

海底斜面上の潜堤による波の変形に関する実験的研究

宮崎大学大学院工学研究科

学生員○久保文人

第一工業大学

正會員 河野二夫

宮崎大学工学部

正会員 高野重利

1. はじめに

図-1に示す斜面上の潜堤構造物(垂直板と半円形断面)による波の反射率・通過率及びエネルギー逸散率について比較検討を行った。また,理論的にはポテンシャル接続法による反射率・通過率と垂直板に対し流体のなす仕事量が垂直板によるエネルギー逸散量に等しいとして日野ら(1971)が提案したエネルギー逸散率を斜面の場合に適用した結果をまとめたものである。

2. 実験装置および実験方法

実験水路は長さ 15m, 幅 0.4m, 高さ 0.6m の鋼製水路で, その一端に flap-type の造波機が取り付けられており, 側壁の片面はガラス張りになっている。水路の片側には図-1 の模型を斜面勾配 1:15 の木製斜面上に設置した。実験は法先水深 ($h_1=27.5\text{cm}$) が一定のもとで潜堤位置の水深を模型形状に対しそれぞれ 2 種類変化させた。また, 波形計測は容量式波高形を用い, 反射率は図-1 の一様水深部の波形を計測し, Healy の方法から求めた。

表-1 に実験の諸元を示す。

3. 実験結果と考察

1) 反射率・通過率の実験値の補正

ポテンシャル接続法による反射率と通過率の理論は一樣水深部に置かれた潜堤を対象にして導かれたものである。本研究では図-1に示すように斜面上に潜堤があり、その潜堤位置の水深と入射波側の水深は異なる。そこで、図-2に示すような仮想水路を考え、潜堤位置まで水深及び入射波高が変化しないとして斜面の場合に対するポテンシャル接続法の適用を試みた。

本研究の反射率・通過率の実験値はそれぞれ次式より算定した。

$$K_r = \frac{H_r}{H_1} \quad (H_r: \text{反射波高}, H_1: \text{図-1の入射波高}) \quad (1)$$

$$K_t = \frac{H_t}{H_1} \quad (H_t: \text{通過波高}, H_1: \text{図-1の入射波高}) \quad (2)$$

しかし、上記に述べたようにポテンシャル接続法による理論値と本研究の実験値を比較するには式(1)、(2)の H_1 を図-2に示したHに換算して K_r と K_t を補正した反射率(K_r')と通過率(K_t')を用いる必要がある。そこで、図-3に示すような水路を考えると深海域($h_0=\infty$)に対する水深 h_1, h のそれぞれの浅水係数は次式で示せる。

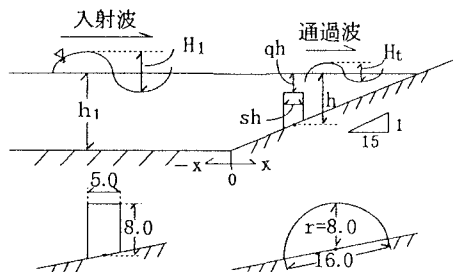


図-1 水路断面と模型寸法 (unit:cm)

表-1 実験の諸元

模型断面	潜堤位置水深 h(cm)	周期 T(sec)	入射波高 Hl(cm)	q	s
垂直	10.5	0.71	5.2	0.24	0.48
垂直	16.0	S	S	0.5	0.31
半円	10.5			0.24	1.52
半円	16.0	2.18	14.7	0.5	1.00

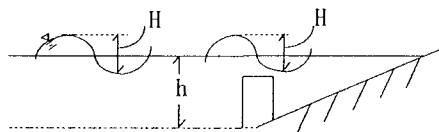


图-2 假想水路断面

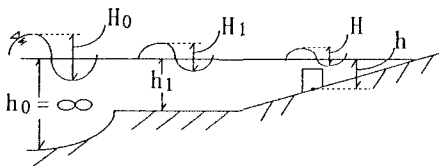


图-3 浅水系数算定水路断面

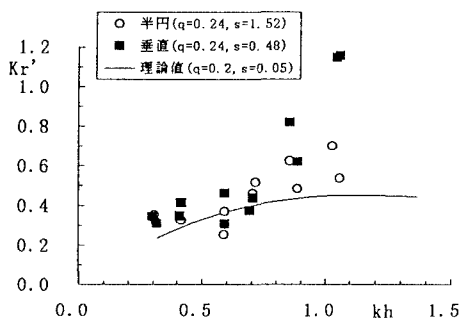


图-4 反射率($q=0.24, h=10.5\text{cm}$)

$$K_{s1} = \frac{H_1}{H_0} \quad (3)$$

$$K_s = \frac{H}{H_0} \quad (4)$$

式(3),(4)から潜堤上の波高 H は式(5)として求まる。

$$\left. \begin{aligned} H &= \frac{K_s}{K_{s1}} \cdot H_1 = K_s' \cdot H_1 \\ K_s' &= \left[\frac{2k_1 h_1 + \sinh \frac{2k_1 h_1}{2}}{2kh + \sinh \frac{2kh}{2}} \right]^{1/2} \cdot \frac{\cosh kh}{\cosh k_1 h_1} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

(K_s' : 換算浅水係数, $k_1 = 2\pi/L_1$, $k = 2\pi/L$)

2) 反射率(K_r)と通過率(K_t)

