

## 國家公園休憩設施與保育工程應用生態工法之研究

鄭奕孟<sup>(1)</sup>

### 摘要

近年來隨著環境保護及生態保育的意識抬頭，國內工程界逐漸重視生態工法之觀念，然而生態工法可應用之領域甚廣，諸如河川溪流之整治、水土保持工程、國家公園設施工程、城鄉風貌之塑造與災後重建等工程等，都可導入生態工法之理念與做法。國家公園擁有豐富的自然環境資源與動植物生態，因此國家公園設施與工程之興建，應更為小心謹慎，除了運用消極性的生態工法，避免工程開發對自然生態環境造成破壞與衝擊，更應積極運用生態工法，對生態環境進行復育、保育等工作。

本研究旨在介紹生態工法之發展與現況，探討生態工法於國家公園之應用現況，透過案例之調查與分析，歸納適用於國家公園工程設施之具體作法，繼而提出生態工法於規劃設計、施工與材料使用之原則。藉由相關單位之調查與訪談，分析歸納目前生態工法執行上所面臨之瓶頸與問題，最後提出本研究之結論與建議。

(關鍵字：國家公園、生態工法)

## Application of Ecological Engineering Measures to Facility Construction in Taiwan's National Park

*Yi-Meng Cheng*

Lecturer, Department of Construction Engineering,  
Chung-hua University, Hsinchu, Taiwan, R.O.C

### ABSTRACT

In the past years, the ecological engineering measures (EEM) have been adopted in construction of public works in Taiwan. Major field applications of the EEM include facility construction of national parks, recreation areas, reformation of city and county scenery, and reconstruction of Jiji earthquake. However, most ecological engineering examples constructed thus far have been found in

---

(1) 中華大學營建工程學系講師

交通大學營建管理博士候選人

river reconstruction and conservation. The national parks comprise of unique geological characteristics and plenty natural resources. The facility construction works of national parks should be performed with care in order not to damage the treasured natural scenery or disturb the sensitive ecological systems. This study focuses on evaluating the applicability of EEM in national park facilities. Case studies of both the foreign and domestic ecological engineering are reviewed and analyzed to provide applicable ecological working methods for the national park facility construction. (Keywords : National Park, Ecological Engineering, Ecological engineering measures)

## 一、前言

工程建設的過程往往伴隨著對環境的衝擊，而工程施工過程所產生之噪音、振動、空氣污染與水環境的污染等，不但會危害人體健康及公共安全，更破壞了自然生態環境。過去人們透過各項工程設施來達到追求物質及精神方面進步與繁榮的目標，卻也同時消耗賴以生存的自然環境生態與資源，隨著環境保護意識日漸成熟，人們開始進一步思考環境破壞對生態所造成的影響，進而關懷生態的保育。

目前國內推動生態工法以河川、溪流整治居多，但生態工法之觀念可應用於更多與環境生態相關之領域，例如海岸整治、山林開發保育、國家公園之興闢與災後重建等。國家公園具有生態保育、環境保護及促進學術研究等功能，除此之外在臺灣國家公園更是人民休閒遊憩的最佳場所，為達到此目的，工程設施之興建是無可避免的。然而這些必要工程設施之興建，除了秉持著不破壞生態環境的原則，更應儘可能建構近於自然的遊憩環境，以求與自然生態的共存共榮。因此國家公園的設施興建，應融入「生態工法」的設計理念，使國家公園之經營管理能永續發展。故本研究提出生態工法應用於國家公園工程設施興建上之概念，分析歸納目前國家公園生態工法之成功案例與經驗，藉以提供國家公園管理處於生態工法應用上之參考。

## 二、國家公園概述

國家公園顧名思義為具有國家代表性之自然公園，其成立目的在於提供保護性的環境，保護國家特有自然風景、野生物及人文史蹟；保存物種遺傳物質，供作生物基因庫；提供國民遊憩及繁榮地方經濟，並促進學術研究及環境教育。

台灣自 1984 年成立第一座國家公園—墾丁國家公園，爾後陸續成立了玉山、陽明山、太魯閣、雪霸和金門等國家公園(詳如圖 1)。



圖 1. 台灣地區國家公園位置圖

Figure 1. The locations of Taiwan's national parks.

### (一) 國家公園特性之分析

國家公園因擁有特殊之自然環境生物資源，因此，在實施生態工法時應確實瞭解自然資源之特性，並給予必要之保育及復育措施則成為國家公園重要之責任。國內成立之 6 座國家公園，依其環境資源條件不同，初步可將之分類為海域型、山岳型、都會型與史蹟型，如圖 2 所示：

國內各國家公園之類型皆不相同，因此各國家公園於生態工法之作法亦有所不同，如海域型國家公園應多考量海洋生態之保育與沿海景觀設施之設置等；都會型國家公園對於景觀與遊憩設施之需求量較高；山岳型國家公園對步道之需求量較高，其生態工法之作法上應多考量步道之設置與植被覆蓋率之關係；而史蹟型國家公園在生態工法之作法上應多考量保存史蹟與維護生態環境，另外，金門屬於海島地型，因此，於生態工法之作法上亦要考量過境候鳥之棲地保育與復育。

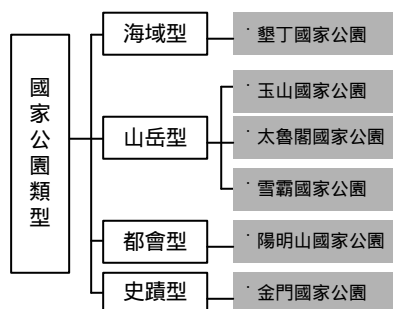


圖 2. 國家公園之類型

Figure 2. The types of national park in Taiwan.

### (二) 國家公園之設施類型與項目內容

國家公園因具有保護自然生態與提供國民休閒遊憩等功能，因此，園內設施數量甚多，本研究依國家公園計畫內容標準，將設施分為供遊客休憩使用與保護自然生態為目等二個類型，說明如圖 3。

## 三、 國家公園生態工法之案例探討與分析

國內的國家公園致力於生態保育與環境保護工作，目前亦有顯著的成就。國家公園肩負提供國人優質的休閒遊憩場所的責任下，工程設施雖然在所難免的，但如何秉持著不違反生態的原則前提下，儘可能建構近於自然的遊憩環境，以求與自然生態的共存榮仍為上策。因此在工程設施上，須融入「生態工程」之設計理念。

本研究收集國家公園生態工法案例共 21 例，依據工程設施類型分類，其中公共服務設施共 4 例；景觀道路設施共 7 例；景觀眺望設施共 2 例；解說設施共 1 例；自然生態保護設施共 4 例；其他工程共 3 例。國家公園生態工法案例之說明如表 1-1、1-2、1-3 所示。依據國家公園設施類型，各項目之實作內容詳如表 2。

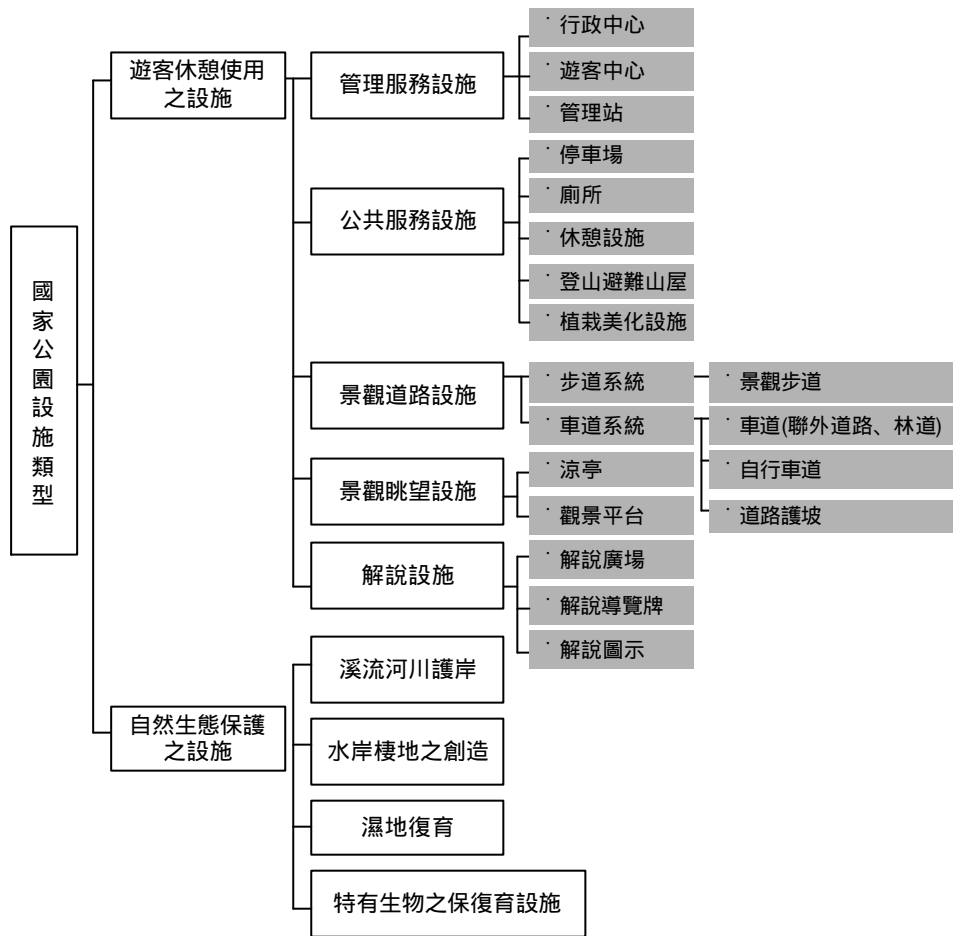


圖 3. 國家公園設施類型

Figure3. Facility category in Taiwan's national park.

