

淹水防護設施興建計畫暴潮引起預想淹水地域設定

設定暴潮引起預想淹水地域，依觀測數據算出暴潮引起總越波、總越流量，再依地盤高數據依下述方法設定預想淹水地域。設定時，將未實施設施時的預想狀況，與實施可防護預想計畫外力時(例如 1/50 機率暴潮)設施時的預想狀況，進行評估其差別。未實施設施時發生的受災額與實施設施時發生的受災額間的差額為受災減輕額，即為淹水防護效益。

未實施設施時的預想狀況是，現有海岸保護設施的狀況下，未超過預想事業預想計畫外力時，預想對各再現機率年的波引起的災害。例如規劃海岸保護設施的預想計畫外力是再現機率為 50 年規模時的暴潮，對現狀設施估算出未超過預想計畫外力(再現機率 50 年)暴潮來襲時受災範圍(預想淹水地域)，估算受災額。本手法是假定暴潮引起總越波、總越流量全部流入背後地。

1. 既有海岸保護設施評估、該海岸諸條件

評估既有海岸保護設施，可參考過往設施設計斷面圖，設定折、繞射係數，可視過往海岸諸條件與現狀相差無幾。對發生越波災害地域的海岸保護設施，表示對預定外力無法發揮防護機能，不可使用過往資料，必要考量下列事項。

- i 地盤下陷致使堤頂面下陷
- ii 堤基水深變化
- iii 老朽化引起龜裂
- iv 侵蝕致使海底坡度變化

2. 計畫外力設定(波高、週期、潮位)及機率評估

設定預想淹水地域，首先必要算定預想計畫外力以下的波引起越波、越流量。海岸保護設施不但防護暴潮，亦防護日常程度的小浪，因此評估效益時必要將外力以機率檢討取其總和。

1) 機率波高(波高、週期)計算

機率波計算，預想計畫外力以下、即實施新事業時對堤高的計畫波高以下的各再現機率年波，求出機率波高在護岸前面的換算外海波高及週期。具體而言，首先推估預想計畫外力以下任意 10~50 年(預想計畫外力 30 年則為 10~30 年)的機率波高(例如 1/10、1/20、1/30、1/40、1/50)。各再現機率年換算

外海波高是先計算外海機率波高 H_o ，再考量波浪變形結果(折射係數 K_r 、繞射係數 K_d 等)，將之換算成下式所示換算外海波高 H_o' 。

$$H_o' = K_r \times K_d \times H_o$$

估算機率波，**海岸工程**是使用機率波高解析結果及波浪變形結果(折射係數 K_r 、繞射係數 K_d 等)求得，本文利用下述方法求出。

① 有機率處理資料

有機率處理資料時，依資料整理各再現機率的機率波高及週期。

② 無機率處理資料

無機率處理資料時，參考鄰近海岸海氣象條件類似的計畫波高及週期，推估各再現機率的機率波。各機率波高可依下式計算，機率波高為外海波高時必要依上式換算成換算外海波高。

2011 埃及尼羅河之旅

$$H_{1/n} = H_{1/d} \times K_{H_{1/n}}$$

$H_{1/n}$: n 年機率波高(=再現機率 n 年 H_o')

$H_{1/d}$: 再現機率 d 年機率波高(50 年(或 30 年) 機率波高)

$K_{H_{1/n}}$: 各機率波高間比(再現機率 d 年機率波高 / n 年機率波)

無機率波高解析結果資料，若海岸保護設施設計計畫波高採用過往最大波高時，可將過往最大波高對應適當機率年(例如 50 年)。週期宜對各機率波高設定，然而為簡化，通常使用計畫週期。

護岸前面設置離岸堤、潛堤時，必要考量其傳達率(透過率) K_1 ，使用下式所示 n 年機率換算外海波高 $H_{1/n}'$

$$H_{1/n}' = H_{1/n} \times K_1$$

2) 機率潮位計算

使用推算機率波時的再現機率年，首先推算機率潮位偏差，再推算機率潮

位。

① 潮位偏差

有機率解析結果資料時使用之，若無，預想潮位偏差與波發達相同隨風速變化，故採用各機率潮位偏差間比 $K_{\eta_{1/n}}$ ，設定 n 年機率潮位偏差 $\eta_{1/n}$ 。

$$\eta_{1/n} = \eta_{1/d} \times K_{\eta_{1/n}}$$

$\eta_{1/n}$ ：n 年機率潮位偏差

$\eta_{1/d}$ ：再現機率 d 年機率潮位偏差(50 年(或 30 年) 機率潮位偏差)

