

綠色內涵-盟鑫永續綠色工程教育園區

Author：朱蕙蘭，鄭恆志，陳衍舜

Reference：水保技術 8 卷 3 期, pp.156~163(2013)

1. 前言

近年來全球受到溫室效應之衝擊，氣溫及降雨強度越趨極端，改變地球之生態環境並造成嚴重之災害，加上傳統公共工程著重於施工規範或結構強化之作法，投入大量營建材料及能源進行公共工程施工，這樣除了會造成大量二氧化碳之排放量，進而破壞地球生態環境外，同時因為未考慮整體之效益，而忽略社會與環境成本。

公共工程在原有的功能、安全的考量外，必定再加上對環境、生態、景觀等考量，以促使公共工程建設與整體環境相融合，維護生物多樣性，達到永續發展的目標。為達成此目標，永續綠色工程將「節能減碳」納為永續綠色工程的新思維，期望營造永續低碳環境與發展低碳綠色工法，以達到永續發展和節能減碳愛地球的目標。

除此之外，台灣為了因應全球永續發展和節能減碳之共識，行政院公共工程委員會公佈「振興經濟擴大公共建設投資計畫」，即指出各項公共建設應採用符合環保、節能減碳且融合綠色內涵相關指標之設計，用於綠色內涵之經費不得低於工程預算之 10%(行政院公共工程委員會，2010)，由此可見工程之綠色內涵已經逐漸受到相關單位的重視及採用，也值得大家共同努力達成。

2. 園區介紹

盟鑫公司為落實及深化綠色工程永續發展之廣度及深度，因應溫室效應氣候變遷之嚴重問題，於台中市梧棲區(中港加工出口區)興建【盟鑫永續綠色工程教育園區】，本園區佔地 10000 平方公尺，以『防災』、『生態』、『景觀』、『低碳』、『綠能』、『水資源』為園區建置之六大主軸，並以工程生命週期及綠色內涵(包含綠色環境、綠色材料、綠色工法及綠色能源)分析建構。

本園區除為全球首座實體綠色工法展示園區外，在其他方面亦有多項創新之處，包含全球首座通過工程碳足跡盤查並領證的實體工程、台灣首座展示 27 種綠色工法的園區、台灣首座擁有綠色地工材料應用試驗及體驗區的園區、台灣首座擁有綠色工程結構實體剖面展示的園區、台灣首創綠色工程興建全程縮時攝影記錄等。





3. 園區工法介紹

由於【盟鑫永續綠色工程教育園區】的綠色工法眾多，所以從加勁擋土牆工程、河川和海事工程、邊坡掛網植生工程、水資源工程、綜合應用工程等工程主題各選數種工法進行介紹。

(1)加勁擋土牆工程 - 回包式加勁擋土牆工法

如回包式加勁擋土牆係於土壤中鋪設土工格網，藉由土壤與土工格網間之互制行為產生摩擦阻抗穩定土體，以加勁結構本身之重量，抵抗來自牆體背後之土壓力或其他應力。其利用植生土包袋構築外牆，再將預留格網回折包覆並加以覆土夯實，另配合排水系統，逐層重覆填築，回包式加勁擋土牆面會評估當地生態與環境的永續性，選擇適合的植生方式和植物種類進行噴植，此工法具有簡易便於趕工、成本較為經濟、植生綠美觀和減碳減廢等特點。

(2)河川和海事工程 - 土工砂腸袋護岸工法

土工砂腸袋係利用土工織物加工縫製而成之砂腸袋，內部填灌現地之河砂、海砂或淤泥，能有效利用現地資源，取代傳統混凝土護岸，以最少之人工材料達到安全、生態與綠化之護岸工程。土工砂腸袋具備良好透水性、隔離泥砂、耐海水腐蝕、耐酸鹼及抗紫外線之特性。另可配合其他外層護岸工，可應用於各式壩體類結構堤心(突堤、離岸堤、防波堤、潛堤)、填海造路臨時圍堤、海岸線保護、人工養灘、濕地保護、水庫淤泥處理、污泥處理等。

(3)河川和海事工程 - 織物模板護岸工法

織物模板係利用土工織物加工縫製而成之雙層結構，本身為輕質柔性材料，以低壓灌水泥砂漿填滿管狀空間以確實貼合地形，成為護坡或護岸結構，織物模板中間織物部分，可填充植生基材進行植生綠美化。織物模板另具有防止水流沖刷及植生減碳之效益。

(4)綜合應用工程 - 鐵路基礎加勁工法

鐵路基礎加勁工法係以土工格網搭配土工織物提供鐵路基底層土壤隔離、過濾、排水及加勁之功能。藉由土工格網和土工織物來提供隔離上下層道渣與土壤交互污染、載重分散、降低不均勻沉陷及反射裂縫得產生等效用。此外，鋪設土工格網和土工織物，除了使鋪面減少維修次數，延長使用年限外，也可減少鋪面基底層厚度、粒料使用量及施工成本。