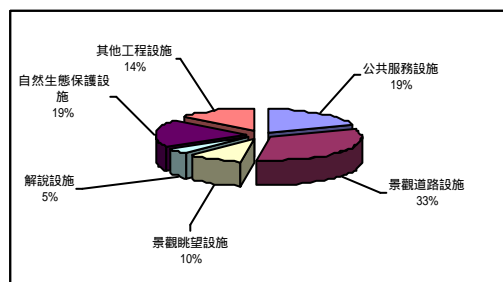


圖 4. 運用生態工法之設施類型比例

Figure 4. The percentage of using ecological working methods in Taiwan's national park facilities.

表 1-1. 國家公園生態工法案例之說明 ( 1 )  
Table 1-1. Examples of ecological engineering measures in Taiwan's national park. ( 1 )

內容分析	
墾丁國家公園	(1) 南灣地區污水下水道系統工程
	規劃目的 確保南灣海域水質，有利海中生物生存及民眾親水活動之進行。
	作法 <ul style="list-style-type: none"> <li>處理廠採地下化設計，不影響原來之視野景觀。</li> <li>將處理後之放流水提供作為本處園區內澆灌灑水車使用，以節約用水及廢水再利用。</li> <li>處理後之放流水引至遠離遊憩沙灘之台電核三廠冷卻水出口混合後放流。</li> </ul>
	使用材料 污水處理廠為 RC 結構
	(2) 墾丁地區污水下水道系統工程
	規劃目的 確保墾丁海域水質，有利海中生物生存及民眾親水活動之進行，達到國家公園生態保育、育樂之目標。
	作法 <ul style="list-style-type: none"> <li>利用接觸氧化法+高級處理去除氮、磷，減少海域水質優氧化的可能性，有效抑制海域藻類滋生，確保珊瑚良好生長環境。</li> <li>利用石籠及邊坡穩定，有效阻絕泥沙沖刷入海，降低珊瑚族群因泥土覆蓋窒息而白化甚至死亡的情形。</li> <li>經處理後之放流水先供本處園區內澆灌灑水車使用，以節約用水及廢水再利用。</li> </ul>
	使用材料 污水處理廠為 RC 構造 石籠
	(3) 墾丁出火景觀工程
規劃目的 維護墾丁出火特有景觀，將出火地區重新規劃，並配合維護周圍之自然景觀。	
作法 <ul style="list-style-type: none"> <li>嚴格限制開發行為，確保環境品質。</li> <li>種植原生樹種樹木及草，有助水土保持，避免雨天山區泥沙被夾帶進入溪流。</li> </ul>	
使用材料 仿木料 原生樹種 草種	
玉山國家公園	(1) 南橫公路口至梅山村人車分道步道工程
	規劃目的 解決人車爭道與例假日車輛湧入形成交通壅塞之情形，將此路段增設行人步道。
	作法 <ul style="list-style-type: none"> <li>步道所用之材質包括木棧道、石塊等，以塊石鋪排為主。</li> <li>以透水性混凝土連鎖磚作布農族圖騰之鋪排為重要之特色。</li> </ul>
	使用材料 木棧道 塊石 透水性連鎖磚
	(2) 梅山口露營區設置工程
規劃目的 為解決假日住宿問題，規劃露營區。配合維護周圍之自然景觀，並考慮露營區之水土保持，使環境達到生態循環之目的。	
作法 <ul style="list-style-type: none"> <li>設施材料主要利用原木及廢枕木，具生態保育理念，並與四周自然環境相融合。</li> <li>全區均以植草方式綠化，兼具水土保持及美化之功能。</li> <li>表演場階梯以塊石鋪排，增加透水性及孔隙性。</li> </ul>	
使用材料 原木、廢枕木 植草皮 塊石	
陽明山國家公園	(1) 冷水坑湖泊復舊工程
	規劃目的 回復原有之沼澤及水生動、植物、兩棲爬蟲類及重要水鳥棲地。
	作法 <ul style="list-style-type: none"> <li>工程均以人工施作，不得使用動力機械，維護了當地動植物生態。</li> <li>以觀測自然沼澤溼地生態演替為目的來設計</li> </ul>
	(2) 人車分道冷水坑至絹絲瀑布入口段步道工程
	規劃目的 維護週遭之自然景觀，並利用透水性佳之道路鋪面材，以達到水土保持之效。
作法 <ul style="list-style-type: none"> <li>配合林間自然地形的變化，設置木棧道，提供豐富之行進路徑，並於適當之景點設置休憩涼亭，融合四周環境。</li> <li>使用塊石、木材、級配石料等材料配合運用，作為步道鋪面材料。塊石與級配石料之多孔性，增加透水性，達到水土保持之功用。</li> </ul>	
使用材料 塊石 木材 級配石料 草種	

表 1-2. 國家公園生態工法案例之說明 (2)

Table 1-2. Examples of ecological engineering measures in Taiwan's national park. (2)

