

# 農業水資源永續建設計畫-以朴子溪渡槽改建工程為例

## The Plan of Agricultural Water Resources Sustainable Construction – A Case Study for Puzi River Aqueduct Structure Reconstruction Engineering

農業部農田水利署嘉南管理處

|             |                 |              |                |                |
|-------------|-----------------|--------------|----------------|----------------|
| 主任工程師       | 工務組長            | 工事股長         | 二等助理工程師        | 二等助理工程師        |
| 劉業主         | 蔡榮興             | 徐富城          | 蔡玫媛            | 鄭琳縈            |
| Yeh-Chu Liu | Rong-shine Tsai | Fu-Cheng Hsu | Mei-Hsuan Tsai | Lin-Ying Cheng |

### 摘 要

朴子溪渡槽是烏山頭水庫北幹線最末端大型跨河構造物，自 1930 年完工營運迄今已近百年，期間因用水需求增加、氣候變遷、地震及河防安全等因素，其使用性及安全性備受考驗。由於嘉南大圳南、北幹線輸送農業、民生及工業等標的用水，其輸水幾乎全年無休，依計畫北幹線歲修期落於每年 12 月 1 日至翌年 1 月 15 日，因此改建工程之槽體與上、下游渠道銜接需於 45 日曆天內完成並順利通水是一大挑戰；為此，朴子溪渡槽即以「耐震」、「耐洪」、「耐久」及「維護管理」等幾個層面規劃改建工程。

在耐震考量方面，選擇以鋼 I 梁橋的型式辦理，具有結構韌性，可以達到小震無損，中震不壞，強震可修，烈震不倒之使用需求；在耐洪能力方面，參照朴子溪治理計畫，於維持重力輸水的前提下，延長槽體長度並增加跨距到 46 公尺，以符合跨河構造物的要求，抬高粱底解決出水高不足問題，同時考量地層下陷因素，於帽梁處預留未來千斤頂頂升空間，兼顧工程經濟與河防安全；在耐久使用方面，採用氟素樹脂系列面漆，同時使用圓頭螺栓，確保油漆塗覆完整，大大強化鋼構防蝕能力；而在最重要的維護管理方面，於最需要定期檢視及更換的伸縮縫設計上別具創新巧思，取消傳統不鏽鋼板滑移模式，以橡膠伸縮，減少材料交界面，預埋螺桿取代螺栓避免穿透構材，有效降低漏水機率，維修時僅需拆除槽體內側螺帽更換橡膠墊後再鎖回即可，便於管養。

穩定的水源供應是農業生產的必要條件，因此農田水利建設逐步更新改善工程的推動刻不容緩，在嘉南大圳水利系統的南、北幹線上共有 7 座大型渡槽橋，除了曾文溪渡槽、龜重溪渡槽已改善完成，朴子溪渡槽將於 2025 年完工，尚有 4 座渡槽橋的改善計畫正在逐步推動，期許將來能發揮強化水資源利用及維持區域供水穩定等功能，使農田水利事業得以永續經營。

關鍵詞：渡槽、水工結構物、嘉南大圳、永續經營

## Abstract

Puzi River aqueduct is the end big hydraulic construction of Wushantou Reservoir northern channel. It operated since 1930, and already exist nearly 100 years. In consideration of the increasing water demand, climate change, earthquake and flood control, the usability and safety of these aqueducts have been challenged. Because Chia-Nan Main Canal southern and northern channel transport agricultural、industrial and people's livelihood water. It transport water almost all year. According to plan, northern channel annual repair period between December 1 to next year January 15 every year. So the reconstruction engineering must be do in the 45 days. That will be a very big challenge. For that, Puzi River aqueduct design from "earthquake resistant", "flood resistant", "lasting", and "maintenance".

At earthquake resistant, steel I-beam has structural toughness. It can in order to ensure "no damage", "no bad", "can repair", "no topple down" at all level's earthquakes. At flood resistant, we improve length and free board, that it can be enough the require of river management plan. At lasting, we strengthen the paint's material and check the construction method. At the most important "maintenance", we use rubber to replace traditional steel plate and embed bolts to avoid pass through steels. It's very usefull to reduce the probability of water leakage. And it also very convenient to manage and mainten.