前説で補正した反射率と通過率の実験値とポテンシャル接続法による理論値を比較したものを図-4～図-7に示した。反射率の実験値は $q=0.24$ の場合は理論値と比較的一致しているが, kh が大きくなるとその差は広がる傾向にある。 $q=0.5$ の場合は理論値より実験値の方が大きくなる。これは戻り流れの影響が大きくなる為であると考えられる。通過率の実験値は理論値と比較的一致している。また、潜堤形状の違いによる影響は kh が大きくなるほど現れ、反射率は垂直板の方が大きく、通過率は逆に半円形の方が大きくなる。

3) エネルギー逸散率(ε/E)

エネルギー逸散率の実験値と理論値の比較を図-8と図-9に示した。エネルギー逸散率の実験値は式(6)に K_r' と K_t' の実験値を代入して求め、理論値は薄板垂直板に対して日野らが提案した理論式(7)で抗力係数(C_D)を2.0とおいて求めた。

$$\frac{\varepsilon}{E} = \frac{3}{16\delta_1} \cdot \frac{1}{kh} \cdot \frac{1}{1-q} \cdot \frac{2kh + \sinh 2kh}{\sinh^2 kh} (1 - K_r'^2 - K_t'^2) \quad (6)$$

$$\frac{\varepsilon}{E} = C_D \cdot \frac{\cosh^3 kh(1-q)}{\sinh^3 kh} \quad (7)$$

式(6)において、 δ_1 は潜堤上の波形勾配、 kh は潜堤位置における浅水度である。エネルギー逸散率の実験値は $q=0.24$ の場合は比較的良好に一致しているが、 $q=0.5$ の場合は理論値よりも大きい。これもやはり戻り流れの影響であると考えられる。潜堤形状の違いによる影響は $q=0.24$ の場合に大きく現れており、 $q=0.5$ の場合はほぼ同じではあるが、全体的には垂直板の方がエネルギー逸散率は大きくなる。

4. 結び

斜面上の反射率、通過率、エネルギー逸散率は反射率、通過率の補正を行えば今回適用した理論と比較的一致するが、今後は戻り流れの影響についてさらに検討する必要がある。

参考文献 1) 日野幹雄・山崎丈夫(1971): 垂直板による波の反射率・通過率およびエネルギー損失, 土木学会論文報告集, 第190号, pp. 75~80.

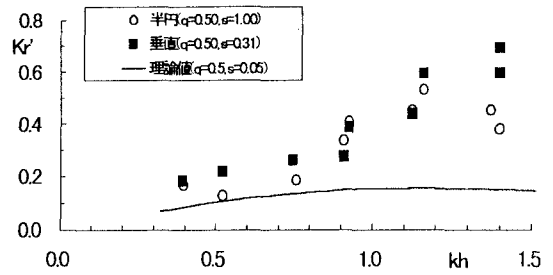


図-5 反射率($q=0.5, h=16.0\text{cm}$)

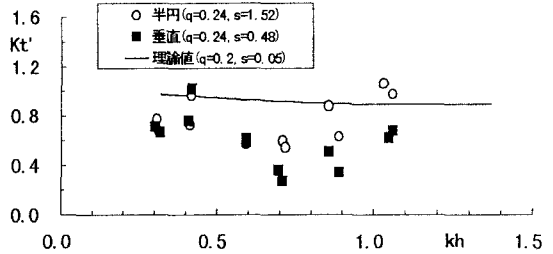


図-6 通過率($q=0.24, h=10.5\text{cm}$)

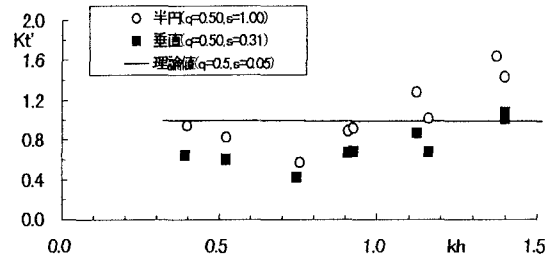


図-7 通過率($q=0.5, h=16.0\text{cm}$)

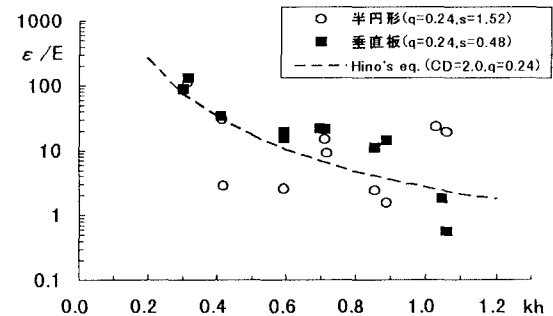


図-8 エネルギー逸散率($q=0.24, h=10.5\text{cm}$)

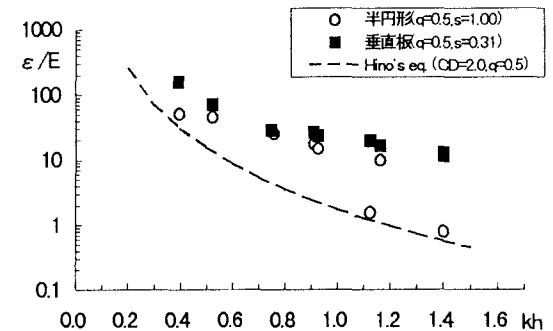


図-9 エネルギー逸散率($q=0.5, h=16.0\text{cm}$)