內容分析							
	(3) 大屯木棧道改善工程						
	<table border="1"> <tr> <td>規劃目的</td> <td>將原有木棧道修築完善，並使木棧道更能與自然環境相融合。</td> </tr> <tr> <td>作法</td> <td>· 依據原有路徑施築，未破壞原有路徑外之林相與草地。</td> </tr> <tr> <td>使用材料</td> <td>· 木棧道 · 混凝土(基礎)</td> </tr> </table>	規劃目的	將原有木棧道修築完善，並使木棧道更能與自然環境相融合。	作法	· 依據原有路徑施築，未破壞原有路徑外之林相與草地。	使用材料	· 木棧道 · 混凝土(基礎)
	規劃目的	將原有木棧道修築完善，並使木棧道更能與自然環境相融合。					
作法	· 依據原有路徑施築，未破壞原有路徑外之林相與草地。						
使用材料	· 木棧道 · 混凝土(基礎)						
陽明山國家公園	(4) 竹子湖棧道及生態池工程						
	<table border="1"> <tr> <td>規劃目的</td> <td>為保護竹子湖內之台灣水? 與台北樹蛙蝌蚪，進行竹子湖濕地保育專案之保護計畫。</td> </tr> <tr> <td>作法</td> <td>· 設置景觀眺望平台及木棧道提供遊客觀察自然溼地之生態。 · 架高木棧道與平台，以不直接破壞原有生態環境。</td> </tr> <tr> <td>使用材料</td> <td>· 原木材質</td> </tr> </table>	規劃目的	為保護竹子湖內之台灣水? 與台北樹蛙蝌蚪，進行竹子湖濕地保育專案之保護計畫。	作法	· 設置景觀眺望平台及木棧道提供遊客觀察自然溼地之生態。 · 架高木棧道與平台，以不直接破壞原有生態環境。	使用材料	· 原木材質
	規劃目的	為保護竹子湖內之台灣水? 與台北樹蛙蝌蚪，進行竹子湖濕地保育專案之保護計畫。					
	作法	· 設置景觀眺望平台及木棧道提供遊客觀察自然溼地之生態。 · 架高木棧道與平台，以不直接破壞原有生態環境。					
	使用材料	· 原木材質					
(5) 菁山露營場自然親水帶							
<table border="1"> <tr> <td>規劃目的</td> <td>復育親水帶自然環境，設置為水生螢火蟲棲息地，供螢火蟲生存與棲息。</td> </tr> <tr> <td>作法</td> <td>· 岸邊使用安山岩乾砌或用塊石堆置以留縫隙，製造多孔隙性以供生物生長。 · 溪澗中並放置螺貝類，供螢火蟲覓食，並栽種適合棲息之植被，以利水生螢火蟲及相關生物蛙類等棲息 · 配有極少低矮照地景觀燈，使光害影響減至最低。</td> </tr> <tr> <td>使用材料</td> <td>· 安山岩 · 螺貝類 · 植被 · 低矮照地景觀燈</td> </tr> </table>	規劃目的	復育親水帶自然環境，設置為水生螢火蟲棲息地，供螢火蟲生存與棲息。	作法	· 岸邊使用安山岩乾砌或用塊石堆置以留縫隙，製造多孔隙性以供生物生長。 · 溪澗中並放置螺貝類，供螢火蟲覓食，並栽種適合棲息之植被，以利水生螢火蟲及相關生物蛙類等棲息 · 配有極少低矮照地景觀燈，使光害影響減至最低。	使用材料	· 安山岩 · 螺貝類 · 植被 · 低矮照地景觀燈	
規劃目的	復育親水帶自然環境，設置為水生螢火蟲棲息地，供螢火蟲生存與棲息。						
作法	· 岸邊使用安山岩乾砌或用塊石堆置以留縫隙，製造多孔隙性以供生物生長。 · 溪澗中並放置螺貝類，供螢火蟲覓食，並栽種適合棲息之植被，以利水生螢火蟲及相關生物蛙類等棲息 · 配有極少低矮照地景觀燈，使光害影響減至最低。						
使用材料	· 安山岩 · 螺貝類 · 植被 · 低矮照地景觀燈						
太魯閣國家公園	(1) 新建關原污水處理廠工程						
	<table border="1"> <tr> <td>規劃目的</td> <td>改善立霧溪之水質，並配合維護周圍之自然景觀與穩定邊坡，加強邊坡水土保持及綠化、美化。</td> </tr> <tr> <td>作法</td> <td>· 全地下化設施，並規劃綠帶及廠區景觀美化。 · 放流水回收再利用及污泥配合垃圾處理，供作衛生掩埋或苗圃推肥。 · 以格架植生穩定邊坡、加強水土保持及綠化、美化。</td> </tr> <tr> <td>使用材料</td> <td>· 污水處理廠為 RC 構造 · 格架為 RC 構造 · 植生草皮</td> </tr> </table>	規劃目的	改善立霧溪之水質，並配合維護周圍之自然景觀與穩定邊坡，加強邊坡水土保持及綠化、美化。	作法	· 全地下化設施，並規劃綠帶及廠區景觀美化。 · 放流水回收再利用及污泥配合垃圾處理，供作衛生掩埋或苗圃推肥。 · 以格架植生穩定邊坡、加強水土保持及綠化、美化。	使用材料	· 污水處理廠為 RC 構造 · 格架為 RC 構造 · 植生草皮
	規劃目的	改善立霧溪之水質，並配合維護周圍之自然景觀與穩定邊坡，加強邊坡水土保持及綠化、美化。					
	作法	· 全地下化設施，並規劃綠帶及廠區景觀美化。 · 放流水回收再利用及污泥配合垃圾處理，供作衛生掩埋或苗圃推肥。 · 以格架植生穩定邊坡、加強水土保持及綠化、美化。					
	使用材料	· 污水處理廠為 RC 構造 · 格架為 RC 構造 · 植生草皮					
(2) 石門山步道設施工程							
<table border="1"> <tr> <td>規劃目的</td> <td>為防止遊客以抄捷徑之方式使用步道，嚴重影響高山草原之生態，故設置步道設施，明確規範登山客行進路線。同時配合整建周邊環境，以恢復山頂之植物生態。</td> </tr> <tr> <td>作法</td> <td>· 規劃主要步道路線，設置導水截水溝，防止零星小徑形成表土流失，破壞水土保持情形。 · 復原山徑表土及原有植栽綠化。 · 設置平台、木階梯形成自然動線，引導遊客觀景遊憩。 · 以格架植生穩定邊坡、加強水土保持及綠化、美化。</td> </tr> <tr> <td>使用材料</td> <td>· 植栽 · 塊石 · 碎石級配 · RC 格框 · 原木材料</td> </tr> </table>	規劃目的	為防止遊客以抄捷徑之方式使用步道，嚴重影響高山草原之生態，故設置步道設施，明確規範登山客行進路線。同時配合整建周邊環境，以恢復山頂之植物生態。	作法	· 規劃主要步道路線，設置導水截水溝，防止零星小徑形成表土流失，破壞水土保持情形。 · 復原山徑表土及原有植栽綠化。 · 設置平台、木階梯形成自然動線，引導遊客觀景遊憩。 · 以格架植生穩定邊坡、加強水土保持及綠化、美化。	使用材料	· 植栽 · 塊石 · 碎石級配 · RC 格框 · 原木材料	
規劃目的	為防止遊客以抄捷徑之方式使用步道，嚴重影響高山草原之生態，故設置步道設施，明確規範登山客行進路線。同時配合整建周邊環境，以恢復山頂之植物生態。						
作法	· 規劃主要步道路線，設置導水截水溝，防止零星小徑形成表土流失，破壞水土保持情形。 · 復原山徑表土及原有植栽綠化。 · 設置平台、木階梯形成自然動線，引導遊客觀景遊憩。 · 以格架植生穩定邊坡、加強水土保持及綠化、美化。						
使用材料	· 植栽 · 塊石 · 碎石級配 · RC 格框 · 原木材料						
雪霸國家公園	(1) 清泉轉運站停車場環境綠美化工程						
	<table border="1"> <tr> <td>規劃目的</td> <td>利用規劃停車場同時，配合維護周圍之自然景觀，使用透水性良好之鋪面材料，使環境達到生態循環之目的。</td> </tr> <tr> <td>作法</td> <td>· 使用植草磚，其良好之孔隙性，有利於地被植物發芽生長，並具水土保持功能，可達減少土壤表面逕流之效。 · 使用透水性連鎖磚，其具有良好之透水性，土壤吸收充足之水份，提供植物吸收生長。</td> </tr> <tr> <td>使用材料</td> <td>· 植草磚 · 透水性連鎖磚 · 混合草種之土壤</td> </tr> </table>	規劃目的	利用規劃停車場同時，配合維護周圍之自然景觀，使用透水性良好之鋪面材料，使環境達到生態循環之目的。	作法	· 使用植草磚，其良好之孔隙性，有利於地被植物發芽生長，並具水土保持功能，可達減少土壤表面逕流之效。 · 使用透水性連鎖磚，其具有良好之透水性，土壤吸收充足之水份，提供植物吸收生長。	使用材料	· 植草磚 · 透水性連鎖磚 · 混合草種之土壤
	規劃目的	利用規劃停車場同時，配合維護周圍之自然景觀，使用透水性良好之鋪面材料，使環境達到生態循環之目的。					
	作法	· 使用植草磚，其良好之孔隙性，有利於地被植物發芽生長，並具水土保持功能，可達減少土壤表面逕流之效。 · 使用透水性連鎖磚，其具有良好之透水性，土壤吸收充足之水份，提供植物吸收生長。					
	使用材料	· 植草磚 · 透水性連鎖磚 · 混合草種之土壤					
(2) 七家灣溪湧泉池改善工程							
<table border="1"> <tr> <td>規劃目的</td> <td>改善七家灣溪湧泉池環境，提供櫻花鉤吻? 一個緊急避難所，回復鮭魚之原始生態環境。創造櫻花鉤吻歸產卵場地。</td> </tr> <tr> <td>作法</td> <td>· 利用石籠護岸，阻擋兩岸崩落及沖蝕的泥砂，藉此清理湧泉池讓水源常保清澈。 · 安置適當之碎石河床面，提供鮭魚產卵場地。 · 岸邊植物搭建遮蔭網架，降低水溫，並減少鳥類捕食稚齡鮭魚的機會。 · 工程施工就地取材，對原有地形、地貌保持最少變動。</td> </tr> <tr> <td>使用材料</td> <td>· 塊石 · 碎石 · 遮蔭網架 · 石籠</td> </tr> </table>	規劃目的	改善七家灣溪湧泉池環境，提供櫻花鉤吻? 一個緊急避難所，回復鮭魚之原始生態環境。創造櫻花鉤吻歸產卵場地。	作法	· 利用石籠護岸，阻擋兩岸崩落及沖蝕的泥砂，藉此清理湧泉池讓水源常保清澈。 · 安置適當之碎石河床面，提供鮭魚產卵場地。 · 岸邊植物搭建遮蔭網架，降低水溫，並減少鳥類捕食稚齡鮭魚的機會。 · 工程施工就地取材，對原有地形、地貌保持最少變動。	使用材料	· 塊石 · 碎石 · 遮蔭網架 · 石籠	
規劃目的	改善七家灣溪湧泉池環境，提供櫻花鉤吻? 一個緊急避難所，回復鮭魚之原始生態環境。創造櫻花鉤吻歸產卵場地。						
作法	· 利用石籠護岸，阻擋兩岸崩落及沖蝕的泥砂，藉此清理湧泉池讓水源常保清澈。 · 安置適當之碎石河床面，提供鮭魚產卵場地。 · 岸邊植物搭建遮蔭網架，降低水溫，並減少鳥類捕食稚齡鮭魚的機會。 · 工程施工就地取材，對原有地形、地貌保持最少變動。						
使用材料	· 塊石 · 碎石 · 遮蔭網架 · 石籠						

