 淹水面積43公頃 淹水最大深度0.76m 淹水時間20小時	經費：道路加高+抽水機 補助：淹水補償(原本的) 淹水面積15公頃 淹水最大深度0.67m 淹水時間15小時	經費：道路加高 補助：淹水補償↑ 淹水面積43公頃 淹水最大深度1.51m 淹水時間23小時	經費：民眾自主挖深或田埂加高 補助：淹水補償+種水獎勵 淹水面積60公頃 淹水最大深度1.08m 淹水時間23小時

20

種水獎勵說明

施作地點	施作方法	獎勵計算方式
保護標的 周圍農地(more)	地主自主挖深或 田埂加高50公分(more)	依體積發放獎勵金 鼓勵大面積種水



以「度」為單位，一度水等於1000公升。自來水計價分為兩大部分，一是基本費，按水表口徑大小不同收取，二是分級累進費率，依照所使用的水量計價，每度單價從7~12元不等，用得越多、水費單價就越高。

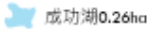
每度單價
 第一段(1-10度): 7.350
 第二段(11-30度): 9.450
 第三段(31-50度): 11.550
 第四段(50度以上): 12.075

1ha 獎勵金規劃構想

- 每公頃每次洪水可蓄體積 = $0.5m(\text{深}) \times 10,000m^2(\text{面積}) = 5,000m^3$
獎勵金5元/m³ ⇒ 2.5萬元/公頃/次；
- 平均3次種水/年(颱風侵襲平均次數)，獎勵金總計7.5萬元/公頃/年


21

種水獎勵說明

單一地塊  成功湖0.26ha


1ha

- 獎勵金 $4元/m^3 \times 5,000m^3 \Rightarrow 20,000元$ /公頃/次；
- 平均3次種水/年(颱風侵襲平均次數)，獎勵金總計6萬元/公頃/年

最小地塊整合單元  台南公園 1.14ha

2ha 此處資料僅供參考，實際計算應以實際測量為準

- 獎勵金 $4.5元/m^3 \times 5,000m^3 \Rightarrow 22,500元$ /公頃/次；
- 平均3次種水/年(颱風侵襲平均次數)，獎勵金總計67,500元/公頃/年

中型地塊整合單元  本和里滯洪池 3.14ha

5ha

- 獎勵金 $5元/m^3 \times 5,000m^3 \Rightarrow 25,000元$ /公頃/次；
- 平均3次種水/年(颱風侵襲平均次數)，獎勵金總計75,000元/公頃/年

22

種水獎勵說明



大型地塊整合單元

- 獎勵金 $5.5\text{元}/\text{m}^3 \times 5,000\text{m}^3 \Rightarrow 27,500\text{元}/\text{公頃}/\text{次}$;
- 平均3次種水/年(颱風侵襲平均次數) · 獎勵金總計 $82,500\text{元}/\text{公頃}/\text{年}$

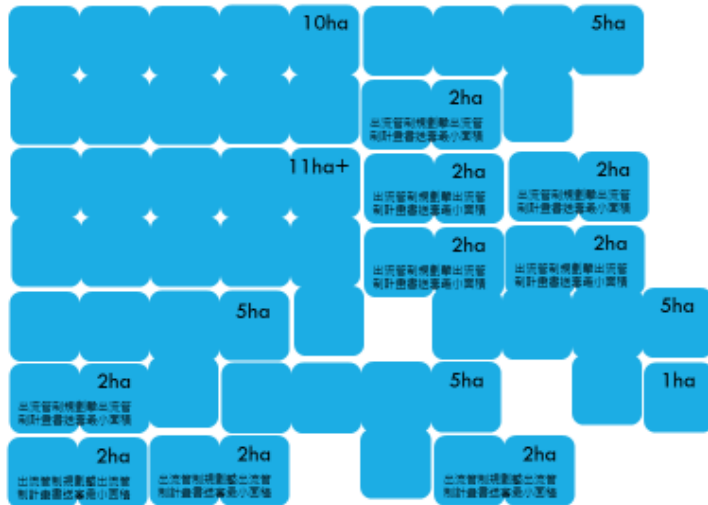


超大型地塊整合單元

- 獎勵金 $6\text{元}/\text{m}^3 \times 5,000\text{m}^3 \Rightarrow 30,000\text{元}/\text{公頃}/\text{次}$;
- 平均3次種水/年(颱風侵襲平均次數) · 獎勵金總計 $90,000\text{元}/\text{公頃}/\text{年}$

種水獎勵說明

方案工程費用與獎勵金額比較



隨機方案(如左)

- $10 \times 27,500 + 11 \times 30,000 + 5 \times 4 \times 25,000 + 2 \times 9 \times 22,500 + 1 \times 20,000 = 1,530,000$ (一次種水)
- 每年平均三次種水 $\Rightarrow 4,590,000$

一次種水

- Baseline: $60\text{ha} \times 25,000 = 1,500,000$
 - Max cost: $60\text{ha} \times 30,000 = 1,800,000$
 - Min. cost: $1\text{ha} \times 60 \times 20,000 = 1,200,000$
- 年平均三次種水花費
3,600,000~5,400,000 (baseline 4,500,000)

