

複列構造物による波の制御

○九州大学 学生員 辻 哲
九州大学 正 員 吉田明徳
九州大学 正 員 小島治幸

1. まえがき 著者らが示したポテンシャル接続法の選点解法¹⁾によれば、従来の解法では解析が煩雑となる複数の構造物と波との干渉効果の解析が比較的容易に解析できる。本論文は、この選点解法を用いて、複数列(二列と三列)設置された波制御構造物(没水水平版)の波の制御効果を調べた結果と、Wide-Spacing近似²⁾による解の適用性を選点解法を用いた厳密解により比較、検討した結果について述べたものである。

2. 解析結果と考察 (1)二列の没水水平版 図-1に示すように一定の間隔で設置された二列の没水水平版に、X軸の正の方向より波が入射する場合を考え、流体域を仮想的境界面によって矩形流体域に分割する。二つの水平版の条件は間隔 e 以外すべて同一で、 $B/h=1.0$ 、 $h_p/h=0.2$ 、 $d/h=0.1$ である。図-2(a)、(b)は、二つの水平版の間隔 e を変化させたときの通過率 K_T の変化を示している。図-2(a)中に破線で示した $e/h=0$ ($B/h=2.0$ 、 $h_p/h=0.2$ 、 $d/h=0.1$ の単一の没水水平版)の場合と $e/h \neq 0$ では、その防波特性に大きな違いがあること、間隔 e が小さくなるにつれて防波効果が減少することがわかる。また図-2(b)で、水平版の間隔を比較的大きく取った $e/h=1.0$ 、 2.0 、 3.0 を比較してみると、高い防波効果を持つ kh の範囲が、 e/h の値により大きく異なることがわかる。

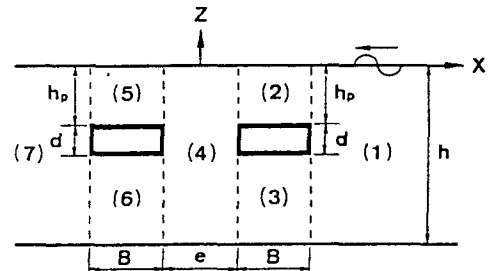
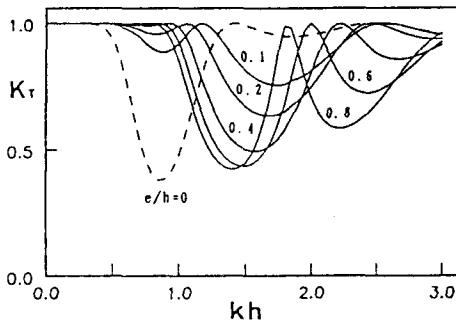
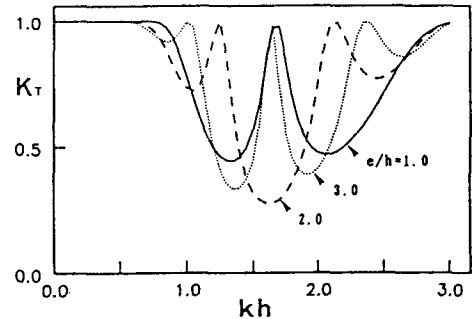


図-1 領域分割図

図-2(a) 通過率(二列、 $e/h < 1.0$)図-2(b) 通過率(二列、 $e/h \geq 1.0$)

(2)Wide-Spacing近似による解の適用性の検討 Wide-Spacing近似とは、構造物どうしの間隔が十分に大きいとして、構造物近傍の停止散乱波の相互干渉を無視して取り扱うものである。個々の構造物の条件が等しいときには、単一構造物についての通過率 K_{R1} と反射率 K_{T1} を用いて、二列の場合の通過率 K_{T2} および三列の場合の通過率 K_{T3} はそれぞれ次式で与えられる。

$$K_{T2} = (K_{T1})^2 / [1 - (K_{R1})^2 e^{-2ik(b+b')}]$$

$$K_{T3} = (K_{T1})^3 / [1 - (K_{R1})^2 \{e^{-2ikb} + e^{-2ikb'}\} - (K_{R1})^2 \{ (K_{R1})^2 - (K_{T1})^2 \} e^{-2ik(b+b')}]$$