表 1-3. 國家公園生態工法案例之說明 (3)  
Table 1-3. Examples of ecological engineering measures in Taiwan's national park. (3)

內容分析							
雪霸國家公園	(3) 七家灣溪護岸工程						
	<table border="1"> <tr> <td>規劃目的</td> <td>維護珍貴之櫻花鉤吻鮭魚苗棲地之安全，使櫻花鉤吻鮭能於颱風、洪水時之有避難所，並使河岸回復原有植生、涵養水源。</td> </tr> <tr> <td>作法</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>運用塊石護岸，塊石間隙填土植栽或供水中生物避難用</li> <li>利用石籠來穩定岸坡，具有孔隙構造提供水中生物棲息、避難之場所，其排水效果佳、且連續性及柔性均佳，並可降低不均勻沉陷造成不良影響。</li> <li>於石籠上方鋪設植生草毯。</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>使用材料</td> <td>塊石 石籠 植生草毯 植栽枝條</td> </tr> </table>	規劃目的	維護珍貴之櫻花鉤吻鮭魚苗棲地之安全，使櫻花鉤吻鮭能於颱風、洪水時之有避難所，並使河岸回復原有植生、涵養水源。	作法	<ul style="list-style-type: none"> <li>運用塊石護岸，塊石間隙填土植栽或供水中生物避難用</li> <li>利用石籠來穩定岸坡，具有孔隙構造提供水中生物棲息、避難之場所，其排水效果佳、且連續性及柔性均佳，並可降低不均勻沉陷造成不良影響。</li> <li>於石籠上方鋪設植生草毯。</li> </ul>	使用材料	塊石 石籠 植生草毯 植栽枝條
	規劃目的	維護珍貴之櫻花鉤吻鮭魚苗棲地之安全，使櫻花鉤吻鮭能於颱風、洪水時之有避難所，並使河岸回復原有植生、涵養水源。					
	作法	<ul style="list-style-type: none"> <li>運用塊石護岸，塊石間隙填土植栽或供水中生物避難用</li> <li>利用石籠來穩定岸坡，具有孔隙構造提供水中生物棲息、避難之場所，其排水效果佳、且連續性及柔性均佳，並可降低不均勻沉陷造成不良影響。</li> <li>於石籠上方鋪設植生草毯。</li> </ul>					
使用材料	塊石 石籠 植生草毯 植栽枝條						
(4) 觀霧地區給水設施週邊美化工程							
<table border="1"> <tr> <td>規劃目的</td> <td>利用興建觀霧地區給水設施之同時於管理站旁之配水池及週邊空間規劃觀景平台、步道、植栽、美化環境等設施。</td> </tr> <tr> <td>作法</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>觀景平台與步道設施材料為原木材質，造型、色彩與質感之設計以融合當地環境為主。</li> <li>乾砌塊石載水溝配合山坡面傾斜度之不規則排列，將雨水分項導引至排水溝並於載水溝底排列塊石，讓部分雨水自然滲透地底，且不影響坡面之安全及不虞遭沖刷。</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>使用材料</td> <td>原木材質 塊石 混合草種之土壤</td> </tr> </table>	規劃目的	利用興建觀霧地區給水設施之同時於管理站旁之配水池及週邊空間規劃觀景平台、步道、植栽、美化環境等設施。	作法	<ul style="list-style-type: none"> <li>觀景平台與步道設施材料為原木材質，造型、色彩與質感之設計以融合當地環境為主。</li> <li>乾砌塊石載水溝配合山坡面傾斜度之不規則排列，將雨水分項導引至排水溝並於載水溝底排列塊石，讓部分雨水自然滲透地底，且不影響坡面之安全及不虞遭沖刷。</li> </ul>	使用材料	原木材質 塊石 混合草種之土壤	
規劃目的	利用興建觀霧地區給水設施之同時於管理站旁之配水池及週邊空間規劃觀景平台、步道、植栽、美化環境等設施。						
作法	<ul style="list-style-type: none"> <li>觀景平台與步道設施材料為原木材質，造型、色彩與質感之設計以融合當地環境為主。</li> <li>乾砌塊石載水溝配合山坡面傾斜度之不規則排列，將雨水分項導引至排水溝並於載水溝底排列塊石，讓部分雨水自然滲透地底，且不影響坡面之安全及不虞遭沖刷。</li> </ul>						
使用材料	原木材質 塊石 混合草種之土壤						
金門國家公園	(1) 行政中心及遊客中心停車場及步道等景觀第二期工程						
	<table border="1"> <tr> <td>規劃目的</td> <td>配合原遊客中心功能強化戶外廣場機能。融合當地由外而內之景觀風貌呈現。保留原有植栽，另增加開闢綠化區。</td> </tr> <tr> <td>作法</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>廣場地坪鋪設具傳統人文特色之窯燒磚材料，欄杆採閩南式傳統建築模式，呈現金門當地傳統建築特色。</li> <li>新設透氣性步道並預留 3-5 公分隙縫，間撒草籽植生，具生態及綠化功能。</li> <li>停車場地坪鋪設具透水性之植草磚以符合生態工法。</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>使用材料</td> <td>窯燒磚 透氣性步道 草籽 植草磚</td> </tr> </table>	規劃目的	配合原遊客中心功能強化戶外廣場機能。融合當地由外而內之景觀風貌呈現。保留原有植栽，另增加開闢綠化區。	作法	<ul style="list-style-type: none"> <li>廣場地坪鋪設具傳統人文特色之窯燒磚材料，欄杆採閩南式傳統建築模式，呈現金門當地傳統建築特色。</li> <li>新設透氣性步道並預留 3-5 公分隙縫，間撒草籽植生，具生態及綠化功能。</li> <li>停車場地坪鋪設具透水性之植草磚以符合生態工法。</li> </ul>	使用材料	窯燒磚 透氣性步道 草籽 植草磚
	規劃目的	配合原遊客中心功能強化戶外廣場機能。融合當地由外而內之景觀風貌呈現。保留原有植栽，另增加開闢綠化區。					
	作法	<ul style="list-style-type: none"> <li>廣場地坪鋪設具傳統人文特色之窯燒磚材料，欄杆採閩南式傳統建築模式，呈現金門當地傳統建築特色。</li> <li>新設透氣性步道並預留 3-5 公分隙縫，間撒草籽植生，具生態及綠化功能。</li> <li>停車場地坪鋪設具透水性之植草磚以符合生態工法。</li> </ul>					
	使用材料	窯燒磚 透氣性步道 草籽 植草磚					
	(2) 中山林停車場景觀工程						
	<table border="1"> <tr> <td>規劃目的</td> <td>透過動線規劃與鋪面材料改善目前停車空間，並利用規劃停車場之同時，配合維護當地景觀特色。</td> </tr> <tr> <td>作法</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>停車場鋪面使用植草磚，有利於地被植物發芽生長，並具水土保持功能。</li> <li>人行步道使用天然石片乾砌且縫植假儉草，使地坪不至因陽光折射過強而有路面之炙熱。</li> <li>機踏車停車場則以透水磚鋪設，減少地表水逕流，增加水文循環之機會。</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>使用材料</td> <td>植草磚 天然石片 假儉草 透水性連鎖磚</td> </tr> </table>	規劃目的	透過動線規劃與鋪面材料改善目前停車空間，並利用規劃停車場之同時，配合維護當地景觀特色。	作法	<ul style="list-style-type: none"> <li>停車場鋪面使用植草磚，有利於地被植物發芽生長，並具水土保持功能。</li> <li>人行步道使用天然石片乾砌且縫植假儉草，使地坪不至因陽光折射過強而有路面之炙熱。</li> <li>機踏車停車場則以透水磚鋪設，減少地表水逕流，增加水文循環之機會。</li> </ul>	使用材料	植草磚 天然石片 假儉草 透水性連鎖磚
	規劃目的	透過動線規劃與鋪面材料改善目前停車空間，並利用規劃停車場之同時，配合維護當地景觀特色。					
	作法	<ul style="list-style-type: none"> <li>停車場鋪面使用植草磚，有利於地被植物發芽生長，並具水土保持功能。</li> <li>人行步道使用天然石片乾砌且縫植假儉草，使地坪不至因陽光折射過強而有路面之炙熱。</li> <li>機踏車停車場則以透水磚鋪設，減少地表水逕流，增加水文循環之機會。</li> </ul>					
	使用材料	植草磚 天然石片 假儉草 透水性連鎖磚					
	(3) 五虎山至山后民俗村廣場及步道美化						
	<table border="1"> <tr> <td>規劃目的</td> <td>使景觀區與其周邊環境相互連繫將區內及周邊各項遊憩、休閒設施予以美化整飾、維護林蔭道路景觀、改善道路狀況。</td> </tr> <tr> <td>作法</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>延用地區傳統建材特色，廟前地坪鋪築丁字、人字花崗石板搭配紅色長方形窯燒磚。</li> <li>廣場邊駁坎施作坡趾後回填砂壤土，表面植草處理，達到邊坡保護及綠化功能。</li> <li>道路鋪面採用透水性材料及綠化功能。</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>使用材料</td> <td>花崗石板 窯燒磚 砂壤土 植草 透水性連鎖磚</td> </tr> </table>	規劃目的	使景觀區與其周邊環境相互連繫將區內及周邊各項遊憩、休閒設施予以美化整飾、維護林蔭道路景觀、改善道路狀況。	作法	<ul style="list-style-type: none"> <li>延用地區傳統建材特色，廟前地坪鋪築丁字、人字花崗石板搭配紅色長方形窯燒磚。</li> <li>廣場邊駁坎施作坡趾後回填砂壤土，表面植草處理，達到邊坡保護及綠化功能。</li> <li>道路鋪面採用透水性材料及綠化功能。</li> </ul>	使用材料	花崗石板 窯燒磚 砂壤土 植草 透水性連鎖磚
規劃目的	使景觀區與其周邊環境相互連繫將區內及周邊各項遊憩、休閒設施予以美化整飾、維護林蔭道路景觀、改善道路狀況。						
作法	<ul style="list-style-type: none"> <li>延用地區傳統建材特色，廟前地坪鋪築丁字、人字花崗石板搭配紅色長方形窯燒磚。</li> <li>廣場邊駁坎施作坡趾後回填砂壤土，表面植草處理，達到邊坡保護及綠化功能。</li> <li>道路鋪面採用透水性材料及綠化功能。</li> </ul>						
使用材料	花崗石板 窯燒磚 砂壤土 植草 透水性連鎖磚						
(4) 北山振威第前廣場及聯外道路整建工程							
<table border="1"> <tr> <td>規劃目的</td> <td>規劃廣場與將聯外道路之排水系統及其道路兩旁之景觀作一整理。</td> </tr> <tr> <td>作法</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>道路整修採取軟底方式施工，路基以原有路面打除之混凝土石塊作為碎石級配並填以細砂，路面層以連鎖磚鋪排而成。</li> <li>道路兩側，配合建築外觀，色澤仍以紅色窯燒磚作為鋪面層，使當地之景觀風貌更融合，別具特色。</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>使用材料</td> <td>混凝土石塊 細砂 透水性連鎖磚 窯燒磚</td> </tr> </table>	規劃目的	規劃廣場與將聯外道路之排水系統及其道路兩旁之景觀作一整理。	作法	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路整修採取軟底方式施工，路基以原有路面打除之混凝土石塊作為碎石級配並填以細砂，路面層以連鎖磚鋪排而成。</li> <li>道路兩側，配合建築外觀，色澤仍以紅色窯燒磚作為鋪面層，使當地之景觀風貌更融合，別具特色。</li> </ul>	使用材料	混凝土石塊 細砂 透水性連鎖磚 窯燒磚	
規劃目的	規劃廣場與將聯外道路之排水系統及其道路兩旁之景觀作一整理。						
作法	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路整修採取軟底方式施工，路基以原有路面打除之混凝土石塊作為碎石級配並填以細砂，路面層以連鎖磚鋪排而成。</li> <li>道路兩側，配合建築外觀，色澤仍以紅色窯燒磚作為鋪面層，使當地之景觀風貌更融合，別具特色。</li> </ul>						
使用材料	混凝土石塊 細砂 透水性連鎖磚 窯燒磚						
(5) 自然生態解說站工程設計說明							
<table border="1"> <tr> <td>規劃目的</td> <td>建立自然生態及保育之觀念而興建解說站，並與周邊自然人文環境相結合，進而維護原有生態體系環境</td> </tr> <tr> <td>作法</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>利用建築物下方挑空設計，自然形成躲藏空間，以建構避風、哺育及棲息等自然生態之行為模式，以提供小鶯遞、白冠雞、紅冠水雞等避風哺育及棲息場所。</li> <li>造型採仿閩南式傳統建築，以結合地區性之整體景觀。</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>使用材料</td> <td>解說站為 RC 構造</td> </tr> </table>	規劃目的	建立自然生態及保育之觀念而興建解說站，並與周邊自然人文環境相結合，進而維護原有生態體系環境	作法	<ul style="list-style-type: none"> <li>利用建築物下方挑空設計，自然形成躲藏空間，以建構避風、哺育及棲息等自然生態之行為模式，以提供小鶯遞、白冠雞、紅冠水雞等避風哺育及棲息場所。</li> <li>造型採仿閩南式傳統建築，以結合地區性之整體景觀。</li> </ul>	使用材料	解說站為 RC 構造	
規劃目的	建立自然生態及保育之觀念而興建解說站，並與周邊自然人文環境相結合，進而維護原有生態體系環境						
作法	<ul style="list-style-type: none"> <li>利用建築物下方挑空設計，自然形成躲藏空間，以建構避風、哺育及棲息等自然生態之行為模式，以提供小鶯遞、白冠雞、紅冠水雞等避風哺育及棲息場所。</li> <li>造型採仿閩南式傳統建築，以結合地區性之整體景觀。</li> </ul>						
使用材料	解說站為 RC 構造						