計畫範圍道路加高0.5m+搭配抽水機2cms · 工程費1倍以上(相當種水獎勵25年以上) 以上不含農委會天然災害救助

工作坊說明



25



26

三、第三次工作坊簡報內容

種水於田

與水共生的土地建議方案說明會

時間: 10.28. 7:00pm-8:30pm
 地點: 什三佃慶興宮
 臺南市安南區本原街一段160號

成功大學水利系 游保杉 特聘教授 郭毓民 博士
 彰化師大地理系 盧沛文 助理教授
 禾盾工程顧問公司 陳明陀 技師

國立成功大學 國立彰化師範大學 禾盾工程顧問有限公司



氣候正在變化

台南站 2005-2020

Year	Annual Rainfall (mm)	Maximum Monthly Rainfall (mm)	Notes
2005	3100	612	612豪雨
2006	1800	600	
2007	2200	809	809豪雨
2008	1900	800	卡玫基颱風
2009	1400	800	莫拉克風災
2010	1700	500	凡那比颱風
2011	1200	400	
2012	2400	800	
2013	1600	800	康芮颱風
2014	1300	807	807豪雨
2015	1500	600	蘇迪勒颱風
2016	2700	906	906豪雨
2017	1200	500	
2018	2400	823	823豪雨
2019	2100	812	812豪雨
2020	1500	826	826豪雨

■ 年雨量 ■ 最大月雨量

2004

2019



土地使用也在變化

2004

2019



土地使用也在變化



氣候變遷 ：

那麼...你有跟著變嗎？

2019代表字 氣候緊急狀態



全球28個國家(1400多個地方政府)發表了氣候緊急聲明(截至2020年2月23日)

© picture-alliance/Pacific Press/REUTERS

水患終究會發生，你該怎麼應對？



面對水患

- 瞭解環境潛勢風險
- 知道災害發生原因

接受水患

- 瞭解洪水可能產生的問題(人、事、物)
- 知道可能受災位置

處理水患

- 分析關鍵致災原因
- 洪災預警與處置
- 基礎設施改善
- 自家防洪準備

放下水患

- 災害紀錄
- 編撰社區故事
- 災後學習，分析現況可改善處

逕流分擔概念圖

使公共設施能兼具有滯洪功能
讓雨水不立即進入河川及排水
土地與水道共同分擔降雨逕流



摘自：水利署電子報

- 公共用地?
- 滯洪池?
- 學校?
- 公園?

11

換個角度想

壓力就是甜點，只要你逆向思考。
Stressed從後面倒過來寫，
就是Desserts。



有巨額的電費帳單，
因為那表示我冷氣吹的很爽。



12

種電

可以解決能源危機



“種水”可以解決水患嗎？

13



14

民眾回應時間(一)

10分鐘

盧沛文 教授

問題

- Q1 「種水」好嗎？
- Q2 水要種在哪裡？
- Q3 種水的地方還可以做什麼？
- Q4 種水對社區有什麼好處？



總頭地區_淹水分析



地勢分析

- 高程介於3.2~3.5公尺
- 地勢東北高西南低

防洪缺口分析

- 地勢低窪內水不易排出
- 南側積淹，內水無法排出
- 抽水站太遠，無效益
- 村落排水蒐集系統不良

在地民眾意見



道路

- 主要聯絡道路保持暢通
- 可解決工業區出入問題



住宅區

- 區域內閒置空地應有效利用
- 減少居家淹水的可能性



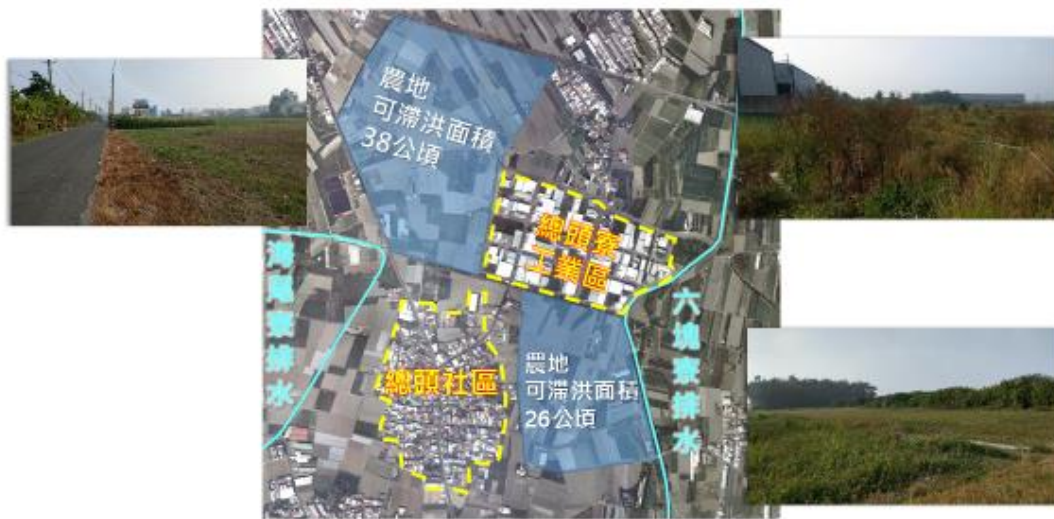
農地

- 農地無耕作，淹水無害
- 租地滯洪農民意願不高



19

針對長期未耕作農地及閒置土地可適當規劃進行滯洪

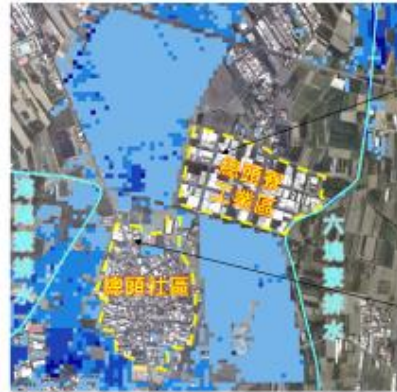
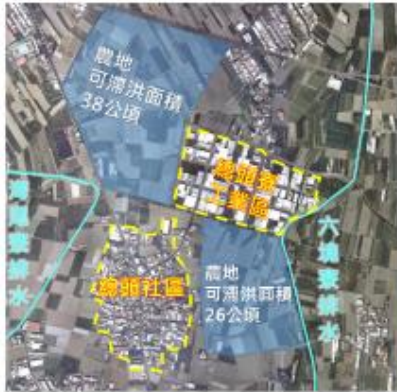


