

嘉南管理處

朴子溪渡槽工程得金質獎

節能減碳對策獲評選肯定

蔡榮興 徐富城 王建安 蔡玟媛 鄭琳榮

一、工程概況與挑戰

嘉南大圳北幹線4座渡槽，朴子溪渡槽位處最北端，肩負農業、工業與民生用水跨越河川輸水的重任，更是北嘉義地區東石、六腳、新港、民雄、溪口等5個鄉鎮8,502公頃良田(約17,600戶農家)之灌溉用水的樞紐(圖一)。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，為北幹線穩定供水及朴子溪河川治理需求，爰辦理「朴子溪渡槽改建工程」。

朴子溪渡槽自1930年完工營運迄今已近百年，期間因結構損壞於1980年改建1次，而本次改建工程不僅強化耐震、耐洪及耐久需求，更積極導入節能減碳與保育理念，從工程全生命週期之設計、施工及維護管理等各面向擬定相關策略目標，致力建構優質永續之公共工程。

工程主要項目為鋼構I型梁渡槽橋

圖一、北嘉義地區灌溉系統樞紐





圖二、工程平面配置圖

276M、上下游箱涵及座槽銜接工程、臨時導水路、綠美化及景觀平台等，工程平面配置如圖二。本工程於112年2月15日開工，歷時745日曆天，於114年2月28日完工。工程團隊包含設計、施工、生態等跨領域專業單位，投入創新工法與節能設計，達成減碳與施工品質的雙重目標。

## 二、節能減碳策略與設計思維

本工程規劃初期即導入多項節能減碳策略，以「循環材料、系統設計、節能規劃」為設計核心，涵蓋結構型式、施工工法、材料選用與後續維護機制，致力在工程生命週期中達成最大減碳效益。透過創新設計與高效施工方式，大幅降低建材使用與能源消耗，同時考量維修便利性與永續性，展現永續公共工程的實踐精神。其節能減碳策略具體作法如下：

### 1. 採用鋼構渡槽，重力送水減少耗能

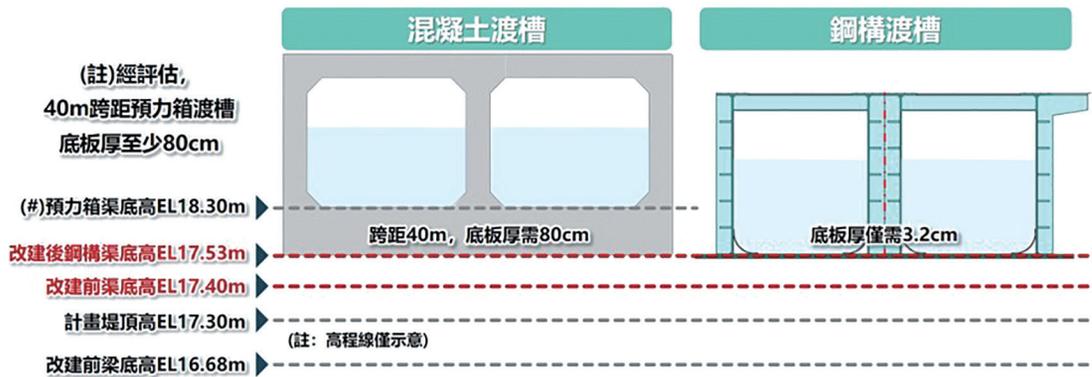
本案選擇鋼構渡槽，替代傳統混凝土結構，不僅減輕結構自重，縮短工期，也符合跨河建造物跨距需大於40公尺及耐震上的需求。鋼構底板厚度僅3.2公分(圖三、混凝土及鋼構渡槽梁底差異比較圖)，以最經濟方案維持重力送水功能，避免採加壓送水之營運耗能，估計每年可減少碳排85.52噸，100年生命週期可減少碳排達8,552噸。