Stable water source is the necessary condition for agricultural production. Therefore, it is urgent to promote the renewal and improvement projects. The Wushantou Reservoir southern and northern channel has 7 big aqueducts. Besides Tsengwen River aqueduct and Guichong River aqueduct already completed improvement. Puzi River aqueduct will down at 2025. There are still have 4 aqueducts improvement plans. Look forward that will be strengthen water resources utilization and maintain stable regional water supply. Let irrigation affairs can be sustainable development.

Keywords : Aqueduct、Hydraulic Construction、Chia-Nan Main Canal、Sustainable development

## 一、前言

早前嘉南地區農民耕作水源並不穩定，降雨集中在夏、秋兩季的梅雨和颱風時節，常因雨水過多造成水患問題頻傳，到了冬、春時節，則又因降雨過少而形成乾旱問題，形成所謂的「看天田」，產量受限且品質不穩定。隨著民國 19 年烏山頭水庫及嘉南大圳完工及灌溉制度建立，原飽受洪水、乾旱困擾的農地徹底翻轉，嘉南地區蛻變成臺灣最大糧倉。

嘉南大圳供水範圍跨台南市及嘉義縣市，南北長約 86 公里，東西寬約 71 公里，灌溉用水由烏山頭水庫透過幹線，於分岐工作站分別往南、北輸送，再經由支線、分線、

中小給等大大小小圳路送入嘉南地區之農田。「渡槽」在嘉南大圳輸水過程中扮演極為重要角色，在輸水途中，圳路需跨越河川、低地等地時，係藉由渡槽克服地形限制，順利輸水橫渡。

嘉南大圳南北幹線總共有 7 座大型渡槽，由北而南分別為朴子溪渡槽、八掌溪渡槽、急水溪渡槽、龜重溪渡槽、官田溪渡槽、渡仔頭溪渡槽及曾文溪渡槽，於 1930 年陸續完工啟用，在長年使用下，面臨結構老舊，耐震及耐洪能力屢屢受到大環境的挑戰，又多數渡槽不符河川治理計畫，近年已陸續完成曾文溪渡槽、龜重溪渡槽的改建，朴子溪渡槽也將於 2025 年完工，另尚有 4 座渡槽的改善計畫正在逐步推動，本文將介紹渡槽工程面臨的挑戰及本工程的精進與創新作為。

## 二、緣起及目標

朴子溪第一代渡槽(圖 1)於 1930 年竣工，由日本住吉組承包建造(現住吉集團)，為華倫式桁架鋼構渡槽，橋長 186.6 公尺，主要功能為農業灌溉及運輸功能。經歷第二次世界大戰，美軍轟炸日治時期臺灣基礎設施，致損害嚴重；於 1980 年配合政府推動「加速農村建設計畫」，同時增供工業用水需求，新建第二代渡槽(圖 2)，為鋼筋混凝土式渡槽，橋長 200 公尺，使用至今。

依據經濟部水利署 105 年「朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討」及本處 106 年「烏山頭水庫北幹線跨越龜重溪、急水溪、八掌溪、朴子溪等四座渡槽改建規劃方案」成果報告，朴子溪渡槽經檢討有出水高不足、橋長不足及耐震能力不足等問題，為北幹線穩定供水，爰辦理本次第三代渡槽改建工程，並建立以下目標：

- 1.穩定供水：確保嘉南大圳北幹線輸水機能，提升嘉南大圳之輸水能量。
- 2.河川防洪：符合朴子溪河川治理計畫。
- 3.提升水系韌性：串接雲林濁幹線及嘉南大圳北幹線多座渡槽之聯合運用供水體系。
- 4.永續經營：朴子溪渡槽周邊自然生態及環境景觀保護，營造友善環境。
- 5.文化傳承：歷代渡槽溯源，認識農田水利設施，並與當地新港奉天宮及農村文化結合。
- 6.多元使用：兼具農業灌溉及工業輸水，串接濁幹線及北幹線國家級水圳綠道，提供民眾優質休憩環境。



