

II-299

複数の縦スリット壁を有する
直立消波工の消波効果とエアレーション効果

大阪市立大学 学生員 天野健次 藤田 孝
大阪市立大学 正会員 角野昇八 小田一紀

■まえがき 直立消波構造物のエアレーション機能に関する研究は、既にいくつかみられる^{1)・2)・3)}。これらいずれの研究においても消波工のエアレーション機能は、そのエネルギー逸散と深い関係を持つことが指摘されている。そこで本研究では、縦スリット壁を有する直立消波工について、模型の前面板列数を含む構造諸元および波浪条件を変えたエアレーション機能に関する実験を行い、それらの曝気能力を比較するとともに、縦スリット壁式直立消波工の持つ消波効果とエアレーション効果との関連を明らかにすることを目的とした。

■実験方法 実験は、片面ガラス張り二次元造波水槽(長さ 20 m × 幅 0.5 m × 高さ 0.6 m)を用いて行い、水深は水路内全域において 0.3m で一定とした。模型は、開口率を変えた3種類の縦スリット壁と1枚の不透過壁からその枚数や消波室幅の組合せを変えたものを製作し、規則波は周期の異なるものを4種類用意した。実験手順は、まず薬品を用いて水中の溶存酸素濃度を1~3ppm の低濃度にし、その後規則波を連続して約3時間作用させた。そして、この間の水中の溶存酸素濃度を前面スリット壁より沖側に一定間隔で設置した4台の溶存酸素計を用いて一定時間間隔で測定した。また、エアレーション機能を評価する指標としては、次の関係式を満たす再曝気係数(k_2)を用いることにする。

$$\partial C / \partial t = k_2 \cdot (C_s - C) \tag{1}$$

ここで、 C : 溶存酸素濃度, t : 時間, C_s : 飽和溶存酸素濃度である。ただし、実際に用いる再曝気係数は周期(T)で無次元化した $k_2 T$ とした。

■実験結果 図-1(a),(b)に溶存酸素濃度の時間的変化と場所的変化の様子をしめす。図中、縦軸の C^* は溶存酸素濃度 C を飽和溶存酸素濃度 C_s と初期溶存酸素濃度 C_0 を用いて、 $C^* = (C - C_0) / (C_s - C_0)$ と無次元化したものである。また、図-1(a)の横軸は時間を周期(T)で除したもので、図-1(b)の横軸は沖側スリット壁からの距離を消波室幅(l)で除したものである。図-1(a)より、いずれの構造物に対しても溶存酸素濃度は時間と共に順調に回復しており、その回復能力は1重壁式消波工に比して2重壁式消波工の方が良好である。なお、他の波浪条件についても同様の結果が得られている。また、図-1(b)によれば C^* の場所的変化はみられず、消波工の前面領域全体にわたって一様に溶存酸素濃度が回復していることがわかる。この傾向は構造諸元が異なる模型についても同様であり、また、曲面スリットケーソンについても同様であることが既に堀江ほか²⁾によって明らかにされている。

つぎに、エネルギー逸散率(E_d/E)と1波当りのエネルギー逸散量(E_d)を次式より求め、これらと $K_2 T$ の関係を図-2(a),(b)に示す。

$$E_d/E = 1 - K_R^2 \tag{2}$$

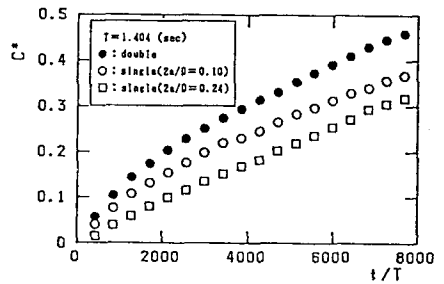


図-1(a) C^* の時間的変化

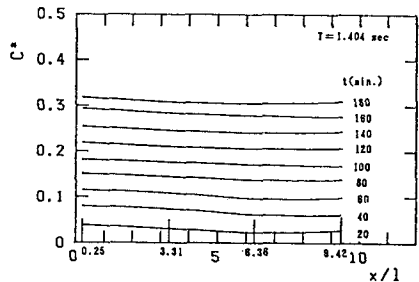


図-1(b) C^* の場所的変化
(1重壁式, $2a/b=0.24$)

$$E_d = \frac{1}{8} \gamma H^2(1 - K_R^2) \cdot n \cdot L \quad (3)$$

ただし、 E は1波当りの入射波エネルギー、 K_R は理論反射率⁴⁾、 γ は水の単位体積重量、 H は入射波の波高、 n は群速度と波速の比、 L は入射波の波長である。

