

生態檢核結果納入規劃設計辦理情形等資訊

壹、護岸生態工法

一、海岸生態工法的原義及意涵

影響海岸生態的因子，其複雜的程度遠超過河川；各海岸段的先天地理、地質及生態受到海氣象、波潮流及季節風浪與颱風時暴潮巨浪的交替作用，因受多種天然與人為因素的交互作用，海岸侵蝕的潛勢，不但從未間斷，更可能因為全球氣候變遷、海平面上升，而與日遽增。

具體而言，許多近代的人為因素，包括大型海岸構造物之攔阻漂砂、港口防波堤之延伸、不當海堤之興建（包括斷面設計不佳、堤線佈置不良）、法令規章不全及權責劃分不明確所造成之海岸地區開發不當等，皆足以造成海岸侵蝕。

在台灣許多主要河川上游建造水庫，雖有防洪與提供民生、工業及農業灌溉用水的功能；卻同時造成多種負面效應，如攔阻河川的沈積物、改變洪峰與流量的季節分佈、改變河流本身的性質與沖積型河道的特性，並因減少從河川輸送補充海岸的砂石，使河口退縮，加速下游海岸侵蝕。

郭金棟教授在其專書《海岸保護》（郭，2004）第七章〈海岸環境之改善〉中揭示「近自然工法」（「生態工法」）之涵意。郭教授認為「近自然工法」乃是「追求人類的活動能與自然環境相調和，俾能永續共享資源，享受充實而幸福生活的技術方法」；而實施海岸「近自然工法」的宗旨「不僅應能防止海岸災害，確保人民生命與財產之安全，同時考量海岸原有自然形態與附近生態系統、景觀、親水、文化與社會經濟等各種因素，來辦理海岸整治計畫之一種技術，旨在達成防災確保安全、改善生態環境、提升生活品質與資源永續之利用。」

郭教授進一步提出「生態工法」的四大規劃理念：

1. 尊重自然預留空間—人與自然之和諧
2. 生態多樣性之確保—人與生態之共生
3. 景觀環境之融合—共享自然景觀
4. 親水休閒環境之創造—促進人與人之和諧

二、建構生態海岸的基本考量及條件

安全

1. 選定之工法與結構必須滿足力學安全標準
2. 結構與造材是否能夠提供生物生息必須之空間與屏障

生態

1. 避免動物往返通道之阻隔
2. 避免全面栽植單一植物，應依據未受干擾之區塊組成。
3. 生態調查之意義除有助於瞭解現況外，應進一步深入評估現階段生態組成所反映出之訊息

施工過程

1. 採取必要之噪音、污染、震動等干擾之防範措施。
2. 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，以確保將來完工後，重新移回時該族群順利繁衍。
3. 對於特殊生態系或景觀，若無法保全，則應於他處重建，以為補償。

後續環境管理

1. 養護機關(單位)與其他權責單位之溝通協調
2. 持續性之監測以及系統化之資料保存
3. 志工培訓，並提供民眾參與之管道，鼓勵社區或特定團體參與後續之經營管理工作

三、生態護岸結構物的設計準則及流程

根據以往的一些研究報告指出，同樣的水質水深條件下，設置防波堤的地區比不設置防波堤的地區海洋生物產量豐富；而且防波堤內側比外側生態豐富，可能因為防波堤內側波浪小，適於海洋生物棲息的緣故。能使防波堤、護岸、潛堤等海岸結構物的周邊自然形成藻場，對生態環境保護而言是非常重要的。

以形成藻場為目的的結構物設計，藻類著生基盤的水深以及結構物斜面的傾角，是影響將來海洋動植物分佈存活的重要因素。藉由現地調查資料，瞭解當地各種藻類生存的水深、水流適用範圍，分析藻類植被和結構物斜面傾角的關係，以決定基盤的結構形式及設置的位置和水深。依據研究結果，海藻適合生長於傾斜基盤，附著性海生動物適合生長於直立結構面。

