

日本大学理工学部 正員 竹沢三雄
 合 上 久室雅史

1. 概説

進行波の砕波限界波高および砕波限界水深については、理論的にも実験的にも多くの研究がなされているが、斜面上に構造物をおいた場合の砕波波高および砕波水深がどのようになるかについては多くの問題がある。

著者は、前回³⁾ 勾配 1/10 の斜面上に直立壁面を有する構造物を設置した場合、直立壁面の前脚水深が大きくなると、直立壁面からの反射の影響をうけて、その砕波波高が進行波の砕波限界波高よりも大きくなり、さらに砕波を生じる位置がやや沖の方へ移動することを実験的に明らかにした。本報告は、斜面上に直立壁面を有する構造物を設置した場合の砕波波高について若干の理論的考察を試みたとである。

2. 反射係数について

図-1(a), (b) に示すように、直立壁面の前脚水深 d が存在する場合、壁面からの反射の影響によって、砕波波高 H_b' は、壁面のない場合の砕波波高 H_b に、壁面からの反射波高 H_r を考慮した高くなるものとする、この砕波による反射波高 H_r は、

$$H_r = H_b' - H_b \quad (1)$$

として表わすことができる。したがって、反射率を γ とすると

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{H_b' - H_b}{H_b} \\ &= \left(\frac{H_b'}{H_b} - 1 \right) \leq 1 \quad (2) \end{aligned}$$

と定義することができる。この反射率は、反射面の大きさ

$$\begin{aligned} &H_b + y_b - h_b + d \quad (\text{壁面}) \\ &h_b - d \quad (\text{底面の鉛直成分}) \end{aligned}$$

によって支配されるので、それぞれを反射係数と

$$\gamma_1 = \frac{H_b + y_b - h_b + d}{H_b + y_b} \quad (\text{壁面}) \quad (3)$$

$$\gamma_2 = \frac{h_b - d}{H_b + y_b} \quad (\text{底面}) \quad (4)$$

と仮定する。ただし、 $\gamma_1, \gamma_2 \leq 1$ である。

つぎに、砕波の入射エネルギー E_b と反射エネルギー E_r の合成によって、砕波のエネルギー E_b' が得られるものと仮定すると、反射率 γ は、

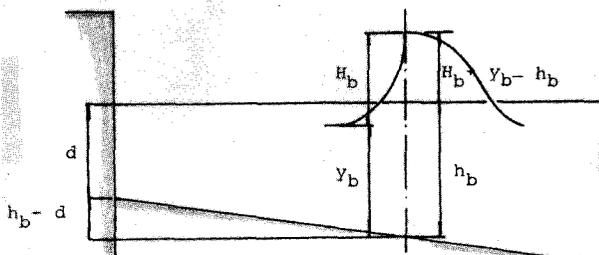


図-1(a) 入射時の砕波

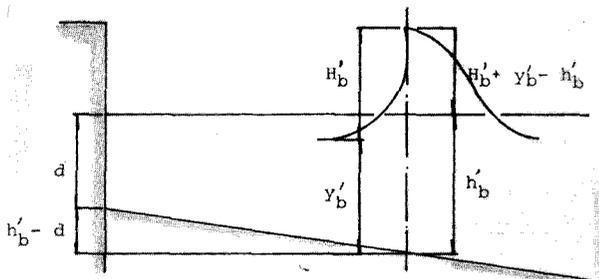


図-1(b) 反射が合成されの場合の砕波

$$\gamma = \frac{(H_b' + y_b' - h_b' + d) \gamma_1 + (h_b' - d) \gamma_2}{(H_b' + y_b') - (H_b + y_b)} \quad (5)$$

と与えられる。ここで、やはり $y_b' \approx y_b$, $h_b' \approx h_b$ とすると

$$\gamma = \frac{(H_b' + y_b - h_b + d) \gamma_1 + (h_b - d) \gamma_2}{H_b' - H_b} \quad (6)$$

