

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。

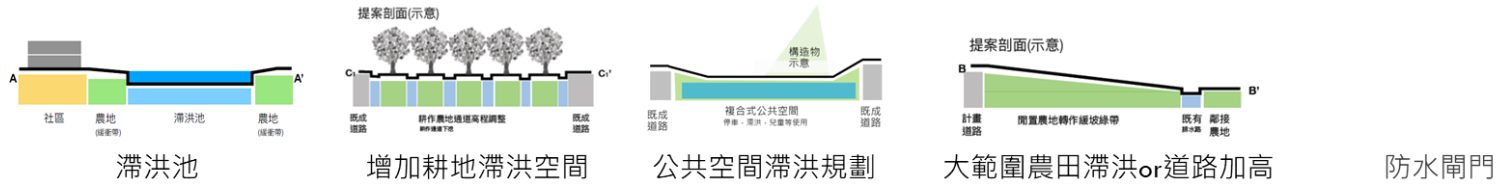


摘圖 1 提升洪災韌性策略架構五階段

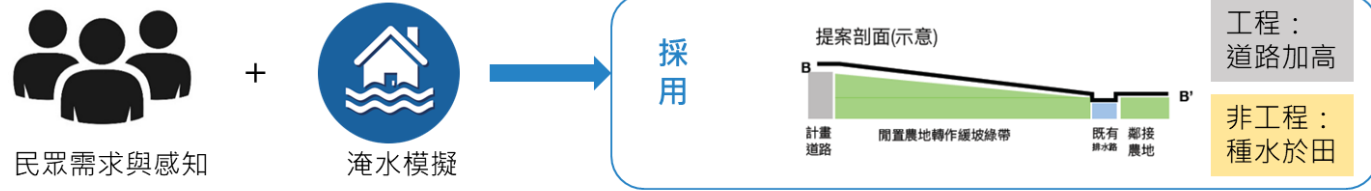
Step 1 災因分析

排水系統不佳

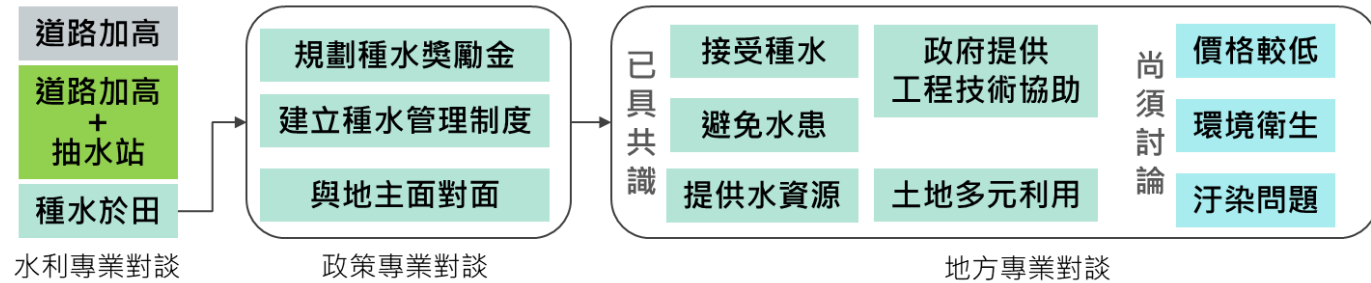
Step 2 提案構想



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 condicions. 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.