

1. 研究の目的と背景

海岸構造物に本来要求されている機能は、波浪、流れ、漂砂の制御などの防災機能であり、そのような観点からの構造物は多数存在する。しかし近年、環境保護や生態系の保全が叫ばれるなか、人工リーフや潜堤など、景観や環境に配慮したものが盛んに用いられるようになった。

そこで本研究では、そのような波浪制御構造物の一種である没水有孔水平板を取り上げ、その再曝気効果を検討するために行った実験結果について報告する。

2. 実験概要

実験は長さ 20m、幅及び高さ 0.5m の 2 次元造波水槽を用いて行い、水深は 0.3m で一定とした。波浪条件は、波の周期を $T=0.88, 1.00, 1.20, 1.50$ s とし、それぞれの周期において、目標波形勾配 $H/L=0.01, 0.03, 0.05$ と変化させた。堤体（水平有孔板）については図-1 に示すものを用いた。なお有孔部の開口率（15%）は、消波効果に対して 10% 程度が最適とされている¹⁾ ことから決定している。また堤体設置没水深 R は殆どのケースにおいて 10cm とした。

測定項目は、波高、水温、及び溶存酸素（DO）の時間変化である。波高については、堤体の沖側に波高計を 2 本設け、入反射分離法により行った。溶存酸素濃度の時間変化の計測は溶存酸素計を用いた。その方法は、領域内に脱酸素剤として亜硫酸ナトリウムを投じ、DO 濃度を 5% 以下に低下させてから波を起こし、溶存酸素濃度の時間回復曲線を自動計測により求めた。なお計測地点は水平板上面及び水平板下水槽底面の計 2 箇所としている。またこの時、曝気領域で取り込まれた酸素の拡散の影響及び水槽両端等、他領域からの酸素移動の影響を除外するため、ポリエチレン製の膜を堤体の沖岸側のそれぞれに設置した。図-2 に実験断面を示す。

3. 実験結果及び考察

3.1 物質移動係数 K_L による再曝気評価

酸素取り込み機能すなわち再曝気機能の評価については、従来の研究におけるのと同様、物質移動係数 K_L により行った。溶存の時間回復曲線の実験値から得られる再曝気係数 k_2 と物質移動係数 K_L との関係は次式により表される。

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

ここに A は曝気面積、 V は曝気容積である。本研究では、 V についてはポリエチレン膜で囲まれる範囲、 A は堤体によって流れ場に乱れが生ずる領域とみなし、これを実験の観察結果から水平有孔板面積の 1.5 倍と決定した。

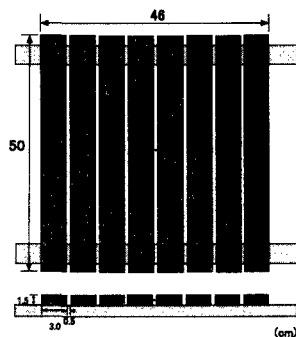


図-1 水平有孔板

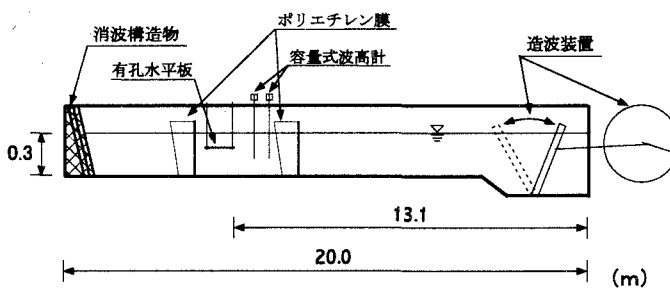


図-2 実験水槽

3.2 物質移動係数と波形勾配の関係

図—3 に、以上のようにして求めた物質移動係数 K_L と波形勾配 H/L との関係を水平板上・水槽底面上別に示す(以下「上下部」と表現する)。なお、参考までに既に得られている非碎波波浪時のデータも示しておく²⁾。

