

II-311

直立消波工の前面板枚数が
スリット通過水粒子速度特性に与える影響

大阪市立大学工学部 正会員 角野昇八 小田一紀 重松孝昌
大阪市立大学大学院 学生員 ○藤田 孝

1. まえがき 直立消波工の開口部を通過する水粒子速度は、エアレーション機能と密接に関連していると考えられる。また、開口部を通過する水粒子速度は、消波工の前面板の枚数によって、その規模やエアレーション機能に対する効果が変わることが考えられる。それゆえ、前面板枚数などの構造諸元のスリット消波工の開口部を通過する水粒子速度特性に与える影響の解析は、エアレーション効果を通じて期待される環境浄化の観点から重要なことであろう。

本研究は、直立消波工のエアレーション機能を最終的に評価することを念頭におき、まず前面板を2枚有する二重壁式縦スリット直立消波工における水粒子速度の理論の妥当性の検証を行い、次いで前面板の枚数の違いによる水粒子速度特性への影響について考察を加える。

2. 理論 本研究が対象とする防波堤あるいは護岸の構造は、図-1にも示すように、1枚あるいは2枚の縦スリット壁の背後に不透過壁を有するような構造である。図中、 D ：隣接柱体中心間隔、 $2a$ ：スリット幅、 b ：柱体断面波向方向辺長、 $l_{1,2}$ ：各柱体列間隔とし、添字のない l は全消波室幅($l = l_1 + l_2$)を表すものとする。また、沖側スリットを1列目、岸側スリットを2列目と呼ぶことにする。

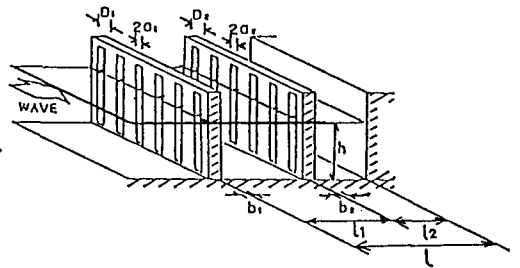


図-1 概念図

二重壁式縦スリット直立消波工の反射率の理論解についても既に発表済み¹⁾であるが、スリット通過水粒子速度の理論解は以下のように示される。

$$\frac{V_{1\max}}{u_{\max}} = \frac{(D_1/2a_1) \cdot 2\sin k\Delta l_1}{\sqrt{\{A + 2k(C_1 + \delta_1)\sin k\Delta l_1 - \cos k\Delta l_1\}^2 + \{B + 2kC_{11}\sin k\Delta l_1 + \sin k\Delta l_1\}^2}}, \quad (1\text{列目})(1)$$

$$\frac{V_{2\max}}{u_{\max}} = \frac{(D_2/2a_2) \cdot \sqrt{A^2 + B^2} \cdot 2\sin k\Delta l_1}{\sqrt{\{A + 2k(C_1 + \delta_1)\sin k\Delta l_1 - \cos k\Delta l_1\}^2 + \{B + 2kC_{11}\sin k\Delta l_1 + \sin k\Delta l_1\}^2}}, \quad (2\text{列目})(2)$$

ただし、

$$A = \frac{-2k(C_2 + \delta_2)\sin k\Delta l_1 \sin^2 k\Delta l_2 + \sin k\Delta l_1 \sin k\Delta l_2 \cos k\Delta l_2 + \sin^2 k\Delta l_2 \cos k\Delta l_1}{\{2k(C_2 + \delta_2)\sin k\Delta l_1 \sin k\Delta l_2 - \sin k\Delta l_1 \cos k\Delta l_2 - \sin k\Delta l_2 \cos k\Delta l_1\}^2 + (2kC_{12}\sin k\Delta l_1 \sin k\Delta l_2)^2}$$

$$B = \frac{2kC_{12}\sin k\Delta l_1 \sin^2 k\Delta l_2}{\{2k(C_2 + \delta_2)\sin k\Delta l_1 \sin k\Delta l_2 - \sin k\Delta l_1 \cos k\Delta l_2 - \sin k\Delta l_2 \cos k\Delta l_1\}^2 + (2kC_{12}\sin k\Delta l_1 \sin k\Delta l_2)^2}$$

ここに、 $k = 2\pi/L$ 、 L ：波長、 C ：複素 blockage coef.²⁾の実部の係数、 C_i ：複素 blockage coef.の虚部の係数、 $\delta = \pi \cdot b \cdot (1 - 2a/D)/6$ ：列の厚みの影響、 $\Delta l_1 = l_1 - \delta_1 - \delta_2$ 、 $\Delta l_2 = l_2 - \delta_2$ である。また、 $V_{\max}$ ：スリット通過水粒子速度振幅、 $u_{\max}$ ：入射波の水粒子速度振幅である。