20

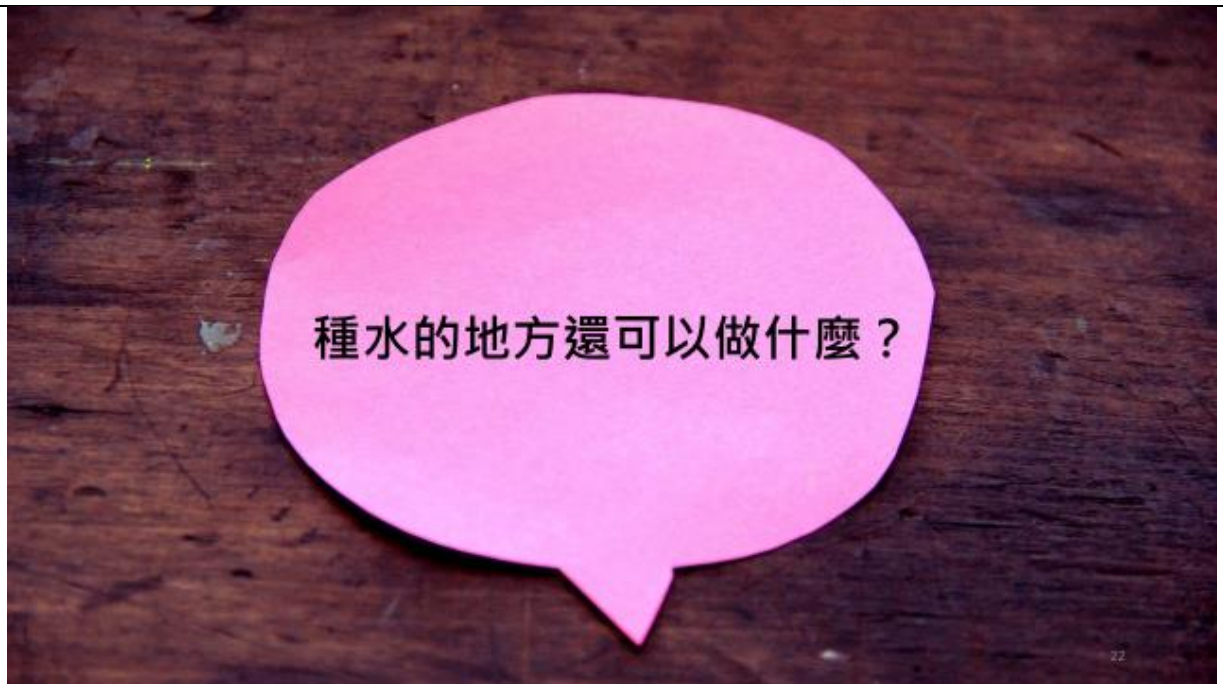
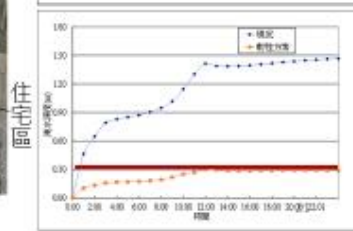
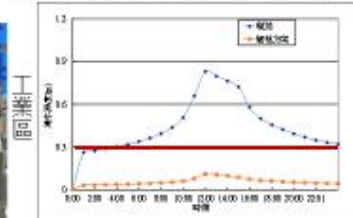


農地作為暫時滯洪空間

- 若能取得0.5m滯洪空間
- 使用面積約64公頃



淹水低於30cm
滿足「居家不淹水」及「交通可通行」

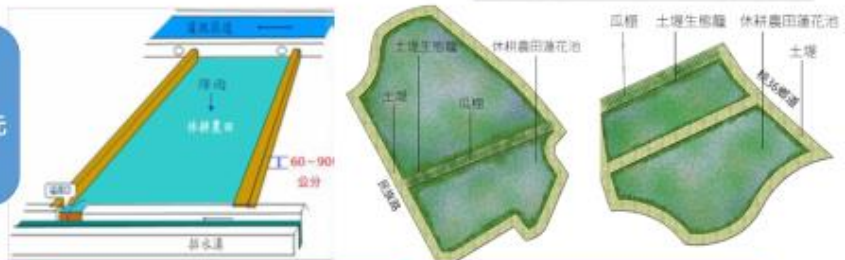




將休耕農地荒廢田埂修築蓄水防洪生態土堤，將田埂周邊建構生態土堤，提供蓄水防洪的功效，同時創造蓮花、絲瓜與魚、鴨共生的低碳環境。

示範區滯洪池設計圖

原僅有1公頃
民眾自發擴建
至108年已達7公頃
同面積滯洪池興建成本約8-9億元
地方只花費50萬元
解決淹水且創造價值



花瓜魚鴨四態共生



調節性放水 (蓄水減洪)



防災志工投入 (凝聚向心力)



販售蓮花相關產品

(特色農產. 經濟效益. 盈餘回饋永續運作)



成立公益型企業【觀音樹林蓮荷防災有限公司】

25

種水對社區有什麼好處？



種水獎勵建議案說明

施作地點

保護標的
周圍農地(more)

施作方法

地主自主挖深或
田埂加高50公分(more)

