

DHS リアクターの長期連続運転における HRT の経日変化

木更津工業高等専門学校 学生会員 ○田中周弥, 福島巧己

正会員 上村繁樹, 大久保努

1. 目的

現在途上国では、人口の増加に下水インフラの整備が追いついておらず、未処理下水が水域へ放流され、水の汚染問題が深刻となっている。インド・アグラ市においては途上国に適用可能な下水処理技術として、我々研究グループが開発した UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket) 法と DHS (Down-flow Hanging Sponge) 法を組み合わせた下水処理システムの実証実験 (日処理 5,000 m³) が進められている。

DHS における理論 HRT の算出は、リアクター内部に充填された担体のスポンジ総体積を排水の流量で除して計算している。しかしながら運転経過後、スポンジ内外面に汚泥が付着しスポンジの空隙が減るので理論 HRT に影響が及ぶと考えられる。

そこで本実験では、希釈返送汚泥を長期運転供給することで汚泥が保持された際の実測 HRT を経日的に測定し (実験 1)¹⁾、実験 2 では汚泥保持による HRT の関係を明確にするために、汚泥を含まない水道水を連続的に流した場合の HRT を測定し、汚泥保持が HRT に及ぼす影響を明らかにした。

2. 実験方法

2. 1 実験条件

実験に用いた G3.4 スポンジ担体は、直径 40 mm、高さ 44 mm、中心部に直径 12 mm の円柱がくり抜かれているリング状の形状である。スポンジ担体 1 個の体積は 36.2 cm³ である。実験 1 では、インド・アグラ市で稼働中の UASB 処理水の SS 変動を考慮し、希釈返送汚泥を初期濃度 400 mgSS/L で循環運転し、50 mgSS/L に低下したところで再び汚泥を加え 400 mgSS/L に設定し約 1 年の連続運転を行った (図 1)。実験 2 は、インドで稼働中の DHS リアクターと同じ散水面積負荷条件 (23.38 m³/m²/日) で実験を行った。表 1 に各実験の運転条件を示す。

2. 2 トレーサー試験

実測 HRT はトレーサー試験により算出した。リアクター上部の散水機に飽和食塩水 1mL を添加し、担体を通じた流出水の伝導率を電気伝導率計 (TOA-DKK: CM-20J) で測定した。得られたデータは伝導率-時間曲線として表せ、この曲線を積分計算し、その面積を 2 等分する時間軸の点を実測 HRT とした。

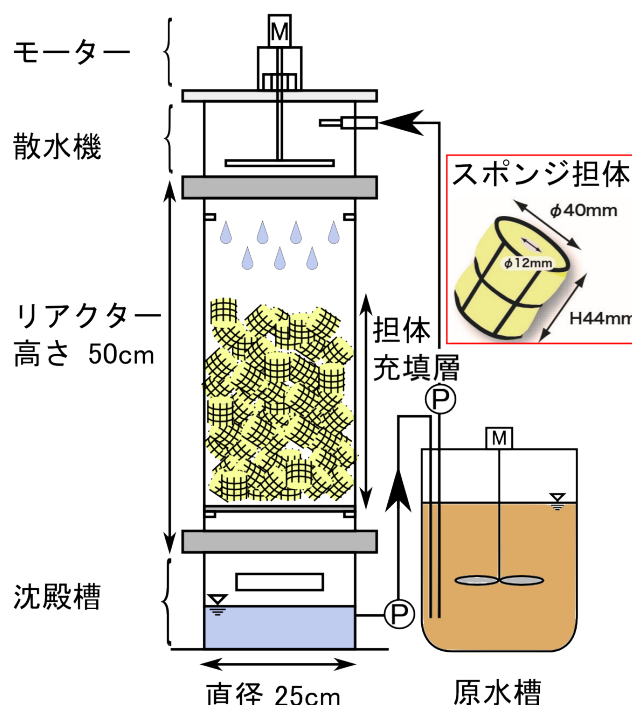


図1 実験1で使用した装置の概略図

表1 実験条件

	実験 1	実験 2
理論 HRT	1.56 時間	0.25 時間
担体 1 個の体積	36.2 cm ³	36.2 cm ³
担体充填個数	110 個	330 個
担体総体積	3,982 cm ³	11,943 cm ³
担体充填高さ	20 cm	60 cm
散水流量	42.5 mL/分	800 mL/分

キーワード DHS 法, HRT, トレーサー試験

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東2-11-1 木更津高専 TEL:0438-30-4165, E-mail:okubo@wangan.c.kisarazu.ac.jp

