

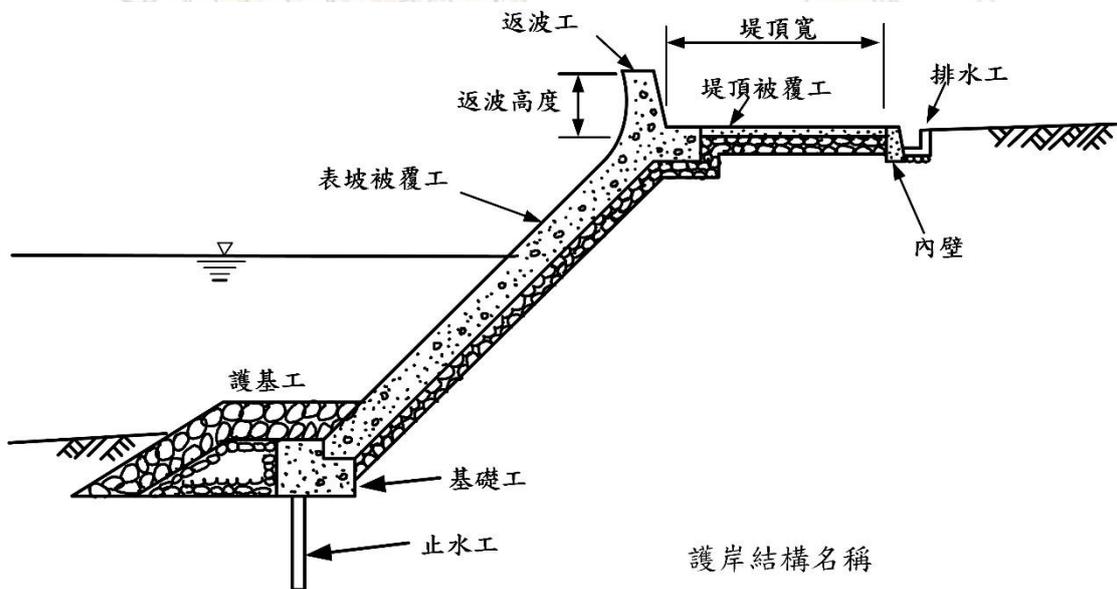
# 護岸設計

## 1. 設計流程

護岸目的為防護港灣背後設施受波浪、流、暴潮等侵蝕，設計時應考量自然、施工、經濟條件，充分檢討堤體安全、波浪越波等，設計流程如下。



護岸結構名稱如下圖。



護岸結構名稱

## 2. 設計條件

護岸設計條件必要考量下列條件：

- 1) 潮位
- 2) 波浪
- 3) 波力
- 4) 地質
- 5) 土壓
- 6) 殘留水壓
- 7) 基礎
- 8) 材料
  - ① 材料單位體積重量
  - ② 鋼材
  - ③ 混凝土
  - ④ 其他材料
  - ⑤ 摩擦係數
- 9) 地震力
- 10) 漂砂
- 11) 流力
- 12) 風



