

# 「瘋狗浪」之初步研究

李賢文

國立臺灣海洋大學海洋科學系

## 摘要

「瘋狗浪」係一種俗稱。只要有人在海岸邊，被浪打入海中，往往稱為受到「瘋狗浪」的侵襲，因此「瘋狗浪」並沒有確切的定義。本研究嘗試將「瘋狗浪」分成二種類型：一、冬季季風引起的瘋狗浪，二、遠處颱風引起的瘋狗浪。防範「瘋狗浪」侵襲應注意事項：

(一)危險地點:1.突出海岸的礁石。

2.直立壁上近海面的平台。

3.燈塔附近防波堤。

(二)危險季節:1.冬季季風:黃海或東海已有冷鋒產生時。

2.颱風季節:已有海上颱風時，雖然颱風尚離甚遠(如颱風在菲律賓東方海面或在南海)。

## 一、前言

台灣的報紙或其他的媒體，常將釣客被浪衝入海中的情形，稱為「瘋狗浪」狂吼，捲走釣客。實際上海浪捲人的情形，常有發生，而為何有俗稱的「瘋狗浪」發生。過去許明光等人(1993)曾對台灣地區「瘋狗浪」做過調查並探討其成因，但對機制並未詳細地討論。蔡政翰(1996)也曾經提出「瘋狗浪」的報告，他認為「瘋狗浪」應該直接了當的稱為大湧浪，而他對其機制也未討論。

為了研究需要，我們首先要嘗試將「瘋狗浪」加以定義。「瘋狗浪」既然是一種俗稱；而且以「瘋狗」來形容此種害人的波浪，也多少透露一點「傳神」之意。一般人所謂的「瘋狗」，就有二種說法。第一種說法，就是指稱真正的瘋狗，隨時隨地見到人都會咬，它是在一種瘋狂的狀態。第二種說法是，此種狗平常是正常的，毫無異狀，但在某一種特別的情形下，會如瘋狂般的咬人，此時有人也會稱它為「瘋狗」。

「瘋狗浪」以「瘋狗」為形容詞，同樣地也有上述二種相對應的說法。

(一)兇猛強烈的海浪，不斷地侵襲海岸，岸邊只有人垂釣或游泳，則很容易被海浪捲入，這是「第一類型瘋狗浪」——如同真正的瘋狗，見到人就攻擊，避免災害的方式，就是遠離它。

(二)天氣良好，海上平靜無風，突然在岸邊出現一道大浪，衝擊海岸，此時如岸上有人，則很容易被捲入海中，這是「第二類型瘋狗

浪」——如同正常的狗，突然張口咬人，很難預防。

對於第一類型瘋狗浪，我們已經可以在岸邊很明顯地看到它不斷地拍打海岸。也就是說岸邊已經是風大浪高，而居然尚有人勇敢地海岸垂釣或戲水，如發生海浪捲人的意外，往往是遊客個人奮不顧身所造成的。

而第二類型瘋狗浪，往往海邊沒有大風浪的徵兆，很難走避，比較容易傷害到岸邊釣客或遊客。這一類型的瘋狗浪，比較難預防，正是我們需要研究的對象。

## 二、「瘋狗浪」產生之機制

「瘋狗浪」之發威，係由於波浪破碎之後，將其能量釋放出來的結果。因此我們要討論「瘋狗浪」的機制，首先需要了解波浪破碎的情形。

一個前進波的波高是有限制的，基本上波浪將破碎時的波高是受到波長與水深的限制。但在深水波的情況，即  $d/L_0 > 1/2$  ( $d$ : 水深； $L_0$  為波浪在深水中的波長)，則波浪將破碎時的波高僅是波長的函數；Michell(1893) 導出波浪尖銳度(波高/波長，wave steepness)的上限如下：

$$\left(\frac{H_0}{L_0}\right)_{\max} = 0.142 \approx \frac{1}{7} \quad (1)$$

上式中  $H_0$  代表深水波的波高。

Miche(1944)導出在淺水中，即  $d/L_0 < 1/2$ ，而波浪沒有變形，波浪尖銳度上限如下：

$$\left(\frac{H}{L}\right)_{\max} = \left(\frac{H_0}{L_0}\right) \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) = 0.142 \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \quad (2)$$

