



Title	シミュレーションによる下方注入式オゾン反応槽の反応特性に関する研究
Author(s)	森岡, 崇行; 加藤, 康弘; 星川, 寛 他
Description	第2回衛生工学シンポジウム (平成6年11月10日 (木) -11日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 2 モデル解析 . 2-3
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 2, 48-50
Issue Date	1994-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7582
Type	departmental bulletin paper
File Information	2-2-3_p48-50.pdf



2 - 3

シミュレーションによる下方注入式オゾン反応槽の反応特性に関する研究

○森岡 崇行、加藤 康弘、星川 寛 ((株)富士電機総合研究所)

岡田 光正 (広島大学工学部)

茂庭 竹生 (東海大学工学部)

1. はじめに

近年注目されるオゾン反応槽として、下方注入式オゾン反応槽が挙げられる。(図1)

これまで、その水理特性やテストプラントでの処理特性の検討等が行われてきたが、最近高濃度オゾンガスの有効性が注目されている事から、筆者らは、より高濃度のオゾンガスを用いた場合のオゾン反応特性を検討するため、シミュレーションによる数値実験を行い、従来の横流式向流多段接触池との比較を行った。

2. 下方注入式反応槽のオゾン溶解モデル

下方注入式オゾン反応槽の溶解モデルを考えるにあたり、以下の仮定を行った。①反応槽内は下降部、上昇部とも完全な押し出し流れとする ②気相-液相のオゾン濃度間には、Henryの法則が成り立つ。また、オゾンの自己分解速度定数 K_{O_3} は温度、pHの関数¹⁾、総括移動係数 K_L は温度の関数²⁾、気液接触面積 a は送気量の関数³⁾として計算し、分配係数及び気液接触面積には水深圧の影響を考慮した⁴⁾。オゾンと汚濁物質との反応については、その反応速度の違いから、臭気物質とその他のオゾン消費性物質を分けて考えた。

反応槽(高さ z_0)内の、ある高さ z の薄層 dz における物質収支を考えると、以下の微分方程式が得られる。これらの式を初期条件(反応槽頂で $P=P_0$ 、 $C=0$)で解く事により、各高さにおけるオゾン濃度(液相、気相)及びオゾン消費性物質濃度、臭気物質濃度を計算することが出来る。なお、臭気物質は低濃度であるためオゾンを消費しないとし、計算には表1の値を用いた。

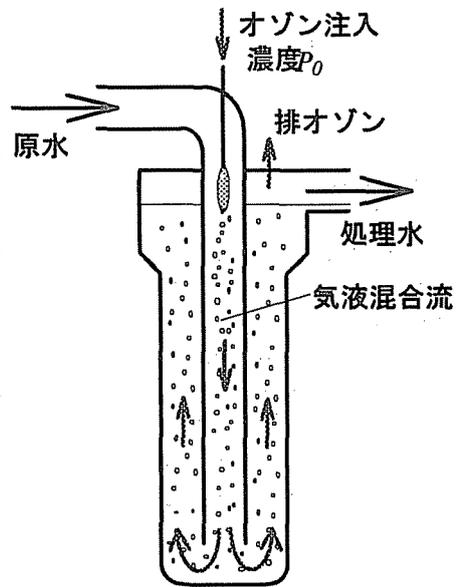


図1 下方注入式反応槽

<液相側> (反応槽頂を $z=0$ とする)

$$Q_L \frac{dC}{dz} = A \{ K_L a \cdot (C^* - C) - K_{O_3} \cdot C - K_D \cdot X_D \cdot C \} \quad \dots (1)$$

<気相側>

$$Q_G \frac{dP}{dz} = -A \cdot K_L a \cdot (C^* - C) \quad \dots (2)$$

<オゾン消費性物質>

$$Q_L \frac{dX_D}{dz} = -A \cdot R_D \cdot C \cdot X_D \quad \dots (3)$$

<臭気物質>

$$Q_L \frac{dX_{od}}{dz} = -A \cdot R_{od} \cdot C \cdot X_{od} \quad \dots (4)$$

Q_L :処理水流量(m^3/min)、 Q_G :オゾンガス流量(m^3/min)、
 C :溶存オゾン濃度(mg/l)、 A :槽断面積(m^2)、 P :気相中オゾン濃度($mg/l-air$)、
 X_D :オゾン消費性物質濃度(mg/l)、 R_D :オゾン消費性物質分解速度定数($l/mg\cdot min$)、
 K_D :オゾン消費性物質のオゾン消費速度定数($l/mg\cdot min$)、
 X_{od} :臭気物質濃度(ng/l)、 R_{od} :臭気物質の分解速度定数($l/mg\cdot min$)

表1 計算に用いた諸定数

オゾン消費性物質濃度	3 (mg/l)
オゾン消費性物質の分解速度定数	0.05 ($l/mg\cdot min$)
オゾン消費性物質のオゾン消費速度定数	0.04 ($l/mg\cdot min$)
臭気物質濃度	300 (ng/l)
臭気物質の分解速度定数	0.25 ($l/mg\cdot min$)

3. 計算結果及び考察

3-1. オゾン吸収率

注入率=1.5 (mg/l) 及び、滞留時間=5 minの一定条件下で、反応槽高さ及び注入オゾンガス濃度(P_0)を変化させた場合のオゾン吸収率を図2に示した(注入率一定条件であるので、 P_0 が高い場合はオゾンガス流量が小さくなる)。 P_0 に応じて吸収率が10%以上増加している。また、その増加量は反応槽高さを高くした場合よりも大きい。つまり、高濃度オゾンガスを用いれば、反応槽高さを高く取る場合と同等以上の効果が得られるという事が予想できる。横流式向流3段接触池(各段毎のオゾン注入比 3:2:1)と比較すると、吸収率に関する差はそれほど大きくない。