建議獎勵計算方式

依體積發放獎勵金
鼓勵大面積種水



- ◆以「度」為單位
- ◆基本費
- ◆分級累進費率

每度單價
第一段(1-10度):7.350
第二段(11-30度): 9.450
第三段(31-50度): 11.550
第四段(50度以上):12.075

27

種水獎勵建議案說明

基本費

- 1.農作物收成
- 2.綠肥(農業環境基本給付)：4.5萬元

28

種水獎勵建議案說明

2公頃以下

最小地塊整合單元 出流管制規劃及出流管制計畫書送審最小面積

- 建議獎勵金4.5元/度 ➔ 2.25萬元/公頃/次；
- 平均3次種水/年(颱風侵襲平均次數) · 總計6.75萬元/公頃/年

2~5公頃

中型地塊整合單元

- 建議獎勵金5元/度 ➔ 2.5萬元/公頃/次；
- 平均3次種水/年(颱風侵襲平均次數) · 總計7.5萬元/公頃/年

29

種水獎勵建議案說明

團購

5~10公頃

大型地塊整合單元

- 建議獎勵金5.5元/度 ➔ 2.75萬元/公頃/次；
- 平均3次種水/年(颱風侵襲平均次數) · 總計8.25萬元/公頃/年。

10公頃以上

建議獎勵金6元/度 ➔ 3萬元/公頃/次；

• 平均3次種水/年(颱風侵襲平均次數) · 總計9萬元/公頃/年。

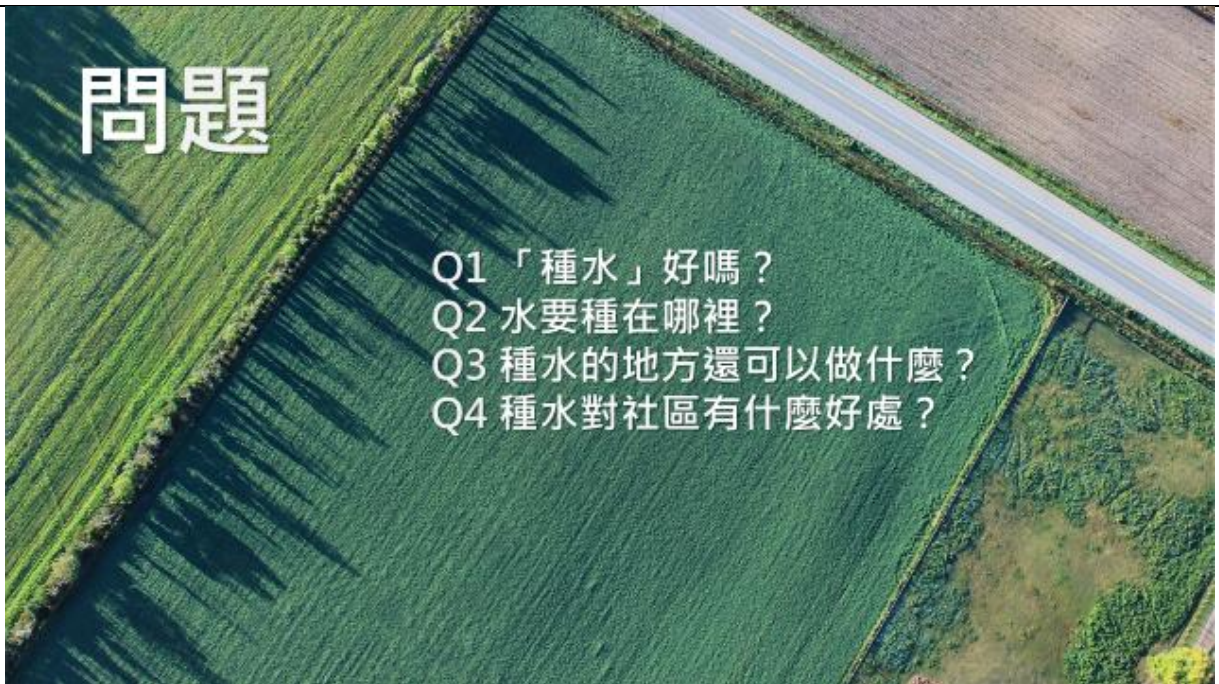
30



民眾回應時間(二)

10分鐘

32



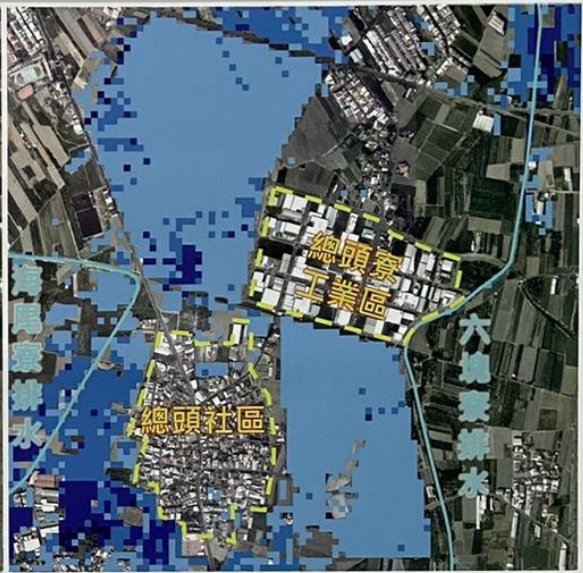
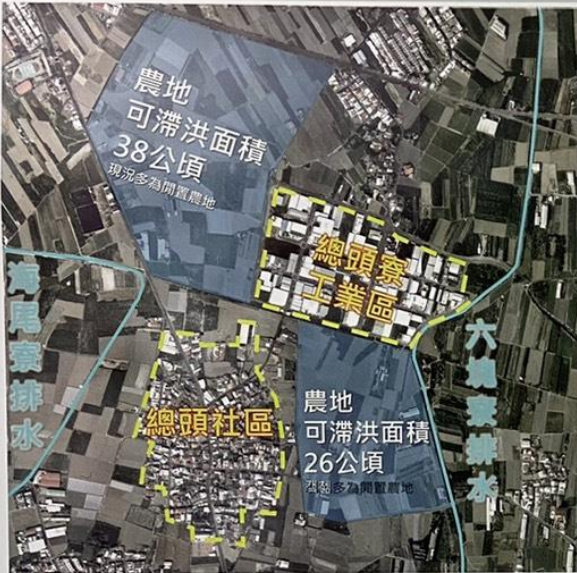
問題

