

海灘(Beach)

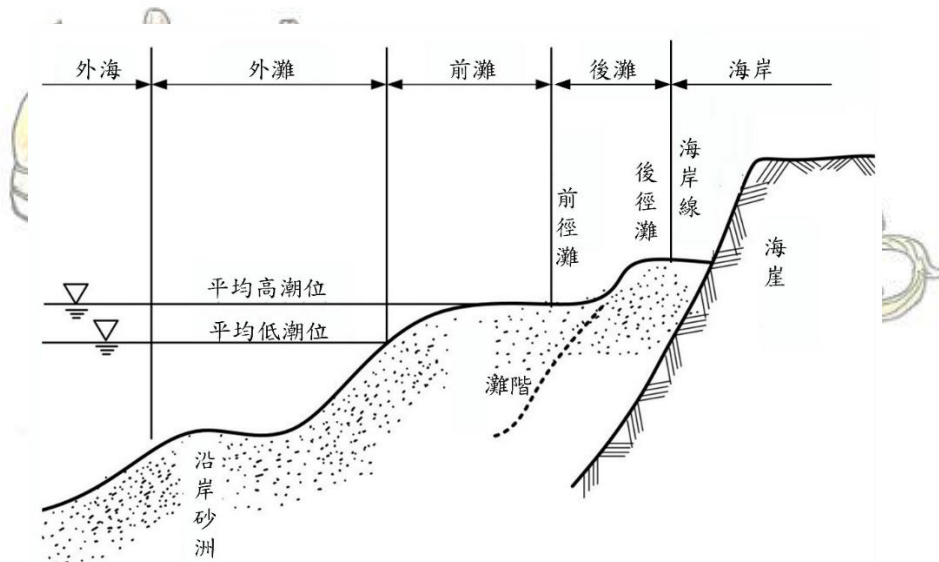
受地殼變動等大規模內在力引起的沉降或隆起地形，外加海水運動引起的堆積與侵蝕而形成者稱為自然海灘。因波或風致使泥、砂、礫、貝殼片及有機堆積物等堆積物漂移而構成的海水與陸地的相接區域稱為**海灘**。其中只由砂堆積構成的海灘稱為**砂灘**，提供我們海水浴場等親水活動。

海灘除供我們作為海水浴場使用外，尚有一般人意想不到，或是說從來沒有去思考過的一些功能，其首要功能是防災功能，即因水深變淺導致波浪發生**碎波**而衰減波能量，又由於自然海灘反射率通常小於0.2，有助於海面靜穩度的降低。砂灘背後經常會有**砂丘**存在，具有與海岸堤防相同的防潮功能，當砂丘上有植生時不易被移動或被破壞效果更佳，並具有防止飛砂效果。生長在砂灘的**海岸林**具有防風、防飛砂、防鹽、防霧及防潮等功能。其次是生態環境的水質保育功能，潮汐引起水位變動或波浪入射溯上使海水流出入砂灘的過程中，砂灘中的細菌引起有機物分解有助於海水淨化。船難重油流出漂着於砂灘後，會因重油分解細菌加以生物分解。

碎波帶內**海岸線**附近棲息著各種稚魚為天然的育苗場，砂灘亦為海龜產卵場，即海灘在生態保育上占極重要地位。

最近發現海灘除自古就有的海水浴親水性功能外，波的聲音，由於波浪週期、波高，碎波等會產生不同頻率的聲音，**及亦會對人的心理及生理造成若干正面療愈效果。**

1. 海岸地形斷面名稱



海灘斷面名稱

1) 外海

外海是水深較深，海底變化極少，波浪引起砂石移動較少處。

2) 外灘

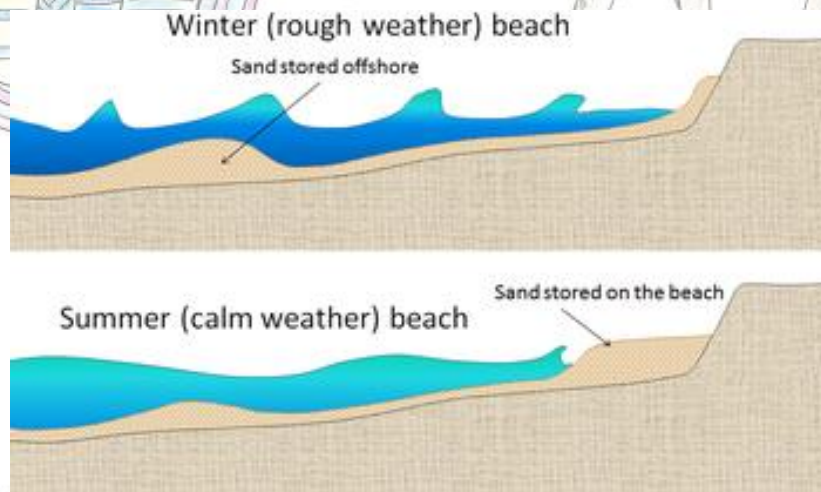
外灘是平均低潮位時，外海至灘線間的區域，海底經常發生變形，碎波帶在此領域內，常有沿岸砂洲發生。

