

[illegible]

考量之因素將有所改變，爰以研擬設計案例並進行彙編，供設計者參循。

二、案例說明

2.1 拋石斜坡堤設計案例

2.1.1 背景說明

本次研究之拋石斜坡堤案例，以研析高雄港務局(高雄港務分公司前身)「安平港鄰近海岸整治工程」之馬刺型突堤，並依據交通部運輸研究所於 108 年完成之「港灣構造物設計基準(草案)」進行設計，說明如下：

1. 案例簡介：安平港海岸整治工程之馬刺型突堤，其堤址水深約位於-4m 以內，即採拋石堤結構達到人工養灘之目的，並考量突堤之堤頭流速較大，則利用堤頭與兩突堤間開口處設計成生態潛礁，可充分提供海中生物聚集棲息之場所及海藻群落生成之良好環境，以達生態功能之效。堤體標準斷面，如圖 1 所示。

一、研究目的

交通部於民國 85 及 86 年分別頒布「臺灣構造物設計基準」-第一部分「防波堤設計基準及說明」及第二部分「碼頭設計基準及說明」，距今已超過 20 年，期間交通部雖曾於民國 89 年因應 921 地震修訂部份條文，交通部運輸研究所亦曾於民國 99 年及 102 年完成工程材料之混凝土與鋼鐵材料部份條文修訂工作，並報部頒布施行，惟隨著時空環境之改變，交通部運輸研究所於 108 年度完成基準條文編修並報部複審。

而考量於新技術條文頒布施行時，設計者在實際作業階段，將面臨設計作業流程、設計方法、設計參數等相關需

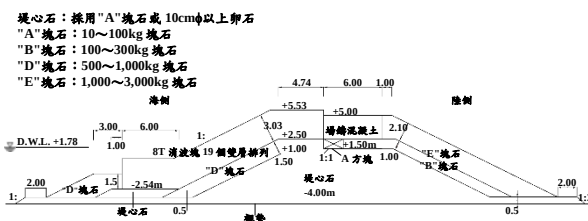


圖 1 安平港海岸整治工程拋石斜坡堤
標準斷面圖

2. 設計流程：本案例設計流程，如圖 2 所示。

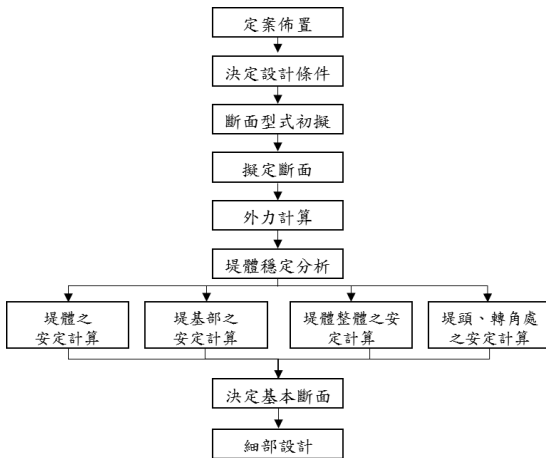


圖 2 拋石斜坡堤斷面設計流程圖

2.1.2 設計條件擬訂

1. 設計年限：依構造物之使用年限，決定設計迴歸期。

一般港灣永久構造物之使用年限為 50 年，且設計迴歸期以不小於設計年限為基準，本工程之堤防工程係以永久結構物觀念設計，故其設計迴歸期採用 50 年。

2. 設計水位：依實測資料進行統計與分析，決定相關設計水位。

計算所採用之潮位，為對結構物最危險時之潮位。根據安平港南護岸潮位站民國 68 至 82 年實測潮位紀錄之統計分析資料，港區附近之潮位，如表 1 所示：

表 1 安平港港區潮位統計結果表

潮位名稱	港築港高程(m)
最高高潮位 (H.H.W.L.)	CD.+1.77m(79.8.17)
平均高潮位 (M.H.W.L.)	CD.+0.96m
平均潮位 (M.W.L.)	CD.+0.67m
平均低潮位 (M.L.W.L.)	CD.+0.39m
最低低潮位 (L.L.W.L.)	CD.-0.37m

註：安平港潮位零點對應陸上水準為 EL.-0.47m。

3. 颱風波浪推算：依設計迴歸期推算工址之外海颱風波浪。

波浪資料乃為港灣結構設計重要因素之一，尤其當颱風來襲時引致之異常浪危害度最高，故防波堤設計乃探求颱風波浪為設計依據，則依井島武士及湯麟武博士之理論模擬推算各迴歸期之波高，如表 2 所示。

