

ストークス波と複列構造物の非線形干渉

九州大学 学生会員 ○雑質 智雄

九州大学 正会員 小島 治幸 吉田 明徳

1. まえがき

著者らはポテンシャル接続法の選点解法を提案し、これを用いることによって、ストークス波と構造物との二次のオーダーまでの非線形干渉効果を、理論解析する方法を示した。本研究は、この方法を複列構造物（潜堤および没水水平版）に適用し、いくつかの堤体条件についての解析をおこなって、複列構造物と波との非線形干渉効果の特性を調べたものである。

2. 解析結果と考察

図-1に示すように、ある距離($2b/h$)離れて設置されている2個の矩形潜堤に対して、2次のオーダーのストークス波が入射する場合の非線形干渉効果について、ポテンシャル接続法の選点解法を用いて解析を行った。このうち、一定水深の場合($h_1=h_3=h_5=h$)の結果を図-2から図-5に示している。解析法の詳細は参考文献(1)、(2)を参照されたい。図-2は1個の堤体幅が水深の半分($2l_1/h=2l_2/h=0.5$)の堤体について、設置幅(B/h)を1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0と6通り変化させた場合の堤体近傍の波高分布を1次の $\eta^{(1)}$ と2次の $\eta^{(2)}$ について示したものである。なお、水面波形とは $\epsilon (=k\zeta_0)$ (ζ_0 は入射波の1次のオーダーの振幅)を微小パラメーターとするととき次式で表される。

$$\zeta(x,t)/\zeta_0 = \text{Re} \left\{ \eta_1^{(1)}(x) \exp(i\sigma t) + \epsilon \left\{ \eta_0^{(2)}(x) + \eta_2^{(2)}(x) \exp(i2\sigma t) \right\} \right\}$$

図-2より、個々の堤体幅を固定して、その設置幅 B を変化させた場合、これらの潜堤との非線形干渉による2次のオーダーの波は、設置幅が大きくなるにつれて通過波側では著しく小さくなり、一方、反射波側では若干大きくなることがわかる。ここでは、堤体高さが $0.75h$ ($h_2/h=h_4/h=0.25$)の場合についてのみ示したが、この傾向は堤体高さによらない。しかし、堤体設置幅 B と同じ堤体幅を有する1個の潜堤について2次のオーダーまでの解析を行ってみると、図-3に示すように、複列堤体の場合とは逆に、堤体幅 B が大きくなるにつれて2次のオーダーの波の振幅が著しく大きくなることがわかる。これらの違いは、図-4に示す2次の速度ポテンシャルの固有関数展開の未定係数の初項（自由波の

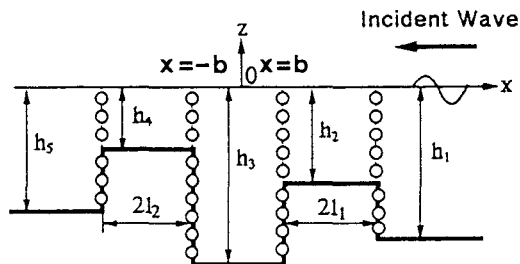


図-1 複列矩形潜堤と領域分割

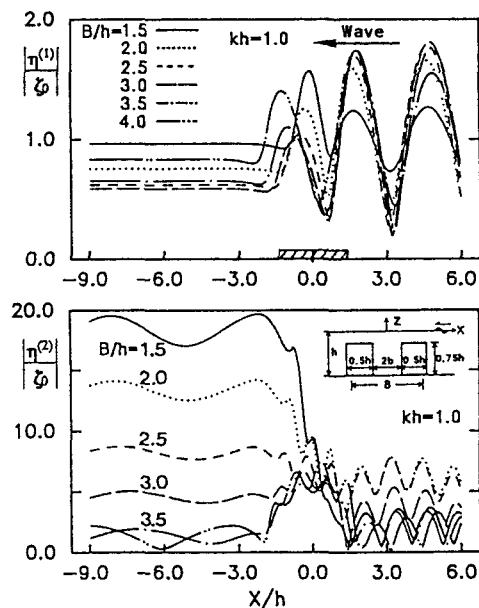


図-2 複列潜堤近傍の波高分布

半振幅を与える)よりわかるように、潜堤と入射波との非線形干渉によって励起される入射波の2倍の角周波数を持つ自由波の振幅が大きく異なることによるものである。なお、図-2, 3, 4の結果は、潜堤による2次波の発生が好ましくない場合には、単一の潜堤ではなく、複列潜堤とすることによって、その発生を抑制し得ることを示すものである。