上式中 H 代表淺水波的波高。由(2)式可知淺水中波浪破碎的高度是波長(L)與水深(d)的函數。

但是如果水深是逐漸變淺的話，也就是海底有坡度的話，則波浪尖銳的上限不僅是 d/L 的函數同時也是海底坡度(m)的函數。Munk (1949), Iveren(1952,1953), Galvin(1969) 和 Goda(1970)等，都曾研究波浪破碎的現象，而發展出一些經驗公式，以計算海底坡度不同情況下波浪破碎時的波高(H<sub>b</sub>)及水深(d<sub>b</sub>)。

圖 1 及圖 2 摘自 Shore Protection Manual (1977)，是依據 Goda 的經驗公式繪製的碎波關係圖。圖中 H<sub>0</sub>' 代表尚未經折射的深水波高，H<sub>b</sub> 為波浪破碎時的波高，g 為重力加速度，T 為波浪周期。在圖 1 中，如取橫坐標 H<sub>0</sub>'/L<sub>0</sub> 為某一定值，我們可以看出，當海底坡度(m)愈大時，則 H<sub>b</sub>/H<sub>0</sub>' 的值也愈大。

由第(2)式可知在水淺的岸邊，受制於波浪尖銳度上限，波浪很難維持其波形，波浪都會破碎。這是在海邊時常看到的景象。

有關瘋狗浪發生之機制，我們依照上述二種類型分別討論。

第一類型瘋狗浪是在發生時的地方，風勢很強，也就是說在季風迎面吹襲時，或在颱風影響的半徑內，海面出現風浪，因此離岸甚遠的地方，已有波浪破碎(受到(1)式的限制)，出現白浪花的情形，而岸邊受到(2)式的限制，波浪也破碎。此時如有波長較長的波浪出現，在外海時其尖銳度尚未達 0.142，即依(1)式，尚未破碎。但到了岸邊，水深變淺，其尖銳度上限不斷變小導致此波浪破碎。而且由圖 1 可知，當尖銳度小於 0.1 時，海床坡度大於 0.1 則碎波高度(H<sub>b</sub>)都比未碎前的深水波來得大。所以波浪破碎時，其波高也相對提高。因此破碎之後，其浪頭往往會衝進岸上，將釣客推出防波堤外落海；或浪頭由海堤回游時，將釣客帶入海中。此種大浪明顯可見，只要我們遠離海岸，就可避免此類型瘋狗浪的災害。

但是第二類型瘋狗浪災害，往往是無徵兆的發生，我們需要特別的注意。

首先我們需要了解此類型瘋狗浪是在天氣良好，海面無浪的情形下發生的。為何在這樣良好的天氣下，海岸地帶居然會有瘋狗浪產生，而將人捲入海中，這是許多人無法理解的事實。

當我們在海岸地帶，雖然天氣良好，當地無風，附近海域也看不到風浪。但是所有

的海域都是相通的，其他海域的波浪，就有可能傳送到我們所在的海域。尤其台灣四周環海，東邊太平洋的波浪常常傳到台灣海岸。這種遠處海域傳來的波浪，已經脫離其發源地(即遠處的風暴)，而到達無風暴的所在，就是海洋學上所稱的「湧浪(swell)」。這種湧浪傳送速度很快，比風暴的移動還快，所以才能脫離風暴的影響，而傳送到其他海域。這類湧浪的在深海中的前進速度  $C = \sqrt{gL_0/2\pi}$  是跟波長的平方根成正比關係。也就是說，跑在風暴最外圍的湧浪，速度最快，波長也最長。由於它的波長很長，因此相對之下它的坡度就相當和緩。所以我們在岸邊朝外海觀望時，往往不容易感覺到它的存在。但是所有的風浪(當地海域有風在吹襲，所產生的波浪)及湧浪，當它們趨近海岸時，感受到地形變淺的效應，它們就會破碎，而將能量釋放出來。我們在海岸時常看到波浪破碎的情形。夏威夷最有名的衝浪(surf)，就是衝浪者看準波浪傳進來時，趁波浪將破碎之前，迎上浪頭(波峰)，而以衝浪板順著波浪破碎時所釋放出來的能量滑行。