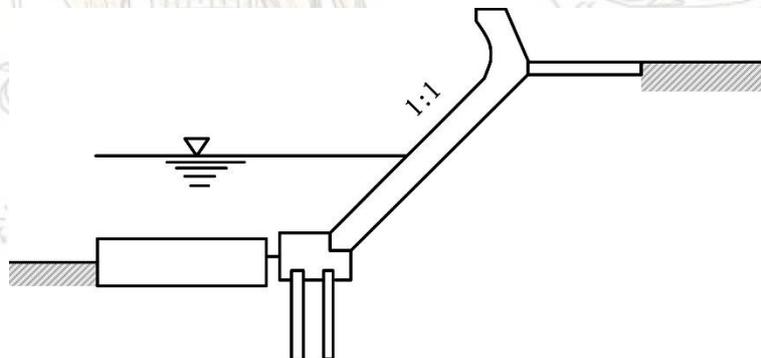
載滿珠寶的駱駝

2011 埃及尼羅河之旅

## 3. 結構型式

護岸型式可分成下列傾斜型、直立型及合成型等3類。

- 1) 傾斜型

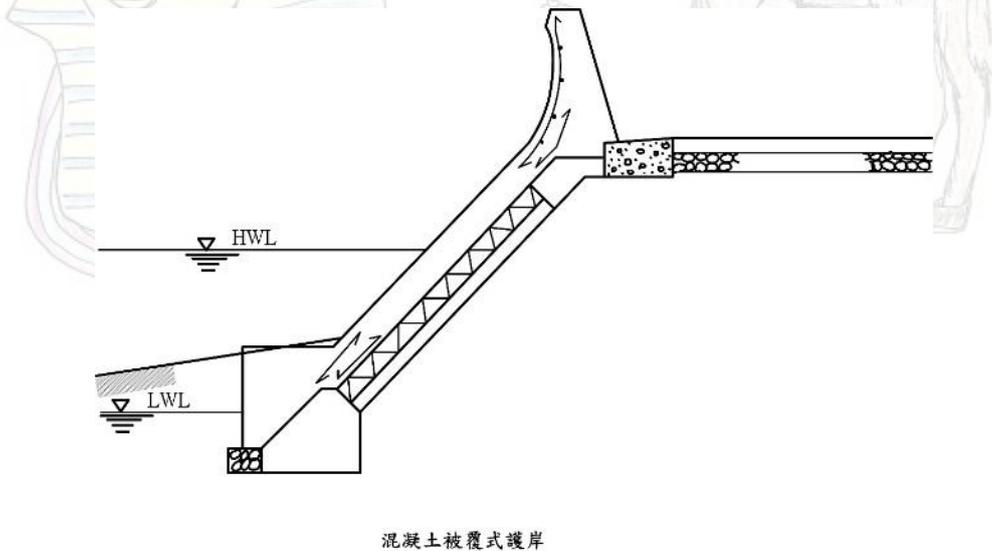


傾斜型

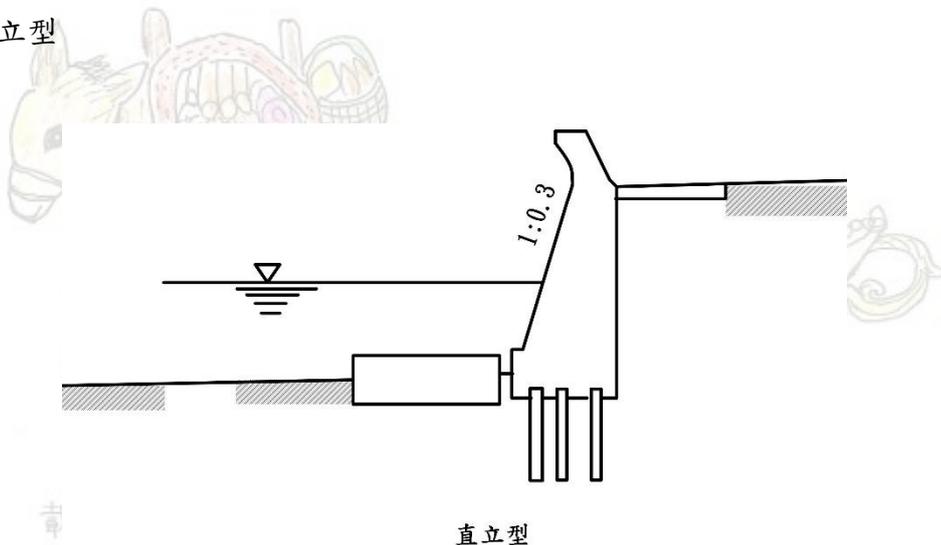
表坡坡度緩於 1:1 者稱為傾斜護岸，其特徵為：

- ① 底面反作用力比直立型小，適用於比較軟弱地盤。
- ② 受波作用引起基礎被淘刷較小，適用於砂土砂動顯著處。
- ③ 波浪容易溯上。

表坡坡度緩於 1:3 者稱為緩坡度傾斜堤，親水性較強，對周遭景觀比較容易被接受，下圖為典型混凝土被覆傾斜堤斷面。



## 2) 直立型



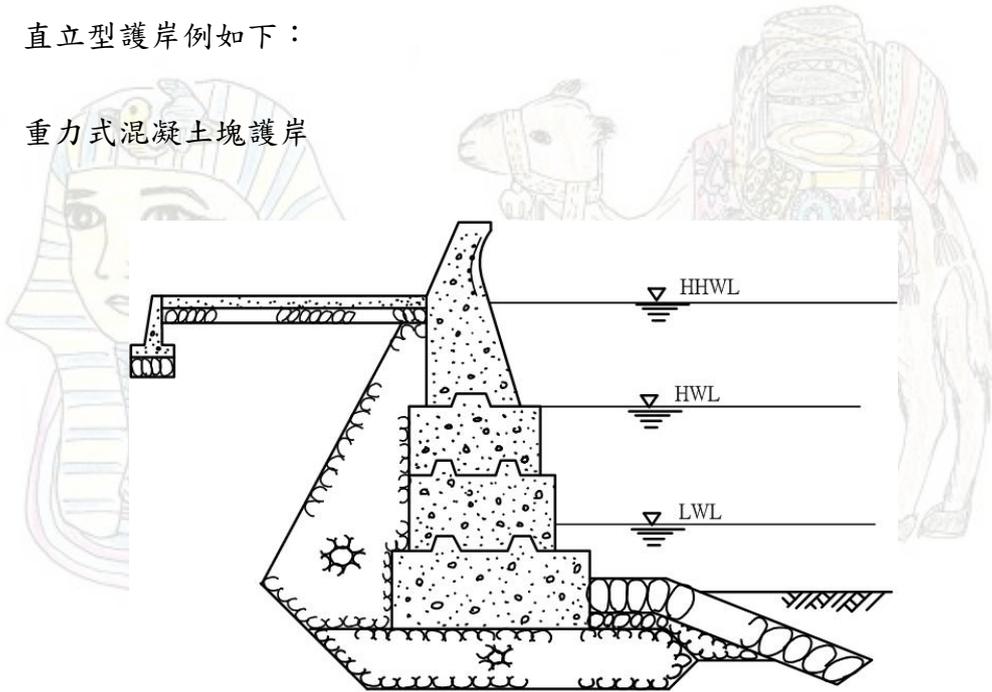
表坡坡度未超過 1:1 者稱為直立護岸，其特徵為

- ① 與其他 2 種型式比較，佔有面積較少，設置地點基地受限時比較有利。

- ② 直接受強大波力作用，容易產生基礎被掏空。
- ③ 底面反作用力大，只適於地盤強度良好處。

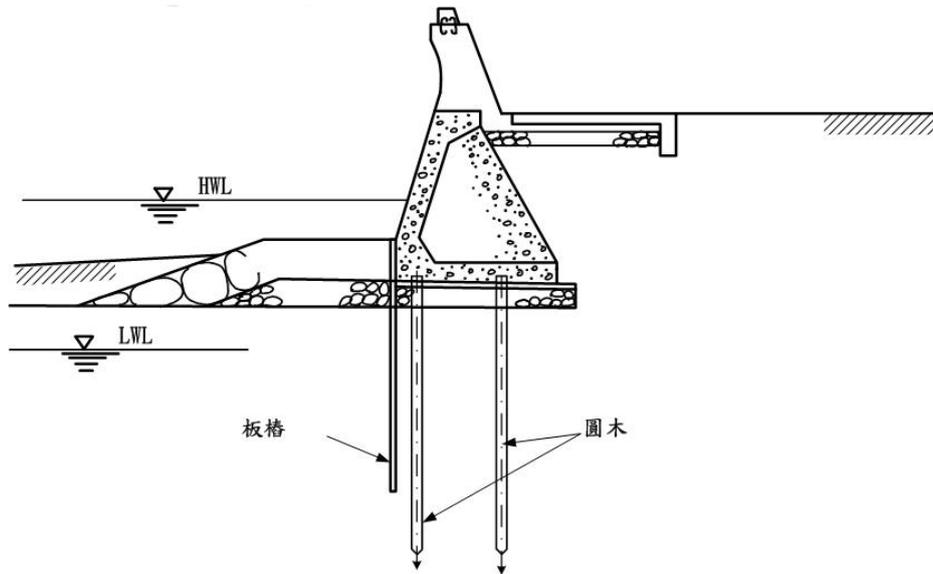
直立型護岸例如下：

- ① 重力式混凝土塊護岸



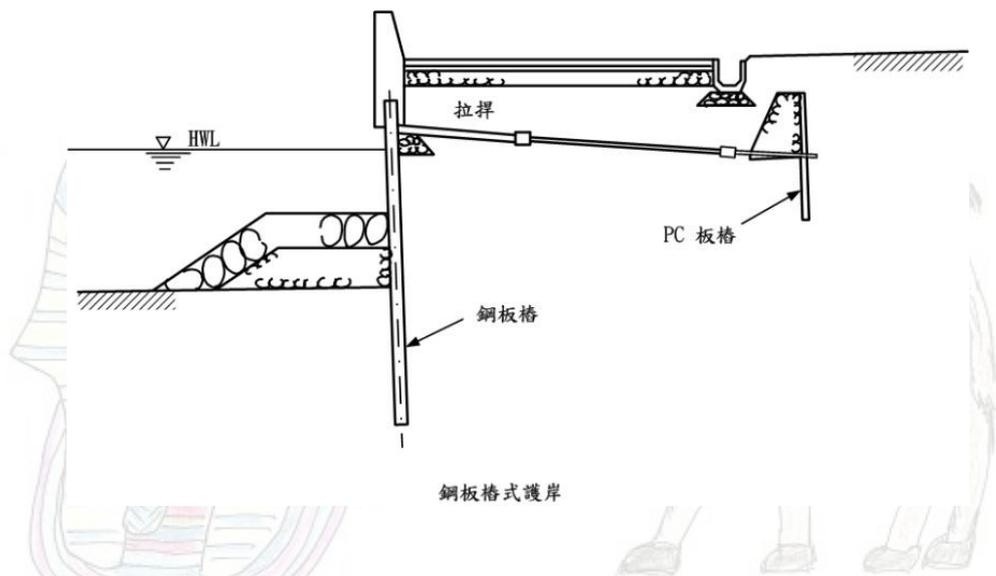
混凝土塊護岸

- ② 重力扶牆(擁壁)式護岸。