3) 前灘

前灘是平均低潮位時，灘線至波浪能到達領域，海底變形最顯著，受潮汐及波浪作用隨時都在發生變化。

4) 後灘

後灘(徑灘)是前灘岸側(平均高潮位)至海岸線間的領域。後灘分成前徑灘與後徑灘 2 部分。前徑灘在前灘與後灘交接處，經常有砂石堆積，如下圖，當形成冬型海灘(暴風海灘)時，會被侵蝕而出現灘階。後徑灘係指灘階岸側部分，此部分即使在冬季型海灘發生時亦不容易發生變形。當形成夏型海灘(正常海灘)時，部分前灘及後灘會被堆積而出現幾乎平行於海岸線的狹道。



摘自：<https://en.wikipedia.org/wiki/Beach>

2. 平衡海灘斷面

當入射波浪發生變化時海灘斷面隨之變化，對某一特性波浪，當其斷面達安定狀態時稱為平衡斷面。通常平衡斷面可如下圖所示，分類成侵蝕型、過渡型及堆積型等 3 類。

1) 侵蝕型(I 型)

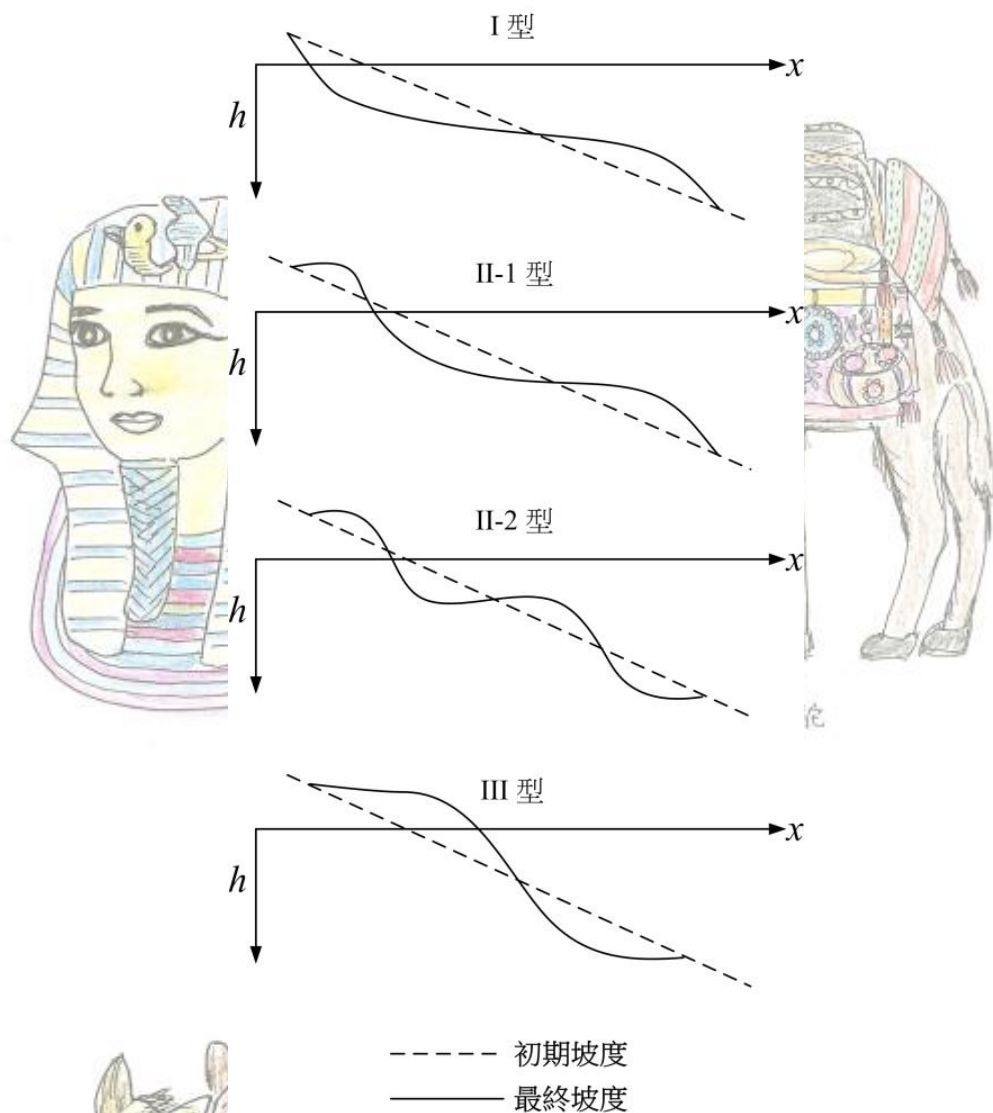
灘線後退，砂堆積於外海。

2) 過渡型(II 型)

在海灘斷面變形過程，砂堆積在灘線靠近陸側，外海亦會有砂堆積而在其間會產生侵蝕。

3) 堆積型(III 型)

