



# 寧靜的舞者： 從永續觀點看淡江大橋

周南山／中國土木水利工程學會工程永續與環境美學委員會 主委、國立臺灣大學土木工程系 兼任教授

淡江大橋即將通車，引起廣大注目。這幾天開放日，每天都有約十萬民眾去瞧橋。

淡江大橋可能是近三十年來最受矚目的公共工程，也是繼雪山隧道之後，困難度最高的工程之一。在台灣眾多重大公共工程之中，淡江大橋無疑是一項兼具技術突破與人文意涵的永續工程代表作。

## 永續土木工程十大指標

若以劉泰儀博士、陳柏翰教授與筆者（2019）所提出之「永續土木工程十大指標」加以檢視，包括**工程效益**、**工程安全與可靠度**、**減碳**、**生態保護**、**節能**、**減廢**、**工程耐久性**、**景觀**、**人文**以及**創新**十大面向，

淡江大橋幾乎全面達標，尤其在工程效益、景觀、人文方面，更可謂表現卓越、令人驚艷。

從技術言，它突顯了台灣橋梁設計理念和施工能力的一次躍升。然而，若僅以交通建設視之，仍不足以說明其真正價值。更重要的是，它在工程實踐中如



淡江大橋連結淡水與八里，交通及觀光效益顯著。

何回應「永續」這一時代命題，從施工、設計到景觀與維護，皆展現出工程與自然、人文之間深層的對話。

## 設計及施工團隊

淡江大橋其造型概念由 Zaha Hadid Architects (ZHA) 提出，結構設計與監造則由中興工程顧問團隊負責，並結合德國橋梁專家 Leonhardt, Andra and Partner (LAP) 加以深化，最終由工信工程股份有限公司完成施工。

筆者曾擔任中興工程顧問公司總經理，但中興團隊得標時，我已退休，因此無緣參與，但與有榮焉。在橋梁施工期間曾經帶領中央大學研究生前往現場學習圍堰施工，也曾二度前往淡江大橋願景館參訪，前幾天更親臨現場走完全橋。

下面是筆者對於淡江大橋符合永續土木工程指標的一些觀察與淺見：

### 永續指標之一：工程效益

#### 連結淡水與八里的捷徑

連接淡水區與八里區，為省道台 61 線（西部濱海快速公路）最北端的路段，並同時承載輕軌、公車、機車、自行車和人行道專用道。預期可舒緩原有之關

渡大橋與淡水區南進臺北市及板橋等城鄉的交通流量，串聯桃園航空城、臺北港、北海岸，且帶動淡海新市鎮、八里區與臺北港發展。

### 永續指標之二：創新

#### 世界最長之單塔不對稱斜張橋

主橋採用長跨徑單塔斜張橋 (Cable-Stayed Bridge) 配置，為世界最長之單塔不對稱斜張橋，設計與施工難度極高。在當初國際競圖評選中，多數團隊採雙塔斜張橋方案，然而雙塔可能對「淡江夕照」此一台灣重要景觀資產造成遮蔽或干擾。中興團隊選擇單塔設計，並透過精密分析，確認在一年四季不同時段均不致遮擋夕陽，因而獲得評審委員高度肯定。事後證明，此一決策不僅在工程上可行，更在景觀上達到與自然相互輝映的效果。

這一關鍵選擇顯示，現代工程已不再只是技術判斷，而是對自然與文化價值的回應。

### 永續指標之三：人文

#### 雲門舞者的旋律

在現場觀察中，筆者印象較深的是橋面燈柱與斜張索之間的關係。燈柱與傳統橋梁不同，不是直立，而是傾斜且與鋼索平行排列，避免交錯干擾，使整體視覺極為純淨。隨著鋼索角度變化，形成節奏與律動，



