

人工ゼオライト混入ポーラスコンクリート水路床における硝化特性に関する研究

愛媛大学大学院 学生会員 ○清家太郎、小野智晴
愛媛大学 正会員 西村文武
開発コンクリート（株） 正会員 山田登志夫、葛西博文、田中基博

1. はじめに

河川法改正に伴い、河川事業の目的として治水、利水に加え、河川環境の整備と保全に対する項目が掲げられることになった。それに伴い環境に配慮した技術開発もなされるようになってきた。コンクリート分野においても建設材料用としてばかりではなく、環境保全を目的とした使用も進んでいる。その一例としてポーラスコンクリートの開発・適用がある。ポーラスコンクリートは多孔質で連続した空隙を持つため透水性に優れ、内部にも生物膜の付着を形成することができ、様々な観点から水質浄化機能の解明が行われている。また、化学的吸着機能のあるゼオライトを混入させたコンクリートの開発も進んでいる¹⁾。本実験では、アンモニア含有無機水を連続通水させた模擬水路を用いて、その底部にゼオライト混入ポーラスコンクリート担体を敷設し、硝化菌を対象とした微生物膜増殖特性と、それに及ぼす影響について実験を行い考察した。

2. 実験方法

実験装置の概略図を図-1に示す。水路長 1.6m、水路幅 0.10m、高さ 0.15m のアクリル製水路を用いた。コンクリート担体は、10cm×10cm×2.5cm で、空隙率 20% のものを使用した。水路は全部で 5 水路用意し、1 つの水路につき 6 つのポーラスコンクリート担体を設置した。各水路の実験条件を表-1 に、各担体の条件を表-2 に示す。水路への模擬汚濁水の流入は、水路装置に隣接させた 500L のタンクにアンモニア性窒素濃度 10mgN/L を含有する無機性のものを作成し、水理学的滞留時間が 8 時間となるように流入量を調整した。水路は貯留槽部で曝気させ、溶存酸素濃度が飽和に近くなるようにした。水質測定は水位、流速、流入流量、pH、DO、アルカリ度、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ とした。なお、回分式実験はコンクリート表面の生物膜の付着・増殖が進行し、硝化反応が安定した点で水路からコンクリート担体を取り出して、各担体ごとの硝化活性を測定した。担体状態での実験後、コンクリートに付着する微生物膜を、超音波ホモジナイザーを用いて剥離させ、生物膜を浮遊させた状態でも実験を行った。浮遊状態での実験終了後 SS および VSS、FISH 法により硝化細菌数の測定を行った。

3. 実験結果及び考察

図-2 に例として、連続実験による RUN 3 と RUN 5 の無機態窒素濃度の経日変化を示す。アンモニアの酸化は RUN 5 では実験開始から 8 日経過後に、RUN 3 では 14 日経過後にみられ、流速 30(cm/s) のケースほど早く酸化された。同様の現象は亜硝酸についても観察され、RUN

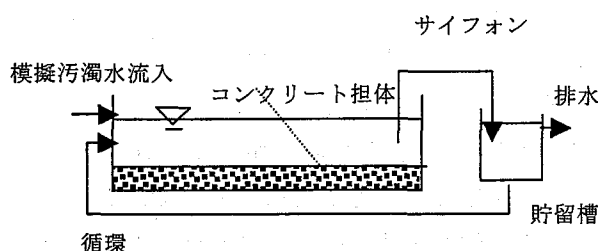


図-1 水路装置概要図

表-1 水路の条件

水路	流速	用途	担体条件
RUN1	10 cm/s	連続実験 (ブランク)	アクリル
RUN2	10 cm/s	回分実験用	ポーラス コンクリ ート
RUN3	10 cm/s	連続実験	
RUN4	30 cm/s	回分実験用	
RUN5	30 cm/s	連続実験	

表-2 ポーラスコンクリートの条件

条件	空隙率	AZ の種類	AZ 混入率
①	20%	無混入	0%
②		Fe	10%
③		Fe	20%
④		Ca	10%
⑤		Ca	20%
⑥		Fe+Ca	各 10%

5 で立ち上がり早く、蓄積も多くなった。硝酸については、大きな差異はみられず、ほぼ同じ時期に硝酸化が進行した。アンモニア酸化が流速 30(cm/s)のケースほど早かった要因は、流速が速いことで硝化細菌に必要な基質や酸素の供給が活発になったためだと考えられる。

