

生態友善護岸設施設計與性能評析計畫

緣起

人口增長和工業快速發展正在對生態環境構成前所未有的挑戰，導致了氣候異常和全球變暖等嚴重環境問題，因此我國行政院依據國際上的趨勢，提出了2050年淨零轉型，而農業部被賦予的策略便是增加自然碳匯能力。自然碳匯除了可以借由森林提供的綠碳之外，土壤亦可以提供黃碳，水則可以提供藍碳，如此綜合考量方能有效達到自然碳匯；然而治山防災工程如何有效增加自然碳匯能力，則可以藉由綠色生態友善護岸的營造，以創建更多的綠色碳匯基盤來達到。

而生態友善護岸可於整體性治山防災策略與技術導入自然解方(Nature-based Solutions, NbS)調適策略，並達到「治山」、「防災」、「保育」及「永續」等四項目標，是一種使用對環境衝擊最低的材料所建造的護岸工程。生態友善護岸完工後亦可以提供生物多樣化的棲地條件且能增加河岸周圍的綠色基盤並達到增加碳匯的效果，可於幾年後達碳中和，進而完成淨零碳排的最終目標。

主要成果

(一) 生態護岸定義與檢核指標

生態護岸定義：採用對環境影響較低的材料，建構災害風險低且具有綠色生態基盤，用以營造綠色景觀、生態棲地及自然碳匯的永續護岸環境，吾等可定義為綠色生態護岸。

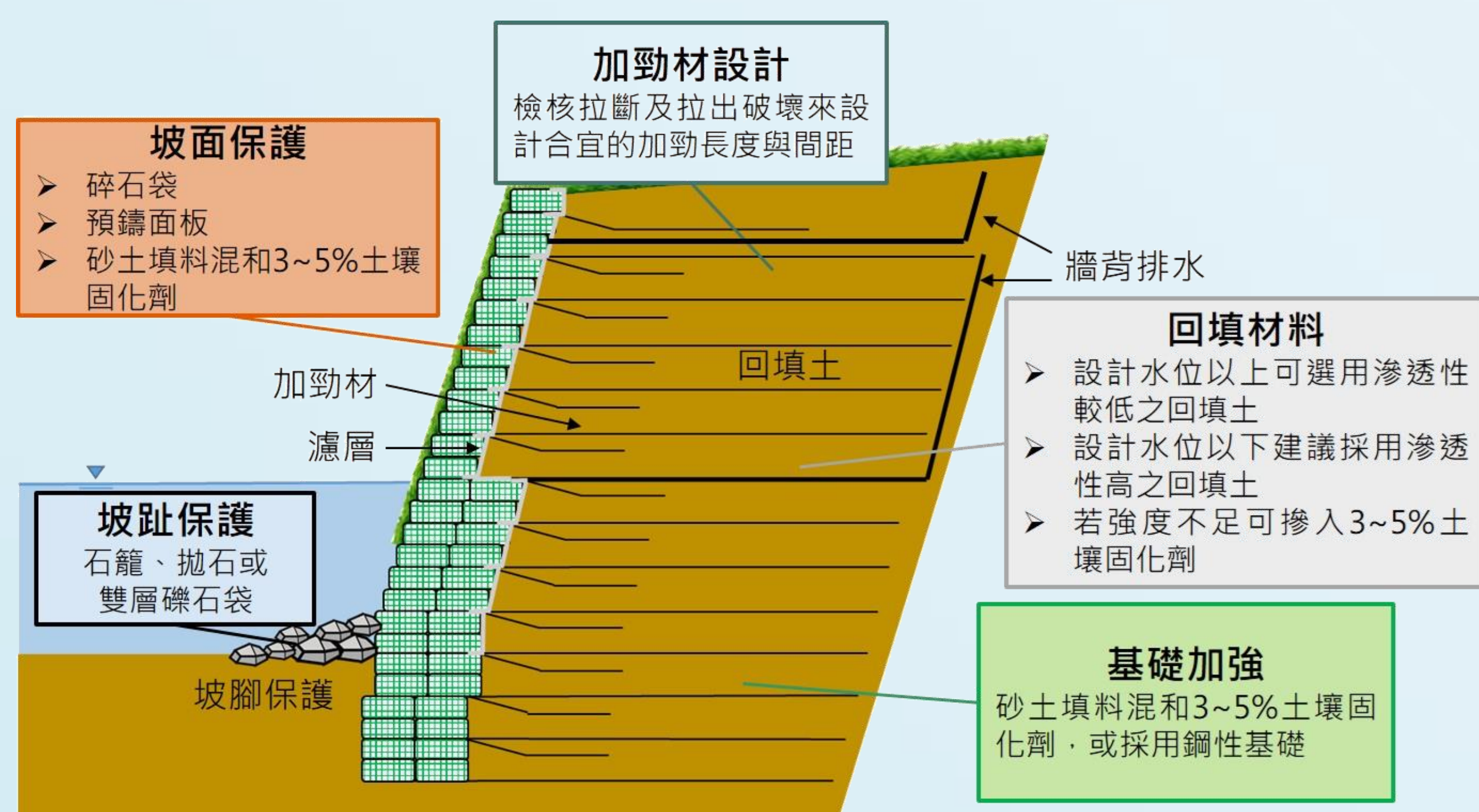
生態護岸指標：

1. 降低災害風險
2. 考量生態檢核
3. 重建環境景觀
4. 延長使用壽命
5. 在地人文發展
6. 維護管理簡單
7. 低碳材料使用
8. 減少施工能耗
9. 創建綠色基盤
10. 永續淨零碳排

(二) 加勁護岸設計參數研究

相較陸地構造物，臨水結構物之穩定性受水文環境影響甚鉅，包含洪水、降雨條件及水力沖刷情形，因此於設計階段必須多加考量。必須進行一系列現地調查，並且針對護岸於洪水作用後產生之急洩降行為進行穩定性分析，以確認材料選用得宜且安全無虞。

