

名古屋工業大学

正員

細井 正延

"

"

〇井本

久仁吾

(22234)

1. まなび これまでに進行波, 重複波, 固波の曝気現象を実験的に研究し, その結果を報告した。ここでは水槽の一端に反射板をほぼ 45° に固定して反射率の小さい部分重複波を発生させ, その下での酸素移動を実験的に調べた。その結果を反射率から検討し, また進行波および反射率の大きい重複波(反射板を鉛直に固定した場合)の再曝気係数と今回の反射率の小さい部分重複波の再曝気係数との比較検討を報告する。また, 反射板を鉛直に固定して発生させた重複波の実験個数を増したのでも合わせて報告する。

2. 実験方法 図-1 に示すように長さ 8.3m , 幅 0.6m , 深さ 1.2m の造波水槽の一端に反射板を $\tan \alpha = 1.18$ の角度に固定し, また厚さ 0.5mm のゴム膜を反射板から 8.3m の位置にゆるく張り造波板位置との碎波の影響が測定場所にはばいようにした。水槽中の溶存酸素量を亜硫酸ソーダ(融保として塩化コバルトを少量使用)により減少させ, 造波板により波を起して重複波を発生させ, 空気中からの酸素移動を測定した。酸素量の測定は Model 15A 型溶存酸素計をペン書きオシログラフに接続して記録した。また波高と反射率の測定は抵抗線式波高計と反射板から 0.7m の位置より 10cm 間隔に造波板方向に移動して測定した。なお水深はすべて 85cm で実験を行なった。

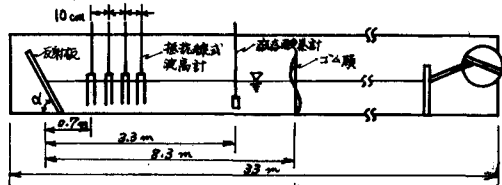


図-1 実験水槽

3. 実験結果 再曝気係数は記録された溶存酸素量・時間曲線から求めた 20°C に換算し, また反射率 K_r は波高分布から Healy の方法により次式から求めた。ただし, $H_{\max}$, $H_{\min}$ はそれぞれ重複波の腹と節での波高である。

$$K_r = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{H_{\max} + H_{\min}} \quad (1)$$

3.1 反射板を鉛直に固定した場合の再曝気 反射板を鉛直に固定して発生させた重複波の下での曝気現象はこれまでに報告されているが, さらに今回実験個数を26個増したため, これまでの実験資料を含めて解析し直した。それによると再曝気係数 k_2 ($1/\text{day}$) と波の諸元, 水深との関係は無次元表示すると次式のようになり, 図-2 に示す。

$$k_2 T = 1.266 \times 10^{-5} \left(\frac{H}{L} \right)^{1.189} \left(\frac{h}{L} \right)^{-2.036} \quad (2)$$

ただし, T : 周期 (sec), H : 最大波高 (cm)

h : 水深 (cm), L : 波長 (cm)

また図-3 に入射波の波形状配 H_i/L と反射率 K_r の関係を示した。なお入射波高 H_i は次式から求めた。

$$H_i = \frac{H_{\max}}{1 + K_r} \quad (3)$$

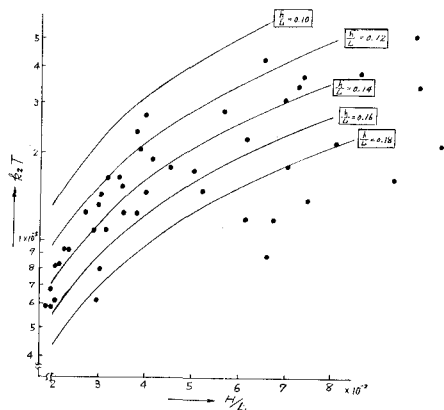
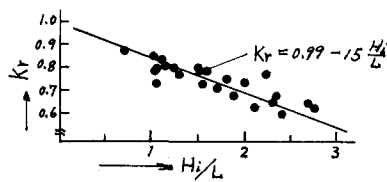
図-2 重複波の $k_2 T$ と波の関係

図-3 反射率と入射波の波形状配との関係

図-3 からわかるように $H_i/L < 0.03$ の範囲では入射波の波形状配 H_i/L が大きくなると反射率 K_r はほぼ直線的に小さくなり, その関係は次式のようになる。

$$K_r = 0.99 - 15 H_i/L \quad (4)$$

次にこれらの結果を考慮して、進行波と重複波のそれぞれへの曝気効果について比較検討する。今、周期 T 、波形勾配 H_i/L 、比水深 h/L の波が入射すると考え、図-4(a)の場合(反射のない場合)の K_{r2} と波の諸元の関係式は次式である。

$$K_{r2} = 1.20 \times 10^{-4} \left(\frac{H_i}{L} \right)^{1.425} \left(\frac{h}{L} \right)^{-1.983} \quad (5)$$