圖 1 朴子溪第一代渡槽(1930 年)



圖 2 朴子溪第二代渡槽(1980 年)

### 三、工程設計介紹

本工程主要施工項目有橋梁工程、銜接段工程及美化工程。橋梁工程採鋼構 I 型梁橋(276 公尺)；銜接段工程有上下游座槽計 40 公尺、上下游箱涵計 59 公尺及臨時導水路 125 公尺；美化工程有灌木類植栽及景觀平台一處，工程平面配置如圖 3。



圖 3 工程平面配置圖

### 四、面臨挑戰與解決

嘉南大圳是一個運行百年的水利設施，「渡槽」在輸水過程中兼負著跨時代任務，隨著時代變遷，法令政策更迭、用水需求增加、地震及河防安全考量等，渡槽的使用性及安全性備受考驗。

#### 1.文化資產保存法

第三代渡槽考量用地問題，於第一代渡槽位址改建為最佳路線，然第一代渡槽舊橋墩仍遺留於朴子溪河道中，依〈文化資產保存法〉公有建造物及附屬設施群，自建造物興建完竣逾 50 年者，需進行文化資產價值評估。為此，於規劃設計時即邀請嘉義縣文化觀光局進行評估，經與會委員專業評估後，確認未達指定登錄為文化資產之基準，爰確定第三代渡槽路線同第一代渡槽，且第一代渡槽舊橋墩可予拆除。

#### 2.全年皆需維持供水

嘉南大圳常年輸送農業、民生及工業等用水，依農水署嘉南管理處灌溉計畫，北幹線歲修時間為每年 12 月 1 日至翌年 1 月 15 日，停供時間每年僅有 45 日曆天，為確保供水不受施工影響，除於招標時明訂銜接段需配合歲修期施作接通外，亦設定「鋼材訂製」及「下部結構」之完成里程碑，將工程可能面臨之變數盡量排除，精準掌控工作期程，順利達成通水目標。

### 3.工址鄰近斷層且位於地層下陷區

朴子溪渡槽工址地質為全新世沖積層及更新世台地堆積層，其組成以礫石、砂及泥土為主，故內部膠結疏鬆，且鄰近梅山斷層，亦位於地層下陷區，故設計時需將其設計地震及最大考量地震之斷層近域調整因子一併納入考量計算，此外面對地層下陷議題，於設計時也預留將來橋面頂升之彈性空間，以確保結構耐震及耐久等安全無虞。

### 4.橋體結構型式選擇

依「申請施設跨河建造物審核要點」，落墩跨距需大於 40 公尺，槽體結構型式有鋼構、預力混凝土、斜張等型式可以選擇。因渡槽係採重力式輸水，又須滿足朴子溪治理計畫出水高，如採較經濟之預力混凝土，梁底將會抬升 82 公分，將造成上游渠段發生迴水之情形，另在工程費用、施工期、施工性及維護管理等綜合評估下，渡槽結構採鋼構型式進行設計。

### 5.需兼顧文化、休閒等多元面向功能

嘉南大圳深具歷史文化底蘊及農水職人傳承精神，渡槽亦串聯水圳綠道重要觀光景點，秉持文化傳承使命，配合國家發展政策，兼顧地方使用需求，需考量多元面向功能，讓民眾能深入了解農田水利文化內涵，使得嘉惠對象由農民延伸至全民。

