

微細気泡を用いた水質改善について

中部電力(株) 電力技術研究所 正会員 ○本田 章人
同 上 同 上 三浦 雅彦
同 上 同 上 林 治巳

1. はじめに

都市河川や閉鎖性海域における底層の貧酸素状態を改善する手法の1つに、微細気泡を用いた水質浄化法があり、様々な種類の散気装置が市販されているが、改善効果に重要な役割を果たす発生気泡の性質、特に気泡径の分布や曝気性能については、これまで調べられた経緯が少ない。今回こうした微細気泡の性質を室内試験によって調べた。現地適用事例と併せて内容を報告する。

2. 微細気泡の性質調査(室内試験)

微細気泡の散気方法として、空気と水の混合水を作成して水中に放水する方法である4種類の散気装置(A社製2種、B社製、C社製)について、発生気泡径分布と曝気性能を調べた。図-1に実験装置を示す。散気する水槽は、幅4.5m×奥行き2.5m×高さ2.25mで、水深を2mとし、側部から散気した。気泡径は気泡の混入した水を70μmのフィルターに取り、顕微鏡写真に撮って径と気泡数を読みとった。散気条件を、各メーカー提示値の他に、ポンプ吐出圧力や空気混入方法、混入量等を変え、全部で56ケース実施した。曝気性能は、水槽内の2点でD0計(YSI社製)によりD0の変化を計測し、水槽内が飽和に達するまで継続して K_{La20} を算出した。

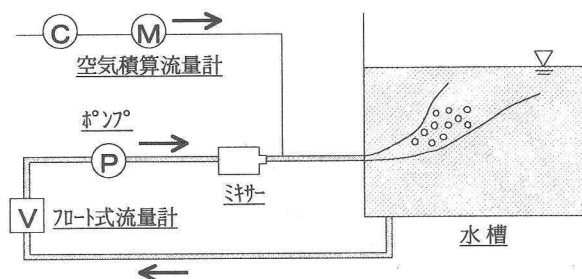


図-1 装置概略図

(1) 気泡径分布について

図-2,3に顕微鏡写真と分布図の一例を示す。実験結果から以下のことが分かった。

ア. 各散気装置の様々な吐出条件における気泡分布を得た。いずれのケースにおいても分布の形はほぼ類似している。

イ. いずれのケースも $100\mu\text{m}$ 以下程度の微細気泡を発生しているが、比較的大きな気泡も混在している。

その他として、同種の散気装置では、ノズル径の大きいものの方が同一吐出条件における平均気泡径は小さいことも分かった。また、吐出流量が大きいほど平均気泡径は小さくなる。これはノズル内の遠心力が増大し、混入空気が細かく裁断されるためと考えられる。

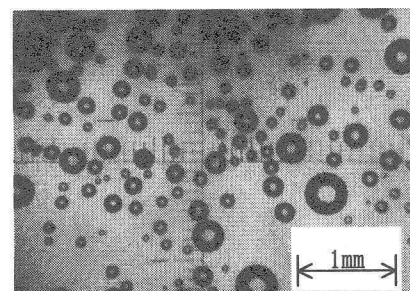


図-2 発生気泡写真

(A社ミサ-φ10mm, 35ℓ/min., 空気率10%)

(2) 曝気性能について

図-4は、各装置別の注入空気量 $G_s(\text{Nℓ/min.})$ と $K_{La20} \cdot V(\text{m}^3/\text{min.})$ との関係を示したものである。 K_{La20} は、水温 20°C における総括酸素移動量係数で、 V は曝気水槽の水容積である。 $K_{La20} \cdot V$ は酸素の溶解速度を表している。図中には参考として、同じ水槽で

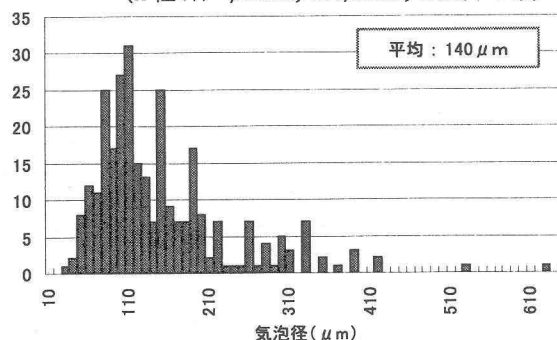


図-3 発生気泡径のヒストグラム(上と同条件)

