

実規模 DHS リアクターにおける処理性能と技術的特徴の評価

長岡技術科学大学 (学) ○小野寺 崇, (正) 山口 隆司

木更津高専 (正) 上村 繁樹, 広島大学 (正) 大橋 晶良, 東北大学 (正) 久保田 健吾, 原田 秀樹

1. はじめに

我々は数年来, 途上国向けの下水処理技術として UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket) と DHS (Down-flow Hanging Sponge) を組み合わせたシステムの提案を行っている. DHS は, 本研究グループで開発された新規技術であり, スポンジを汚泥の保持担体として用いた好気性生物処理法である. DHS 流入水は, リアクター上部から散水供給され, それぞれのスポンジ担体において浸透・滞留・浸出を繰り返しながらリアクターを流下する. このとき流下水は, 空気中の酸素を取り込みながら, スポンジ内部および外部に保持された汚泥と接触し, 微生物により浄化される. このため DHS の運転は, 散水するだけのシンプルな仕組みであり, エアレーションが不要という特長を有する.

ベンチ・スケール UASB-DHS システムを用いた 5 年間の連続下水処理試験において, 平均 BOD は 10mg/L, 平均 TKN は 23mg/L と良好な処理水質を得た. このとき DHS では, 優れた DO 取り込み能を発揮し, また保持汚泥は高濃度かつ高い活性を有していることが確認された (Machdar et al., 2002).

さらに我々は, DHS を実下水処理場に適用することを目指し, インドの下水処理場で実規模 DHS リアクターによる実証試験を行っている. そこで本研究では, 1,800 日間の連続モニタリングの結果から, 実規模 DHS の処理性能を評価するとともに, DHS をスケールアップする際にも処理性能を維持可能であるか検証するため, DHS の処理性能のキーとなる DO 取り込み能と保持汚泥性状を把握することを目的とした.

2. 実験方法

実規模実験を行ったインド国カルナール下水処理場は, UASB 法が採用され, 後段処理法には安定化池法が適用されている. UASB リアクターの設計上の HRT は 8.6 時間である. 実規模 DHS リアクターの概要図を

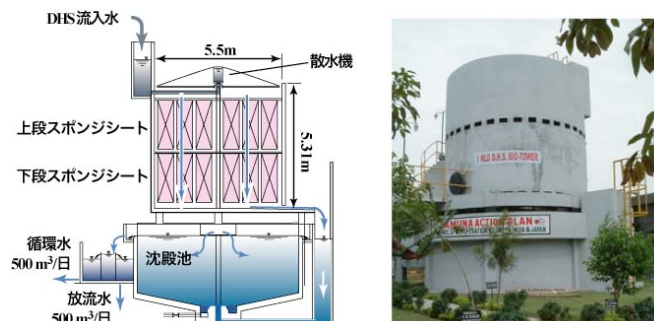


図-1 実規模 DHS リアクターの概要図

図-1 に示す. 実規模 DHS リアクターには, UASB 処理水の一部を流入水として供給した. 実規模 DHS リアクターの形状は直径 5.5m, 高さ 5.3m のコンクリートカラムであり, その中にプラスチックシート (長さ 2m) に三角柱型のスポンジバー (断面: 25×25×35mm) を接着したスポンジシートが 2 段で配置されている (上部 37 本, 下部 43 本). 設計スポンジ容積は 31.1m³ であり, スポンジ体積を基準とした HRT は 1.5 時間である. UASB 処理水は循環水と混合されポンプアップされた後, 水頭差で回転する自走式散水機によって散水供給される (循環率 100%). スポンジシートからの流出水は, リアクター下部に設けられた沈澱池に送られた後, DHS 処理水として半分は放流され, 残り半分は循環水となる.

3. 実験結果と考察

表-1 に連続試験の総括を示す. また, 図-2 に BOD の経日変化を示す. UASB-DHS システムの BOD 除去率は平均 96%を達成し, DHS 処理水の平均 BOD は 5mg/L と良好であり, 図が示すように年間を通じて安定していた. 図-3 にアンモニア性窒素の経日変化を示す. DHS での除去率は平均 80%であり, 処理水質は平均 6mg/L を獲得した. UASB-DHS システムは, 長期間の運転継続後においても, この優れた処理水質を維持していた. このため, DHS はスポンジの洗浄や交換を

