

暴潮(Storm surge)

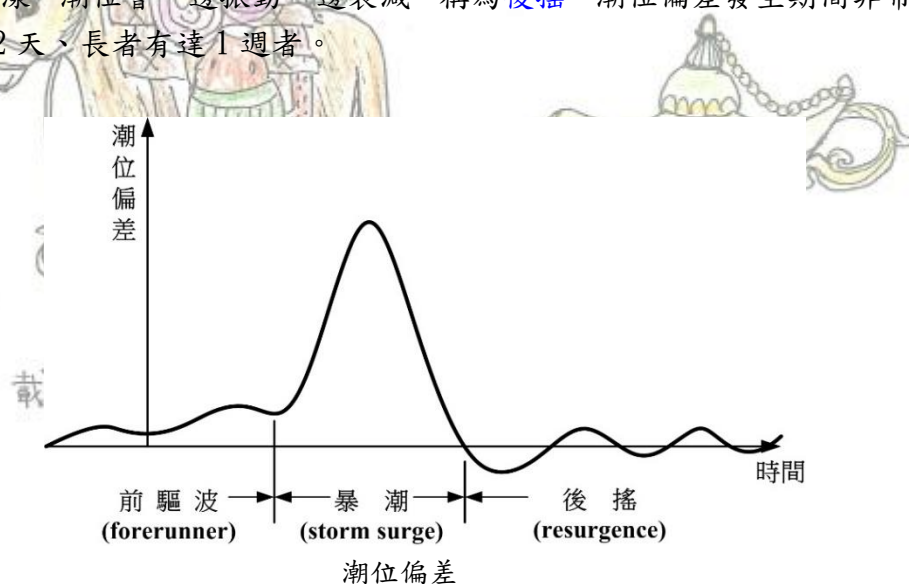
1996年7月31日賀伯颱風引起暴潮，致使中、南部沿海地區海水倒灌，臺北縣市地區多處嚴重淹水。位於基隆市八斗子漁港隔壁的台灣海洋大學河海工程學系海洋工程綜合實驗館不例外。



海洋工程綜合實驗館賀伯颱風暴潮淹水(動畫)石瑞祥博士提供

暴潮指因颱風或低氣壓引起的強風^尼或因氣壓突然變化等氣象上原因，致使海面水位比平常增加很高的現象。暴潮潮位可由因太陽與月球引力引起的天文潮，及受當時氣象條件而定的氣象潮的和決定。

因氣象潮引起潮位上昇稱為潮位偏差，其時間變化通常如下圖，當颱風中心在距離陸岸300~1000 km處時，潮位偏差逐漸增大，稱為前驅波，進入颱風區時會有潮位上昇下降速度較大的暴潮主要部分暴潮出現，爾後潮位開始下降，隨著灣水蕩漾，潮位會一邊振動一邊衰減，稱為後搖。潮位偏差發生期間非常長，短者1~2天、長者有達1週者。



① 氣壓降低引起水位上昇

隨著颱風等移動性低氣壓接近或通過，會引起異常潮位上昇。所謂低氣壓指水面上氣壓低於正常氣壓(1013 mb)，致使壓制水面的力量變小。以正常氣壓為基準，因氣壓降低致使水面上昇的效應，稱為上吸效應。氣壓降低量以 $(p_\infty - p)$ 表示，相對應水位上昇量 ζ_{ps} ，由靜平衡決定時，

$$\zeta_{ps} = \frac{1}{\rho_w g} (p_\infty - p) = 0.991(p_\infty - p)$$

ζ_{ps} 單位為 cm， p_∞ ， p 為 mb，海水密度 $\rho_w = 1.03 \text{ g/cm}^3$ 。 p_∞ 為氣壓基準值， p 為當地氣壓值。