### 2. 槽體兼作大梁，降低鋼材用量

朴子溪一代渡槽採水槽與主梁分離的桁架設計，本案改以鋼構I型梁，將槽體與主梁腹板整合，相較桁架設計，整體鋼材用量減少約177公噸，預估減少碳排428噸。(圖四、桁架渡槽(左)與鋼構I型梁渡槽(右))

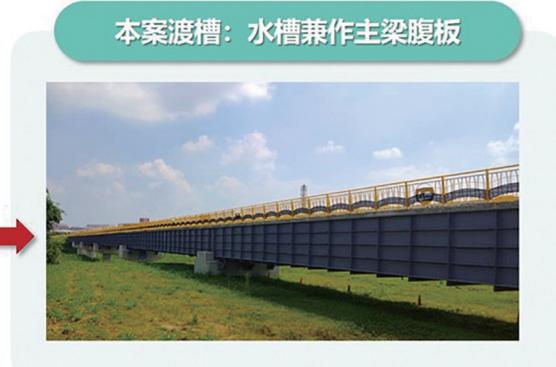
### 3. 減少基礎開挖，墩柱同步減量

經由結構計算，墩柱跨距可由原20公尺



圖三、混凝土(左)及鋼構(右)渡槽梁底差異比較圖

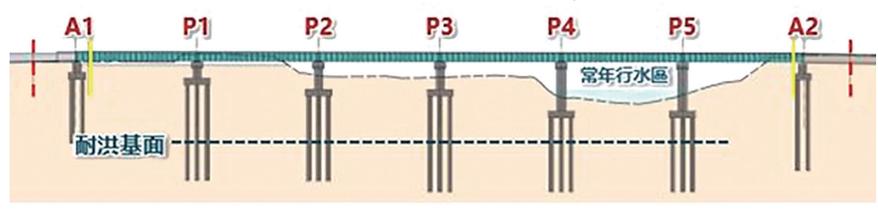
圖四、桁架渡槽(左)與鋼構I型梁渡槽(右)



增加至46公尺，落墩數量由原9座大幅縮減至5座，整體通洪斷面增加約47%，同時藉由墩柱沖刷模擬確認其耐洪能力符合設計需求；此外，透過河道歷史資料合理評估河川深槽位置，並考量河道擺盪及沖刷深度之影

響，配合整體地形環境，設計不同樁帽之深度(圖五)，可同時兼顧耐洪與施工安全，經核算基礎開挖量減少達3,928m<sup>3</sup>，墩柱混凝土減量313m<sup>3</sup>，整體減少碳排約156噸。

圖五、樁帽深度示意圖





圖六、鋼構採用「氟素樹脂」面漆



圖七、圓頭螺栓



圖八、鋼板截角R 3mm磨圓



圖九、扭斷型螺栓尾部磨圓處理

#### 4. 提昇防蝕效能，降低維護頻率

渡槽整體採用「氟素樹脂」面漆，該塗料具有高性能及高耐候性之特質，另圓頭螺栓、截角及(扭斷型)螺栓尾部磨圓處理等措施(圖六-圖九)。經評估維護週期由每5年延長至15年，百年生命週期可減少13次維護作業，預估減少碳排約112噸，降低維護作業所衍生的資源消耗。

#### 5. 預留頂升空間，簡化因應工項

結構設計時即於帽梁預留未來頂升作業空間(圖十)，無須再植筋施設托座，如有需

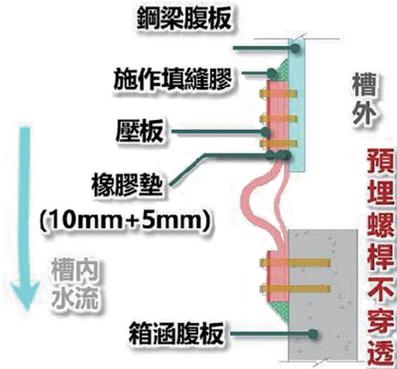
求可架設千斤頂直接進行頂升作業，減少材料、施工機具及車輛運輸之資源浪費，預估可減少碳排70噸。

