

スリット型直立消波工の前面板断面形と最適相対消波室幅の関係

大阪市立大学工学部 正会員 角野 昇八 小田 一紀
 大阪市立大学大学院 学生員 村本 哲二 ○重松 孝昌
 東洋建設 (株) 正会員 芳田 利春

1) まえがき 著者らは既に、図-1に示すようなスリット型直立消波工のスリット通過相対水粒子速度 V_{max}/u_{max} (V_{max} : ある深さにおけるスリット通過水粒子速度の最大値, u_{max} : 同じ深さにおける入射波水粒子速度の水平成分の最大値) をM.A.E.法を適用して解析し、得られた理論値を実験値と比較することにより理論の妥当性を検証した。また、 V_{max}/u_{max} の理論値と反射率 K_R の

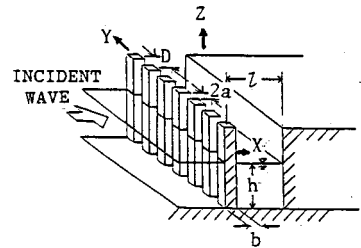


図-1 構造物の概要と座標系

の実験値との比較の結果、 V_{max}/u_{max} がピーク値をとる相対消波室幅 l/L (l : 消波室幅, L : 波長) の値 $(l/L)_p$ と、反射率 K_R が最小値をとる l/L の値とが一致することより、反射率を最小とする相対消波室幅の値は線形理論計算のみによって算定できることも明らかにした。しかるに、その際の柱体断面形は正方形のみを対象とし、またその条件数も限られていたので、今回は、前論文¹⁾で扱われなかった構造物条件で、さらに実験を行なったので、その結果を含めて理論の妥当性を検証する。

2) 理論 $F(x, y)$ を、変数分離形で表わした速度ポテンシャルの平面座標項とすると、その外的解¹⁾である消波室内外の波は前面板および背面不透過壁における境界条件を考慮することによって、入射波の振幅に相当する複素定数 A_i を除いて、すべて確定される。また、内的解¹⁾であるスリットを通過する流れについても、柱体列断面形(図-2参照)のみの関数として

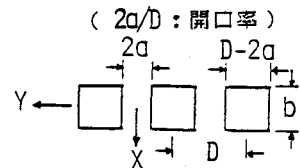


図-2 柱体列断面

確定される。さらに、外的解と内的解とをMatchingさせることにより、未知数 A_i も確定され、結局、消波室内外の速度ポテンシャルを表わす式として次式を得る。

$$F(x, y) = A_i \cdot \exp(ikx) + A_r \cdot \exp(-ikx) + i/2kD \cdot \exp(-ikx) \quad (x < 0) \quad (1)$$

$$F(x, y) = -i/2kD \cdot \exp(ikx) - i/2kD(\exp(-2ikZ) - 1) \cdot \exp(-ikx) \\ - i/2kD(\exp(-2ikZ) - 1) \cdot \exp(-ikx) \quad (0 < x < l) \quad (2)$$

$$A_i = -C/2D - i/2kD(1 - \exp(2ikZ)) \quad (3)$$

$$C = b/2 \cdot (D/2a - 1) + D/\pi \cdot (1 - \ln(4 \cdot 2a/D) + 1/3 \cdot (2a/D)^2 + 281/180 \cdot (2a/D)^4) \quad (4)$$

ここで、 C は blockage coefficient と呼ばれる理論定数(式(4)は矩形柱体列に対する値を示す)であり、その詳細な説明については前論文他に譲りたい。また、 $b, D, 2a$ 等は図-2に示した諸量である。さて、本理論では、外的解においてスリットから強さ1(流量と等価であり片側にはその半分の1/2)のわき出し(あるいはすい込み)を考えているので

Shohachi KAKUNO, Kazuki ODA, Tetsuji MURAMOTO, Takaaki SHIGEMATSU, Toshiharu YOSHIDA