表 2. 國家公園設施應用生態工法之作法分析

Table 2. The analysis of ecological engineering measures in Taiwan's national park.

設施類型	項目	案例實作內容
管理服務設施	行政中心、遊客中心、管理處	· 工程案例中無單一執行之項目，通常與周圍環境作整體之規劃。
公共服務設施	停車場	· 鋪面使用植草磚、碎石或透水性混凝土磚，達到水土保持之用。 · 使用天然石片乾砌且縫植假儉草，
	休憩設施	· 設施材料主要利用原木及廢枕木。 · 休憩廣場以植草方式綠化。
	植栽綠美化設施	· 嚴格限制開發行為，確保環境品質。 · 種植原生樹種樹木及草，
景觀道路設施	步道系統	· 道路鋪面採用透水性材料 · 步道所用之材質包括木棧道、級配石料、石塊等。 · 以透水性混凝土連鎖磚作圖騰之鋪排。 · 新設透氣性步道並預留 3-5 公分隙縫，間撒草籽植生 · 鋪設具傳統人文特色之窯燒磚材料
	車道系統	· 道路整修採取軟底方式施工， · 路基以原有路面打除之混凝土石塊作為碎石級配並填以細砂，路面層以連鎖磚鋪排而成。
景觀眺望設施	涼亭、觀景平台	· 架高木棧道與平台，不直接破壞原有生態環境 · 觀景平台與涼亭材料為原木材質
解說設施	解說廣場	· 設置解說站，並與周邊自然人文環境相結合，進而維繫原有生態體系環境，同時建立自然生態及保育之觀念。
自然生態保護設施	溪流河川護岸	· 工程均以人工施作，不得使用動力機械 · 岸邊使用塊石疊砌或堆置，並留以縫隙，製造多孔隙性以供生物生長。 · 岸邊搭建遮蔭網架，降低水溫，並減少鳥類捕食水中生物之機會。
	水岸棲地	· 設置石籠穩定水岸邊坡。 · 栽種適合棲息之植被。
	濕地復育	· 設置低矮照地景觀燈，將光害影響減至最低。 · 安置適當之碎石河床面，提供水中生物產卵之場地。 · 工程施工就地取材，對原有地形、地貌保持最少變動
其他設施	污水處理廠	· 處理廠採地下化設計。 · 處理後之放流水提供作為本處園區內澆灌灑水車使用，以節約用水及廢水再利用。 · 利用接觸氧化法+高級處理去除氮、磷，減少海域水質優氧化的可能性。