表 2 各迴歸期颱風波浪推算值統計表

迴歸期 方向	100		50		25		10	
	H ₀	T	H ₀	T	H ₀	T	H ₀	T
NW	4.9	10.5	4.4	9.9	3.9	9.3	3.2	8.2
WNW	4.4	9.6	4.0	9.2	3.7	8.8	3.1	8.1
W	5.2	10.5	4.8	10.1	4.3	9.6	3.7	8.8
WSW	6.1	11.7	5.4	11.0	4.7	10.2	3.8	9.1
SW	7.0	12.1	6.3	11.4	5.5	10.7	4.3	9.5
SSW	7.3	13.1	6.5	12.2	5.6	11.3	4.2	9.7

註：1.依據 1940~2001 年間之颱風資料推算，本案例彙整。

2.目標區為 120.11°E，22.95°N，水深-30m。

3.波高之單位為公尺；週期之單位為秒。

4. 設計波浪：以所推算颱風波浪，推估其經折射、繞射、淺化及碎波後之變化，做為堤體設計之計算值。

防波堤穩定分析主要考慮在設計年限之颱風波浪作用下，堤體本身仍能安全、穩定。因此，本防波堤工程採用迴歸期為 50 年颱風波浪為設計條件，由此推估深海波浪經折射、繞射、淺化及碎波後之堤前示性波高，做為堤體設計之計算值，並彙整如表 3 所示。

表 3 拋石斜坡堤堤址高程設計波浪表

堤址 高程 (m)	$\beta = \min(\beta_w - 15, \beta_w + 15)$	判斷式 = $H_{max} \times (1 + \cos \beta) / 2$	深海 波向	入射 波高 H ₀ (m)	週 期 T (sec)	K _r K _d	相當 深海 波高 H _{0'} (m)
-3~-4m	0	5.47	SSW	6.5	12.2	1	6.5

註：1.略以 Goda 建議之波壓公式判斷。

2.設計水位=+1.78m，海底坡度為 1:60。

5. 安全係數：諸如堤體之滑動、傾倒與基礎承载力之安全係數。

(1) 堤體滑動驗算：波浪作用時 1.2 以上，地震時 1.0 以上。

(2) 堤體傾倒驗算：波浪作用時 1.2 以上，地震時 1.1 以上。

6. 地質條件：依據地質鑽探試驗結果，判斷堤址處之地質條件。本案例堤址

處之地質以砂為主，其土壤內部摩擦角 ϕ 為 32° 。

- 地震力：依據工址震區決定其設計震度。本案工址位於台南市安平區，工址短週期設計水平譜加速度係數 $S_S^D=0.7$ 、反應譜等加速度段之工址放大係數 F_a 保守取 1.1 ，則工址之設計震度 $K_h=0.4 \times S_S^D \times F_a \times I/2=0.154$ ，並依此計算設計地震力 $V=K_h \times W$ 。

2.1.3 基本設計方法

- 堤體斷面研擬：初步研擬堤體之頂高、堤寬、護坡坡度與場鑄混凝土厚度，並經計算分析後，逐漸修正至最佳斷面。研擬斷面考量因素包括如下：

- (1) 拋石堤拋石頂面高度，如為滿足陸上拋石作業需求，一般採高潮位以上。
- (2) 堤面場鑄混凝土厚度，一般在 1m 以上。
- (3) 拋石堤之護坡坡度以港外側坡度緩於 $1:2$ ，港內側坡度緩於 $1:1.5$ 。
- (4) 堤寬除應滿足安定計算上所需寬度外，並應考慮施工上方便。

且本案因以現有商、漁港之堤面作為施工便道，則考量施工之便利性，其拋石寬度及堤面場鑄混凝土寬度至少需 6.0m 以上，而實際採用之堤寬則由波力計算決定；若依波力計算結果堤面寬度小於 6.0m 時，則仍採 6.0m 設計之。

- 堤前示性波高決定：採合田良實(Goda)公式為計算準繩。一般防波堤穩定性設計係採用最大波高 $H_{\max}$ 進行計算，消波塊重量則採用堤前示性波高 H_s 予以計算，經計算得 $H_{\max}=5.47\text{m}$ 、 $H_s=3.96\text{m}$ 。
- 堤頂高決定：考量本工程為突堤工程，其後容許大量越波，並考慮暴潮之影響，則採大於設計水位加上 0.6 倍示性設計波高以上高度，即堤頂高程：設計水位($+1.78\text{m}$) $+0.6$ 倍示性波