加勁護岸於設計時可分為四個項目探討，包含加勁護岸之牆體、牆面、基礎及坡趾，下圖列出各項目建議之設計考量。

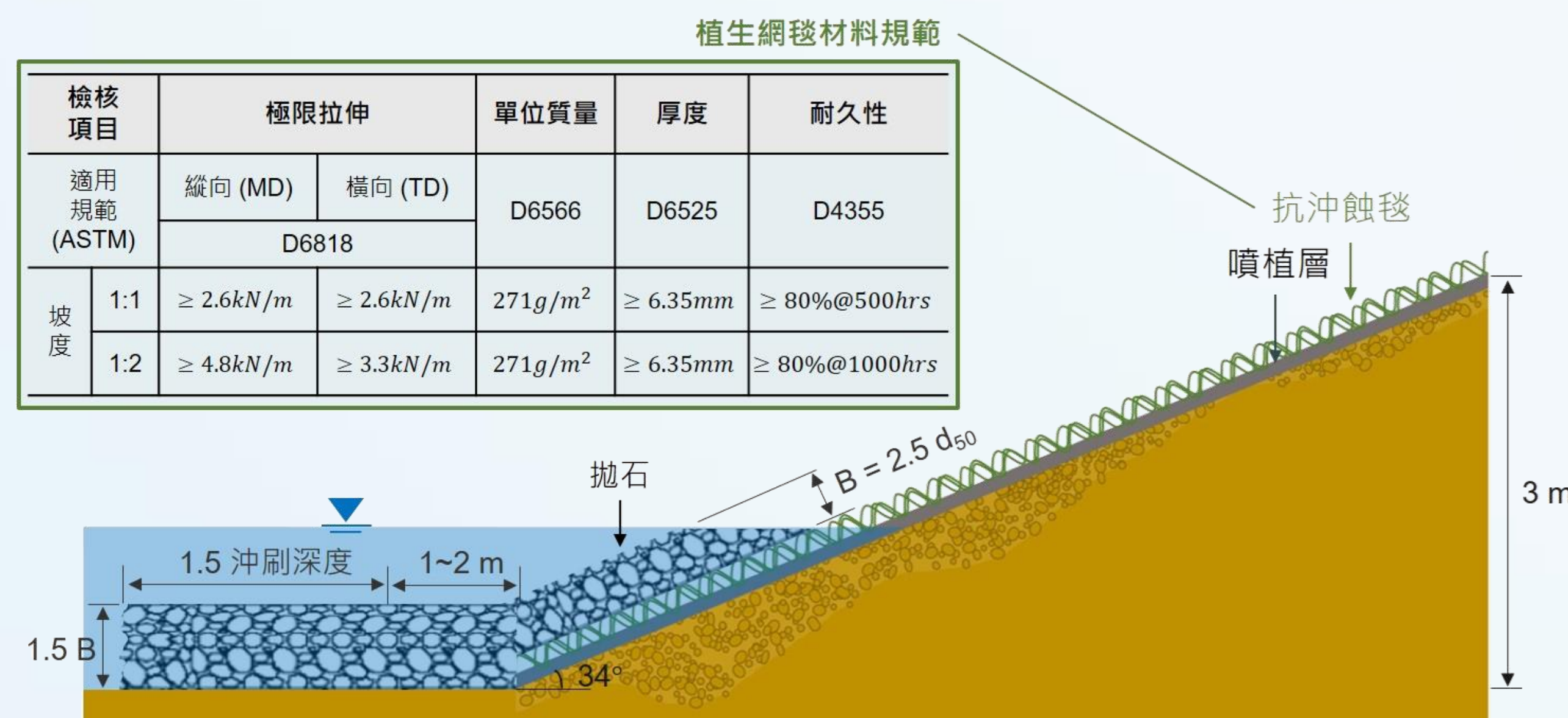


結論與建議

- 加勁護岸具有現地河川清淤土方再利用、節能減碳、植生綠美化、生態棲地空間營造等優點。
- 生態護岸需進行急洩降之穩定分析，並於設計時考量坡面之抗撞擊、坡腳之抗淘蝕及基礎之承載能力。
- 抗沖蝕護岸之設計應同時考量其材料物理性質及性能表現，並鋪設合宜之不織布或土工抗沖蝕網毯。
- 工程碳盤查分析依全生命週期區分為：材料生產、材料運輸、施工及營運維護等四階段。
- 綠色生態護岸除了全生命週期之碳排放量低之外，亦可以創建出綠色碳匯基盤，藉由相物的碳匯功能，達到淨零碳排護岸工程之目標。

(三) 抗沖蝕護岸設計參數研究

抗沖蝕護岸與傳統工法最大的不同之處在於該柔性護岸在剛完工植被尚未茁壯時是最容易發生破壞的階段，也因如此該材料所適用的河川條件也較為嚴苛。除須確保上游無大量土砂或大塊石塊運移外，更需在河川流速 $\leq 3 \text{ m/s}$ 、護岸高度 $\leq 3 \text{ m}$ 及坡度 $\leq 34^\circ$ 之條件下施作。另外，若欲避免植生網毯孔徑大而導致表土洗出，可於網毯下方鋪設濾層，或選用複合濾布產品。