- Q1 「種水」好嗎？
- Q2 水要種在哪裡？
- Q3 種水的地方還可以做什麼？
- Q4 種水對社區有什麼好處？

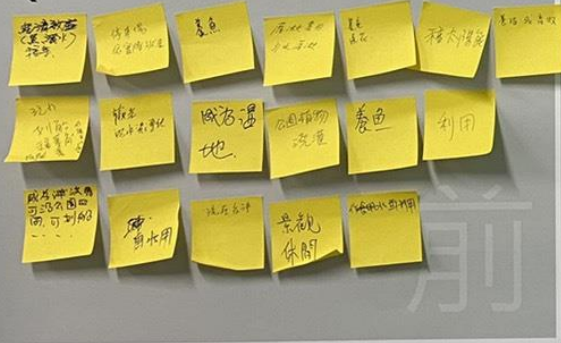


總結時間

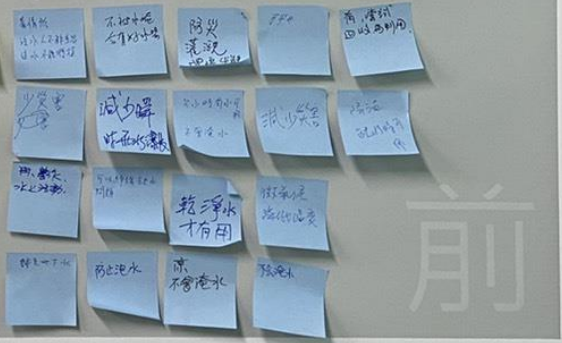
因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構地方對談會議
 聚焦方案：自主管理+種水獎勵(配合淹水補償+種水獎勵)



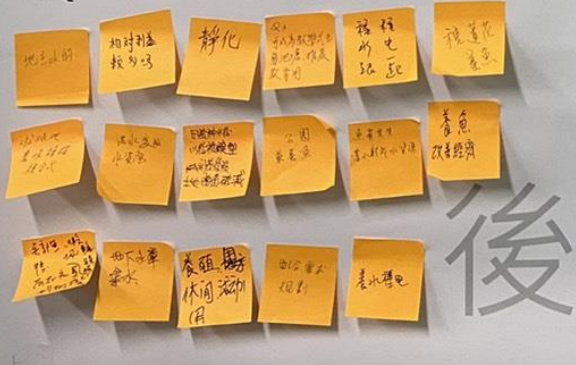
Q3 種水的地方還可以做什麼？



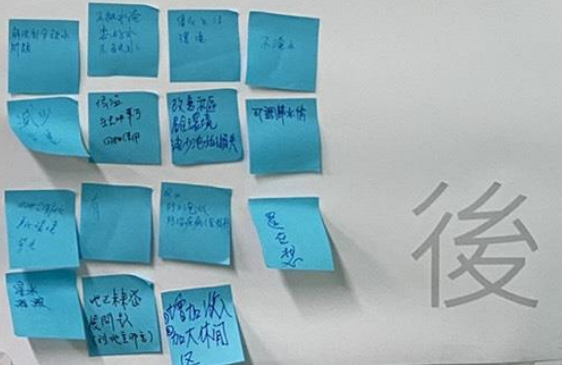
Q4 種水對社區有什麼好處？



Q3 種水的地方還可以做什麼？



Q4 種水對社區有什麼好處？



附錄五、期末報告書審查會意見及處理情形

附錄五 因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)期末報告書審查會意見及處理情形(1/6)

壹、會議時間：民國 109 年 11 月 30 日(星期一)上午 10 時

貳、會議地點：經濟部水利署台北辦公區 12 樓第四會議室

參、主持人：張副總工程司廣智

肆、記錄人：陳美蓮

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、吳委員武泰			
1.按國土計畫未來對土地價格及房價是否具種水於田之誘因，目前本案與地方工作坊共識，是一個好的面向，至於政策、經費與 NBS 要會成一個可執行方案。	感謝委員之寶貴建議，種水於田係推動當地進行在地滯洪的一個起始點，未來對於細部的政策規劃、補助經費之籌措、跨部會的溝通、其餘 NBS 設施或方法之納入，仍待後續地方政府與民眾進一步的溝通與推動，最終達成完整的執行方案。		
2.水質考慮，耕種方式與小型示範區，可參考花博精神(節水/淨水)與台東池上鄉大坡池之自然引水、防洪、灌溉，提高農地價值，導入非工程之自然工法。	1.誠如委員所述，「種水於田」可結合生態滯留區、雨水花園、綠間滯水綠帶、路旁及水溝渠、道路綠地滯水、生態調節溝等設施的加入，改善種水過程中所產生之水質問題。 2.未來推動過程中，可作為相關設計概念提出進一步與民眾交流討論。		
3.可參考農業保險法就農會系統提出多項方案進行溝通，並由經濟部水利署整合各部會(含剛成立的農田水利署)作為與地方溝通協調的背後主力，避免力量分散，民眾溝通無門。	感謝委員提供之寶貴建議。		
二、林委員昭遠		章節/圖/表	頁次
1.本案為跨域整合研究，理論實務兼備，以議題為導向提出具體之對策，值得肯定。	感謝委員肯定。		
2.在操作上宜有盤點、分析、優選(區位、工法)問題、對策以及效益評估。	本計畫所提之洪災韌性提升策略架構五階段，即包含盤點、分析、優選問題、對冊以及效益評估等內容，並導入民眾參與之元素，據以協助地方政府研提符合民眾期待之洪災韌性提升方案。		
3.在補償上(用地取得)宜有誘因，建議可用生態系統服務價值加以操作。	感謝委員之寶貴建議，未來推行上應進一步納入生態環境相關之 NBS 設施或方法，並與民眾討論據以研訂獎勵金之細部規劃。		
4.民眾需求可藉由利害關係人之參與，提出資訊公開即可，不必強調由下而上的推動，還是回歸專家由上而下之思維帶領民眾往目的邁進。	謹依委員意見調整報告中之敘述方式。		
5.逕流分擔、出流管制宜對滯洪及蓄洪之觀念加以區分，	感謝委員寶貴之建議。		

