

インドにおける低コスト型新規下水処理システム (UASB+DHS)の実証実験

長岡技術科学大学 学生会員 ○小野寺崇、高山大輔

正会員 大橋晶良、原田秀樹

木更津高専 正会員 上村繁樹

1. はじめに

近年、開発途上国を中心に低コスト型下水処理法である UASB 法の下水処理への適用が進められているが、単独では排出基準を満たすことが困難であるために後段処理を施す必要がある。そこで、安定化池(Stabilization Pond)を中心に種々の後段処理法が適用されているが、未だ途上国に適用可能な下水処理システムの構築には至っていない。本研究室では新規後段処理法として DHS (Downflow Hanging Sponge)法の研究・開発を行っている。DHS 法はエアレーションが不要であり、余剰汚泥の発生も少ない低コスト型の下水処理法でありながら、第二世代型 DHS (カーテン型 DHS)のベンチ・スケール実験では 5 年間に及ぶ連続運転期間、平均 BOD 除去率 95%の優れた処理性能を発揮した。その結果、インド政府は実下水処理場の実証実験のための実規模 DHS リアクターを建造した。そこで本研究では実下水処理場への適用に向けて、実規模 DHS リアクターの長期連続運転における処理性能の評価を行った。

2. 実験方法

カルナール下水処理場はインドの首都ニューデリーから北に約 135km に位置している。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水理学的滞留時間 (HRT)は 8.6 時間であり、安定化池は 24 時間である。実規模 DHS リアクターの概要図を Fig.1 に示す。実規模 DHS リアクター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：25x25x35mm）を接着したスポンジシートが上下 2 段で配置されている。UASB 処理水は返送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。流入水はスポンジシートを流下する際にスポンジの外部および内部に捕捉された汚泥によって浄化される仕組みである。このとき、人為的なエアレーションが必要ないことから、運転コストを安価にすることができる。

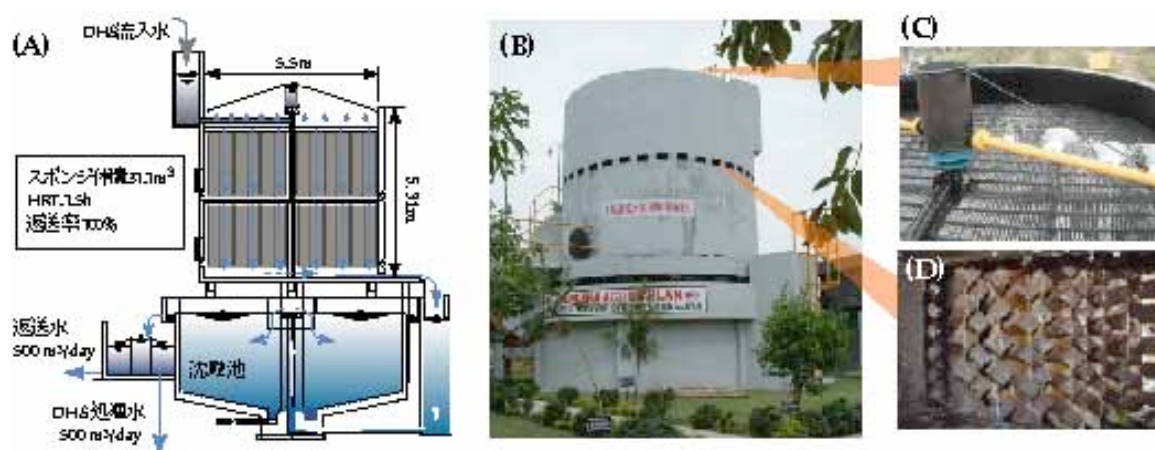


Fig. 1 実規模 DHS リアクターの概要図

(A) 詳細図、(B)外観、(C)自走式散水機、(D)リアクター内部

キーワード: 開発途上国、下水処理、低コスト、UASB、DHS

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: 0258-47-9653 HP: <http://ecolab.nagaokaut.ac.jp/> E-mail: onotaka@stn.nagaokaut.ac.jp

3. 実験結果

本実験における総括を Table 1 に示す。また代表的な組成の経時変化を Fig.2 に示す。流入下水温度は 15℃から 33℃で変動していた。実下水の有機物濃度の平均全 BOD は 155mg/L、平均全 COD は 443mg/L であった。UASB 処理水の平均全 BOD および全 COD はそれぞれ 53 (±17)mg/L、170 (±43)mg/L であり、UASB 単独における平均全 BOD 除去率は 66 (±12)%、平均全 COD 除去率は 59 (±14)% であった。

DHS における有機物負荷は、 $0.88\text{kgBOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{day}^{-1}$ および $2.76\text{kgCOD}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{day}^{-1}$ であった。UASB+安定化池システムでは有機物除去率は約 70% であったが、UASB+DHS システムでは平均全 BOD 除去率が 96 (±3)%、平均 COD 除去率が 92 (±4)% と高い除去率を示し、DHS 処理水の平均 BOD は 5 (±4)mg/L、平均 COD は 32 (±13)mg/L の良好な処理水質を得た。また水温が低下する冬期においても DHS 処理水質は良好であった。さらに、DHS はほとんどメンテナンスを必要としなかったにも関わらず 1100 日経過後においても運転当初の処理性能を維持していたことから、安定した長期運転を継続することが十分に可能であると言える。

