

II-424

エアレーションによる海域浄化に関する実験的検討

中部電力㈱電力技術研究所 正員 服部孝之・渡辺増美
中電工事㈱技術コンサルタント部 正員 佐藤公己・鳥居三千男

1. はじめに

富栄養化の進行した閉鎖性海域では、夏季を中心とした温度成層期において底層水の貧酸素現象が見られ、これが海棲生物のへい死、悪臭、青潮の発生などの弊害を引き起こす。貧酸素化した海域の水質を改善する対策のひとつとして、汽力発電所の温排水に曝気（エアレーション）により酸素を付加して放水する方法が考えられる。この方法では①取水時の酸素濃度、②曝気によって付加される酸素濃度、③放水後の溶存酸素（温排水）の拡散や水質改善効果、を検討することが重要となるが、取水時の酸素濃度は観測により知ることができ、また放水後の酸素の拡散や水質改善効果は数値シミュレーションにより対応することができる。曝気による酸素移動についてはエッケンフェルダールやキング等によっていくつかの推定法が提案されているが、これらは主として排水処理施設を対象としたものであり、それらの推定法が海水に適用できるか明確でない。したがって、本研究では曝気効果の基礎検討として、水質（海水、塩水、清水）、空気量、水深が酸素移動にどのような影響を与えるか検討したものである。

2. 実験装置および実験方法

実験装置の概要を図-1に示す。実験水槽は $80^{\text{H}} \times 80^{\text{W}} \times 340^{\text{H}} \text{ cm}$ の寸法を有し、前面部は気泡が観察、測定できるように透明塩ビ製、その他は鋼製とし、下部に散気装置が取り付けられるよう開口部を設けた。曝気にはエアコンプレッサーを用い、マスフローメーターとニードルバルブにより所定の空気量を注入した。また、脱酸素用として窒素ポンプを用意し酸素濃度が予想飽和濃度の10%以下になるまで窒素ガスを注入した。散気装置は塩ビ箱の表面に1mm径の孔を2cm格子に開けたもので均等にエアーが出るよう8分割とした。測定項目はDO、空気量、水温、気圧、水位とし、DOについてはDOメータを水深

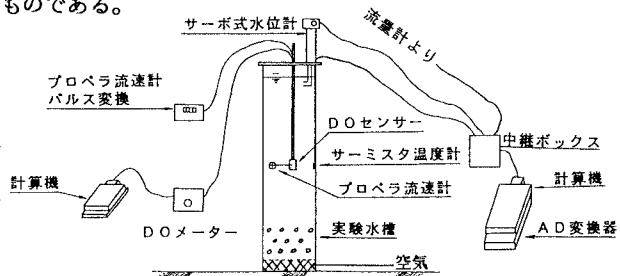


図-1 実験装置概要図

表-1 検討ケース一覧表（空気量）（ ℓ/min ）

水深	3 m	2 m	1.5 m	0.75 m
清水	4.8~48.0	9.6~48.0	4.8~48.0	19.2~48.0
塩水(35)	4.8~48.0	—	—	—
海水(36)	4.8~48.0	—	—	—

の1/2の高さに設置しパソコンを接続してデータ収録した。空気量、水温、水位は出力電圧をA/D変換してパソコンに収録し、気圧は気圧計を目読した。測定は水槽内のDOが飽和濃度の80%以上に達するまで継続し、空気量が $14.4 \ell/\text{min}$ 以下の場合60秒間隔で180回、 $14.4 \ell/\text{min}$ を越えた場合30秒間隔で180回とした。検討ケースは表-1に示す通りである。表中の数字は実施した空気量の範囲を示し、塩水、海水の（ ）内の数字は塩分濃度を示す。

3. 総括酸素移動係数 K_{La} の評価方法

図-2は飽和DO濃度 C_s をWeissの式で求め、縦軸に無次元濃度 C^* 、横軸に時間 t をとりデータをプロットしたものである。図中の線は t と C^* の関係を最少自乗法で近似して求めた直線で、その傾き K_{La} は式(1)で表わすことができる。

$$\ln C^* = K_{La} t \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 $C^* = (C_s - C_0) / (C_s - C_t)$ 、 C_0 ：試験開始時間のDO濃度、 C_t ： t 時間後の測定DO

濃度, ただし、最少自乗法の適用は C_s の算出の信頼性, DOメータの精度, 初期DOの安定性を考慮して C_s の20~80%の範囲にあるデータとした。また試験時のノイズやDOセンサーに気泡が付着することによるデータの異常が見られたので、それらデータは除いて行った。 K_{La} は水温によって影響を受けるので、算出した K_{La} は20℃の水温の $K_{La, 20}$ に式(2)によって温度補正した。今後使用する K_{La} は $K_{La, 20}$ を示す。

$$K_{La, 20} = K_{La, T} \theta^{(20-T)} \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 $K_{La, T}$, $K_{La, 20}$: T℃および20℃の水温の際の K_{La} 値, θ : 水温の補正係数で $\theta = 1.024$

