

# 酸素供給型スポンジ散水ろ床「Hi-DHS リアクター」によるデンプン含有排水の連続処理

岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○段下剛志、正会員 角野晴彦、(株) トーエネック 高石有希子  
阿南工業高等専門学校 正会員 川上周司、国立環境研究所 正会員 珠坪一晃  
広島大学大学院 正会員 大橋晶良、東北大学大学院 正会員 原田秀樹

## 1. はじめに

DHS (Down-flow Hanging Sponge) リアクターは、スポンジを汚泥保持担体とした散水ろ床である。その特徴を 2 点挙げる。1 点目は、15~40 g-VSS/L-sponge に達する高い汚泥保持能である。2 点目は、理論的 HRT と実測 HRT が合致しており、高い汚泥濃度を持つリアクター内に排水がまんべんなく届くことである。この特徴を好氣的に利用できれば、高速処理が可能であると考えられる。しかしながら、実食品工場排水を処理する DHS リアクターの上部では、生物膜表面から 1 mm 付近で、DO が枯渇していた<sup>1)</sup>。

そこで、我々は DHS リアクターの気相部を高濃度酸素にする High DO (Hi-) DHS リアクターを開発した。本研究では、Hi-DHS リアクターを用いてデンプン含有排水を連続処理した。また、高 DO が植種汚泥の好気性活性に与える影響を調査した。

## 2. 実験方法

### (1) 植種汚泥の好気性活性試験

高 DO が好気性活性に与える影響を調査するため、2 つの異なる DO 条件を用意した。一方は試験中にエアポンプで曝気する条件 (以下、空気条件)、もう一方は PSA (Pressure Swing Adsorption) 式の酸素発生装置で曝気する条件 (以下、酸素条件) である。

試験には、連続処理実験開始前の植種に予定している本校浄化槽から採取した活性汚泥を用いた。採取した活性汚泥は、持ち込み基質除去のために約 20 時間空気条件で曝気した。試験中の DO は、空気条件で 8.5 mg/L 程度、酸素条件で 34 mg/L 程度となった。投入基質は、デンプン溶液とした。試験開始時の COD は、300 mg/L 以上とした。試験中、温度は 20°C、pH は 7 前後に制御した。各条件において、2 サンプルずつ試験した。

### (2) 連続処理実験

図-1 に実験で用いる Hi-DHS リアクターの概要を示す。ろ材は、三角柱状スポンジとした。ろ材の仕様は、幅 20 cm、断面積 5 cm<sup>2</sup>、間隙率 80% である。ろ材を 39 本、厚さ 0.3 mm の塩化ビニル製シートに図-1 のように貼り付けた。ろ床の高さは 158 cm、スポンジの間隙体積は 3.1 L となった。HRT、容積負荷の計算には、スポンジの間隙体積を用いた。このろ床を水封槽を備えた槽内に懸垂し、槽内を密閉して、Hi-DHS リアクターとした。

リアクター内に送気する酸素は、PSA 式の酸素発生装置を用いて、その濃度は 90% 以上となる。酸素流量は、約 0.5 L/分とした。リアクター上部より内部に送られた酸素は、リアクター下部より水封槽、ガスメーターを経由して排気される。排水は、ポンプによってリアクター上部に供給され、ろ床を流下中に酸素を獲得し、汚泥と接触しながら処理され、リアクター下部で処理水となる。

供給する人工排水は、デンプンを単一の有機源とし、COD 1000 mg/L に調整した。その他、窒素、リンの栄養塩を添加した。10 日目以降は、pH 低下防止のために重曹を添加した。排水の保管温度は 15~4°C とした。排水の交換頻度は、週 2~3 回とした。

