

エアレーション不要な DHS リアクターによる学内合併浄化槽処理水の三次処理

岐阜工業高等専門学校 小粥真実、西脇 誠、小澤 徹 (学)、角野晴彦 (正)、和田 清 (正)
長岡技術科学大学 大橋晶良 (正)、原田秀樹 (正)

1. はじめに

近年下水処理では生物の安全性や上水道源を確保するために、二次処理水より窒素・残存有機物・リン除去を行う高度処理が求められている。しかし、その普及率は 13.2%と低い。窒素除去の過程では硝化反応槽内で細菌を増殖させるためのエアレーション、細菌を槽内に保つ高度で高コストな技術が必要である。そこで、本研究ではエアレーション不要な低コスト型処理法である DHS (Down-flow Hanging Sponge) リアクターの下水三次処理水への適用性を評価した。

2. 実験方法

図 1 に本研究で使用した DHS リアクターの概要を示す。ろ床は図 1 のように、塩化ビニール板に三角柱スポンジ (断面 5 cm^2 、幅 20 cm 、孔 0.56 mm) を接着したもの、カーテン状に設置した。リアクターの高さは 165 cm 、スポンジ間隙容積 3.0 L である。連続処理実験の供給水は、学内合併浄化槽処理水に、塩化アンモニウムを添加したものを用いた。添加する塩化アンモニウムは、運転開始～257 日まで 20 mgN/L 、258 日以降は 40 mgN/L の割合とした。水理学的滞留時間(HRT)は、運転開始～85 日は 2 時間、86 日以降は 1 時間とした。室温は、 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ で制御した。連続運転開始前には、活性汚泥により植種を行った。

連続実験で供給している排水を、アンモニア性窒素 (或いは亜硝酸性窒素) と BOD 希釈水用補強液からなる人工排水に変更し、硝化性能を調査する回分試験を 280 日以降に行った。試験には、数段階の窒素濃度に調整した人工排水を準備し、それぞれ 4 時間通水させた時点での処理水質を分析した。また、有機物が硝化に及ぼす影響を調べるために投入アンモニア性窒素 (或いは亜硝酸性窒素) を 40 mgN/L で一定とし、数段階のグルコース濃度で同様の実験を行った。

3. 実験結果及び考察

3-1. 有機物除去

図 2 に流入水と処理水の全 BOD の経日変化を示す。運転開始から 40 日を経過後、全 BOD 1 mg/L 程度 of 良好な処理水が得られるようになった。HRT を 1 時間に短縮後の BOD 処理性能は低下することなく、86～257 日目まで平均 1.2 mg/L と非常に高い処理水質が安定して得られた。アンモニア性窒素濃度を増加させた 258 日目以降は流入 BOD が不安定となり、BOD 処理性能の低下がみられた。処理が安定している 86～257 日目の平均 BOD/COD_{cr} は流入水で 0.28、処理水で 0.11 となり生分解が困難な有機物が残存したと考えられる。

3-2. 硝化性能

図 3 に流入水と処理水の各窒素の経日変化を示す。流入水の平均全窒素は、運転開始～257 日目まで 41 mgN/L 、258 日目以降は 65 mgN/L であった。平均アンモニア性窒素は、運転開始～257 日まで 21 mgN/L 、258 日目以降は 33 mgN/L であ

