

表面曝気による酸素吸収

東北大学工学部

学生員 田中 実

東北大学工業教員養成所

学生員 勘田 省吾

§1 はじめに

好気性生物処理である活性汚泥法では曝気をする必要があるが、曝気方式としては、散気式、表面曝気式、および両式併用がある。表面曝気式ではその運転条件を変えることにより、酸素吸収が大きく変動する特性がある。欠点としては汚泥が機械的に粉砕されてしまうことなどがあげられる。

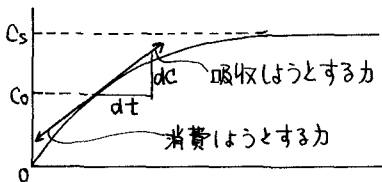
本研究では攪拌羽根の形状および水深を変えることによる曝気槽容量の変化が酸素吸収にどのような影響するかについて、溶存酸素とBOD₅除去、および汚泥がせん断されることによる沈殿への影響について実験研究した。

§2 実験装置および実験方法

図1に酸素吸収に関する実験装置を示し、図2に攪拌羽根の形状を示した。図3に溶存酸素とBOD₅除去および汚泥の沈殿に関する実験装置を示した。曝気槽は図1に示すものに沈殿池をとりつけ、連続操作できるようにしたものである。

酸素吸収については曝気槽中の水道水とNa₂SO₃により酸素消費1、溶存酸素の時間的变化をDO分析計により調べ、酸素移動速度(N_m)、および消費動力(P)を求めた。計算式は前報を参照されたい。

BOD₅除去についての実験条件は曝気時間を16時間、基質としては1尿消化槽脱離液を用いた。脱離液は脱離液：水道水 = 1 : 8、すなわちBOD₅ = 235 ~ 390 ppm 平均300 ppmに希釈し用いた。



酸素消費量は曝気槽内の溶存酸素(C₀)を測定することにより、上図のように酸素吸収の実験で求めた時間一濃度曲線上のそのC₀のもとで吸収しようとする力と消費しようとする力が釣り合っているので、 $\frac{dC}{dt}$ を求めれば、

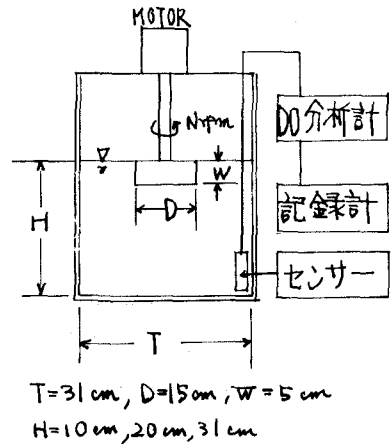


図1 酸素吸収実験装置

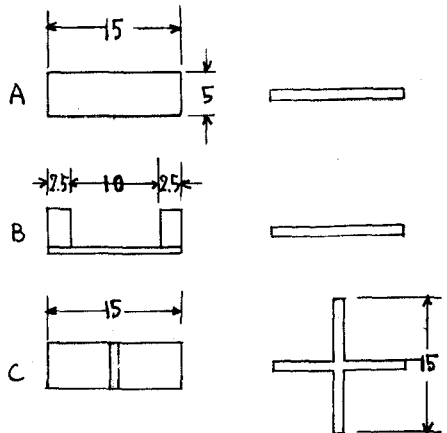


図2 攪拌羽根の形状 (数字はcm)

酸素消費量は $\frac{dC}{dt} \times V$ として求められる。

$$\frac{dC}{dt} = K_L a (C_s - C_0) \quad \text{であるので}$$

$$\text{酸素消費量} = K_L a (C_s - C_0) \times V \quad \text{となる。}$$

沈殿への影響についての実験では汚泥をふやすための回転数を200rpmとし、曝気時間を12時間とした。

次に汚泥をせん断するため、回転数を300, 400, 500, 600 rpmと増加し、そのときの混合液を500 ml のメスシリンダーで沈殿させ、沈殿率、および上澄液の浮遊物質(SS)量を求めた。又、沈殿汚泥の濃度は

$$\text{沈殿汚泥濃度} = \frac{MLSS \times 100 - \text{上澄液 SS} (100 - \text{沈殿率})}{\text{沈殿率}}$$

で求めた。せん断された汚泥とともに戻すために2日間のかいなすりを行なった後、再び実験した。

5.3 実験結果と考察

1. 酸素吸収について

図4に回転数と N_m の関係を示した。回転数/20 rpm 付近に変曲点が見られ、その後は回転数の増加と共にほぼ直線的に増加する。水深の変化および攪拌羽根の形状によって N_m に影響はみられず、これらは重要な因子ではないと考えられる。表面曝気では水面での条件、すなわち負圧により気泡の生成、水面の乱れにより酸素を吸収するわけであるので、水深の変化は水内部の問題であり、攪拌羽根の形状は水面の乱れ等によって重要な因子でないことになる。

