

透過性支持体を用いた回転円板法による下水処理特性

国立鹿児島高専 正 ○西留 清
 国立鹿児島高専 田中 順 藤崎 修
 国立鹿児島高専 正 山内正仁 高田克也
 九州大学工学部 正 楠田哲也

1. はじめに

付着生物膜法の一つである回転円板法は返送汚泥を必要とせず、維持管理も容易である。その反面、安定した水質を得るための設計法としては、付着生物膜の操作が困難なため、余裕のある円板面積の確保が必要である。さらに、平衡状態付着生物膜の形成には約1カ月の長期間を要するため、短期間に汚濁負荷量変動しても、反応槽内の付着生物膜の動的変化は遅いため安定した処理水が得られ難い。反応槽に流入する水質の変動に対し、潜在的に高い基質除去速度を持つ生物の状態(休眠菌)が長期間保持できるなら、この休眠菌を利用することにより、余裕のある円板面積を必要とせず、安定した処理水が得られる。このため、回転円板法においてより安定した基質除去速度を得るために、筆者等は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)の回転円板装置を用いている。透過性の支持体を用いた本装置の実験から以下の定性的結果を得ている。①負荷変動が生じても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、回転円板付着生物膜が長期間に渡り生物膜を保持できる透過性の支持体を用いた回転円板法の実験により、①嫌気層の存在する厚い生物膜反応槽での脱窒効果、②剥離面が生じた場合の基質除去効果、③長期間低負荷後の基質除去効果を明らかにする。

2. 実験装置と実験方法

本実験に用いた生物膜支持体が透過性・非透過性の実験装置は参考文献1を参照されたい。実験装置は、1槽当たりの円板枚数4枚で円板面積が2装置ともほぼ等しく、直列5槽で、円板槽下には沈殿池としてイムホフ槽を設けた。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。嫌気層の存在する厚い生物膜反応槽での脱窒効果の実験(実験1)では、原水に $\text{NO}_3\text{-N}$ を添加した。剥離面が生じた場合の基質除去効果の実験(実験2)では、各槽両側の付着生物膜を剥離させた。長期間低負荷後の基質除去効果の実験(実験3)では、原水流入を13日間停止し、この間に各槽で蒸発した水量と等量の水道水を添加した。

3. 結果と考察

3-1 嫌気層の存在する厚い生物膜反応槽での脱窒効果(実験1)

図-1は実験1を行う前日の実験結果である。流入水量(Q_E :非透過性、 Q_N :透過性)は約130(mL/min)で、流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が約40 mg/ℓ である。第3槽で透過性支持体の装置の $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去(硝化)効率が高いが、全槽における硝化効率はアルカリ度不足のためほぼ同程度である。図-2は原水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が約25 mg/ℓ になるように硝酸カリウムを添加した翌日の実験結果である。透過性支持体第1反応槽の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は非透過性支持体に比べ低く、脱窒効果が高いと言える。脱窒に伴い、第1槽でのCODの除去効果も透過性支持体が高くなる。このことは、第1槽の付着生物膜厚は非透過性

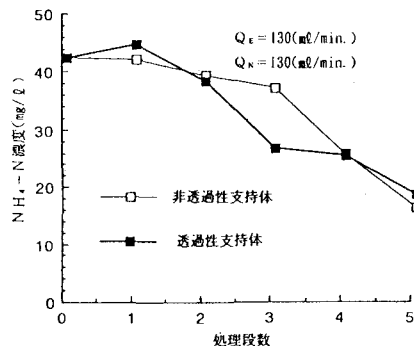


図-1 回転円板法による硝化

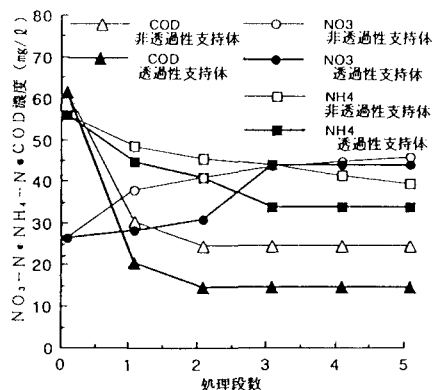


図-2 透過性支持体の脱窒素効果

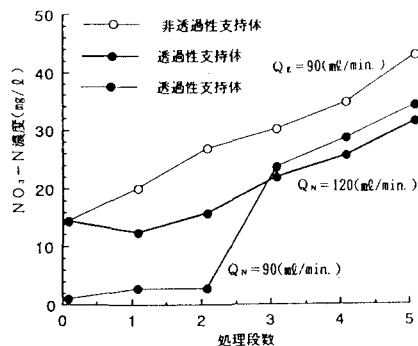


図-3 透過性支持体の脱窒素効果

支持体に比べ透過性支持体の方が厚く、嫌気性層が厚い分だけ脱窒効率が高いと考えられる。図-3は原水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が約 12mg/l になるように硝酸カリウムを添加した場合と、無添加の実験結果である。非透過性支持体の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は増加し、透過性支持体の第1槽に $\text{NO}_3\text{-N}$ を添加した場合、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は減少し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ を添加しない場合、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は増加している。このことから透過性支持体では流入原水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が高いほど脱窒効果は高くなると言える。