$K_{\eta_{1/n}}$ ：各機率潮位偏差間比(再現機率 d 年機率潮位偏差 / n 年機率潮位偏差)

② 機率潮位

2011 埃及尼羅河之旅

機率潮位是如下式所示，朔望平均高潮位(HWL)加上機率潮位偏差，各自獨立設定。

$$\text{再現機率 } n \text{ 年潮位} = HWL + \eta_{1/n}$$

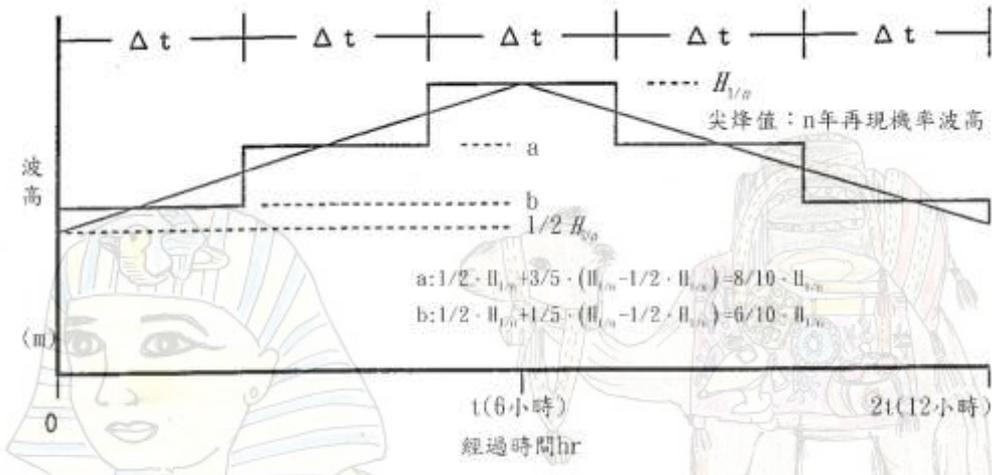
3. 時間序列模式化

預想背後地淹水，必要考量波浪、潮位的時間變化求出越波量，將暴潮歷時實施模式化。具體而言，使用上述「計畫外力設定(波高、週期、潮位)及機率評估」所示結果，實施對預想計畫外力相關時間序列歷時實施模式化，配合海岸狀況整理如下。

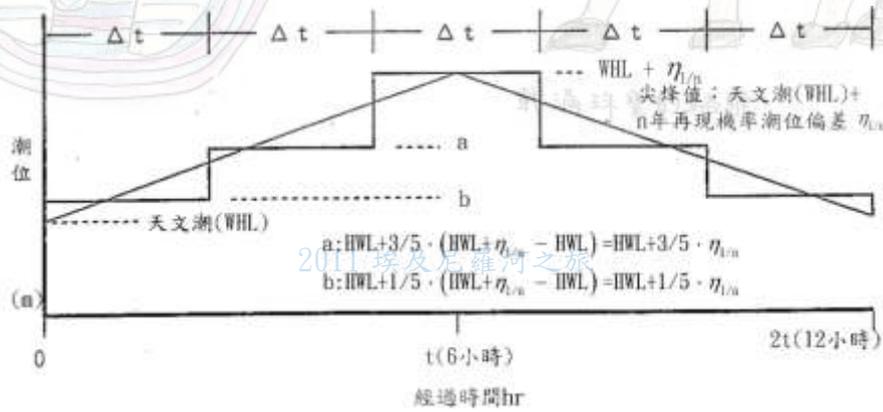
1) 封閉型海岸

封閉型海岸以靜水面為基準，實施 6 小時後達尖峰，12 小時後降至 1/2 $H_{1/n}$ 的時間序列模式化。將時間間隔 Δt 近似為階段狀，到達尖峰為 t，返至原點時間為 2t(12 小時或 24 小時)，取 5 等分即 $\Delta t = 2/5t$ ，亦可設定其他時間間隔作適宜適當分割。