附錄五 因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)期末報告書審查會意見及處理情形(2/6)

方便推廣。			
6.農地種水宜考量明智利用及無悔作為，生態環境改變宜有評估。	未來與民眾之對談中，可針對生態環境的改變納入評估納入討論，據以研提或調整農地種水方案，以達到無悔之作為。		
7.農地淹水(為非點源汙染，有關農地污染源之種類及控制)宜有盤點分析。	本計畫召開之第三次工作坊與民眾對談中亦提及此問題，未來可進一步評估並納入 NBS 設施或相關方法進行水質控制與維管。		
三、本署張副總工程司廣智		章節/圖/表	頁次
1.種水團購概念，建議可以「水付保」來做敘述。未來淹水模擬底圖需套用 1m×1m 之資料，並凸顯淹水深度與道路、建築高度，以加深民眾願意參與團購之意願，建議可補充於結論與建議中。	1.感謝委員寶貴建議，未來將嘗試依此概念向民眾進行說明。 2.謹依委員建議於結論與建議中補充說明採用 1m×1m 淹水模擬底圖之必要性，據以加深民眾參與團購之意願。		
2.摘要、結論與建議中，可強化敘述本計畫與其它相關計畫間之脈絡，以及未來推動之發展說明。	謹遵指示調整摘要、結論與建議之敘述。		
3.建議報告中所列之 NBS 需與水質、生態環境等問題適當進行串聯。	已依委員建議，將水質與生態環境等問題，與本報告中所列之 NBS 進行串聯。		
4.表 3-5 所列 NBS 為本計畫重點成果之一，建議於摘要、結論與建議中進行整理與敘述。	已依委員建議於摘要、結論與建議中補充相關敘述。	第七章	
5.本案為兩年期的計畫，摘要請調整為總摘要之形式敘述。	謹遵指示辦理，摘要部分將以兩年計畫成果進行敘述。	摘要	
6.請團隊針對民眾感知、公眾參與的部份協助彙整成指引，以供後續參考。	1.公眾參與指引已依建議補充於報告書第三章第三節中，後續將再整理一份推動流程指引以供參考。 2.民眾參與部分可分為專業規劃，民眾檢核與韌性提案等三部分，從專業考量出發，配合定性與定量的民眾需求調查及感知評量進行規劃方案檢討，並參考民眾反饋進行方案再設定。		P.3-85~ P.3-96
四、本署郭組長純伶		章節/圖/表	頁次
1.本計畫成果豐碩，可再整理成一份推動流程指引提供河海組後續推動參考。	1.感謝委員肯定，已依委員意見補充推動流程指引於第三章第三節中，後續將再整理一份推動流程指引以供參考。 2.民眾參與部分可分為專業規劃，民眾檢核與韌性提案等三部分，從專業考量出發，配合定性與定量的民眾需求調查及感知評量進行規劃方案檢討，		P.3-85~ P.3-96

附錄五 因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)期末報告書審查會意見及處理情形(3/6)

	並參考民眾反饋進行方案再設定。		
2.影片紀錄推動過程可以很清楚瞭解如何操作，執行流程及可能遭遇問題，片頭建議再修正，作為後續水利署推動參考。	謹遵指示辦理。		
3.補償方案的價格部份，可以再彈性一點，避免與後續政策不同；另團購概念可以再加強說明。	1.考量台灣農地多小地主的特性，本計畫提出「團購」的概念，鼓勵小地主整併共同種水，團購方案初探請參閱圖 6-33。 2.圖中所提團購價格僅為試算，以經過詳細財務計畫的後續推動方案為準。		P.6-51、 P.6-54
4.民眾關切的問題，如環境衛生、水質問題可以特別提醒說明。	僅依委員意見，於報告中補充關於環境衛生、水質等問題。		
5.報告書可再檢視，是否有與署政策不相同部份。	謹遵指示辦理，本計畫依水利署訂頒之「水利工程技術規範－河川治理篇」進行調整。		
五、本署顏簡任正工程司宏哲		章節/圖/表	頁次
1.本報告內有關洪災韌性提升方案所擬相關「措施」、「工程」、「設施」等用語，建議儘量貼近本署訂頒之「水利工程技術規範-河川治理篇」用語。	本計畫參考「水利工程技術規範－河川治理篇」調整報告中相關用語。		
2.本報告將韌性提升方案分為工程措施與非工程措施，工程措施又細分為「灰色工程」與「綠色工程」，各類措施宜清楚歸類(例 P.6-9 表 6-9 土地利用規劃歸類為工程措施是否妥適)；相關工程設施名稱建議使用國內各機關團體所訂相關法令規定、規範(規則)、手冊定義之名稱(例 P.3-17 表 3-6 壩堤、防滲牆、洪水繞道、圍墾等是否有所本)。	1.感謝委員指正，已將土地利用規劃歸類為非工程措施。 2.已依委員意見將部份名詞進行修正，如：防滲牆修改為水工構造物防滲處理、洪水繞道修改為疏洪道。	表 6-9、 表 3-6	
3.P.1-16 綠色工程與灰色工程界定宜更精準，避免誤解。	感謝委員之建議，已依委員建議調整定義之敘述，避免誤解。		P.1-16
4.本計畫選定總頭地區為示範案例，採行「農地滯洪」、「道路加高」為該地區洪災韌性提升策略，過程並曾召開 3 場工作坊。請問是否有就用地取得問題徵詢地方，主要是地主之意願；另除補償價金高低外，是否曾探討因連	1.目前對於總頭地區種水於田用地之規劃尚未與地主進行直接之意願徵詢，未來種水於田之在地滯洪方案推動時，可透過土地仲介加入協助與地主之溝通。 2.補償價金目前僅針對種水獎勵金額進行初步草擬，針對後續維管問題所產生之成本，以及地主解約之問題，尚		

