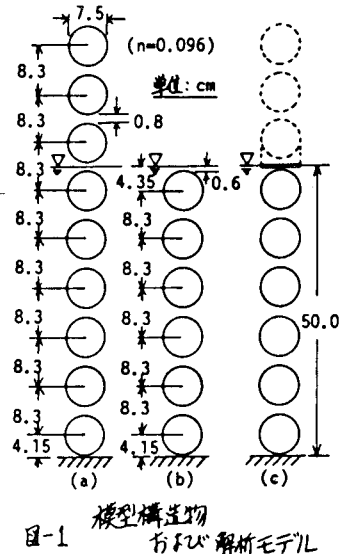


わき出し分布法による水平スリット構造物まわりの波変形に関する解析

○愛媛大学大学院 学生員 奥 吉雄
愛媛大学工学部 正 員 中村孝幸

1. はしがき: 従来, スリット式構造物の水理特性に関する研究は, Mei¹⁾に見られるようにスリットの壁厚が入射波長に比して十分小さく, かつエネルギー逓減は, 水平水粒子運動だけによってスリット部のみで生じるものと仮定して行なわれてきている。そして, スリット部材の形状や配置等の効果については, 実験的に決定された損失水頭係数や一種の慣性係数である見掛けのオリフィス長さなどを用いて表現されている。一方, エネルギー逓減についての詳細できないが, スリット部材の形状およびその配列を解析的に考慮して波変形および作用波力を取り扱える解析法としては, Green関数に代表されるような波表ポテンシャル問題の解析法が挙げられる。そこで, 本研究は, 波表ポテンシャル問題の解析法の1つであるわき出し分布法を用いてこのような解析法の水平スリット構造物への適用性を波変形に着目して明らかにした。

2. 実験装置および実験方法: (1) 模型構造物: 用いた模型構造物は, 間隔率 n (=スリット間隙長/部材中心間距離) が0.051, 0.096, 0.148の3種類の水平スリット構造物であり, スリット部材には直径7.5 cmの塩ビパイプを用いた。一例として, $n=0.096$ の場合の模型の断面図を図-1 (a), (b)に示す。そして, 図-1 (a)の構造物は静水面上に入射波高の2倍の高さまでスリット部材を鉛直1列に配置したものである。一方, 図-1 (b)の場合, 静水面上のスリット部材を取り除き越波を許すもので, 水面付近にあるスリット部材の効果を実験的に検討するために用いたものである。(2) 実験方法: 実験は, 幅1 m, 高さ1.25 m, 長さ28 mの2次元波水槽を用いて行った。水槽内には, その幅を2分するように隔壁板が設けてあり, 一方の水路のみ上記(1)の模型堤体を設置し, 他方の水路で入射波の測定ができるようにした。そして, 透過率 C_T は, 堤体より岸側で測定した透過波高を入射波高で除して求めた。また, 反射率 C_R は, 堤体沖側に設置した2台の波高計により合成波を測定し, これらを詳細解析した後に入射波の分離法により反射波高を決定し入射波高で除して求めた。模型構造物に作用せしめた波は, 周期 T が0.92~2.29秒の間の9種類および入射波高 H が7.5 cm, 15 cmの2種類(砕波する場合を除く)である。また, 静水深 h は50 cmと一定にした。



3. 解析法: 本研究では, 波表ポテンシャル問題の解析法として隣接円柱間の距離が小さな場合にも適用できると考えられる2次元波動場のGreen関数を核関数とするわき出し分布法²⁾を用いた。この際, 円柱の断面曲線の線素分への分割は, 8~36角形による近似を用いた予備計算の後に, 12角形近似が最適と結論され, これを採用した。また, 上記解析法は微小振幅波理論に基づくものであるから, 図-1 (a)の模型構造物に見られるような静水面より上方に位置するスリット部材の波変形に及ぼす効果を検討することは困難である。このため, 水面上にあるスリット部材を近似的に表現する方法として, 図-1 (c)に示すように水面位置に一致するように置かれた平板で近似する「平板置換モデル」を提案し, 採用した。そして, 水面上にある部材の波変形に及ぼす効果並びに「平板置換モデル」の適用性を検討する目的から, i) 越波を許す図-1 (b)の場合の C_T , C_R に関する実験結果と算定結果との比較および, ii) 水面上にも部材のある図-1 (a)の場合の C_T , C_R の実験結果と平板置換モデルを採用した図-1 (c)の算定モデルによる C_T , C_R の算定結果との比較を行った。これら i), ii) の比較を横軸に波長比 h/L (L : 波長) をとり, $n=0.096$ の場合について示すのが各々図-

2, 3である。まず、これらの図に示す C_T , C_R の実験値に着目すると、水面上にある部材は h/L の小さな短周期波側において C_T を大きく低減する効果のあることが認められ、解析においても何らかの形で水面上の部材の波変形に及ぼす効果を考慮する必要があることがわかる。そして、この水面上の部材の効果は、両図の算定結果の比較から認められるように平板置換モデルを適用することにより定性的にほぼ表わされ得ることがわかる。なお、図-3に見られる C_T , C_R に関する実験値と算定値との定量的な差異については、本研究で採用した解析法では評価できないエネルギー逓散によるものと考えている。

