

日本大学生産工学部 正会員 遠藤 茂 勝
 " " " " 港 合 典
 " " " " 三 浦 晃

1). はじめに.

近年、利用水域の拡大に伴って、水深の深い重複波水架候域にまで防波堤が計画されるようになってきた。ため、構造物としての規模が大型化し、天端高の低減が重要な課題になってきた。そこで、経済的かつ合理的な構造物の設計を行うために天端高と越波量の関係を把握する必要がある。そこで本文では重複波水架候域における直立防波堤の越波を対象として、越波時の波奥高について検討するとともに、それらの結果をもとに導かれる部分重複波の空間波形と越波量の関係について検討しものごである。

2). 実験装置および実験方法

実験は、長さ27.60m、幅0.70m、高さ10mの二次元水槽で行った。実験の防波堤模型は、厚さ0.60mmの銅板で高さ1.00mごとに変えられるもので、逆波板からは0m地点に設置した。水位の測定は静水式波高検出器とデジタル計測装置をもちいた。そして本文の入射波高 H_i は模型設置地点であらうのじの測定した堤岸時の波高である。実験の条件は水深 $h=40.0\text{cm}$ とし入射波周期 $T=1.20\sim 2.20$ 秒で6種類入射波高 $H_i=6.5\sim 15.0\text{cm}$ 入射波波形勾配 $H_i/L=0.016\sim 0.076$ の範囲で行った。

3). 実験結果および考察

ここで1)は、波奥高について考察するが、静水面上の波奥高 η を次式のように仮定する。

$$\eta = \alpha H_i + \alpha^2 \eta_0 \text{ ----- (1)}$$

ここで α は係数で $\alpha^2 \eta_0$ は軌道中心上昇高を示す

いま $\alpha=1.0$ のときの波奥高を η_m とすれば

$$\eta_m = H_i + \eta_0 \text{ ----- (2)}$$

となり、完全重複波の波奥高を示し η_0 は次式で示される。

$$\eta_0 = \frac{\pi H_i^2}{L} \coth kh \text{ ----- (3)}$$

ここで H_i は入射波高、 L は波長、 $k=2\pi/L$

また $\alpha=1/2$ のときの波奥高を η_p とすれば

$$\eta_p = \frac{1}{2} H_i + \frac{1}{4} \eta_0 \text{ ----- (4)}$$

となり、防波堤のなり時の進行波の波奥高の式となる

従って部分重複波の波奥高を η_c とすれば次式で示される

$$\eta_c = \alpha H_i + \alpha^2 \eta_0 \text{ ----- (5)}$$

に於て、 $\alpha=1/2 \sim 1.0$

また一、部分重複波の波奥高と完全重複波の波奥高に関する実験結果は次式で示される^{1), 2)}

$$\eta_c = 0.65 \eta_m + 0.35 H_c \text{ ----- (6)}$$

ここで H_c は防波堤の静水面上の天端高を示す従って(2)式を(6)式に代入すると、

$$\eta_c = (0.65 + 0.35 \frac{H_i}{H_c}) H_i + 0.65 \eta_0 \text{ --- (7)}$$

これは部分重複波の波奥高であるが(5)式の関係から

$$\alpha = 0.65 + 0.35 \frac{H_i}{H_c} \text{ ----- (8)}$$

また(5)式の $\alpha=1$ は(8)式より、

$$\alpha^2 \eta_0 = (0.65 + 0.35 \frac{H_i}{H_c})^2 \frac{\pi H_i^2}{L} \coth kh \text{ --- (9)}$$

と表わすことができる。従って部分重複波の波奥高を表わす(5)式は次のように示される。

$$\eta_c = (0.65 + 0.35 \frac{H_i}{H_c}) H_i + (0.65 + 0.35 \frac{H_i}{H_c})^2 \frac{\pi H_i^2}{L} \coth kh \text{ --- (10)}$$

この結果より部分重複波の空間波形を考へ、1)は座標軸を静水面を基準に図-1のようにとり波形は次式で示される、

$$\eta(x) = (0.65 + 0.35 \frac{H_i}{H_c}) H_i \cos kx + (0.65 + 0.35 \frac{H_i}{H_c})^2 \frac{\pi H_i^2}{L} \coth kh \text{ --- (11)}$$

そこで、1)は部分重複波の越波量を考へると、越波量は静水面上の天端高 H_c より上の部分の波形で囲まれる容積と等しい。それらは次式で求められる。

$$Q_{rel} = 2 \int_0^{x_c} (\eta(x) - H_c) dx \\ = 2 \left\{ \frac{L}{2\pi} (0.65 + 0.35 \frac{H_i}{H_c}) H_i \sin kx_c + (0.65 + 0.35 \frac{H_i}{H_c})^2 \frac{\pi H_i^2}{L} x_c \coth kh - H_c x_c \right\} \text{ ----- (12)}$$

ここで Q_{rel} は波形から求められる越波容積であるが、実際の越波量はこの量より小さく空間波形の容積 Q_{rel} と部分重複波の一周期当りの越波量 Q_D とは次式で関連づけられる。