淡江大橋採用單塔不對稱斜張橋，橋塔不致於遮蔽或干擾夕陽。

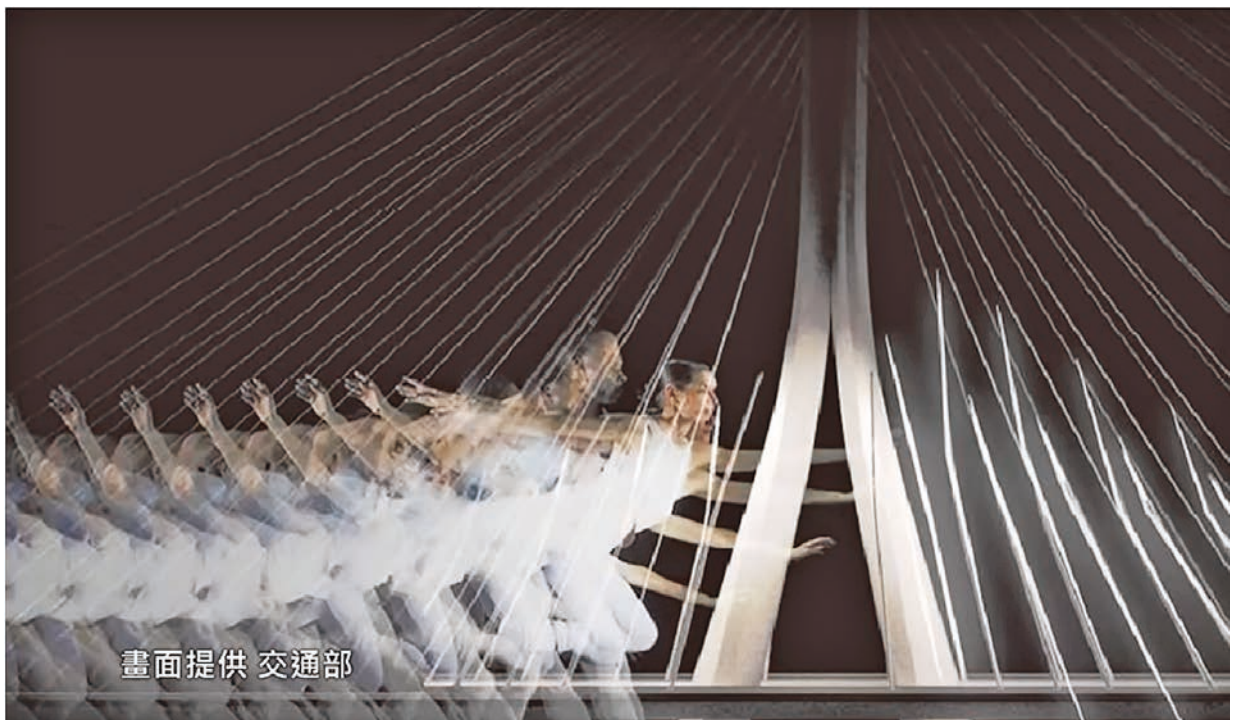
彷彿呼應雲門舞者的舞動旋律。主塔則呈現一種靜謐而內斂的姿態，如同一位在河口迎風而立的舞者。力學在此轉化為人體藝術，結構亦成為舞蹈的延伸。