#### 6. 國內首創工法，低碳創意作為

本工程渡槽長度276公尺，其中共有7處伸縮縫，如何避免漏水是一大課題。以往伸縮縫型式為槽內不鏽鋼板滑移，槽外設置橡膠，採螺栓穿透鋼版、構材及橡膠施以固定，穿孔處如處理不當，常有滲水情形。鑒於以往經驗，本次渡槽伸縮縫改採預埋螺栓，槽內施設兩層橡膠(圖十一)，因不穿透構材，可降低漏水機率，此工法更為國內首創，未來維護管理亦僅需於槽體內側更換



圖十、帽梁預留頂升作業空間



圖十一-1、渡槽伸縮縫示意圖



圖十一-2、渡槽伸縮縫施工

橡膠墊即可，較以往更安全且便利。新建渡槽於113年6月6日開始通水，迄今無漏水情形，整體成效良好。

## 三、工法節能與環境友善實踐

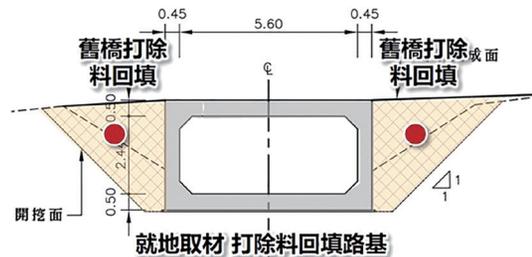
在施工階段，工程團隊導入多項節能與低碳工法，從材料來源、運輸距離、工法選擇到能源應用，均納入環保與節能考量。透過預製構件與標準化設計，有效縮短工期，並以就地取材、再利用、綠能導入與綠覆植栽等方式，減少建設過程對環境的衝擊，達到低碳施工與生態融合的雙重目標。具體作法如下：

### 1. 工期縮短提升效率

設計階段即考量墩柱、槽體標準化設計，所有基樁直徑、上構材料規格及下構材料規格統一尺寸，鋼板自動化切割，降低損耗。搭配高效率調度與模組化工法，整體施工節奏順暢，實際完工時間提前155天，大幅降低現場施工期間的能源消耗與碳排放，估算減少碳排達35噸CO<sub>2</sub>e。

### 2. 土方就地調配與回填再利用

工區全面推動土方平衡，無需外運土方達19,000m<sup>3</sup>，並利用舊橋拆除材料回填，減少棄土外運與廢料產生，降低碳排與處理成本。(圖十二)



圖十二、土方就地調配示意圖

### 3. 替代材料與在地供應

混凝土配比中採用飛灰爐石粉替代部分水泥，減少製程碳排，預估可降低碳排量814噸。混凝土材料選擇鄰近5公里範圍內之廠商供應，又臨時水路以箱涵取代原土方

填築臨時水路，有效減少土方使用，節省購土運輸所產生之，節省運輸碳排約42噸。

#### 4. 節能、導入太陽能供應電力

增加工務所及工具間遮蔭(圖十三)，加強通風、散熱，降低電扇及冷氣使用量。工區設置太陽能警示燈、交通改道告示牌及水位監測(圖十四-圖十五)，辦公室及工區照明系統使用節能LED燈(圖十六)，累積供電達17,055度電，預估可減少碳排10噸，兼顧安全與能源永續。

