

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

紅樹林河口段之土壤性質及生態型工法探討

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2211-E-216-020-

執行期間：92年09月01日至93年08月31日

執行單位：中華大學土木工程學系

計畫主持人：楊朝平

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 8 月 21 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

紅樹林河口段之土壤性質及生態型工法探討

Study on Soil Properties and Ecological Construction Methods for
Mangrove River Inlet

計畫編號：NSC 92-2211-E-216-020

執行期限：92年9月1日至93年8月31日

主持人：楊朝平 副教授 中華大學土木系

摘要

紅樹林河口段為高生產量生態系之一，唯近年的混凝土化河川治理工程已破壞其生息環境，社會要求以生態工法治理之意識漸高漲。紅樹林河口段之工程環境特徵為河床質是飽和粉砂土，其承载力低、壓密沉陷量大、開挖土難再利用，且水位變化大，且施工須兼顧現地紅樹林之保護，致工作性不佳，因其相關治理工法具特殊性而有待研究。為此，本計畫以苗栗縣射流溝河口為研究區段，先調查其水質、河床土層剖面及土壤的物理、力學性質，續探討河口土壤就地利用之土壤水泥穩定處理法，進而建議六種生態工法。因臺灣西部海岸諸多紅樹林河口段之河性、河床質雷同於本研究區段，故本計畫之實績將可為他處所借鏡，對生態工法之推動助益良多。

關鍵詞：生態工法、紅樹林河口段、土壤水泥

Abstract

The river inlet growing with mangroves is a vigorous ecosystem. However, the habitat environment of mangroves has been damaged by concrete structures for preventing flood disasters these years in Taiwan. Accordingly, people expect the ecological engineering can be introduced into hydraulic engineering alternately. The bed materials in mangrove river inlet are saturated sandy silt with high consolidation settlement and low bearing capacity inherently, and the excavated soils are hard to reuse at field. Moreover, owing to the water level changing largely each day and must protect the mangroves during construction in the mangrove river inlet, so its workability is inferior to other places. Consequently, the construction methods used at mangrove river inlet are something particular and need to be researched further more. In this study, the inlet of Sirlyu River in Maoli County, are selected as a research section. Water qualities, soil profiles and soil properties etc. of selected section are surveyed first. Then, the soils of selected section are stabilized by cement in order to improve their strength. According to above-mentioned testing results, six

ecological construction methods are proposed for selected section. There are many mangrove river inlets in western coast of Taiwan, and their natural environments are similar to Sirlyu River's. Consequently, the results obtained in this study could be applied to other places, too.

Key Words : Ecological engineering, Mangrove river inlet, Soil cement

一、緣由與目的

不同於上、中游河段，紅樹林河口段的環境、河性、地質特徵為：

- a. 是紅樹林、多樣生物的生息區，待保育需要性高，
- b. 河水含鹽份高、水質不佳，
- c. 受漲退潮影響，日水位變化大，
- d. 兩岸多農地，不容許高鹽份河水溢堤或滲流損傷作物，
- e. 流速緩且屬淤積型河段，無沖刷之虞，
- f. 河床表層為淤泥，工作性不佳，
- g. 河道淺層是砂質粉土、深層為粉土質砂，皆為飽和狀態，
- h. 飽和粉土質砂層厚達數十公尺，承载力低、壓密沉陷量大，
- i. 兩岸土層軟弱、含水比高、水份含鹽高，不易地盤改良，
- j. 因日常水位變化大，剛性基礎所承受之靜水壓上頂力亦多變，
- k. 開挖土難再利用為工程土方等。

因應上述之紅樹林河口段性質，相關治理工法有其特殊性而待研究。為此，本計畫擬以苗栗縣管「射流溝流入中港溪河口段」為研究區段，調查其水質、河道土層剖面及土壤的物理、力學性質，探討河口土壤就地利用之土壤水泥穩定處理法及其植生性，進而分析多樣化生態工法擇其適用者，以符合「順河性」、「因地制宜」、「就地取材」之河川生態工法理念，並達治理工程優質化、永續化之效。另一方面，因臺灣西部海岸諸多紅樹林河口段之河性、河床質雷同於本研究區段，故本計畫之實績將可為他處所借鏡，對生態工法之推動助益良多。