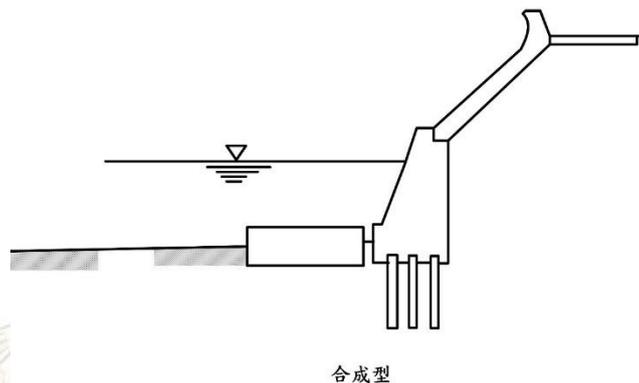


擁壁式護岸

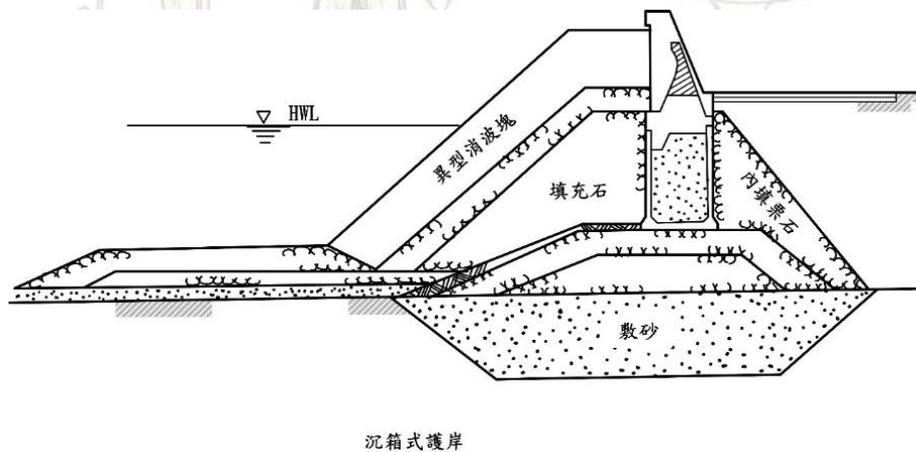
© 非重力式鋼板樁直立護岸。



3) 合成型



將直立型與傾斜型作適切組合而成護岸稱為合成型護岸，兼具 2 者優點，但是施工期較長，施工亦比較困難，有工期及現場條件限制時不適用。下圖為消波塊被覆沉箱式護岸



#### 4. 堤頂高度

堤頂高度可依下式計算

$$\text{堤頂高} = \text{設計潮位} + \text{設計波高} + \text{餘裕高}$$

##### 1) 設計潮位

##### 2) 設計波高

設計波高可依下列方法估算：

- ① 設置位置在設計高潮位時的水深大於換算外海波高  $H'_0$  時，依越波量推算。
- ② 設置位置在設計高潮位時的灘線陸側時，由溯上高推算。
- ③ 設置位置在設計高潮位時的水深小於換算外海波高  $H'_0$ ，同時設置位置在設計高潮位時的灘線海側時，由 ①、② 推算，並檢討既有設施或鄰近設施的過去越波狀況決定。

##### 3) 餘裕高

2011 埃及尼羅河之旅

依地盤下陷趨勢及背後地重要度決定。

#### 5. 結構細項

護岸結構細項除表坡被覆工、堤頂被覆工外，其他尚有堤體、基礎工、止水工、固根工、消波工、反波工、排水工等，其結構細項參照堤防設計，表坡被覆工及堤頂被覆工說明於下。

##### 1) 表坡被覆工

表坡被覆工是護岸主體，必要設計成可對抗波壓等外力、可耐摩擦、可防止因下陷致使龜裂及內埋土吸出等，以確保安定。

