

(114)

328. 下水処理における曝気槽散気装置の 曝気性能について

橋 本 奨

(大阪市土木局下水道部中浜下水処理場)

まえおき

下水処理における活性汚泥法では、活性汚泥微生物の代謝活性に必要な酸素を供給する方法に、散気式曝気と機械式曝気がある。散気式曝気では、多孔性（微細気泡性）あるいは非多孔性（大気泡性）散気装置または衝突式あるいは噴射式散気装置など数多くの方式があるが、通常下水処理では、散気式旋回流曝気槽の散気装置として、微細気泡性（多孔性）あるいは大気泡性（非多孔性）の散気装置が最も多く用いられている。

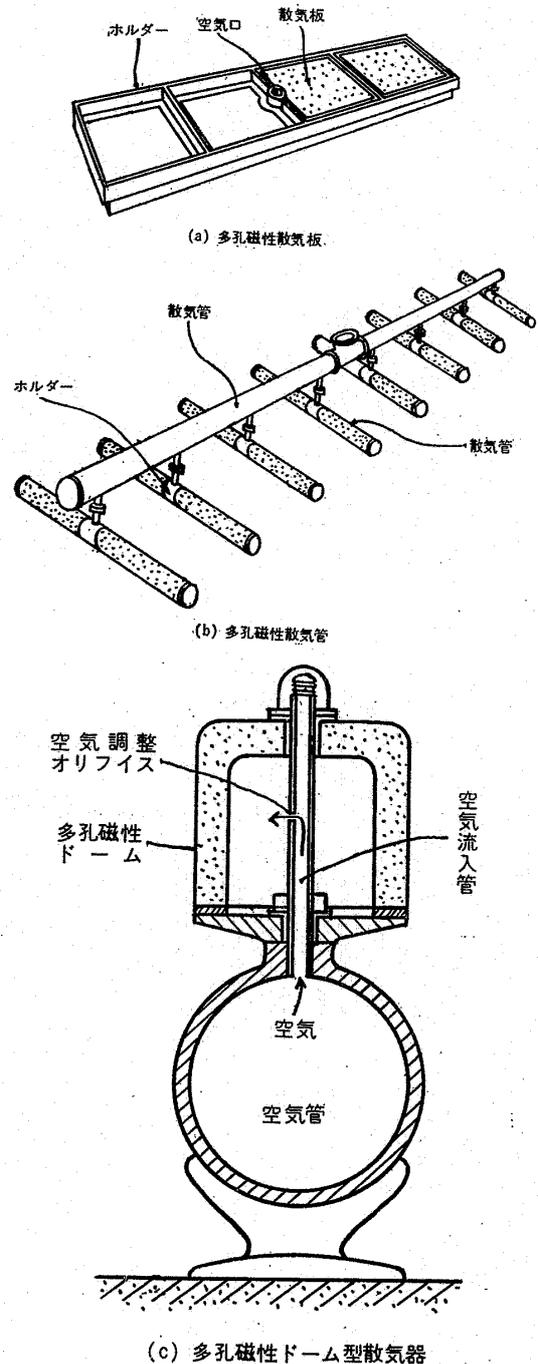
散気式旋回流曝気槽の曝気性能（酸素移動容量係数）は ① 散気装置の種類、② 散気装置の設置位置、③ 散気装置の設置数、④ 通気量、⑤ 散気装置の浸水深さ、⑥ 曝気槽の形状と寸法、⑦ 液体の物理的・化学的性質などの曝気条件で変化し、これら諸因子と曝気性能（酸素移動容量係数）との間の関係については、King¹⁾、Eckenfelder²⁾、Downing et al.³⁾、Eckenfelder and Barnhart⁴⁾、Bewtra and Nicholas⁵⁾ら、またその他古くより数多くの研究者により種々研究されている。

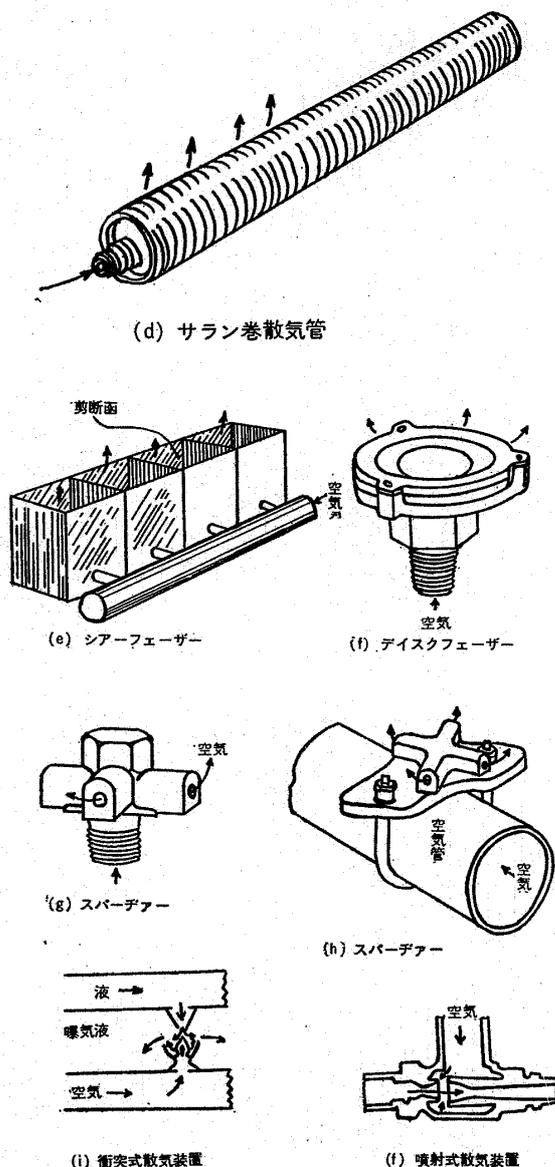
演者も昭和37年、昭和38年の本学会の生物化学工学シンポジウムおよび本学会誌⁶⁾（41巻、4号、昭和38）に下水処理における実際施設の維持管理からみた散気式旋回流曝気槽の曝気性能の二、三の問題について報告した。

今回は、小型模型実験曝気槽と実際の大型曝気槽を用いて、微細気泡性散気装置と大気泡性散気装置の曝気性能の比較および曝気槽液表面における気泡破裂に伴う曝気効果について検討し、あわせて小型模型実験曝気槽を用いて曝気性能におよぼす散気装置の設置位置の影響と散気装置の目詰り現象について検討した結果について報告する。