DHS では微生物の保持担体にスポンジを用いた結果、分解を担う汚泥を高濃度に保持可能となる。本実験規模 DHS リアクターにおいても 25,000~40,000mg/L の高い汚泥保持が確認された。これは活性汚泥法の 5~10 倍の高い汚泥濃度である。よって、高濃度の汚泥保持により SRT が長く確保されることで、硝化菌の生息が可能となりアンモニア性窒素の分解が行われるとともに、自己消化による汚泥の削減により余剰汚泥の発生量を大きく抑制していると考えられる。

4. まとめ

実験規模 DHS リアクターはインドでの 1100 日を超える連続運転期間、ほぼメンテナンスフリーで運転していたにも関わらず常に安定した処理性能を維持し、平均 BOD 濃度 5mg/L の良好な処理水質を得た。よって途上国への適用が十分に可能であると言える。

謝辞

実験規模 DHS リアクターを建造し、実証実験の便宜を図って頂いた、インド政府環境森林省 (MOEF)・河川環境保全局 (NRCD) およびハリアナ州公衆衛生局に感謝いたします。

参考文献

Machdar ら (2000)、Combination of a UASB reactor and a Curtain-Type DHS Reactor as a Cost-Effective Sewage Treatment System for Developing Countries, Wat. Sci. Tech., 42, 83-88.

Table 1 連続運転の総括

測定項目	下水	UASB 処理水	DHS 処理水	安定化池 処理水
	平均	平均	平均	平均
pH	7.2 (0.2)	7.0 (0.1)	7.9 (0.1)	7.3 (0.1)
溶存酸素, mg/l	ND	ND	5.5 (1.0)	0.2 (1.0)
全 BOD, mg/l	155 (45)	53 (17)	5 (4)	40 (14)
全 COD, mg/l	443 (141)	170 (43)	32 (13)	135 (40)
溶解性 COD, mg/l	143 (47)	80 (21)	21 (10)	62 (18)
ふん便性大腸菌群, MPN/100ml	8.0×10^4	4.4×10^4	1.3×10^4	1.5×10^4
アンモニア性窒素, mg/l	25 (7)	26 (8)	5 (5)	25 (9)
硝酸性窒素, mg/l	ND	ND	6 (3)	ND
浮遊性物質, mg/l	220 (102)	48 (12)	12 (4)	42 (12)
水温, °C	15-33			
平均処理水量, MLD	25.6			
除去率		UASB	UASB+DHS	UASB+安定化池
全 BOD, %		64 (12)	96 (3)	72 (11)
全 COD, %		59 (14)	92 (4)	67 (13)
溶解性 COD, %		40 (21)	84 (5)	53 (21)
ふん便性大腸菌群, log _e		0.3	1.9	0.9
アンモニア性窒素, %			82 (18)	1 (23)
浮遊性物質, %		75 (10)	90 (5)	77 (10)

(): 標準偏差, ND:検出限界以下

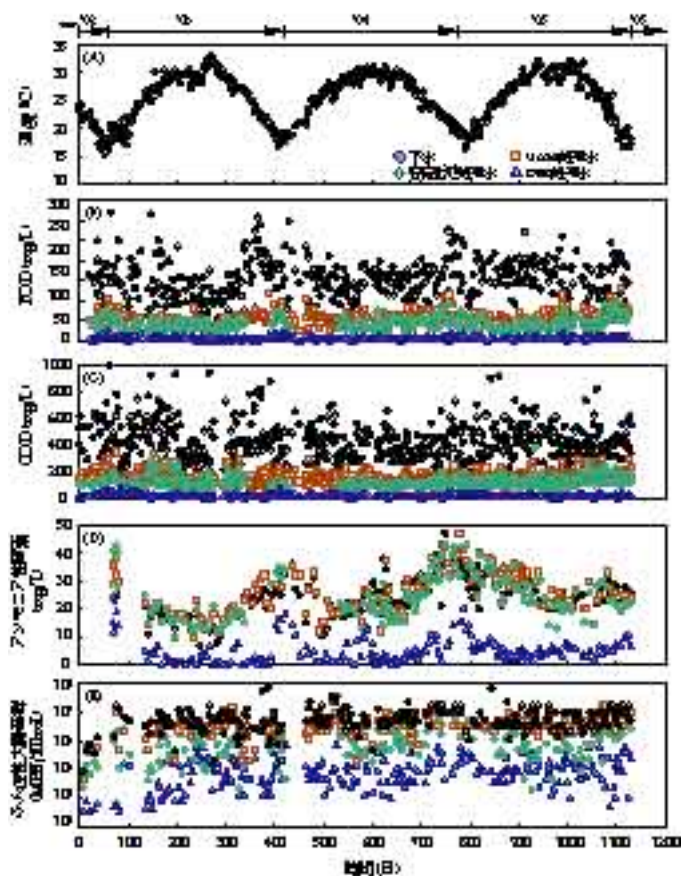


Fig. 2 各処理水質の経時変化

上から (A)下水温度、(B)全 BOD、(C)全 COD、(D)アンモニア性窒素、(E)ふん便性大腸菌群