##### (1) 傾斜型

傾斜型與堤防相同，在內埋土自然坡面上加以被覆者。有砌石式、砌混凝土塊式及混凝土被覆式等，其結構設計如同堤防設計，緩傾斜護岸結構細目如下。

### ① 緩傾斜護岸貫入深度

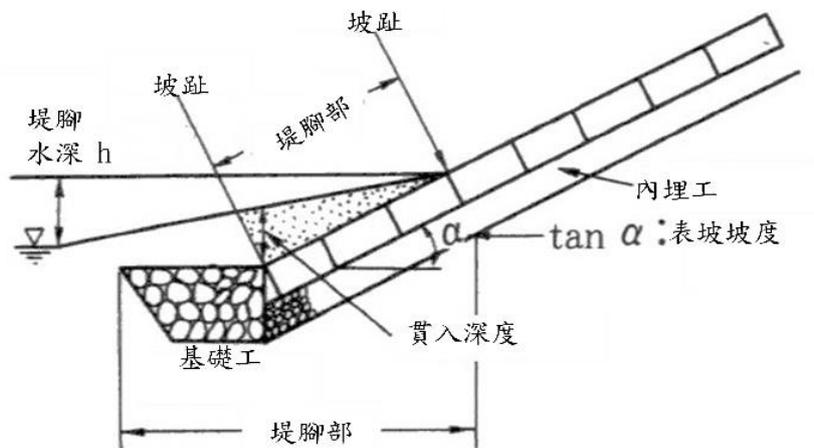
坡面坡度緩於 1:3，坡趾混凝土塊不可反射波浪，助長淘刷。混凝土塊宜以同一坡度埋入地盤，混凝土塊貫入深度如下圖，必要依能否對下列堤趾部的地形變化，確保堤體安定性而決定。

地形變化(a)：沿岸漂砂不均衡導致海岸侵蝕引起海灘變形

地形變化(b)：無護岸、大波時，離岸漂砂引起海灘變形

地形變化(c)：大波時，堤腳部局部淘刷

為確保安定性，必要預測上述地形變化引起地盤下陷量，確保其貫入深度。



從施工性及經濟性觀點，可採用乾式施工時，貫入深度必要滿足下式。

$$\text{貫入深度} > \text{地形變化(a)引起長期地盤變化量} \\ + \text{地形變化(b)、(c)合計最大淘刷量}$$

因沿岸漂砂失衡的海岸，必要考量海岸侵蝕造成的堤趾部地盤下陷量，地盤下陷量預測可依解析水深測量得到的長期傾向加以檢討。因結構物建造致使沿岸漂砂上游側漂砂受阻導致沿岸漂砂量顯著減少時，必要利用灘線變化模式加以預測。大波來襲致使海灘變形或局部淘刷，必要個別檢討，然目前尚無精準預測模式，定量評估困難，宜利用長期地形變化的測量結果解析其傾向，或利用水工模型實驗加以推估。

