

海岸堤防に関する二、三の考察

名古屋大学工学部 高田 彰

1. 緒 言

越波は海岸堤防の破壊の原因となるばかりでなく、背後地の利用などに大きな障害となることは、これまでの幾多の災害からして明らかである。

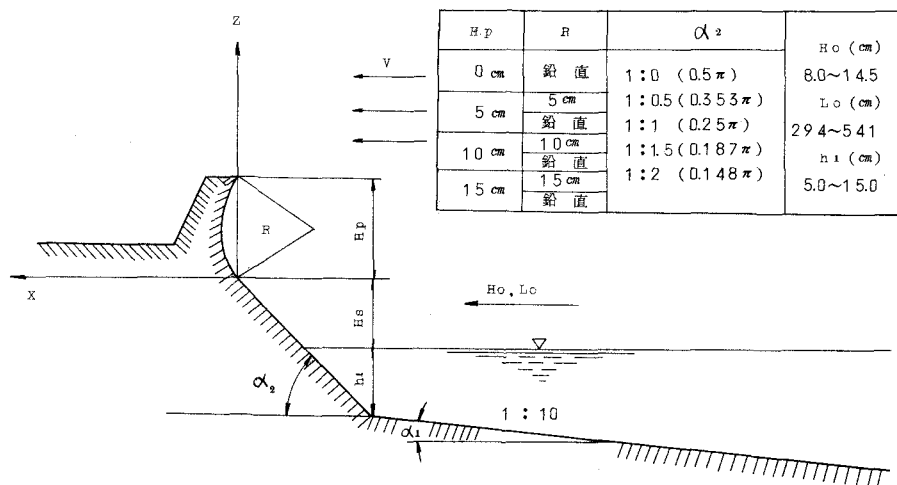
鉛直壁を越波する場合は、従来までの研究でかなり考察され、定量的な関係が明らかにされている。しかし、実際の海岸堤防は、構造上あるいは地形上、鉛直で造ることは少なく、壁面を $1:0.3 \sim 1:2$ の範囲で傾斜させ、上部に適当な曲率半径を有する曲面のパラペット（胸壁）をつける場合が多い。

そこで、著者は海岸堤防の壁面の法勾配を変えることによつて、あるいは、パラペットを設けることによつて、鉛直壁の場合に比較して越波の様相がどのように変化するかについて、二、三の実験的考察を行なつた。

2. 越波量の無次元表示

海岸堤防の基本的な形状として、図-1に示すものを取りあげることにすれば、任意の点に落下する単位面積当りの一周期の越波量 q_{ix} は、次式

図-1 対象とする海岸堤防



のような各要素の関数として表わされるであろう。

$$q_{ix} = f_1(H_0, L_0, \rho, g, h_1, \alpha_1, \alpha_2, H_s, H_p, R, x, V, \dots) \quad (1)$$

ここに

q_{ix} : パラペット先端から水平距離 x の地点に落下する単位面積当りの一周期の越波量、 H_s : 静水面から斜面上端までの鉛直高さ、 H_p : 斜面上端からパラペット天端までの鉛直高さ、 R : パラペットの曲率半径、 α_1 : 海底勾配、 α_2 : 海岸堤防の法勾配、 x : パラペット先端から堤内地への水平距離、 H_0 : 沖波波高、 L_0 : 沖波波長、 ρ : 海水の密度、 g : 重力加速度、 h_1 : 堤脚水深、 V : 風速

式(1)を Buckingham の π 定理を用いて、無次元化すれば、

$$\frac{q_{ix}}{H_0^2} = f_2\left(\frac{H_0}{L_0}, \frac{h_1}{L_0}, \alpha_1, \alpha_2, \frac{H_s+H_p}{H_0}, \frac{H_s}{H_p}, \frac{x}{H_0}, \frac{V}{\sqrt{gH_0}}\right) \dots \dots \dots (2)$$

