

DHS リアクターのスポンジ担体における水理学的および酸素移動特性

木更津高専 学生会員 ○山田尊貴 池田直生 奈良本朱音

NTT インフラネット 稲葉貴信

正会員 大久保努 上村繁樹

東北大学 正会員 原田秀樹

1. まえがき

DHS（下降流懸垂型スポンジリアクター）は、リアクター上部に散水された排水がスポンジを重力により流下する際、スポンジ内外に付着された生物膜と接触することにより浄化する仕組みを持つ低コスト型のリアクターである。DHS における排水浄化のメイン装置はスポンジであると言え、スポンジ担体の特性がリアクターのパフォーマンスを左右する重要な要素となる。リアクター内における気相部は、自然通気による酸素の供給源となる。DHS の特長として、スポンジ内に捕捉された汚泥が高密度であることと、空気中から自然に酸素を取り込む点が挙げられ、これらは、DHS が優れた処理性能を発揮するために、非常に重要な要素となる。現在も DHS に関する研究は多く行われており、様々なコンセプトの形状のリアクターが開発され、同時にスポンジ担体の形状も改良され続けている¹⁾。

そこで、本研究では、筒型の簡易的な DHS リアクターを用いて、DHS におけるスポンジ担体の重要な役割である、水理学的特性及び酸素移動特性を検討し、スポンジ担体の基礎的な知見を得ることを目的とした。

2. 実験方法

2.1 リアクターの作製

本研究に伴い、アクリル製の筒型リアクターを製作した（図 1）。リアクター内には、19 個連結させたポリウレタン製スポンジ担体を設置した。流量は 21.7 mL/min を基準とした。これはインドで建設中の実用規模リアクターの設計仕様から、リアクター上部からの投影面積当たりの水量（水面積負荷）を求めたものである。この基準流量をもとに 7.23mL/min（1/3Q）、10.9mL/min（1/2Q）、21.7mL/min（Q）、43.4mL/min（2Q）、65.1mL/min（3Q）、86.8mL/min（4Q）

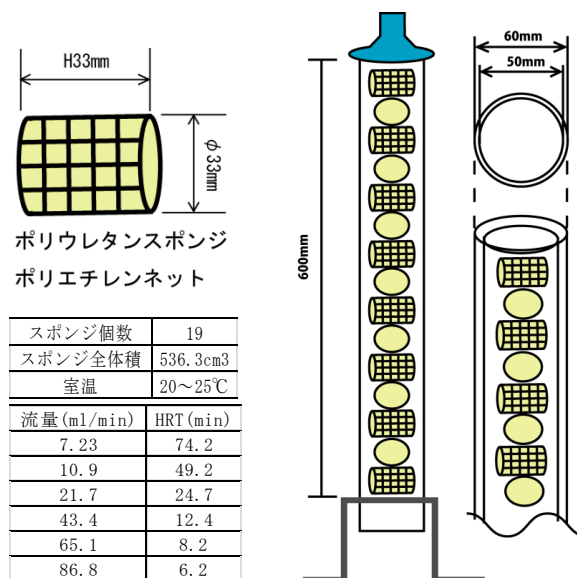


図 1 リアクター概要図

の条件で以下の実験を行った。

2.2 水理学的滞留時間（HRT）

DHS リアクターの理論的な HRT は、全スポンジ空隙容量／流量で求められる。実際にはスポンジの空隙容量を全て処理水が満たしながら流れているわけではないため、トレーサー試験によって実際の HRT を求める必要がある^{1,2)}。本実験ではトレーサーに飽和 NaCl 溶液を用い、注入量は流入水の流量を妨げないように 0.01mL とした。伝導率の測定には導電率計を使用した。得られたデータは導電率 - 時間曲線として表せ、この曲線と時間軸との間の面積を微小な長方形の面積の和として積分計算し、面積を 2 等分する点を実測 HRT とした。

2.3 酸素移動速度係数（K）

前述の流量の条件で、窒素ばっ気により酸素を取り除いた無酸素水を上部から流し、DO センサーを用いて任意のリアクター高さにおいて流下水の DO の測定をした。DHS の酸素移動特性を評価するに当たり、総括酸素移動容量係数（ K_La ）の概念を応用し、式 1 により酸素移動速度係数（K）を求めた²⁾。

キーワード DHS, スポンジ単体, HRT, DO, 酸素移動

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東 2-11-1 木更津工業高等専門学校 環境都市工学科 TEL 04-3830-4152

E-mail : uemura@wangan.c.kisarazu.ac.jp

$$K = \frac{2.303}{t_x} \log \frac{DO_s - DO_1}{DO_s - DO_x} \dots (1)$$

$$K(T^\circ\text{C}) = K(20^\circ\text{C}) \times 1.024^{T-20} \dots \text{温度補正}$$