依上述方法推估得到的必要貫入深度過大，致使施工困難時，必要確保 1m 以上的貫入深度，並設置基礎工以防止淘刷。水中施工時不採取貫入防止淘刷措施，而是如上圖設置基礎工，本基礎工會配合大波來襲時堤趾部的地形變化，其規模是在地形變化不會影響堤體範圍內。

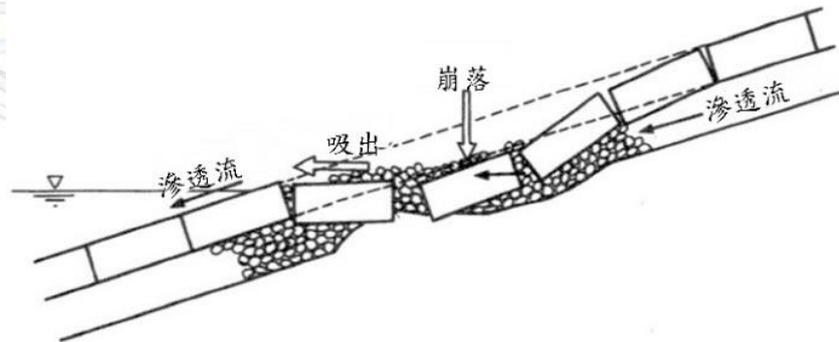
## ② 緩傾斜護岸內埋工

設置於表面的內埋工厚度為 50cm 以上，施工時必要確保足夠安定。內埋工是在原地盤上鋪設卵石、碎石層，強化耐地力及支撐力，並確保作為表坡滲透水或堤體滲出水濾網機能為目的，因滲透效果可減弱逆流，期待減低淘刷。

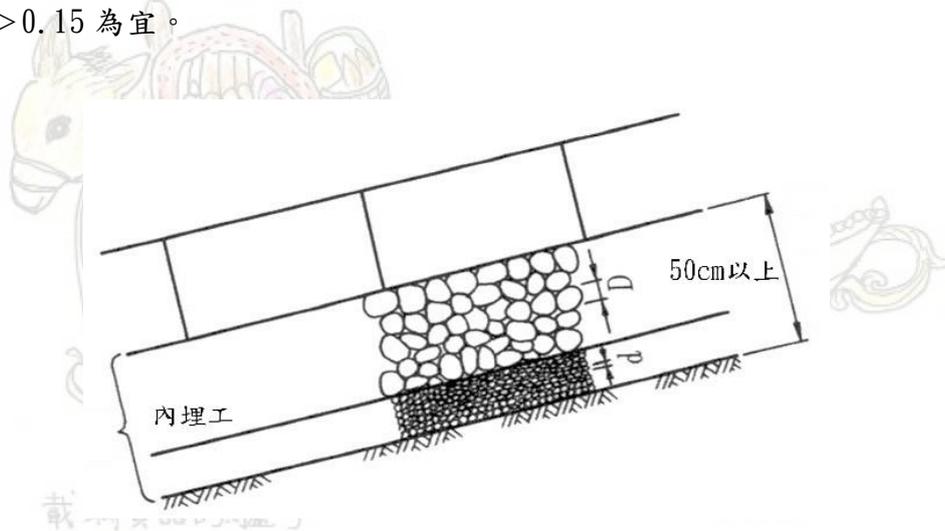
內埋型式依使用材料有下列 2 種：

- i. 卵石、雜石、碎石
- ii. 蛇籠、箱籠

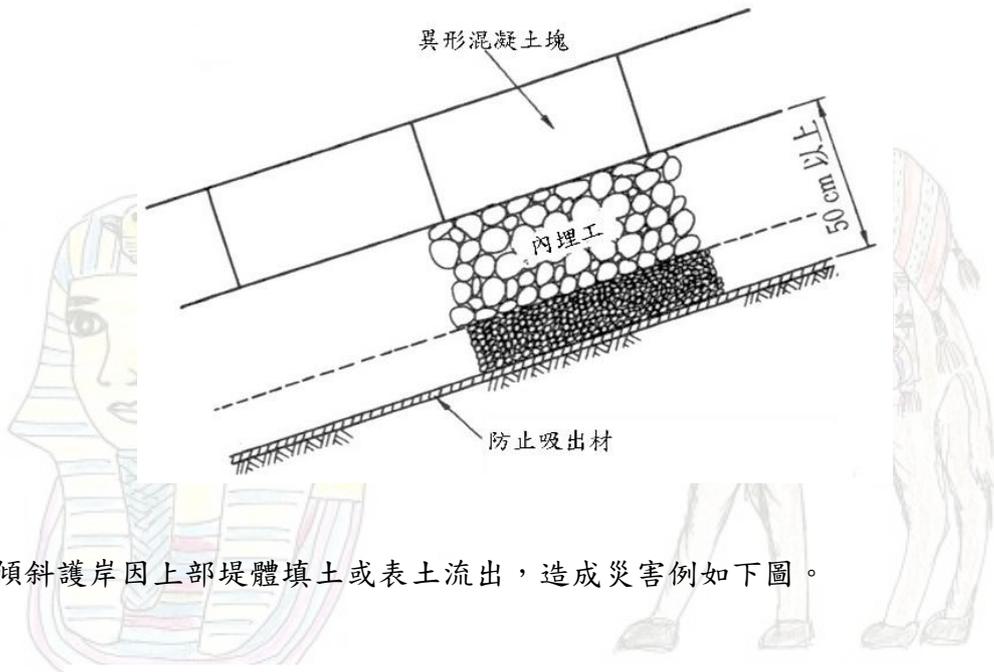
緩傾斜護岸坡面長度通常長於傾斜堤，緩傾斜護岸堤趾在海中時，即使鋪設較厚內埋，亦可能會如下圖，在灘線附近發生吸出，為防止吸出，除加厚內埋外，必要將粒徑從上層至下層逐漸越小，加強咬合度。