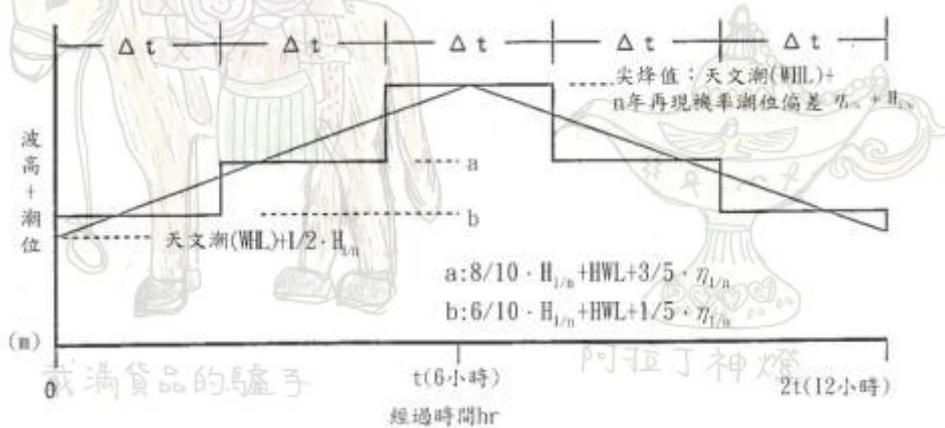
下圖為封閉型海岸換算外海波高時間序列模式化。



下圖為封閉型海岸潮位時間序列模式化。

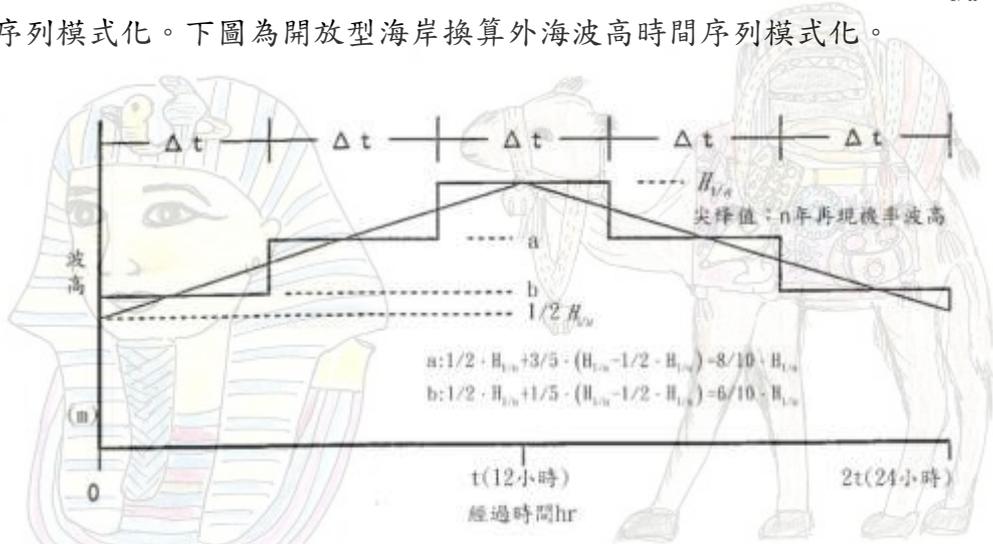


下圖為封閉型海岸波高與潮位重疊時間序列模式化。

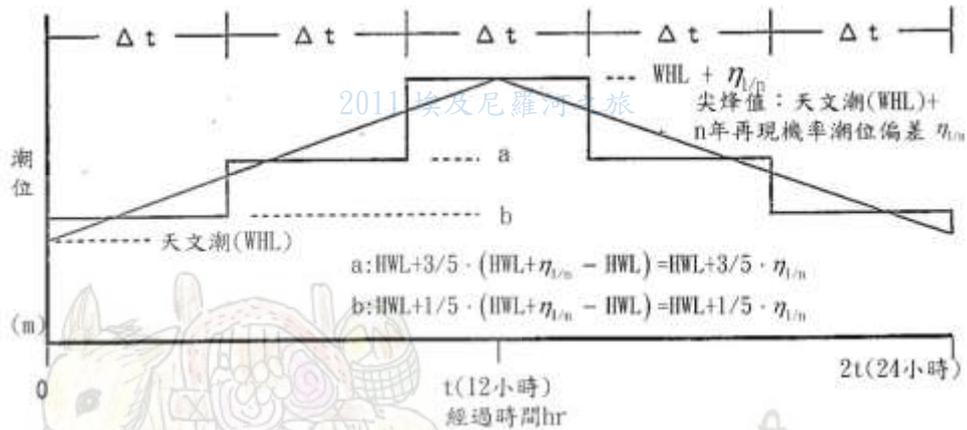


2) 開放型海岸

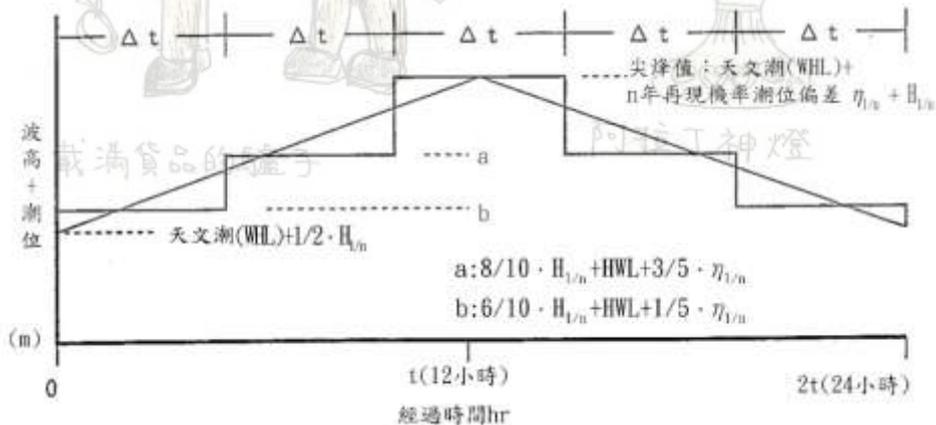
面對外海的海岸，實施 12 小時後達尖峰，24 小時後降至 $1/2 \times H_{1/n}$ 的時間序列模式化。下圖為開放型海岸換算外海波高時間序列模式化。



下圖為開放型海岸潮位時間序列模式化。



下圖為開放型海岸波高與潮位重疊時間序列模式化。



4. 越波、越流量設定

1) 越波量計算

使用上述整理的換算外海波高、週期、潮位及既有海岸保護設施相關數據(例如堤基水深、堤高等)、該海岸諸條件(海底坡度),計算各再現機率年、各時間間隔的越波量,進而計算總越波量。