1. 散気装置の種類と選定

下水処理における散気式曝気には、第1図に示した





第1図 各種散気装置の模式図

ような種々の散気装置が用いられている。微細気泡性（多孔性）散気装置として、磁性と非磁性の二種があり、前者には多孔磁性散気板（porous ceramic plate diffuser）、多孔磁性散気管（porous ceramic tube diffuser）、多孔磁性ドーム型散気器（porous ceramic dome diffuser）、また後者にはサラン巻散気管（Saran tube diffuser）がある。これらの微細気泡性散気装置は曝気槽混合液中の特殊物質⁷⁾〔汚泥シルト、第1鉄塩、石灰（炭酸カルシウム etc）砂など〕によって外部から閉塞し、また供給空気中の特殊物質⁷⁾（粉塵、油、サビ、スケールなど）によって内部から閉塞するので、曝気槽の運転時でも、容易に取りはず

して、その閉塞状態の点検と清浄作業が行なえるように散気管が用いられている。大気泡性（非多孔性）散気装置として、Sparger, Discfuser, Shearfuser などがあり、特殊な散気装置として衝突式散気装置（Impingement diffuser）、噴射式散気装置（Jet diffuser）などがある。

大気泡性散気装置はまれにパイプスケールや石灰（炭酸カルシウムなど）の沈析により詰ってくることがあるが、微細気泡性散気装置に比べて、閉塞がほとんどないので、最近では米国その他では多数の新設あるいは既設プラントに用いられるようになってきている⁸⁾。Eckenfelder^{8,9)}が水深15 feet (4.75m) で六種の散気装置の曝気効率を比較したところによるとメーカーの推薦する最適の曝気率で運転する場合は、曝気効率は10%からは余り差がなく、散気装置の種類によって最適曝気率がかなり変わり、曝気率が最適からずれると曝気効率がかなり低下する例もあるという。したがって、散気装置の曝気効率がほぼ同じである限り、一般にその閉塞頻度、強度と耐久性などを考慮に入れて予測される維持費ならびに設備費に基づいて散気装置を選定せねばならない。

2. 曝気性能（酸素移動容量係数）の試験法⁶⁾

一般に酸素の水中に溶解する速度は水中の酸素不足量、曝気面積（気液界面）に直接比例し、次式で示される。

$$\frac{dC_L}{dt} = K_L a (C_S - C_L) \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 C_S は気液界面における酸素平衡濃度 (ppm)、 C_L はある時間における酸素濃度 (ppm)、 a は液単位容積当りの気液接触面積、 t は曝気時間 (hr) K_L は液境膜における酸素移動係数である。

(1) 式を積分すると

$$2.303 \log (C_S - C_L) = K_L a t + \text{const.} \dots\dots\dots(2)$$

(2) 式における $2.303 \log (C_S - C_L)$ を曝気時間 (t) に対する半対数図表にプロットすることにより、 $K_L a$ すなわち曝気槽の酸素移動容量係数を直線の傾斜から求められる。

また (1) 式において C_L が 0 近辺の場合をとるならば、 $\frac{dC_L}{dt}$ は溶存酸素 0 近辺における曝気槽の酸素溶解速度になる。曝気効率は標準状態の曝気速度から求めた供給酸素量に対する溶解酸素量の%で表わされる。

活性汚泥混合液あるいは下水を含む曝気槽混合液中

(116)

の溶存酸素濃度の時間変化 $\frac{dC_L}{dt}$ は酸素利用の影響を加味して、次式で示される。

$$\frac{dC_L}{dt} = K_{La}(C_S - C_L) - r_r \dots\dots\dots(3)$$

$$r_r = K_r C_m \dots\dots\dots(4)$$

K_r は活性汚泥の酸素利用速度 (O_2 mg/ssg/hr), r_r は曝気曝混合液 (活性汚泥あるいは下水) の酸素利用速度 (O_2 ppm/hr), C_m は曝気槽混合液の活性汚泥浮遊物質濃度 (g/l) である。

酸素移動容量係数 K_{La} は曝気槽中の溶存酸素濃度の時間的変化を測り、(3) 式から求めることができる。

また実際施設の連続流の曝気槽では曝気槽のある点では定常状態 ($\frac{dC_L}{dt} = 0$) が存在すると考えられ、曝気槽のそれぞれの位置で、気泡から液中への酸素溶解速度 $K_{La}(C_S - C_L)$ と曝気槽混合液の酸素利用速度 r_r とは等しく、液中の溶存酸素濃度が定常に保たれていると仮定して、近似的に次式から K_{La} を求めることができる。

$$K_{La} = \frac{r_r}{C_S - C_L} \dots\dots\dots(5)$$

○ 小型模型実験曝気槽の場合

実験曝気槽に所定量の水道水を入れ、これに極く少量の亜硫酸ソーダと銅イオンを加えて、水中の溶存酸素を除いて後、曝気によって溶解した酸素量の変化を一定間隔で測定する。(2) 式から酸素移動容量係数を算出する。

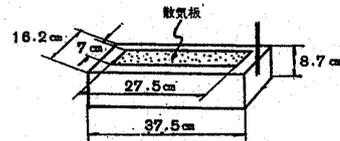
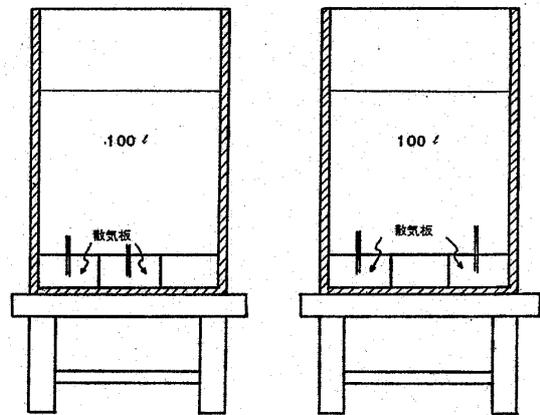
○ 実際の大型曝気槽の場合