4. 実験結果および考察

(1) 水質が K_{La} に及ぼす影響 図-3は空気量 G_s を変化させた場合の水質の違いによる K_{La} を示す。図より K_{La} は清水, 塩水(35), 海水(36)に対してほぼ同じ値を示し、 G_s の増加と共に比例的に増加している。海水程度の塩分濃度であれば K_{La} にほとんど影響を与えないことがわかった。

(2) 空気量 G_s , 水深Hが K_{La} に及ぼす影響

清水についてHを0.75~3.0m, G_s を4.8~48ℓ/minの範囲で変えて K_{La} を算出した。図-4は G_s と $K_{La} \cdot V$ の関係をHをパラメータにして示す。また図-5にHと $K_{La} \cdot V$ の関係を G_s をパラメータにして示す。エッケンフェルダによれば K_{La} と G_s およびHの関係は式(3)によって表現できるとしている。なお、Vは散気容量を示す。

$$K_{La, 20} \cdot V = C_1 G_s^{1-m} H^{1-n} \dots\dots\dots (3)$$

清水の実験データについて重回帰分析で C_1 , $1-m$, $1-n$ を算出した結果、 $C_1 = 1.13$, $1-m = 0.88$, $1-n = 0.78$ を得た。この値を図中に実線で示してあるが、実験データと良く一致しており、 K_{La} は G_s が大きいほど大きくなり、また $V = AH$ (A = 散気面積) とすると K_{La} は $H^{-0.22}$ に比例し、Hが小さいほど大きくなることがわかる。 K_{La} はHが小さいほど大きくなる理由としては、Hが小さいほど気泡による透過流れが小さいことと気泡中の酸素濃度はHが大きいほど上層で薄くなることが考えられる。

5. おわりに

今回の発表は、空気径が8mmについて検討したものであり、空気径を変えると(3)式の定数が変わることが考えられる。今後空気径を変えて検討を進める予定である。

参考文献

藤井秀夫, 奥野長晴, 福田寛充
ディープエアレーションタンクの実用化(Ⅰ), 下水道協会誌 Vol. 11
No. 118 1974/3 P24 ~34

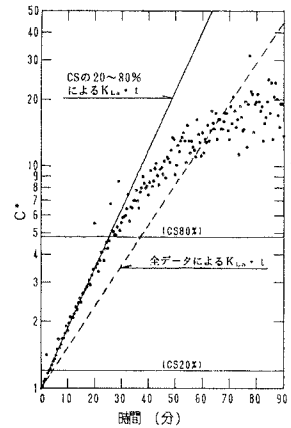


図-2 C^* と t の関係

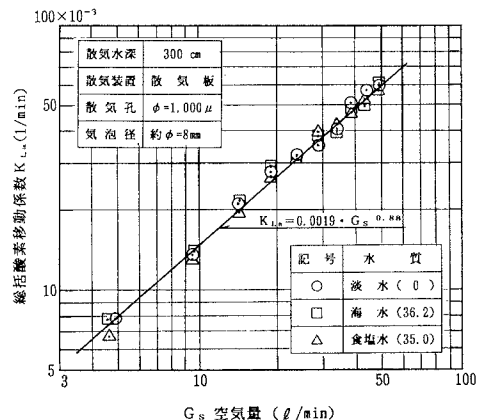


図-3 水質が K_{La} に及ぼす影響

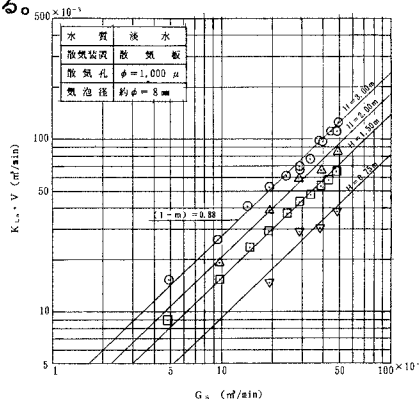


図-4 $K_{La} \cdot V$ と G_s の関係

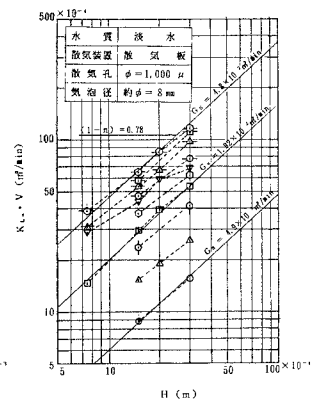


図-5 $K_{La} \cdot V$ と H の関係