V_{max} はその断面積 $2a$ を考慮することによって $V_{max} = 1/2a \div 2 = 1/4a$ (5) で表わされる。しかし、これは1の流量に基づく基本量であり、具体的計算のために u_{max} に対する比の形で表わすことにする。入射波の速度ポテンシャルは式(1)の右辺第一項で与えられるので、 u_{max} はその速度ポテンシャルを x で偏微分し、 $x=0$ とおき、さらに絶対値をとることによって得られる。従って、スリット通過相対水粒子速度は以下のようになる。

$$V_{max}/u_{max} = 1/(2a/D) \cdot \sqrt{2(1-\cos 2kL)/(2 \cdot K^2 \cdot C^2 \cdot (1-\cos 2kL) - 2kC \cdot \sin 2kL + 1)} \quad (6)$$

式(6)からも明らかなように、 V_{max}/u_{max} は $2a/D, D/L, L/L$ の関数となり、さらに矩形柱体列の場合、 b/D の関数でもある。

3) 実験 前論文では、前面板が $b/D=1-2a/D$ ($b=0-2a$) を満足するような断面、即ち、正方形断面を有する柱体列で構成されている構造物模型を用い、構造物条件として $2a/D, D/L$ を変化させて実験を行い既述の結論を導いたが、今回は b/D (具体的には D を一定にして波向辺長 b) を変化させて同様の実験を行った。実験には長さ 50m, 幅 1m, 高さ 1.75m の造波水槽を用い、造波板から模型までの距離は約 40m, 水深は 50cm で一定。構造物条件は $2a/D=0.25$ とし、 D/L を 0.191 ~ 0.243 および b/D を 0.75 ~ 3.00 に変化させた。波高計は模型より沖側 10m の位置に 2本、その間隔を 0.5m 離して設置した。また、反射率の算定には入・反射波分離法²⁾を採用した。

4) 結果および考察 横軸に相対消波室幅 L/L 、縦軸に V_{max}/u_{max} の理論値および反射率の実験値をとったグラフを図-3~6に示す。これらの図より明らかなように、 V_{max}/u_{max} がピーク値をとる相対消波室幅 $(L/L)_p$ の値と、反射率の実験値が最小値をとる L/L の値とは b/D を変化させても一致しており、したがって反射率を最小とする最適相対消波室幅の値は、構造物の条件にかかわらず線形理論のみによって算定できるとの結論が再確認できた。また、同時に、波向辺長 b (あるいは b/D) を大きくすれば $(L/L)_p$ を小さくすることができることも明らかである。すなわち、所与の波長に対する最適消波室幅を小さくしようとするれば、前面板壁厚を厚くすればよいとの岩垣・榎木³⁾による結論を、前面板断面諸元と関連づけて理論的に明らかにすることができたことになる。

<参考文献>(1) 角野・伊庭他 第31回海講 pp507-511, 1984

(2) 合田・鈴木他 港研資料 No.248, p24., 1976

(3) 岩垣・榎木 海岸工学, 共立出版, pp301-303, 1982

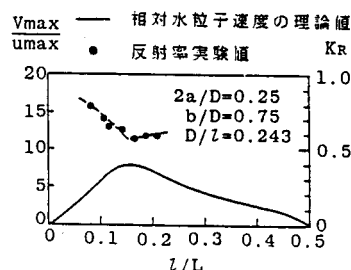


図-3 スリット通過水粒子速度

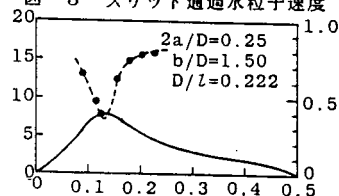


図-4 スリット通過水粒子速度

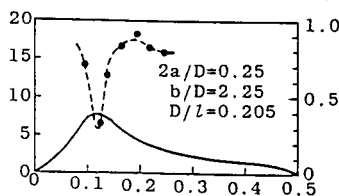


図-5 スリット通過水粒子速度

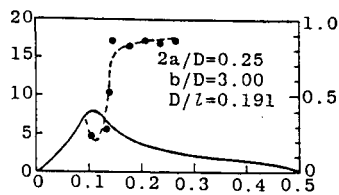


図-6 スリット通過水粒子速度