

The Design of unsymmetrical steel tied-arch bridge of the reconstruction of Sanxia Chang-fu bridge

三峽河長福橋改建之不對稱斜索鋼拱橋設計

薛汶¹ 劉育明² 吳明興³ 黃茂松⁴

摘要

三峽河長福橋因現況防洪標準不足造成通洪斷面瓶頸，經濟部水利署第十河川局 108 年 10 月「三峽河治理規劃檢討」報告列為優先改建橋梁。長福橋改建橋型以本區地理環境特色『鳶山』為發想，採大小不對稱斜索山形拱橋，猶如老鷹展翅高飛，象徵新北三峽繁榮發展，跨徑配置採兩跨 93.7m+48.5m，拱高分別為 25m 及 14m，為符合地方橋面高程不抬高之期待及計畫堤頂高需求，利用拱索配置壓低梁深至 1.8m，並河道內落墩減少為一處增加通洪面積。本文分享此特殊幾何造型及結構系統，說明橋梁規劃考量、設計重點，期與工程界分享經驗及未來類似工程之參考。

關鍵詞：三峽河長福橋改建、不對稱斜索鋼拱橋

一、前言

三峽河長福橋因現況防洪標準不足，梁底高程低於計畫堤頂高程，右岸橋台侵入河川治理計畫線內，造成通洪斷面瓶頸，曾於蘇拉颱風（2012）、蘇迪勒颱風（2015）發生兩次溢淹情事，經濟部水利署第十河川局 108 年 10 月「三峽河治理規劃檢討」報告列為優先改建橋梁，且長福橋完工至今已 30 年載，原規劃為車行橋，為負荷車載結構量體大，視覺感受笨重。期透過橋梁改建暨周邊環境營造以符合防洪需求兼為地區帶來都市更新、創建新地標，提升當地觀光發展、活絡地方經濟、人文活動、串聯既有河濱自行車道系統，健全當地居民運動休閒空間。



圖 1 三峽河長福橋址



圖 2 三峽河長福景觀橋橋型模擬示意圖

¹ 林同棧工程顧問股份有限公司 結構工程師 (wsyue@tylin.com.tw)

² 林同棧工程顧問股份有限公司 結構部技術經理

³ 林同棧工程顧問股份有限公司 結構部經理

⁴ 新北市政府水利局 河川工程科科長

二、整體規劃考量

三峽河長福橋改建之規畫構想概要說明如下：

1. 以防洪安全為目的進行橋梁改建。
2. 傾聽地方居民意見及訴求，達成三大共識：原橋址改建、橋面不抬高、不正衝祖師廟。
3. 透過鮮明意象之景觀橋梁，形塑三峽新地標，提升當地觀光發展。
4. 配合長福橋改建工程進行周邊區域之整理及環境營造，串聯現有景觀資源，完善三峽河兩岸休憩空間與動線。

三、橋型配置概述

本工程景觀橋跨越三峽河，為連結兩岸居民及遊客的主要人行通道，也是周邊居民活動舉行及聊天休憩的重要場域。主橋長142.2m，橋型採「不對稱斜索鋼拱橋」，2跨分別長93.7m和48.5m，兩拱高約25及14m，拱肋深度亦採3.2~1.85m變化，橋寬為15~25m，提供足夠之橋面空間。整體主橋採大跨徑配置及輕量化的結構，以減輕對三峽河通洪排水功能之影響。橋梁兩端配合長福橋改建，一併重新設計牽引道、引橋橋面及樓梯，完善整體動線。

橋面結構採用三箱梁可增加橋梁勁度及抗扭性，降低柔性結構易產生的振動現象，大梁深1.8m，每隔約3m以橫梁連結。主橋拱肋結構為鋼箱形梁斷面，兩拱與主梁線形斜交交會於P1橋墩、立面為山型於跨中以弧角交會，配置主拱16條、次拱12條斜索連結橋面鋼箱梁結構，A1橋台端因區域條件限制，端部以端橫梁及繫梁銜接主梁，A2橋台端直接錨碇於基礎。拱結構及橋面結構平面圖如圖3所示，拱橋立面圖如圖4所示。