4. スリット構造物まわりの波変形：上記した「平板置換モデル」を適用して他の間隙率の場合についても C_T , C_R の算定を行い、水面上に部材がある場合の C_T , C_R に関する実験値と比較してみた。これらの結果を図-3と同様に示すのが図-4, 5であり、各々間隙率が 0.148 および 0.051 となっている。まず、図-3, 4, 5の C_T に関する実験値と算定値との比較を行うと、間隙率の最も大きな $n=0.148$ の場合、 h/L の小さな長周期波側では多少の差異は見られるが両者はほぼ対応しているものと言えよう。しかし、 $n=0.096$, 0.051と間隙率が小さくなると実験値と算定値との差異は大きくなり、実験値が算定値を下回るようになりことがわかる。次に、図-3, 4, 5の C_R に関する同様の比較を行うと、 h/L の小さな長周期波側においては、 C_R の実験値と算定値は空隙率 n の値にかかわらずほぼ一致しているが h/L の大きな短周期波側においては、 $n=0.051$, 0.096, 0.148と間隙率が大きくなるにつれてそれらの差異が大きくなるなどが認められる。そして、上述した C_T , C_R に関する実験値と算定値との差異は、主として解析法では評価できないエネルギー逓散の影響によるものと考えられる。しかし、この逓散がどのような機構により生じ、かつ C_T , C_R にどのように影響するかについては定かでない作用波力を含めて今後続く検討課題とした。

5. 結語：(1) 水平スリット構造物による波変形を解析する上で静水面上にあるスリット部材の効果は重要となり、その効果はほぼ平板置換モデルを用いて近似できる。(2) 反射率については間隙率 n がかわらず h/L の小さな長周期波側で、透過率については間隙率の比較的大きな場合に本解析法を用いてほぼ予測できる。

参考文献：1) Mei, C.L., P.L.F. Liu and A.T. Ippen: Quadratic loss and scattering of long waves, Proc. of ASCE, Vol. 100, WW3, pp. 217~239, 1974. 2) 中村孝幸, "湾内構造物まわりの波変形問題に関する解析法" 第30回海浜論文発表会, PP. 410~414, 1983.

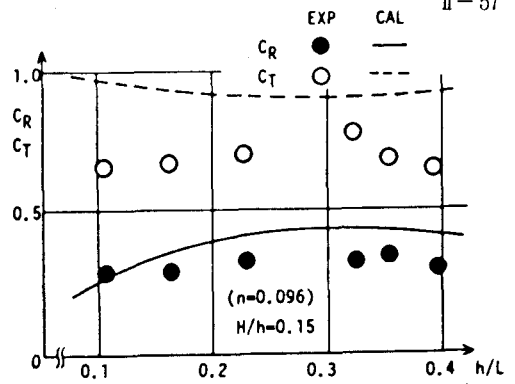


図-2 越波を許す場合の C_T , C_R の比較

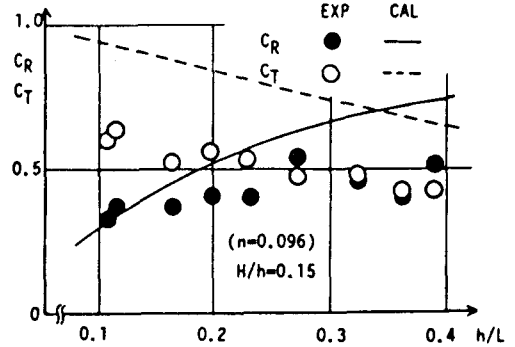


図-3 平板置換モデルの適用性

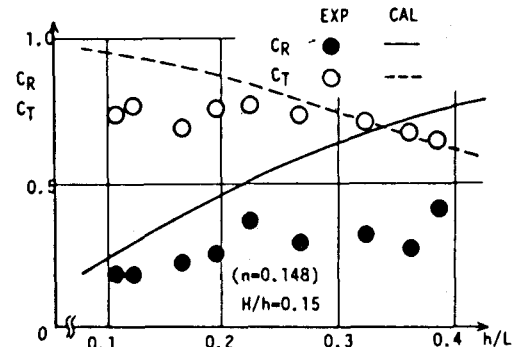


図-4 C_T , C_R の比較 (平板置換モデル適用)

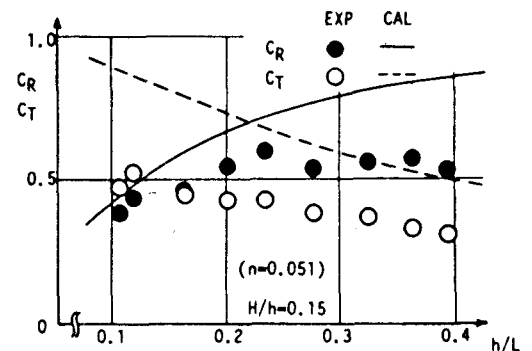


図-5 C_T , C_R の比較 (平板置換モデル適用)