3. 実験結果 理論の妥当性の検証のための実験を大型2次元造波水槽(長さ100 m)を用いて行なった。実験時の水深は $h = 2.0$ mとし、全消波室幅を $l = 1.0$ mとした。断面構造の条件は、良好な消波特性を与えられる条件で行った¹⁾。スリット通過水粒子速度は、3方向電磁流速計を用いて1列目の前面板についてのみ測定(測定位置：隣接柱体列間の中心、測定水深：0.6 m)し、最大水粒子速度振幅を求めた。反射率の算定は、入射波分離推定法によった。実験結果のうち、 $H/L \approx 0.01$ およ

び0.02の条件についてのものを反射率のそれとともに図-2(a),(b)に示す。ただし、図の横軸は全消波室幅を波長で除した相対消波室幅であり、本研究では全消波室幅を一定としている。なお、入射波水粒子速度は、微小振幅波理論によるものを用いている。

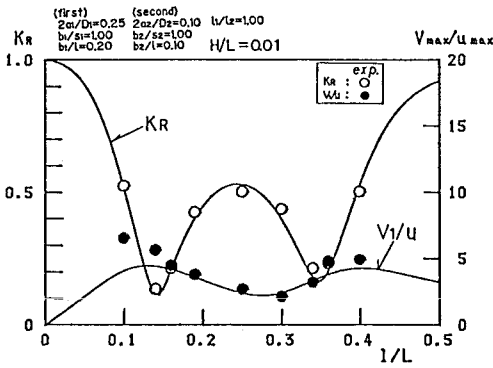


図-2 (a) 理論値との比較

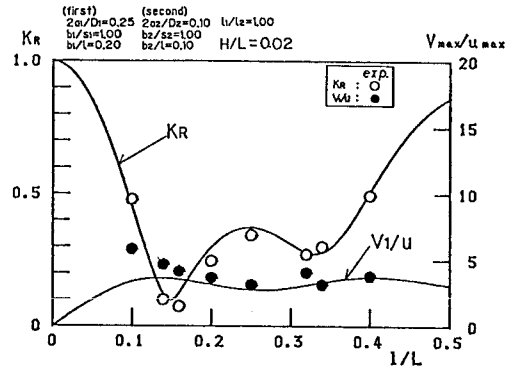


図-2 (b) 理論値との比較

4. 結論 図-2より、実験値と理論値は全般に良好な一致を示しており、基本的な本理論の妥当性が示されている。図-3には、前面板を1枚有する消波工（以後、1重式という）と、2枚有する消波工（以後、2重式という）の相対水粒子速度の比較を示している。ただし、理論計算は、1重式と2重式で全消波室幅を同じにし、2重式の2列目の断面条件と1重式の断面条件を一致させて行った。図より、1重式の相対水粒子速度と2重式の2列目の相対水粒子速度は、ほぼ同程度のものであることがわかる。つぎに図-4には、この結果において2重式の1列目と2列目の相対水粒子速度を足し合わせたものと、1重式の相対水粒子速度との比較を示す。図より、相対水粒子速度は予想されるように1重式より2重式の方が大きいことがわかる。したがって、このような条件の基では、前面板枚数の違いがスリット通過水粒子速度の特性に与える影響は、前面板を1枚ずつ比較した場合には大差はないが、それぞれの前面板でのスリット通過水粒子速度を足し合わせた場合には、前面板枚数の多い消波工の方がスリットを通過する水粒子速度が大きくなるといえる。それゆえ、エアレーション効果の有無の評価法として消波工全体でのスリット通過水粒子の大小が考えられるときには、前面板を多く有する消波工の方がより大規模なエアレーション機能を持つことが結論づけられる。

◆最後に、本研究は、文部省科研費（一般研究[C]）によって補助を受けたことを付記する。

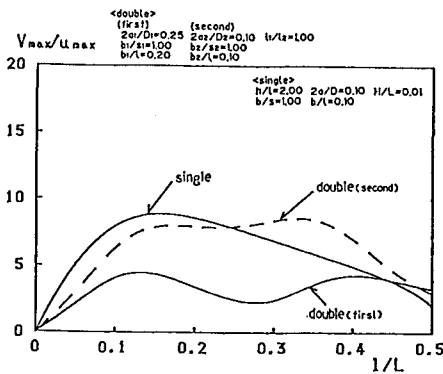


図-3 1重式と2重式の相対水粒子速度

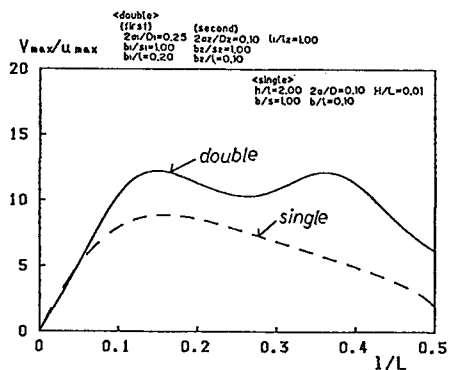


図-4 1重式と2重式（1列目と2列目の和）の相対水粒子速度