図-3 に回分実験より得られた担体状態における硝化速度を示す。担体状態での回分実験においても、流速 30(cm/s)のケースほど硝化活性が高くなる傾向を示した。ゼオライトの混入条件別にみると、RUN 4 では無混入型と Fe10%型で他の担体より硝化速度が遅くなっていた。最も硝化速度が速かったのは、RUN 4 の Ca20%型で 0.259(mgN/hr)であった。次に、図-4 に浮遊状態での回分実験による VSS あたりの硝化速度を示す。担体状態とは異なり、流速 10(cm/s)のケースほど高い値を示した。これは、流速 30(cm/s)のケースほど VSS 付着量が多くなっていたことに起因する。これは、流速条件によりアンモニアが酸化する時間に差異が出たように、流速が速いほど基質や酸素がより供給され VSS 量も多くなったと考えられる。続いて、図-5 に浮遊状態での回分実験による硝化細菌数あたりの硝化速度を示す。VSS あたりの硝化速度とは違う傾向であった。VSS あたりの硝化速度では、すべての条件で RUN 2 の硝化速度が速かったが、硝化細菌あたりの硝化速度ではゼオライト無混入、Fe20%型、Ca20%型において RUN 2 ほど速いという結果になった。硝化細菌数あたりの硝化活性が最も高かったのは、各 RUN ともに Fe20%型であり RUN 2 では 1.09×10^{-9} (mgN/cells · hr)、RUN 4 では 5.76×10^{-9} (mgN/cells · hr)であった。一方、最も低かった型は各 RUN ともにゼオライト無混入のものであった。

4. まとめ

ゼオライト混入コンクリートブロックを敷設した模擬水路において、流速 10(cm/s)と流速 30(cm/s)で運転した場合、流速 30(cm/s)ほどアンモニアは早く硝化されることがわかった。また、硝化反応が安定した時点で行った担体状態での回分実験結果より、流速 30(cm/s)ほど硝化速度が速くなるということがわかった。流速 10(cm/s)に比べ、流速 30(cm/s)の条件では、ゼオライト混入の有無やゼオライトの種類による硝化活性の差がみられた。

参考文献

1)坂井忍,水口裕之,上月康則,村上仁士:ポーラスコンクリートの水質浄化機能に及ぼす空隙特性,高炉スラグおよびゼオライトの影響,vol.23,No.1,pp169-174,2001

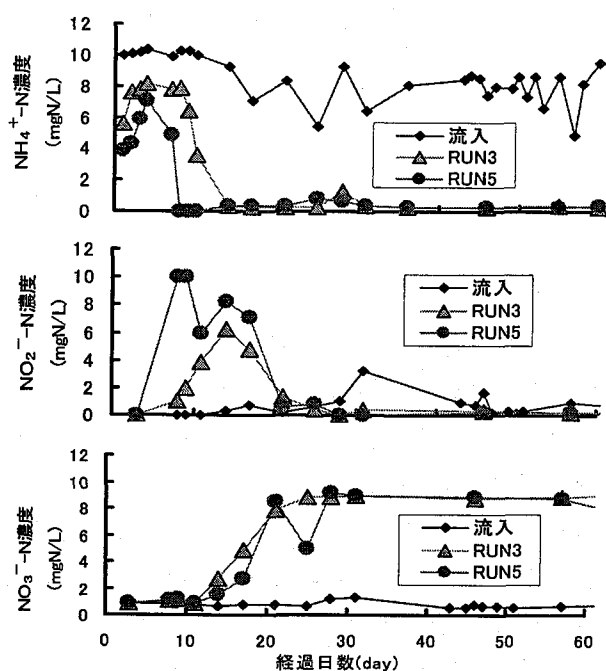


図-2 各態窒素濃度の経日変化

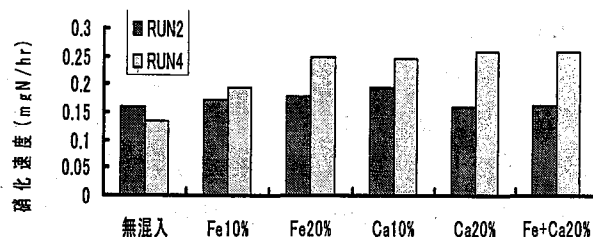


図-3 回分実験(担体状態)による硝化速度

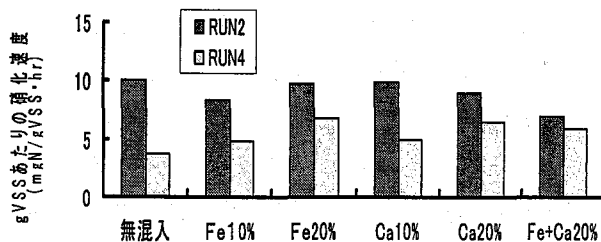


図-4 回分実験(浮遊状態)によるVSSあたりの硝化速度

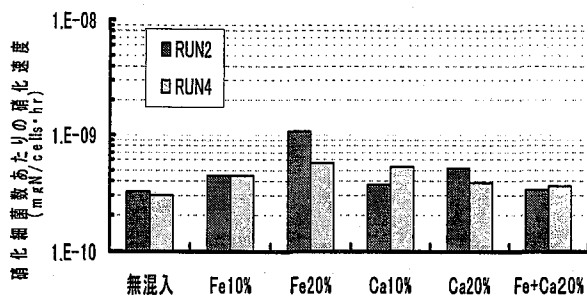


図-5 回分実験(浮遊状態)による硝化細菌あたりの硝化速度