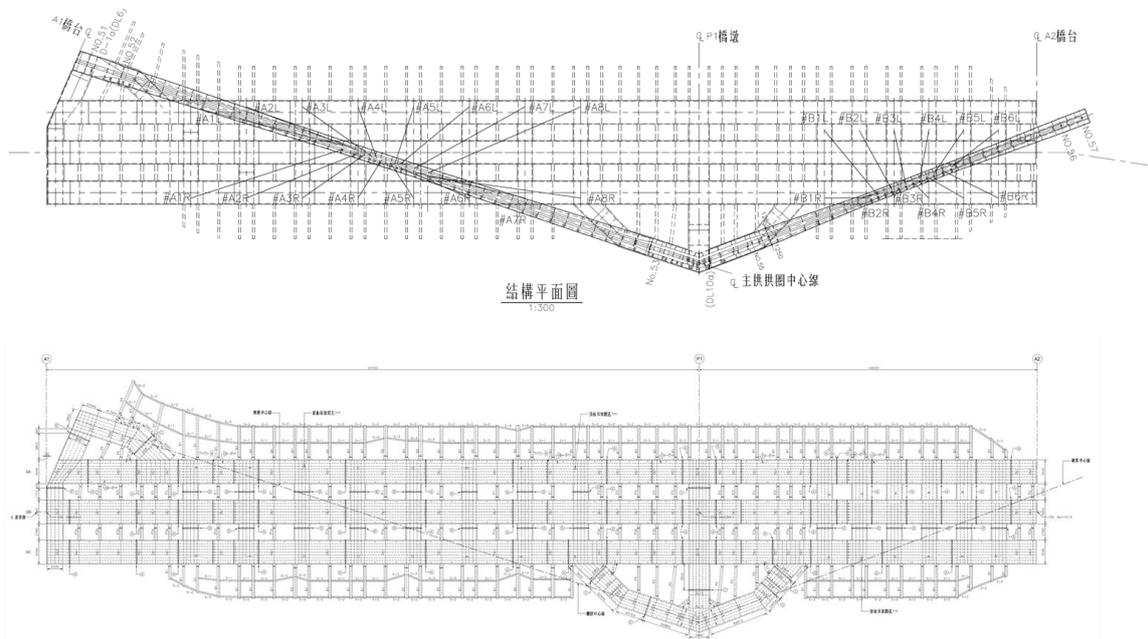


圖3 拱結構及橋面結構平面圖

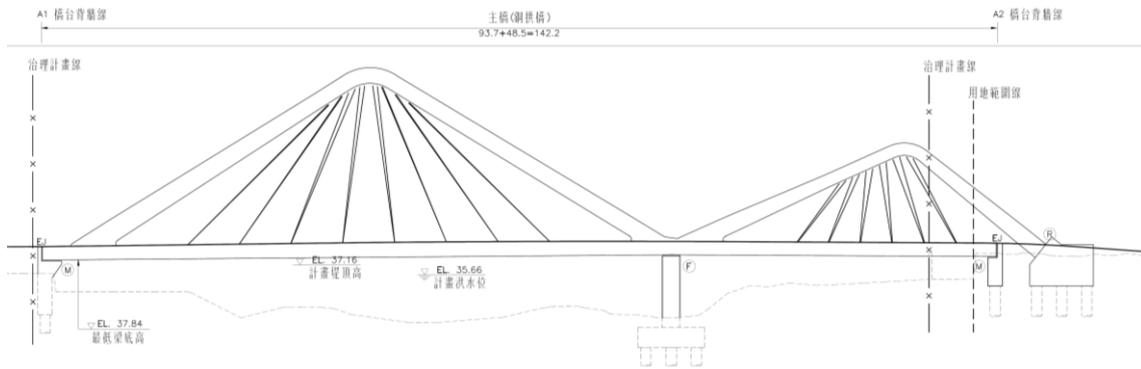


圖 4 拱橋立面圖

四、結構分析設計

4.1 結構系統特性

下路式繫拱(Tied Arch)橋梁型式乃藉由拱體承受壓力，主縱梁承受拉力以平衡外力作用，具備有高結構效率，三峽長福景觀橋即為此橋型之延伸。基於整體造型考量，配置不對稱斜拱，藉由主次跨高低拱以吊索懸吊橋面鋼梁構成全橋勁度骨幹。為符合地方橋面高程不抬高之期待及計畫堤頂高需求，利用拱索配置壓低梁深至 