DOs : 飽和 DO 濃度 (mg/L)

DOx : x 番目のスポンジから滴下する水の DO 濃度 (mg/L)

t_x : x 番目のスポンジを滴下するまでの経過時間 (min)

T : 水温 (°C)

3. 実験結果

3.1 HRT

図 2 に各流量での理論 HRT に対する実測 HRT の関係を示す。すべての実験条件において、実測 HRT は理論 HRT よりも低い値が得られた。図 3 は各流量における理論 HRT に対する実測 HRT/理論 HRT を示したものである。多少、高流量条件で値のバラつきが見られるが、実測 HRT は理論 HRT の 60～70% であった。これは、水がスポンジの空隙に対して十分に行き渡らず、短絡していることを示している。

3.2 酸素移動速度

トレーサー試験の結果より、水のスポンジに対する流下距離から流下時間を算出し、酸素移動速度計数 (K) を求めた (図 4)。実験条件の範囲内では、HRT と K に明確な相関は見られなかった。これは、測定の前に酸素を十分に除去した脱酸素水を 2 時間程度流し、スポンジ内に含まれる酸素を除く試みを行ったが、その効果が十分に発揮できていなかったことが一因ではないかと考えている。そのため、今後、スポンジ内の酸素を十分に取り除く工夫をし、実験を行う必要があると考えられた。

なお、本研究で得られた K の範囲は 15～30/h であり、他の水処理装置における既報の K_La に比べて遜色のないものであった。

4. まとめ

本研究により以下の結論が得られた。

- (1) 実測 HRT は理論 HRT の 60～70% であった。
- (2) 本実験条件の範囲内では、HRT と K に明確な相関は見られなかったが、本研究で得られた K の範囲は 15～30/h と比較的高い値が得られた。

謝辞：本研究の一部は、SATREPS「エネルギー最小消費型下水処理技術の開発」(研究代表者：原田秀樹) の補助を受けて遂行されました。ここに記して謝辞とします。

参考文献

- 1) 海鋒充：DHS リアクターに用いられるスポンジ担体の物理的キャラクタリゼーションに関する研究，東北大学修士論文 (2008)
- 2) 大浦一恵：DHS スポンジ担体の物理・化学的キャラクタリゼーション，東北大学卒業論文 (2009)

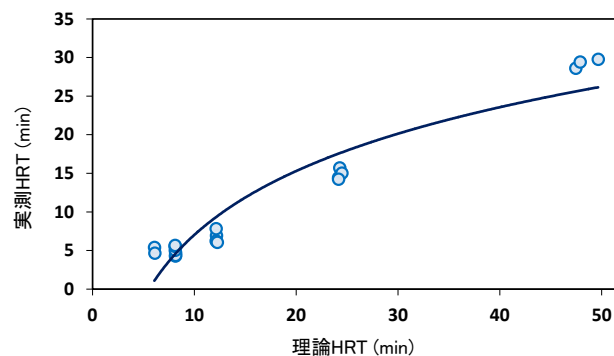


図 2 各流量での理論 HRT に対する実測 HRT の関係

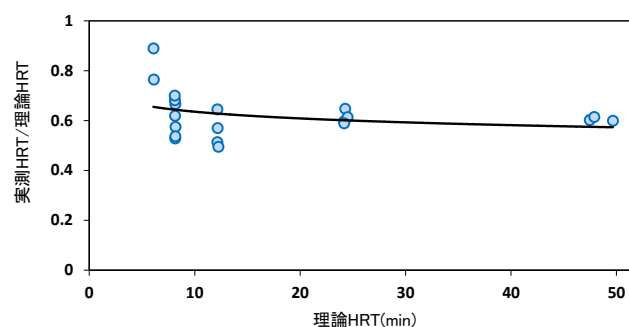


図 3 各流量における理論 HRT に対する実測 HRT/理論 HRT

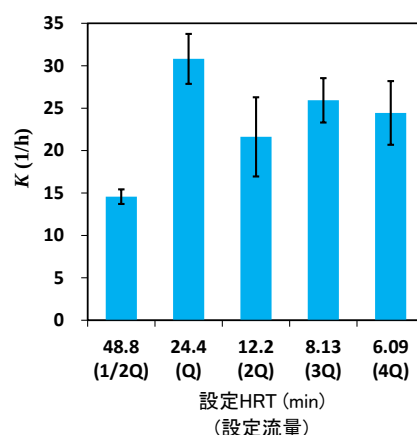


図 4 各設定 HRT での酸素移動速度係数