

II-151

Xonotlite による活性汚泥の結合固定化とその浄化機能について

福井工大 正員 橋本 奨
 大阪大学 正員 古川憲治
 大阪大学 正員 岩堀恵祐

1. はじめに

近年、固液分離が容易で、しかも高濃度の活性汚泥を保持するために、固定化技術の活性汚泥法への適用が鋭意検討され、その担体選定、固定化条件、操作因子などに関する知見が集積されてきた。しかし、包括法や自己固定化法は、装置形状や構造の問題、経済的な側面から、実際の大規模な活性汚泥処理施設には適用でき難いのが現状である。一方、結合法は、有効で安価な担体さえ選定できれば、既存施設への適応が容易で、実用的な固定化法であるといえる。このような観点から、本研究では、ケイ酸カルシウムの水和物であるXonotliteに着目し、その固定化効果を明らかにするとともに、結合固定化活性汚泥の浄化機能と含有担体量の推定を種々検討したので、その概要を報告する。

2. 実験材料並びに方法

○ 供試汚泥：肉エキス・ペプトン主体の合成下水で Fill and Draw 方式により培養した活性汚泥を用いた。

○ 供試担体：2種類のスラリー状のXonotlite(大阪パッキン製)を用いた。Xonotlite Aは平均粒子径 $38\mu\text{m}$ 、含水率94.1%、比表面積 $65\sim 70\text{ m}^2/\text{g}$ 、Xonotlite Bではそれぞれ $104\mu\text{m}$ 、92.2%、 $55\sim 60\text{ m}^2/\text{g}$ で、両スラリーとも $\text{pH}9.5\sim 10$ である。

○ 実験方法：本研究では、Xonotlite添加による結合固定化活性汚泥の調製とその浄化機能に関する実験をそれぞれ行った。活性汚泥の調製実験では、2~3ℓ容の逆円錐型曝気槽に、活性汚泥を $500\text{ mg SS}/\ell$ となるように投入し、各スラリーを 10 g wet 添加して、Fill and Draw 方式で培養(通気量 0.1vvm)しながら、徐々にTOC容積負荷量を高めた。実験期間中、適宜、平均フロック径、MLSS濃度、SVI及び沈降速度を測定した。また、浄化実験では、図1の実験装置に、先の実験から結合担体として有効と判断できたXonotliteによる結合固定化活性汚泥を $11000\text{ mg SS}/\ell$ 投入し、先と同じ合成下水による連続処理を室温で行った。実験期間中、適宜、TOC、MLSS、窒素、DOの各濃度とSVIを測定した。なお、測定方法はすべて下水試験方法に準じて行った。

3. 実験成績並びに考察

○ 活性汚泥の結合固定化効果：Xonotlite Aを添加した実験におけるMLSS濃度、平均フロック径、TOC容積負荷量の経日変化を図2に示した。平均フロック径は、約2週間の培養で実験開始時の約2倍の $200\mu\text{m}$ に、さらに約3週間後には $300\mu\text{m}$ に成長し、この時のSVIは $20\text{ ml}/\text{g}$ 前後、沈降速度は $5\text{ m}/\text{hr}$ で、沈降特性の極めて良好な活性汚泥を調製することができた。一方、Xonotlite Bを添加した実験では、先と同様のフロック成長を示したが、その平均径が $200\mu\text{m}$ に達するまでの期間は約17日で、約1ヶ月後に $300\mu\text{m}$ まで成長した。Xonotliteは、砂・活性炭のように、担体がフロックの核となる結合固定化ではなく、フロック間を架橋して成長させる役目を担っている。したがって、粒子径の小さなXonotlite Aの方が結合担体として有効であり、沈降特性の優れた活性汚泥を速やかに調製でき得ることがわかった。そこで、Xonotlite Aによる結合固定化活性汚泥を用いて、浄化実験を行った。

○ 結合固定化活性汚泥の浄化機能：Xonotlite Aによる結合固定化活性汚泥(フロック径 $400\sim 500\mu\text{m}$)の処理成績を表1に一括表示した。なお、実験3の後半では、DO濃度が $1\text{ mg}/\ell$ 以下となったので、実験4では空気曝気から純酸素曝気に変更し、さらに活性汚泥を追加投入して実験を継続した。この結合固定化活性汚泥は、滞留時間約10分間の簡単な固液分離槽でも澄明な処理水(透視度 30 cm 以上)を得ることができ、