二、研究方法

至射流溝河口段現地取樣回實驗室，日曬氣乾、打碎後，將其充分混合，同時撿除雜物，將所有土壤分袋，以作為後續試驗之土樣。先調查土樣之比重 (ASTM D-854)、粒徑分布 (ASTM D-422)、稠度 (ASTM D-4318) 等，續施行標準夯實試驗 (ASTM D-1557)、單向度壓密試驗 (ASTM D2435)、直接剪力試驗 (ASTM D-3080) 及土壤水泥試體之抗剪、無圍壓縮試驗 (ASTM D-2166)。

三、試驗結果

1. 河床質之塑性指數為 10.85，屬 CL 類之低塑性砂質粉粘土。
2. 土壤之比重 $G_s = 2.63$ 、含水量 w 約為 30.8%、濕單位重 $\gamma = 19.4 \text{ kN/m}^3$ 、乾單位重 $\gamma_d = 14.4 \text{ kN/m}^3$ 、孔隙比 $e_o = 0.81$ 、完全飽和。

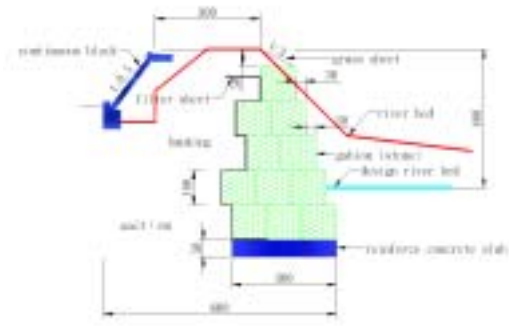
3. 該土壤之有機物含量為 2.35%，表尚可藉夯實技術改良其性質。
4. 該土壤之 pH 值為 10.1，表適合以水泥穩定技術提昇其強度、降低壓縮性。
5. 最大乾單位重 $\gamma_{d(\max)}=17.0\text{ kN/m}^3$ 、最佳含水量 $w_{opt}=15.1\%$ 。
6. 現地為軟弱土層、孔隙比大，故抗剪強度低，其 $c=0\text{ kN/m}^2$ 、 $\phi=10.6$ 度。
7. 現地土層之 $C_c=0.229$ 、 $C_s=0.012$ ，而對應於有效應力 180 kN/m^2 荷重階段之 $C_v=0.00171\text{ cm}^2/\text{sec}$ 。
8. 夯實最佳狀態試體之 $c=8.3\text{ kN/m}^2$ 、 $\phi=33.3$ 度，表夯實改良技術可大幅提昇其抗剪強度。
9. 夯實最佳狀態試體之無圍壓縮強度為 156.9 kN/m^2 。
10. 以水泥含量 12%、養護 7 天之土壤水泥試體為試驗對象。
11. 土壤水泥試體的 $c=349\text{ kN/m}^2$ 、 $\phi=57.0^\circ$ ，甚高於夯實試體者。
12. 土壤水泥試體之無圍壓縮強度為 1066.4 kN/m^2 。