(四) 減碳及碳匯能力評析

生態護岸具有相當顯著的減碳效果，尤其是土工合成材加勁護岸及抗沖蝕與植生網毯護岸，分別減碳49.3%及66.4%。此外，土工合成材加勁護岸與抗沖蝕與植生網毯護岸的固碳效果最佳，碳中和時間分別為15.7年與10.4年。預鑄式模塊則因有效植生面積較不如土工合成加勁護岸及抗沖蝕與植生網毯護岸，所能造成的固碳量也相對較低，且因生產階段的大量能耗，使碳中和時間顯著上升。

綠色護岸種類	材料生產階段 (kgCO ₂ e/m ²)	運輸階段 (kgCO ₂ e/m ²)	施工階段 (kgCO ₂ e/m ²)	碳排放量總和 (kgCO ₂ e/m ²)	減碳百分比 (%)	固碳當量 (kgCO ₂ e/y)	碳中和時間 (years)
加勁護岸	285.10	7.07	20.83	313.0	49.3	20	15.7
預鑄模塊護岸	473.41	6.97	15.33	495.71	19.7	12	41.3
抗沖蝕護岸	201.71	2.87	2.58	207.16	66.4	20	10.4
重力式護岸	595.86	13.14	8.50	617.51	-	0	永久影響生態