となる。また、 q_{ix} の代りに、堤内地へ飛び込む一周期の全越波量

$Q_i \left(\int_0^\infty q_{ix} dx \right)$ をとりあげて、次式のようにあらわすこともできる。

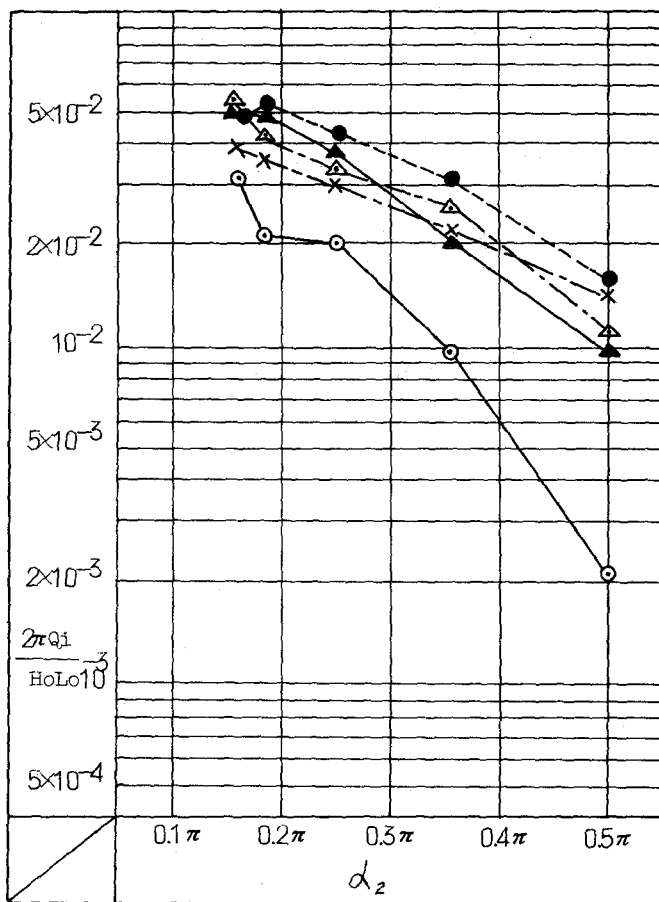
$$\frac{2\pi Q_i}{H_0 L_0} = f_3\left(\frac{H_0}{L_0}, \frac{h_1}{L_0}, \alpha_1, \alpha_2, \frac{H_s+H_p}{H_0}, \frac{H_s}{H_p}, \frac{R}{H_p}, \frac{V}{\sqrt{gH_0}}\right) \dots \dots \dots (3)$$

3. 斜面堤 (パラペットなし) の実験

図-1において、パラペット H_p がない場合には式(3)は次式のようになる。

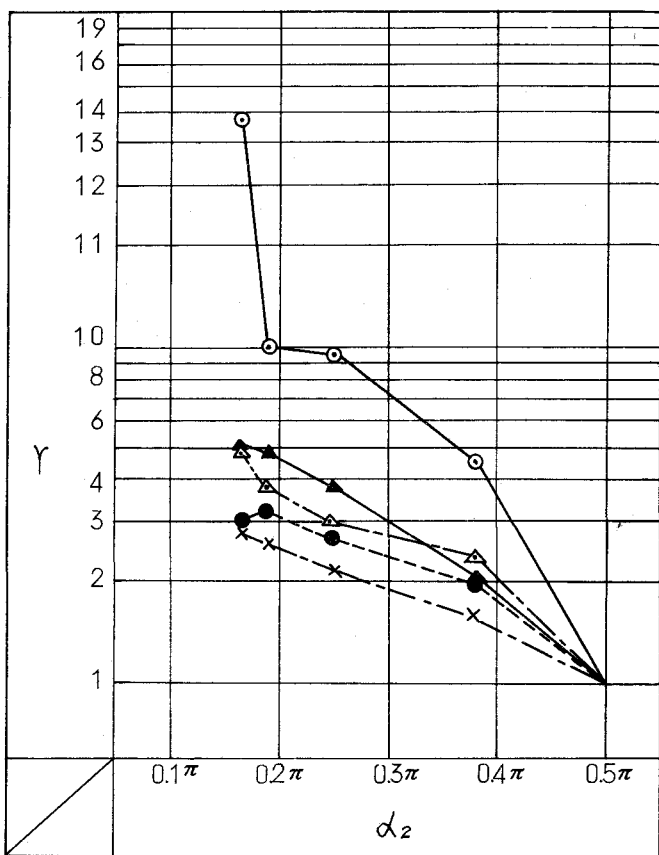
$$\frac{2\pi Q_i}{H_0 L_0} = f_4\left(\frac{H_0}{L_0}, \frac{h_1}{L_0}, \alpha_1, \alpha_2, \frac{H_s}{H_0}, \frac{V}{\sqrt{gH_0}}\right) \dots \dots \dots (4)$$