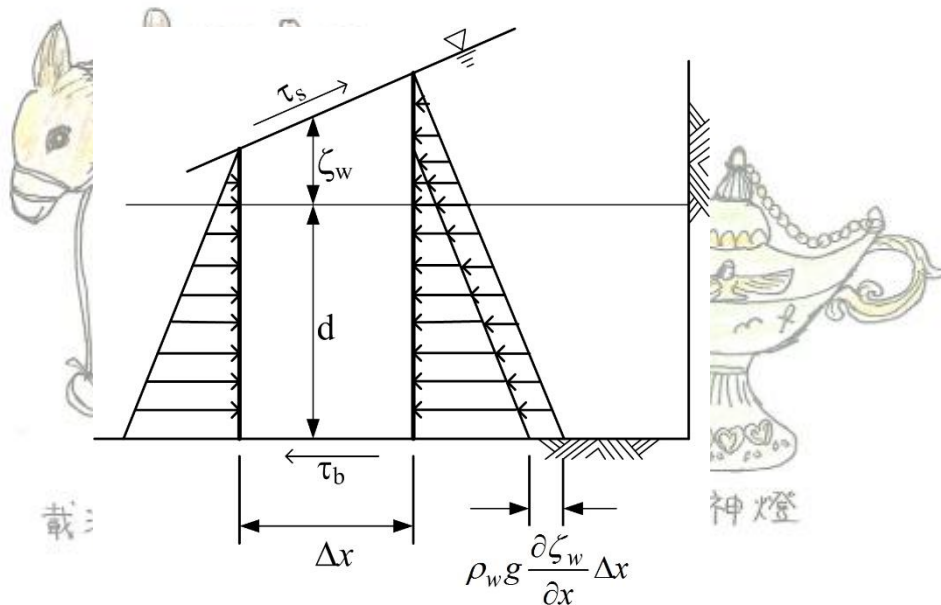
颱風域氣壓分布大致呈圓形，距離中心 r 處的氣壓 p ，依 Myer 方法為

$$p = p_\infty - \frac{\Delta p}{\sqrt{1 + (r/r_0)^2}} \quad (A)$$

p_∞ 為不受颱風影響氣壓， Δp 為以 p_∞ 為基準時的氣壓降低量， r_0 為隨颱風而異常數。

2011 埃及尼羅河之旅

② 風吹動引起水位上昇



風吹動

風吹動時會對水面產生作用力，一部分為與風速自乘成正比的切線應力，可以下式表示

$$\tau_s = \rho_a \gamma^2 u_{10}^2 \quad (B)$$

U_{10} 為水面上高 10 公尺處風速， ρ_a 為空氣密度， γ^2 為摩擦係數，通常約為 2.6×10^{-3} 。

由於風作用力影響，水表面附近水，沿風向被輸送，岸壁存在時，水流受阻，致使岸壁水位上昇。岸壁與外海間水位差，使海底附近產生一股向外海流的水流，海底面與此流間會產生摩擦力。水流流線可視為水平直線不會有垂直加速度發生。定常狀態時，如上圖，對垂直斷面，流出入水的總合應為零，得

$$\rho_w g(h + \zeta_w) \frac{\partial \zeta_w}{\partial x} \Delta x = \tau_s \Delta x - \tau_b \Delta x \quad (C)$$

τ_b 為作用在海底的摩擦力，其值尚未確定，可令為

$$\tau_b = -\lambda \tau_s$$

λ 為大於 0 的常數。將(A)及(C)式代入(B)式可得

$$\frac{\partial \zeta_w}{\partial x} = \frac{\rho_a (1 + \lambda)}{\rho_w g h} \gamma^2 u_{10}^2$$

灣長度為 l 時，灣澳處受風吹動引起水位上昇為

$$\zeta_w = \frac{\rho_a (l + \lambda)}{\rho_w g} \gamma^2 \frac{l}{h} u_{10}^2$$

③ 預報暴潮潮位實驗公式

影響水位上昇原因除上述 2 種外，還有因碎波引起平均水位上昇。正確預報暴潮最大水位必須利用數值計算，近似上可以上述 3 個效應的和，得最大水位上昇 ζ_M 如下

$$\zeta_M = a \Delta p + b u_{10}^2 \cos \theta + c H_{1/3}$$

常數 a, b, c 隨地點而異，可由以往觀測值決定。右邊第 3 項亦可以碎波水深表示， Δp 為颱風中心最大氣壓降低量， U_{10} 為海面上高 10 公尺處最大風速， θ 為主風向與灣澳所呈角度， $H_{1/3}$ 為可能發生最大有義波高。通常預報時，忽略不計

第3項的情形比較多，對比較具有代表性地方，a及b值記載於氣象局發行的潮位表。暴潮相關特性詳如暴潮。



2011 埃及尼羅河之旅