高(3.96m) $=4.16\text{m}$ 。惟另考量本工程堤體斷面將與現有安平商港及漁港銜接，為便於陸上施工作業條件，設計採用 $\text{EL.}+5.0\text{m}$ ，以兼顧施工便利性與經濟性。另因其堤頂設計高程容許波浪越波，故未來堤體完工後，應禁止人員於堤上行走，避免因波浪越波而發生意外事件。

- 波力計算：防波堤直立部分波壓分佈，如圖3所示，堤前波力採用合田良實(Goda)波壓公式，計算得堤體所受之波力 $P=9.33\text{ tf/m}$ 、上揚力 $U=13.78\text{ tf/m}$ 及其力矩 $M_u=55.14\text{ tf-m/m}$ 。

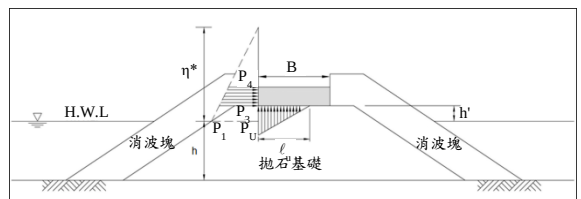


圖3 防波堤直立部分波壓分佈圖

- 安定計算：依堤體所受之外力(如波力、地震力、水壓)，檢核堤體之穩定性，如不符安全係數需求則重新計算。

(1) 滑動驗算(波浪作用時)

$$SF_s = \frac{\mu(W_A - W_B - U)}{P} \quad (1)$$

式中 SF_s ：滑動安全係數，

波浪作用時 1.2 以上，地震時 1.0 以上

μ ：堤底與拋石間摩擦係數，通常採用 0.6

W_A ：堤體重量(tf/m)

W_B ：堤體所受之浮力(tf/m)

U ：堤體所受之上揚力(tf/m)

P ：堤體所受之水平外力(tf/m)

堤體由場鑄混凝土組成，其單位體積為 $15\text{ m}^3/\text{m}$ (厚度 $2.5\text{m} \times$ 寬度 6m)，混凝土單位重為 2.3 tf/m^3 ，經計算 $W_A=34.5\text{ tf/m}$ ($=15 \times 2.3$)、 $W_B=0\text{ tf/m}$ (堤體之場鑄未入水)、 $U=13.78\text{ tf/m}$ ，則 $SF_s=1.33 > 1.2$ (OK)。

(2) 傾倒驗算(波浪作用時)

$$SF_O = \frac{M_A - M_B - M_U}{M_p} \quad (2)$$

式中 SF_O ：傾倒安全係數，

波浪作用時 1.2 以上，地震時 1.1 以上

M_A ：堤體自重產生之抗傾力矩(tf-m/m)

M_B ：堤體所受浮力產生之力矩(tf-m/m)

M_U ：堤體所受上揚力產生之力矩(tf-m/m)

M_p ：堤體所受水平外力產生之力矩(tf-m/m)

經計算 $M_A=103.5$ tf-m/m(=34.5×場鑄混凝土長度之半即 3m)、 $M_B=0$ tf-m/m、 $M_U=55.14$ tf-m/m，計算得 $SF_O=4.48>1.2$ (OK)。

(3) 滑動驗算(地震時)

$$SF_s = \frac{\mu(W_A - W_B)}{P_{eq}} \quad (3)$$

式中 SF_s ：滑動安全係數，

波浪作用時 1.2 以上，地震時 1.0 以上

μ ：堤底與拋石間摩擦係數，通常採用 0.6

W_A ：堤體重量(tf/m)

W_B ：堤體所受之浮力(tf/m)

P_{eq} ：堤體所受之水平外力(tf/m)

其中 P_{eq} 可分為動水壓力 P_W 與堤體地震力 W_H ，經計算 $P_W=7/12 \times \text{設計震度 } K_H \times \text{海水單位重 } \gamma_w \times (\text{朔望平均滿潮位}-\text{堤底高程})^2$ ， $P_{W(\text{海側})}=P_{W(\text{陸側})}=0$ tf/m(直立壁位於設計水位以上)，而 $W_h=K_h \times W_A=0.154 \times 34.5=5.31$ tf/m，計算得 $SF_O=3.9>1.0$ (OK)。

(4) 傾倒驗算(地震時)

$$SF_O = \frac{M_A - M_B}{M_{eq}} \quad (4)$$

式中 SF_O ：傾倒安全係數，

波浪作用時 1.2 以上，地震時 1.1 以上

M_A ：堤體自重產生之抗傾力矩(tf-m/m)

M_B ：堤體所受浮力產生之力矩(tf-m/m)

