

臺東地區野溪治理預鑄工法 之運用及實證

黃勝頂¹ 張清晏¹ 柯燦堂¹



摘要

為能有效解決生態議題及職業安全的困境，在工程執行中「組合式預鑄單元」係較能達到該兩大策略的方向；考量預鑄工法可於工廠進行大量生產，且可達到控制品質與成本之特色，開展一連串預鑄工法的設計及應用。盤點過去設計的相關預鑄工法，挑選最具代表性塊體向經濟部智慧財產局申請專利證書，透由RC箱預鑄工法相關工程之現地案例及多年觀察結果，初步確認預鑄工法在臺東地區野溪護岸施作使用之安全防護可行性。

Precast modular construction can easily solve ecological problems and ensure occupational safety. Modules are built in the factory so that their costs and quality can be easily ensured. The most representative construction method chosen from the existing ones was used to apply for a patent from the Intellectual Property Office under the Ministry of Economic Affairs. Actual construction examples and observations confirm that precast modular construction can indeed ensure safety in building embankments for wild creeks in the Taitung area.

| 註1：農業部農村發展及水土保持署。

一、預鑄工法設計之緣起與發想

農業部農村發展及水土保持署（簡稱農村水保署）臺東分署於臺東地區扮演水土保持守護角色，而地區內因地質複雜且位處面臨颱風侵襲首當其衝的位置，要能完全避免土砂災害實屬不易。近來面對氣候暖化及海平面上升所造成對環境的衝擊，已非人定勝天所能將土砂災害解決的思維，

而應該回歸到人類對於環境如何共存共榮、如何友善環境以及治理對策是否符合土地正義等新思維，才能在保障人民生命財產安全的同時又能透由土砂治理使環境永續發展。

另外，以往大量工程施作為主要的業務型態，經常所面臨的考驗為施工者在工程興建時的職業傷害。而為能有效解決生態議題及職業安全的困境，冀希藉由發展創新工法，同時能



圖1. 農村水保署臺東分署預鑄塊體設計成果圖。

對環境生態的尊重以及對施工人員的安全重視，使農村水保署臺東分署成為臺東地區「營造溪流環境永續及施工場域友善」的領導品牌，故在多年的護岸工程執行中，認為目前具有多孔隙、高品質及穩定結構的「組合式預鑄單元」係較能達到環境友善及職業安全兩大策略的方向。因此，預鑄工法現階段是營造業職業安全推動的重點，對於公部門而言亦是一種能夠在水土保持安全防護前提下，有效提供溪流生態及考量施工者安全的解決方案。

二、專利預鑄塊體歷程說明與應用介紹

於2001年代開始順應當代推行生態工法的風潮，且考量預鑄工法可利用於工廠進行大量生產達到品質保障與成本降低之特色，開啟一連串預鑄工法的開發設計及應用。本文盤點出過去設計的相關預鑄工法原型，透由3D列印方式將工法展現（圖1），而於歷年相關塊體中，挑選最具代表性的5種護岸塊體，以農村水保署臺東分署名義於2019年及2021年向經濟部智慧財產局申請共4張專利證書，以下針對專利塊體做相關說明。

（一）預鑄RC箱

本塊體之設計構想係考量傳統重力式護岸作為邊坡滑落防護時，完全覆蓋邊坡面導致邊坡土壤中的水壓力較不易滲

出，同時妨害原生植物的生長，對生態環境及水土保持造成負面影響。而RC箱因設計中空環狀具有植生空間，其排水孔設計除可維持原有生態及綠化環境，亦可引導水流提升排水性，進一步減少邊坡地的水土流失。而在引導水流的過程中，利用要排出的水補助灌溉該植生空間中的植物，可算是一舉兩得的設計功效（圖2）。

而在組裝概念上，本預鑄單元特色為前後端具有凸部及凹部的端部設計，而於連接鄰近的2座預鑄單元時該凸面及凹面可互相貼合連接，係具有簡單相嵌合的功效；在塊體側向均設有連接孔且兼排水功能，可搭配利用螺桿或鋼索使鄰近的本體能更緊密地結合來