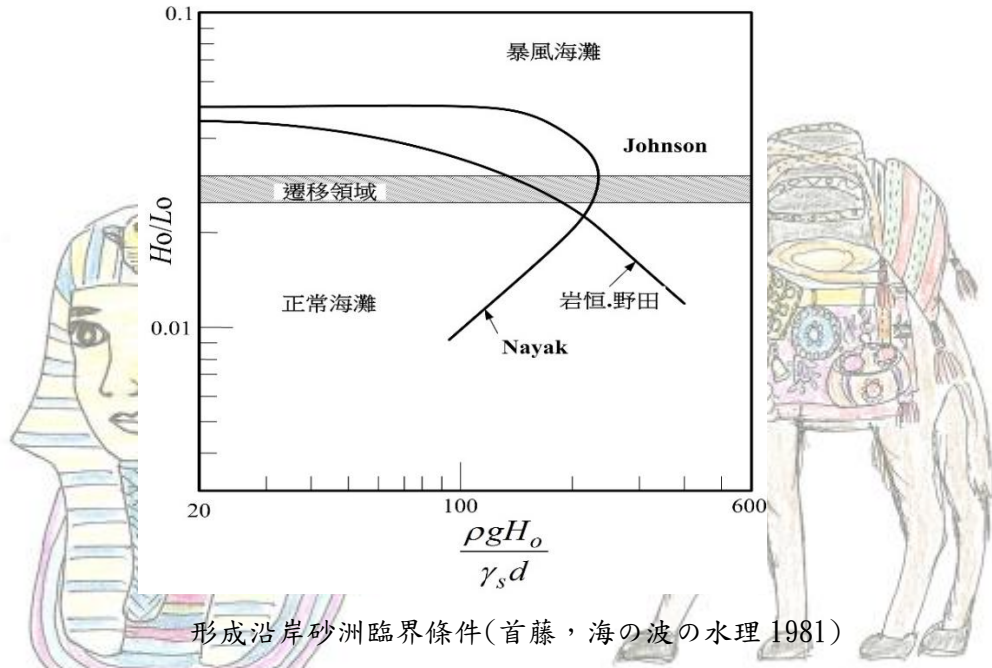
灘線前進，外海不產生堆積。



摘自：

https://web.archive.org/web/20181030124456id_/https://www.jstage.jst.go.jp/article/procel1970/22/0/22_0_329/_pdf

過渡型斷面可分成有形成及不形成沿岸砂洲等 2 種，Johnson(1949)稱有沿岸砂洲存在的海灘斷面為**暴風海灘**(冬型海灘)，無沿岸砂洲海灘為**正常海灘**(夏型海灘)。前者為侵蝕型，後者為堆積型，認為深海波**波形尖度**大於 0.025~0.03 者屬暴風海灘，但是爾後學者發現沿岸砂洲形成，即使在波形尖度小的海灘亦可能發生。下圖為各學者對形成沿岸砂洲的臨界條件，Johnson 不考慮底質粒徑及密度，**岩垣、野田**考慮底質平均粒徑，但未考慮底質密度，**Nayak(1970)**考量底質密度，圖中 d 及 γ_s 分別表示底質的平均粒徑及水中比重。



形成沿岸砂洲臨界條件(首藤，海の波の水理 1981)

