

大阪市立大学 正会員

角野昇八

大阪市立大学 学生員 ○

館川徹也、新谷尚弘

## 1. まえがき

著者らは既に、1/10、1/20、1/30 各勾配の斜面上の碎波による酸素取り込み機能に関する実験を行い、現象に関わる波の特性の解明に努めてきた<sup>1)</sup>。一方、開水路流れ水面による酸素取り込み機能の解析の考え方を見ると、取り込みは乱流の乱れエネルギーによって律則されているとする考え方とエネルギー逸散によっているとする2つの大きな方向がある。その考え方にない、ここではエネルギー逸散によっているものとした解析結果を報告する。本稿では、なかでも間瀬<sup>2)</sup>の示したモデルによるエネルギー逸散率との関連を示し、さらに単位面積当たりあるいは単位質量当たりのものとは、どちらが相関が高いかにも検討を加える。

## 2. 酸素取り込み機能

再曝気に関する実験において直接得られるものは再曝気係数( $k_2$ )である。曝気にかかわる面積を  $A$ 、容積を  $V$  として、酸素取り込み機能を表す物質移動係数( $K_L$ )とは

$$K_L = \frac{V}{A} k_2 \quad (1)$$

の関係を有している。本稿では、この  $K_L$  と碎波帯でのエネルギー逸散率との関係を求めた結果を示す。碎波帯内での  $V$  は、取り込み酸素の移流や拡散を防ぐために造波水槽内で碎波点の沖側に設けたビニール膜より岸側部分の容積とし、 $A$  は碎波点から汀線までの静水面面積とした。

## 3. エネルギー逸散率

碎波帯におけるエネルギー逸散率を表すモデルはいくつか提案されている。そのほとんどは段波モデルより出発している。

ここでは、それらのうちの間瀬によるものを取り上げてエネルギー逸散率を求める。図-1 に示す碎波を段波とみなすとき、断面①と断面②における段波のエネルギー逸散率(単位幅当たり)は、運動量方程式と連続の式の適用により、

$$\frac{dE}{dt} = \rho g q \frac{(h_2 - h_1)^3}{4h_1 h_2} \quad (2)$$

と表される。ここに、 $q$  は単位幅当たりの流量である。単位面積当たりでは、

$$\varepsilon' = \frac{\rho g q (h_2 - h_1)^3}{L 4h_1 h_2} \quad (3)$$

となる。ここで、さらに  $h_2 - h_1 = H_b^2 / \{(0.7 + 5 \tan \theta) h_b\}$ ,  $h_b = \sqrt{h_1 h_2}$ ,  $q = h_b \sqrt{g h_b}$ ,  $L = T \sqrt{g h_b}$  の関係を代入すれば( $h_b$  は碎波水深、 $H_b$  は碎波波高、 $\tan \theta$  は海底勾配)、

$$\varepsilon' = \frac{B}{4(0.7 + 5 \tan \theta)^3} \frac{\rho g H_b^6}{h_b^4 T} \quad (4)$$

となる。ここに、 $B$  は実験定数であり、碎波点においては  $B = 1$  としてよいとされている<sup>3)</sup>。

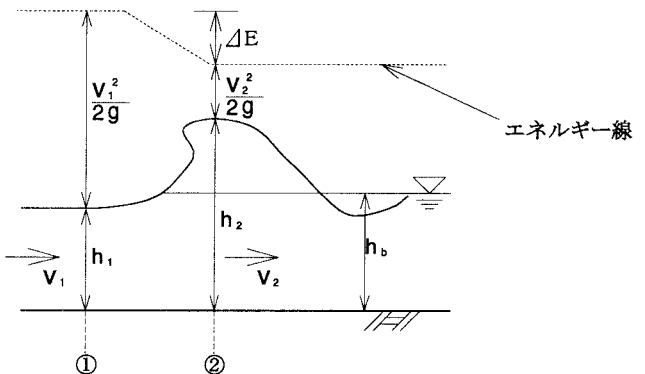


図-1 段波モデル

#### 4. 結果と考察

砕波現象では、気泡の混入や大規模の擾乱などのために曝気面積が増加しているので、実際の曝気面積は静水面面積よりも大きなものとなる。そこで、過去の物質移動係数 ( $K_L$ ) の解析<sup>1)</sup>においては、実曝気面積が静水面面積よりも  $n$  倍大きくなっているものと考えて、すなわち