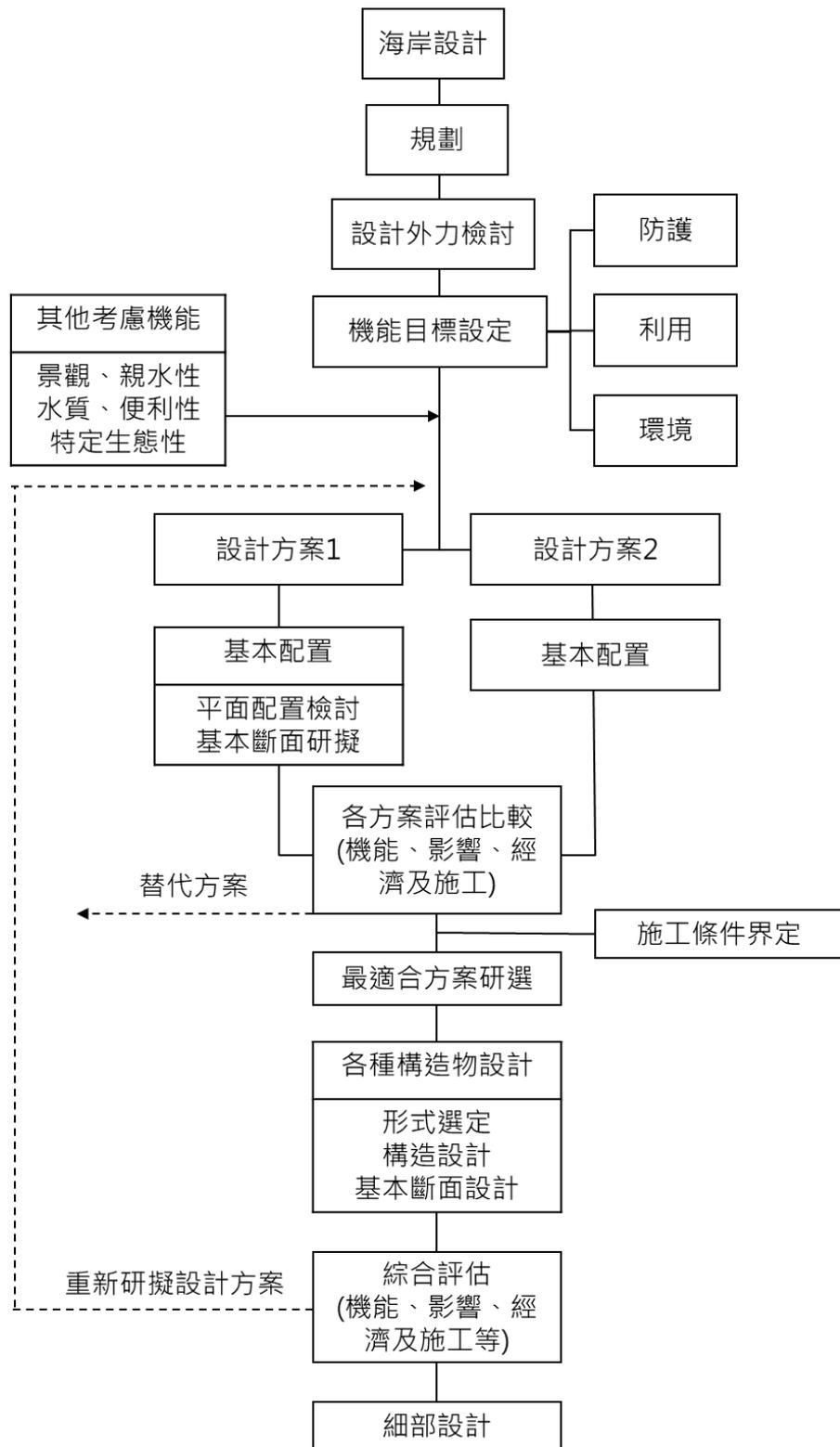
海岸結構物所使用的材料，根據以往甚多的經驗顯示，岩礁粗糙的表面，比起卵石或混凝土的平滑表面具有更佳的生態效果。一般海岸結構物材料以混凝土居多，其實混凝土結構物作為海洋生物著生基質，已有非常類似礁岩的功能。尤其只要經過特殊處理反而會具有比天然岩礁更好的生態效果。混凝土表面不論是藥劑處理、凹凸處理、鋪設纖維網、或是利用輕量多孔質混凝土等之生態效果已有很多的研究和實例資料。以下彙整結構物設計之原則：