沿岸砂洲形成，在海灘斷面變形過程中，僅為其過程，實際上並不太重要，我們要了解的是，海灘到底是屬於堆積型或侵蝕型，根據堀川、砂村實驗結果，海灘屬於何種地形，可由下式推算

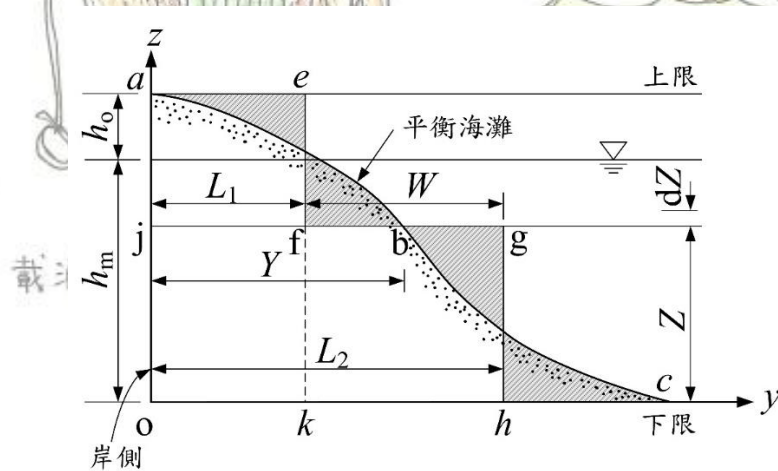
$$H_0 / L_0 \geq 7(\tan \theta)^{-0.27} (d/L_0)^{0.67} \quad \text{侵蝕型}$$

$$H_0 / L_0 \leq 4(\tan \theta)^{-0.27} (d/L_0)^{0.67} \quad \text{堆積型}$$

$\tan \theta$ 表示初期海底坡度， d 為底質粒徑， H_0 及 L_0 分別為深海波波高及波長。

3. 侵蝕型海灘平衡斷面理論推算公式

Swart 1974 年將海灘斷面變換成如下圖所示階梯狀斷面，嘗試找出侵蝕型海灘平衡斷面形狀的理論推算公式。



平衡斷面形狀推算公式(Swart, 1976)

計算方法如下，首先以海灘變形不顯著水深處及灘線極限交界處取基準點 0，水平向外海取 y 軸，垂直向上取 z 軸。曲線 abc 表示平衡斷面形狀，海灘變形不顯著灘線點及外海點分別為 a, c。基準點至靜水面高度為 h_m ，靜水面至 a 點高度為 h_0 ，則 $z_0 = h_m + h_0$ 。

b 點高度以 Z 表示，以 Z 高度將平衡斷面形狀分成上下 2 部分。選定 ek 及 gh 兩垂直線分別使，面積 aefj = 面積 abj，面積 jgho = 面積 Jbco。令 $ok = L_1$ ， $oh = L_2$ ，定義 W 如下