図-5は複列潜堤において前後の堤体高が異なる(0.5hと0.75h)場合の波高分布を1次の $\eta^{(1)}$ と2次の $\eta^{(2)}$ について示している。線形理論では、よく知られているように、前後の堤体を入れ換えても、反射波および通過波の位相が変化するのみで、反射波・通過波の振幅(反射率・通過率)は変わらないが、2次のオーダーまで考慮すると通過波と反射波とも異なったものとなることを示している。

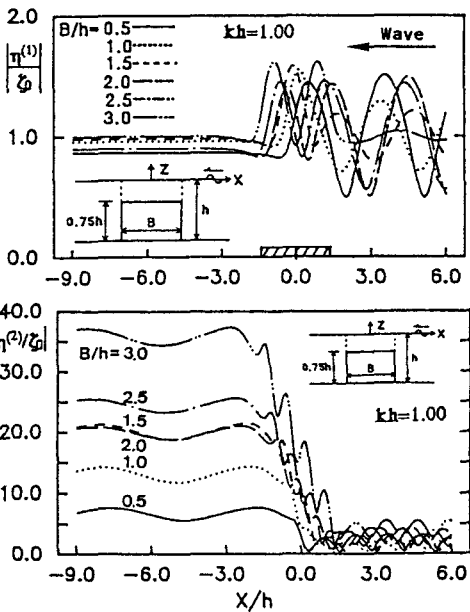


図-3 単一潜堤近傍の波高分布

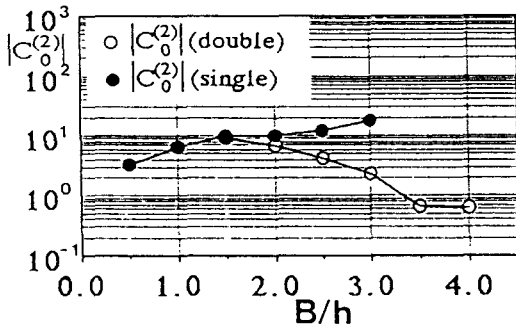


図-4 通過側の自由波の半振幅
(2次の未定係数の初項)

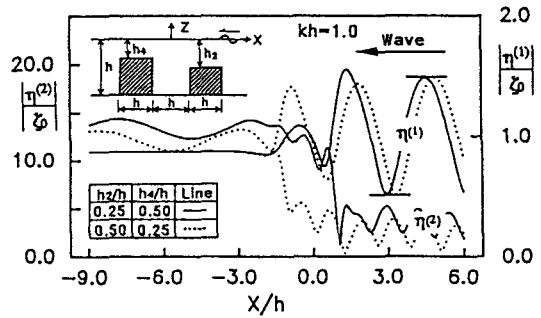


図-5 複列潜堤近傍の波高分布

3. あとがき

以上、一様な水深域にある矩形潜堤を例に、いくつかの条件の場合についての解析より得られた興味ある現象を示した。解析は、1列および複列の没水水平版についても行っており、これらの解析の結果については、講演時に述べるつもりである。なお、流体域が矩形状に分割できる場合に限られるけれども、選点解法によれば2次のオーダー、かつ、複列構造物の場合でも解析はきわめて容易である。

参考文献

- (1) 吉田・小島・鶴本：ポテンシャル接続法(選点解法)による有限振幅波の境界値問題解析法；海岸工学論文集、第37巻、(1990)
- (2) 吉田・小島・鶴本：波動境界値問題におけるポテンシャル接続法の選点解法；土木学会論文集、第417号／II-13、(1990)