

アグラ実規模 DHS プラントで形成された DHS 担体付着汚泥の性状

木更津工業高等専門学校 学生会員 ○池田弥生 正会員 大久保努 上村繁樹
長岡技術科学大学 学生会員 野本直樹 正会員 山口隆司
東北大学 正会員 原田秀樹

1. はじめに

DHS (Down-flow Hanging Sponge) は、下水を処理する UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket) の後段処理プロセスとして開発されたものである。我々の研究グループは、インド国アグラ市に処理水量 5000m³/d の DHS プラントを建設し、その処理性能を調査したところ、定常状態時で平均 6.3kg-COD/m³/d という高負荷運転で 67%と高い除去率を得た¹⁾。しかしながら、処理水の BOD は低負荷運転を行った場合でも 20~35mg/L 程度を維持し、それ以上改善が見られなかった。アグラ DHS 担体汚泥は非常に粘着質で、MLSS 濃度が 95.4g/L と高く、無機物質が 58%も占めており、このような性状が、下水処理に何らかの影響を及ぼしたものと推測した。そこで、本研究では、アグラ DHS プラントで形成された DHS 担体付着汚泥の性状と処理性能との関係を探るべく、アグラ DHS 担体による

- (1) 下水の処理性能試験
- (2) 汚泥付着スポンジに対する水の浸透度試験
- (3) 付着汚泥の無機成分解析

を行った。

2. 実験方法

2. 1 アグラ DHS プラント

アグラ DHS プラントはインド・ウッタラプラデーシュ州アグラ市の下水処理場内に建設した¹⁾。直径 16m の円筒型のコンクリート製リアクター内に、G3.4 型のポリウレタン製スポンジ担体(図 1)を 470 万個、総有効容積 187m³を高さ方向に 4 層に分けて充填させた¹⁾。設計 HRT は処理水 5000m³/d に対し、スポンジ容積基準で 0.95h とした。

2. 2 処理性能試験

アグラ DHS 担体付着汚泥の処理性能試験を行った(図 1)。新品の G3.4 型スポンジ担体(体積

=36.2cm³/個、比表面積=2.71cm²/cm³、図 1)を 7 個連結させ、日本の下水を供給した実験をコントロールとした。一方でアグラ DHS プラントから汚泥付着スポンジ担体(アグラ DHS 担体)をランダムに 7 個取り出し、同様に日本の下水を供給し、それぞれの処理水質を比較した。袖ヶ浦終末処理場より採取した初沈下水を供給し、スポンジ容量当たりの HRT を 2h に設定した。

2. 3 トレーサー試験

スポンジ担体への下水の浸透性を検証するためトレーサー試験を行った(図 2)。上述のコントロールとアグラ DHS 担体につき、設定 HRT を 2h とし、飽和 NaCl をトレーサーとしてそれぞれのインパルス応答から実測 HRT を求め比較した²⁾。

2. 4 X線回折

アグラ DHS 担体付着汚泥、グリッドチャンバー汚泥、UASB 汚泥およびインドの代表的な建築材料である赤レンガの粉末の無機結晶性物質の X 線回折を行った(XRD-6100)。

3. 結果と考察

3. 1 処理性能比較

COD 処理性能結果を図 2 に示す。連続実験における平均値は、下水:104mg/L、コントロール:22mg/L、アグラ DHS 担体:57mg/L であり、除去率はコントロール:79.1%、アグラ DHS 担体:45.3%であった。全実験結果においてコントロールよりもアグラ DHS 担体の処理性能が悪いことが分かった。

3. 2 実測 HRT/理論 HRT の比較

以上のように、処理性能に差がある原因は、アグラ DHS 担体付着汚泥の水の浸透性に問題があると仮定し、アグラ DHS 担体とコントロールの水の浸透性を比較する実験を行った。トレーサー試験の結果を図 3 に示す。コントロールは 0 日:19.2%、64 日:

キーワード: DHS, カオリン, COD, HRT, X 線回折

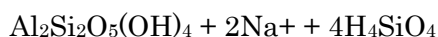
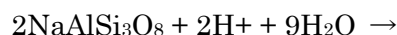
連絡先: 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東 2-11-1 木更津工業高等専門学校 環境都市工学科

TEL: 0438-30-4000 E-mail: uemura@wangan.c.kisarazu.ac.jp

57.2%, 133 日 : 60.2%, 203 日 : 79.3%と日数を重ねるごとに実測 HRT/理論 HRT の比が高くなっていき、浸透性が高くなる傾向があったが、アグラ DHS 担体の方は、333 日 : 13.2%, 446 日 : 32.8%と長期間運転しているにも関わらず低い値であった。これは、アグラ DHS 担体付着汚泥に下水が浸透せず短絡する傾向があることを示すものと思われた。