淡江大橋之所以廣受矚目，亦在於其文化意涵。橋址鄰近雲門劇場，即雲門舞集所在地。雲門舞集長期

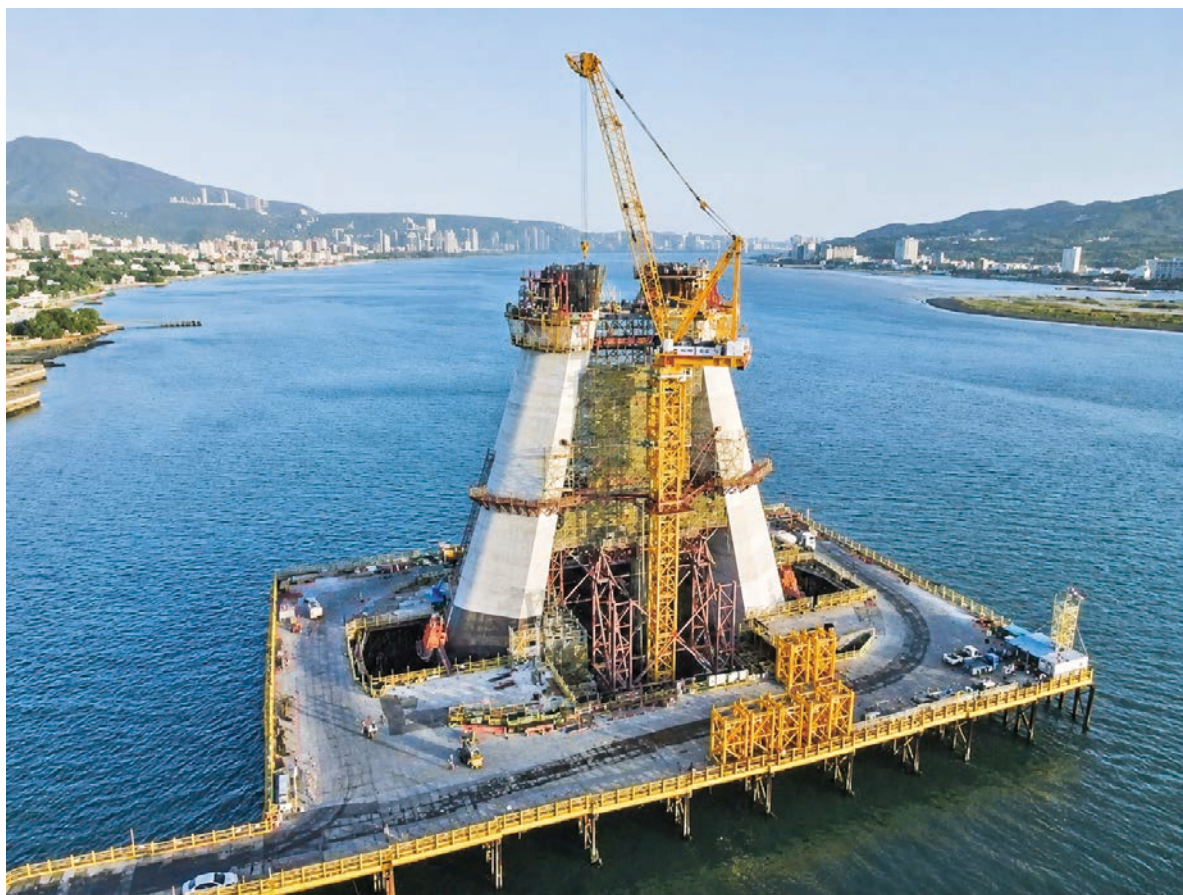
強調身體與自然之間的關係，其舞蹈語彙充滿張力、流動與平衡。這種精神，在橋梁設計中得到具體轉化。主塔與斜張索構成一種動態平衡的姿態，宛如舞者的身體延展；鋼索與燈具的節奏排列，則如舞蹈中的韻律與呼吸。工程結構在此超越功能，成為一種文化表達。



燈柱與傳統橋梁不同，不是直立，而是傾斜且與鋼索平行排列。



隨著鋼索與燈柱角度變化，形成節奏與律動，彷彿呼應雲門舞者的舞動旋律。



圍堰工程施工困難，也是主塔的基礎。

#### 永續指標之四：工程減災與可靠度 高難度的圍堰施工

從工程本質來看，淡江大橋最大的挑戰並不僅在上部結構，而在基礎工程。橋址位於淡水河口，地層為厚層沖積土，承载力不足，加上潮汐變化劇烈、水流沖刷頻繁，使水中施工極為困難。為建立橋墩，施工團隊需設置圍堰，將河水隔離並抽乾，形成乾式作業空間。然而，在此類河口環境中，圍堰須同時承受水壓、流速衝擊以及滲流與沖刷的複合作用，施工風險極高。

面對這些挑戰，工程團隊採取多重對策，包括使用雙層鋼管樁構築高強度圍堰結構，結合止水接頭與灌漿技術降低滲漏；於圍堰外側設置拋石護床以防沖刷；並透過分段施工方式減少一次性風險。此外，施工期間亦持續進行水位、變形與濁度監測，以確保工程安全與環境影響控制在可接受範圍內。這些措施顯示，現代基礎工程已不再只是結構問題，更是環境管理與風險控制的整合體現。

#### 永續指標之五：碳排 單塔及窄梁降低隱含碳

完成艱難的基礎施工後，橋梁本體設計更展現其永續價值。單塔斜張橋可大幅減少水中橋墩數量，使主跨得以跨越主要航道，不僅有利航運安全，也降低對水流與河床的干擾。從結構角度而言，斜張橋透過斜索將荷載直接傳遞至主塔，使梁體得以減薄，材料用量降低，亦即隱含碳排放隨之減少。這種設計不僅有效率，更符合低碳工程的發展方向。

