

## 海岸設施設計波浪及潮位

設計海岸設施，如何適切設定設計波浪及潮位極為重要。設計潮位可由天文潮、氣象潮、海嘯等引起異常潮位的過往實測值或推算值決定。設計波浪由沿岸波浪觀測值或推算值決定。

### 1. 波浪及潮位

- 1) 設計潮位 (港灣海岸設計參考資料)
- 2) 設計波浪 (港灣海岸設計參考資料)
- 3) 暫設結構物設計潮位及波浪

設計暫設結構物時，設計潮位及波浪的設定方法，原則上與2)設計波浪所述相同，由於暫設結構物的設置期間有限，**再現期**可設定較短。通常設置期間2~3年者，再現期可設定為10年左右。

### 2011 埃及尼羅河之旅

### 2. 機能設計用條件

#### 1) 漂砂防制對策設施

設計漂砂防制對策設施，採用的潮位及波浪條件，與設計潮位、設計波浪或結構物安定必要條件不同，必要檢視各結構物原有目的的功能是否有效發揮，依檢討目的決定潮位及波浪條件，各條件將述於**機能設計**。長期(10年以上)或短期(數年)的地形變化，宜以下列條件檢討。

潮位：平均潮位

波浪：能量等值波浪

對長時期地形變化，判斷潮汐影響不大時，潮位可採用平均潮位，波浪條件則可將作用於海岸的波浪能量轉換成能量等值波。能量等值波通常以可代表全年或某特定期間的**有義波**( $H_{1/3}$ )設定。

灘線變化數值模擬，必要從波浪能量推估**沿岸漂砂量**。進行機能設計，從土砂收支平衡觀點，能量等值波浪採用能量平均波較為適切。能量平均波波高，可假定有義波高的**波高分布**為**Rayleigh分布**，加以換算求得。

結構比較簡單的突堤、離岸堤等，設置於灘線附近結構物及養灘工機能設計，一般皆以能量等值波作為外力條件。隨著波浪研究持續進步及電子計算機性能提昇，以波高時序作為外力條件，亦指日可待。

能量等值波，若已知波向別、週期別的波高發生頻率時，週期、波高、波向可依下式計算。

$$\text{週期} : T_m = (1/N) \sum T_i$$

$$\text{波高} : H_m = \left[ 1/(NT_m) \sum (H_i^2 T_i) \right]^{1/2}$$

$$\text{波向} : \alpha_m = (1/2) \sin^{-1} \left[ 2 \sum T_i H_i^2 \cos \alpha_i \sin \alpha_i / (NH_m^2 T_m) \right]$$

$H_i$ ， $T_i$  分別表示觀測所得有義波高及有義週期， $N$  是觀測次數。

上述條件原則是依設置地點的波浪觀測資料推算，若鄰近海域有週期、波高等波浪特性差異不大的觀測資料，經過適切的波浪變形計算亦可推算出，波向相關波浪觀測目前資料較少。

上述方法求得波浪只有一種，隨季節波浪特性差異大，尤其是波向反向致使沿岸漂砂方向改變時，為呈現雙方向的沿岸漂砂現象，必要設定數個波浪條件。利用共分散法(covariance)求得的波向受長週期波影響大，必要時可考量週頻率別的波向。

地形變化通常在大波來襲期明顯發生，以大波來襲期暫時性的灘線後退或1循環的白浪造成的地形變化為對象時，應檢討下述條件。

潮位：朔望平均高潮位

波浪：年數次波浪

對大規模人工礁或突堤等結構物，除圖灘線安定外，並以結構物周邊大範圍海灘的安定化為目的時，不能使用能量等值波，必要以大波浪檢討地形變化。

以海濱流為主的平面2維海灘變形模式評價結構物機能，設定人工海灘的後灘頂高及前灘坡度或利用縱斷面地形變化模式預測暫時性灘線後退等時，通常採用能量等值波為波浪條件。

選定年數次波浪的方法尚未確立，通常可用下列方法選定：

- ① 年間最大波高5波，取其平均波高及平均週期。
- ② 波高階級別來襲頻率出現率累積值達99%的波高及該波高的最多頻率發生

週期。

③ 1 年機率波高及該波高的最多頻率發生週期。

年間最大波高 5 波是採用發生要因不同的波，出現率累積值達 99% 的波高是由波浪觀測分析取得的波高階級別頻率分布求得，這些波高年間發生約 3~4 日，若能取得波高與週期間的關係，亦可依之取得週期。

近年來，盛行以平面 2 維海灘變形模擬模式預測地形變化，波浪條件通常以時序化模式波浪設定。設定多組依波高、週期、波向組合決定的波浪條件，並將之時序化。

海岸地形變化大部分受結構物設置位置及碎波位置的相對關係支配，尤其是結構物背後形成的循環流規模。因此即使符合現況地形變化的波浪條件，不一定會適合於有規劃結構物者。

沿岸漂砂方向非單方向或必要進一步定量預測時，宜將對象地點的波浪特性作成時序化波浪條件。

進行漂砂防制對策設施的機能設計，必要掌握地形變化的原因，設定可正確重現地形變化現象的波浪及潮位條件。設置設施，除機能期待的地形變化外，可能會導致周邊海岸發生地形變化，必要掌握結構物的機能，除機能效果外，應考量對周邊海岸的影響，作為檢討適切波浪及潮位條件的依據。

2) 波浪暴潮防制對策設施

評價波浪暴潮防制對策設施的機能設計，通常依波浪溯上及越波等決定，應考量結構物及地形條件，設定適切檢討條件。波浪溯上受地形條件影響，溯上最大值不一定會發生於大浪、高潮位條件，必要特別留意，必要於上述可能發生的條件範圍內檢討。