#### 5. 減廢再利用活化假設工程

工程保留臨時導水路(圖十



圖十三、工務所及工具間增加遮蔭



圖十四、太陽能交通改道告示牌



圖十五、太陽能水位監測



圖十六、節能照明系統



圖十七、臨時導水路位置



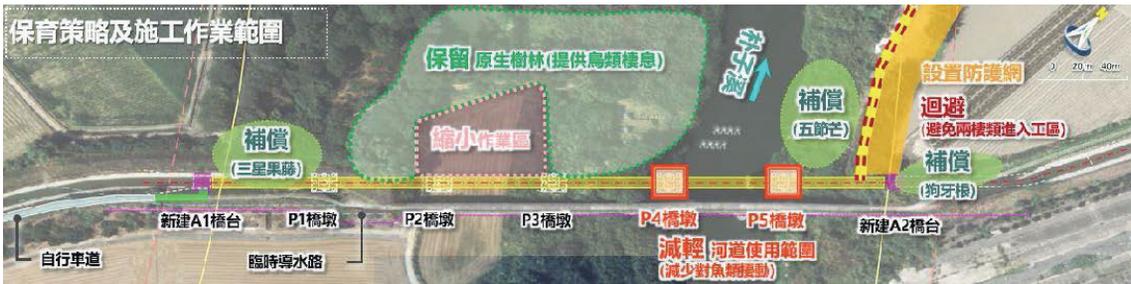
圖十八、景觀休憩平台



七)，改建為景觀休憩平台，串聯自行車道與水圳綠道，並設置景觀平台提供車友及在地居民休憩空間。渡槽景觀設計與當地新港媽祖文化及農村意象結合，讓民眾漫遊於人文風采之路。於平台種植狗牙根、羅漢松等，坡面採蜂巢網格鋪設，營造生態棲地，同時提升整體綠美化與生物多樣性。(圖十八)

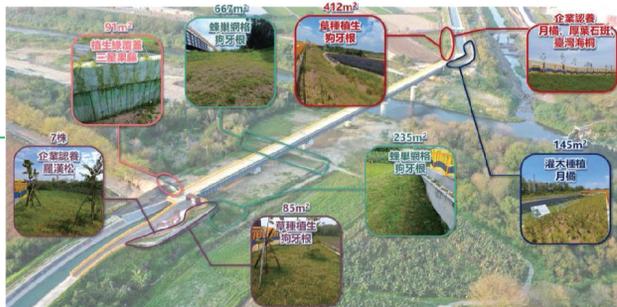
### 四、生態保育與植栽固碳

本工程自設計初期即納入生態檢核機制，辦理多項物種調查與環境評估，以減輕工程對當地鳥類、兩棲、魚類等棲地的影響。遵循「迴避、縮小、減輕、補償」四大原則(圖十九、施工中保育策略及施工範圍圖)，於



圖十九、施工中保育策略及施工範圍圖

圖二十、本工程綠覆範圍及面積



施工階段採取多項具體作法，包括深槽區不設橋墩、設置洗車台與防塵網，以控制空氣及水土污染；並設置鳥禽棲架與蝙蝠屋，提供棲息空間，減少棲地流失風險。此外，工程縮小作業區域，盡量保留既有原生樹林，並於坡面與綠地廣泛種植原草種，增加綠覆率，達成美化景觀與生態營造的雙重功能。全區綠覆總面積達3,238平方公尺以上(圖二十、本工程綠覆範圍及面積)，具備良好固碳能力，初估每年可吸收約1,657公斤二氧化碳，累積效益隨植栽成熟與生長年限而增加。此舉不僅提升工程對自然環境的友善程度，也符合碳中和與氣候調適的永續發展趨勢。

命週期碳排放，100年全生命週期漸少碳排量為10,219噸，並兼顧景觀、生態與後續維護，實踐公共工程與自然環境共榮共存的目標。這不僅是一座橋梁的重建，更是一項讓全民共享成果、通往綠色未來的重要實踐。(圖二十一、渡槽完成圖)

(本文作者均任職農業部農田水利署嘉南管理處) ■

圖二十一、渡槽完成圖



## 五、結語

朴子溪渡槽改建工程展現公共建設的全方位創新，面對氣候變遷與水資源挑戰，以創新思維結合最新技術，強化農業用水的穩定性。工程透過系統性減碳策略、低碳工法與友善環境設計，有效降低全生