

II-264

二重壁式縦スリット直立消波工の消波機能に与える構造形式の影響

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

1) まえがき 二重壁式直立消波工については、既に二、三の研究例<sup>1)</sup>が見られる。しかし、それらに含まれる実験定数と壁断面形状との関係などにはまだ不確定要素が残され、断面形の変化がその消波特性に与える影響などをパラメトリックに検討するには少なからず困難があったように思われる。本研究は、MAE法による任意列、任意断面柱体列周辺波動場の境界値問題解析の手法<sup>2)</sup>を適用し、二重壁式縦スリット直立消波工の消波機能を解析するものである。ただし、ここでは、従来の研究における外的解において考慮されていなかった柱体列の厚みの影響も考慮に入れて解析を行った。

2) 理論 これまで、MAE法を適用するに当たり、スリットを通過する流れの外的解であるわき出し及びすい込みは列中心軸上に配列し、さらに外的解における境界条件もその線上で満足させており、柱体断面の厚みの効果は考慮していなかった。しかし、そのようにして得られた円柱列に関する結果と既往の解との間には僅かの差が認められたため、今回、わき出しあるいはすい込みの発生する位置、外的境界条件の成り立つ位置を柱体列の中心線からx軸の正負の方向にそれぞれ $\delta$ だけずらして、断面の厚みの効果も盛り込んだ理論の展開を行った。2列多柱列の反射率、透過率の理論値を実験値と比較した結果、矩形断面柱体列の場合の $\delta$ は次式の関数で表せることが明らかになった。

$$\delta = \pi / 6 \cdot b(1 - 2a/D) \tag{1}$$

ここに、 $b$ :柱体の厚さ(波方向方向)、 $D$ :隣接柱体間隔、 $2a$ :スリット幅である。

次に、エネルギー損失の影響を盛り込む方法は既発表<sup>3)</sup>のようにblockage coefficient  $C$ を $C+iC'$ ( $i^2=-1$ )と置き換えるものである。ただしそこで用いられていたような、線形抵抗係数 $C'$ を実験的に決定して損失量を求める方法では、構造諸元によってその都度 $C'$ の値を実験によって求める必要があった。そこで今回は、非線形抵抗係数 $f$ を実験的に決定し、それより $f$ と $C'$ とを関係づける次式により $C'$ を算定して損失量を求める方法を採用した。

$$\frac{C'}{D} = \frac{16(\sinh^2 kh + 3)}{9\pi(2a/D)^2(\sinh 2kh + 2kh)} \gamma \frac{L}{D} f \tag{2}$$

ここに、 $k=2\pi/L$ 、 $L$ :波長、 $H$ :波高、また、

$$\gamma = \sqrt{\frac{2(1 - \cos 2kl)}{2k^2(C^2 + C'^2)(1 - \cos 2kl) - 2kC \sin 2kl + 2kC'(1 - \cos 2kl) + 1}}$$

である。前回の方法に比して、今回のこの方法では波形勾配や相対水深の影響の導入が容易となる利点がある。また、この方法では、矩形断面柱体列の損失係数の値はその断面形状や開口率によらず $f=0.375$ とすればよい。

二重壁式縦スリット直立消波工の水理特性を表す式を導くには、先の任意列、任意断面柱体列にたいする解析法<sup>2)</sup>において、列の数を3列と

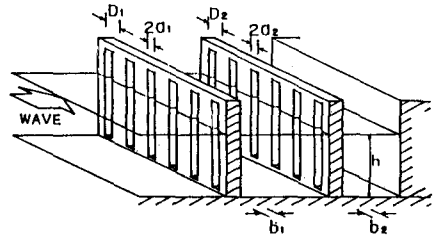


図-1 構造物の概要

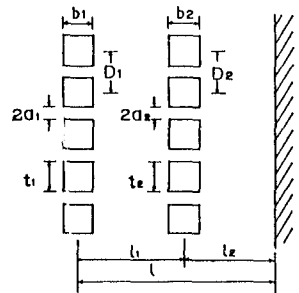


図-2 構造諸元

し、更に3列目の開口率を0として完全反射壁とすればよい。列断面の厚みの影響及びエネルギー損失を考慮した反射率は結果的に次式のように表される。

$$K_R = \sqrt{\frac{[A+2k(C_1+\delta_1)\text{sinkl}_1' - \text{coskl}_1']^2 + (B+2kC_1' \text{sinkl}_1' + \text{sinkl}_1')^2 - \{2B\text{sinkl}_1' + 4kC_1' \text{sin}^2 \text{kl}_1' + 2\text{sin}^2 \text{kl}_1'\}^2}{\{A+2k(C_1+\delta_1)\text{sinkl}_1' - \text{coskl}_1'\}^2 + \{B+2kC_1' \text{sinkl}_1' + \text{sinkl}_1'\}^2}}$$