$$W = L_2 - L_1 \quad (1)$$

對沿岸方向單位寬度，面積 aeko + 面積 fghk = 面積 abco

面積 abco 以 V_e 表示得

$$L_1 Z_0 + (L_2 - L_1) z = V_e$$

將(1)式代入上式得

$$L_1 Z_0 + WZ = V_e \quad (2)$$

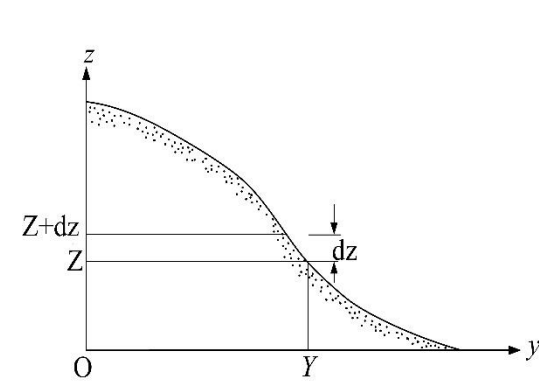


圖 a 平衡斷面形狀推算公式說明

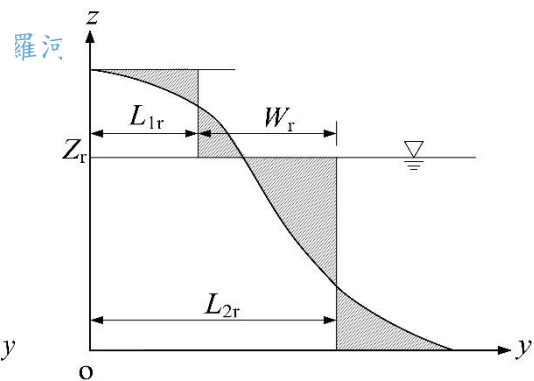


圖 b 平衡斷面形狀推算公式說明

如圖 a，令面積 abj 以 V_{e1} 表示則

$$V_{e1} = L_1 (Z_0 - Z) = \int_Z^{Z_0} Y dz \quad (3)$$

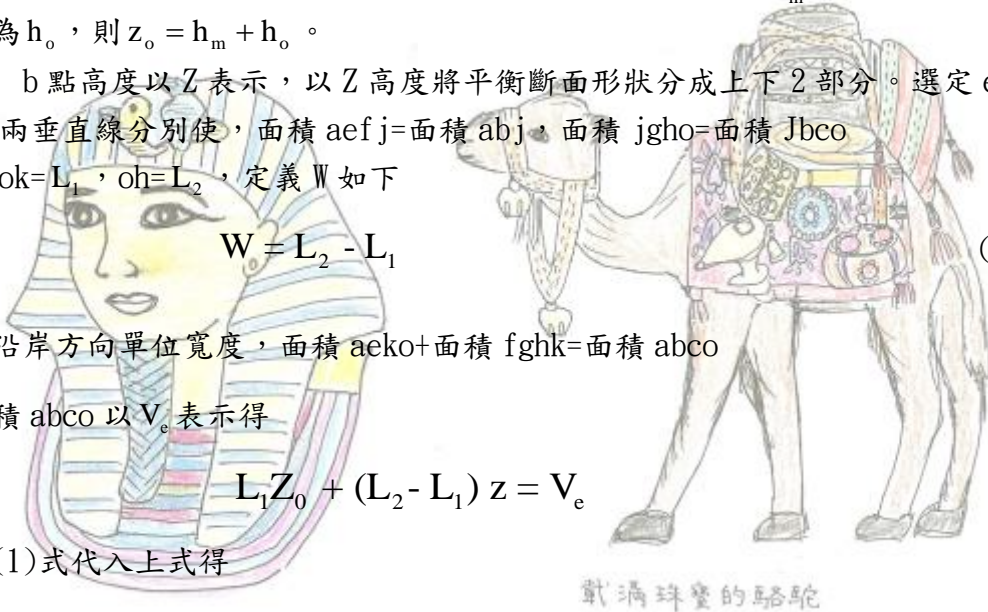
如圖 b，在 $z = Z_r (=h_m)$ 處令 $W = W_r$ ， $L_1 = L_{1r}$ ， $L_2 = L_{2r}$ ，則

$$W_r = L_{2r} - L_{1r}$$

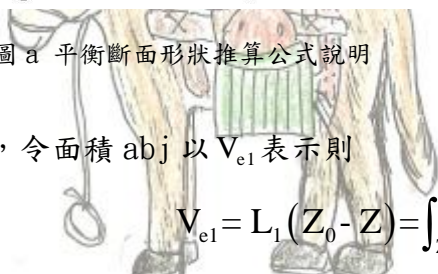
因此

$$V_e = L_1 Z_0 + W_r Z_r \quad (4)$$

從(2)及(4)式，消去 V_e 可得



戴滿珠寶的駱駝



戴滿貨品的駱駝



阿拉丁神燈

$$L_1 = L_{1r} + W_r \frac{Z_r}{Z_0} - W \frac{Z}{Z_0} \quad (5)$$

從(3)及(5)式，消去 L_1 可得

$$\int_z^{z_0} Y dz = (Z_0 - Z) L_{1r} + (W \frac{Z_r}{Z_0} - W \frac{Z}{Z_0}) \quad (6)$$

Z_0 ， L_{1r} ， W_r 及 Z_r 隨波浪及底質特性而定，與 z 無關。將(6)式對 z 微分，得

$$\frac{Y}{W_r} = \frac{L_{1r}}{W_r} + \frac{Z_r}{Z_0} + \frac{W}{W_r} \left(1 - 2 \frac{Z}{Z_0} \right) + \frac{Z}{Z_0} \left(1 - \frac{Z}{Z_0} \right) \cdot \frac{d}{dz} \left(\frac{W}{W_r} \right) \quad (7)$$