実際の大型曝気槽の所定位置 (散気板と反対側の側

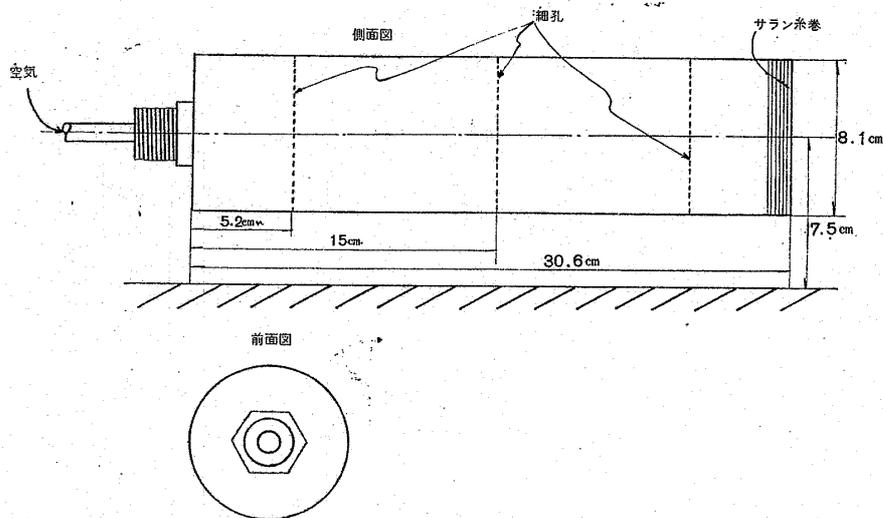
壁付近) で、曝気槽混合液を採取して、その溶存酸素 (C_L) と酸素利用速度 (r_r) をウインクラー法の硫酸銅スルファミン酸変法⁹⁾で測定する。また先と同一試料に硫酸銅スルファミン酸溶液を1%容量に添加して攪拌混合後、静置沈澱させて得た上澄液を所定時間 (約1~2時間強力に曝気して前同様に硫酸銅スルファミン酸変法で酸素飽和濃度 (C_S) を測定する。前記各測定値から (3) 式あるいは (5) 式によって酸素移動容量係数を算出する。

3. 微細気泡性と大気泡性散気装置の曝気性能の比較

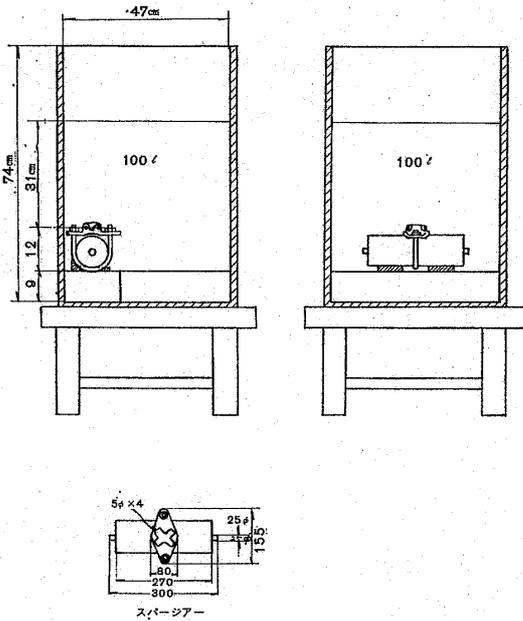
微細気泡性散気装置として、多孔磁性散気板 (第2



第2図 小型模型実験曝気槽 (散気板)



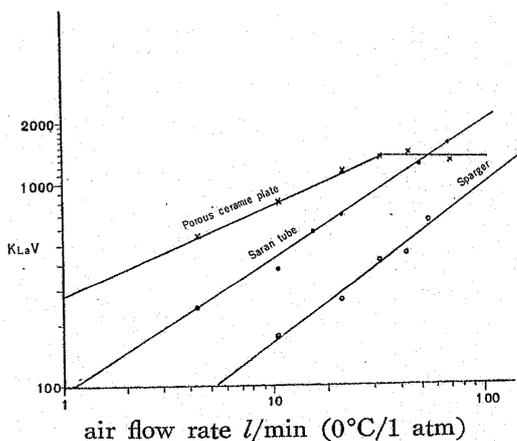
第3図 サラン巻散気管



第4図. 小型模型実験曝気槽.
(スパージャー)

図)とサラン巻散気管(第3図)をまた大気泡性散気装置として Sparger (第4図)をそれぞれ図示したように角型模型実験曝気槽の底部側壁に設置して、各散気装置の曝気性能を比較した。

散気装置はいずれも小型実験曝気槽の底部側壁に設置して、旋回流方式とした。散気板の乾燥状態における空気流通量は水頭圧 50mm において散気板面積 900 cm² (散気板1枚の面積) 当り 450±50 l/min の範囲のものである。Sparger は高速で空気を噴出させるように、中心角 90° で4方向に四個の噴出口がある。サラン巻散気管は波形の真鍮管にサランの強いよりをかけた糸を巻付けたもので、微細気泡を噴出させるようになっている。これら三種の散気装置の曝気性能を比較すると第5図のようである。Eckenfelder¹⁰⁾ は他の



第5図 各種散気装置の曝気性能の比較

研究者の行なった実験成績を用いて、5種の散気装置の酸素移動におよぼす通気量の影響を検討しているが、第5図の成績は同氏の成績の傾向とよく近似している。

Eckenfelder¹⁰⁾ によると散気装置の酸素移動は装置の性格、装置の水深、通気量に左右され、各散気装置の酸素移動を比較するには、吸収値として次式を用いるのが便利であるという。

$$N = \frac{K_{La}V}{G_s^{(1-n)}h^{(1-g)}} \dots\dots\dots(6)$$

- N : 吸収値
 - K_{La} : 酸素移動容量係数 1/h
 - G_s : 通気量 (0°C, 1気圧) ft³/min
 - G : 散気装置の水深 feet
 - (1-n) : 指数 (恒数)
 - (1-g) : 指数 (恒数)
- (6) 式の unit を G_s : l/min, h : cm, V : l に変換すると

$$N' = \frac{K_{La}V}{G_s^{(1-n)}ah^{(1-g)}}$$

ただし $N' = \frac{28.3^{(1-n)}30.5^{(1-g)}}{28.3} N$

小型実験曝気槽では、散気装置の水深を一定にしているから、 $N'h^{(1-g)}=C$ (常数) として

$$K_{La}V = CG_s^{(1-n)} \dots\dots\dots(7)$$

で示されるから、(7) 式を用いて、第5図から酸素移動直線の次式から、常数 C と指数 (1-n) を求めることができる。

Sparger の場合

$$K_{La}V = 1.92 G_s^{0.77} \dots\dots\dots(8)$$

Saran tube の場合

$$K_{La}V = 93 G_s^{0.65} \dots\dots\dots(9)$$

散気板の場合

$$K_{La}V = 275 G_s^{0.45} \dots\dots\dots(10)$$

常数 C は、通気量が 1l/min の非常に小さいときの $K_{La}V$ に等しい。Eckenfelder and O'Connor¹⁰⁾ によると通気量が非常に小さいときには、散気孔から生成する気泡の大きさは、散気孔の直径と表面張力に直接比例し、液体密度に逆比例する。したがって常数 C は散気孔の大きさにもとづく気泡径の大きさを $K_{La}V$ で示したものと解釈される。指数 (1-n) は、通気量を増大したときの気泡の合体によるその大きさの増大