ミックスン等を使って土山ら¹⁾が得た結果を示している。

ア. 散気方式の違いによる酸素の溶け込みやすさの差は小さい。

イ. 同一空気量で比較すると、今回実験で用いた散気法の方が、土山らによる結果よりも $K_{La20} \cdot V$ の値は大きく、酸素の溶解効率が高い。

ウ. 今回実験で用いた微細気泡について以下の式を得た。

$$K_{La20} \cdot V = 0.0270 G_s^{0.8675}$$

となった。

3. 現地試験

実河川における効果を確認する試験を行った。気泡発生装置として A 社製ミキサーを用いた。仕様は、ノズル径 15mm、吐出流量 120 l/min、空気混入量 10%とした。対象地点は、混合の強い感潮域で潮位差が 2m 程度、満潮時には海水が全水深にわたって進入し D0

値が殆ど 0mg/l となるケースが現地でしばしば計測された。

図-5 は、散気を行いながら計測した D0 値の河川横断方向分布を表したものである。散気を 30 分間継続し、満潮位となった時点で計測を開始した。ノズル中心の D0 値が最も高く、徐々に流下方向に分布している。D0 値の改善程度はそれほど高くなかったが、これは、ノズル吐出口の流速が 1m/sec 程度あるため噴流となり、高 D0 値の水が拡散しないため計測できなかったか、あるいは周囲の水を連行・混合し D0 値が希釈されて下がっていることなどが考えられる。

4. まとめ

(1) 気泡径分布

散気法による各種装置について、室内試験において様々な吐出条件での発生気泡径分布を調べた。気泡分布は、ポンプ圧力や空気混入方法、混入量等により変化するので、微細気泡により水質改善を試みる場合は、こうした条件を考慮すると良い。

(2) 曝気効果

今回用いた散気装置は、過去に行った各種散気装置によるものよりも $K_{La20} \cdot V$ の値は大きくなった。

(3) 現地適用結果

現地適用し D0 分布を計測することにより、実河川で散気装置を用いた際の D0 改善効果のある程度確認することができた。

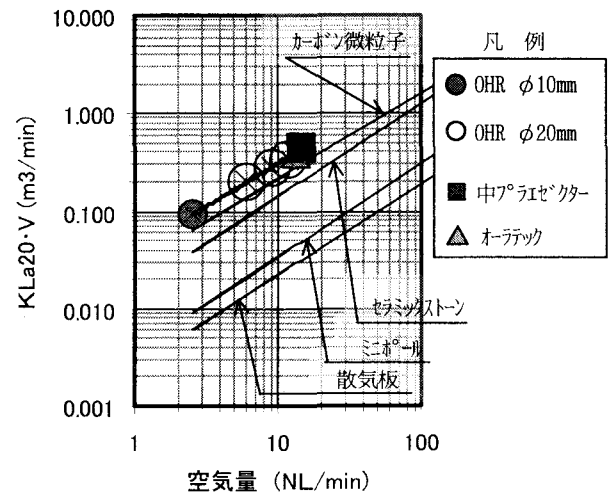


図-4 各装置の空気量と $K_{La20} \cdot V$ の関係

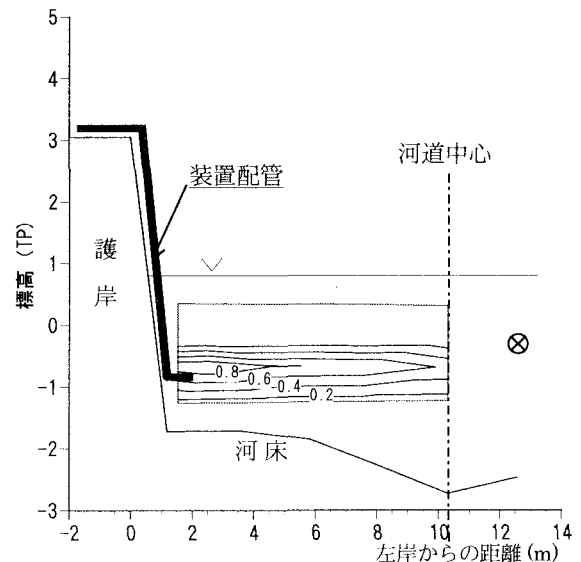


図-5 散気時の河川横断面における DO 分布
(上流から下流側を眺める)