植種汚泥は、排水の流入-流出間を約 24 時間循環させた。植種終了後を 0 日とし、処理温度 20°C (室内制御)、HRT 8 時間で連続処理を開始した。

## 3. 実験結果

### (1) 植種汚泥の好気性活性試験

図-2 に好気性活性試験における (a) 空気条件と (b) 酸素条件の溶解性 COD の経時変化を示す。液相中の汚泥濃度は、2.6~3 g-VSS/L となった。両条件ともに、COD は一次的に減少した。この傾きと汚泥濃度より活性値を求めると、空気条件で 0.15 g-COD/g-VSS/日、酸素条件で 0.15 g-COD/g-VSS/日

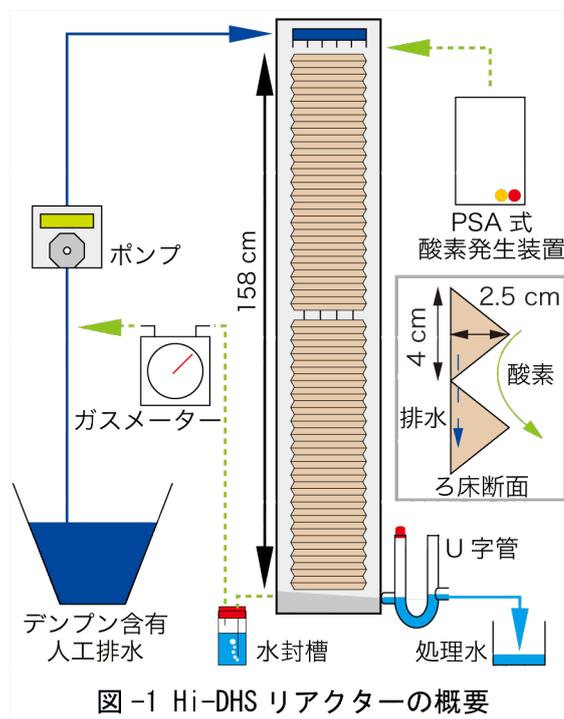


図-1 Hi-DHS リアクターの概要

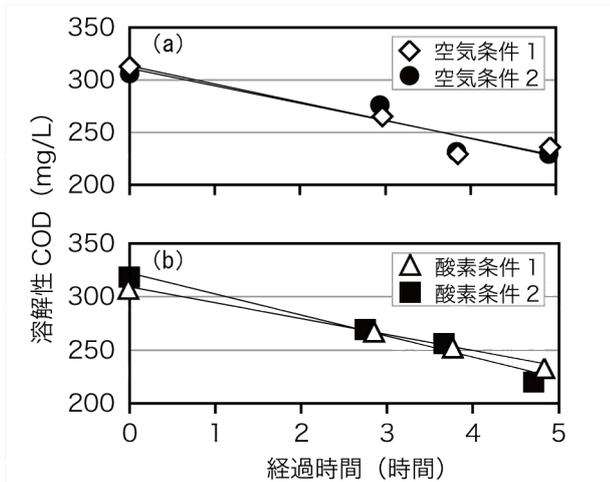


図-2 好気性活性試験における (a) 空気条件と (b) 酸素条件の溶解性 COD の経時変化

となり、同程度であった。COD の減少傾向と活性値より、活性汚泥は、5 時間程度の高 DO への暴露に対して、効果的にも逆効果的にも影響を受けることはなかった。

## (2) 連続処理実験

植種終了後の汚泥濃度は、0.3 g-MLSS /L-sponge となった。

図-3 に連続処理実験における (a) 排水と (b) 処理水の COD の経日変化を示す。排水の保管温度は、0~5 日目において 15°C、6~24 日目において 10°C とした。排水作成 (交換) 後、2 日間経過した排水では、全 COD と溶解性 COD の差が 20~90 mg/L と少なかった (2、7、10、14 日目)。一方、排水交換後 3 日以上経過した排水では、全 COD と溶解性 COD の差が 150~300 mg/L となり、固形性 COD が増加していく傾向が見られた。そこで、25 日目排水の保管温度を 4°C に下げた。それ以降は、固形性 COD が 150 mg/L 以下に抑制された。