(118)

あるいは気泡分裂の程度を示すと解釈される。常数 C は Sparger において最も小さいが、散気板において最も大きい。これはいずれも散気孔の大きさにもとづいている。

指数 $(1-n)$ が1より小さいときは、通気量が増大すると気泡の大きさも増大して、酸素移動効率が減少し、また指数 $(1-n)$ が1より大きいときは通気量が増大すると大きな気泡が小さな気泡に細分化されて、酸素移動効率が増大することを示している。本実験では、100 l 容量の小型模型実験曝気槽を用い、散気装置の水深は Sparger の場合は 31 cm, サラン管の場合は 31.5 cm, 散気板の場合は 43 cm であるから、指数 $(1-n)$ は実際の水深の大きい大型曝気槽に取付けた散気装置の $(1-n)$ よりも著しく小さい値となっているが、 $(1-n)$ の大小比較によって、通気量増大による気泡細分化の傾向いいかえると、気泡の合体しない傾向を知ることができる。すなわち通気量の増大による気泡細分化の傾向は散気板において最も小さく、Sparger において最も大きい。したがって、散気板では通気量を少なくとり、Sparger では通気量を大きくして、施設設計をなされねばならない。散気装置の水

深が 15 ft (4.75 m) の実際の大型曝気槽での散気装置の $(1-n)$ は、Eckenfelder³⁾ によると散気板、Saran tube の場合は 0.8, Sparger の場合は 1.0~1.35 で、水深の浅い小型実験曝気槽の場合よりも著しく大きい。したがって通気量増大に伴う気泡細分化の増大傾向は水深の大きいほど大であり、また散気板におけるよりも Sparger において著しく大きくなると考えられる。

Bewtra and Nicholas⁵⁾ は、サラン管と Sparger での気泡生成部分と気泡上昇部分の写真を示し、Sparger では、開口部の大きさにより独立した大きな気泡、あるいは連続した鎖状の大気泡ができるが、これは開口部当りの空気量、表面張力などによって変り、気泡が上昇する間に破碎され、最も安定した気泡径となると述べている。

第1表は、大阪市のC処理場とN処理場の曝気槽に用いられている Sparger と多孔磁性散気板の曝気条件と曝気性能を示した。曝気効率 O_2 kg/kwh と曝気槽 m^3 当りの散気装置価格を比較すると、両者の優劣はつけがたく、散気装置の目詰りに伴う維持費の増大を考慮すれば、むしろ多孔磁性散気板に比べて Sparger

第1表. 大阪市のC.N両処理場における散気装置の曝気条件と曝気性能.

	C 処 理 場		N 処 理 場	
	巾 2.5m 深 5.2m	巾 4.6m 深 4.5m	巾 4.6m 深 4.5m	巾 4.6m 深 4.5m
曝 気 槽 容 量	1620m ³	8600m ³	8600m ³	8600m ³
散 気 装 置 個 数	240個	2,828枚	2,828枚	2,828枚
散気装置一個当りの空気量 l/分	250	41.1	238	238
曝 気 速 度 (free) (0°1気圧)	0.03 l/l/分 0.0474m ³ /m ³ /分	0.01619l/l/分 0.01974m ³ /m ³ /分	0.00936l/l/分 0.01124m ³ /m ³ /分	0.00936l/l/分 0.01124m ³ /m ³ /分
風 圧	0.58kg/cm ²	0.65kg/cm ²	0.58kg/cm ²	0.58kg/cm ²
全 風 量 (m ³)	60m ³	139.2m ³	80.5m ³	80.5m ³
動 力 消 費	110kw	280kw	140kw	140kw
酸 素 移 動 容 量 係 数	3.8	1.6	0.86	0.86
曝 気 効 率 O ₂ kg/kwh	0.3	0.41	0.44	0.44
酸 素 飽 和 濃 度	7.4PPM	8.41	8.41	8.41
酸 素 溶 解 速 度 kg/m ³ /hr	0.02812kg/m ³ /h	0.01346kg/m ³ /h	0.00723kg/m ³ /h	0.00723kg/m ³ /h
散 気 装 置 一 個 の 価 格	2,800円	*	*	*
曝気槽 m ³ 当りの散気装置 価格 (円)	414.4	2,400円 792 (462)	2,400円 792 (462)	2,400円 792 (462)

* 散気板函も含む (.) は散気板1枚の価格1,400円とした場合の価格

がよいのではないかと思考される。現在、大阪市では Sparger はほとんど予備曝気槽の散気装置として用いられ、曝気槽の散気装置は目詰りの点を考慮した多孔磁性散気板を用いている。

4. 多孔磁性散気管の気孔径と曝気性能の関係について

第2図、第4図の小型模型実験曝気槽に第2表に示したような形状、寸法の多孔磁性散気管を水深31cm

第2表. 多孔磁性散気管の形状寸法.