$$K'_L = \frac{V}{nA} k_2 \quad (5)$$

として物質移動係数を表した。式中の  $n$  は砕波指標  $B_i$  と関連づけて表現したが、 $B_i$  は海底勾配と関係づけられているので、海底勾配の  $K_L$  に与える影響は  $B_i$  の導入によって考慮され、現象を統一的に見ることができる。ところが、間瀬による逸散率モデルには海底勾配が含まれているので、今回の解析では、式 (1) による  $K_L (= nK'_L)$  の方を用いた。

##### 1) 単位面積当たり逸散率との関係

エネルギー逸散率と波の減衰の関係などの解析においては、しばしば単位面積当たり逸散率が用いられる。そこで、図-2 に単位面積当たりエネルギー逸散率 ( $\varepsilon'$ ) と  $K_L$  の関係を示した。図中、20m 水槽中と 50m 水槽中とでは、造波された波の規模も水槽の大きさに応じて変わっている。図示のように、データにはかなりのばらつきがみられ、特に実験スケールが異なる場合には、データのもつ傾向が全く異なったものとなっている。

##### 2) 単位質量当たり逸散率との関係

開水路流れ水面による酸素取り込み機能の解析においては、単位質量当たり逸散率 ( $\varepsilon = \varepsilon' / \rho h_b$ ) がもっぱら用いられている。そこで、ここでも  $\varepsilon$  と  $K_L$  との関係に検討をくわえる。図-3 は、その関係を表すが、図-2 の単位面積当たりの量との関係に比べ、データのばらつきは減少し、実験スケールの違いによるばらつきも見られない。また、海底勾配の違いによるデータのばらつきもみられない。このことより、海浜砕波を対象とする酸素取り込み機能の解析においても、単位質量当たりエネルギー逸散率を用いるべきことが示されている。なお、図中の曲線は回帰曲線 (2 次関数) でその相関係数は  $r_c = 0.70$  であった。

#### 参考文献

- 1) 角野・杉田・合田, 海岸工学論文集, pp.1211-1215, 1996.
- 2) 間瀬, 第 28 回水工学に関する夏期研修会講義集, pp.B4,1-B,4,19, 1992.
- 3) 岩垣・間瀬・田中, 海岸工学論文集, pp.104-108, 1981.

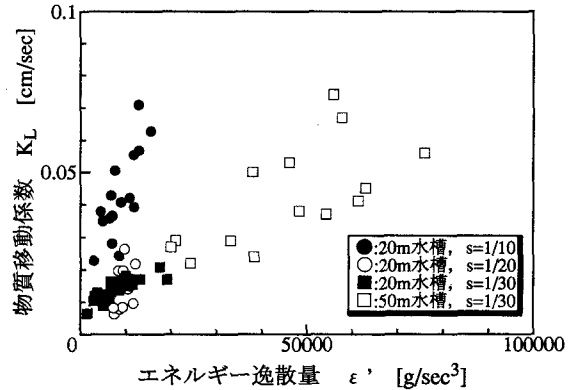


図-2  $K_L$  と  $\varepsilon'$  の関係

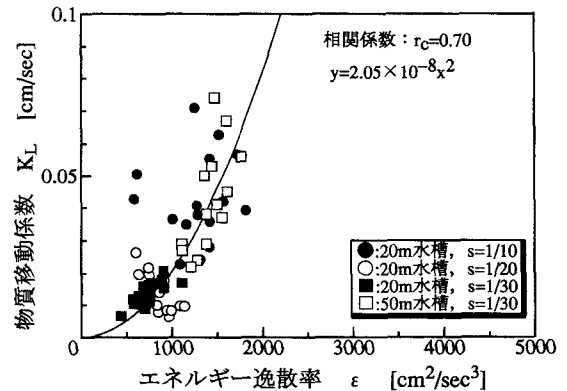


図-3  $K_L$  と  $\varepsilon$  の関係