

大阪市立大学 正会員 角野 昇八
大阪市 正会員○ 齊藤 満
東洋建設(株) 山西 和也

1. まえがき

在来の、波面での酸素の取り込み機能検討のための実験手法を改良して、捨石傾斜堤の曝気能に関する実験を行い、その結果について既に一部報告した¹⁾。ここでは、そこで考慮されなかった堤体岸側での曝気現象の解明と、捨石の粒径および法面の勾配の影響を検討する目的で行われた実験結果を報告する。

2. 実験方法

実験はこれまでと同様に、図-1 に示すような長さ 20m、幅 0.5m、高さ 0.5m の 2 次元造波水槽を用い、水深は全ケースに対して 0.3m で一定とした。溶存酸素計 (YSI 社製 58 型) のセンサー設置深さも水面下 7cm で前回の実験と同様である。水槽内には、前回の実験同様に、造波板より 8.5m の地点に設置された堤体模型の沖側および岸側約 1.5m の地点に、薄くて波動に十分に追従できるようなビニール膜を設置して領域を限定し、堤体近傍波面あるいは造波部で取り込まれた酸素の水槽内長さ方向の移流・拡散を防ぐようにした。

表-1 堤体模型諸元

堤体	堤体幅 (cm)	天端幅 (cm)	法面勾配	d_{50} (mm)	空隙率 (%)
岸側再曝気係数 測定用	105.5	9.5	1:1.4	38	42
粒径影響 検討用	105.5	9.5	1:1.4	17 38 66	33 42 52
法面勾配影響 検討用	105.5	9.5	1:1.4 1:2.8	38	42

実験に先立っては、まず、脱酸素剤の無水亜硫酸ナトリウム (Na_2SO_3) および触媒の塩化コバルト (CoCl_2) を用いて、ビニール膜の限定領域内水塊を十分に攪拌しつつ DO 濃度を下げ、濃度が 10 % 以下で均一となった時点で造波を開始した。造波した波の周期は $T=0.88, 1.35, 1.75\text{sec}$ であり、入射分離法で測定された入射波の波高は $H=1.1\sim 4.1\text{cm}$ ($H/L=0.005\sim 0.03$) である。DO 濃度の測定は造波開始とともに始め、濃度が少なくとも 80 % になるまで連続測定した。波高の測定は堤体の沖・岸両側で行い、透過率と反射率も算定した。表-1 に使用した堤体模型の諸元を示すが、堤体岸側波面の再曝気係数の測定用堤体は前回の実験のと同じ断面である。

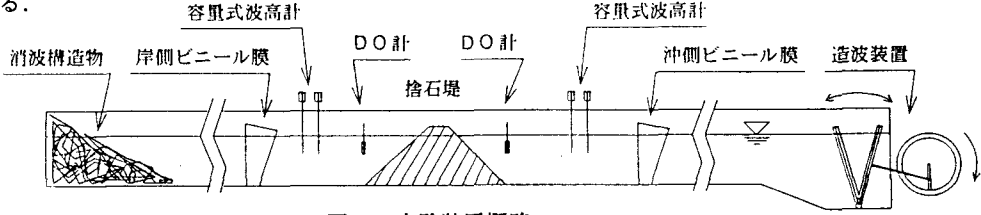


図-1 実験装置概略

3. 実験結果

再曝気係数 k_2 は、測定された DO 濃度の時間変化曲線の勾配より基本的に求めることができる。既に明らかにしたように¹⁾、限定領域を設けない実験では時間変化曲線の勾配は時間とともに漸変し、どの勾配から k_2 を決定すべきであるかの不確実性があったが、今回のビニール膜で限定領域を設けた実験では、全ケースにおいて DO 濃度は線形的に回復し、したがって一義的に k_2 を決定することができた。

3.1 堤体岸側波面の再曝気係数 図-2 に堤体岸側水域での k_2 値を入射波高の関数として示した。図中には前回の実験で求められた沖側の値も示した。図示のように、 k_2 は入射波高の増大に伴って線形的に増加し、沖側と岸側とでは予想されるように沖側での値のほうが大きい。

Shohachi KAKUNO, Mitsuru SAITOH, Kazuya YAMANISHI

3.2 粒径の影響 図-3 および図-4 に粒径を変化させて求めた k_2 値を沖側、岸側それぞれについて示した。これらの図によれば、沖側では粒径が小さいほど値は大きい。この理由として、粒径が小さくて空隙率が小さいほど、堤体前面の水際線付近での波動が大きくなり、その結果として再曝気係数も大きくなるのであろうと考えられる。