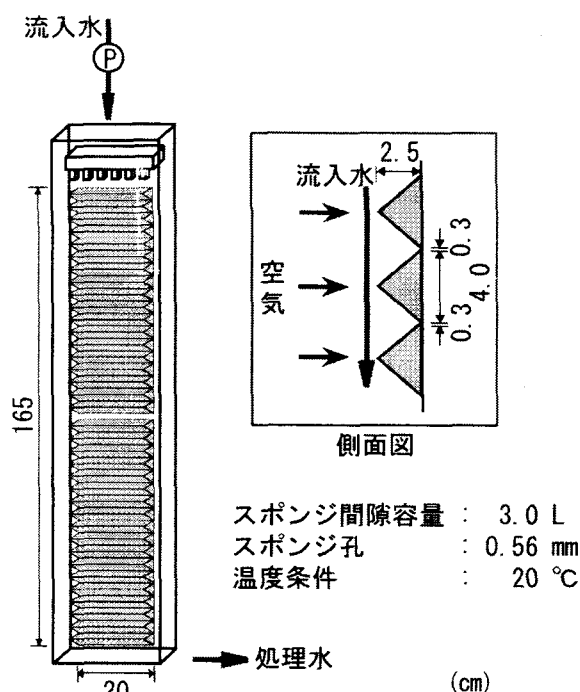


図1 実験装置の概要

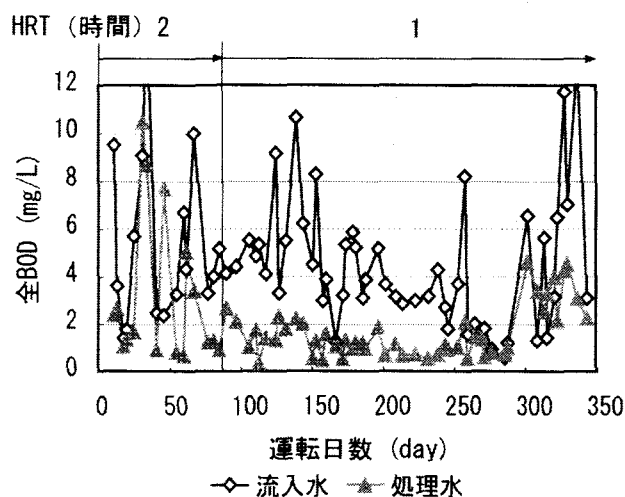


図2 全BODの経日変化

った。運転 10 日を経過すると処理水中のアンモニア性窒素が減少し、亜硝酸性窒素が検出され始めた。80 日目には亜硝酸性窒素が検出限界以下となり、完全に硝化が行われていた。86 日目から HRT を 1 時間に短縮したが、運転条件変更直後から硝化反応に影響はみられなかった。86～257 日目の処理水中の平均アンモニア性窒素 2 mgN/L と、高い性能を常に得られた。258 日目より、アンモニア性窒素濃度を増加させたがその影響も受けなかった。また本リアクターでは、連続実験中に汚泥管理は不要であった。

3.3. 回分試験による硝化性能評価

図 4 に硝化性能調査の回分試験の結果を示す。投入アンモニア性窒素 20 mgN/L 以下で、除去率はほぼ 100 % であった。投入アンモニア性窒素 40 mgN/L で処理水中にアンモニア性窒素が残存するようになった（亜硝酸性窒素は検出限界以下）。投入アンモニア性窒素 60、80、100 mgN/L で除去窒素濃度 42～45 mgN/L で概ね一定となり、最大除去窒素濃度を示した。この最大除去窒素濃度は連続処理実験と同レベルであり、HRT1 時間の運転条件では一過的なアンモニア性窒素濃度の増加による性能悪化が懸念される。亜硝酸性窒素を投入した実験では、アンモニア性窒素を投入した実験値と同等かそれ以上の除去窒素濃度を示した。

図 5 に投入有機物濃度と硝化減少率の関係を示す。アンモニア性窒素にグルコースを添加した実験では、投入グルコース 80 mgCODcr/L 以下での硝化性能は低下しなかった。投入グルコース 100 mgCODcr/L の硝化減少率が 0.73 となった。亜硝酸性窒素にグルコースを添加した実験では、投入グルコース 330 mgCODcr/L においても硝化性能は低下しなかった。連続処理実験における流入水中の平均 CODcr が 24 mgCODcr/L で他栄養細菌の増殖が抑えられており、一過的な有機物濃度増加による顕著な硝化能力の低下がなかったと考えられる。