図5に回転数と消費動力の関係を示した。水深の増加は水量の増加であるので運動量も増加する。このため消費動力も水深20 cm に比べ10 cm は30% 減少し、30 cm は15% 増加した。酸素吸収速度は等しいと考えられるので水深が浅いほど経済的ということになる。が、実際に廃水を処理するプラントでは面積負荷の問題もあり、このことだけで経済性を論ずることはできない。

攪拌羽根の形状は消費動力でも大きな変動要素とはならなかった。

- A: 稀釈液貯留槽
- B: マイクロポンプ
- C: 曝気槽
- D: 沈殿池
- E: モーター
- F: 攪拌羽根
- G: 採水槽

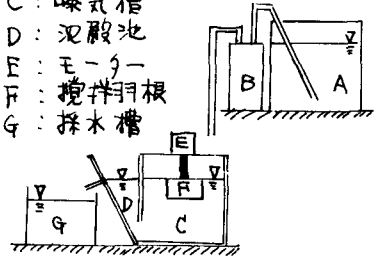


図3 BOD₅ 除去実験装置および沈殿

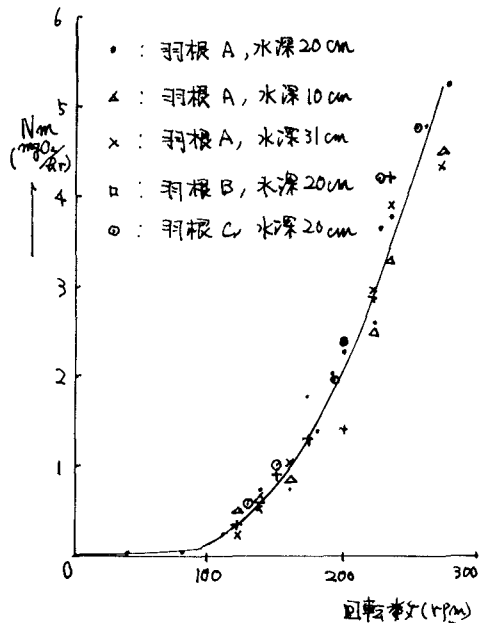


図4 回転数対酸素吸収速度

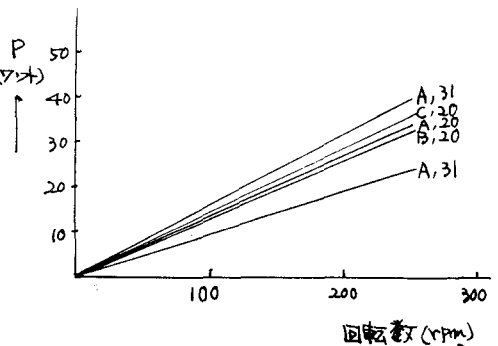


図5 回転数対消費動力

2 溶存酸素とBOD₅除去について

図6に溶存酸素とBOD₅除去率の関係を示した。この結果3ppm以上あれば80%以上の除去率を期待できる。この実験で用いたMLSSは1400ppm程度と少ないことを考えると、もっと大きな除去率も期待できる。又、1ppm以上であればBOD₅除去にあまり影響を与えないことが分る。この場合、曝気は撹拌羽根の回転により行われ、酸素吸収速度を増加させ溶存酸素を高くすることは、回転数を高くすることであり、それと同時に、撹拌混合が増加するわけで、活性汚泥の細胞表面の表面更新が大きくなり、必ずしも溶存酸素の影響だけではないと思われる。

図7に酸素消費量とBOD₅除去率の関係、図8に溶存酸素と酸素消費量の関係を示した。図4で示したように140ppm付近は酸素吸収速度で変曲点近くであり、このため、曝気条件の少しの変動により溶存酸素が大きく変動するためと思われる。表1に実験結果を示した。

表1 実験結果

回転数 [rpm]	BOD ₅ 除去率 [%]	溶存酸素 [ppm]	O ₂ 消費量 [$\frac{m^3}{hr}$]
100	71	0.8	217
	59	0.4	238
	66	0.5	231
	61	0.5	231
120	67	0.9	259
	75	1.9	231
	70	1.4	245
140	87	3.1	385
	86	4.9	283
	79	3.0	390
	74	1.8	462
	80	1.9	413
160	84	5.0	441
	85	5.5	392
	81	5.1	469
	79	4.7	413
	82	5.2	427
180	87	6.0	497
	86	5.6	560
	87	6.2	462
	90	6.2	462
	85	5.1	644