3-2 剥離面が生じた場合の基質除去効果の実験(実験2)

図-4は両装置の各槽両端外側の付着生物膜を剥離させ、付着生物量を約8割とし、翌日に各槽 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を測定した。生物膜深部には潜在的に活性を持つ休眠菌が存在することをIMAI等が実験で、NISHIDOME等がシミュレーションにより明らかにしている。透過性支持体では剥離面が生じた対面の生物膜深部の硝化菌の休眠菌が活性硝化菌となり、流入原水COD濃度が約 15mg/l と低い場合、第1槽から硝化が生じたと考えられる。このことは、透過性支持体片面に剥離が生じても剥離面となった支持体表面が生物膜表面となり、硝化が促進されたと言える。

3-3 長期間低負荷後の基質除去効果の実験(実験3)

図-5は原水流入を13日間停止後、再び原水を流入した翌日の実験結果である。流入水量はほぼ同等であるが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、CODとも透過性支持体装置での除去効果が高い。筆者等はこれまでに透過性支持体の生物膜の剥離量は非透過性に比べ少なく、透過性支持体の生物膜の厚さは非透過性支持体の生物膜厚より透過性支持体の厚さ分ほど厚くなっていると考え、付着生物量も多いことを明らかにしている。図-6は実験3における経過日数と基質除去量との関係である。約2日後には透過性支持体装置での $\text{NH}_4\text{-N}$ とCOD除去は流入原水停止前の基質除去と同程度の効果が得られた。このことは、低負荷運転が長期間続いても透過性支持体の生物膜は支持体全面に常に存在しているため、定常運転再開後の単位円板面積当たりの基質除去速度は差ほど低下しないと見える。

4. おわりに

より安定した水質を得るための回転円板装置として、生物膜の付着に透過性支持体を用いた実験の結果以下の結論を得た。

- (1) 透過性支持体を持つ回転円板多段法を用いると、有機物濃度の高い初槽では生物膜が厚く、生物膜深部の嫌気性層が厚くなり、脱窒効率が高くなる。
- (2) 片面の生物膜が剥離しても、休眠菌となっていた支持体深部の生物膜内に基質・酸素の拡散が生じるため単位円板面積当たりの基質除去効果は高い。
- (3) 支持体空間部にも生物膜が存在するため、長期の低負荷でも完全な剥離面は存在せず、生物膜は支持体全面に存在し、高負荷運転を再開しても短期間に安定した処理水が得られる。

今後、透過性支持体を持つ回転円板多段法を用いて後槽で硝化を生じさせ、その処理水を初槽に返送させると、従来から用いられている非透過性の本法より、反応槽全体での有機物除去・硝化・脱窒効率はかなり高くなると考えられる。

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)

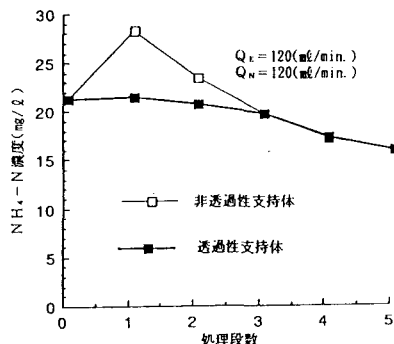


図-4 生物膜剥離後の透過性支持体のアンモニア性窒素の除去効果

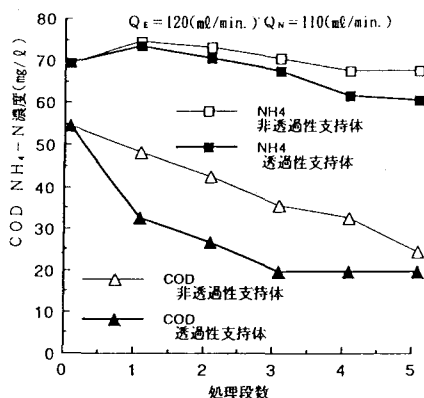


図-5 定常運転再開後の基質除去効果

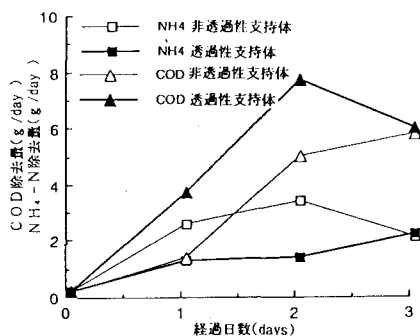


図-6 定常運転再開後の基質除去量