

南生建設(株) 正 ○岩永武士 木藤義和
国立鹿児島高専 正 西留 清 徳留伸二

1. はじめに

筆者等はこれまでに付着生物膜の支持体に空間が存在する透過性(ステンレス製金網)の回転円板装置による下水処理の実験から以下の定性的結果を得ている¹⁾。①負荷変動が生じて生物膜の剥離速度は遅く、1ヶ月程度の長期間の低負荷でも生物膜は支持体全面に存在する。②支持体面が生物膜で覆われるまでの生物膜形成速度は早い。③単位面積当たりの付着生物量が多い。以上の定性的結果を踏まえ、本研究では、円板槽下に固液分離装置(イムホフ槽)を持つ透過性支持体を用いた回転円板装置の実験により、①高負荷(高流入水量)運転における有機物(COD)除去特性(実験1)、②円板片面生物膜剥離後の有機物除去特性(実験2)、③低負荷(低流入水量)運転におけるアンモニア性窒素除去(硝化)特性(実験3)、④円板片面生物膜剥離後の硝化特性(実験4)、⑤脱窒特性(実験5)を明らかにする。

2. 実験装置と実験方法

本実験に用いた実験装置を図-1に示す。実験装置は、1槽当たりの円板枚数4枚、円板面積0.528m²、生物付着前円板槽容積7.2ℓ、円板直径29cm、円板回転数8.5rpm、円板材質ステンレス製金網、直列5槽(全円板面積2.64m²)で、円板槽下には固液分離装置としてイムホフ槽を設けた。室温および流入水温は20℃とした。原水としてし尿が主である鹿児島高専下水処理場流入水を用いた。流入原水CODとNH₄-N濃度はそれぞれ48~83mg/ℓと85~118mg/ℓである。流入水量は、実験1、2では160~200cc/min.(平均流入水量負荷98ℓ/m²/day)の高負荷とし、実験3~5までは35~45cc/min.(平均流入水量負荷22ℓ/m²/day)の低負荷運転とした。また、硝化に必要な原水中のアルカリ度不足を補うため炭酸水素ナトリウムを添加した。

3. 結果と考察

3-1 高負荷(高流入水量)運転における有機物除去特性(実験1)

図-2は運転開始4週目から5週目の1週間の各槽平均CODとNH₄-N濃度変化である。高負荷(98ℓ/m²/day)のため有機物(COD)除去は生じるが硝化(NH₄-N除去)はほとんど生じない。液本体COD濃度の高い円板前槽ほどCOD除去効果は高く、液本体COD濃度が低くなる円板後槽ではCOD除去効果は低下する。

3-2 円板片面の生物膜剥離後の有機物除去特性(実験2)

図-3は実験1と運転開始5週目に円板付着生物膜の片面を全て剥離させた24時間経過後の各槽COD濃度(実験2)との比較である。生物膜支持体が透過性であるため剥離させていない生物膜最深部は対面(剥離側)の生物膜表面となる。この生物膜表面近傍で剥離前に休眠菌として存在していた有機物酸化細菌が活性化し、剥離前と比較してCOD除去効果は低下しない。このことは生物膜深部に潜在的に活性の高い有機物酸化細菌が存在していると言える²⁾。

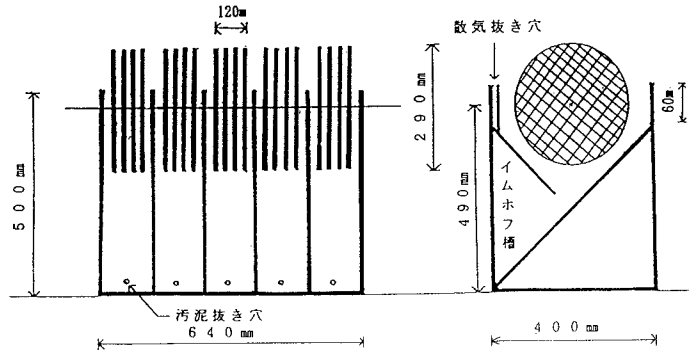


図-1 実験装置

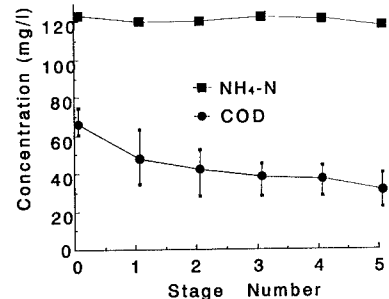


図-2 実験結果(実験1)

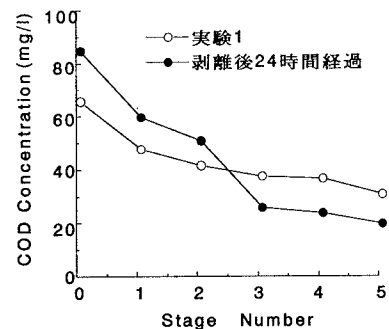


図-3 実験結果(実験1・2)

3-3 低負荷運転におけるアンモニア性窒素除去特性(実験3)