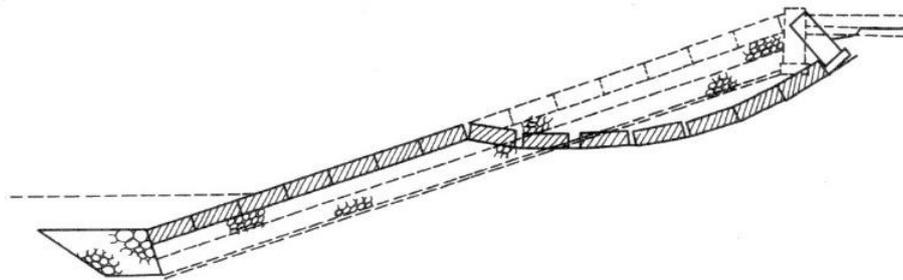
內埋工厚度至少 50cm 以上，內埋材粒徑比，如下圖，下層與上層的粒徑比以  $d/D > 0.15$  為宜。



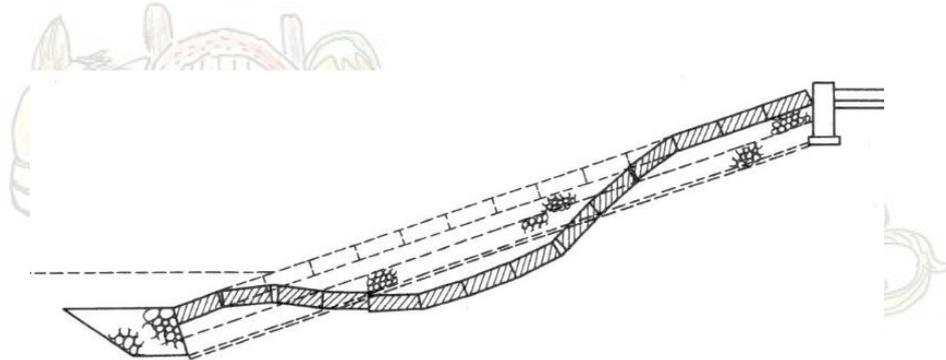
堤體由礫石構成無被吸出之憂時，可如下圖，在內埋工下層設置防止吸出材，要注意即使設置防止吸出材，亦不可省略碎石層。