実験の結果、各斜面の越波量は図-2のようであつて、いずれの場合も越波量は鉛直壁よりかなり多いことがわかる。鉛直壁の越波量を1としたときの同一の波、および、同一の堤防高さにおける斜面堤の越波量比 r を示せば、図-3のようである。これより、斜面の勾配が緩くなると半対数紙上にほぼ直線的 ($\cos \alpha_2$) に増大し、 $\alpha_2 = \pi/6$ (1:2) では越波量が鉛直壁の約4倍になつている。



記号	H_S/H_0	H_0/L_0	h_1/L_0	$v/\sqrt{gH_0}$
—○—	1.18	0.015	0.011	4.79
---●---	0.91	0.026	0.014	4.19
---△---	0.71	0.033	0.016	3.92
—▲—	0.67	0.041	0.043	3.79
—×---	0.63	0.054	0.040	3.60

図-2 斜面堤の越波量



記号	H_s/H_o	H_o/L_o	h^1/L_o	$2\pi q_1/H_o L_o$	$v/\sqrt{gH_o}$
—○—	1.18	0.015	0.011	21×10^{-3}	4.79
--●--	0.91	0.026	0.014	1.6×10^{-2}	4.14
--△--	0.71	0.033	0.016	1.1×10^{-2}	3.92
—▲—	0.67	0.041	0.043	97×10^{-3}	3.79
--×--	0.63	0.054	0.040	14×10^{-2}	3.60

図-3 斜面堤の鉛直壁に対する定成波量比

4. パラベット付斜面の実験

(a) パラベットが直立の場合

斜面の上端に直立のパラベットを設けた構造について考えると、 H_p を加えて

$$\frac{2\pi Q_i}{H_o L_o} = f 5 \left(\frac{H_o}{L_o}, \frac{h_1}{L_o}, \alpha_2, \frac{H_s + H_p}{H_o}, \frac{H_s}{H_p} \right) \dots \dots \dots (5)$$

となる。

実験の結果、鉛直壁よりも斜面部を有する直立のパラベットの方が越波量が多い。しかし、越波量比 r は斜面のみの実験値よりやや小さく、パラベットの高さ H_p の効果が表われたものと考えられる。図-4 はパラベット付斜面の実験結果の一部であるが、越波量比 r はパラベットがない場合と同様に、斜面勾配の減少につれて増大する。

