

嫌気好気ろ床・活性汚泥プロセスによる有機物および窒素の除去

前橋工科大学工学部 学生会員 東根孝憲

前橋工科大学工学部 正会員 田中恒夫

前橋工科大学工学部 学生会員 高橋 健

1. はじめに

生活・農業系排水による窒素負荷の水環境への影響が問題となっている。この対策として、下水道、農業集落排水施設、合併浄化槽等の整備が推進されているが、同時にこれらのより高度化・安定化が求められている。生物膜法、特に嫌気好気ろ床(接触曝気)プロセスは維持管理の容易性等から広く採用されているようになった。しかしながら、窒素除去効率は有機物のそれと比較して低く、現在その改善が求められ、種々検討されている^{1)~2)}。本研究では、嫌気好気ろ床・活性汚泥プロセスを提案し、その特性について検討を行った。

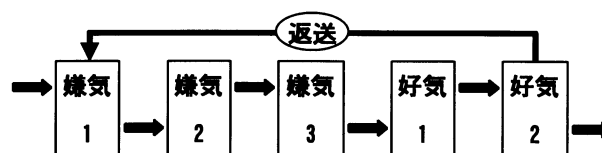


図-1 嫌気好気ろ床プロセス

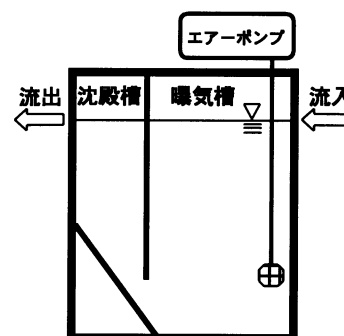


図-2 活性汚泥反応槽

2. 嫌気好気ろ床・活性汚泥プロセス

嫌気好気ろ床プロセスは、図-1のように、嫌気3槽および好気2槽からなる。有機物の多くは嫌気槽で除去され、好気槽で流入下水中のアンモニア性窒素は硝化される。嫌気槽の設置により汚泥の減量化も期待できる。また、嫌気槽へ処理水を返送し脱窒の効率化を目的とした手法がとられている。本研究で提案する嫌気好気・活性汚泥プロセスは、嫌気好気ろ床プロセスの長所を考慮した、好気ろ床槽の1槽を活性汚泥反応槽に変更したプロセスである。

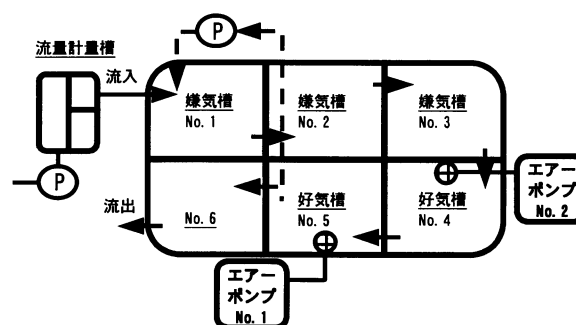


図-3 実験装置

3. 実験装置および方法

3-1 活性汚泥反応槽と好気ろ床槽の処理特性

活性汚泥反応槽と生物膜反応槽の処理特性を検討するために、図-2に示したベンチスケール装置を用いて実験を行った。曝気槽および沈殿槽の有効容量はそれぞれ約4.5L、1.0Lとした。実験は表-1に示した条件で行い、すなわちRun1-1とRun1-2は反応槽を活性汚泥槽(ろ床充填なし)として行った実験で、Run1-3、Run1-4は反応槽に網状円筒ろ材を充填して行った実験である。供給原水として肉エキスとペプトンを主成

分とした人工下水を用い、定量ポンプにより1日当たり4.5L供給した。この流量で水理的滞留時間(HRT)は約1日である。曝気は、連続と間欠の双方の条件で行った。また、実験は馴致期間をおいて開始したが、その際の反応槽内生物量(付着生物量)は表-1に示したように、Run1-1およびRun1-2においてを2000~2500mg/L、Run1-3およびRun1-4において約0.018g/cm²であった。

3-2 実排水を用いた屋外実験

実験に用いた装置の概略図を図-3に示す。この装

キーワード：活性汚泥法、嫌気好気ろ床、高度処理、循環比

連絡先：〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町460-1 TEL：027-265-7363 FAX：027-265-3837