ただし、構造物の位置は二列では $x=b$ 、 $-b'$ 、三列では $x=b$ 、 0 、 $-b'$ とする。

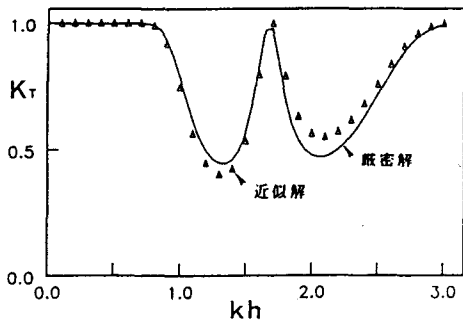


図-3(a) 厳密解と近似解の比較 (通過率)

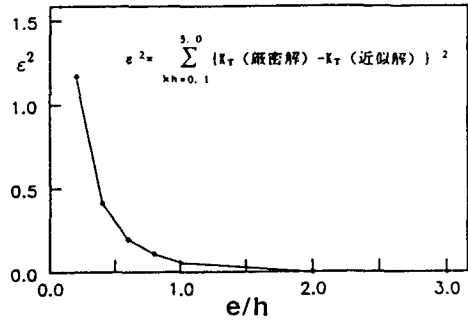


図-3(b) 近似解の自乗誤差

図-3(a)は、二列の没水平版 ($B/h=1.0$ 、 $h_p/h=0.2$ 、 $d/h=0.1$ 、 $e/h=1.0$) を例に、厳密解と近似解の比較を通過率 K_T について示したものである。また近似解の精度は、構造物の間隔により大きく異なるものと考えられる。そこで近似解の精度を見るため、通過率 K_T について厳密解と近似解の偏差の自乗を kh を 0.1 から 3.0 まで 0.1 きざみで計算し、その総和 ε^2 を e/h の値に対して図-3(b)に示した。これより、構造物どうしの間隔 e が水深 h 以上であれば、Wide-Spacing近似でも十分な精度の解が得られることがわかる。

(3) 三列の没水平版 Wide-Spacing近似を用いて、三列の没水平版の防波特性を調べた結果を図-4に示している。実線と破線で示した、水平版を等間隔に設置した二つの場合 ($e_1/h=e_2/h=1.0$ 、 2.0) を比較してみると、防波効果の大きい kh の範囲が互い違いになっている。そこで、一方の間隔を $e_1/h=1.0$ 、もう一方を $e_2/h=2.0$ にしたもの考えた結果、図中点線で示すように、全体として等間隔の場合よりも広い範囲にわたって高い防波効果が得られた。これらの結果より、水平版の設置間隔、水平版長、没水深等を適当に調節することによって、制御の対象とする入射波に対してさらに良好な防波効果が期待できる。

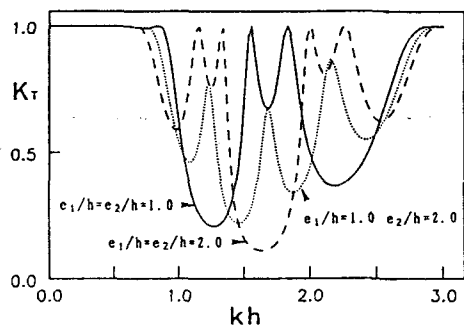


図-4 通過率 (三列)

3. あとがき 没水平版を複数列設置する場合、設計波に対して波浪制御の観点から最適な設置間隔が存在する。今回は波の制御効果についてのみ述べたが、波の制御効果が高い入射波の波長に対しては一般に構造物に作用する波力も大きくなる傾向にあるので、この点についての検討も必要である。本論文では解析例として複数列設置された固定の没水平版のみを取り扱ったが、潜堤や浮体構造物についても解析を行っている。また構造物が波によって動揺する場合の解析も選点解法を用いれば比較的容易に解析できる。水平版や浮体が弾性係留されている場合についても検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 吉田、小島、鶴本: 波動境界値問題における選点解法、第36回海岸工学講演会論文集、1989年
- 2) M. A. Srokosz and D. V. Evans: A theory of wave-power absorption by two independently oscillating bodies, J. Fluid Mech., 1979, Vol. 90, Part 2