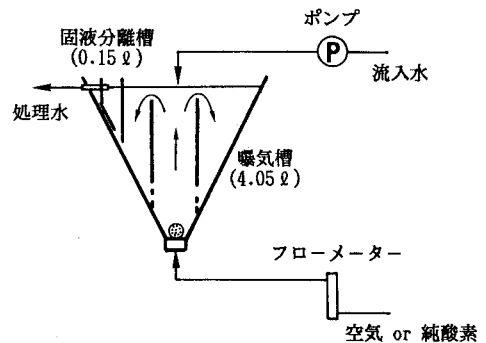


図1 浄化実験における装置の模式図

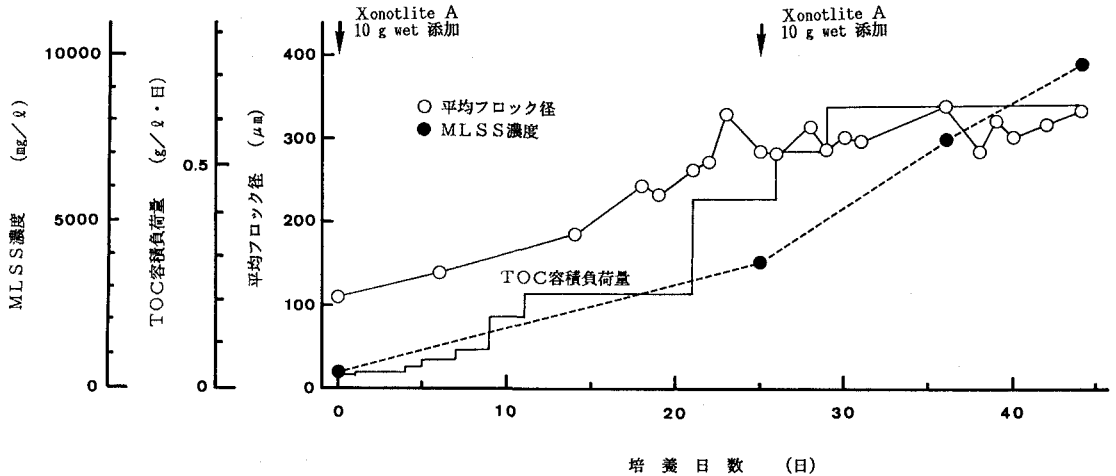


図2 調製実験におけるMLSS濃度、TOC容積負荷量並びに平均フロック径の経日変化

表1 Xonotlite Aを用いた結合固定化活性汚泥による合成下水の処理成績

項目 実験番号	流入水量 ($\text{l}/\text{日}$)	TOC濃度(mg/l)		MLSS 濃度 (mg/l)	TOC容積 負荷量 ($\text{g}/\text{l}\cdot\text{日}$)	SVI (ml/g)	DO濃度 (mg/l)	流入水 T-N濃度 (mg/l)	処理水窒素濃度(mg/l)		
		流入水	処理水						T-N	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$
実験1	24	90	4.0	11000	0.537	20~41	4.0~6.0	27.9	14.2	3.5	8.4
実験2	16	90	6.0	7000	0.356	25~40	4.0~6.0	28.2	20.0	3.2	15.2
実験3	16	130	6.9	7000	0.514	40~50	0.5~3.0	41.6	22.6	4.0	15.5
実験4	24	165	6.0	20000	0.978	38~41	10~14	48.2	27.6	5.0	22.5

注) 曝気槽容積: 4.05 l 、処理水温: 10.8~15.0 $^{\circ}\text{C}$ (室温)、通気量: 0.1~0.15 vvm (実験1~実験3は空気曝気、実験4は純酸素曝気)

しかも実験3の後半での低DO濃度運転時には、糸状菌の発生が観察されたが、Xonotlite Aの架橋作用で、SVIが50 ml/g 以下の低い値を保つことができた。また、4.0~6.0 hrの曝気槽滞留時間で、TOC濃度90~165 mg/l の流入水は4.0~6.9 mg/l まで処理でき、さらにT-N除去率は、実験2で約29%、他の実験で42%以上の値が得られた。したがって、Xonotliteによる結合固定化活性汚泥は、高濃度でも良好な固液分離能を達成でき、しかも低い水温にもかかわらず、TOC除去能が高く、硝化反応並びにフロック内での脱窒反応が促進されることがわかった。

○ 含有担体量の推定: 結合固定化活性汚泥の浄化機能に關する微生物量を評価するには、結合担体の含有量を把握する必要がある。そこで、次に提案する方法により、含有担体量の推定を試みた。

含有担体濃度をX mg/l 、活性汚泥由来の灰分濃度とXの合計をA mg/l とすると、(A-X)は活性汚泥のSSとVSSの濃度差となる。一定負荷量で運転した場合には、1日に増加する活性汚泥の灰分濃度は同じであるので、 $(A_1 - X) / (A_0 - X) = (A_2 - X) / (A_1 - X)$ の關係が成立する。ここで、添字(0,1,2)は培養日数を表している。これを解くと、 $X = (A_1^2 - A_2 A_0) / (2A_1 - A_2 - A_0)$ となる。いま、浄化実験終了後の活性汚泥(SS濃度を10000 mg/l に調製)を約0.25 $\text{g TOC}/\text{l}\cdot\text{日}$ の一定負荷量で培養し、2日間隔でSS及びVSSを測定して、上式からX濃度を推定したところ、230.4 mg/l 、216 mg/l のほぼ同じ値が得られた。浄化実験に使用した活性汚泥にはXonotlite Aを20 g wet 投入したので、本実験に供した時の濃度が約200 mg/l と考えられ、提案した推定式の有効性が示唆された。

4. まとめ

ケイ酸カルシウムの水和物であるXonotliteを用いた活性汚泥の結合固定化とその浄化機能を検討し、沈降特性の優れた活性汚泥を速やかに調製でき、良好な浄化機能を得られることを明らかにした。また、含有担体量の推定式を提案し、実験的検討から、その有効性が示唆された。