図より、 E_d/E と k_2T の間には明確な関係はみられないが、 E_d と k_2T の間には構造形式別にある一定の関係がみられるのがわかる。このことは、従来の指摘どおり消波工でのエネルギー逸散のメカニズムとエアレーションのそれとが関与しあっていることを示しているおり、 k_2T は逸散率(反射率)よりも逸散の総量で決定づけられることが明らかになった。

既往の研究⁴⁾において、縦スリット壁式消波工のエネルギー逸散は、スリットを通過する水粒子速度特性に大きく影響されることが明らかになっている。したがって、 k_2T とスリット通過水粒子速度との間にもなんらかの関係が存在することが予想される。そこでこの関係を明らかにするため、 k_2T と波向き直角方向単位長さ当りに換算したスリットを通過する流れの流量の最大値(q_{max})の理論計算値⁴⁾との関係を図-3に示す。この際、2重壁式直立消波工の q_{max} の計算では、その沖側および岸側の双方の前面板によるものの和をとっている。図より、 k_2T は前面板列数などの構造形式の違いにかかわらず、 q_{max} の関数として一つの曲線で表現できそうであることがわかる。すなわち、縦スリット直立消波工の場合のエアレーション機能は、既往の研究において指摘されているような逸散エネルギーよりもむしろスリットを通過する水粒子の総流量によって決定づけられることが示唆されている。したがって、このような k_2T と q_{max} の関係に関する知見は、今後、縦スリット直立消波工の k_2T の予測式を立てるうえで重要な要素となろう。

■まとめ まず、同一波浪条件の下では、前面スリット壁の多い直立消波工の方が曝気機能が良く、消波工前面領域の溶存酸素は場所的に一様に回復する。次に、従来の指摘どおり、消波工のエアレーション機能は、逸散エネルギーとの間にもある一定の関係を有する。しかしながら、縦スリット壁式直立消波工の場合には、むしろスリットを通過する水粒子の総流量との関係の方が強く、その q_{max} と k_2T とは、消波工の構造形式の違いにかかわらず一義的な関係にありそうである。

◆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ここに付記する。

参考文献 1) 細井由彦ほか: 各種海岸構造物の曝気効果と再曝気係数の予測式, 第35回海講, pp.812~816, 1988. 2) 堀江 毅ほか: 構造物によるエアレーション効果比較模型実験, 第34回海講, pp.651~655, 1987. 3) 堀江 毅ほか: 護岸の曝気能比較に関する実験, 第27回海講, pp.527~531, 1980. 4) 角野昇八ほか: 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, 第43回年講, pp.658~659, 1988.

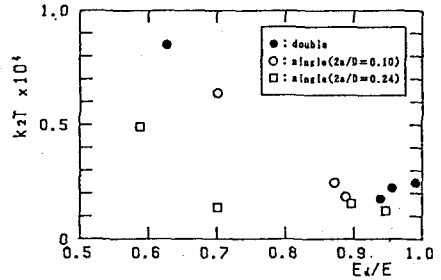


図-2(a) k_2T と E_d/E の関係

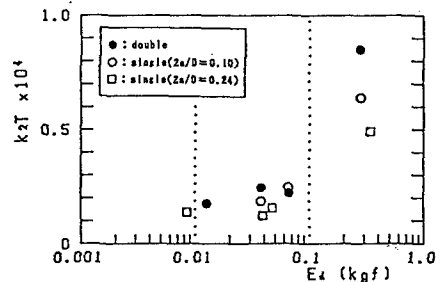


図-2(b) k_2T と E_d の関係

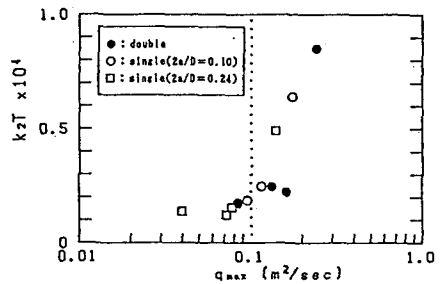


図-3 k_2T と q_{max} の関係