名称	日本碍子K.K.製 NGK			西独シュマッハーK.K.製 ブランドール		
	1-7	1-4(太)	1-4(細)	No. 120	No. 80	No. 60
長さ (cm)	39	39	39	39	39	39
内径 (cm)	4.8	4.0	4.0	4.0	3.8	4.0
外径 (cm)	7.4	7.1	6.0	7.0	7.0	7.0
管厚 (cm)	1.3	1.55	1.0	1.5	1.6	1.5
最大気孔径 (μ)	330	160	160	800	400	280
水深深さ (cm)	31.7	31	31.7	31	31	31

の位置に対角線に設置して、各種散気管の曝気性能をしらべ、第6図の成績を得た。第6図から、各散気管の酸素移動の直線式を求めるとつぎのようになる。

ブランドール No. 60 の場合

$$K_{La}V = 80G_s^{0.731}$$

ブランドール No. 80 の場合

$$K_{La}V = 70.5G_s^{0.75}$$

ブランドール No. 120 の場合

$$K_{La}V = 54.4G_s^{0.747}$$

N. G. K. 1-7 の場合

$$K_{La}V = 70.3G_s^{0.813}$$

N. G. K. 1-4(細)の場合

$$K_{La}V = 48.8G_s^{0.936}$$

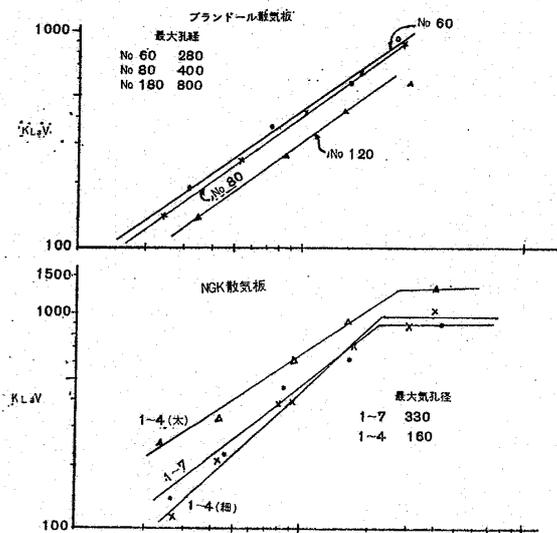
N. G. K. 1-4(太)の場合

$$K_{La}V = 135G_s^{0.675}$$

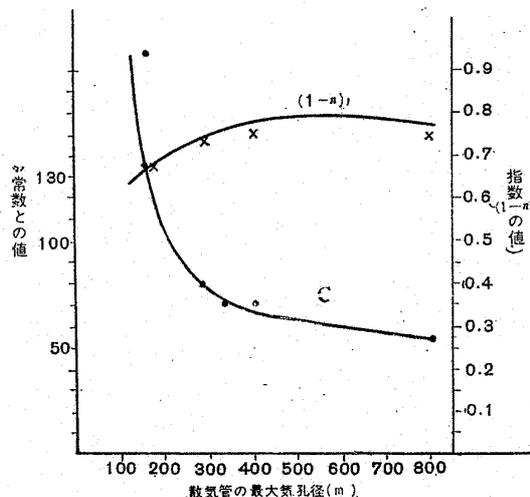
すなわち散気管の孔径が大きくなるに従って常数Cは小となるが、指数(1-n)は増大する。ブランドール材では孔径変化による指数(1-n)の変化は少ない。散気管の管径を小とすると、常数Cの減少と指数(1-n)の増加がある。

5. 曝気性能におよぼす散気板設置位置の影響

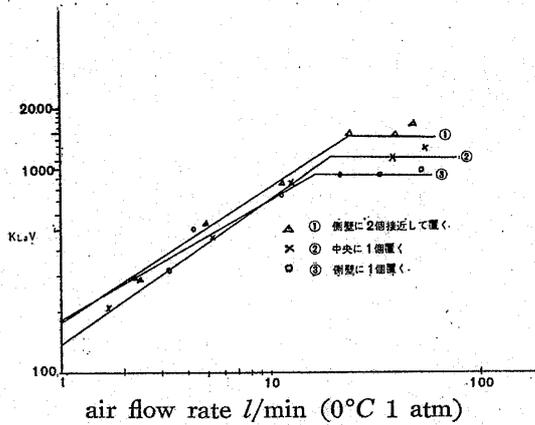
第2図の小型模型実験曝気槽で図の通り多孔磁性散気板を、①側壁に1個置いた場合、②両側壁にそ



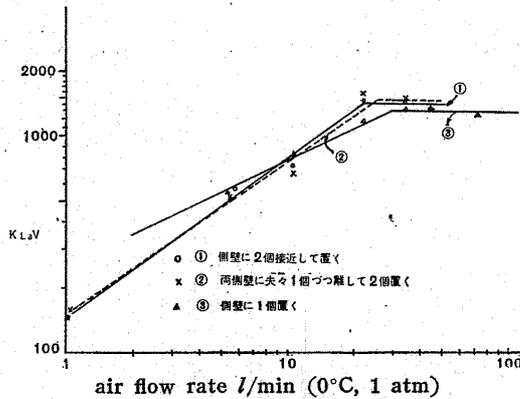
第6図 各種多孔磁性散気管の気孔径と曝気性能の関係



第7図 散気管の最大気孔径と常数Cと指数(1-n)の関係



第8図. 曝気性能におよぼす多孔磁性散気板の設置位置の影響.



第9図. 曝気性能におよぼす多孔磁性散気板の設置位置の影響.

それぞれ離して2個置いた場合, ③ 中央に1個置いた場合, ④ 側壁に2個近接して置いた場合の4通りの場合について, その曝気性能をしらべ, 第8図, 第9図の成績を得た. 第8図, 第9図から, それぞれ酸素移動の直線式を求めるとつぎの通りである.

第8図からは

- 側壁に2個接近して置く場合 ②
 $K_{La}V=178G_s^{0.666}$
- 中央に1個置く場合 ④
 $K_{La}V=138G_s^{0.71}$
- 側壁に1個置く場合 ①
 $K_{La}V=188G_s^{0.58}$

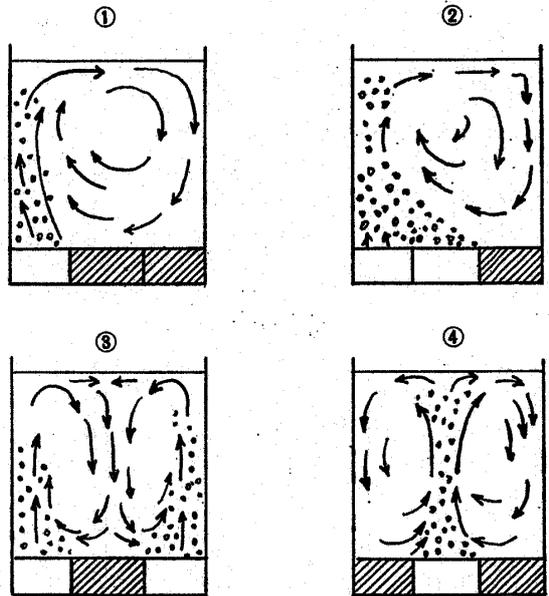
第9図からは

- 側壁に2個接近して置く場合 ②
 $K_{La}V=150G_s^{0.699}$
- 両側壁にそれぞれ1個ずつ, 離して2個置く場合 ③
 $K_{La}V=145G_s^{0.732}$
- 側壁に1個置く場合 ①

$$K_{La}V=250G_s^{0.485}$$

となる.