如此我們可以了解，即使在風平浪靜的海域，如果遠處海域有風暴(如颱風)，那麼它的湧浪仍會到達平靜的海域上而破碎；萬一它破碎的地方是在岸壁附近，而恰巧當時也有釣客或遊客，就有可能產生瘋狗浪的災害。這就是第二類瘋狗浪的特徵，在出事的地方，往往事前沒有預兆。

由圖 1，我們可以了解，在深海中的湧浪，即使波高很小，當它趨近變淺的海岸時，其破碎時的波高也變得很大。在圖 1 中，我們取海床坡度(m)=0.1。(1)當 H<sub>0</sub>'/L<sub>0</sub><0.1 時，H<sub>b</sub>/H<sub>0</sub>'>1.0 也就是說波浪破碎時的高度會超過它在深海的波高。

(2)當 H<sub>0</sub>'/L<sub>0</sub><0.005 時，H<sub>b</sub>/H<sub>0</sub>'>2.1，這時波浪破碎時的波高已超過它在深海時波高的 2 倍。由此可見，當海底坡度一定時，深海中愈平緩的湧浪(即 H<sub>0</sub>'/L<sub>0</sub> 愈小時)，當其趨近海岸而破碎時，則 H<sub>b</sub>/H<sub>0</sub>' 愈大。所以遠處平緩的湧浪，到了岸壁將破碎時，就會形成大浪。這就是第二類型瘋狗浪的機制。由圖 1，我們也可以看出，碎波高度的增加，隨著海床坡度變陡，還會加大。

底下我們舉一個計算實例，深入了解第二類型瘋狗浪產生的機制。假定有一個湧浪(由遠處風暴產生)，在深海中其尖銳度 H<sub>0</sub>'/L<sub>0</sub>=0.005(這時由岸邊望海，幾乎不會覺察波浪的存在)，則由圖 1，可知 H<sub>b</sub>/H<sub>0</sub>'=2.11。(假定海底坡度 m=0.2，但在圖中，m 最大 0.1，

故取  $m=0.1$  之曲線為近似值)假設這個湧浪的周期( $T$ )=12 秒, 則由深水波關係式:  $L_0=gT^2/2\pi$ , 可以求出此湧浪的在深海中的波長,  $L_0=224.6$  公尺。故深海未經折射的波高  $H_0'=0.005 \times L_0=0.005 \times 224.6=1.123$  公尺

而碎波的波高,  $H_b=2.11 \times 1.123=2.37$  公尺

因此  $H_b/gT^2=0.00168$ , 由圖 2 ( $m=0.2$ ), 可得  $d_b/H_b=0.682$ , 即波浪破碎時的水深 ( $d_b$ )= $0.682 \times H_b=1.62$  公尺。

因海底坡度( $m$ )=0.2, 故碎波位置距離海岸為  $d_b/m=1.62/0.2 \approx 8$  公尺也就是說, 離岸大約 8 公尺處, 湧浪會變成一道 2.37 公尺的水牆向前衝而破碎。如果海底坡度更陡, 則此道水牆會更高, 且離岸愈近。假設在防波隄或海隄附近, 海底坡度( $m$ )=1, 則由上述例子, 波浪破碎的地方, 離岸不過是 1.62 公尺, 就有一道高度超過 2.37 公尺的水牆衝向防波堤, 如堤防高度離水面不到 1 公尺, 則有超過 1.37 公尺的水牆會衝向堤防上, 此道水牆的力量足夠將人衝出防波堤(堤的兩邊都是海)而落海。或是碎波回流時, 將人帶入海中。