3.3 法面勾配の影響 法面勾配を変化させた場合の k_2 値を沖側、岸側それぞれについて図-5 および図-6 に示した。法面勾配の影響は粒径の影響に比べてより明確に現れており、かつ、沖側では勾配が緩い方が、逆に岸側では勾配が急な方が大きくなっている。この理由として、勾配が緩いほど堤体沖側水際線付近での波のはい上がりの長さが長く、岸側では透過波高が小さいためであることが考えられる。

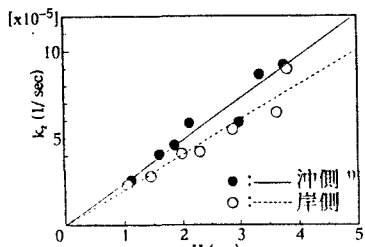


図-2 沖側と岸側での再曝気係数

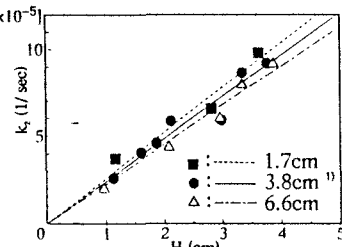


図-3 粒径の影響 (沖側)

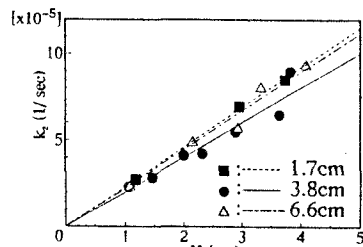


図-4 粒径の影響 (岸側)

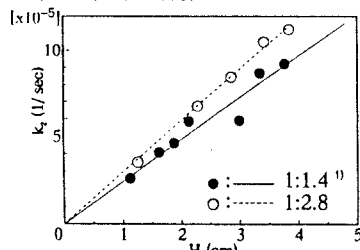


図-5 法面勾配の影響 (沖側)

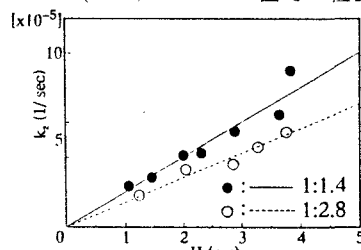


図-6 法面勾配の影響 (岸側)

3.4 波面影響の除外 以上に示した再曝気係数には、堤体よりかなり離れた波面からの酸素の取り込みの影響も含まれている。堤体の曝気能を議論するためには、その影響を取り除く必要がある。そこで、著者らが既に明らかにした波面のみでの k_2 の値 k_{2W} を上記の k_2 値より差し引き、 $k_2' = k_2 - k_{2W}$ として堤体のみでの正味の k_2 値 k_2' を算出した。そして、そのように求めた値を前回¹⁾と同様に損失エネルギーの 2 乗根値の関数として整理した。ここに損失エネルギーは、 $E_l = 1/8 \rho g H_l^2 (1 - \gamma_R^2 - \gamma_T^2)$ で表され、 γ_R と γ_T はそれぞれ反射率と透過率である。データを波高の関数として表しても同様の結果が得られるが、 E_l の関数として表す方がばらつきの程度がわずかに少ない。図-7 および図-8 にその結果を示すが、法面勾配が同じである限り、粒径の違いによる差は沖・岸の両側で小さいが、法面勾配が大きくなれば沖側では少し大きく、また岸側ではかなり小さく現れることがわかる。

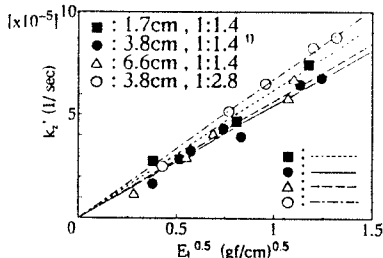


図-7 k_2' と $\sqrt{E_l}$ との関係 (沖側)

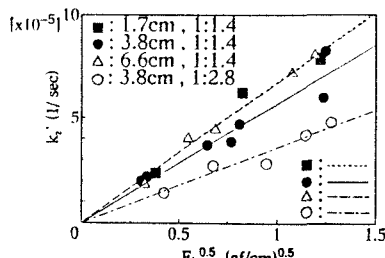


図-8 k_2' と $\sqrt{E_l}$ との関係 (岸側)

参考文献

- 1) 角野ほか, 海岸工学論文集第 41 巻, 1994.