すなわち多孔磁性散気板の曝気性能はその設置位置によって変わる. 普通, 散気式旋回流曝気槽では, 曝気槽の側壁底部に1列もしくは2列に散気板を設置されている. ① 散気板を側壁に1個設置する場合, 常数 C は著しく大きく, 指数 $(1-n)$ は非常に小さいが, ② 側壁に2個接近して置く場合, ③ 両側壁におのの1個ずつ離して2個置く場合, ④ 中央に1個置く場合と順次に常数 C の減少と指数 $(1-n)$ の増加がある. これらについては, ① ② ③ とそれぞれ, 第10図に示したように, 気泡接触による気泡径の増加や



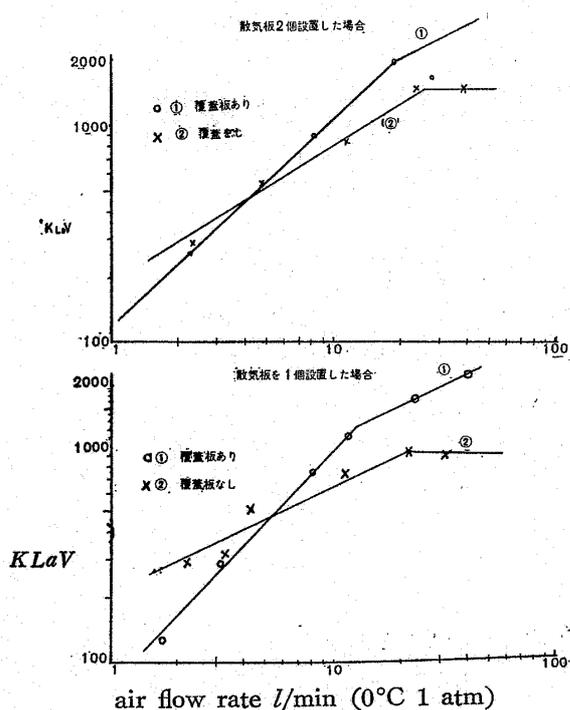
第10図. 多孔磁性散気板の設置位置による気泡上昇と水流の挙勢.

接触後の気泡分裂その他水理学的な要因の影響を受ける.

6. 曝気槽液表面における気泡破裂に伴う曝気効果について

第2図の小型模型実験曝気槽の側壁に ① 散気板を1個あるいは②接近して2個設置し, 液表面に覆蓋板を設けた場合と覆蓋板を設けない場合の曝気性能を比較することによって, 液表面における気泡破裂に伴う曝気効果をしらべ, 第11図の成績を得た. 第11図から酸素移動の直線式を示すとつぎの通りである.

- ① 散気板を1個設置した場合
 - 覆蓋板のない場合
 $K_{La}V=210G_s^{0.488}$
 - 覆蓋板のある場合



第11図. 曝気槽液表面における気泡破裂に伴う曝気効果と覆蓋板の影響.

$$KLaV = 77.7Gs^{1.08}$$

② 散気板を2個設置した場合

- 覆蓋板のない場合

$$KLaV = 185Gs^{0.640}$$

- 覆蓋板のある場合

$$KLaV = 115Gs^{0.969}$$

となる。

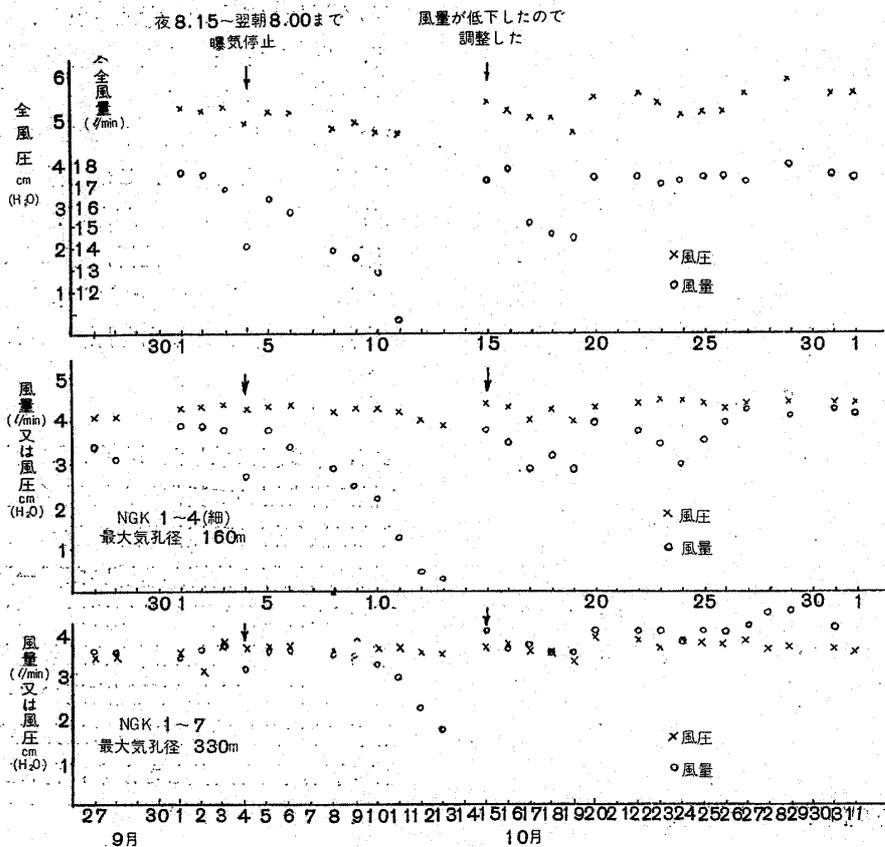
すなわち、① ② 両者ともに覆蓋板を液表面に設けると、常数Cは減少し、指数(1-n)は著しく増大する。この増減の傾向は②よりも①において著しい。散気板による旋回流曝気方式では、気泡の生成あるいは上昇時には気泡の合体あるいは分裂の程度は覆蓋板のある場合とない場合の両者に大差ないと考えられるので、通気量の著しく少ないとき(普通、下水処理に用いられる散気板による旋回流曝気方式では、通気量は、0.01~0.02 l/l/min位)に液表面に覆蓋板を設けると酸素移動は著しく低下する。これは覆蓋板は液表面での気泡破裂による曝気効果を阻害しているためで、板と液面との間では気泡が合体することと、攪拌が少ないゆえ、酸素移動が著しく低下するものと考えられる。したがって下水処理の実際に用いられている散気板による旋回流曝気槽では、液表面での曝気効果は非常に大きいものと考えられる。しかし、通気量が増加すれば、液表面に覆蓋板を設けると酸素移動は著しく増加する。これは覆蓋板と液表面との間で、気泡が衝