M_{eq} ：堤體所受水平外力產生之力矩(tf-m/m)

其中 M_{eq} 可分為動水壓力合力矩 M_W 與堤體地震力合力矩 M_{WH} ，經計算 $M_W=0$ tf-m/m，而 $M_{WH}=\sum W_{Ai} \times K_{hi} \times h_i=34.5 \times$

$0.154 \times (2.5/2)=6.64$ tf-m/m，計算得 $SF_O=15.6>1.1$ (OK)。

2.1.4 細部設計方法

1. 護面塊石與消波塊所需重量：斜坡堤標準斷面，如圖 4 所示，其護面材料所需重量，可依 Hudson 公式計算：

$$W = \frac{\gamma_r H_s^3}{K_d (S_r - 1)^3 \cot \alpha} \quad (5)$$

式中 W ：護面塊石或形塊所需重量(tf)

γ_r ：護面塊石或形塊在空氣中之單位重(tf/m³)

S_r ：塊石或混凝土塊對海水之比重 $S_r = \gamma_r / \gamma_w$

α ：坡面與水平面之角度

γ_w ：海水之單位重 1.03 (tf/m³)

H_s ：堤前示性波高(m)

K_d ：依覆蓋材及破壞率所決定之係數，

本案例採 7.5

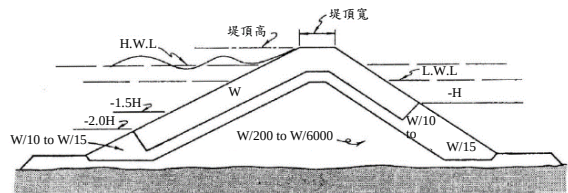


圖 4 拋石堤標準斷面

其中 $\gamma_r=2.3$ tf/m³、 $H_s=3.96$ m、 $\cot \alpha=2$ 、 $S_r=2.3/1.03=2.233$ ，計算得所需消波塊重量 $W=5.08$ tf，則選用 8 tf 重量之消波塊。

2. 內部材料所需重量及厚度：堤心石料、石塊或消波塊保護工之重量及厚度之決定，以保持堤體之穩定性。

斜坡堤之覆蓋材下拋石及形塊之重量，如圖 4 所示，以覆蓋材重量之 1/10 ~ 1/15 以上為佳，其厚度計算如下：

$$\gamma = nk_\Delta \left(\frac{W}{\gamma_s} \right)^{1/3} \quad (6)$$

式中 γ ：疊層厚度(m)

n ：層數，至少採用二層，即 $n \geq 2$

k_Δ ：拋石層係數，取約 1.0~1.02，或參考表 4。

W ：拋石重量(tf)

γ_s ：拋石單位重(tf/m³)

表 4 不同護面層疊層係數及孔隙率比較表

護面層種類	層數 n	排列 方式	疊層 係數 k_A	孔隙 率 %
塊石(平滑)	2	Random	1.02	38
塊石(粗糙)	2	Random	1.00	37
塊石(粗糙)	>3	Random	1.00	40
塊石(平行六面體)	2	Special	-	27
方塊(改良式)	2	Random	1.10	47
菱形塊(Tetrapod)	2	Random	1.04	50
平底菱形塊(Quadripod)	2	Random	0.95	49
平底菱形塊(Hexipod)	2	Random	1.15	47
鼎形塊(Tribar)	2	Random	1.02	54
雙丁塊(Dolos)	2	Random	0.94	56
雙丁塊(Toskane)	2	Random	1.03	52
鼎形塊(Tribar)	1	Uniform	1.13	47
塊石	級配	Random	-	37

資料來源：Shore Protection Manual, 1984

以本案例而言，所採用消波塊下之塊石以 0.53~0.8 tf 以上為佳，則所採用之 D 塊石重量為 0.5~1.0 tf 塊石符合要求，而堤心石重量應滿足消波塊重量之 1/200~1/6,000，即 1.3~40 kgf 範圍內，則所採用之 A 塊石重量為 10~100 kgf 符合要求。

2. 堤腳保護設計

有關拋石斜坡堤之基礎，除依需要應設置防止堤址沖刷及粒料吸出之設施外，並可參考以下英國 B.S.code 之建議，進行堤腳保護之設計：

- (1) 若堤腳位於碎波帶內，因高流速及壓力之衝擊致使海床易遭侵蝕，設計時須考量採用濾層(土工織物或濾石層)以防止底床砂之淘出。
- (2) 若堤腳位於防波堤頭位置，因波浪集中及流速加大之影響，亦需考量濾層之設計。
- (3) 一般堤址水深小於 2 倍設計波高且堤面坡度較 1:3 為陡者，需考量堤腳保護之設計，其型式如圖 5 所示。
- (4) 在侵蝕較嚴重之海岸應預留足夠之堤腳保護長度以防止堤腳之陷落。其型式如圖 6 所示。