### 三、結論

依據上述有關波浪破碎的機制, 我們知道海浪在岸邊破碎是一種自然現象。而海浪破碎之後, 就會將其能量釋放出來, 這種能量往往轉換成動能, 而變成一種衝擊力。而如果有人恰在此時受到此種波浪破碎衝擊力的侵襲而落海, 就是俗稱的「瘋狗浪」。因此「瘋狗浪」的產生, 是自然界海浪破碎的現象並且同時有人在現場落海。也就是說「人」在海岸地帶, 是「瘋狗浪」產生的必要條件。只要「人」遠離海岸地帶, 就無「瘋狗浪」的情形。但是在目前海岸地帶休閒事業不斷發達的時代, 要求人們離開海岸, 是不可能的, 也是不必要的。當我們在海岸地帶時, 只要注意一些事項, 就可以避免「瘋狗浪」災害的發生。

防範「瘋狗浪」侵襲應注意事項:

(一)危險地點:海床坡度很大的地方, 也就是說離岸不遠, 水深馬上變得很深。這種海床, 會使得碎波位置非常接近岸邊, 因此碎波水牆會很容易衝上岸上。這些地方大致包含下列所在:

1. 突出海岸的礁石。
2. 直立壁上近海面的平台或海堤。
3. 防波堤, 尤其是燈塔附近的防波堤。

(二)危險季節:

1. 冬季季風強烈吹襲的時候, 風強浪大, 海邊自然波濤洶湧, 此時不宜到海岸地

帶釣魚或戲水。通常在台灣冬季, 黃海或東海已有冷鋒產生時, 後續的東北季風非常強勁, 所產生的海浪, 會直接侵襲海岸, 可能產生「第一類型瘋狗浪」。

2. 夏季颱風季節:(1)台灣本島已進入颱風暴風圈, 也就是說氣象局已發布海上及陸上颱風警報, 人們應該避免進入海岸地帶, 可以防止「第一類型瘋狗浪」的產生。(2)海上雖有颱風, 但離我們甚遠, 例如颱風在菲律賓東方海面或在南海; 此時台灣地區天氣晴朗, 氣象局也未發布海上颱風警報, 但是颱風所產生的湧浪, 可能會傳到台灣海岸, 而產生「第二類型瘋狗浪」。

### 參考文獻

- 許明光, 曾俊超, 高家俊 (1993) 台灣地區「瘋狗浪」之調查及原因初探, 中華民國第十五屆海洋工程研討會論文集, 525-534 頁。
- 蔡政翰(1996) 何謂瘋狗浪及如何避其害? 台灣釣魚 11 月號, 33-35 頁。
- Galvin, C. J., JR., (1969) Breaker Travel and Choice of Design Wave Height, Journal of the Waterways and Harbors Division, ASCE, WW2. NO. 6569, pp. 175-200.
- Goda, Y. (1970) A Synthesis of Breaker Indices, Transactions of the Japanese Society of Civil Engineers, Vol. 2, Part 2.
- Iversen, H. W. (1952) Laboratory Study of Breakers, Gravity Waves, Circ. No. 521, National Bureau of Standards, Washington, D. C.
- Inversen, H. W. (1953) Waves and Breakers in Shoaling Water, Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Conference on Coastal Engineering, Cambridge, Mass.
- Miche, M. (1944) Mouvements Ondulatoires de la Mer en Profondeur Constante ou Decroissante, Annales des Ponts et Chaussées, pp.25-78, 131-164, 270-292, and 369-406.
- Michell, J. H. (1893) On the Highest Waves in Water. Philosophical Magazine, 5<sup>th</sup> Series, Vol. 36, pp. 430-437.
- Munk, W. H. (1949) The Solitary Wave theory and It's Application to Surf Problems, Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 51, pp. 376-462.
- Shore Protection Manual, 3<sup>rd</sup> ed., (1977) U. S. Army Coastal Engineering Research Center.