置は図-1に示した嫌気好気ろ床プロセスをモデル化したもので、沈殿槽を含め6槽からなる。流入側からNo.1槽～No.3槽は嫌気ろ床槽、No.4とNo.5槽は好気ろ床槽、No.6槽は沈殿槽とした。各槽とも同じ有効容量で、1槽当り1.1m³とした。それぞれの槽にポリエチレン製の網状円筒ろ材を比表面積約50m²/m³で充填した。No.4槽は、図-2のように仕切り板と傾斜板を取り付け汚泥が流出しないような構造とした。表-1に示したように、Run2-1、Run2-2はNo.4槽の曝気槽に網状円筒ろ材を充填して行った実験、Run2-3、Run2-4はNo.4槽のろ材を取り出し、反応槽を活性汚泥槽として行った実験である。供試原水は下水処理場の初沈越流水で、供給量は流量計量槽を用いて6m³/dに制御した。全体のHRTは約1.1dayである。Run2-2では、No.5槽の処理水を循環比3.0でNo.1槽に返送した。好気槽において、曝気はエアポンプを用いて行い、その強度を変化させてDO濃度を3～5mg/Lに制御した。生物量はRun2-1～Run2-3において約0.015g/cm²～0.020g/cm²であった。Run2-4において初期MLSS濃度は約2200mg/Lとした。

4. 結果および考察

4-1 室内ベンチスケール実験

図-2の装置を用いて行った室内実験の結果を表-2に示した。表-2からわかるように、有機物(COD)除去率は活性汚泥-連続曝気の条件のRun1-1では85.2%、活性汚泥-間欠曝気の条件のRun1-2では84.6%、生物膜-連続曝気の条件のRun1-3では56.6%、生物膜-間欠曝気の条件のRun1-4では53.8%であった。COD除去率は反応槽を活性汚泥槽とした場合および連続曝気の条件で最も高かった。一方、全窒素(TN)除去率はRun1-1では11.3%、Run1-2では27.0%、Run1-3では12.7%、Run1-4では15.0%であった。Run1-2においてTN除去率は最も高く、活性汚泥反応槽とした場合の間欠曝気の有効性が示された。加えて、Run1-2におけるCOD除去率も比較的高く、活性汚泥反応槽の処理性能は生物膜反応槽のそれより優れていると考えられる。

4-2 パイロットスケール実験

表-2からわかるように、COD除去率はRun2-1で

表-1 実験条件

Run No.	反応槽	曝気条件	循環比	生物量
1-1	活性汚泥	連続	—	2000-2500mg/L (MLSS)
1-2	活性汚泥	間欠	—	2000-2500mg/L (MLSS)
1-3	生物膜	連続	—	0.018g/cm ²
1-4	生物膜	間欠	—	0.018g/cm ²
2-1	生物膜	連続	0	0.015-0.020g/cm ²
2-2	生物膜	連続	3	0.015-0.020g/cm ²
2-3	生物膜	連続	0	0.015-0.020g/cm ²
2-4	活性汚泥	連続	0	2200mg/L (MLSS)

表-2 実験結果

Run No.	COD 除去率(%)		TN 除去率(%)	
	全体	第4槽	全体	第4槽
1-1	85.2	—	11.3	—
1-2	84.6	—	27.0	—
1-3	56.6	—	12.7	—
1-4	53.8	—	15.0	—
2-1	81.4	19.6	26.6	8.0
2-2	76.1	21.4	7.1	5.7
2-3	75.9	24.8	21.3	4.5
2-4	82.7	30.4	13.9	10.7

は19.6(81.4%)、Run2-2では21.4(76.1%)、Run2-3では24.8(75.9%)、Run2-4では30.4(82.7%)で、生物膜反応槽から活性汚泥反応槽へ変更することにより、COD除去率は若干上昇した。また、第4槽への流入COD濃度は比較的低く、有機物の多くは嫌気性槽で除去された。なお、括弧内は装置全体の除去率を示している。一方、第4槽でのTN除去率はRun2-1では8.0%、Run2-2では5.7%、Run2-3では4.5%、Run2-4では10.7%で、有機物除去率と比較して全体的に低かったが、生物膜反応槽から活性汚泥反応槽へ変更することにより、COD除去率と同様に若干上昇した。しかしながら、Run2-1、Run2-2およびRun2-3における硝化率は5～10%であったが、Run2-4では約90%まで上昇し、硝化における活性汚泥槽の組み込み効果は明確であった。処理水返送等を適切に行うことにより、TN除去率は高くなると考えられる。したがって、本研究で提案した嫌気好気ろ床・活性汚泥プロセスは、既存の嫌気好気ろ床法の高度化を含め、排水の高度処理に対応できるプロセスと考えられる。

5. 参考文献

- 1) Tsuneo Tanaka and Masao Kuroda (2000) : Improvement of submerged biofilter process by bioelectrochemical method, *Jour. of Environmental Engineering* (ASCE), pp. 541-548.
- 2) 尾崎益雄, 田中恒夫, 中曽根英雄(1999): 接触曝気方式の高度化における生物活性炭を用いたろ材の有効性, 農業土木学会, pp. 111-116.