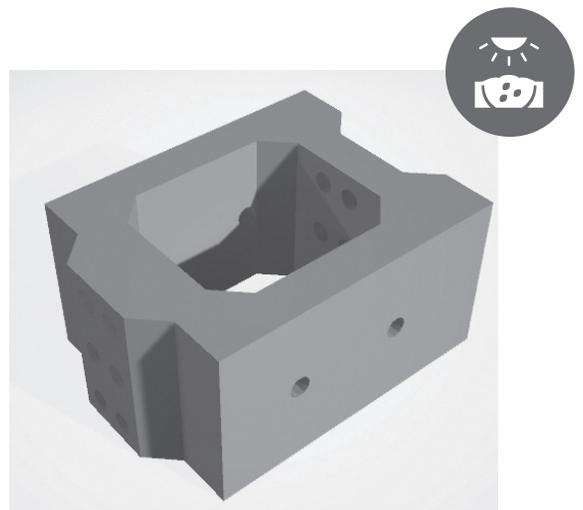


圖2. 專利塊體——RC箱3D列印圖。

提升結構強度；相關的代表作品有東河鄉羊橋整治二至四期及蘭嶼鄉天秤颱風災害復建等工程。

(二) 文武塊

本塊體之設計構想係河岸本身為避免河水沖刷而逐漸被掏空，係會鋪設護岸塊，當水流衝擊時可以分散並吸收河水的衝擊力；本件設計為河岸之護岸以X型預鑄塊堆疊方式施作，為改善護岸塊彼此的咬合力不足之疑慮，以夾角 $115^{\circ} \sim 125^{\circ}$ 方式的設計，可以使彼此所承受之衝擊力道朝斜方向散出，藉此提升分散衝擊力的效率（圖3）。另外，在X型往上方堆疊延伸時，二延伸體分別具有一C型預鑄塊抵接端形成抵接面，該抵接面於該抵接端之夾角則設

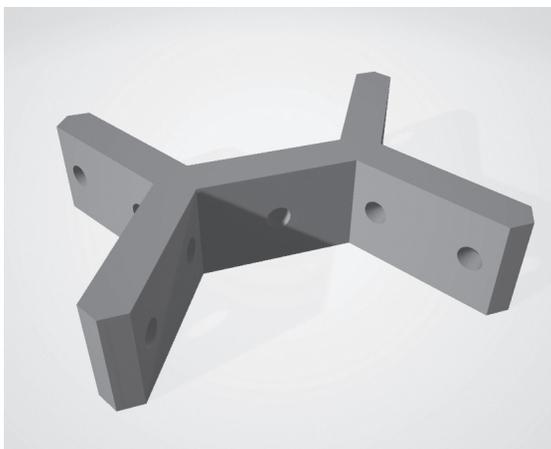


圖3. 專利塊體——X型文武塊3D列印圖。

計為 120° ，如此可以藉由抵接端之抵接面穩固貼抵於護岸塊之延伸體，具有提升護岸塊堆疊之穩定作用（圖4）。

而在組裝概念上，各護岸塊之開口為相對位設計，藉此以順暢導引水流具穩固護岸塊架構之作用，開孔位置亦可利用鋼索或貨用布繩加以連結，使可形成具有穩固連結的護岸塊網，得運用於河岸護岸工之組裝設計；相關的代表作品有紅葉紅谷橋下游災修工程、長濱寧埔溪護岸基腳工程及森永五福谷溪護岸工程等。