おなわら、

$$Q_D = C \times Q_{cal} \quad \text{----- (13)}$$

ここでCは、部分重複波一周期当りの反射量係数で、常波には直立防波堤の天端高、入射波の波形勾配、および水深などに支配されるので、それらの関係について系統的な研究ができれば、天端高Hcを取える反射量Qcを求めることができる。そこで、反射量係数について、実験データとの関係について調べたのが図-2である。これらの結果は多量にランキはあるが、天端高の増大に対してはほぼ一定値となる傾向を示し、上限の値でC=0.3程度度となることかわかる。従って、直立防波堤の静水面上の天端高Hcを取える部分重複波の反射量Qcは次式で算定される、

$$Q_c = 2 \cdot C \left\{ \frac{L}{2\pi} (0.65 + 0.35 \frac{H_c}{H_i}) H_i \operatorname{sink} x_c \right. \\ \left. + (0.65 + 0.35 \frac{H_c}{H_i})^2 \frac{\pi H_i^2}{L} x_c \coth k h \right. \\ \left. - H_c x_c \right\} \quad \text{----- (14)}$$

この式による計算結果の一例を示したものが、図-3である。この計算結果は入射波の波形勾配H_i/L=0.030の場合で、反射量係数C=0.3として計算した結果で、相対水深h/Lとパラメータとして示した。直立防波堤の天端高H_iの増大に対する無次元反射量2πQ_c/H_iLの傾向はほぼ一様であるが、相対水深h/Lが大きいかほど、反射量は減少する。

以上のように、重複波水深域に設置された直立防波堤を対象として部分重複波の反射量について検討したが、これまで、防波堤の天端高と関連して変動する波頭高や軌道中心上昇高などについて明確に把握されるには足りなかったために十分考慮できなかったように思われるが、本文では波頭高に関する実験結果を部分重複波の空間波形の式に導き、波が反射するときのうねりの高さの意味することによって反射量を一重載荷に求めようとした。その結果反射量係数はほぼ一定値とみなされ(14)式に代入算定式をえ、

参考文献

1) 遠藤、落合、三津：波浪のある場合の重複波の波頭高について、第28回、海岸工学研究会論文集、PP.320~324、1981、

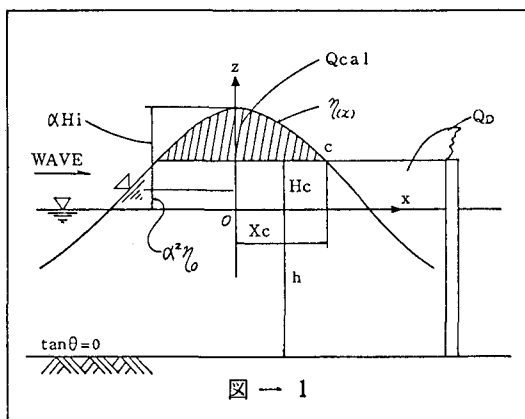


図-1

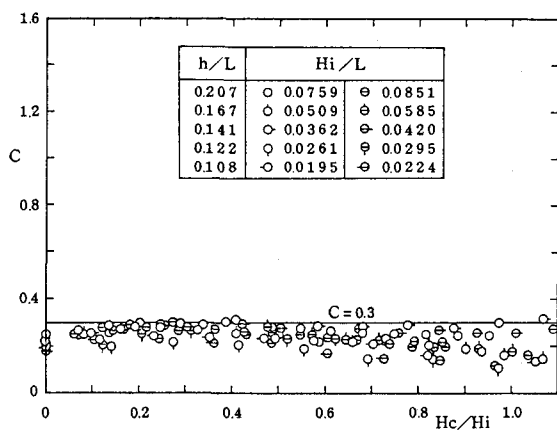


図-2

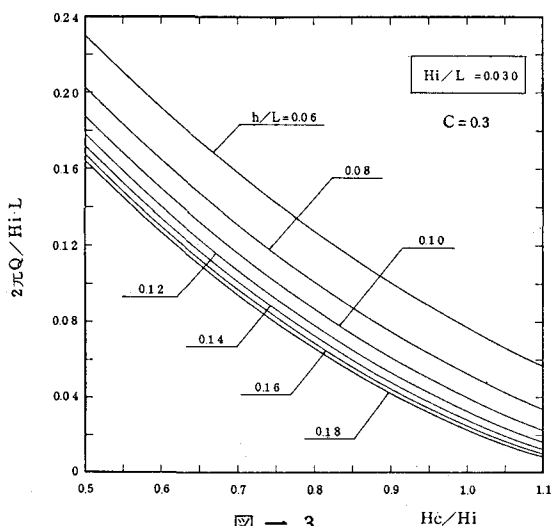


図-3

2) Shigeckatsu E and A. Miura: Experimental Study on sea wave movement facing a vertical wall. Rep. of the Research Inst. of Indust. Tech., N.U Vol.4.