結構物一般設計準則

1. 混凝土硬化過程會溶出強鹼成分，阻害水中生物生長，若使用高爐水泥以消化氫氧化鈣鹼性成分，或將亞硫酸鐵(FeSO_2)塗佈於混凝土表面防止強鹼溶出，對生物附著生長都是有益。此種現象僅發生在混凝土製成後的初期階段，半年至一年後就幾乎無影響性了。
2. 石材或混凝土表面不可附著沉泥，確保藻類孢子在基質上的著生。
3. 混凝土表面有溝紋或凸起物等凹凸不平面，其周邊形成的渦流域容易讓孢子或卵捲入著生。粗糙的地方或隅角的地方都容易使海藻著生，其生態效果又溝紋比窪穴佳。
4. 輕量多孔質混凝土表面有很多微小的連續孔隙，具有成為甲殼類、多毛類之生息場所的機能，故適合做魚礁、藻礁。

護岸結構物設計準則

1. 緩坡護岸較陡坡護岸安定，較有利生物生長和生存。
2. 海水可及處，拋石塊以大者為佳，雖孔隙率較小，但安定性強，較有利生物生長和生存。不可及之正常潮汐，拋石塊以較小者為佳，因孔隙率較大，較有利陸域動植物生存和生長。
3. 混凝土護岸海水可及處，應使混凝土表面粗糙或有溝紋、孔隙，有利生物棲息。
4. 在岸壁內砂土不被海水吸出的條件下，岸壁上應多留設孔洞可增加生態效果。
5. 階梯護岸設計時應考慮階梯的形狀構造及材質，以增加曝氣功能，同時在不影響遊憩功能如行人打滑的條件下，設法增加海洋生物附著功能。



資料來源：交通部運輸研究所，〈生態型海岸保護公法研究〉

圖 1、海岸生態工程與設計流程圖

貳、具體設計內容

一、生態護岸

優先進行生態評估考量，以迴避、減輕、補償方式，兼顧生態環境與海岸線穩定、塑造民眾可以安全親水的環境，本計畫依現地環境因素及秉持就地取材原則，預計將既有拋石護岸整理、大範圍清理飄上岸垃圾，以對環境影響最小化、維持既有環境元素的同時，改善海岸親水環境。

本計畫之護岸選用拋石護岸(卵石)工法，模擬示意圖說明詳如圖 7-9 所示：



圖 錯誤! 所指定的樣式的文字不存在文件中。 -2、拋石護岸模擬示意圖

二、堤頂步道

本計畫為銜接坡頭漁港軸線往北延伸，以既有紅樹林自行車道及道路向北串連至本計畫範圍之新設動線，並以新設簡易步道軟性控制人為活動範圍、動線，減輕對環境的干擾，期望以對環境本身影響較輕方案施作，詳如圖 7-15 所示。

因考量編號 02 號風力發電機之地下管線及後續機台檢修維護等，以區段式規劃設計，前段約 200M 為風力發電機檢修行經動線，故將原土層下挖 15CM，表面以灰色系壓花混凝土，減少塵土飛揚及雨天泥濘、應付濱海極端氣候；後段約 520M 延伸壓花混凝土地坪，但下方增設混凝土涵管作為生物通道，上方路面可提供民眾舒適行走及騎乘自行車動線。步道設置範圍詳如圖 7-15、7-16、表 7-3、7-4 所示。



圖錯誤! 所指定的樣式的文字不存在文件中。-3、步道設置範圍圖

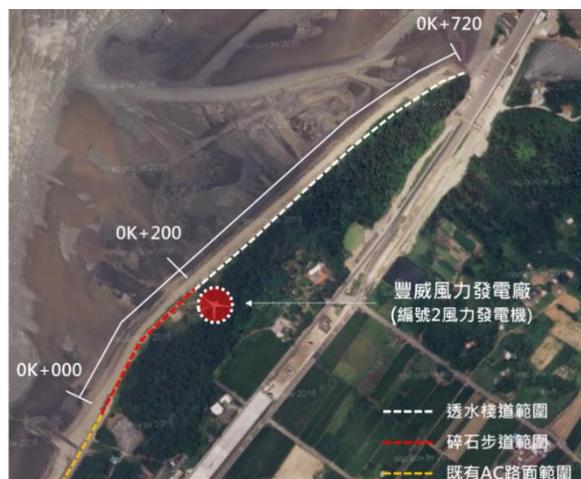


圖 錯誤! 所指定的樣式的文字不存在文件中。-4、步道設置範圍圖

表 錯誤! 所指定的樣式的文字不存在文件中。 -1、下埋生物廊道壓花混凝土堤頂步道分析表