2) 越流量計算

既有海岸保護設施的現狀堤高在機率潮位以下時,可利用下列公式計算越流量,與越波量計算相同,有地盤下陷或必要修正機率潮位時要特別注意,越流原則上背後地的淹水位不會超過堤頂,即呈完全越流。越流持續時間如同上述來襲暴潮的時間歷時模式。

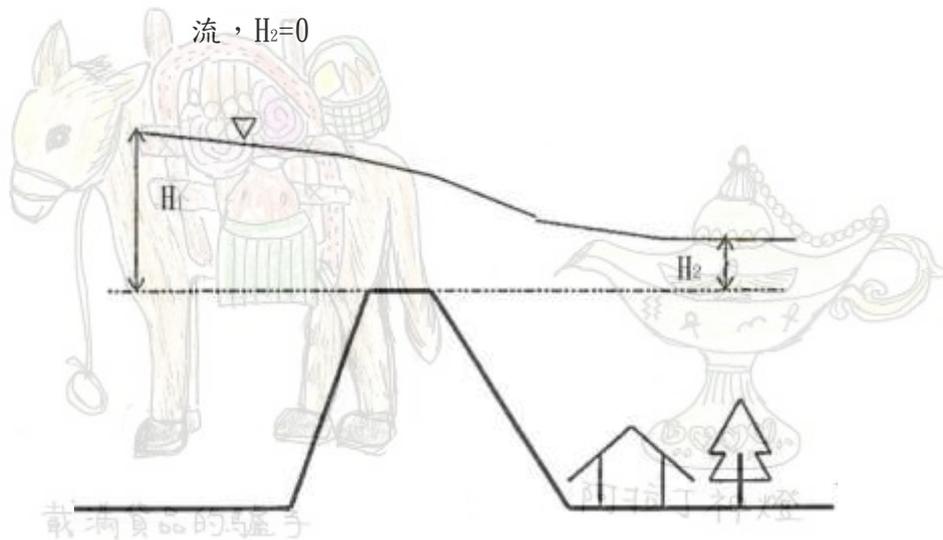
$$q = 0.35H_1\sqrt{2gH_1}$$

q: 越流量 2011 埃及尼羅河之旅

$H_2 \leq 2/3H_1$ (完全越流)

H_1 : 以堤頂為基準的護岸前面水位高

H_2 : 以堤頂為基準的護岸後面(背後地)水位高,由於考量完全越流, $H_2=0$



5. 淹水地域設定

1) 背後地地盤高數據製作

由護岸堤高、地形條件等預想可能最大淹水地域，將之以適當網格（例如100mx100m）加以分割，依等高線讀取各網格的代表地盤高。假定護岸堤高以上不會淹水，因此可以堤高以上地盤、河川作為邊境，平坦土地處則對實際可能發生淹水範圍適切設定之。