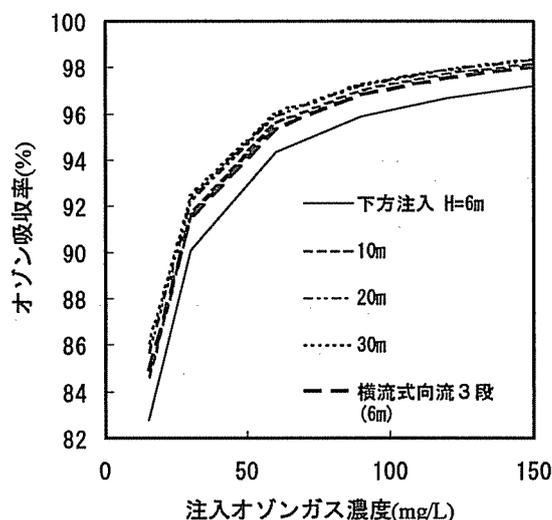


図2 注入オゾン濃度とオゾン吸収率
(オゾン注入率=1.5mg/L, Rt=5min)

3-2. 臭気物質除去率

3-1項と同じ条件下での臭気物質除去率を図3に示した。臭気物質除去率も P_0 と共に増加しているが、 $P_0=25mg/l-air$ 附近から飽和する傾向を示す。横流式向流3段接触池と比較すると、下方注入式の方が全般的に10%程度高い値を示す。このような特性は、溶存オゾン濃度分布の違い

によるものと考えられた。そこで、下方注入式反応槽及び横流式向流3段接触池それぞれの反応槽内溶存オゾン濃度分布を図4に示した。この図より、横流式向流3段接触池内の溶存オゾン濃度は反応槽出口で最大値を示すのに対して、下方注入式では反応槽最深部(図中a点)で最大の溶存オゾン濃度を示す。これはオゾンの溶解(オゾンの気相から液相への移行)が下降管内でほぼ完了してしまう事を示している。その結果、反応槽への流入直後から、高い濃度の溶存オゾンと臭気物質の反応が進行するため、同じ滞留時間の横流式向流3段接触池よりも臭気物質除去率が高くなったと考えられる。

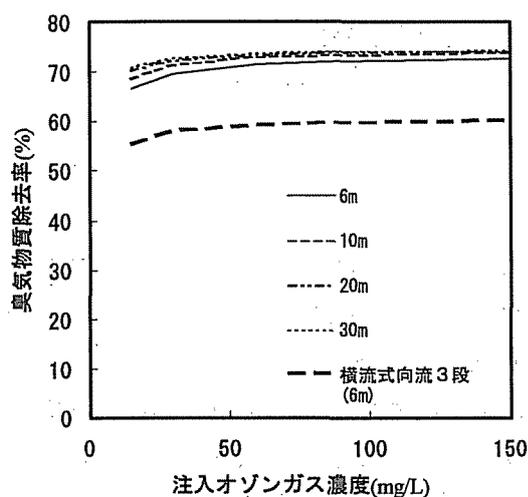


図3 注入オゾン濃度と臭気物質除去率
(オゾン注入率=1.5mg/L, Rt=5min)

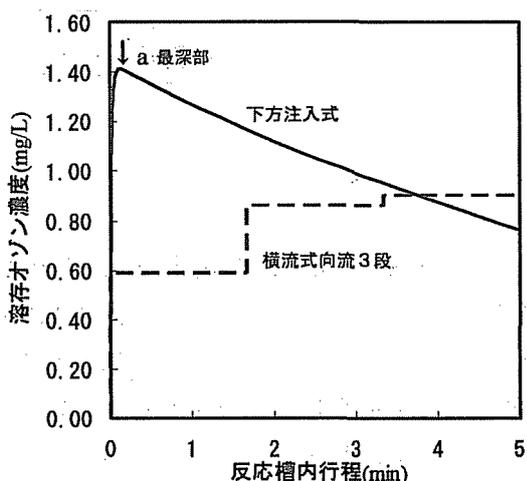


図4 反応槽内溶存オゾン濃度分布
(オゾン濃度=30mg/L, Rt=5min)

4. まとめ

1. 下方注入式反応槽及び横流式向流3段接触池では、反応槽高さ、及び注入オゾンガス濃度を高くする事により、オゾン吸収率が向上する。とりわけ、注入オゾンガス濃度の効果が大きい。
2. 下方注入式反応槽は横流式向流3段接触池に比べて高い臭気物質除去性を示し、その理由として、下方注入式反応槽のオゾン溶解速度の速さや、反応槽内溶存オゾン濃度分布の高さなどが考えられる。

参考文献：

- 1) 森岡、本山、星川、岡田、茂庭；「横流式接触池のオゾン吸収モデル」
水道協会雑誌、第482号 (1974. 11)
- 2) 村木安司；「オゾンの水への吸収」
水道協会雑誌、第434号 (1970. 11)
- 3) 宗宮、津野；「連続向流式接触筒による二次処理水オゾン処理に関する研究(I)」
水処理技術、Vol. 16, No. 7 (1975)
- 4) 田畑則一；「上水のオゾン処理における気液接触装置の特性」
水道協会雑誌、第482号、(1974. 11)