

傾斜海浜に設置した二列潜堤による波浪制御

名古屋工業大学 正員 喜岡 渉
 名古屋工業大学 学生員 ○ 水谷幸平
 名古屋工業大学 学生員 玉越正宏

1. はじめに

近年、沖合における消波構造物として、水質保全上や景観に優れた性質を有することから潜堤が見直されている。しかしながら、波浪制御効果については、大水深になると碎波による消波効果を得ることが構造上むずかしく、反射による波の阻止効果も天端水深が大きくなると著しく低下するという問題が指摘されている。また、通常、高波を伴うような長周期波に対しては、その消波効果はほとんど期待できないことが報告されている。

こうした問題の対応策の一つとして、著者ら¹⁾はすでに潜堤高が比較的小さな潜堤を複数配置することによって得られる波の制御効果を実験および理論的に調べているが、得られた結果は一樣水深のものであり、かつ理論モデルにも非線形性の影響が考慮されていないなどの問題が残されていた。本研究では、緩傾斜海浜に潜堤を二列設置したときの波浪制御効果を具体的に調べるもので、理論モデルにおいても波の非線形を考慮したBoussinesq方程式に基づく検討を行う。

2. 実験方法

実験には長さ2.6 m、幅0.6 m、高さ1.2 mの片面ガラス張りの造波水槽を用いて、造波板から約2.5 m離して勾配1/100のステンレス製斜面を設置した。一つ目の潜堤の設置水深は11 cmで、そこから沖へ70 cm離して二つ目の潜堤を設置した。一つ目の潜堤は高さ6.5 cmで、二つ目は7.0 cmであり天端幅、底面幅は共に10 cmと24 cmの台形断面のもので、モルタル製の不透過潜堤と粒径が約2.5 cmの碎石を金網で覆った透過潜堤のそれぞれの場合における波高変化特性を調べた。各点の水位変動はサンプル間隔0.02秒でAD変換した後、ディスクに記録した。

入射波の周期 T は1.4～1.6秒の範囲で3種類変化させ、入射波の波高は一定水深下ではほぼ一定で5 cmになるようにした。一定水深部の水深は常に27 cmとした。なお、水槽後端には碎石を敷いて波の反射の影響を防いだが、完全に抑制することは困難であり、測定結果にはそこから反射が5%程度見込まれる。

3. 実験結果ならびに考察

図-1は入射波の周期 $T = 1.55$ 秒のときの実験結果で、潜堤および二列潜堤を設置した場合の波高変化を潜堤が無い場合の結果と比べたものである。

図中の縦線は潜堤の設置位置を示し、単一潜堤の設置位置は岸側すなわち $h/H_0 = 2.16$ である。潜堤を設置しないときの碎波点は、ほぼ $h/H_0 = 1.66$ であった。

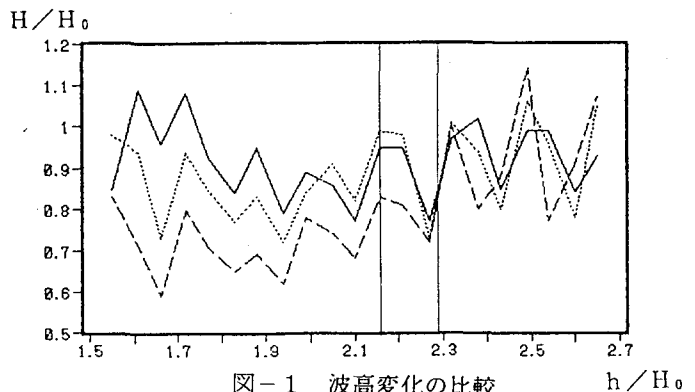


図-1 波高変化の比較

(—— 潜堤なし、----- 単一潜堤、-.-.- 二列潜堤)

このケースの入射波長 L と二列潜堤の設置間隔 ℓ の比は $L/\ell=2.15$ で、潜堤を正弦波状のせつ動と見なしたときのBragg散乱によるresonance条件をほぼ満足している。潜堤直後の波高を比べると、単一潜堤の場合では波高比で15%程度の減少にとどまっているが、二列潜堤の場合30%程度まで減少している。

4. 理論モデルによる検討

Liu²⁾はBoussinesq方程式に基づき波の非線形性を考慮した前進型の放物型方程式による屈折・回折方程式を導いている。ここでは、彼らと同様にBoussinesq方程式によってX方向のみに波が伝播するときの反射・回折方程式を導きモデル方程式として用いることとする。すなわち、彼らの理論において、 $\zeta_n = \zeta_n^+ + \zeta_n^-$ としてそれぞれ次式のように置くと、

$$\zeta_n^+ = A_n^+(x) \exp \left[i n \int \frac{1}{\sqrt{h}} dx \right] \quad \dots (1)$$

$$\zeta_n^- = A_n^-(x) \exp \left[-i n \int \frac{1}{\sqrt{h}} dx \right] \quad \dots (2)$$

A_n^+ 、 A_n^- について次の連立常微分方程式を得る。

$$\begin{aligned} \sqrt{h} \frac{dA_n^+}{dx} + \left(\frac{1}{2} \frac{d\sqrt{h}}{dx} - \frac{1}{6} i \mu^2 n^3 h \right) A_n^+ + \frac{1}{2} W_n A_n^+ \\ = -\frac{i \epsilon}{4 h} \sum_s \left[(n+s) A_s^+ A_{n-s}^+ - (n+4s^2/n-4s) \right. \\ \left. A_s^- A_{n-s}^+ \exp \left(-2 i s \int \frac{1}{\sqrt{h}} dx \right) \right] \quad \dots (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{h} \frac{dA_n^-}{dx} + \left(\frac{1}{2} \frac{d\sqrt{h}}{dx} + \frac{1}{6} i \mu^2 n^3 h \right) A_n^- \\ = -\frac{i \epsilon}{4 h} \sum_s \left[(n+s) A_s^- A_{n-s}^- - (n+4s^2/n-4s) \right. \\ \left. A_s^+ A_{n-s}^- \exp \left(2 i s \int \frac{1}{\sqrt{h}} dx \right) \right] \quad \dots (4) \end{aligned}$$

ただし、 W_n はエネルギー減衰項で、他の記号はLiu²⁾の定義に従っている。上式(3)、(4)は、沖側境界 $X=0$ での $A_n^+(0)$ をクノイド波の第1次近似解より与え、汀線 $X=\ell$ からの反射波 $A_n^-(\ell)=0$ とすると、数値的に解くことができる。なお、計算結果と上述の実験値との比較については講演時に発表する。

最後に、本研究は文部省科学研究費(重点領域研究(1))、代表 岩垣雄一(名城大学教授)の補助を受けたことを記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 喜岡・松野・源川(1989)、海岸工学論文集、第36巻、pp. 549~553
- 2) Liu, P. L., Yoon, S. B. and Kirby, J. T. (1985)、J. Fluid Mech、vol. 153、pp. 185~201