透過案例分析結果顯示，以生態工法理念實作之國家公園設施，多屬於景觀道路設施、公共服務設施、景觀眺望設施與自然生態保護設施等。

本研究依據公共工程委員會對生態工法之定義：「所謂生態工法係指基於生態系統之深切認知與落實生物多樣性保育及永續發展，而採取以安全為基礎，生態為導向的工

程方法，以減少對自然環境造成傷害」將國家公園生態工法實作案例依個案性質分為消極性生態工法與積極性生態工法等，其說明如下：

● 消極性生態工法

為了避免工程開發造成自然生態環境之造成破壞與衝擊，運用生態工法之理念，使破壞降至最低，以達到水土保持、



生態系循環與環境景觀融合等目的，並維持人類與生態環境間之平衡。

- 積極性生態工法

為了保護自然之生態環境，運用生態工法之理念，對生態環境進行復育、保育等工作，提供生態系更豐富之棲息環境與生存空間。

然而根據案例分析瞭解，目前國家公園之生態工法多屬於消極性，而國家公園在具有豐富生物資源之下，更應以積極的態度執行生態工法，進行生態環境的復育、保育，達到永續經營之目標。

#### 四、生態工法應用於國家公園設施之具體做法

經由以上生態工法工程案例之經驗，以及相關文獻之探討，歸納整體生態工法應用於國家公園工程設施之項目與具體作法，分別說明如下：

##### (一) 管理服務設施

管理服務設施係指行政中心、遊客中心、管理站等。由於管理服務設施為多個空間組合而成，建築量體與佔地面積龐大，因此，應以整體規劃之方式進行設計，而非單一項目之執行，且應以綠建築、綠營建之設計手法達到永續之利用。

##### (二) 公共服務設施

公共服務設施包括停車場設施、廁所、休憩設施、登山避難山屋與環境綠美化設施等。其作法於停車場設施鋪面上應注意鋪面排水性，選擇具透水性高之鋪面材質，並設計良好之排水坡度，鋪面材料採用具透水性及相當抗壓程度的材料，如植草磚、碎石、塊石鋪面等，並維持部分透水之綠地；廁所之作法，於戶外其型式應運用天然地形及自然材料搭建而成，考量廁所型式可永續使用並利用各項生物資源，將人為環境影響減少至最低限度，並利用導孔將自然界微生物引

導至糞池分解其排泄物；登山避難山屋之作法，其構造方式應為易組裝化、模距化之金屬構件，採用中水系統儲存雨水，成為山區取水方式之一。山屋設備系統應使用太陽能電力系統，提供避難山屋電源來源。

##### (三) 景觀道路設施

景觀道路設施分為步道系統與車道系統，其中步道系統之鋪面可運用材料種類繁多，依材料之吸水性可分為軟性及硬性兩大類。軟性鋪面可分為自然素材與木材；自然素材鋪面包括土、草皮、落葉及木屑、樹皮、碎貝殼等材料，然而除了土與草皮外，其他材料最好於基礎排水碎石層鋪砂後，再散置平鋪於表面；木材則為最自然原始之材料，在步道使用上，作為結構性之基礎才應選用持久強度高、抗腐朽及蟲害之上等木材，而面材部分則可以選用耐磨、材質較輕、容易維護管理之木料；在強度方面，應秉持「適材適用」之原則，依其使用功能與場所做不同之調整。硬性鋪面可分為石材與磚；石材運用之形式應依照步道使用性質，視基地不同的狀況，以「因地制宜」之方式選擇最佳之石材鋪面形式，最常見者為碎石、卵石鋪面；磚類包括高壓混凝土磚、陶磚等，具有高透水性，施工快速、容易維修，平整而略帶粗糙的表面，色彩選擇性豐富，且易於行走。為避免不均勻沉陷與雨水沖刷等，應以軟底施工法為之。

車道系統包括了道路鋪面、道路護坡與道路排水等。由於車道系統為主要交通系統，主要提供為交通工具使用，基於其使用頻率較高，鋪面材則需較大之強度，最常使用之鋪面材料為混凝土與瀝青煤渣。道路護坡工法最常使用之材料以木材、石材為主，木材邊坡主要以施打木樁達到穩定邊坡之功效，並配合植生覆蓋，達到水土保持，強化坡面，減少土壤流失，更增加邊坡穩定之效果；石材邊坡則使用乾砌之方式穩定邊坡，石塊與石塊間之縫隙，亦可達到透水之功

能，另外藉由植生附著後，可以穩固開發步道後裸露之邊坡。道路排水其作法可利用山坡面傾斜度採不規則排列方式，將雨水導引至排水溝，排水溝底部以塊石鋪排設計，讓部分雨水自然滲透地底，且不影響坡面之安全及不虞遭沖刷。

#### (四) 景觀眺望設施

景觀眺望設施包含了如涼亭與觀景平台等。其作法於材質使用上，主要以原木材質為主，配合步道或地形高低起伏之特色變化，於適當之高程與景觀點設置涼亭或觀景平台。景觀眺望設施於設計時應該注意其造型、材料、色彩、質感等必須融入當地環境，以不破壞當地風貌為原則。

#### (五) 解說設施

解說設施通常與步道結合，成為景觀步道附屬設施之一，其說明內容依設置地點不同而有差異。國家公園管理者透過牌誌上的說明與遊客溝通，並將步道資訊提供給遊客，引導遊客抵達目的地。解說設施之設置應於不同地區天候狀況及環境狀況作不同之設計考量，避免突兀的形式與色彩等過度之設計，材質則應配合週邊環境，以天然材質為優先考慮。

#### (六) 生態保育設施

生態保護措施包括溪流河川護岸、水岸棲地之創造、濕地復育與特有生物之保、復育設施等。本文以護岸工程為例，並加以說明其具體之作法。

塊石護岸對岸坡具較高穩定性，塊石與塊石間之孔隙有利於植物之生長並具生態性，孔隙可填土植栽或供水中生物避難用。石籠護岸可阻擋兩岸崩落及沖蝕之泥砂，藉此清理湧泉池讓水源常保清澈，蛇籠設施除了耐流水力外，其柔性材質的設計產生多樣性之孔隙，以創造出適合植生、昆蟲、鳥類、魚類等生存之水邊環境。植生護坡則是以岸邊植生之方式，於岸邊回填土壤植入當地取得之植物枝條，利用植物生長之特性，以穩

定邊坡促進水土保持，除可增添河岸綠意外，待插枝植栽萌芽生長成後，有助於河岸整體生態之恢復，並使得與四周環境融合為一體。

國家公園內之工程設施項目繁多，本文僅列舉數項說明，但需特別提醒的是，本文所介紹之設施項目，其設計形式與方法僅屬基本概念與模式，並不應該被視為單一的解決方式，應視工程性質與基地環境等各項條件之所需，因地制宜，選擇適用之工法。國家公園工程設施應用生態工法之作法詳如表 3-1、3-2。

## 五、生態工法之規劃設計、施工與材料使用原則

國家公園擁有豐富之自然環境與資源，因此在生態工法之作法上應考量以下原則來進行設計與施工：

### (一) 生態工法之規劃設計原則

- 選定之工法必須因地制宜。
- 材料之結構必須滿足安全標準。
- 結構與造材應能夠提供生物必須之空間與屏障。
- 應避免阻絕動物往返之通道，並確保其食物來源無虞。
- 工程設計應滿足生物需求，達到生態多樣性。
- 應避免外來種之栽植、移入。

### (二) 生態工法之施工原則

- 施工時間之籌劃應避開生物活動及生育(生殖、育雛)等重要時期。
- 工區附近若有保育類生物資源存在時，應設法加以隔離避免干擾。
- 工區設置需考量生物棲地及生育環境之關係。
- 施工過程中應採取必要之噪音、污染、震動等干擾之防範措施。


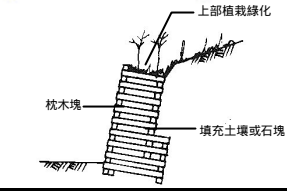
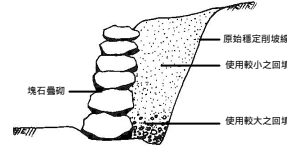
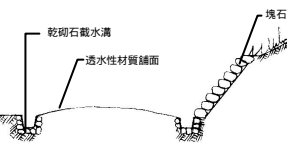
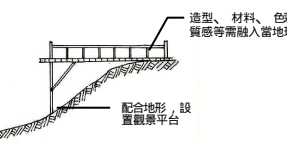
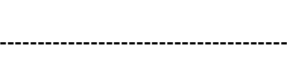
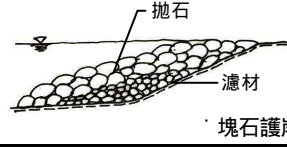
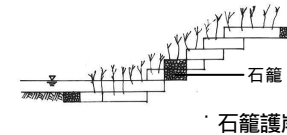