依 Swart，令 $Z_0 = \delta$ ， $Z_r = h_m$ 及

$$\Delta r = \frac{h_m - z}{\delta} \quad (8)$$

依據實驗結果，對 W/W_r 有下列關係

$$\frac{W}{W_r} = 1 + 0.7 \Delta r + A_1 \Delta r^{B_1}$$

$$A_1 = 3.97 \times 10^7 \times b d_{50}^2 \quad (9)$$

$$B_1 = 1.37 \times 10 \times d_{50}$$

$$b = \begin{cases} 1 & \Delta r > 0 \\ 0 & \Delta r \leq 0 \end{cases}$$

h_m 、 δ 、 Z 及 d_{50} 單位為公尺。將(8)及(9)式代入(7)式，得平衡斷面形狀方程式如下。

$$\frac{Y}{W_r} = \frac{L_{1r}}{W_r} + \frac{h_m}{\delta} + \left\{ 1 + 0.7 \frac{h_m}{\delta} - 0.7 \frac{z}{\delta} + A_1 \left(\frac{h_m}{\delta} - \frac{z}{\delta} \right)^{B_1} \right\} - \left(1 - 2 \frac{z}{\delta} \right) - \frac{z}{\delta} \left(1 - \frac{z}{\delta} \right) \left\{ 0.7 + A_1 B_1 \left(\frac{h_m}{\delta} - \frac{z}{\delta} \right)^{B_1 - 1} \right\} \quad (10)$$

Swart 對 W_r ， h_m 及 h_0 分別以下式表示

$$\frac{W_r}{\delta} = \frac{1}{2} \frac{H_0}{L_0} \left\{ 1.51 \times 10^3 \left[H_0^{0.132} d_{50}^{-0.447} \left(\frac{H_0}{L_0} \right)^{-0.717} \right]^{-2.38} + 0.11 \times 10^{-3} \right\}$$

$$\frac{h_m}{L_0} = 0.0063 \exp \left(4.34 \frac{H_0}{T^{0.894} d_{50}^{0.093}} \right)$$

$$\frac{h_0}{d_{50}} = 7644 - 7706 \exp\left(-0.000143 \frac{H_0^{0.488} T_0^{0.93}}{d_{50}^{0.786}}\right)$$

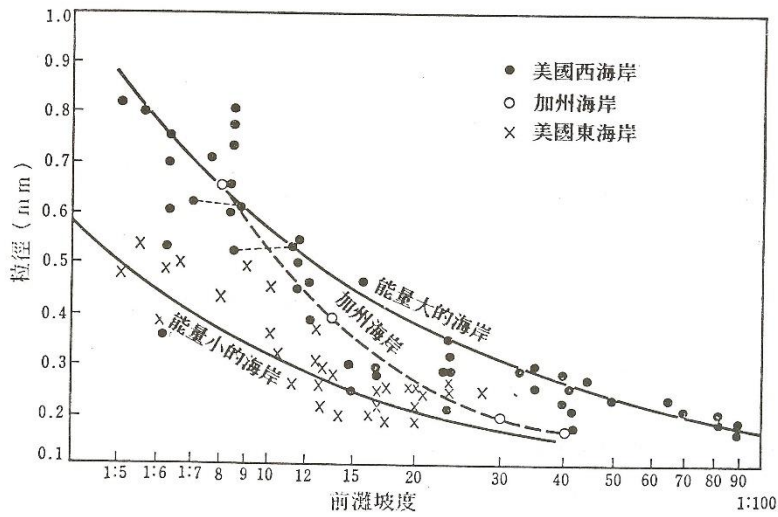
深海波波高 H_0 及波長 L_0 單位為公尺，週期 T 單位為秒。(10)式中的 L_{1r} 為須依實驗結果決定，作下述座標原點移動

$$\frac{Y'}{W_r} = \frac{Y - L_{1r}}{W_r}$$

將 $Z = Z_r = h_m$ (即灘線位置) 代入(10)式計算 Y'/W_r 值，利用實驗或實測斷面灘線位置，可算出 Y' 之原點。

4. 海灘坡度與底質關係

下圖為美國海岸侵蝕局實測結果，表示前灘坡度與底質平均粒徑間之關係，由圖可知底質粒徑越大前灘坡度越陡，反之則越緩，由圖亦可知道波浪特性影響。



砂質海岸海底坡度與平均粒徑關係(Wiegel, 1964)

海灘相關特性詳如 [海灘](#)。

[回分類索引](#)

[回海洋工作站](#)

[阿拉丁神燈](#)