

傾斜堤設計

1. 傾斜堤優缺點

傾斜堤是利用塊石或混凝土塊堆放成梯形斷面者，主要是使波浪在斜面上產生碎波而達消耗來襲波浪能量的效果。通常有下列形式：

- ① 砌石傾斜堤
- ② 拋石傾斜堤
- ③ 拋消波塊傾斜堤

傾斜堤優點是：

- ① 可順應地盤形狀施工，適用於比較軟弱地盤。
- ② 利用堤身摩擦消耗來襲波的能量，可減少反射波，堤前水域比較靜穩。
- ③ 消波塊堤時，透水性強、可維持較佳水質。
- ④ 比較容易維護。

傾斜堤缺點是：

- ① 設置水深深時需要大量堤身材料及勞力。在經濟及工期上有問題，同時在施工中比較容易受到損害，必須考量對策。
- ② 發生越波時，港內側斜面容易受到破壞，應充分考量堤頂高、港內側斷面形狀及被覆材。
- ③ 消波塊堤時，會因來襲波透過造成港內水面擾亂，在漂砂問題存在處容易造成港內堆砂，應考量可減少波透過及阻止漂砂入侵的斷面形狀。
- ④ 由於堤身斜面寬度較寬，會使航道及泊地變窄，進行平面配置時必須考量與其他港灣設施間的位置。

2. 傾斜堤設計時應注意事項

傾斜堤依其構成材料特徵可分類成如下表。

傾斜堤構成材料

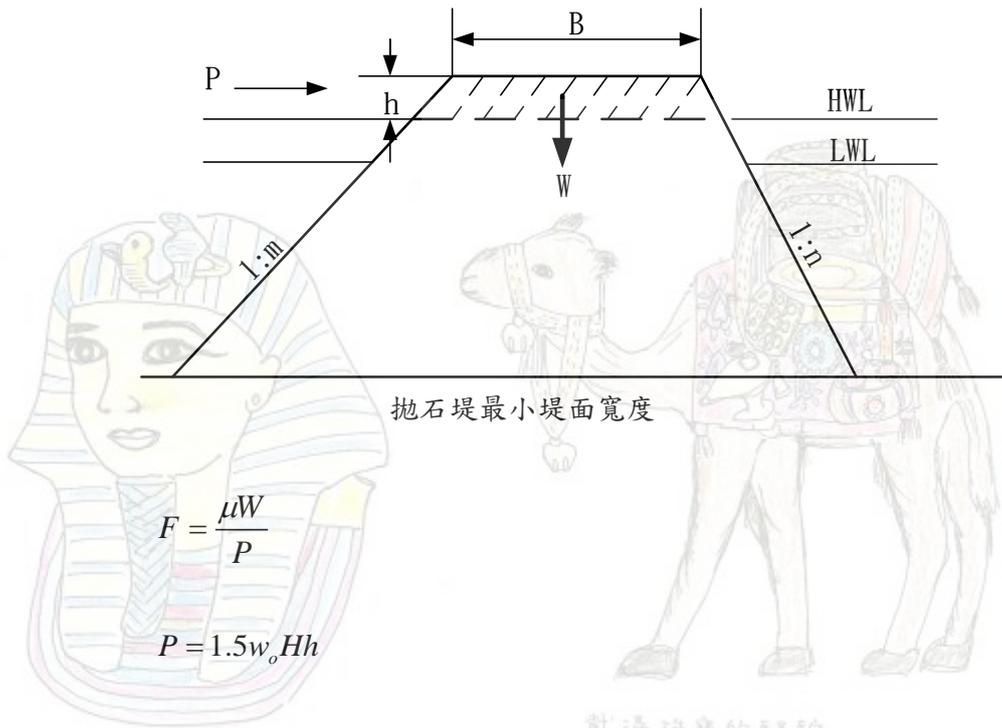
	自然條件	材料條件	施工條件
拋石	耐波性有其限制	需要大量石材	
消波塊	可適用於較大波浪處	有施工設備時，可使用較重消波塊	必要有消波塊作業場及裝載設備

設計時應注意事項：

- ① 傾斜堤會產生透過波，與堤高相同直立堤比較，港內波高變大，必要留意。
- ② 傾斜堤頂寬度依被覆材安定而定，即與波高、波向、波長、潮位及被覆材料等有關。通常利用水工模型實驗決定，發生大量越波時可能造成頂部受損，拋石式傾斜堤應有不會發生滑動的堤頂寬度，消波塊式至少應並排3個以上，堤頭部被覆材亦可能發生不安定現象，應注意堤頂高度。
- ③ 傾斜堤坡面坡度依安定計算決定，通常拋石傾斜堤港外側為1:2，港內側為1:1.5。異形消波塊時，1:1.3~1.1.5為多。波作用隨水深減弱，可設計不同重量消波塊或坡度，但變更水深必須在 $1.5H_{1.3}$ 以深。
- ④ 傾斜堤基礎，有必要時可設置防止淘空或吸出工，於坡趾處設置拋石、方塊、沈床，瀝青墊等保護坡趾。
- ⑤ 在拋石或拋消波塊堤設置上部工時，必須利用小石或小消波塊作為基礎。
- ⑥ 表層被覆工必要充分咬合。
- ⑦ 在有漂砂活動處設置傾斜堤，因砂會隨波透過堤體，使港內產生堆積，應設置防砂工。可於傾斜堤內打設板樁、方塊等，亦可於傾斜堤內或港內側坡面拋置粒度分佈極寬的石材。
- ⑧ 拋石式傾斜堤堤體內拋石重量隨向堤心減輕，但為防止被波浪掏出，各層拋石重量應為其外層拋石的1/10~1/20間。
- ⑨ 消波塊式傾斜堤
 - ① 消波塊形狀及重量
消波塊種類很多，選定時應考量其消波能力，並使用能防止沖刷的安全重量，前面坡度隨使用消波塊種類而異。
 - ② 被覆層厚度
被覆層厚度隨使用消波塊種類而異。