附錄五 因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)期末報告書審查會意見及處理情形(4/6)

<p>續幾年未降雨蓄水，或因地方發展土地變更使用，造成地主反悔不願再參與，及蓄水後造成環境劣化或衛生不良等問題？</p>	<p>需再進一步持續商議與規劃。</p>		
<p>5.P.2-7 圖 2-2 極端降雨設定流程，先設定門檻值後取得極端降雨事件放大倍率；以示範案例總頭地區為例，本計畫採 1.5 倍放大倍率，在施以韌性提升方案後重做模擬，仍有殘餘風險。建議極端降雨事件放大倍率之選用宜保留彈性，並在結論與建議一章闡明。</p>	<p>感謝委員之建議，將依建議於結論與建議一章中，強化極端降雨事件放大倍率選用之敘述。</p>		<p>P.7-1</p>
<p>6.P.3-15 圖 3-5 外水溢堤類型洪災故障樹中，『堤防潰堤』-『堤防內部土體流失』-『堤身溢流』建議修正為『堤身滲流』。</p>	<p>謹遵指示修正為堤身滲流。</p>		<p>P.3-15</p>
<p>7.P.3-16 圖 3-6 內水無排出類型洪災故障樹中，『抽水站失敗』-『抽水站高程不足』與國內實作經驗認知並不一致。</p>	<p>感謝委員指正，已調整內水無法排出類型故障樹中之敘述：「抽水站高程不足」調整為「抽水站設計位置錯誤」，其子項「設計位置錯誤」則調整為「進出聯絡道淹水」。</p>		<p>P.3-16</p>
<p>8.P.3-42 第三章二-(二)-8-(1)滯洪池第 2 行，『下游出口會設置控制堰，當河流流量超過控制堰容量時，水會在滯洪池內積聚』，到底是上游控制或下游控制，建議再酌。</p>	<p>感謝委員寶貴建議，為避免混淆，已經該段文字敘述修改為「如果是設置在河道上，當河流水位高度過高時，水會在滯洪池內積聚...」</p>		<p>P.3-41</p>
<p>9.P.5-1 第五章一-(一)-1-(1)『設置堤防費用最低，最快見效的方法』之說法並不符實；P.5-16 第五章一-2 近自然解決方案，『在有限的預算下，採用灰色基礎設施來提升...』，並不適宜。</p>	<p>已依委員建議針對相關敘述進行調整，避免誤導。</p>		
<p>10.P.5-18 第五章三-1『整體性之水利治理評估作業，應由經濟部水利署主導，負責進行整體性之評估與方針規劃，...』，與現行中央與地方權責分工原則並不一致，建議修正。</p>	<p>感謝委員指正，已依委員意見修正敘述。</p>		
<p>11.本計畫結案後，建請主辦組室提供成果報告供本組同仁參考。</p>	<p>謹遵指示辦理。</p>		

附錄五 因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)期末報告書審查會意見及處理情形(5/6)

六、臺南市政府(書面意見)		章節/圖/表	頁次
1.表目錄缺表 6-18，請修正。	感謝委員指正，已修正表目錄內容。		
2.P.1-17 是否可補充說明感知評量內提及「智慧社區」具體內容為何?	1.智慧社區所應提供的智慧生活服務與使用者需求息息相關，除了質化的從訪談等形式中了解使用者想法。 2.感知式的評量方法，藉由側面的問答來了解使用者的感受，並將其以空間資訊視覺化的方式加以呈現，可作為智慧社區發展的參考依據或檢核標準。		P.1-17
3.表 2-3，模式之缺點皆含「資料建置慢」是否合宜?	因二維淹水模擬所需基礎資料較多，且需轉換成各淹水模式支援之格式，故均有資料建置慢之缺點。		
4.P.4-14 淹水模式檢定及驗證建議補充參考之淹水事件。	P.4-14 係為適用國內通案之說明，本計畫採用案例之淹水模式檢定及驗證之資料，詳如第一年成果報告說明。		
5.P.5-15，是否可明說韌性方案如何轉換成輸入條件納入模式進行分析模擬。	該處為適用國內通案之說明，因不同區域擬採用之韌性方案不同，應視韌性方案內容納入模式，而欲納入模式進行分析模擬，僅能針對工程方案進行模擬。		
6.P.6-1，0823 淹水原因(2)內水排水系統不良(僅有側溝)，其說明與實際有差異，因研究區域內現況設有雨水下水道。	內水排水系統不良係為訪談里長及民眾所述淹水事件發生原因，於 0823 淹水事件後，已改善雨水下水道蒐集系統。		
7.P.6-2，0823 淹水原因(7)現有抽水站距離總頭寮地區太遠，本局近期已辦理改善，完成新建 4CMS 抽水站，應可納入進行分析。	該模擬係還原 0823 淹水事件之實際情形，近期改善之工程，已納入計畫方案模擬。		
8. P.6-16 圖 6-7： (1)規劃多條道路加高，其中包含台江大道加高，但對應 P6-1 所提及 0823 淹水原因(4)台江大道阻隔效應，似有矛盾之處，請說明。且多處標註道路加高之處，現況道路兩側有民宅，道路加高易遭民眾反對，降低可行性。 (2)標註抽水站之點位，請確認是規劃佈設抽水機還是新建抽水站，是否能說明其抽排區域、量體及水路，以利瞭解是否可行。	1.台江大道阻隔效應係為 0823 之淹水原因，代表台江大道阻隔可把上游逕流留住，而本計畫示範案例擬採用之韌性方案為在地滯洪，即將上游逕流留在閒置用地，故無矛盾之處。而道路加高在淹水時可滿足民眾需求--道路保持暢通，且加高 50cm 對民眾生活作息影響不大，可設置相關配套措施，包括施設排水溝、斜坡道、部署移動式抽水機等，化解民眾疑慮。 2.該處為規劃佈設抽水機，僅針對在地滯洪區域抽排，量體為 0.3cms，排入海尾寮排水。		
9. P.6-22 圖 6-13 與圖 6-14： (1)如納入韌性提升方案採	1.配合規劃佈設抽水機可加速排水，減輕原本淹水情形。		