2 日目における全 COD、溶解性 COD は、排水で 930、916 mg/L であったのに対し、処理水で 858、838 mg/L であり、ほとんど処理されなかった。7 日目以降、処理水質は、徐々に良好になった。植種汚泥が少ないのにも関わらず、順調に生物処理が進行した。17~31 日目の処理水は、全 COD、溶解性 COD とともに 100 mg/L 程度で推移した。DHS リアクターの特徴である高い汚泥保持能が発揮され、増殖した汚泥は系外に流出することは少なかった。この期間において、植種汚泥の追加や汚泥返送等の汚泥管理は一切行っていない。これより、Hi-DHS リアクターは、維持管理が不要なプロセスであることが分かった。

既報では、Hi-DHS リアクターを用いて、豆腐工場排水を想定した COD 1000 mg/L の人工排水の連続処理実験を HRT 8 時間で開始した<sup>2)</sup>。ここでは、運転開始から 40 日程度で処理水の全 COD は 50 mg/L 程度、全 BOD は 20 mg/L 以下となり、排水基準をクリアした<sup>2)</sup>。一方で、本 Hi-DHS リアクター

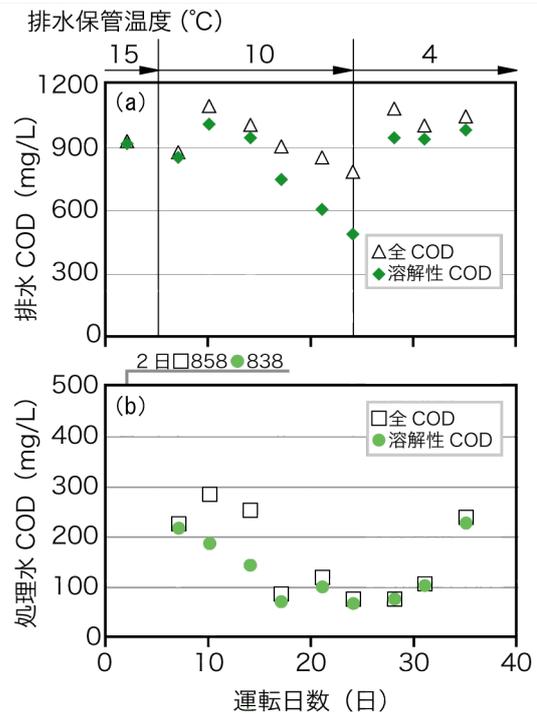


図-3 連続処理実験における (a) 排水と (b) 処理水の COD の経日変化

は運転開始から 30 日程度経過しても、処理水の全 COD は 80~120 mg/L 程度に留まっており、全 BOD は 20~40 mg/L で変動していた。

32~34 日目におけるリアクター内の酸素濃度は、PSA 式の酸素発生装置の不具合により、70%に低下した。これに伴い、35 日目における処理水の全 COD、溶解性 COD はともに 200 mg/L 以上となったが、今後、処理性能は向上することが期待できる。

## 4. まとめ

活性汚泥を用いて DO 34 mg/L と DO 8 mg/L の 2 つの条件で好気性活性試験を行ったところ、活性汚泥は両条件において 5 時間程度の試験中、COD の減少傾向と活性値が同様であった。

Hi-DHS リアクターを用いて COD 1000 mg/L のデンプン含有排水の連続処理を、処理温度 20°C、HRT 8 時間で開始した。植種後の汚泥濃度は、わずか 0.3 g-MLSS /L-sponge であったのにも関わらず、汚泥管理なしで処理が進行した。約 30 日目において、処理水の全 BOD は 20~40 mg/L で変動していた。今後、この処理水質が向上するか検証する。

## 参考文献

- 1) 段下剛志ら、第 49 回環境工学研究フォーラム講演集、pp.84~86、2012
- 2) 馬島孝治ら、第 49 回環境工学研究フォーラム講演集、pp.7~9、2012

## 謝辞

本研究の一部は公益社団法人鉄鋼環境基金の助成を受けて実施しました。関係各位に感謝致します。