図-4はこれまでの流入水量を約1/5(平均40cc/min.)とした各槽平均 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の変化である。約1週間経過後に高い $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去が生じている。低負荷での硝化菌の生物膜形成には長期間(約1ヶ月)を要するが、本研究に用いた原水のように有機物濃度が低く $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が高い場合、初期に高流入水量負荷運転(1週間以内に生物膜が後槽の円板まで形成される)を行った後、計画水量に戻すと硝化菌の生物膜形成が早くなると言える。

3-4 円板片面の生物膜剥離後の硝化特性(実験4)

図-5は実験3で硝化が完全に生じた状態で円板生物膜の片面を全て剥離させた24時間経過後の各槽アンモニア性窒素濃度の比較である。有機物除去と同様に生物膜支持体が透過性であるため剥離させていない生物膜最深部は対面(剥離側)の生物膜表面となり、この生物膜表面近傍で剥離前に休眠菌として存在していた硝化菌が活性化し、剥離前と比較してアンモニア性窒素除去効果は低下しない。

3-5 脱窒特性(実験5)

図-6は生物膜片面剥離前における各槽の窒素濃度である。流入原水の総窒素(T-N)濃度90mg/lが5槽流出水総窒素濃度43mg/lとなり、52%の総窒素濃度(47mg/l)が除去されている。本実験で用いた回転円板装置と同型の非透過性支持体回転円板装置では総窒素の約30%しか除去されなかった³⁾。透過性支持体の付着生物膜厚さは非透過性支持体付着生物膜の厚さに比べ、支持体の厚さは厚くなる。このため、脱窒に関与する嫌気性の生物膜が厚くなり、総窒素除去効果が高くなると考えられる。図-7は生物膜片面を剥離させた24時間経過後の各槽の窒素濃度である。流入原水の総窒素(T-N)濃度91mg/lが5槽流出水総窒素濃度48mg/lとなり、47%の総窒素濃度(43mg/l)が除去されている。片面剥離により生物膜の厚さが薄くなり、総窒素除去効果が若干低下したと考えられる。

4. おわりに

より安定した水質を得るために透過性支持体と各槽に固液分離装置を持つ回転円板多段法を用いた実験の結果以下の結論を得た。

- (1) 高負荷運転では有機物除去は生じるが硝化はほとんど生じない。液本体有機物濃度の高い円板前槽ほど有機物除去効果は高い。
- (2) 円板片面の生物膜剥離後は剥離前に膜深部に休眠菌として存在していた有機物酸化細菌・硝化菌が活性化し、剥離前と比較して有機物除去・硝化の効果は低下しない。
- (3) 初期に高負荷運転を行った後、硝化に適した負荷量にすると硝化菌の生物膜形成は早くなる。
- (4) 生物膜が厚い透過性支持体では脱窒効果が高い。

参考文献

- 1)例えば、西留他：生物膜の支持体にステンレス製金網を用いた下水処理、1993、土木学会第48回年次学術講演会講演概要集、Vol.2(1320-1321)
- 2)IMAI, KUSUDA: Kinetic study and mathematical modeling of biofilm in an anaerobic fluid, 1993, Second International Specialized Conference on Biofilm Reactors, Vol.1(463-470)
- 3)平他：処理水返送式回転円板法による硝化・脱窒、平成6年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp. 254-255

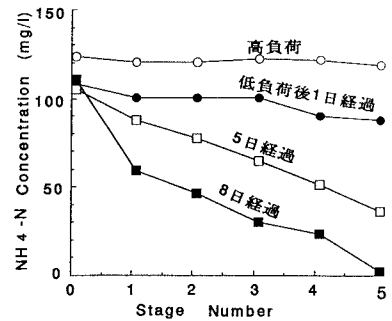


図-4 実験結果(実験3)

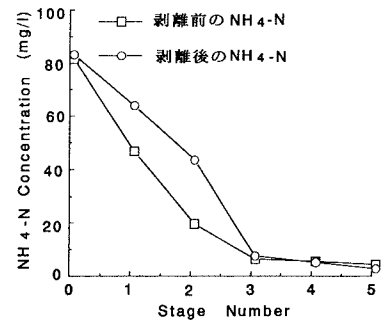


図-5 実験結果(実験4)

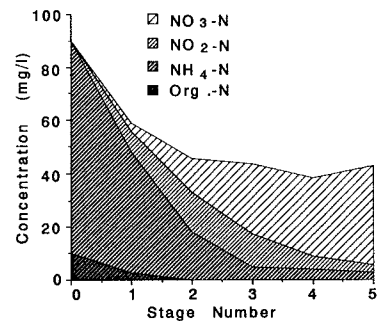


図-6 実験結果(実験5)

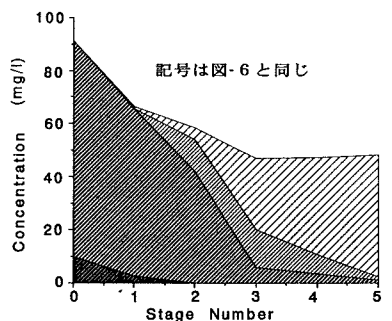


図-7 実験結果(実験5)