(三) L型預鑄塊

本塊體之設計構想係承襲前述X型預鑄塊水流衝擊時可以分散並吸收河水的衝擊力的概念，本件設計為河岸之護

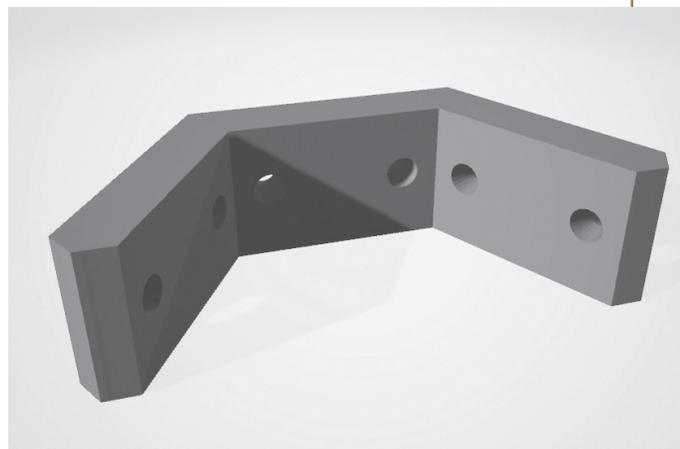


圖4. 專利塊體——C型文武塊3D列印圖。

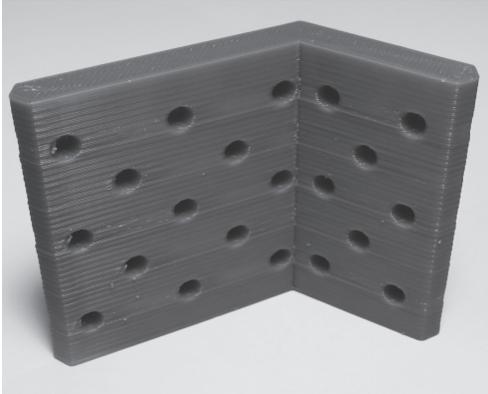


圖5. 專利塊體——L型預鑄塊3D列印示意圖。

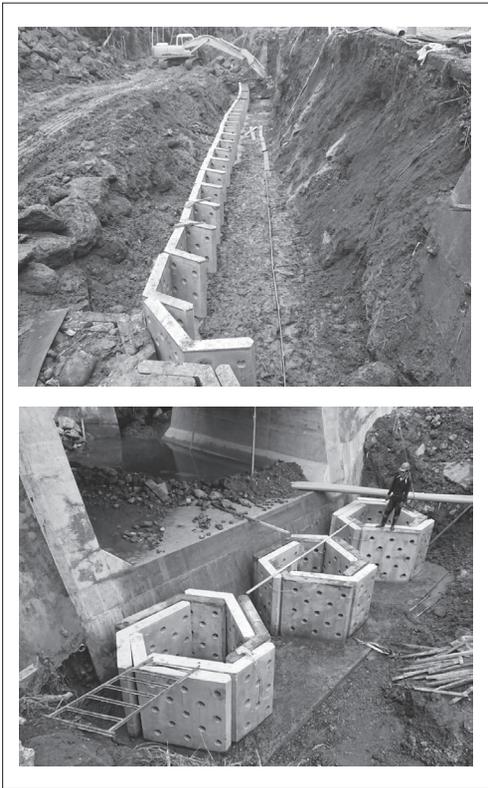


圖6. L型預鑄塊運用於護岸基礎及保護工實景圖。

岸、護岸基礎及保護工等3處均全面採用L型預鑄塊垂直堆疊方式施作(圖5、圖6)，除改善護岸塊彼此的咬合力不足之疑慮，以夾角 115° ～

125° 方式的設計，可以使彼此所承受之衝擊力道朝斜方向散出，藉此提升分散衝擊力的效率以外，更能以單一開發塊體方式同時改善護岸工、護岸基礎以及基礎保護工三者分開開模的繁複程序。而在組裝概念上，各護岸塊之開孔位置亦可利用鋼索或貨用布繩加以連結，使可形成具有穩固連結的護岸塊網，得運用於護岸工及護岸基礎之組裝設計；另外各塊體之開口為相對位設計做連結，藉此以順暢導引水流具穩固塊體架構之作用，充分運用在基礎保護工的施作，在完成填土後可作為彼此緊密結合之塊體群保護措施；相關的代表作品有長濱鄉大俱來安全排水改善工程。

(四) 蜂巢塊

本塊體之設計構想係嘗試改善前述C型預鑄塊及L型預鑄塊在組裝為基礎保護工時，施工上的繁複性以及塊體的結構安全性，透過學習自然界六角形蜂巢的形式，除考量設計中空環狀具有植生空間，其排水孔設計除可維持透水性，且亦可引導水流提升排水性(圖7、圖8)。而在組裝概念上，因模仿蜂巢形式，可利用六角形幾何方式任意垂直緊貼排放，有