突、破裂して、攪乱が著しく大となるゆえ酸素移動が著しく増加するものと考えられる。

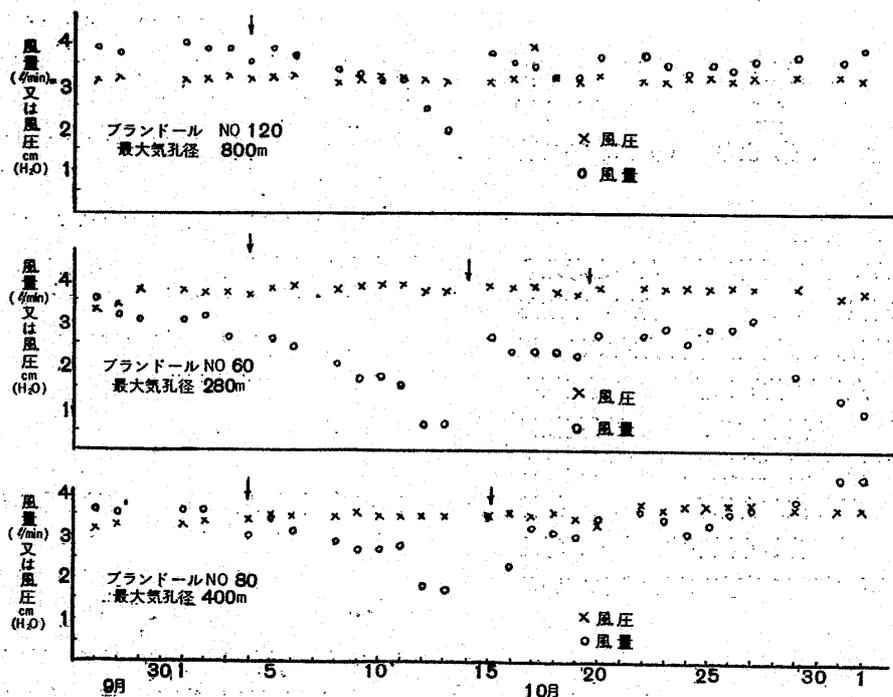
7. 多孔磁性散気装置の閉塞とその防止

多孔磁性散気装置は古くより用いられて来たが、このおもな欠点は過剰空気を供給する場合でも次第に閉塞してくることである。この目詰りの原因には空気によるものと液によるものがある。液による閉塞のおもな原因に汚泥シルトの沈析、石灰、鉄、砂、油、*Saprolegnia* あるいは *Achlya* などのカビなどがあり、また空気による閉塞のおもな原因にダスト、油、サビやスケールなどがある。第2図の小型模型実験曝気槽に活性汚泥と下水の混合液(S.S 2000 ppm) 100 lを入れて、第2表に示した N.G.K. 散気管とブランドール散気管を用いて製作した管長(有孔部分) 7 cm の試験用散気管を曝気槽底部に並べて、実際の処理場曝気槽の空気管の枝管から導いた同一通気管から、それぞれゴム管で各試験用散気管に連結して約2ヶ月間曝気し、多孔磁性散気装置の目詰り現象を試験した。各散気管には風圧と通気量測定用のメーターを設け、実験開始時に散気管1個当りの通気量を3~5 l/minに、また時折風量を調整しながら、毎日風量と風圧を測定した。なお通気は実際の処理場曝気槽の曝気状態の強弱のいかんで変わるようにした。第12図、第13図は各散気管の閉塞状況を風量、風圧で示したものである。すなわち散気管の気孔径が大きいほど、目詰りによる風量低下が少ない。また目詰りに徐々に起り、通気量増減操作でこの目詰りはふたたび快復されるが、徐々に目詰りが起ってくる。散気板の気孔径の大きい程目詰りが少なく、散気板の強度を考慮してなるべく気孔径の大きい散気板を選定すれば目詰りが少なくすることができる。

大阪市の経験では、送気の中絶が多ければ多いほど閉塞を一層強めるようで、したがって、散気板面積1 ft²(散気板1枚の面積)当り、2 ft³/min (56.6 l/min)の送気量を最小限連続的に維持することが、すみやかな液による閉塞と不完全な空気分散を防ぐために必要である。しかし、送気量を余り大きくすると圧力損失が過大となり、空気経済が悪くなるから、通気量は、6~8 ft³/min/ft²を越えてはならない。これらの限界内では、他の条件が同一であれば、許容限界の閉塞にいたる多孔磁性散気装置の寿命は運転時間の長さに関係せず、むしろ送気全量によってきまると考えられる。実際の下水処理場における多孔磁性散気板の目詰り頻度は、地域別に処理場別に異なり、ある処理場では、10~20年も寿命がある場合もありまた2~3年、