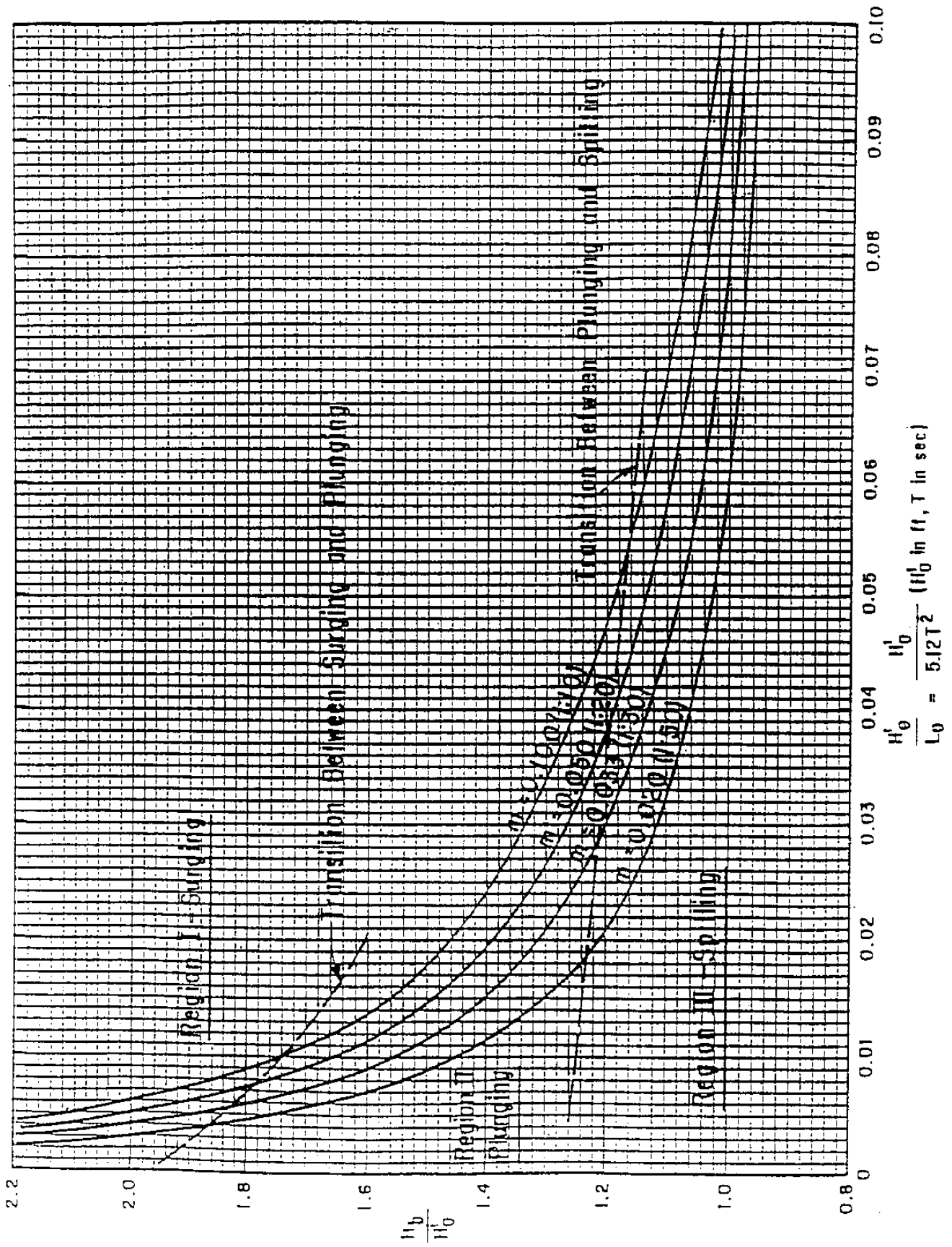


圖 1 Breaker Height Index Versus Deep Water Wave Sleepness  
 摘自 Shore Protection Manual (1977)