3.3 アグラ DHS 担体付着汚泥の成分

アグラ DHS 担体付着汚泥に対する水の浸透性の低さの原因は汚泥の無機物成分に原因があると考えた。そこで X 線回折によりアグラ DHS 担体付着汚泥の無機物を定性したところ粘土の 1 種であるカオリン類と判明した。同様にグリッドチャンバー、UASB 内の汚泥からもカオリン類の波形が得られた。また、このカオリン類の由来を探るべく、現場周辺から採取した赤レンガの粉末を X 線回折したところ、アルバイトの波形が得られた。アルバイトは次式のように水と反応してカオリンとなる。



インドでは下水が開水路で運ばれるため、容易に外部から異物が混入する。赤レンガはアグラの現場周辺で多く使用されており、その粉末が下水に混入しカオリン類となると考えられた。本来、下水の SS は、グリッドチャンバーで十分に除去された後 UASB, DHS へと送られるが、インドのプラントでは、グリッドチャンバーや UASB の維持管理が適切に行われておらず、カオリン類を含む SS が UASB を経て、大量に DHS に流入したものと考えられる。そして、カオリン類と汚泥が混合して担体に付着し、水の浸透性を悪化させ、処理性能に影響を与えたと考えられた。

4. おわりに

本実験により、インドのように開水路で下水を運ぶ場合、プラントの維持管理が悪ければ、カオリンのような粘土物質が DHS に混入し、処理性能に影響を与えることが示唆された。この問題を解決するには、下水処理場における維持管理の徹底が重要である。今後は粘土が蓄積した DHS 担体汚泥の処理性能をどのように回復させるかの検討が必要であろう。

5. 参考文献

- 1) 野本直樹他 (2017) 開発途上国における実機ス

ケール DHS リアクターのスタートアップ特性および高有機負荷条件下における有機物処理性能, 水環境学会, Vol. 40, No.1, 11-19.

- 2) 大久保努他 (2015) 途上国のための新規下水処理装置“DHS”におけるスポンジ担体の水の流れと酸素の取込特性の評価, 実験力学, Vol. 15, No. 1, 30-3.

謝辞

本研究は JST-JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力事業 (SATREPS) の支援を受けました。ここに記して感謝申し上げます。

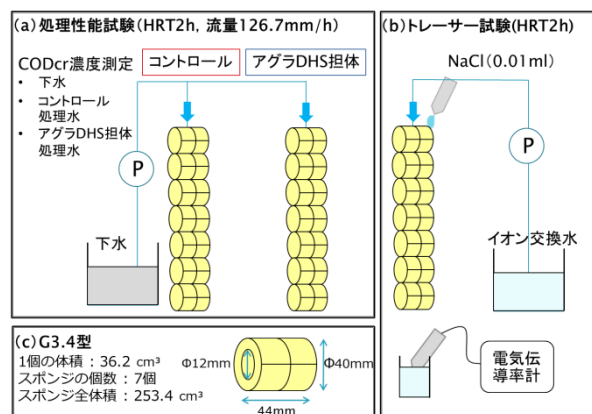


図1 実験装置図

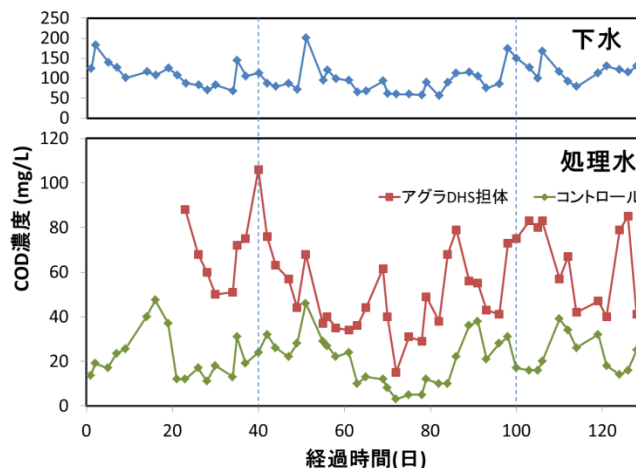


図2 COD 処理性能結果

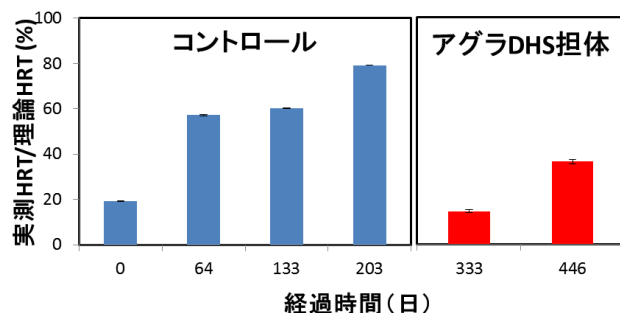


図3 トレーサー試験結果