キーワード 下水処理, 開発途上国, DHS, UASB, 硝化活性

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 水圏土壌環境制御研究室

TEL 0258-47-1611 (内線 6646) E-mail onotaka@stn.nagaokaut.ac.jp

一切行わず，メンテナンスフリーの運転を継続していたことを踏まえると，技術者不在の途上国の下水処理場においても良好な処理水質を継続的に獲得できることが示された．

実規模 DHS リアクターにおいて，パイロット・スケール DHS と同程度の優れた処理水質が得られたため，DHS のスケールアップが成功したと考えられる．そこで，DHS の技術的な特徴である 1) 優れた DO の取り込み，2) 高濃度の汚泥保持，3) 高い汚泥活性の裏付け調査を行った．図-4 に DO の経日変化を示す．DHS 処理水は，平均 5.3mg/L の高い DO を有しているため，DO の取り込みが適切に行われていたと考えられる．図-5 に DHS における保持汚泥濃度のプロファイル結果を示す．DHS は上部から下部まで，23~46gVSS/L の高い汚泥保持能を発揮した．DHS からの流出 VSS 速度と総保持汚泥量から SRT を算出したところ，DHS では 72 日の長い SRT であることが判明した．このため，DHS では硝化菌の生育が可能となるとともに，汚泥が滞留する際に自己消化などに伴う分解が進んでいると考えられる．また DHS ではスポンジの内外に汚泥が存在しているが，スポンジ内部の汚泥濃度は上部スポンジシートで平均 36.5gSS/L，下部で 41.8gSS/L となり，一方の外部の付着汚泥を便宜的に濃度で示すと，上部で平均 17.1gSS/L，下部で平均 14.6gSS/L となることから，汚泥はスポンジ内部に存在していることが確認された．このため DHS では，付着汚泥によるスポンジ間の閉塞の発生を抑え，短絡流の発生を抑制するとともに，通気性を確保して良好な酸素の取り込みに寄与していると考えられる．さらに，DHS の保持汚泥の硝化活性は，上部（no.25）で 52mgN/gVSS・day，下部（no.27）で 23mgN/gVSS・day となり，パイロット・スケール DHS で得られた活性と同程度であった．このため，DHS はスケールアップした際にも，高い活性を維持できることが明らかとなった．

4. まとめ

実規模 DHS は，メンテナンスフリーで 5 年以上運転を継続したにも関わらず，優れた処理水質を安定かつ持続的に発揮した．このとき，DHS の特徴である優れた DO 取り込み，高い汚泥保持能，優れた硝化活性を実規模レベルにおいても有していた．よって DHS は，スケールアップし，実際の途上国の下水処理場に適用可能であると考えられる．

表-1 連続運転結果の総括

水質項目	下水	UASB処理水	DHS処理水
DO, mg/L	-	-	5.2 (1.1)
全BOD, mg/L	152 (49)	56 (18)	5 (3)
全COD _{Cr} , mg/L	431 (132)	174 (45)	30 (13)
溶解性COD _{Cr} , mg/L	141 (45)	84 (20)	19 (10)
全窒素, mg/L	29 (10)	26 (8)	10 (5)
アンモニア性窒素, mg/L	24 (7)	26 (8)	6 (5)
硝酸性窒素, mg/L	-	-	5 (3)
SS, mg/L	228 (91)	53 (20)	13 (5)
*ふん便性大腸菌群, MPN/100mL	7.2 x 10 ⁶	4.5 x 10 ⁶	9.7 x 10 ⁴

():標準偏差, *幾何平均

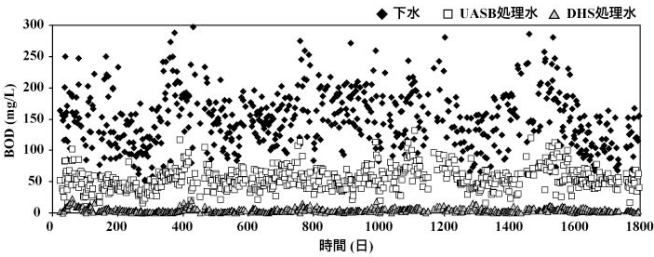


図-2 BOD の経日変化

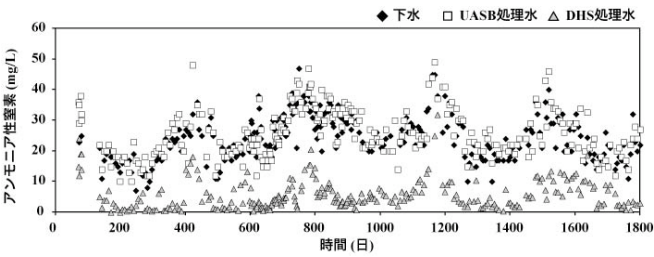


図-3 アンモニア性窒素の経日変化

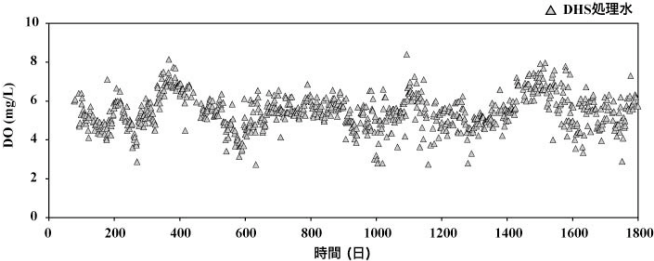


図-4 DO の経日変化

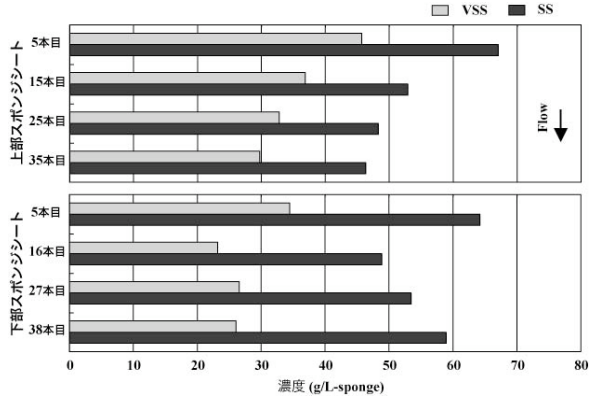


図-5 DHS における保持汚泥のプロファイル

謝辞：実規模実験に便宜を図って頂いた，インド政府ならびにハリヤナ州政府に感謝致します．

参考文献

Machdar et al., Wat. Sci. Tech. Vol.42 No.3-4. pp.83-88, 2002