

II-86 曝気槽内の水流と曝気効果について

北海道大学工学部

正員

こうやまかみ
神山桂一

下水処理場で使用されている散気式曝気槽の曝気効果を向上し、活性汚泥と下水との充分な混合を行わせるためには、大気中酸素の下水中への移行の機構を明らかにするとともに、槽内の水流状態を究明する必要がある。特に *spiral flow* 型の曝気槽や、循環曝気方式の下水処理装置（例えば *Aero Accelerator* のごときもの）では、気泡の上昇に伴って起る下水の流動の状況が、浄化効率のうえにも大きく影響する。本研究はこうした気泡曝気に伴う上昇流の発生機構とその強さ、並びに酸素溶解の速度との関係などの究明を目的とした一連の研究の一部で、第一段階として、吹込空気量とそれによる上昇流の強さ、槽中央に設けた隔壁の影響、散気装置による差異、および夫々の場合の酸素溶解速度の比較について実験的研究を行い、それに対して若干の考察を加えたものである。

最初に、空気吹込みにより生ずる水の上昇流速と吹込空気量との関係も、図-1 に示すような曝気水槽で測定した。槽内各部分の流速測定には、巽教授が曝気筒内の流速測定に用いたと同様なピトー管を、方向を自由に指向し固定できる支持金具につけて使用した。槽底には底面積の半分を占める散気板を、板上面が底面と同じ高さになるようにはめ込んである。この散気板の他に散気筒や散気袋も底面上約 2cm の隙間があくように取付けて使用したが、各々の詳細は表-1 の通りである。

測定結果の 1 例として、水槽内の水位を 80cm とし、吹込空気量と隔壁の挿入率（隔壁面積/水位×槽奥行）を種々に変化したとき、気泡による上昇流の結果生じた下部開口部を右から左へ向う流れ（断面平均流速）は表-2 のようになった。水深や空気量を変えた多くの実験結果は、上昇流の発生原因として合業教授等がさきに発表したように、気泡の混入による密度の変化によるとして計算した値にはならず、（表-2 のカッコ内が計算値）それよりもかなり大きなものとなった。このことから考えて、曝気槽内の上昇流は単に気泡の

混入した水塊の密度差によるばかりでなく、他に何等かの力を考慮せねばならない。これについては現在なお検討中である。

図-1 実験用曝気水槽

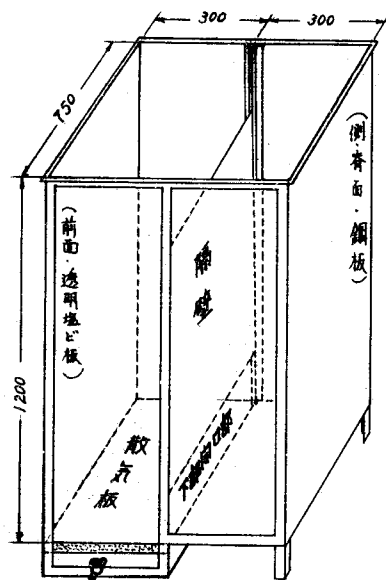


表-1. 使用した散気装置

散気装置	材 質	寸法(mm), 個数	散気面積(cm^2)	同左/槽底面積
散気板	カボラダム グレド25	300×300×厚30, 2.5枚	2250	0.500
散気袋	ナイロン布	全90×長600, 1本	516	0.115
散気筒	カボラダム グレド20	全40×全60×長500, 1本	316	0.070

隔壁を図のごとく槽の中央に入れることにより、表-2 からわかる通り、循環水量はやや増加する。ただし水面での水平方向の流速が大となるため、下降部での流速分布は著しくかたより、隔壁に近い所では反対に上昇流さえ生ずる。このことは曝気槽内に充分な混合の行われない部分ができ、spiral flow 型であれば、縦方向に短絡流の生ずる原因となる。循環水量が大となる見込みの INKA 式曝気槽では特にこの点に留意して、槽を数個に区切る等の対策が必要である。

空気吹込みによる酸素溶解速度の測定には亜硫酸ソーダ法を用いた。予め窒素ガスを吹込んで溶存酸素を 1ppm 程度とした水道水（北大病院地下水）に、亜硫酸ソーダを約 300 ppm とするごとく加え、触媒としては硫酸銅溶液を用いた。

通気時間と酸素溶解量の関係は図-2 にその一例を示すごとく直線状となった。時間の経過につれて若干溶解速度が減少しているのは、実験中に水温が上昇したことによる影響や、残存する亜硫酸ソーダが減少したことによる反応速度の低下が考えられる。使用した3種類の散気装置ともほぼ同様な溶解速度を示し、この点での差はあまり大きくはない。

実験結果から酸素溶解速度を求め、別に気泡の大きさを写真撮影により測定して、気泡の全表面積のみを接触面積として、総合酸素溶解速度恒数 K_L を計算した結果は表-3 のごとくになった。散気板の場合は通気量の大小によっても K_L に差はなっているが、散気袋や散気筒では通気量の小さい方が大きい K_L を与える。このことは空気吹込方法によって最も効率よく酸素を溶解せしめる英のあることを示唆している。

参考文献

- 1) 巽；水道協会雑誌，274号，p.41
- 2) 山本，井出，合衆；水道協会雑誌，325号，p.44.

表-2 下部開口部流速 (cm/秒)

水深 80 cm, 散気板使用					
隔壁挿入率	通気量	0 %	40 %	60 %	80 %
2	ℓ/分	3.30 (4.05)	7.20 (4.52)	9.16 (4.76)	3.30 (5.43)
5		11.05 (6.35)	13.40 (7.10)	11.10 (7.70)	11.20 (8.53)
10		14.30 (8.90)	18.30 (9.92)	13.80 (10.90)	18.80 (11.92)
15		16.70 (10.80)	20.40 (12.05)	17.40 (13.20)	19.70 (14.50)
20		19.80 (11.95)	20.00 (13.35)	20.50 (14.70)	23.80 (16.10)

図-2 通気時間と酸素溶解量

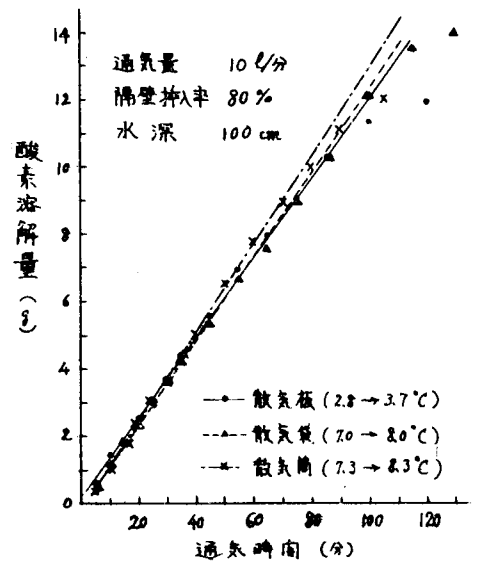


表-3 総合酸素溶解速度恒数の比較 (隔壁挿入率 80%, 水深 80cm)

散気装置	通気量	酸素溶解速度	K_L
散気板	20 ℓ/分	0.466 $\frac{g}{cm^2 \cdot h}$	3.90×10^{-6} $\frac{1}{cm^2 \cdot h}$
	10	0.264	3.89×10^{-6}
散気袋	20	0.457	3.24×10^{-6}
	10	0.271	3.70×10^{-6}
散気筒	20	0.435	3.89×10^{-6}
	10	0.290	5.17×10^{-6}