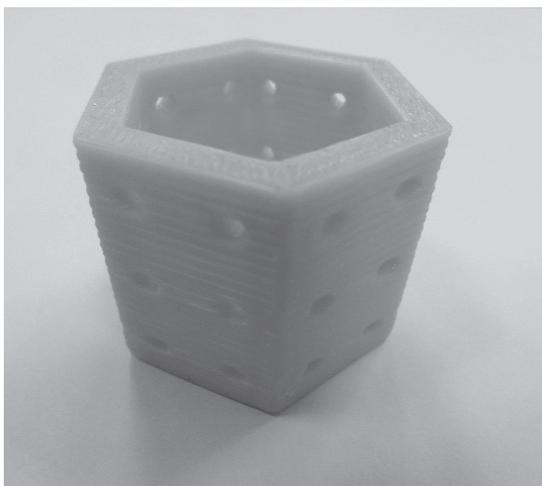


圖7. 專利塊體——蜂巢塊3D列印圖。



圖8. 專利塊體——蜂巢塊現地實做圖。



圖9. 蜂巢塊體大量製造空拍圖。

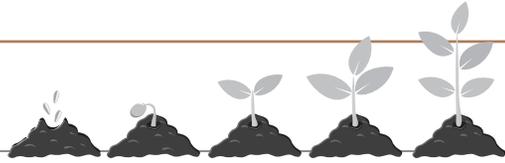


圖10. 蜂巢塊體運用於基礎保護工實景圖。

其排列便利性的優點且結構一體性使塊體更加穩固。另外，透過塊體間落差式的排放，產生不同的灘瀨流況，對於具有常流水之河流環境可營造出多樣棲地（圖9、圖10）；相關的代表作品有榮獲優良農建佳作殊榮之達仁鄉五福谷溪防砂壩加強工程。

三、臺東野溪治理現地實證觀察

因臺東野溪治理採用預鑄工法案例繁多，本章節僅透由RC箱預鑄工法相關工程（蘭嶼鄉野溪整治）之現地案例觀察結果，初步確認預鑄工法在臺東地區野溪護岸施作使用之安



東清地區RC箱護岸經完工6年後兩岸邊坡植生已回復，尚未見相關災情。



朗島地區RC箱運用於河床及護岸歷經6年後構造仍完整且植生良好。

圖 11. 蘭嶼地區RC箱完工後之現地觀察。

全防護可行性。2012年8月間整個蘭嶼地區遭逢天秤颱風侵襲，豪雨造成多處野溪擴大，沖蝕農地，致橋樑及箱涵通洪斷面阻塞及土砂淤積環島公路路面等災情，甚至阻斷部落間的交通。經過專業單位評估及與地方意見交流後，係採用預鑄RC箱配合植

栽之工法，以營造多孔隙的護岸。該RC箱工法於臺灣本島製作，以船運載送至工地現場後再以鋼索串接，箱中則以當地土石回填後，並利用當地植物進行植生復育。由於無需深開挖河床，對地下伏流水影響有限，且因以當地植物復育，完成後減少對生態

的影響。而該工法分別應用於野銀、朗島、椰油及東清等地區，有關現地沖刷觀察結果如圖 11 所示。

觀測結果大部分的 RC 箱護岸工程植生狀況相當良好，已未見完工初期裸露情形，預鑄塊兩側草本植物於坡面附著茂密，均不易尋找預鑄塊體，且部分灌木從預鑄塊縫隙中生長，形成複層林相。唯一令生態專家詬病的是 RC 箱的中空設計產生了對樹穴寬度的限制，無法形成能夠遮蔽的喬木；但以災害復建的角度，能夠在短時間從臺灣本島生產品質較佳的預鑄塊，在缺乏大量營造人力的偏鄉地區，以快速組裝的方式完成復舊工程，堪稱是大型災情後搶修復建可發展的治理模式。

四、未來與展望

近來水保工程講求對環境保護與環境友善之方向，然因混凝土之使用

需耗費大量材料與人力才可製成，因此能減少材料之使用量對環境友善而言，為首要之目標。過去傳統重力式擋土護岸型式之混凝土使用量常需一體成型，混凝土使用量較預鑄工法甚多，而預鑄工法可利用堆疊之施作特性，除達到傳統工法之整治成效外，亦減少混凝土用量；另外傳統工法對模板之使用次數有所限制，造成材料使用上需求量大，而預鑄工法可利用鋼模進行重複性使用且不易損毀，因此對於節能減碳上較傳統工法之優點甚多。透過本文的說明可以大致上瞭解具生態考量之多孔性預鑄單元模組，在施工建造上能有效降低施工危害的可能性；如未來能大量推廣，亦可將農村水保署臺東分署專利預鑄單元作為災修時快速修復使用之塊體，使其在災害復建或搶修消能等災修工程應用上更為廣泛，期能加速災修工程執行的速度。