附錄五 因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)期末報告書審查會意見及處理情形(6/6)

<p>農地滯洪，為何規劃為在地滯洪區內的淹水深度反而減少，請說明。</p> <p>(2)非本研究區域內亦無提及相關韌性提升方案之區域(如六塊寮排水，長和路至北安路間)，為何淹水範圍及深度均有大幅度改善，請說明。</p>	<p>2.因上游逕流採在地滯洪，減少逕流往下游排放，故下游區域(如六塊寮排水，長和路至北安路間)之淹水範圍及深度均有改。</p>		
<p>七、本署綜合企劃組</p>		<p>章節/圖/表</p>	<p>頁次</p>
<p>1.報告中引用之文獻與資料請更新於參考文獻一章中。</p>	<p>感謝委員指正，已依委員意見將報告中引用之文獻資料更新於參考文獻一章中。</p>		
<p>2.本計畫所舉辦之三次工作坊內容豐富，建議將三次工作坊簡報內容補充於附錄以供參閱。</p>	<p>已依委員建議，將三次工作坊之簡報內容補充於附錄四中。</p>	<p>附錄四</p>	
<p>3.建議團隊針對簡報中所陳述之程序與過程，彙整為一份指引小冊，以供後續水利署相關推動作業參考使用。</p>	<p>1.已依委員意見補充推動流程指引於第三章第三節中，後續將再整理一份推動流程指引以供參考。</p> <p>2.民眾參與部分可分為專業規劃，民眾檢核與韌性提案等三部分，從專業考量出發，配合定性與定量的民眾需求調查及感知評量進行規劃方案檢討，並參考民眾反饋進行方案再設定。</p>		<p>P.3-85~ P.3-96</p>
<p>4.報告中對於種水獎勵採1度5元之方式，以及累進費率等內容，建議再強化說明。</p>	<p>謹依委員建議補充種水獎勵與累進費率之內容於報告中。</p>	<p>圖 6-33</p>	<p>P.6-51、 P.6-54</p>
<p>八、主席裁示</p>			
<p>1.本計畫期末報告經出席委員審查原則通過，請依據契約規定辦理後續相關行政事宜。</p>	<p>謹遵指示辦理。</p>		
<p>2.請研究團隊依本次會議各委員及與會單位所提意見進行回覆與修正，並將回覆說明對照表納入正式報告中。</p>	<p>謹遵指示辦理。</p>		

國家圖書館出版品預行編目資料 CIP

因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構.(2/2)
= Construction strategies for flood
resilience enhancement under climate
change. (2/2) / 游保杉計畫主持. -- 初版.
-- 臺北市：經濟部水利署，2020.12
面；公分
ISBN 978-986-533-118-4 (平裝)

1. 防洪 2. 災害應變計畫

443.62

109020031

因應氣候變遷洪災韌性提升策略建構(2/2)

出版機關：經濟部水利署

地址：台北市大安區信義路三段 41-3 號 9-12 樓

電話：(02) 37073000

傳真：(02) 37073124

網址：<http://www.wra.gov.tw>

編著者：財團法人成大研究發展基金會

出版年月：2020 年 12 月

版次：初版

定價：新台幣 1000 元

展售門市：五南文化廣場

台中市中山路 6 號 (04) 22260330

<http://www.wunanbooks.com.tw>

國家書店松江門市 台北市松江路 209 號 1 樓 (02) 25180207

<http://www.govbooks.com.tw>

GPN：1010902292

ISBN：9789865331184

著作權利管理資訊：經濟部水利署保有所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，須徵求經濟部水利署同意或書面授權。

聯絡資訊：經濟部水利署

電話 (02) 37073000



廉潔、效能、便民



經濟部水利署

台北辦公區(出版)

地址：台北市信義路三段 41 之 3 號 9-12 樓

總機：(02)3707-3000

傳真：(02)3707-3166

免費、服務專線：0800-212239

台中辦公區

地址：台中市黎明路二段 501 號

總機：(04)2250-1250

傳真：(04)2250-1628

免費、服務專線：0800-001250

ISBN 978-986-5331-18-4



9 789865 331184

GPN：1010902292

定價：新台幣 1000 元