## 五、工程精進與創新

### 1.營造工程八化

配合勞動部職業安全衛生政策，落實營造工程八化，打造安全健康工作環境，透過管理手段，同時調整作業模式，避免職業災害的發生。

- (1)設計合理化—考量道路運輸需求設計合理構件尺寸，依區段、流況及承载力妥適規畫符合所需之開挖深度及範圍，避免工區大規模開挖擾動。
- (2)構件預製化—橋梁上構製程於鋼構廠內系統產製，嚴格品質管控，同時進行假組立，確認相關規格符合所需。
- (3)工法安全化—鋼箱梁組裝要求應以地面組裝為原則，儘量減少人員高處作業，另橋面板施工採用 DECK 板，四周亦加設安全護欄，預防人員墜落風險。
- (4)人員專業化—鋼構焊接及模板等施工，皆由取得執照或訓練合格之專業人員施工，並定期辦理教育訓練。
- (5)施工機械化—鋼構使用自動化設備生產，機器手臂精準裁切及加工。
- (6)設計細部化—設計成果細部分項，逐一實施必要之施工風險評估。
- (7)勞動健康化—人員均有進行健康檢查，工作場所提供勞工休息及飲用水等充足設備。
- (8)管理資訊化—水位監控系統，工區即時燈號警報與 APP 通知；局限空間設置自動監測系統，即時了解作業空間內之氣體狀況。

## 2.精進伸縮縫型式

第三代渡槽長度 276 公尺，其中共有 7 處伸縮縫，伸縮縫(圖 4)如何避免漏水是一大課題。以往伸縮縫型式(圖 5)為槽內不鏽鋼板滑移，槽外設置橡膠，螺栓穿透鋼版、構材及橡膠施以固定，穿孔處如處理不當，容易滲水。鑒於以往經驗，本次渡槽伸縮縫改採預埋螺栓(圖 6)，槽內施設兩層橡膠，因不穿透構材，可降低漏水機率，未來維護管理亦僅需更換槽體內之橡膠墊即可，較以往更安全且便利。為求謹慎，製作縮尺模型(圖 7)，觀察逾一年，無漏水情形發生，新建鋼構槽體銜接完成後，亦進行內部試水(圖 8)，無漏水情形發生，第三代渡槽於 113 年 7 月 1 日正式通水，整體成效良好。