となる。したがって (2) 式と (6) 式から

$$\frac{(H_b' - H_b)^2}{H_b} = (H_b' + y_b - h_b + d) \gamma_1 + (h_b - d) \gamma_2 \quad (7)$$

となり、 H_b , h_b , d および γ_1 , γ_2 を与えれば、 H_b' を求めることができる。

3. 実験概要

実験は、長さ 45.45m, 幅 0.46m, 高さ 0.91m の両面ガラス張りの 2 次元波水槽を使用し、斜面勾配 1/30 の固定床上に、直立壁面を有する構造物を設置した。これに、16mm フィルムエーシオンアクリライダーにて破波の姿が最大に達した位置の破波波高を計測し、これを H_b' とした。その結果を整理すると、表-1 のとおりである。なお、表中、 H_b , h_b , y_b は、破波指標より求めた値である。

表-1 実験結果 (単位 cm) $d=20\text{cm}$ の場合

H_b/L_0	H_b'	H_b	H_b	h_b	y_b	H_b/L_0	H_b'	H_b	H_b	h_b	y_b
0.085	18.6	28.2	18.6	26.9	21.8	0.030	21.9	41.0	26.3	33.3	27.6
0.076	23.0	34.5	22.5	33.4	27.9	0.019	18.6	34.5	24.3	29.9	25.0
0.055	21.5	35.8	22.8	31.2	25.9	0.016	22.7	43.2	31.8	38.4	31.9
0.045	22.4	36.2	24.9	32.7	26.8	0.011	22.2	48.5	34.0	40.2	33.5
0.037	22.8	39.2	26.2	33.8	27.8						

4. 考察及結論

表-1 の実験結果より、(7) 式における反射係数 γ_1 , γ_2 を求めると、

$$\gamma_1 \approx 0.1, \quad \gamma_2 \approx 0.05$$

となり、さらに、(7) 式に、 $\gamma_1 = 0.1$, $\gamma_2 = 0.05$ を代入して計算した破波波高 H_{bc} と破波波高の測定値 H_b' を比較すると、図-2 に示すように、直立壁面を有する構造物を海底勾配 1/30 上に設置した場合の破波波高 H_b' は、(7) 式によるほぼ満足した結果が得られる。

また、前脚水深 $d=10\text{cm}$ の場合にも同様な結果が得られるが、紙面の都合上、ここでは省略する。

以上のように、海底上に直立壁を設置する場合には、直立壁面と斜面からの反射の影響が加わり、その破波波高は、構造物がない場合の破波波高より高くなることから (7) 式により明らかとなった。

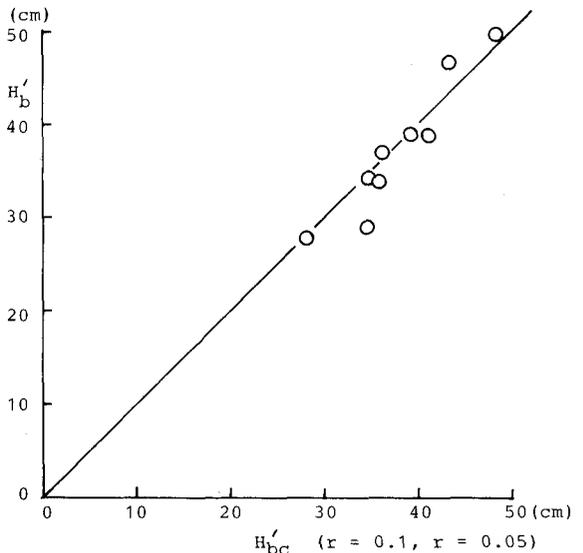


図-2 計算値と測定値の比較

(参考文献) 1) 土木学会「水理公式集」4505~4508. 2) U.S. Army, "Shore Protection Manual", 3) 竹沢次雄, 久慈雅夫「直立壁面及び有破波の影響に関する実験的考察」, 土木学会論文報告集, 昭和55年10月, 4) 合田富実, 「破波指標の整理について」, 土木学会論文報告集, 昭和45年.