表 3-1. 生態工法應用於國家公園設施之作法說明 ( 1 )

Table 3-1. The illustration of ecological working engineering measures in Taiwan's national park. ( 1 )

設施類型	項目	作法	圖例
管理服務設施	行政中心 遊客中心 管理處	<ul style="list-style-type: none"> <li>以整體規劃之方式進行設計，而非單一項目之執行。</li> <li>應用綠建築、綠營建之設計手法。</li> </ul>	-----
公共服務設施	停車場	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>植草磚</b> 具有良好孔隙性，有利於地被植物生態性發芽生長，並具有水土保持功能，可達到減少土壤表面逕流之效，並增加停車場綠覆率。</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>碎石</b> 具有相當孔隙，可使地表水更容易滲透到土壤層，讓地表水能於土壤層停留較長的時間。</li> </ul>	
	戶外廁所	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>簡易式廁所</b> 應位於通風良好之下風處，挖設可氧化分解處理排泄物之廁所坑，並定期消毒，當排泄物滿時，可回填土壤，並重新更換位置。</li> </ul>	
登山避難山屋	<ul style="list-style-type: none"> <li>選用構造為易組裝化、模距化之金屬構件。</li> <li>利用中水系統儲存雨水。</li> <li>電力設備採用太陽能電力系統。</li> </ul>		
景觀道路設施	步道系統	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>軟性鋪面</b></li> <li>(1) 自然素材 包括土、草皮、落葉及木屑、樹皮、碎貝殼等材料，然而除了土與草地外，其他材料最好於基礎排水碎石層鋪砂後，再散置平鋪於表面。</li> <li>(2) 木材 基礎材應選用持久強度高、抗腐朽及蟲害之上等木材，而面材部分則可以選用耐磨、材質較輕、容易維護管理之木料。另外，可與其他材料配合使用。</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>硬性鋪面</b></li> <li>(1) 石材 以碎石、卵石作為鋪面對於路面排水有相當之益處。或以塊石鋪排預留縫隙植入草籽或田以碎石等。</li> <li>(2) 磚 包括高壓混凝土連鎖磚、陶磚等，具有高透水性，以軟底施工法避免不均勻沉陷與雨水之沖刷。</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>硬性鋪面</b></li> <li>(1) 磚 包括高壓混凝土連鎖磚、陶磚等，具有高透水性，以軟底施工法避免不均勻沉陷與雨水之沖刷。</li> </ul>	

表 3-2. 生態工法應用於國家公園設施之作法 (2)

Table 3-2. The illustration of ecological working engineering measures in Taiwan's national park. (2)

設施類型	項目	作法	圖例
景觀道路設施	車道系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路鋪面 以混凝土與瀝青煤渣等高強度材料作為道路鋪面，以減少道路受高承載而破壞。</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>道路邊坡 (1) 木材邊坡 以施打木樁達到穩定邊坡之功效，並配合植生覆蓋，達到水土保持，強化坡面，減少土壤流失，更增加邊坡穩定之效果</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>(2) 石材邊坡 使用乾砌之方式穩定邊坡，石塊與石塊間之縫隙，亦可達到透水之功能，另外藉由植生附著後，可以穩固開發步道後裸露之邊坡。</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>道路排水 利用山坡面傾斜度採不規則排列方式，將雨水導引至排水溝，排水溝底部以塊石鋪排設計，讓部分雨水自然滲透地底，且不影響坡面之安全及不虞遭沖刷。</li> </ul>	
景觀眺望設施	涼亭 觀景平台	<ul style="list-style-type: none"> <li>以原木材質為主，配合步道或地形高低起伏之特色變化，於適當之高程與景觀點設置涼亭或觀景平台。</li> <li>其造型、材料、色彩、質感等必須融入當地環境，以不破壞當地風貌為原則。</li> </ul>	
解說設施	解說廣場 解說牌 解說圖示	<ul style="list-style-type: none"> <li>避免突兀之形式與色彩等過度之設計，材質則應配合週邊環境，以天然材質為優先考慮。</li> </ul>	
自然生態保護設施	溪流河川護岸	<ul style="list-style-type: none"> <li>塊石護岸 對岸坡具較高穩定性，塊石與塊石間之孔隙有利於植物之生長並具生態性，孔隙可填土植栽或供水中生物避難用。</li> </ul>	
	水岸棲地	<ul style="list-style-type: none"> <li>石籠護岸 可阻擋兩岸崩落及沖蝕之泥砂，藉此清理湧泉池讓水源常保清澈，其多樣性之孔隙，適合植生、昆蟲、鳥類、魚類等生存。</li> <li>植生護岸 於岸邊回填土壤植入當地取得之植物枝條，利用植物生長之特性，以穩定邊坡促進水土保持，可增添河岸綠意</li> </ul>	
	濕地復育	<ul style="list-style-type: none"> <li>植生護岸 於岸邊回填土壤植入當地取得之植物枝條，利用植物生長之特性，以穩定邊坡促進水土保持，可增添河岸綠意</li> </ul>	

- 物種之臨時性遷移，若無法全部遷移，則應將能維持其族群衍續之最低個體數，遷移至他處，以確保未來完工後，重新移回時該族群能順利繁衍。
- 施工過程中，需考慮現存植生之留置，工程應儘量朝滿足最小需求為目標。
- 工程施工時，應避免完全阻絕生態之連續性。

### (三) 生態工法之材料使用原則

- 工料選定條件的考慮原則在於儘量利用自然資材，並採用工程基地附近存在的自然材料(如植生、自然石材、及可作環境保全之材料等)，避免使用來自不同環境之自然材料(如外來種、移入種或園藝種等)，以免影響當地的生態系。
- 使用材料之造型、色彩、質感等必須融入當地環境，以不破壞當地風貌為原則。
- 仔細評估材料強度及耐久性，並注意素材之選擇及設計場所。

## 六、國家公園於現階段應用生態工法之問題

經由文獻回溯及國家公園相關案例之分析，並透過執行單位之訪談，將現階段國家公園應用生態工法之問題，依據各階段問題彙整如表 4 所示。

## 七、生態工法於各階段時應注意之事項

經由國家公園生態工法現階段執行問題之調查，本研究針對各階段之問題點，提出應注意之事項，生態工法各階段應注意之事項如下：

### (一) 規劃階段

1. 規劃區域與目標之確立(災害防治、棲地與特有生物之復育及保育、河川溪流整

治、水土保持、環境綠美化)。

2. 進行資料蒐集與基地分析時，同時與業主及相關團體溝通與討論。
3. 進行基地生態系環境調查時，應建立生態背景資料庫，以便後續之追蹤與調查。
4. 依據規劃目標、自然與生態環境以及其他相關之各項因子，訂定設計準則，以利設計單位有準則依據。

### (二) 設計階段

1. 應依據規劃階段所訂定之設計準則研擬設計構想。
2. 依據方案設計需求訂定施工規範，以利施工單位於施工時有準則可遵循。

### (三) 發包階段

1. 投標前要求廠商提送施工計畫書，以利評選各廠商是否用心於工程上，以及其專業能力是否能夠勝任此工程。
2. 廠商資格評選時，首重於工作經驗(是否曾施作過生態工法案例)。

### (四) 施工階段

1. 施工時應避開生態繁衍期、考慮物種之臨時性遷移、生態連續性的考量、工區設置的位置...等。
2. 材料的驗收機制應依據設計準則所訂定之。

### (五) 驗收階段

1. 工程驗收應就施工品質與設計成效兩者分別驗收。
2. 設計成效驗收時應就其安全性、美觀性、生態回復性以及遊憩使用性來驗收。

### (六) 維護管理階段

1. 設立維護單位，明定各項權責。
2. 定期性進行設施維護、植栽養護以及生態系監測，並定期記錄階段性之成效。

表 4. 國家公園應用生態工法各階段之執行問題  
Table 4. The problems of executing ecological working methods in Taiwan's national park.