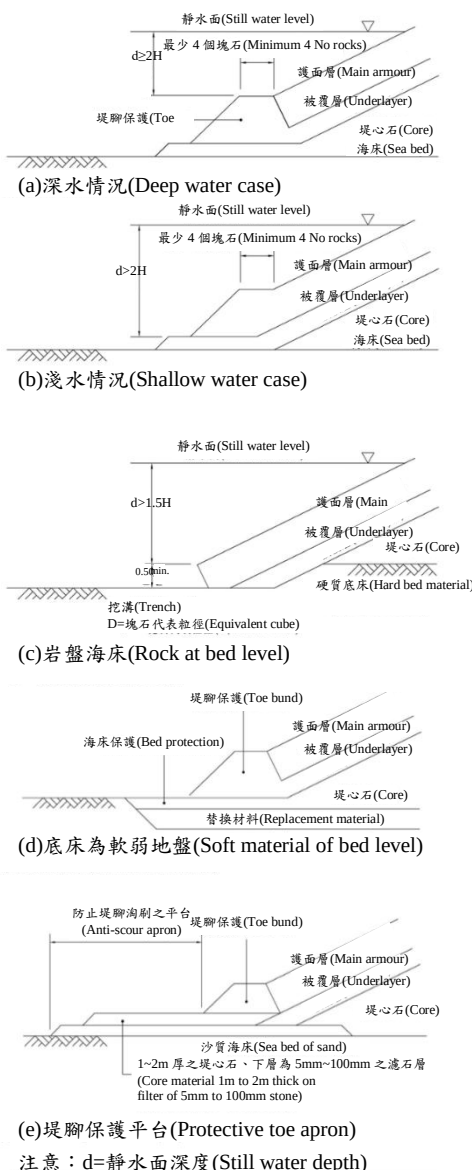


圖 5 堤腳保護型式

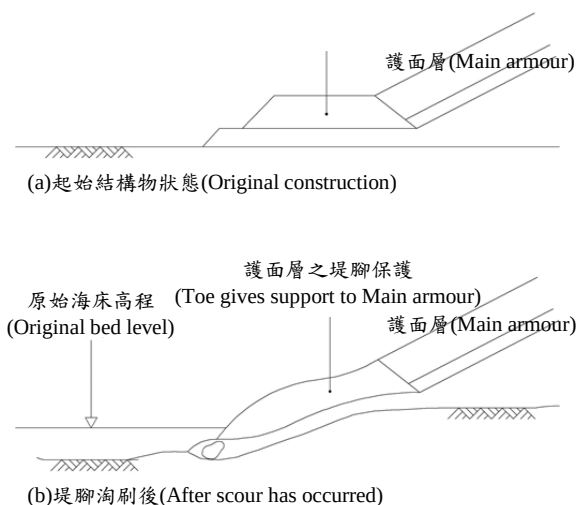


圖 6 防止陷落之堤腳保護型式

2.2 板樁式碼頭設計案例

2.2.1 背景說明

本次研究之板樁式碼頭設計案例，以研析高雄港務分公司「布袋港 N3 碼頭及 N4~N6 臨時護岸興建工程」之板樁式碼頭，並依據交通部運輸研究所於 108 年完成之「港灣構造物設計基準(草案)」進行設計，其主要設計重點，為因應客運蓬勃發展之擴充需求，並考量工址易淤特性及原既有方塊護岸，採用浚深維護較易，且與鄰近構造銜接施工性佳之板樁式碼頭，碼頭斷面圖與設計流程，如圖 7、圖 8 所示。