(5)綜合應用工程 - 垃圾掩埋場工法

台灣垃圾掩埋場大多為山區中建置，因此垃圾掩埋場之擋土結構對區域環境敏感度高，故本園區的垃圾掩埋場主體結構係利用現地土方和土工格網構築成加勁土堤，土堤內側並鋪設不透水布隔離廢棄物污水外滲，外側採自然植生綠化，改善廢棄土及垃圾掩埋場之外觀，達到真正之綠色環保工程。由於垃圾掩埋場填滿廢棄物後，會封場復育成公園綠地、運動場等。擋土下方即為軟弱的掩埋物，故採用柔性加勁結構能夠克服軟弱基礎不均勻沉陷的難題，並於加勁牆面和牆

址 種植花草，添增綠意，使垃圾掩埋場和山區原自然環境的景觀更趨一致。

(6) 水資源工程 - 雨水回收系統工法

台灣因地形因素，河流短淺，因此始終有水資源流失的問題，根據經濟部水利署近年的統計，台灣的水資源流失比率更超過八成。因此，為符合治水理念，增加雨水滯留與儲留利用率，雨水回收系統的設置相形重要。本園區使用之雨水回收系統係利用 HDPE 材質製作成之大型管狀儲存槽，與現地之雨水回收與排水系統結合，將隨排水溝流失之水源轉變可再生利用之資源。雨水回收系統可客製化生產，安裝容易，槽體可以互相連接，因應需求增減，並可依需求加裝過濾系統，確保用水品質。適用於學校、公園、運動場、建築物基地保水等，可作為雨水回收、緊急儲水、灌溉、廁所用水、地下儲水消防及簡易清潔用水等水資源再利用。

(7) 邊坡掛網植生工程

植生網係利用高分子聚合物加工製作而成，藉由植生網立體結構提高植生基材之固著並與植物根系盤結，增加植物生長率。在氣候(降雨、風力)或地表水文(沖蝕)條件較嚴苛的工址，利用噴植和邊坡掛網植生工程促進邊坡植生，增加坡面粗糙度，以減緩雨水對表土之沖刷及逕流侵蝕。邊坡掛網植生復育的成果，能讓原生動植物有良好的棲息環境即在施工中也大幅減少車輛、機具等來回運送，確實達到環境綠美化和節能減碳之功效。

4. 園區碳足跡

【盟鑫永續綠色工程教育園區】採用綠色理念設計及運用大量低碳綠色材料興建，並融入節能、節水和減廢再利用的構想，【盟鑫永續綠色工程教育園區】興建完成後之植生面積更較原土地植生面積增加 300 平方公尺，能大幅提昇綠化固碳之效能。

本園區依據 PAS 2050:2011「商品與服務生命週期階段之溫室氣體評估規範」(林文華，2010；英國標準協會台灣分公司，2008)，遵循完整性、一致性、準確性及透明度原則進行盤查評估，由於盤查評估邊界區分搖籃到大門(Cradle-to-gate)與搖籃到墳墓(Cradle-to-grave)二種，而本次盤查之標的產品路堤工程為提供給最終使用者，因此本盤查評估邊界屬於搖籃到墳墓。透過第三公正認證單位進行實際盤查與驗證，而查證型態屬於合理保證等級，本園區成為全球首座通過工程碳足跡盤查並領證的實體工程。

排放計算係依據排放係數法進行量化程序(英國標準協會台灣分公司，2008；英國標準協會台灣分公司，2010)，溫室氣體評估期間以產品形成後 100 年內溫室氣體排放的 CO₂ 當量影響，其公式為溫室氣體排放量(CO₂e)=活動數據 × 排放係數×GWP 值(經濟部標準檢驗局，2006)，把相關活動數據、排放係數帶入溫室氣體排放量公式計算後，得知此加勁路堤工程共計排放 101.22 ton CO₂e，相較於同尺寸結構的懸臂式擋土牆工程所排放 450 ton CO₂e，減少了 348.78 ton CO₂e，減少的碳排量約接近一座大安森林公園原本需要花近乎一年才能吸附的二氧化碳排放量，由此可見綠色工程的減碳效果不容忽視。

盟鑫公司以上述量化的成果及明確的數字配合通過第三公正單位實際盤查認證來說明，使用生命週期及綠色內涵分析建構而成的【盟鑫永續綠色工程教育園區】，能透過有效的節能減碳，達到保護地球和緩解暖化現象。

5. 結論

盟鑫公司透過【盟鑫永續綠色工程教育園區】向各界人士推廣環保、節能減碳與永續發展之觀念，期望能讓各界人士能更進一步瞭解永續綠色工程之綠色內涵及具體作法，達到推廣與教育之目的，使政府近年所推廣之節能減碳、永續綠色工程之政策能具體落實，創造美好環境。透過盟鑫公司的努力，讓各界人士能對綠色工程從認識、認同到認定，盟鑫公司希冀為台灣永續綠色工程創造更多教育及知識推廣的價值，並對地球盡一份心力。