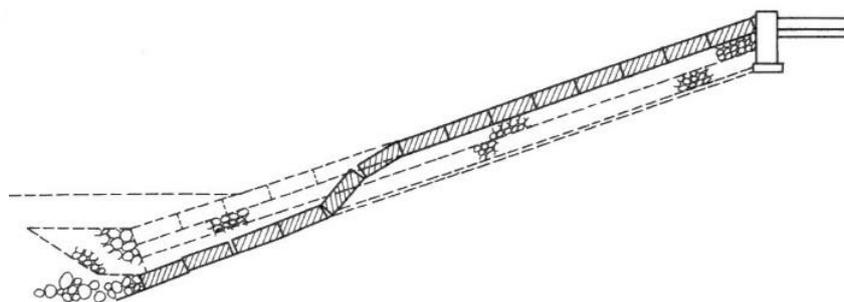
緩傾斜護岸因上部堤體填土或表土流出，造成災害例如下圖。



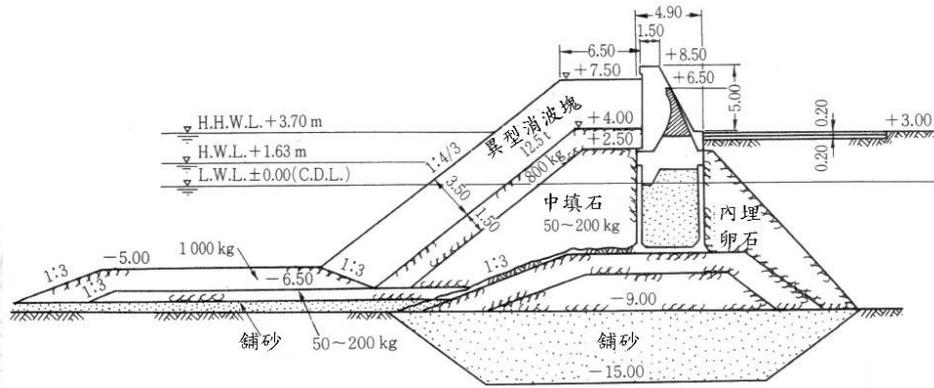
緩傾斜護岸因中央部堤體填土或表土流出，造成災害例如下圖。



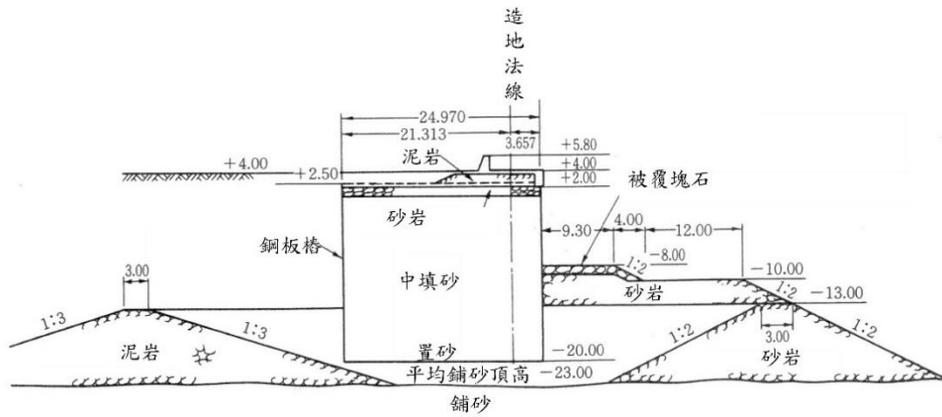
緩傾斜護岸因坡趾淘刷，造成災害例如下圖。



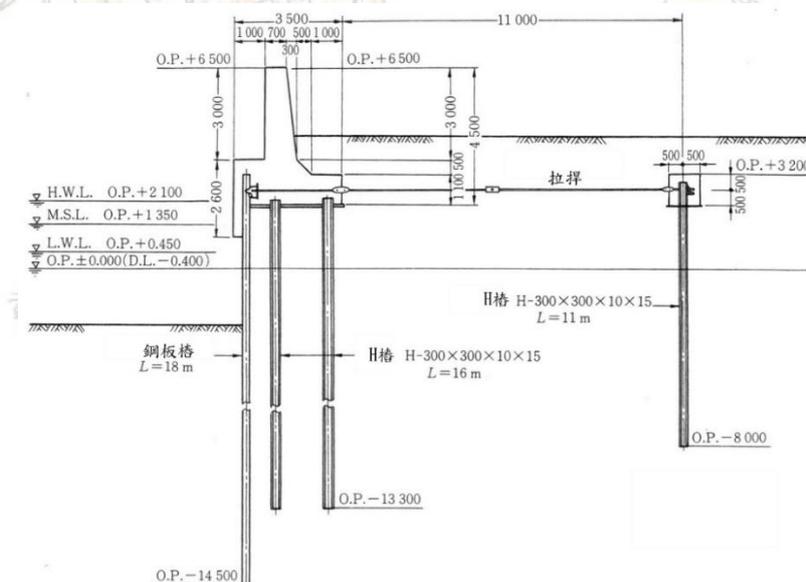




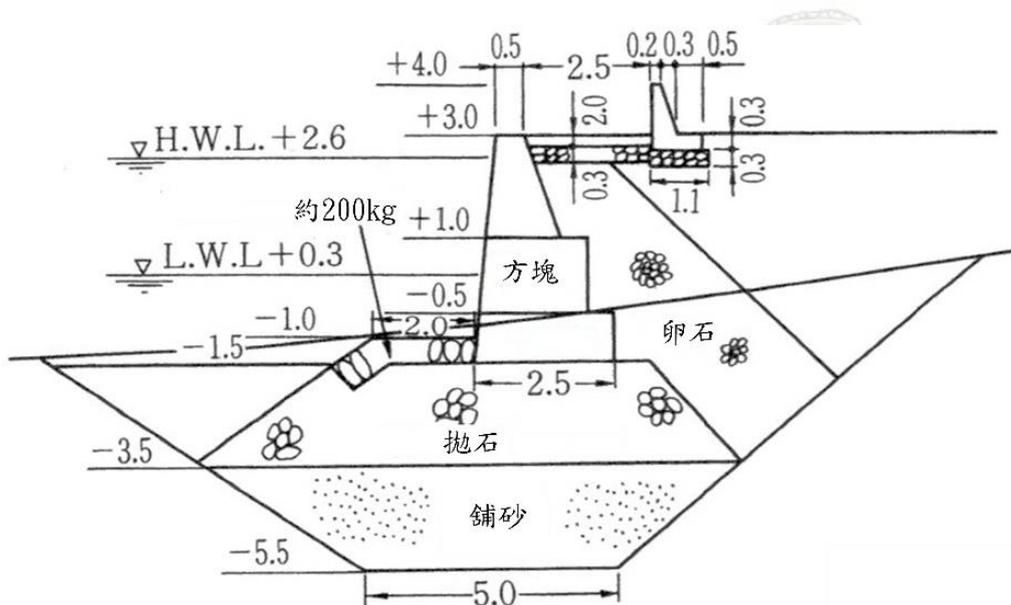
筒式護岸例如下圖，施工簡單、工期短，地盤良好時可節省工程費，筒體通常採用鋼板樁或鋼板。必要採取防蝕措施，從設置至完工前，對波浪呈不穩定狀態，必要盡早完成中填。



