

付着生物膜内外の溶存酸素濃度に関する研究

鹿児島高専 学 ○岡 村 勲

鹿児島高専 正 西 留 清

1. はじめに

回転円板付着生物膜内の溶存酸素濃度分布を明らかにすることは、付着生物膜による基質除去（有機物酸化・硝化）速度を知る上で重要である。そこで、本報では半水没型回転円板付着生物膜内の溶存酸素濃度を測定し、この実測溶存酸素濃度分布とコンピューターシミュレーションによる溶存酸素濃度分布および酸素消費速度を比較検討する。

2. 実験装置と実験条件

実験に用いた半水没型回転円板装置の諸元は参考文献1)を参照のこと。回転円板付着生物膜は、恒温室（20℃）で、鹿児島高専下水処理場流入水を源水として用いた。この源水を約300ℓのタンクに汲み上げ、約50ℓ使用されると、源水は自動的に所定の量まで追加された。このタンクから約3ℓのタンクに自然流下させ、この小タンクから定量ポンプにより連続5段の回転円板装置で前処理を行い、この処理水を本実験装置への流入水とした。前段の回転円板装置でBODを低下させ、本装置の付着生物膜に酸素消費速度が大きい硝化細菌を付着させた。装置は5週間以上稼働させ、DO測定点が0.5mm以上の生物膜厚さで実験を開始した。実験時の本装置流入および液本体水質を表-1に示す。

流入水量は0.245m³/dayであり、基質の負荷量および除去量を表-2に示す。

3. 結果と考察

3-1 DO測定

生物膜中のDO濃度測定は電圧として記録され、その記録結果を図-1にDO濃度表示した。記録結果を滑らかな曲線表示し、図-2に生物膜表面内外のDO濃度を表示した。DO測定は、DO電極の先端が空中部の生物膜表面に存在する付着水膜に接触寸前から測定を開始した。水中でのDO変化が生じ始めても、空中部では電極先端部は20μm付着水膜に接触しなかった。水中でのDO変化が生じた位置から生物膜支持体方向へ測定を10μmずつ行い、膜深部でDO濃度がさほど生じなくなったら20μmずつ測定した。生物膜表面ではDO濃度曲線の変曲が生じるため、本実験結果では付着水膜厚が50μm、拡散層厚が70μmを得た。空中部の付着水膜表面のDOは瞬時に飽和されず徐々に高くなっている。水中部では、生物膜内の酸素消費と液本体への酸素拡散で生物膜表面のDOは急激に低下している。

3-2 酸素消費速度とシミュレーション

図-3は表-3に示すシミュレーション条件でのDO濃度分布の計算結果である。シミュレーションでは、空中部の付着水膜

表-1 流入水と液本体水質

	流入	流出
COD(含SS)	15.5	10.0(mg/ℓ)
DO	1.0	1.5(mg/ℓ)
SS	13	6 (mg/ℓ)
NH ₄ -N	39.9	30.0(mg/ℓ)

表-2 基質の負荷量と除去量

COD負荷量(含SS)	3.4(g/m ² /day)
NH ₄ -N負荷量	8.8(g/m ² /day)
COD除去量(含SS)	1.2(g/m ² /day)
NH ₄ -N除去量	2.2(g/m ² /day)

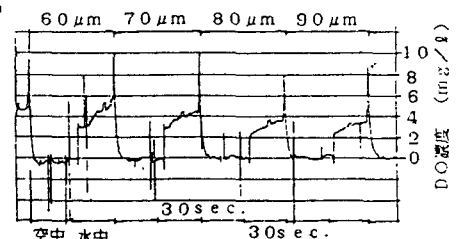


図-1 DO濃度(電圧)の測定結果

表面は常に飽和されて 表-3 シミュレーション条件
 いると仮定したため、 生物膜厚 500 μm
 空中部のDO濃度分布 付着水膜厚 50 μm
 は実測濃度分布とあま 拡散層厚 70 μm
 り一致しないが、生物 硝化速度 3400 $\text{g}/\text{m}^3/\text{day}$
 膜厚円板が空中に出る O_2 の拡散係数 2.1 cm^2/day
 瞬間と水中に入る瞬間 NH_4^+ の拡散係数 1.8 cm^2/day
 はよく一致している。 有機物の拡散係数 0.6 cm^2/day
 本実験での有機物酸化