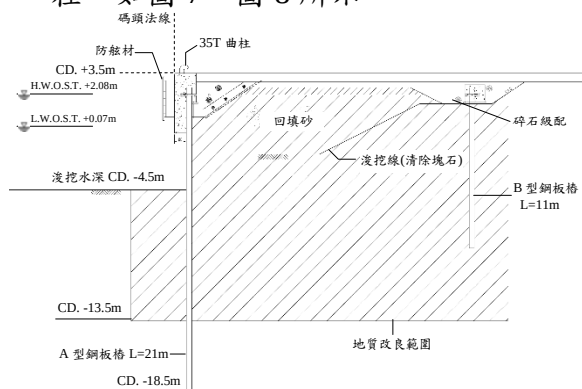


圖 7 布袋港 N3 碼頭斷面圖

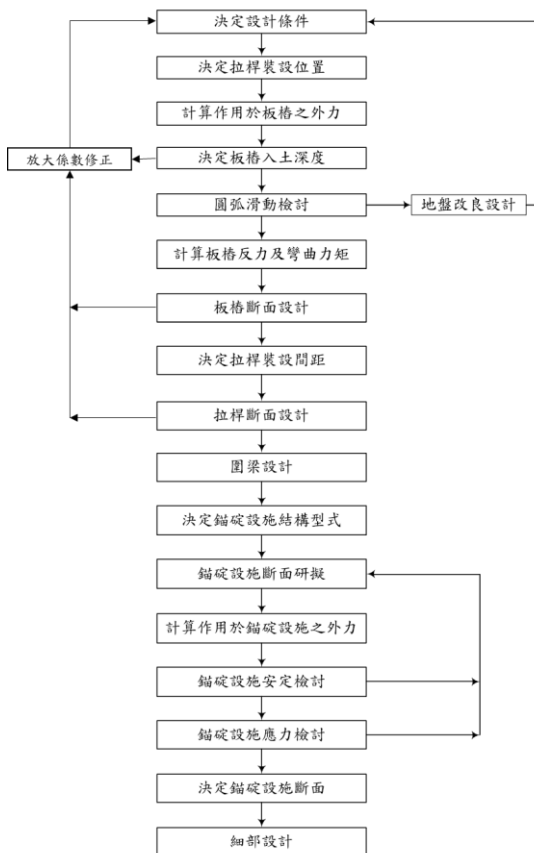


圖 8 板樁式碼頭設計流程

2.2.2 板樁式碼頭設計假設條件

板樁式碼頭計算例，若採固定端點法進行設計，其中，作用於板樁之最大彎矩，係假設板樁為以背拉構材裝設位置及海底面為支承之簡支梁，而以海底面以上之土壓力及殘留水壓力為載重計算之，如圖 9 所示。然而，板樁之剛性較大或海底地盤較軟弱時，板樁彎矩之零點可能降至海底面以下，故實際上板樁承受之最大彎矩較假想之簡支梁所求得之值為大。

參考日本「港灣構造物設計事例集(上卷)」第 6 章，矢板式係船岸之內容，假設板樁為以背拉構材裝設位置及海底面為支承之簡支梁，然而由上述板樁彎

矩之零點可能降至海底面以下，因此，建議所計算出的數值須適時放大，較為保守。以下則摘錄有關放大係數及迴歸式稱為彈性梁放大係數，包含板樁埋入長度、板樁彎矩、背拉構材反力之彈性梁放大係數，如圖 10～圖 12 所示。