進行人工海灘等利用的波浪防制對策設施的機能設計，必要檢討利用時的波浪及潮位條件。

3) 海嘯防制對策設施

設定海嘯高、週期及天文潮位作為海嘯防制對策設施的規劃條件，計畫海嘯高及週期基本上是選用該海岸的過往最大海嘯或超過過往最大海嘯的預想海嘯，考量經濟性及便利性亦可選用低於最大海嘯的過往海嘯。天文潮位通常採用平均潮位，依背後域重要度可採用朔望平均高潮位。

僅依靠設施欲達到海嘯防制對策設施的規劃目的其有困難度，必要考量防災地域計畫、防災體制等組合而成的海嘯防制對策，適切選定並必要考量鄰接海岸的一致性。

推算計畫海嘯高及週期，通常採用從波源開始的海嘯數值計算方法，數值計算的起始波形依地震斷層參數推估，地震斷層參數是經設定考量共振特性的海嘯週期(斷層寬)等程序決定。

採用過往海嘯作為計畫海嘯時，亦可使用實測的海嘯痕跡值。

### 3. 結構設計用條件

結構設計用設計潮位及設計波高，必要以會對結構物產生最危險條件設定。波持有動量隨波高越大或週期越長越大，外海波高大於某程度，水深越深即潮位越高，結構物設置位置的波高越大。結構物受來襲波浪作用，通常潮位高、波高大為最嚴峻條件，但是隨結構物結構型式必要注意，高潮位時作用於結構物波力，不一定會較大。例如沒水結構物，由於波動量越近水面越大，對相同波高，潮位低時承受較大波力。決定結構設計用設計潮位及設計波高，必要充分理解結構物的水理特性。

設計外海波高，即設計波高，如上所述，應考量結構物的重要度及耐用年數適切設定再現期，並利用適宜的波浪觀測資料或波浪推算資料進行極值統計解析，以機率波高表示，並以此設計波高為依，利用適切手法求得結構物設置位置的設計波，亦可利用鄰近海岸設施的設計條件或觀測較大波浪條件設定設計波。

作用於結構物的波浪會受水深或其他結構物影響產生變形時，必要加以考量檢討，依設計波高(設計外海波高)推算結構物設置位置的設計波，通常依下列順序進行。

- i. 利用適切波浪變形計算手法，例如海岸水力學波變形等所述，計算出從外海至結構物設置位置的折射及繞射係數。
- ii. 依港灣海岸設計參考資料設計條件所述的換算深海波計算出換算深海波高。
- iii. 依適切碎波變形模式(例如海岸水力學碎波波高)，考量淺水碎波變形，決定設計波高。

若有可同時考量折射、繞射及碎波變形的計算模式，可依其計算結果決定設計波高。

結構物設置水深極淺時，流的能量大於波浪。推算作用於結構物波力，設置水深小於換算深海波高的一半時，宜使用水深為換算深海波高的0.5倍處的波高作為設計波。

結構物設置位置的設計潮位，除在岩礁上或人工礁背後的局部水域，平均水位會上昇外，通常可使用該海域的計畫潮位(對結構物造成最危險狀態的潮位)。設計潮位是依結構物目的決定，對相同目的的結構物可因設計計算目的不同而異，可由**朔望平均高潮位(HWL)**、**朔望平均低潮位(LWL)**等潮位觀測記錄求得的潮位諸元，依結構物特性適切決定。

高潮位會成問題的結構物，通常考量以**朔望平均高潮位+餘裕**作為設計潮位。暴潮顯著或背後地重要度高時，可以**朔望平均高潮位+暴潮偏差**或以過往發生最高潮位作為設計潮位。低潮位會成問題的結構物，必要留意過往發生最低潮位。結構物周邊平均水位上昇顯著時，計畫潮位應將之加入考量。

若規劃海域無潮位觀測記錄，可利用鄰近海域的潮位觀測記錄，加以適切補正亦可求得潮位。

重力式堤防、沉箱式突堤等，與防波堤相同，潮位高大波高是最危險狀態。離岸堤、消波堤、傾斜堤式突堤、消波工被覆護岸、人工岬頭等拋石或消波工被覆的堤體，拋石或消波工的安定性，隨波高越大越不安定，因此潮位高、波高大為危險狀態。

人工礁被覆材或護岸護基材隨設置位置的流速大時，有被流失可能，因此對相同設計波高，應採用低潮位作為設計潮位。在碎波帶內，水深越深波高越高，必要考量潮位與該潮位波高間的關係，決定設計潮位及設計波高。由於岩礁上或人工礁背後的局部水域，平均水位會上昇，護岸或堤防前面設置人工礁，或在岩礁上設置護岸或堤防，設定設計潮位時必要加以考量。

護岸結構設計，地盤、地質條件優於波浪條件。填地式護岸在施工期中呈防波堤狀態，因此必要與防波堤同樣，適切設定施工期中的設計潮位及設計波高，並滿足其安定性。

鋼結構離岸堤的結構設計，必要考量疲勞。平時的反覆載重為重點，應考量平時的潮位、波浪出現特性及波浪作用結構物的作用狀況，設定設計潮位及設計波高。

平時的波浪特性，可由當地波浪觀測記錄，依月別、季別及全年資料，對波向別的波高、週期相關度數分布加以整理求得。無當地波浪觀測記錄時，可利用鄰近海域的波浪觀測記錄或波浪推算值，加以適切補正使用。

檢討堤防圓弧滑動的地盤安定性時，潮位越高載重作用位置越高，即潮位高時結構物呈危險狀態。護岸必要檢討背後地土砂載重的安定性，一般潮位低時為危險狀態。