3. 傾斜堤安定計算

- ① 拋石堤最小堤面寬度



$$F = \frac{\mu W}{P}$$

$$P = 1.5w_o Hh$$

$$W = w_r \left(B + \frac{m+n}{2} h \right) h$$

H: 在防波堤碎波的波高 尼羅河之旅

μ : 拋石面摩擦係數(設為 1.0)

w_r : 拋石海中單位容積重量, 以 9.8kN/m³ 計)

w_o : 海中單位體積重量(以 10.3kN/m³ 計)

h: 大潮平均高潮位至堤面高度(m)

P: 作用於海面上全碎波波力(kN/m)

W: 大潮平均高潮位至堤面間拋石重量, 以拋石海中重量計算。

F: 安全率

即拋石堤面最小寬度為

$$B = \frac{FP}{\mu w_r h} - \frac{m+n}{2} h$$

② 被覆材重量 貨品的驢子

③ 靜水面以上

採用 Hudson 公式

載滿珠寶的駱駝



阿拉丁神燈

⑥ 靜水面以下水深 D 處

採用 Hudson 公式，但作用波高採用下列虛擬波高



③ 被覆層厚度

① 粗石

$$H_{dummy} = \frac{2\pi H^2}{L \sinh \frac{4\pi D}{L}}$$

H : 作用波高
L : 波長



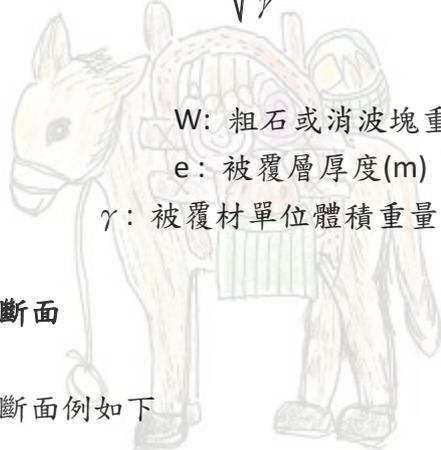
載滿珠寶的駱駝

$$e = 3 \sqrt[3]{\frac{W}{\gamma}}$$

2011 埃及尼羅河之旅

⑥ 消波塊

$$e = 2 \sqrt[3]{\frac{W}{\gamma}}$$



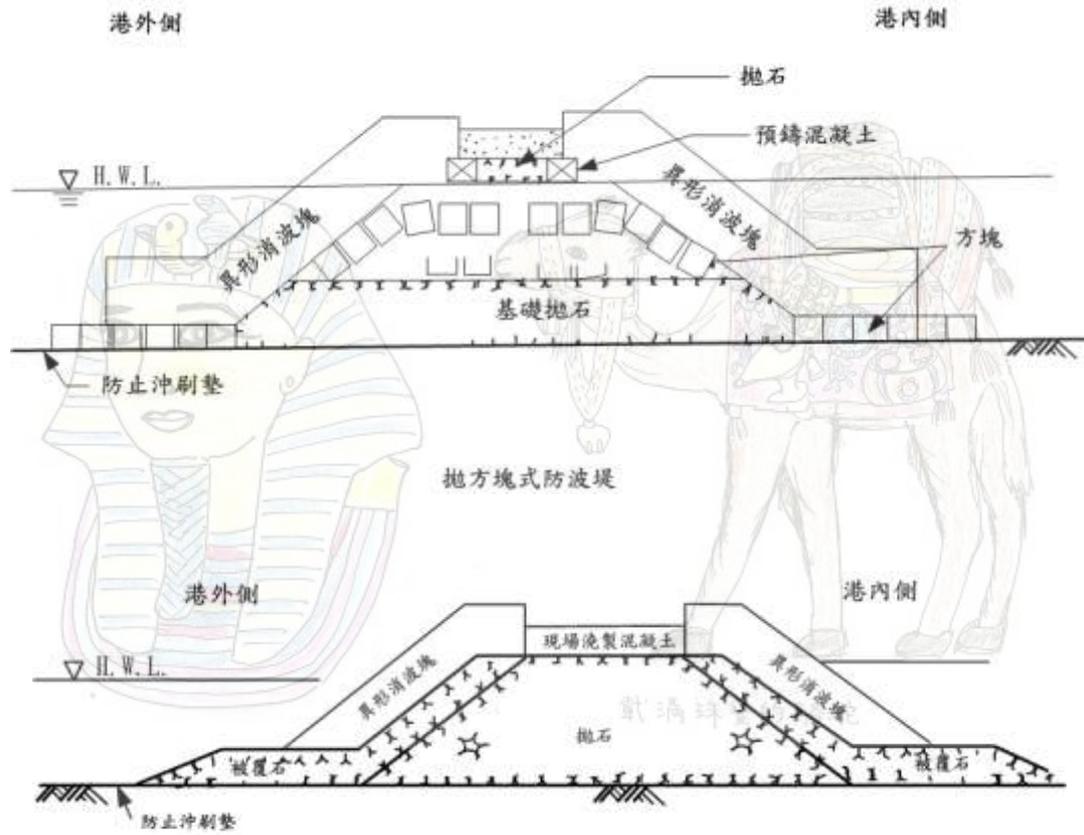
載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈

4 標準斷面

標準斷面例如下



2011 埃及 拋石式防波堤

回港灣設施設計



載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