$$A = [-2k(C_2+\delta_2)\text{sinkl}_1' \text{sin}^2 \text{kl}_2' + \text{sinkl}_1' \text{sinkl}_2' \text{coskl}_2' + \text{coskl}_1' \text{sin}^2 \text{kl}_2'] / l$$

$$B = [2kC_2' \text{sinkl}_1' \text{sin}^2 \text{kl}_2'] / l$$

$$l = \{2k(C_2+\delta_2)\text{sinkl}_1' \text{sinkl}_2' - \text{sinkl}_1' \text{coskl}_2' - \text{coskl}_1' \text{sinkl}_2'\}^2 + (2kC_2' \text{sinkl}_1' \text{sinkl}_2')^2 \quad (3)$$

ただし、

$$l_1' = l_1 - \delta_1 - \delta_2, \quad l_2' = l_2 - \delta_2, \quad \delta_1 = \pi/6 \cdot b_1(1-2a_1/D_1), \quad l_i: \text{列間間隔}$$

であり、添字1及び2はそれぞれ外壁および内壁に関する量であることを表している。このように、厚みの影響を考慮することにより、結果的には $C_i$ の値が $\delta_i$ だけ大きく、また列間間隔が $\delta_i$ (1列当り)だけ短くなることになる。

3)結論 (図-3)に本理論による理論値と萩原による実験値<sup>1)</sup>との比較を行った。図より明らかなように、実験値と理論値は極めて良好な一致を示しており、この理論の妥当性が検証できたといえる。

この理論を用いて、この種の直立消波工の最適な消波効果を与える構造諸元に関して考察を行った。(図-4)はその検討内容の1例として、消波室幅比( $l_1/l_2$ )による消波特性の変化を示したものである。

$l_1/l_2$ が1程度のときに優れた反射特性を示している。

この他にも、構造諸元変化の消波機能に与える影響について種々検討を行い、二重壁式縦スリット直立消波工の最適構造諸元に関して以下の結論を得た。

- (1) 外壁の開口率は内壁のそれと同程度かもしくは大きくなくてはならない。
- (2) 消波室幅比( $l_1/l_2$ )は1か1より少し大きいのが望ましい。
- (3) 外壁の断面形状は( $b_1/t_1 \geq 1$ )とし、内壁については( $b_2/t_2 \leq 1$ )とする(ただし、 $t_i$ : 柱体幅(波向直角方向))。

(1),(2)については、萩原によって得られた結論と同じである。

(図-5)はその具体例として、先の条件を満たす二重壁式直立消波工の反射率を、その外壁および内壁と同じ諸元を持つ一重壁式の消波機能と比較したものである。この図から、二重壁式縦スリット直立消波工の消波特性は単に一重壁式の消波特性を線形的に重ね合わせたものではなく、二列の相互干渉により、独自の特性を持つことが示されている。

<参考文献>

- 1) 萩原 土木学会論文集 第375号/II-6 pp.211-220,1986.
- 2) 角野他 第32回 海講 pp.589-593,1985.
- 3) 角野他 第33回 海講 pp.407-411,1986.

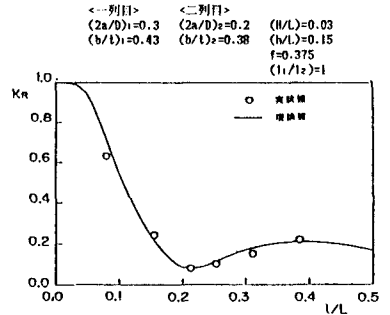


図-3 反射率の理論値と実験値との比較

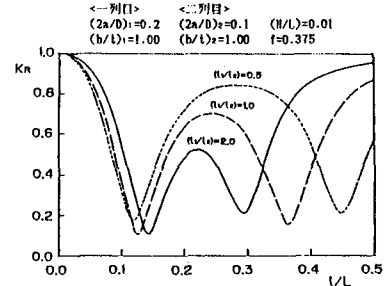


図-4 消波室幅比( $l_1/l_2$ )による消波特性の変化

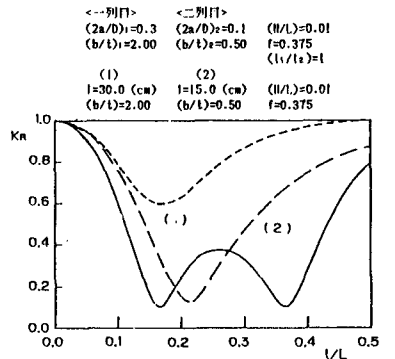


図-5 二重壁式と一重壁式の消波特性の比較