1.8m，橋面結構藉由端橫梁及繫梁系統銜接主梁傳遞拉力外也對主梁造成側向彎矩；主次拱因斜索及斜交配置，除承受壓力外尚須承受雙向彎矩，故景觀橋之主梁及鋼拱須具有足夠之斷面強度與挫屈穩定性，人行橋也應進行振動舒適度評估係本橋設計關鍵重點。

三峽河長福景觀橋使用 Midas Civil 2018 進行結構分析，建立之立體模型如圖 5 所示。

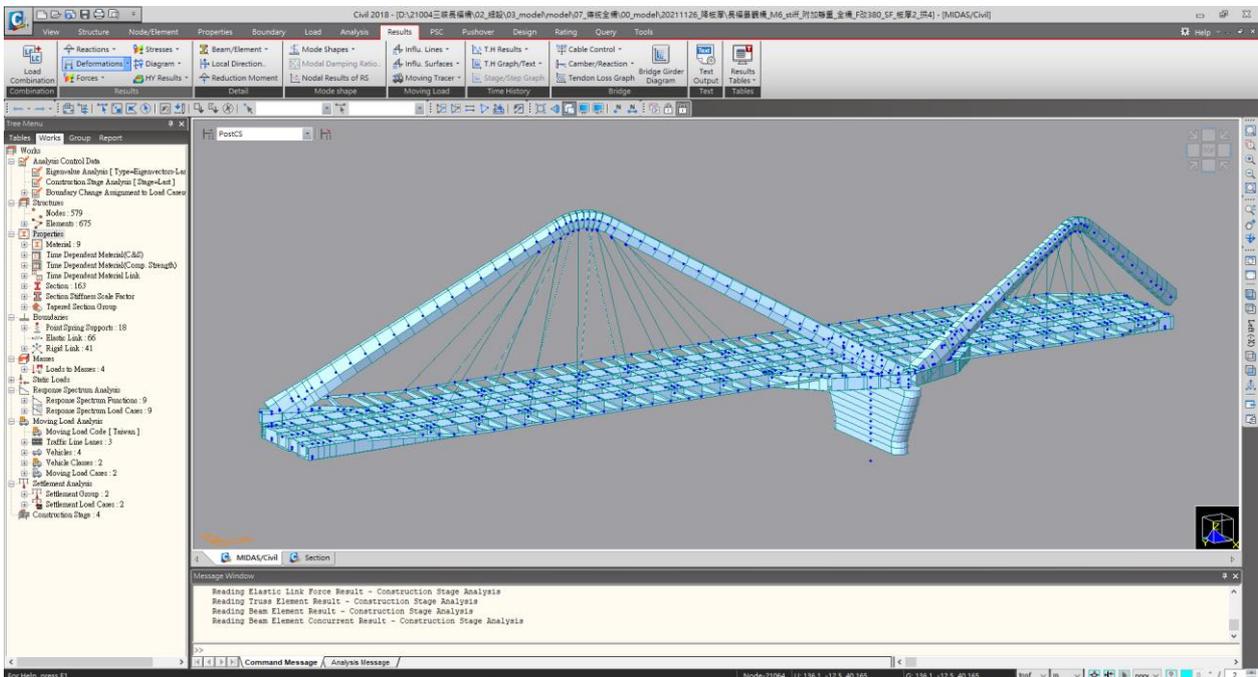


圖 5 橋梁立體結構模擬圖

4.2 吊索形式及設計

本橋採兩拱山形搭配斜索象徵老鷹展翅之意，吊索最大標稱長度約 32m，採用單根熱擠高密度聚乙烯(HDPE)護層之鍍鋅鋼絞線，併攏後扭絞成束，且在其外熱擠包覆 HDPE 外套管護層，HDPE