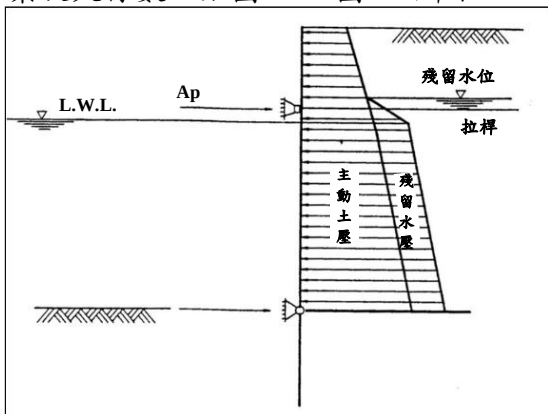


圖 9 作用於板樁之外力圖

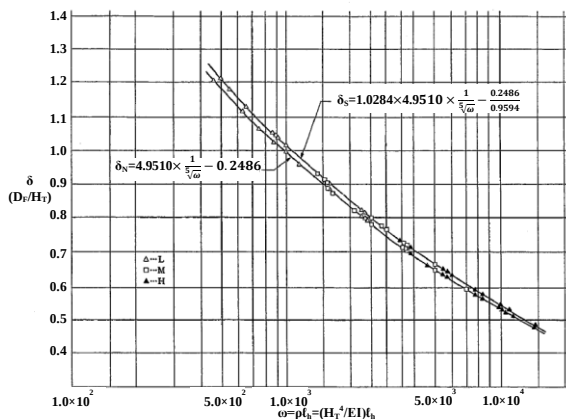


圖 10 板樁埋入長度放大係數關係圖

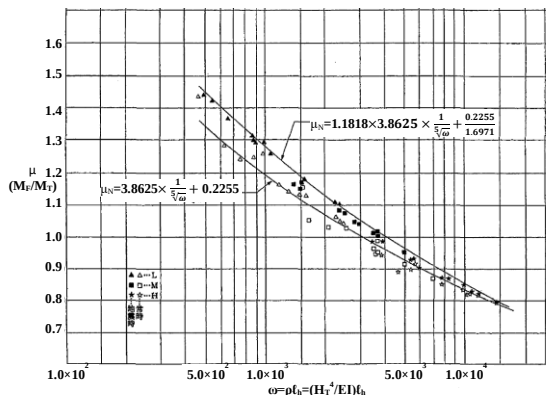


圖 11 板樁彎矩放大係數關係圖

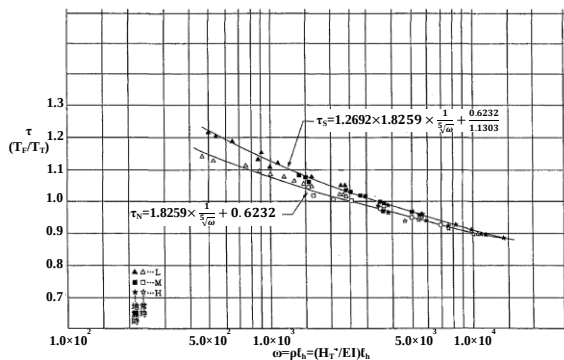


圖 12 背拉構材反力放大係數關係圖

1. 板樁埋入長度之決定：本案例由常時及地震時之外力計算得 $D_F=6.29\text{m}$ ，即可滿足板樁入土長度需求，惟保守考量須加入彈性梁放大係數(如圖 10 所示)，計算步驟說明如下：

- (1) H_T ：背拉構材至設計水深距離， 9.5m 。
- (2) E ：板樁楊氏模數， $2.04 \times 10^7 \text{ t/m}^2$ 。
- (3) I ：板樁單位長度二次慣性矩，根據 SP-L_V 型鋼板樁計算， $6.3 \times 10^{-4} \text{ m}^4/\text{m}$ 。
- (4) ρ ：撓度係數($=H_T^4/EI$)， $H_T^4/EI=0.634 \text{ m}^3/\text{t}$ 。
- (5) l_{hN} ：板樁壁地盤反力係數， $2250 \text{ t/m}^2/\text{m}$ 。
- (6) l_{hS} ：板樁壁地盤反力係數， $2250 \text{ t/m}^2/\text{m}$ 。
- (7) ω_N ：模擬係數， $\rho \times l_{hN}=1425.96$ 。
- (8) ω_S ：模擬係數， $\rho \times l_{hS}=1425.96$ 。
- (9) δ_N ：板樁埋入長度與背拉構材至設計水深距離之比值， $4.9510 \times \omega_N^{-0.2} - 0.2486 = 0.9098$ 。
- (10) δ_S ：板樁埋入長度與背拉構材至設計水深距離之比值， $1.0284 \times 4.9510 \times \omega_S^{-0.2} - 0.2486 / 0.9594 = 0.9322$ 。
- (11) D_F/H_T ： $0.6621 (=6.29/9.5) \leq \delta_N = 0.9098$ ，N.G.， D_F 須放大。
- (12) D_F/H_T ： $0.6621 (=6.29/9.5) \leq \delta_S = 0.9322$ ，N.G.， D_F 須放大。

