

類 科：港灣工程
科 目：海岸工程
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、利用海底底質和坡度，配合波浪特性可以控制碎波位置，藉以參考來設計海岸結構物。已知深海波高 H_0 ，週期 T ，考慮單一前灘坡度 β_f ，一般常利用 Sunamura (1983) 碎波波高公式計算碎波波高 H_b

$$\frac{H_b}{H_0} = \tan^{0.2} \beta_f \left(\frac{H_0}{L_0} \right)^{-0.25}$$

若同時考慮海灘底質粒徑 D_{50} ，則常用 Sunamura (1984) 所提出的模式預測前灘坡度

$$\tan \beta_f = 0.12 \left(\frac{gT^2 D_{50}}{H_b H_b} \right)^{1/4}$$

若給定深海波高 2.0 m，週期 6 sec，海灘底質粒徑 0.2 mm，計算碎波波高。另外，若利用孤立波理論中碎波波高和水深 h 關係式 $H_b = 0.78h$ ，則碎波點距離海岸線多遠？(25 分)

二、考慮規則波浪由深海進入海岸地區，假設簡單海岸地形，海岸線為直線、海域等深線與海岸線平行。入射波浪波高 H 為 4 m，波浪週期 T 為 4.5 sec，波浪入射角度 30 度。計算入射波傳到水深 8 m 位置的波向以及波高。(25 分)

[註]

週波數的計算， $L_0 = \frac{g}{2\pi} T^2$ ， $L = L_0 \tanh Kh$ 。

$K = \frac{2\pi}{L}$ 為週波數， h 為水深， ω 為波浪角頻率 (angular frequency)， g 為重力常數。

群波波速 (group velocity) $C_g = \frac{1}{2} nC$ ， $n = 1 + \frac{2Kh}{\sinh 2Kh}$ 。

波浪的 Snell 定律為 $\frac{\sin \theta}{C} = \frac{\sin \theta_0}{C_0}$ 。

波浪淺化 (shoaling) 係數 $K_r = \sqrt{\frac{b_0}{b}} = \left(\frac{\cos \theta_0}{\cos \theta} \right)^{1/2}$ ，折射 (refraction) 係數 $K_s = \sqrt{\frac{C_{g0}}{C_g}}$ 。

附標“₀”表示深海波相關物理量。

三、海岸地區受到海面波浪的侵襲連帶產生海岸的侵蝕和淤積，對於海岸侵蝕防禦的方法之一則是興築離岸堤，藉由離岸堤對於波浪的作用在離岸堤後方產生繫岸沙洲，將沿岸漂沙留在離岸堤後方，這個方法已經施用在臺灣西海岸很多地區。繪圖說明離岸堤的存在對於侵襲波浪的影響，以及後方產生繫岸沙洲的波浪力學原理。而波浪正向入射離岸堤與斜向入射離岸堤，所產生的繫岸沙洲型態在特性上有何差異？(25 分)

四、海岸波浪往前傳遞碰到港灣防波堤將產生反射波。若防波堤為直立全反射則產生大小相等方向相反的反射波。但是實際的防波堤可能由於堤面粗糙或有水生動植物附著，將產生部分反射波。在這種狀況下計算得到實際的反射率將是非常重要的。Healy (1953) 利用三角函數關係推導一個簡單的計算反射率方法。給定入射波和反射波，則堤前合成波可表示為：

$$\eta = a_i \cos(Kx - \omega t) + a_r \cos(Kx + \omega t + \varepsilon)$$

其中， a_i 、 a_r 分別為入射波和反射波振幅， K 、 ω 分別為週波數和波浪角頻率， ε 為相位差。堤前合成波可以進一步整理表示為：

$$\eta = \sqrt{a_i^2 + a_r^2 + 2a_i a_r \cos(2Kx + \varepsilon)} \cdot \cos[(Kx)_m - \omega t]$$

其中

$$(Kx)_m = \tan^{-1} \left[\frac{a_i \sin Kx - a_r \sin(Kx + \varepsilon)}{a_i \cos Kx + a_r \cos(Kx + \varepsilon)} \right]$$

若能夠量測得到堤前合成波波形的節點 (node) 和腹點 (anti-node) 之波高 H_{\min} 和 H_{\max} ，以及節點和腹點間的距離 Δx ，則入射波和反射波的波高、波長以及反射率各如何？(25 分)