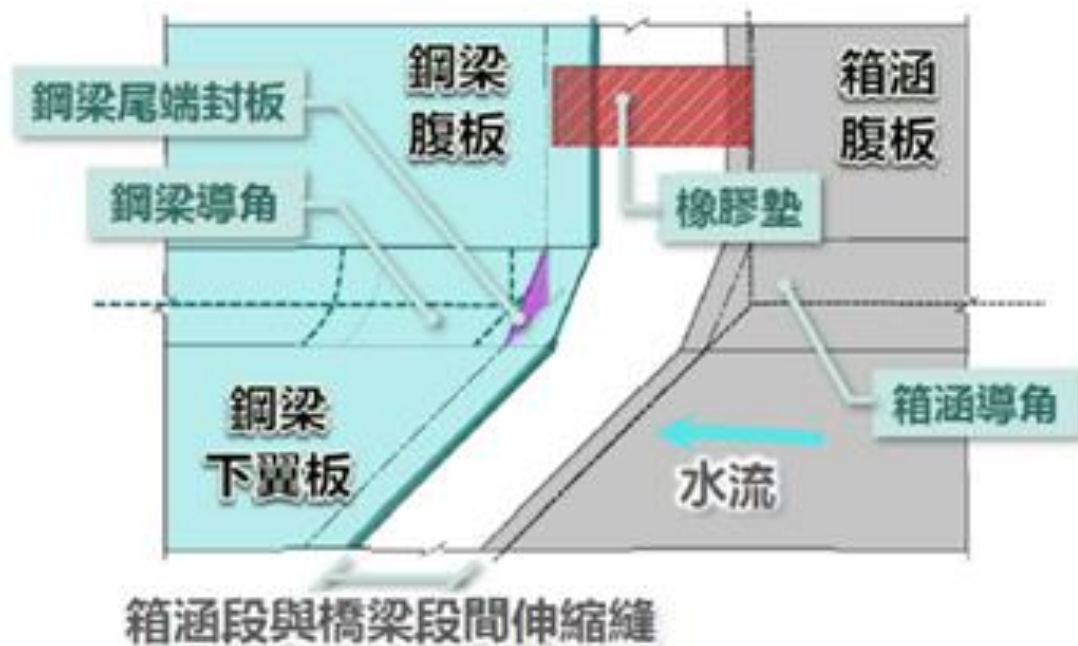


圖 4 伸縮縫示意圖

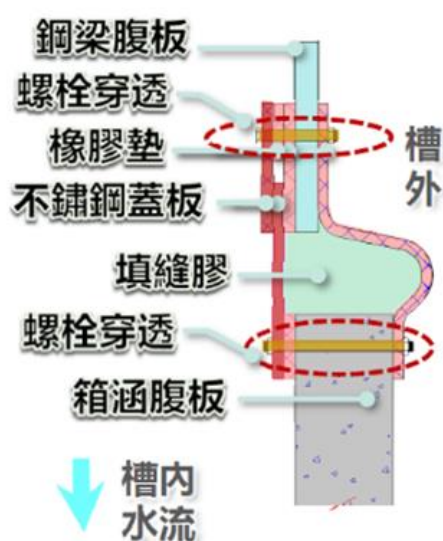


圖 5 以往渡槽伸縮縫設計方式

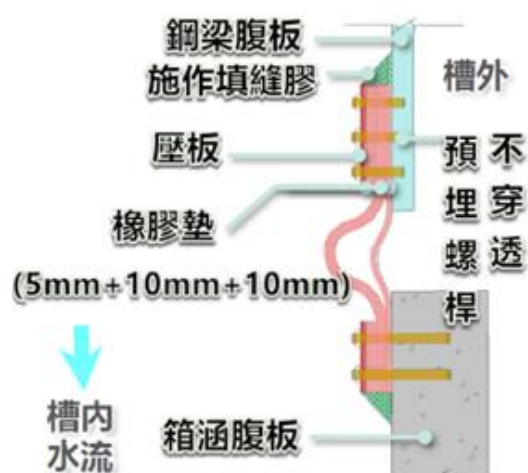


圖 6 本案渡槽伸縮縫設計方式



圖 7 製作縮尺模型儲水試驗



圖 8 新建鋼構槽體內部儲水試驗

### 3.預留頂升空間

第三代渡槽工址位於嘉義縣太保市與新港鄉交界處，查經濟部水利署「地層下陷監測資訊整合服務系統」，工址附近之水準檢測點近 10 年平均每年下陷速率約為 0.44 公分，工址範圍新港鄉屬於嘉義地區主要下陷位置。因此工程規劃較工址計畫堤頂高多預留 20 公分之地層下陷餘裕，支承型式選用盤式支承，方便未來上部結構頂升更換支承鎖固作業，並於帽梁處預留千斤頂擺放位置，妥善考量後續上部結構頂升處理之機制(圖 9、圖 10)，以延長使用年限，提升防洪韌性。