- (13) 因此， D_F/H_T 須採 $0.9322(=\text{Max}(\delta_N, \delta_S))$ 。
- (14) 經放大後之 D_F ： $H_T \times \delta_S = 9.5 \times 0.9322 = 8.856$ 。
- (15) 板樁入土深度採 8.856，因此，板樁底部深須大於 -16.356m ($7.5 + 8.856 = 16.356$)，即可滿足設計須求。
2. 板樁斷面之決定：本案例由常時及地震時計算之板樁最大彎矩及高耐索受力，惟保守考量須加入彈性梁放大係數(如圖 11、圖 12 所示)，計算步驟說明如下：
- (1) H_T ：背拉構材至設計水深距離，9.5m。
 - (2) E ：板樁楊氏模數， $2.04 \times 10^7 \text{ t/m}^2$ 。
 - (3) I ：板樁單位長度二次慣性矩，根據 SP-LV 型鋼板樁計算， $6.3 \times 10^{-4} \text{ m}^4/\text{m}$ 。
 - (4) ρ ：撓度係數($=H_T^4/EI$)， $H_T^4/EI = 0.634 \text{ m}^3/\text{t}$ 。
 - (5) ℓ_{hN} ：板樁壁地盤反力係數， $2250 \text{ t/m}^2/\text{m}$ 。
 - (6) ℓ_{hS} ：板樁壁地盤反力係數， $2250 \text{ t/m}^2/\text{m}$ 。
 - (7) ω_N ：模擬係數， $\rho \times \ell_{hN} = 1425.96$ 。
 - (8) ω_S ：模擬係數， $\rho \times \ell_{hS} = 1425.96$ 。
 - (9) μ_N ：常時板樁彎矩修正係數， $4.9510 \times \omega_N^{-0.2} - 0.2486 = 0.9098$ ($=M_F/M_T$)。
 - (10) μ_S ：地震時板樁彎矩修正係數， $1.0284 \times 4.9510 \times \omega_S^{-0.2} - 0.2486 / 0.9594 = 0.9322(=M_F/M_T)$ 。
 - (11) M_{no} ：放大後常時板樁受力， 51.95 t-m/m 。
 - (12) M_{eq} ：放大後地震時板樁受力， 76.70 t-m/m 。
 - (13) τ_N ：常時背拉構材反力修正係數， $1.0504(=T_F/T_T)$ 。
 - (14) τ_S ：地震時背拉構材反力修正係數， $1.0936(=T_F/T_T)$ 。
 - (15) A_{pno} ：放大後常時高耐索受力， 18.28 t-m 。

- (16) A_{peq} ：放大後地震時高耐索力， 24.16 t-m 。

後續將依放大後之板樁及高耐索受力進行板樁斷面設計。

三、設計基準修訂對設計案例之使用差異

本次研究係依據交通部運輸研究所於 108 年完成之「港灣構造物設計基準(草案)」進行案例設計，對於拋石斜坡堤與板樁式碼頭設計案例，說明其與 86 年頒布港灣構造物設計基準之使用差異，列示如下：

1. 設計水位：防波堤之波力計算所採用之潮位，為對結構物最危險時之潮位，一般採暴潮位為設計高水位，並須確實明瞭防波堤斷面與相關潮位之關係，有關暴潮位之決定方法與相關潮位之名詞與定義，依「港灣構造物設計基準(草案)」第二篇第六章「潮位及暴潮位」之相關規定辦理。
2. 地震力及其外力計算：有關港灣構造物之耐震設計，參考「建築物耐震設計規範及解說」，係因應我國之震區係以鄉、鎮、市等行政區為單位劃分，決定各微分區內之震區水平譜加速度係數，修訂於「港灣構造物設計基準(草案)」第二篇第十章「耐震設計」，並依第二篇第十二章「土壓及水壓」之相關規定辦理土壓及水壓之計算，以進行堤體穩定之分析。
3. 放大係數修正：「港灣構造物設計基準(草案)」板樁碼頭設計流程並未列入「放大係數修正」，目前板樁碼頭之分析，係假設板樁為以背拉構材裝設位置及海底面為支承之簡支梁。然近年板樁式碼頭設計水深漸深，採取板樁斷面漸大，板樁彎矩之零點(即反曲點)，可能降至海底面以下，故實際上板樁承受最大彎矩較假想之簡支梁所求得之值為大，故參考日本

「港灣構造物設計事例集(上卷)」第 6 章，矢板式係船岸之內容，採「放大係數修正」。

4. 堤腳保護設計：由於堤體基礎之座落環境受地質條件及水深變化之影響，並受外力作用使其毀損之情形複雜，造成堤腳保護設計之不易，因此，除依「港灣構造物設計基準(草案)」第七篇第四章「細部設計」之相關規定辦理外，可參考英國 B.S.co de 之建議進行堤腳保護之設計。

四、結論

本文係依據交通部運輸研究所於 108 年完成之「港灣構造物設計基準」編修成果，以拋石斜坡堤及板樁式碼頭為例，概要說明設計上的差異，以供交通部航港局、臺灣港務公司、縣市政府、工程顧問公司…等相關單位於審查及設計作業時參查應用，使設計之港灣構造物能滿足運輸安全及服務品質需求。

五、參考文獻

1. 交通部(1996)，「港灣構造物設計基準—防波堤設計基準及說明」。
2. 交通部(1997)，「港灣構造物設計基準—碼頭設計基準及說明」。
3. 交通部運輸研究所(2007)，「港灣構造物設計基準增補研究(一)」。
4. 交通部運輸研究所(2008)，「港灣構造物設計基準增補研究(二)」。
5. 交通部(2019)，「港灣構造物設計基準(草案)」。
6. British Standards Institution (1991), “British Standard Code of Practice for Maritime Structures.”