階段	問題
規劃階段	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 因相關法令制度尚未明訂，造成無標準可依循。</li> <li>· 管理單位與規劃單位之認知不同，使規劃目的無法確立。</li> <li>· 規劃人員對於生態工法之規劃經驗不足，欠缺景觀、生態人員，無法正確掌握當地的生態環境特性。</li> <li>· 預算執行壓力及時間緊迫，致使規劃單位無法詳細逐步進行規劃工作，導致後續設計、施工階段錯誤。</li> </ul>
設計階段	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 無針對設計訂定規範，並無設計準則可遵循。</li> <li>· 管理單位與設計單位之整合不易，欠缺共同語言，導致設計單位無法達到當初規劃之理念。</li> <li>· 設計專業團隊中缺乏生態學、景觀學人員，對於工程、景觀與生態學之運用難以整合。</li> <li>· 基本利潤低，設計品質降低。</li> </ul>
發包階段	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 無一套針對生態工法之發包機制。</li> <li>· 發包文件設計圖說不明確及數量難以計算，造成需變更設計或增加成本。</li> <li>· 缺乏廠商評選機制，導致施工廠商評選困難，難以評選廠商之優劣。</li> </ul>
施工階段	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 相關施工法規尚未明訂，無施工技術規範可遵循，需依據其他相關施工規範。</li> <li>· 管理單位與施工單位之認知不同，施工單位著重工程進度及成果，而管理單位著重於施工過程。</li> <li>· 由於生態工法是新工法，施工單位常常無法照設計圖施工。</li> <li>· 施工單位缺乏基本生態環境之計畫，容易造成施工中影響生態環境。</li> <li>· 施工便道無作妥善之安排與施工中之振動、噪音、廢棄物等對生態原有棲息條件、景觀造成破壞。</li> </ul>
驗收階段	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 驗收單位與設計、施工單位認知不同，造成驗收困難。</li> <li>· 生態工法施工時常須配合現況環境加以修正，因此工程單位常於施工過程進行調整，導致驗收困難。</li> </ul>
維護管理階段	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 由於前置作業上無訂定維護權責，致使維護管理之權責難劃分。</li> <li>· 規劃單位對環境基本調查與資料庫建立不完整，以致維護單位維護不易。</li> <li>· 維護管理單位缺乏生態工法方面之經驗及專業人員，導致對於生態後續追蹤不易。</li> </ul>

## 八、結論與建議

### (一) 結論

本研究提出生態工法應用於國家公園之觀念，藉由國家公園生態工法之成功案例與經驗之調查與分析，探討目前生態工法於國家公園之執行現況，本研究之結論如下：

1. 國內國家公園依其環境資源不同分為海域型、山岳型、都會型與史蹟型等。然而不同環境資源造就不同特性之國家公園，因此，各國家公園在生態工法之應用上，應依其不同地理位置之特性與資源等，而有所不同之解決方式。
2. 目前各國家公園致力於生態保育與環境

保護工作，已有顯著之成就，各項工程設施為達到生態之永續利用，工程積極導入「生態工法」之理念。根據本文案例分析瞭解，目前國家公園執行生態工法之各項工程，多屬消極性之生態工法，然而國家公園具有豐富之自然生態資源，更應以積極的態度執行生態工法，進行生態環境的復育、保育工作，達到永續利用之目標。

3. 國家公園設施類型依其使用目的可分為供遊客休憩使用之設施，以及自然生態保護之設施，兩者之最終使用者與目的有所差異，因此，不同之工程規劃目的其生態工法應有不同之處理方式與作法。故生態工法執行之前，應先依工程規劃目的，給予最適當之解決方法。又國家公園具有豐富之生物資源，更應以積極的態度執行生態工法，進行生態環境復育、保育工程。
4. 目前國內生態工法處於起萌、模仿之階段，各單位對生態工法之見解亦有所不同，縱使各界對生態工法之理念、作法接受度很高，但卻無一套完整之規範依據與技術法則可依循，只能不斷重複著嘗試學習。然而，在積極推動之際，仍有許多問題尚須釐清與克服，例如生態工法缺乏明確一致之定義、缺乏施作之規範與驗收標準難建立、設計與施工人員對生態工法之專業知識不足、後續維護管理不易等。因此，生態工法觀念之釐清、制度、規範與標準之建立、相關人員之教育等，對後續推動生態工法而言，是相當重要且刻不容緩之工作。

## (二) 建議

生態工法是結合生態與工程二領域知識之施工技術，台灣生態工法大多用於河川、溪流之整治與修復，然而國家公園內蘊藏大量之自然資源，於興建各項休閒旅遊與服務設施時，尤應考慮生態工法，以避免破壞自然生態環境。本研究對於生態工法應用於國家公園之研究建議如下：

1. 建立生態工法執行模式  
國家公園因自然環境與資源環境特

殊，在施作生態工法時更應以保育生態系環境為目的。因此，國家公園應建立一套適用於國家公園之生態工法執行模式，如建立規劃、設計、發包、施工、驗收與維護管理等各階段之執行流程與方

式，提供國家公園管理者於未來執行生態工法時之遵循依據。

2. 生態資料庫之建立  
生態工法執行時之首要步驟即是建立生態資料庫，依據生態環境之特色，因地制宜，選擇適當之工程施作方式。相對的，工程區域內生態環境因子之基本資料與狀況，對生態工法執行相當重要。透過「生態資料庫」之建立，了解生態之分佈位置、狀況及其特性，再選擇適當之「生態工法」，以避免破壞自然環境生態。因此，國家公園生態資料庫之建立，不僅對生態工法之執行，有其必要之功用，對於未來經營永續發展亦有莫大之幫助。

## 九、誌謝

本研究係由雪霸國家公園管理處補助研究經費，研究期間承蒙雪霸國家公園管理處林永發處長、張美瓊小姐、保育課陳裕良課長及于淑芬小姐提供各項協助，特此誌謝。研究的完成，更感謝中華大學營建研究中心吳卓夫教授的指導與國家公園研究小組成員的鼎力相助，在此一並誌謝。

## 十、引用文獻

1. 吳文雄、黃桂珠，「生態設計在國家公園環境工程之應用」，內政部營建署玉山國家公園管理處，1998。
2. 國立台北科技大學土木工程系，「集水區親水及生態工法之建立」，經濟部水資源局89年度專案計劃，2000。
3. 林鎮洋、邱逸文，「生態工法與營建工程」，綠營建工程研討會論文集，2002。
4. 經濟部水資源局，「2001 近自然工法研討會」，國立台北科技大學土木工程暨環境所，2001。

5. 水環境研究中心<http://www.ntut.edu.tw/>
6. 內政部營建署,「台灣國家公園史 1900-2000」, 2002。
7. 水環境研究中心,「墾丁國家公園管理處八十八年度生態工程案例」, 1999。
8. 水環境研究中心,「玉山國家公園管理處八十八、八十九年度生態工程案例」, 1999。
9. 水環境研究中心,「陽明山國家公園管理處八十八、八十九年度生態工程案例」, 1999。
10. 水環境研究中心,「太魯閣國家公園管理處八十八年度生態工程案例」, 1999。
11. 水環境研究中心,「雪霸國家公園管理處八十八、八十九年度生態工程案例」, 1999。
12. 水環境研究中心,「金門國家公園管理處八十八、八十九年度生態工程案例」, 1999。
13. 經濟部水資源局,「生態工法技術參考手冊」, 國立台北科技大學水環境研究中心, 2000。
14. 林鎮洋、邱逸文, 生態工法概論, 國立台北科技大學水環境研究中心, 2002。
15. 林金德、黃于玻、蔡真珍,「現階段生態工法推展所面臨的問題與對策」, 第一屆自然生態工法理論與實務研討會, 2002。
16. 鄭奕孟、林永發、張盈慧、紀慧禎,「生態工法應用於國家公園工程設施之分析」, 第一屆自然生態工法理論與實務研討會, 2002。
17. 吳卓夫、余文德、鄭奕孟,「生態工法應用於國家公園之研究」, 雪霸國家公園管理處, 2002。
18. 皓宇工程顧問股份有限公司,「國家公園步道系統設計規範」, 行政院農業委員會林務局, 2003。
19. 中華民國景觀學會,「國家公園設施規劃設計規範及案例彙編增修計畫暨國家公園環境景觀國際研討會期中報告書」, 內政部營建署, 2003。
20. 「雪霸國家公園登山研討會成果報告」, 雪霸國家公園管理處。
21. 郭俊沛建築師事務所, 武陵四秀避難山屋興建工程, 內政部營建署雪霸國家公園, 2002。
22. Scott D., Susan M., James L., 2001, “Design principles for ecological engineering”, *Ecological Engineering* 18, 201-210.
23. Bergen, S.D., Fridley, J.L., 1994, Defining forest engineering. Presented at the ASCE Annual International Meeting. Paper No. 947516.
24. Jorgensen, S.E., Neilsen, S.N., 1996. Application of ecological engineering principles to agriculture. *Ecological Engineering* 7, 373-381.
25. Odum, H.T., 1996. Scales of ecological engineering. *Ecological Engineering* 6, 7-19.
26. Van der Ryn, S., Cowan, S., 1996. *Ecological Design*. Island Press, Washington, DC.