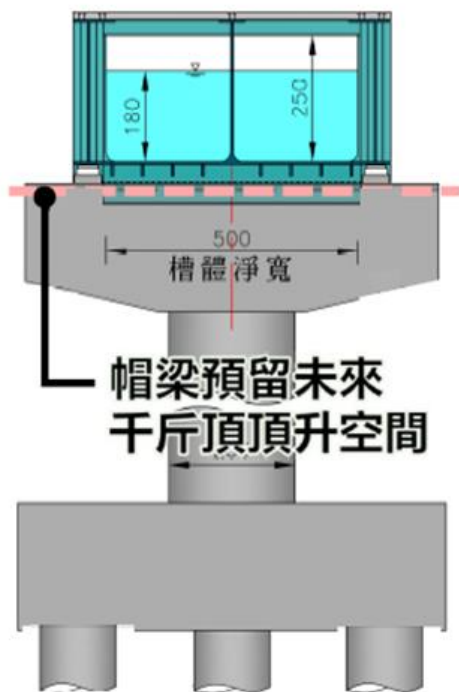


圖 9 墩柱示意圖

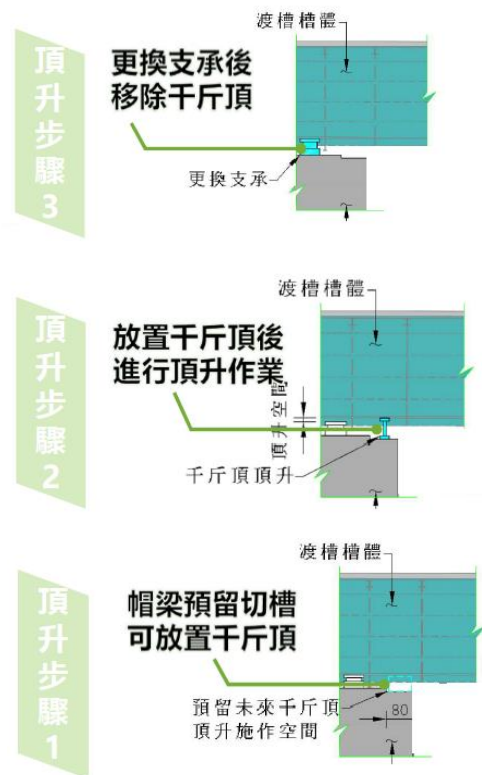


圖 10 橋樑頂升步驟

## 六、結語

嘉南平原的血脈—嘉南大圳，是日據時期最重要的水利工程，當初是為了改善土地利用與增產食糧，於 1920 年大興土木，花了 10 年的光陰興建完成，具有排水、灌溉、疏洪等功能。嘉南大圳滋潤大地，讓荒地變耕地，旱田變水田，改變地貌與人文風情，百年是人類生活的一小步，但嘉南大圳的通水啟用，卻是改變生活的一大步，嘉南平原從此沃野千里，對臺灣農業發展貢獻極大。

本次「朴子溪渡槽改建工程」透過妥善的規劃設計，精進施作工法，確實執行各項檢查驗作業，並結合公公群力及公私協力等各方力量，使渡槽工程順利進行，而對於後續的維護管理亦預先規劃，制定相關 SOP 定期檢視，以雙層橡膠墊的方式達到伸縮縫的效能，且預埋螺桿取代螺栓穿透構材，有效降低漏水機率，於鋼構渡槽的施作亦是首例，之後維修時僅需拆除槽體內側螺帽更換橡膠墊後再鎖回即可，避免高處作業的風險，更為安全且便於管養。

百年前水利建設是為了興農，隨著時代的變遷，以農業為基礎進行產業轉型，嘉南大圳在每一階段都與時俱進發揮效益。朴子溪渡槽位於具有文化底蘊之鄉鎮，亦為串聯起雲林濁幹線及嘉南大圳之重要節點，從第一代渡槽即賦予著農業灌溉及運輸功能，第二代渡槽延伸到工業及民生用水的輸運，接著第三代渡槽更是肩負起區域水資源調配韌性及文化傳承等多元面向任務。在嘉南大圳水利系統的南、北幹線上共有七座大型渡槽橋，除了曾文溪渡槽、龜重溪渡槽已改善完成，朴子溪渡槽將於 2025 年完工，尚有四座渡槽的改善計畫正在逐步推動，期許透過工程經驗的分享，能成為後續工程精進的養分，共同為嘉南大圳下一個百年開啟嶄新的面貌。

## 七、參考文獻

- 1.經濟部水利署，朴子溪水系(含支流牛稠溪)治理規劃檢討(成果報告)，2016。
- 2.臺灣嘉南農田水利會，烏山頭水庫北幹線跨越龜重溪、急水溪、八掌溪、朴子溪等四座渡槽改建規劃方案(成果報告)，2017。
- 3.經濟部水利規劃試驗所，濁幹線與嘉南大圳農業用水聯合調度可行評估，2021。
- 4.經濟部水利署，濁幹線與北幹線串接工程計畫(行政院核定本)，2022。
- 5.臺南市政府文化局，圳流百年：嘉南大圳的過去與未來—真正改變臺灣這塊土地的現在進行式，2020。
- 6.農業部農田水利署，跟著工程師去旅行：你所不知道的嘉南大圳，2023。