四、建議工法

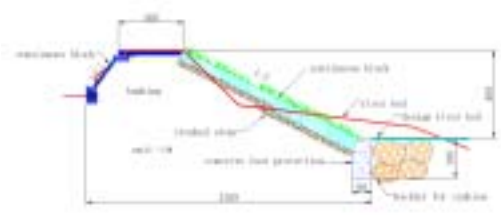
1. 建議六種適用工法（次頁）。
2. 構造物底寬以較小者為佳，因其施工面較小，對紅樹林之影響性也相對低。
3. 以利用現地之土為土堤材料較符合「就地取材」原則，且若不利用現地土，因其為低塑性粘土又有臭味，若棄置於他處會影響環境。
4. 臨水面護岸皆屬多孔隙或土壤水泥自然材。
5. 構造物單元較少之治理工法，其作業較單純、施工性佳、工期短，也較易控制進度。
6. 因現地無石材，若使用石籠、蛇籠、砌石等構造物，石材需外運，除不符「就地取材」原則外，也增加工法造價。
7. 籠類因荷重集中沉量大、石材易陷入土中，其底部以設置鋼筋混凝土版為宜；此物雖為混凝土製品，因埋於最大沖刷深以下，不影響生態。
8. 懸臂式擋土牆雖為混凝土製品，若於其臨水面鋪設砌石亦成多孔隙護岸，可降低其環境衝擊。
9. 造型塊、預鑄塊之單價高，唯具品質易控制、易施工之性質。

五、結論與建議

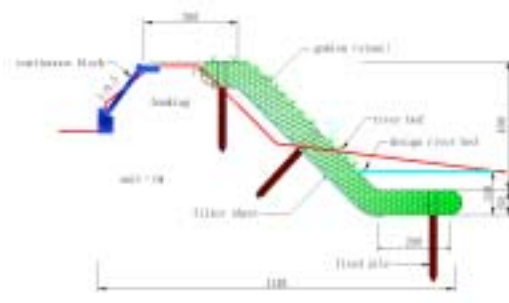
1. 比較上，土壤水泥堤防之構造物單元較少，具低造價、作業單純、施工性佳等特性，雖國外已有實績，而國內尚無。
2. 六種工法之壓密沉陷量皆大，除會使構造物凹陷影響其機能外，亦會使堤頂因過度沉陷而危及防洪安全；應重視此問題，須進一步研究此土層之改良方法。
3. 六種工法之施工階段環境影響性（紅樹林破壞、噪音、空污、水污染等），有待量化評估。
4. 從防洪、生態、經費、施工性、安全性及環境影響性角度觀之，若認為此等工法適用於該區，則宜試做，並推廣之。



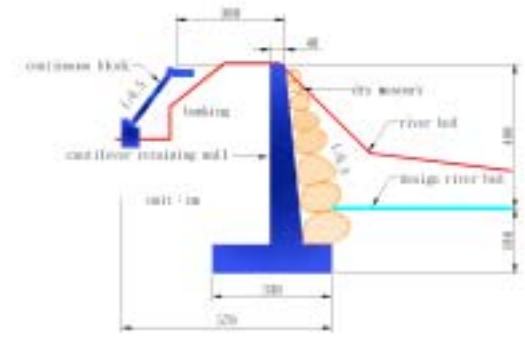
土堤及石籠護岸



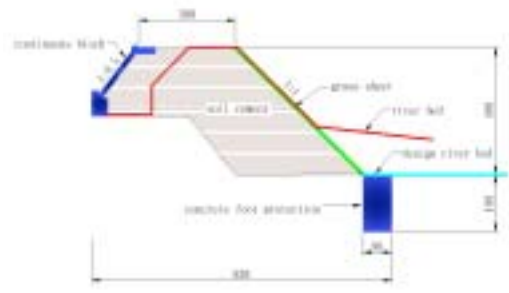
土堤及預鑄塊護岸



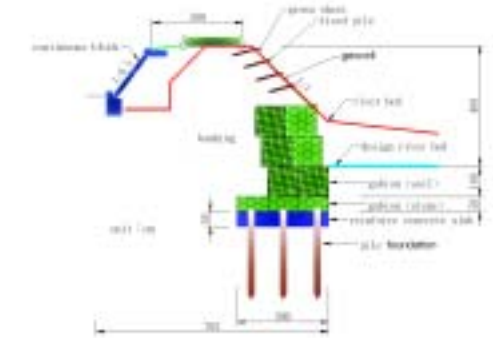
土堤及蛇籠護岸



擋土牆及砌石護岸



土壤水泥堤防



土堤及土籠石籠護岸