


地工技術



編者的話

林三賢

主題：地工合成材料之應用

地工合材料在國內大地相關工程的應用已歷數十年，這種利用高分子材料特性製成的地工格網、地工織物、地工不透水布、地工皂土毯、地工流網等成品，發揮其加勁、隔離、過濾、排水、阻隔等其他或綜合性功能，成功的應用於加勁擋土牆、加勁邊坡、水壩、垃圾掩埋場、鋪面工程、坡面保護或水利與環境等工程。隨著高分子材料的日新月異，以及應用擴展於更廣泛的層面，雖然地工技術三十年來已出版多次有關地工合成材料應用的專輯，本輯著眼於材料最新的開發與應用，邀請到國內致力於地工合成材料研究的學者專家，就蜂巢格網於大地工程之應用、加勁擋土牆加勁材張力發展新預測方法、地工合成材於生態與環境工程之應用、地工合成材應用於掩埋場之地下水污染潛勢、地工格網於鋪面工程之應用、地工砂袋及砂腸管於海岸工程之應用以及電動能地工合成材如何應用等專文探討，讓讀者們能深入了解最新地工合成材的開發以及地工合成材於生態環境保護及海岸工程等跨領域的最新應用趨勢。本期論文內容精實且具實用性，可供業界直接引用或參考。綜合各篇論文精彩內容，簡述如下：

鑑於蜂巢格網可廣泛使用於控制邊坡沖蝕的護坡工程、防止河岸沖刷、臨水岸線保護、渠道固床工程、增加路基或基礎的承載力、軟弱地盤的加勁及作為擋土結構等，陳榮河與黃奉琦於文內介紹蜂巢格網提供土壤圍束效應的原理，使加勁後的無凝聚性土壤產生視凝聚力的效果。其次介紹蜂巢格網加勁系統結構的主要組成材料、元件與相關試驗，最後並提供各項工程上之應用與案例。

加勁材的張力強度與張力分佈狀況為加勁擋土結構物的內部穩定設計上主要的關鍵。現今評估加勁材受力後的張力發展，主要為以力平衡(如側向土壓法、極限平衡法)與以變形(如K勁度法與有限元素法)為考量的預測方法。楊國鑫等人首先針對各項預測方法的優缺點進行討論，然後於文內以一加勁擋土結構物為例，利用實測資料與各項預測方法的預估值進行比較，探討其準確性與可能造成誤差的原因。研究結果發現，以力平衡為考量的預測方法普遍呈現高估的趨勢。在以變形為考量的預測方法中，有限元素法能準確預測加勁材實際的張力發展，但在大土壤應變下，有限元素法會有計算收斂的問題。而K勁度法在結構物加載後，明顯低估加勁材的張力值。

現代人對於追求高品質的生活環境及維護綠資源的需求日益增高，土木工程師除了持續研發更耐久的穩定結構之外，舒適的環境景觀營造、低污染的材料與施工技術的開發也順應趨勢因應而生，由於地工合成材料的種類眾多，因此合宜的地工合成材料選擇應考量不同應用領域的需求，並且其功能性與設計參數亦有所差異，何嘉浚等人於文內說明地工合材於河川護岸的治理、植生復育與生態環境營造成效、水質淨化及都市逕流雨水削減等所發揮的功效。相較於砌石及石籠護岸，地工合成材應用於護岸工程，除可提高其沖蝕臨界流速之外，亦可發揮較佳的植生復育成效，且所展現之植生物種多樣性亦可以營造較佳的生態環境；於水質淨化方面，地工合成材使用於呈層複合土壤水質淨化系統之微生物菌培植及耐久性表現亦較傳統使用麻布纖維佳，故可以發揮較穩定且長效之水質淨化功能；另地工合成材

亦常使用於低衝擊開發設施，並扮演阻留土壤與過濾排水的功效，以削減並延緩都市暴雨逕流，達到防災的功效，

設置在掩埋場底部阻絕滲出水滲漏的設施包括利用地工流網 (Geonet) 與地工管 (Geopipe) 構成的集排水層和地工膜布 (Geomembrane)、夯實黏土 (Com-Pacted Clay Liner, Ccl) 或地工皂土毯 (Geosynthetic Clay Liner, Gcl) 在內的阻水材料所構成的阻水層 (Hydraulic Barrier)。阻水層的功能為防止滲出水以及其中的物質污染地下水，所以良好的阻水層不僅可以阻斷水流，也可以有效阻斷水中物質的傳輸。單信瑜針對掩埋場阻水層對防止滲出水中污染物傳輸至其下土壤與地下水的機制加以介紹，並說明滲出水導致地下水污染的評估方式。結果顯示，在合理的情境下，一般事業廢棄物掩埋場導致地下水污染的潛勢相當低。