図—3 より没水水平有孔板の効果により、波浪のみの場合に比べ、きわめて大きな再曝気効果が得られることが明らかである。また、上下部ともに周期が同じ場合は波形勾配の増加に伴って、再曝気効果が増加していることが確認できる。さらに同図より上下部の測定場所の違いによる再曝気効果の差はほとんど見られない。すなわち没水水平有孔板により波に乱れが生じ、開口部を流出入する流れと、それによって引き起こされた鉛直混合拡散により、水面から取り込まれた酸素が速やかに鉛直下方向に輸送されていることがうかがえる。

3.3 没水深 R の影響

図—4 は周期 $T=1.00$ s の波の条件のもとで、没水深 R を変化させた場合の物質移動係数 K_L をみたものである。没水水平有孔板の没水深が 10cm から、5cm, 0cm(水面)となるにつれて、高い再曝気効果が得られることがわかる。特に波形勾配が大きくなれば、その効果は著しくなっている。なお $R=0$ cm の場合には、どの場合の波においても板上で碎波が確認できた。

3.4 水粒子速度との関係

図—5 には、没水深深さでの、微小振幅波理論による水粒子の鉛直運動速度 w と物質移動係数 K_L との関係を示した。これより水粒子の鉛直運動速度と再曝気効果が密接に関係していることがわかる。つまり没水水平有孔板の再曝気効果は板の開口部を流出入する流れの剥離に伴うエネルギー損失によって大きく律則されていることが推論される。

4. 結論

実験結果から、没水水平有孔板の再曝気効果について、以上のことが確認できた。

- ・再曝気効果は、波形勾配の増加に伴って大きくなる
- ・水面から取り込まれた酸素は、速やかに鉛直下方向に輸送されている。
- ・再曝気効果は、板の没水深が浅くなるにつれて大きくなる。
- ・再曝気効果は、板の開口部流出入の流速に大きく律則されている。

参考文献

- 1) 角野昇八, 鐘一明 (1993): 透過性没水水平板の波浪制御特性に関する基礎的研究, 海岸工学論文集, 第 40 巻, pp.666-670.
- 2) 角野昇八, 斎藤満, 仲田義弘, 中谷成智, 芳田利春, 小田一紀 (1994): 海岸構造物の曝気能に関する実験的再考察, 海岸工学論文集, 第 41 巻, pp.1036-1038.

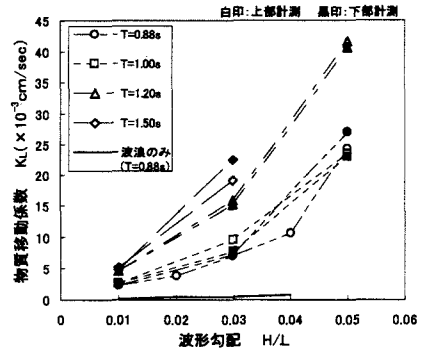


図-3 物質移動係数と波形勾配の関係 (没水深 10cm)

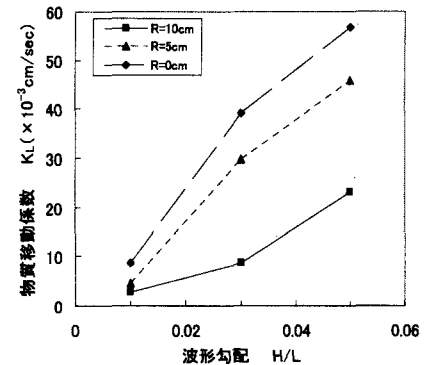


図-4 没水深による影響 ($T=1.00$ s)

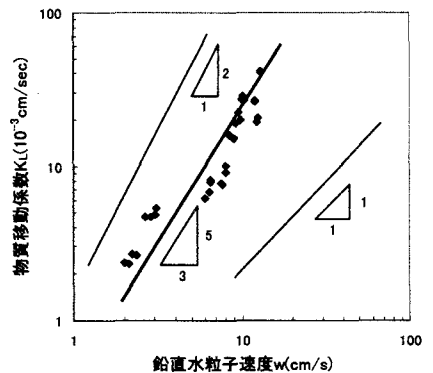


図-5 物質移動係数と鉛直水粒子速度の関係