#### 永續指標之六：景觀 夕陽光影的載體

從景觀角度觀之，較薄的梁體與簡潔的結構線條，使橋體在夕陽餘暉下顯得輕盈而不突兀。工程在此不再是主體，而是成為襯托自然的媒介。

更具深意的是，橋梁設計刻意避免遮擋淡水夕照。透過單塔配置與精準定位，使橋塔不落於主要觀景軸線之上，保留完整的日落景觀。當夕陽西下時，

橋體反而成為光影的載體，與天空與水面共同構成一幅流動的畫面。工程不再干擾自然，而是融入自然，這正是景觀永續的核心精神。

### 永續指標之七：生態

#### 淡水河口的棲地保護

在生態層面，淡江大橋亦展現環境意識。淡水河口為重要生態棲地，包含魚類洄游路徑與水鳥活動區域。橋梁設計透過減少橋墩數量、控制施工濁度、避開敏感時期施工，以及降低夜間光害等方式，減少對生態系統的影響。這顯示現代工程已從「避免破壞」進一步邁向「與自然共存」。

### 永續指標之八：耐久性

#### 錨定防蝕與橋梁結構健康監測系統

然而，對於一座位於海口附近的斜張橋而言，真正的考驗往往發生在完工之後。鹽分環境中的氯離子，會對鋼材造成長期腐蝕，尤其斜張橋的關鍵構件，即斜索與錨定系統，更是維護的重點。錨頭區域因承受最大應力，一旦發生腐蝕或劣化，將直接影響整體結構安全。近年來發生多次的橋梁破壞案例，如蘇澳港大橋即因錨頭腐蝕而倒塌。因此，淡江大橋在設計上必須採取多重防護措施，包括使用鍍鋅鋼絞線、外覆高密度聚乙烯（HDPE）護套、內填防蝕油脂，以及設置密封錨頭與除濕系統等。透過控制內部濕度與隔絕外界水氣，可大幅延緩腐蝕速率。

此外，橋梁亦配置結構健康監測系統，持續追蹤索力、振動與環境變化。從永續工程的觀點來看，「可維修性設計」與「長期監測」的重要性，甚至不亞於初期設計本身。唯有能在百年尺度中持續安全運作的結構，才真正符合永續的意涵。

淡江大橋之設計年限為 120 年。本橋是世界最長的不對稱單塔斜張橋，因為不對稱的關係，兩側受力不同，每根鋼索承受的張力也都不一樣，且可能受到車輛載重、超強地震及材料的腐蝕與疲勞而發生變化。但本案都經過詳細的設計與嚴格的施工監造，且編列了維護預算，加上在淡水端設置了橋梁管理中心進行長期監測，相信它的耐久性應該可以超過設計年限。


### 結語：

#### 永續、工程、自然與人文之間的深層對話

綜合而言，淡江大橋的價值，在於它同時回應了多重層面的需求：它是一項高難度工程，成功克服河口施工挑戰；是一座高效率橋梁，兼顧結構與減碳；是一件公共藝術，融入舞蹈與文化；也是一種景觀承諾，讓夕陽成為主角。從工程到人文，從理性到感性，淡江大橋展現出當代土木工程新的可能。

或許可以這樣說：淡江大橋不只是跨越淡水河的一座橋，而是在夕陽與海風之下，靜靜佇立的一位舞者。它所連結的，不只是兩岸的交通，民眾的熱情，更是永續、工程、自然與人文之間的深層對話。

### 參考文獻

1. Liu, T.Y., Chen, P.H., and Chou, N.S. (2019). "Comparison of Assessment Systems for Green Building and Green Civil Infrastructure." Sustainability 2019, 11, 2117. 

#### 淡江大橋工程 小百科

淡江大橋工址：台灣新北市淡水河出海口

計畫目的：• 連接淡水與八里交通

• 紓解關渡大橋交通壓力

• 串聯台 61 線（西濱快速公路）

橋型：單塔不對稱斜張橋

建築材料：鋼（橋梁）、鋼筋混凝土（橋墩）

全長：920 公尺

寬度：44~71 公尺

高度：211 公尺

最大跨度：450 公尺

跨數：6

橋下淨空：20 公尺

車道數：4+2，設有大眾運輸專用道（先期為公車專用道，遠期按需求轉為輕軌線道）

設計壽命：120 年

開工日期：2019 年 2 月 23 日

正式通車：2026 年 5 月 12 日

#### 淡江大橋及其連絡道路 5k+000-7k+035 新建工程

主辦機關：交通部公路局北區公路新建工程分局

督導單位：交通部公路局北區公路新建工程分局第三工務段

設計單位：中興工程顧問股份有限公司

監造單位：中興工程顧問股份有限公司淡江大橋監造工程處

承攬廠商：工信工程股份有限公司

建築設計：Zaha Hadid Architects