第 12 図 多孔磁性散気管の閉塞状況



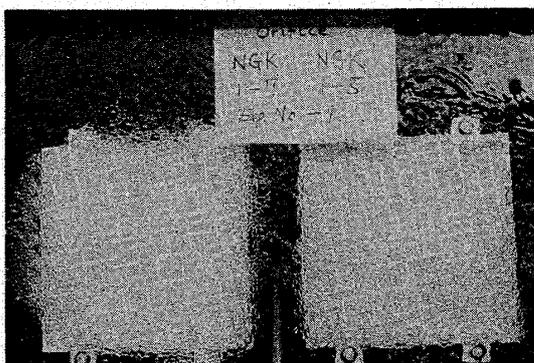
第 13 図. 多孔磁性散気管の閉塞状況

あるいは1年以内で寿命がくる場合もある。

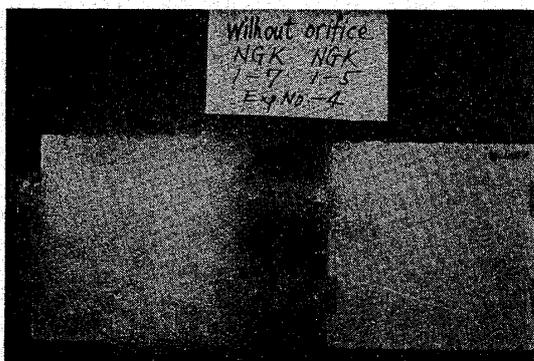
大阪市では、前記送気量の連続送気に注意して、散気板の目詰りを少なくしている。また空気主管内の空気の清浄度が多孔磁性散気装置の閉塞を支配する最も重要な因子で、空気、1000 ft³ 当り塵埃 0.04 mg しか含まない空気を送れば閉塞は絶対に起らなかったといわれている⁸⁾。普通、設計基準では汚濁空気の塵埃量は最大 0.5 mg/air 1000ft³ を推奨している⁷⁾。

大阪市では散気式旋回流曝気槽の散気装置としてほとんどすべて、多孔磁性散気板を用いているが、散気板の品質（気孔の均一性）あるいは施工の技術、下水の水質と処理場の特殊性、目詰りなどの原因で、散気板からの気泡発生が均等でなかった例があった。曝気槽では多数の散気板を設置するため、気泡発生が不均等になれば、散気板の閉塞が倍加される。したがって大阪市では曝気槽で散気面積全体にわたって均等に気泡が発生するようなオリフィス付きの多孔磁性散気装置を採用している。第14図、第15図は散気板による気泡曝気におよぼすオリフィスの均一効果を示したもの

① オリフィスあり



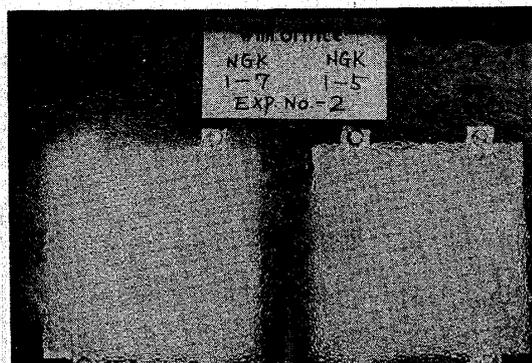
② オリフィスなし



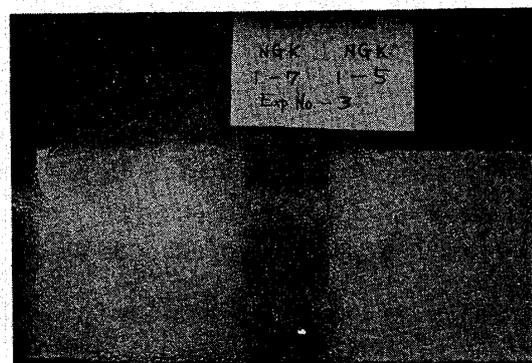
第14図. 気泡曝気におよぼすオリフィスの均一効果。

(実験条件 通気量 40l/min, 風圧 62mm~65mm 水柱)

① オリフィスあり



② オリフィスなし



第15図. 気泡曝気におよぼすオリフィスの均一効果。

(実験条件 通気量 60l/min, 風圧 100mm~120mm 水柱)

である。使用した散気板の空気流通量は、乾燥状態、水頭圧 50mm で N. G. K. 1-5 型の場合に 870l/min / 1枚 (最大気孔径 180 μ), N. G. K. 1-7 型の場合に 1495 l/min / 1枚 (最大気孔径 330 μ) で、両散気板を図示したようにオリフィスのある場合とオリフィスがない場合の気泡発生状況を比較した。すなわちオリフィスは散気板からの気泡発生を均一にする効果があり、散気面積の均等利用と均一気泡の生成に由来する曝気性能の向上または目詰りの防止にきわめて有効である。

む す び

下水処理に用いられている各種散気装置特に最も多く使用されている多孔磁性散気装置の曝気性能の特性と、その目詰り現象について、実験と経験から得られた結果の概要について述べた。古くから種々の散気装置が考えられて来たが、目詰りの欠点があるとしても今なお、多孔磁性散気装置が多数使用されている現状である。最近、新型式の散気装置が多数開発されている

(124)

ことは、完全な散気装置がまだできていないことを示すものと考えられ、経済的理想的な散気装置の研究開発は、下水処理場の維持管理費の主要な部分を占める曝気に伴う電力費の節減とも関連して、下水廃水処理で極めて重要な問題で、なお一層の研究開発を期待したい。

文 献

- 1) King, H.R. : *Sewage & Industrial Wastes* 27 (8) 894-908 (1955), 27 (9) 1007~1026 (1955), 27 (10) 1123~1129 (1955).
- 2) Eckenfelder, W.W. : *Sewage & Industrial Wastes*, 31, (1) 60~70 (1959).
- 3) Downing, A. L., Boon, A. G., Bayley, R.W. : *Inst of Sewage Purification, Journal and proceeding, part 1* p66~94 (1962).
- 4) Eckenfelder, W. W., Barnhart, E. L. : *Wastes Eng. No. 2* (Feb) 80~83 (1963).
- 5) Bewtra, J. K., Nicholas, W. R. : *J. W. P. C.* F. (October) (1964).
- 6) 橋本, 島崎, 白庄司 : *醸工*, 41 (4) 208~227 (1963).
- 7) Sub-Committee on air Diffusion : *Manual of Practice No. 5, air diffusion in Sewage Works, Federation of sewage and Industrial Wastes Associations, Champaign, Illinois* p50~62 (1952).
- 8) Committee of the Am. Soc. Cio. Eng. and W.P. C. F. : *Sewage treatment plant, Design Headquarters of the Society* New York (1959).
- 9) 橋本, 小林, 白庄司 : *水道協会雑誌*, 335 (8) 58 (1962).
- 10) Eckenfelder, W. W., O' Connor, D. J. : *Biological Waste Treatment*, pergamon press, Oxford • London • New York • paris p 102 (1961).