2) 高度淹水法設定淹水地域

(1) 各再現機率年淹水地域設定

首先利用越波、越流量設定各再現機率年淹水地域，再使用假定淹水高度相差不大，總越波量、總越流量全部灌入背後地的「高度淹水法」。高度淹水法估算方法如下：

① H-V 曲線製作法

使用預想淹水地域各網格的地盤高資料，從最低地盤高開始以 $\Delta H=20\text{cm}$ 的間隔上昇水位，求各水位H的淹水量V，求得H-V曲線。

$$V = \sum V_{i,j}$$

$$v_{i,j} = (H - G_{i,j}) \Delta S$$

$$H = H + \Delta H$$

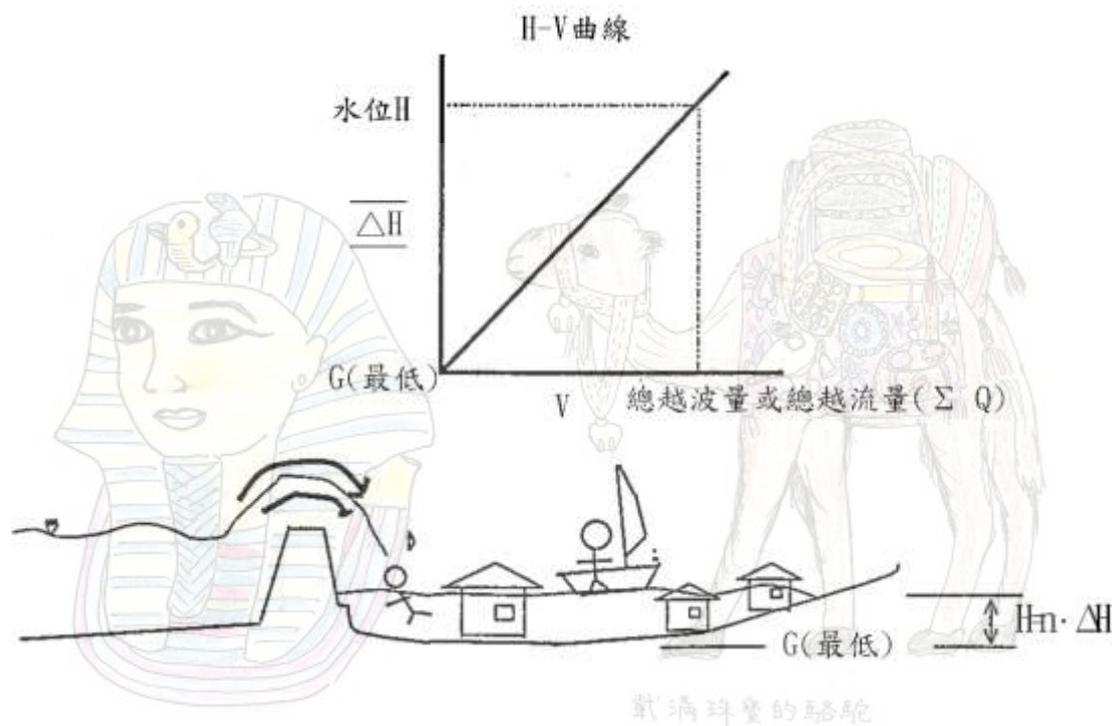
$v_{i,j}$: 水位H時網格(i, j)的淹水量

$G_{i,j}$: 網格(i, j)的地盤高

ΔS : 網格面積

② 從H-V曲線估算淹水位

總越波量或總越流量全部灌入預想淹水地域，可從H-V曲線反算淹水量對應的淹水位H($H \leq G$)，淹水深由淹水位H減去各網格地盤高求得。



設定淹水地域順序如下。

- i. 考量歷時、海岸寬，求出各 Δt 間隔的總越波量或總越流量，對其歷時合計。
- ii. 準備背後地地盤高資料。
- iii. 總越波量或總越流量全部灌入背後地，計算各再現機率年淹水地域，利用表計算製作簡潔的各機率年淹水深表。

(2) 淹水深規模別淹水地域設定

對各機率年，將上述淹水深表以顏色區分地盤高 45cm 以下、地盤高 45~94cm、地盤高 95~144cm、地盤高 145~244cm、...，設定淹水深規模別淹水地域(淹水深表)。

載滿貨品的驢子

阿拉丁神燈