無鋪面道路常因承受較大之交通載重，若再加上較軟弱之路基黏土層，會使得路面有較大之垂直變形，針對此一狀況，使用地工合成材料做為路層間隔離以及加勁用途為常見方法之一。黃文昭針對地工格網在無鋪面道路基礎中可發揮之加勁機制進行整理及探討，並就 GIROUD 與 HAN、美國陸軍工兵團、美國聯邦公路局以及英國標準中提及之設計或分析方法進行說明以及比較；另外，當路基層屬於較為軟弱的土壤時，地工格網之加勁效果較偏重路基層之補強，因此作者亦建議設計方法若遇到較軟弱土層時，可採用等值路基層 CBR 之概念，藉由模型分析及實驗驗證，評估路基層因地工格網加勁而使得 CBR 提升之效果。

近年來因環境保護的需求，海岸工程界在設施保護及海岸整治觀念上已大有改變，主要之保護概念已由往年之僅構築一條線型之海堤，或僅針對某一特定地點做點及線的保護方式，轉成整體面的之保護型態。廖學瑞等人乃蒐集國內以地工織物製成之砂袋或砂管應用於海岸之相關工程技術，進行初步探討，期以拋磚引玉之構想，激發更多關心海岸整治或對這

領域有興趣之人士共同研討，以利未來海岸營造朝更環保，且朝向可使民眾親水之方向發展。

地工合成材料於應用時多扮演被動角色，例如加勁材需有適當應變，方得以驅動張應力以達到加勁功能，排水材提供排水路徑，但未能導引流體流動。新式地工合成材料已可扮演主動角色，可主動引起基體內生物性、化學性或物理性變化，而得以提供多元化功能，例如可利用電滲透 (Electro-osmosis) 或電泳 (Electrophoresis) 等電動能現象與傳統地工合成材料之濾水、排水、加勁等功能結合所衍生出電動能地工合成材料 (EKG, Electro-kinetic Geosynthetics) 之新興材料。結合傳統地工合成材料及電動能原理之電動能地工合成材料 (Electro-kinetic Geosynthetics, EKG) 已研發應市，謝啟萬與吳政翰介紹電動能地工合成材料 (EKG) 發展背景、原理，研究概況、設計概念與應用案例。我國紡織研發能量根基深厚，EKG 未來可應用於國內軟弱土壤固化與強化、淤泥與污泥脫水、坡面穩定等用途，值得深入研究與推廣。

地工合成材料在外國已被廣泛推廣於大地工程多面向的應用，在國內則仍是有大幅進步的空間，希望經本期各篇論文精彩研究內容之說明，能喚起國內工程界採用地工合成材料的信心。

此外，於本期內容中亦包含基金會近期舉辦的台灣邊坡管理制度研討會以及汶川大地震與九黃世界遺產地質研討會之報導。邊坡研討會中特別邀請了主管高速公路與高速鐵路單位之主要負責人，就國道與高速鐵路邊坡於制度面是如何建立管理辦法及如何執行與管考作了報告與比較。會後討論，來自政府機關各不同單位工程人員與來自業界同行，針對設計施工與維護不同階段就制度面、執行面進行充分溝通與討論，以及一般自然邊坡、人工邊坡、地錨邊坡於管理項目上之異同亦作了熱烈討論與心得交換。

2008年5月12日大陸四川省汶川發生規模8.0的大地震，導致重大人員及財產重大損失。基金會特別組團遠赴汶川地區，實地觀察映秀鎮等地之斷層、泥石流及災後重建之現況。並至成都理工大學參觀大陸地質災害防治與地質環境保護唯一的國家重點實驗室。除一

般土壤力學與岩石力學試驗室外，並參觀了離心機、大型泥石流實驗室、地質力學模擬實驗室與岩土體流變實驗室等大型或特殊試驗設備，並針對汶川地震重建與土石流防治等課題進行技術與經驗交流座談，各項參訪與座談於報導內均作了詳細陳述，值得讀者們參考。