外套管係雙色雙層同時射出完成，外套管並具抗風雨震之截雨線功能，施力端錨處以螺牙及螺母型式配合千斤頂進行施拉或放鬆調整作業。本橋主跨主要受力之三對索採用 31T-15.2mm ψ 之鋼絞索，最大設計載重包含初始預力約 310tf，破斷強度至少 800tf，其餘索採用 9T-15.2mm ϕ ，安全係數皆大於 2.2。

吊索主要將橋面載重傳遞至鋼拱，上端以眼桿(Eye Bar)穿樞軸(Pin)吊掛於拱下層主鋼板，下端延伸入主箱梁內錨碇，可於吊索底部錨碇端施加預力，藉以調整結構桿件內力分佈，吊索預力施拉作業應依據各階段施拉步驟進行鋼拱橋各構件之應力檢核，確保鋼梁及鋼拱之應力在施工架設至完工啟用後皆能承受所有設計載重。

4.3 鋼拱橋結構設計

本橋結構系統特性鋼構材除承受縱向彎矩外，尚有軸向力及側向彎矩，其斷面應力分析應組合三向應力作檢核，並進行人行橋震動舒適度評估。

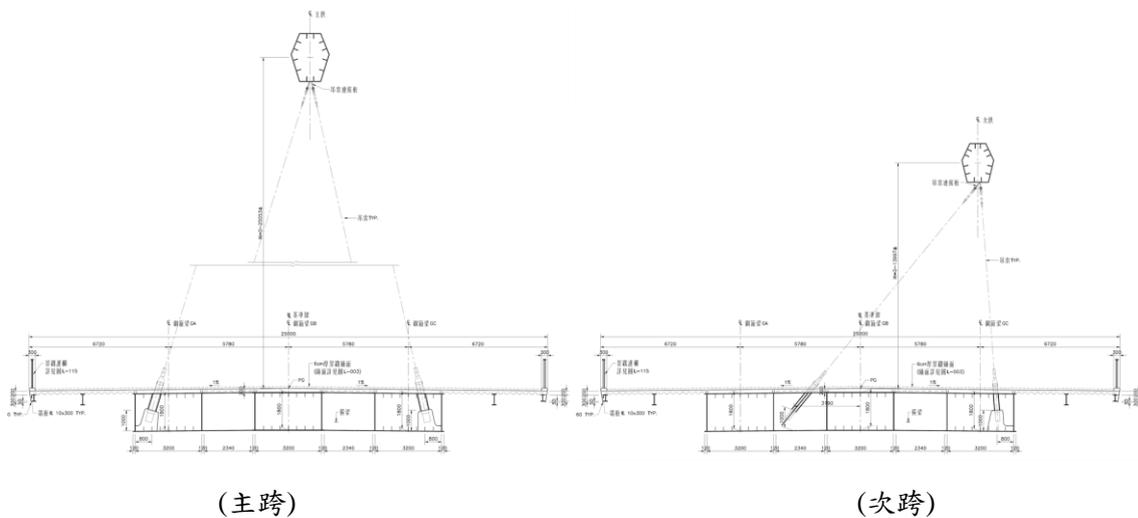


圖 5 標準斷面圖

五、結論與建議

三峽河長福景觀橋已完成細部設計，不僅提升防洪標準，維護市民通行與居住安全，其結構系統及特殊造型具備橋型創新之指標性意義，可提升清水祖師廟、三峽老街區域觀光效益與品質。改建後之景觀橋也提供大空間平台做為廟埕之延伸，進一步活絡商圈發展與地方再造，提升市民休憩運動之樂趣，打造新北大河願景幸福水岸新亮點。

參考文獻

1. 交通部，「公路橋梁設計規範」，民國 109 年 1 月。
2. 交通部，「公路橋梁耐震設計規範」，民國 108 年 1 月。
3. HiVoSS (2008), "(Human induced Vibrations of Steel Structures): Design of Footbridges–Guideline".