4. まとめ

- 1) HRT1 時間、室温 20 °C の条件下における、硝化率は 95 % 以上で、処理水質は平均アンモニア性窒素が 2 mgN/L、平均全 BOD が 1.2 mg/L であった。実験期間中、エアレーション・汚泥引き抜き・維持管理不要で、卓越した処理性能を示した。
- 2) 回分試験の結果、HRT1 時間、室温 20 °C でのアンモニア性窒素の最大除去窒素濃度は 42～45 mgN/L となり、亜硝酸性窒素を投入した実験ではそれを上回った。この除去窒素濃度は連続処理実験と同等であり、一過的なアンモニア性窒素濃度の増加による硝化への影響が懸念される。硝化に対する有機物濃度の影響は、投入グルコース 80 mgCODcr/L まですを一過的に供給しても、硝化能力の低下はみられなかった。

謝 辞

本研究の一部は、(財) 鉄鋼業環境保全技術開発基金の助成を受けて実施しました。関係各位に感謝いたします。

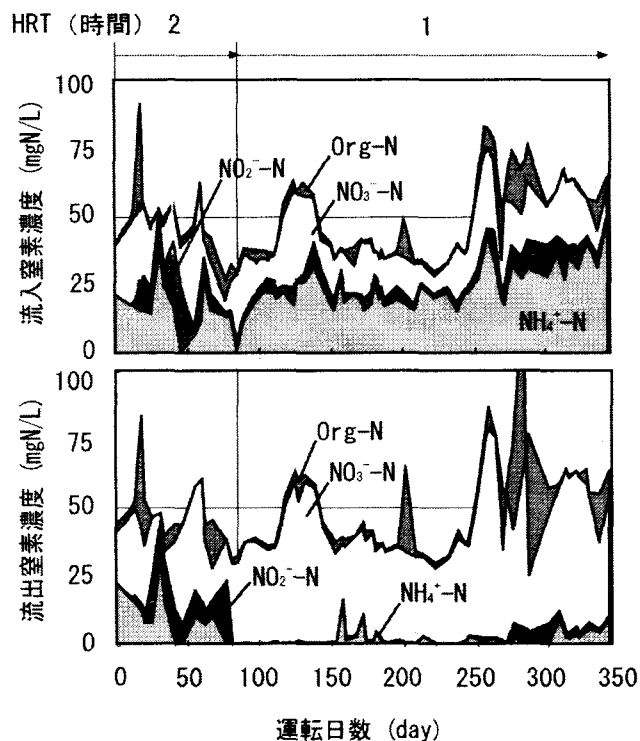


図3 各窒素の経日変化

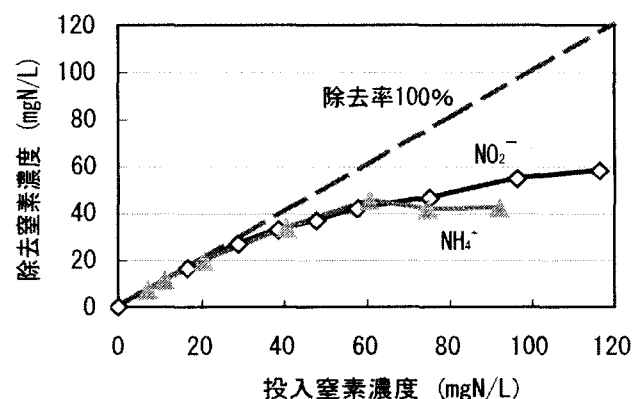


図4 硝化性能調査の回分試験結果

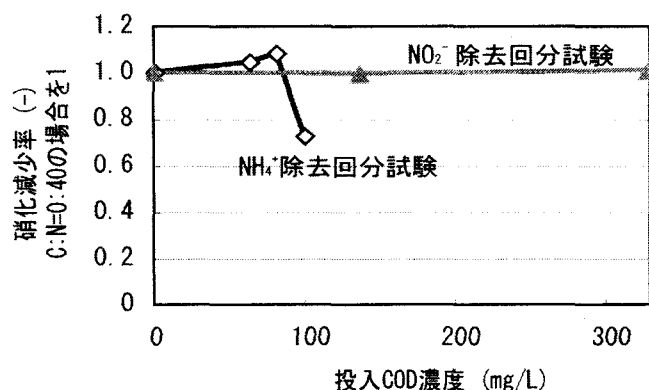


図5 有機物濃度が硝化に及ぼす影響