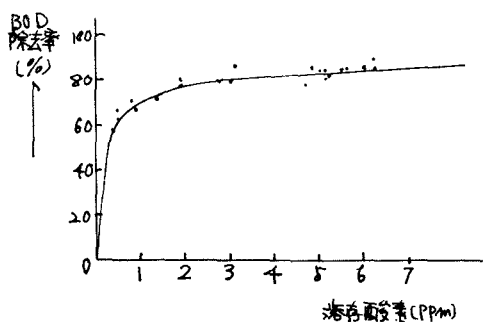


図6 溶存酸素対BOD₅除去率

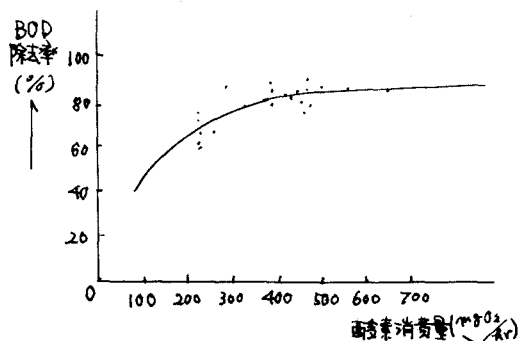


図7 酸素消費量対BOD₅除去率

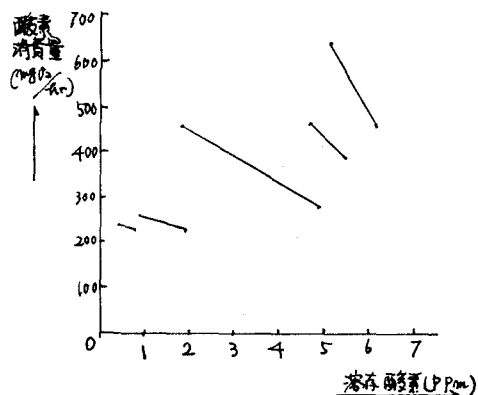


図8 溶存酸素対酸素消費量

3 せん断の沈殿に及ぼす影響について

図9に回転数と上澄液SS量の関係を示した。回転数の増加により汚泥がせん断され、粒子径が小さくなるため沈降が遅くなり、沈殿しにくくなること分る。この関係を時間と上澄液SS量を半対数グラフに図示したのが図10である。12時間沈殿後の流出水SS量は140 PPMであったので、この値と最終SS量と仮定し、この値になるまでの沈殿時間をみると200 rpmでは90分、300、400、500、600 rpmではそれぞれ250分、370分、1200分、3600分と増加すること分る。

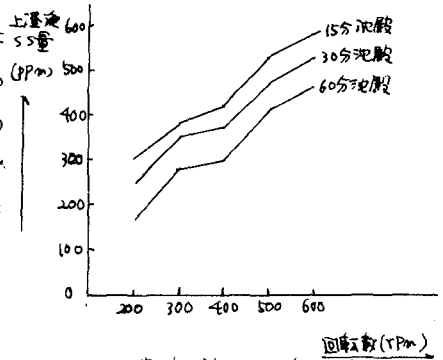


図9 回転数対上澄液SS濃度

図11に回転数と沈殿汚泥のSS濃度の関係を示した。この結果400 rpmまでは粒子径の減少により間デキ比が小さくなり汚泥のSS濃度が増えると思われる。それ以上の回転数の増加は、汚泥SS濃度の増加にならないで、減少する。

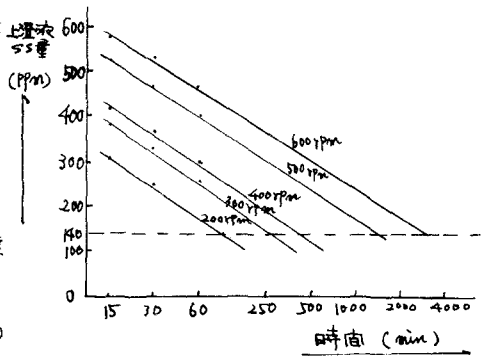


図10 沈殿時間対上澄液SS濃度

3.4 総括および結論

- ① 撈拌羽根の形状、曝気槽水深の変化は酸素吸収速度にとって重要な因子とは考えられない。
消費動力の面で考えれば、水深の変化は重要である。
- ② 溶存酸素が1 PPM以上あればBOD₅除去にあまり影響を与えない。
- ③ 回転数の増加は汚泥をせん断することにより、沈殿に影響を与える。

謝辞: 本研究を行なうにあたり、御指導いただきました東北大学工学部教授、松本順一郎先生に深く、謝意を表します。

参考文献

- ① 松本順一郎、田中実 “表面曝気による酸素吸収” 才23国土学会講演会論文集, 527 ~ 528 頁,
(昭 43, 10)

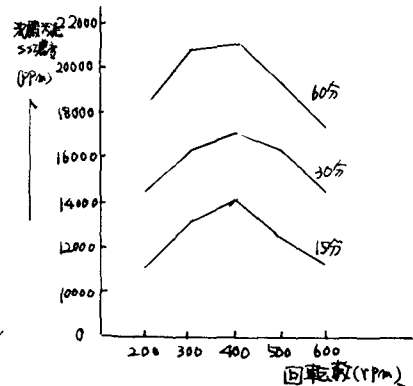


図11 回転数対沈殿汚泥SS濃度