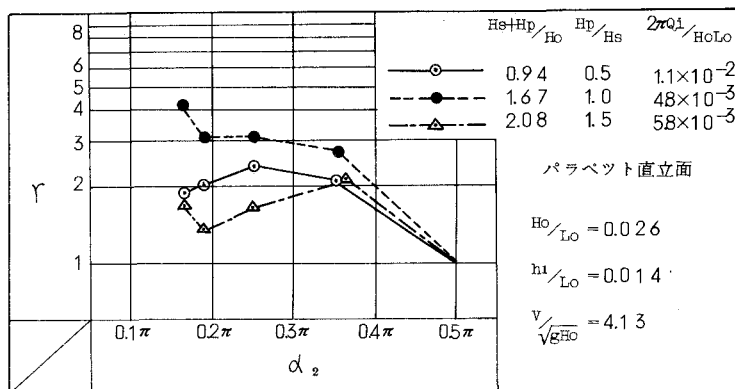


図-4 パラベットが直立面の場合

(b) パラベットが曲面の場合

この場合には前項の式(5)にパラベット曲面の曲率半径の項 R/H_p が加わる。

実験結果の一部を図-5に示す。これらの図から、越波量比 r はパラベット直立の場合と同様に、斜面勾配が緩くなると増大する。

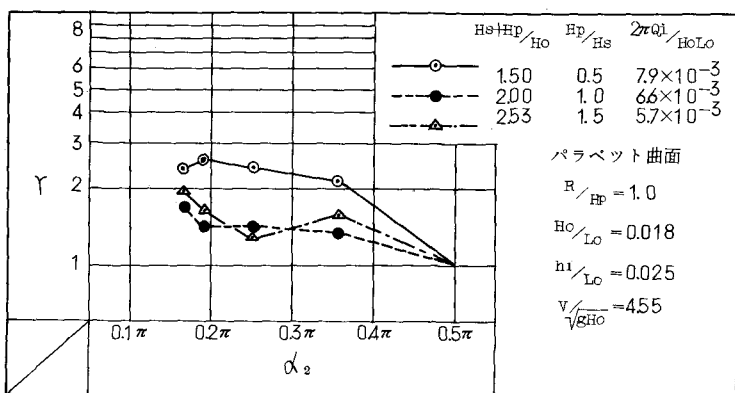


図-5 パラペットが曲面の場合

(c) パラペットが直立面の場合と曲面の場合の越波量の比較

適当な曲面をもつたパラペットが実際のほとんどの海岸堤防には施工されているが、曲率半径を有する波返しによつてどの程度越波量減殺の効果を期待できるかは、まだ十分に検討されていないように思われる。

いま、図-1に示すような曲率半径 ($R/H_p = 1.0$) をもつパラペットと直立面の場合と比較する。図-6はその実験結果の一部である。これらの結果は、曲率を示す R/H_p を 1.0 にした波返しが直立面のパラペットにくらべて、10~20%の越波量の減少をもたらすであろうことを示している。

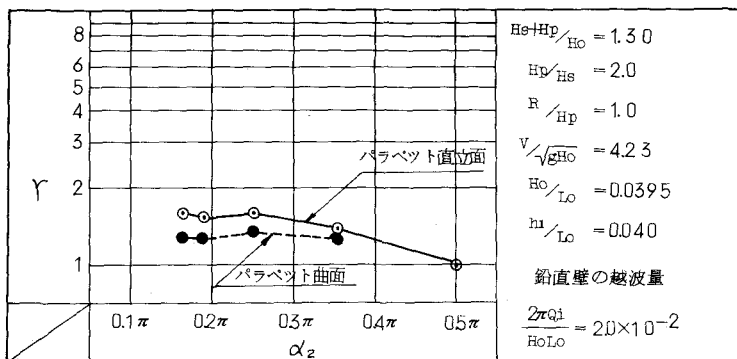


図-6 パラペットが直立面の場合と曲面の場合の比較

5. 結 論

実験結果を要約すれば、次のようである。

- (1) 越波量は鉛直壁の場合に最も少なく、壁勾配が緩くなる程増大し、 $\alpha_2 = \pi / 6 (1 : 2)$ の斜面では、鉛直壁に比較して約 4 倍の越波量が認められた。
- (2) 越波量に関して、斜面堤の上端にパラベットの設けることの効果は大きい。本実験では、斜面壁に比較して約 $\frac{1}{2}$ の越波量の減少が認められた。
- (3) 曲率を示す R/H_p が 1.0 の曲面パラベットは、直立面パラベットに比較して、越波量減少効果はたかだか 10～20% の程度である。

なお、本研究は著者が大阪市立大学大学院に在学中（昭和 34 年～39 年）、永井莊士郎教授の御指導のもとに行なつたものである。ここにあらためて永井教授に感謝の意を表する次第であります。