3. 結果および考察

実験 1 の結果を図 2 に示す。結果として、縦軸を実測 HRT/理論 HRT とすることで、理論 HRT に対する実際の HRT の比率を示した。その結果、実験開始から 65 日頃までは一次直線的に HRT が上昇した。未使用担体からの実験開始となったため、汚泥がスポンジの孔に補足され、それにより流下する排水の滞留に影響を及ぼし HRT が上昇したと考えられた。その後、70 日～150 日目頃までは HRT が停滞したことから（実測 HRT/理論 HRT=0.60～0.79）、担体の保持汚泥濃度が定常状態になったためと考えられる。その後緩やかに HRT が減少傾向になったのは、DHS の保持汚泥は内生呼吸が高く自己分解により保持汚泥濃度が減少したものと考えられる²⁾。実験終了後にリアクターを解体し、スポンジ担体に付着・保持された全汚泥量をスポンジの総体積で除し算出したところ平均保持汚泥濃度は 12.8 gVSS/L-sponge であった。既報³⁾では、インド・カルナール市で実施した G3.2 担体を使用した DHS リアクター実証実験において 250 日目の汚泥濃度が 11.0 gVSS/L-sponge と報告があり、ほぼ同等の汚泥保持機能が確認された。また解体時の観察より、担体充填層の上部と下部では担体間のギャップに汚泥の堆積がみられたが閉塞は確認されなかった。一方、中部には汚泥の堆積は確認されなかったが、排水が短絡したと思われるスポンジのクリーンな箇所も確認されたため、担体の外部リングを伝って流下したと考えられた。

実験 2 では、60 日経過までに HRT の大きな変化は観測されなかった（実測 HRT/理論 HRT=0.3～0.5）（図 3）。担体のスポンジ部に水分が保持されるため、自重の増加により実験開始から徐々に充填高さの減少（60 日で約 1.3 cm の減少）が確認されたが、それらの HRT への影響は確認されなかった。このことより、DHS においては汚泥の付着・保持が HRT に影響を与えることが明らかとなった。

4. まとめ

本研究では、実測 HRT が徐々に理論 HRT に近づくことが確認されたが、理論 HRT を超えることは無く、最大でも実測 HRT/理論 HRT は 0.79 程度であり、これまでスポンジ総体積基準で HRT を算出しているが、定常状態での実際の HRT は理論 HRT の 7

～8 割程度であることが明らかとなった。また実験 2 の結果より、明らかな HRT の変動は確認されなかったことから、DHS における HRT の変動は汚泥の付着・保持によるものである。

これまで DHS における HRT の設計は、汚泥保持を考慮せずに理論 HRT（スポンジ総体積/流量）で算出したが、今後は本研究結果を考慮したリアクター設計が必要と考えられる。

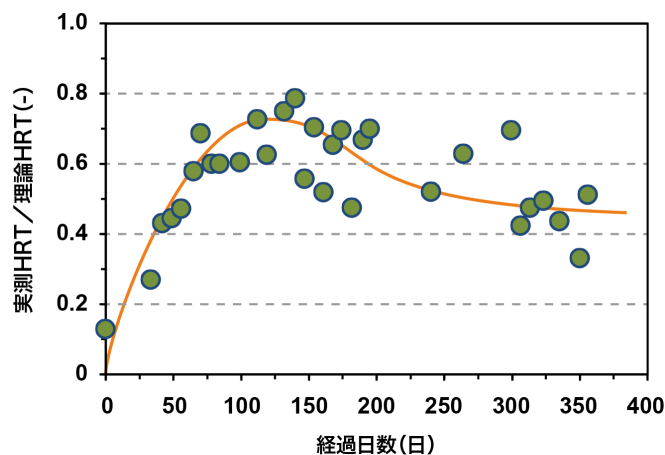


図 2 実験 1 における HRT の経日変化

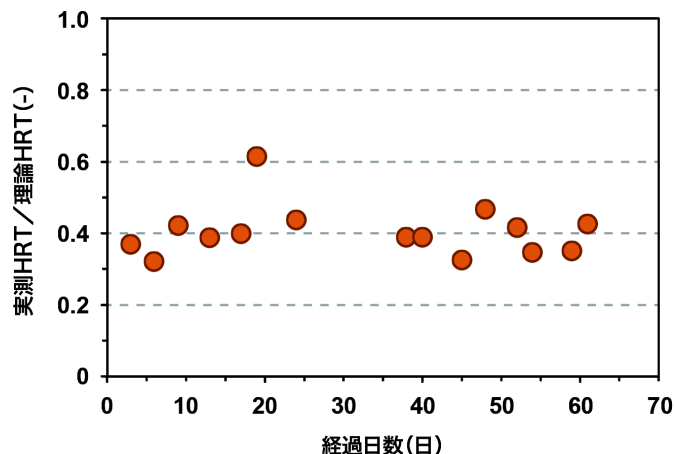


図 3 実験 2 における HRT の経日変化

謝辞：本研究の一部は、先導的創造科学技術開発費補助金、JST-JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力事業、および科学研究費補助金による助成を頂きました。ここに記して謝辞とします。

参考文献

- 1)野宮ら, 第 42 回土木学会関東支部, 2015
- 2)大橋ら, 環境工学研究論文集, 34, 173-182, 1997
- 3)大久保ら, 土木学会論文集 G, 66(3), 149-158, 2010