一方図-4(b)の場合には、式(3),(4)から H_{max} を求め式(2)の H にこの H_{max} を代入すればよい。

$$H_{max} = H_i (1 + K_r) = H_i (1.99 - 15 H_i/L)$$

従って重複波の場合の K_{r2} と波の諸元の関係は次式となる。

$$K_{r2} = 1.266 \times 10^{-5} \left\{ \frac{H_i}{L} (1.99 - 15 \frac{H_i}{L}) \right\}^{1.168} \left(\frac{h}{L} \right)^{-2.026} \quad (6)$$

表-1に、式(5),(6)に同一の h/L 、 H_i/L を代入し計算した K_{r2} の値を示した。上段の数値は進行波の場合(式(5))、下段の数値は重複波の場合(式(6))の K_{r2} の値である。この表からわかるように同一条件の波が入射し、その波が反射する場合と反射しない場合では反射しない場合の方が再曝気係数 K_{r2} は大きいことがわかる。

3.2 反射板を斜めに固定した場合の再曝気 図-1に示すように水槽の一端に反射板を $\tan \alpha = 1/18$ に固定し周期 1.64 sec でさまざまな波高の部分重複波を発生させ、酸素移動を測定した。この場合反射率は $0.4 \sim 0.7$ であった。図-5は横軸に入射波高、縦軸に再曝気係数をプロットしたのである。図中の実線と点線は周期 $T = 1.64 \text{ sec}$

波長 $L = 2.771 \text{ m}$ 、水深 $h = 35 \text{ cm}$ という数値を各々式(5),(6)に代入した場合の再曝気係数と入射波高の関係を描いたものである。この図からわかるように反射率の小さい部分重複波の再曝気係数は進行波の再曝気係数(図中の実線)と反射板を鉛直に固定した場合の再曝気係数(図中の点線)の間にプロットされる。また図中の数値は反射率の値であるが、この値が小さいほど実線に近く、反射率が大きいほど点線に近づく傾向も認められる。以上のことからある周期 T 、波形勾配 H_i/L 、比水深 h/L を持つ波が入射してその波が反射する場合、反射率が小さいほど再曝気係数は大きいと考えられる。

4. 結論 数多くの目的で海岸護岸、堤防、突堤、離岸堤などが施工されているが、ここで述べたように波が反射する場合の再曝気係数は反射しない場合の再曝気係数より小さく、またその反射率が大きいほど再曝気係数は小さくなることから、これらの海岸構造物の前面における曝気の問題に対してはこれらの構造物の築造は不利になる。従って構造物築造に際してその前面における曝気も考慮に入れる必要がある場合には、反射率が小さくなる構造物形状を考へることが必要である。

- [参考文献] 1) 細井正延・井本又仁吾：溶存酸素量に及ぼす波浪の影響について、第28回年報集 P.436~437, 1973
2) 細井正延・井本又仁吾・桑原英世：溶存酸素量に及ぼす波浪の影響について(Ⅱ)、第29回年報集 P.611~612, 1974
3) 細井正延・井本又仁吾：溶存酸素量に及ぼす波浪の影響について(Ⅲ)、第30回年報集 P.582~583, 1975
4) 細井正延・石田昭・井本又仁吾：溶存酸素量に及ぼす波浪の影響について、第23回海講演文集 P.548~549, 1976

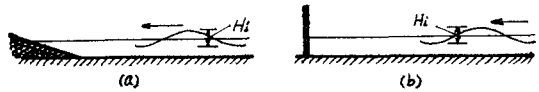


図-4 (a) 反射のない場合、(b) 反射のある場合

表-1 進行波と重複波の K_{r2} 値の比較 ($\times 10^5$)

h/L	H/L			
	0.01	0.02	0.03	0.04
0.12	1.135	3.048	5.432	8.185
	0.887	1.806	2.602	3.231
0.14	0.836	2.245	4.001	6.030
	0.647	1.319	1.901	2.361
0.16	0.641	1.723	3.071	4.627
	0.494	1.005	1.449	1.799
0.18	0.508	1.364	2.431	3.663
	0.388	0.791	1.140	1.416

上段の数値：進行波
下段の数値：反射板を鉛直に固定した場合

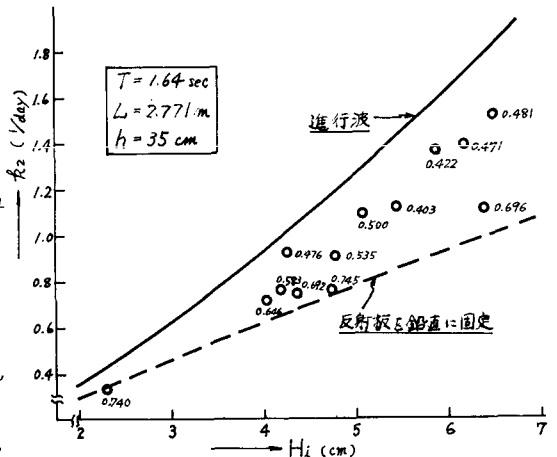


図-5 再曝気係数と入射波高の関係