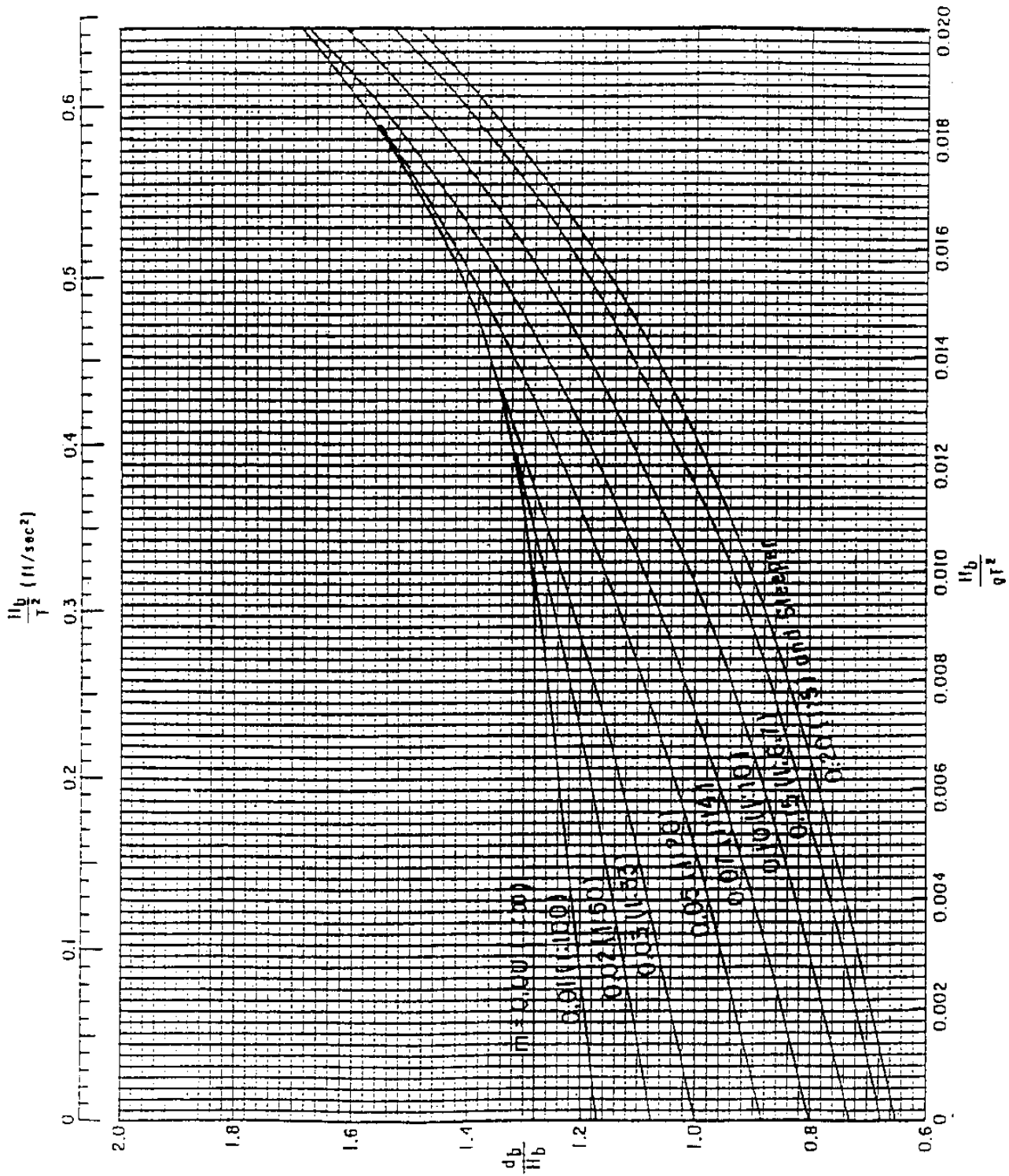


圖2 Dimensionless Depth of Breaking Versus Breaker Steepness  
 摘自 Shore Protection Manual (1977)