板樁式護岸例如下圖，通常採用鋼板樁或鋼筋混凝土板樁，必要採取防蝕措施，樁頭必要連結以強化結構，板樁貫入深度約為 1/3 全長。

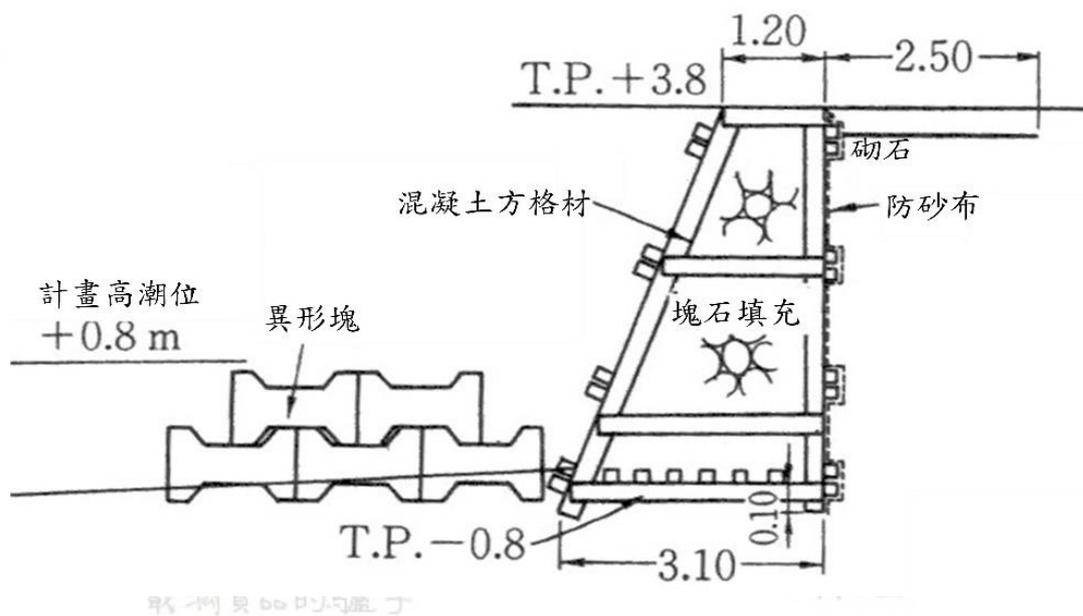


堆混凝土塊式護岸例如下圖，混凝土塊重原則上大於 3t，必須交互堆砌，接頭處打設場鑄混凝土補強。



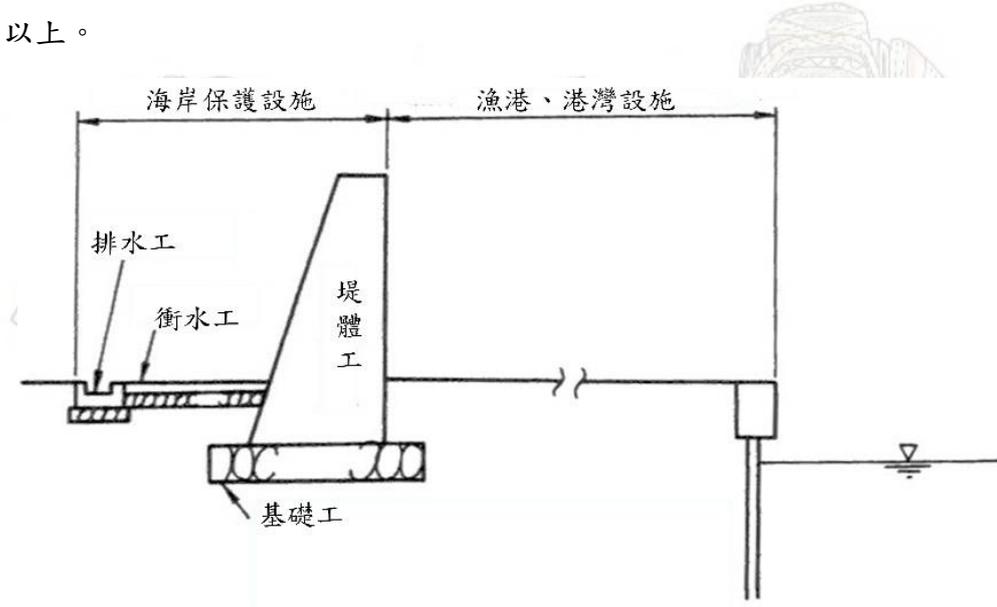
石框式護岸例如下圖，以鋼筋混凝土建造，中填使用 200kg 以上粗石，石框背後配置內土工。

2011 埃及尼羅河之旅



## 2) 堤頂被覆工

堤頂被覆工如下圖，是指護岸背後衝水工部分，設計比照堤防，被覆工寬約3m以上。



### 回港灣設施設計

2011 埃及尼羅河之旅



載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