(COD)では、酸素消費は硝化における酸素消費に比較して小さいためシミュレーションでは硝化による酸素消費のみを計算した。図-4は生物膜表面における酸素fluxの結果である。生物膜表面における平均酸素fluxは、シミュレーションでは約 $8.2\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{day}$ となる。図-2から計算可能な時間(0,3,6,9,30sec)における生物膜表面での酸素fluxを図-4に記載し、各点を滑らかな曲線で表示すると、生物膜表面における平均酸素fluxは約 $9\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{day}$ となり、シミュレーション結果とほぼ一致する。また、実験に用いた装置によるアンモニア除去量(表-2, $2.2\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$)が、硝化(すべて $\text{NO}_3\text{-N}$ の変化)により酸素消費が消費されたと仮定すると本装置での酸素消費量は約 $9.1(4.13 \times 2.2)\text{gO}_2/\text{m}^2/\text{day}$ となり、シミュレーションおよび実測DO測定により得られた酸素消費速度とほぼ一致する。

4. おわりに

半水没型回転円板付着生物膜内の溶存酸素濃度を測定し、この濃度分布を明らかにした。また、シミュレーションによっても溶存酸素濃度分布を求めた。これらの分布は円板が水中から出る瞬間と円板が水中に入る瞬間ではよく一致した。実験時の基質除去量から得られる酸素消費量はこれらの溶存酸素分布から得られる酸素fluxとよく一致する。

参考文献

- 1)湯ノ口 他：回転円板法の付着生物膜に関する基礎的研究、土木学会西部支部研究発表会(1990.3), pp. 310-311
- 2)Nishidome K. Kusuda T and Watanabe Y., MICRO-SENSOR FOR MEASURING BIOFILM PROPERTIES IN RBCs, JAPAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS/IAWPRC'S TASK GROUP ON BIOFILM MODELING, MIYAZAKI WORKSHOP ON BIOFILM SYSTEMS, pp.11-16

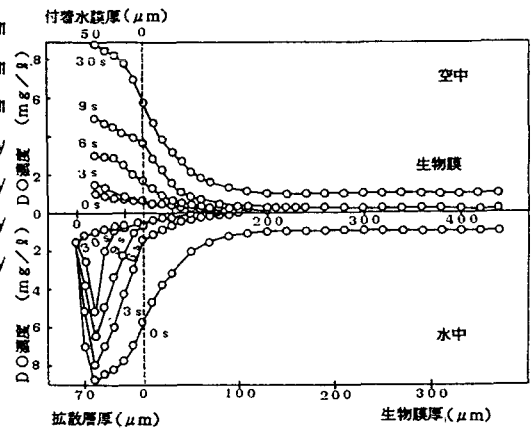


図-2 生物膜内外のDO濃度(実測)

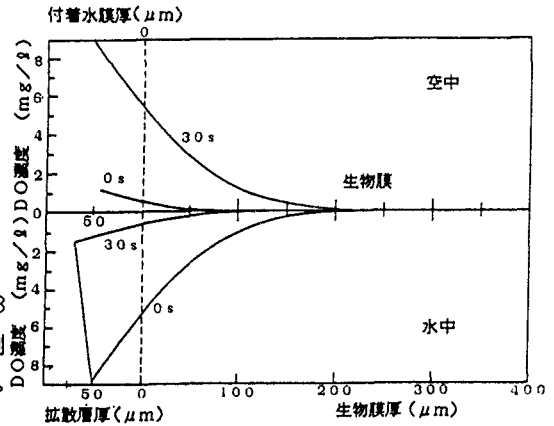


図-3 生物膜内外のDO濃度(実測)

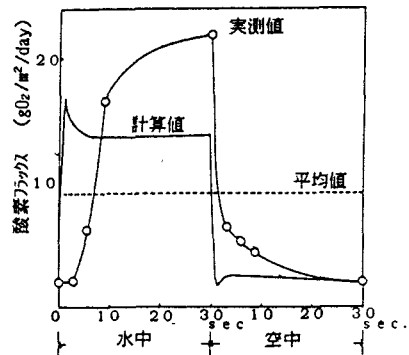


図-4 空中・水中部における酸素flux