

## コンクリート水路床への硝化細菌の付着増殖特性に及ぼす混入ゼオライトおよび流速の影響

愛媛大学工学部 学生員 ○小野智晴  
愛媛大学工学部 正会員 西村文武  
兵庫県 上住 僚  
開発コンクリート(株) 山田登志夫

### 1.はじめに

平成9年の河川法一部改正を受け、従来の治水、利水に加えて河川環境の整備と保全が河川管理の項目として挙げられるようになった。それに伴い水質、景観、生態系保全等の整備と保全のための様々な技術開発、適用がなされるようになってきた。人工ゼオライトをコンクリートに含有させた製品(人工ゼオライト含有コンクリート製品)も河川環境保全への適用を目的として開発されたもので、河川水に接触させることで、コンクリート中のゼオライトが、その化学的吸着作用により、水質変換・浄化を行うものと考えられている。またゼオライトはアンモニア吸着作用があることから、その栄養塩保持作用により、水質浄化に関与する微生物の付着を促進させる効果が生じるものと期待されている。これまでに、その水質浄化能、生物付着能等を高めることに関して種々の観点から検討が行われている<sup>1,2)</sup>。しかしながら、アンモニア除去の観点から、人工ゼオライト混入コンクリートの水質浄化能、硝化菌付着能に関して定量的に評価した報告は少なく、未だ十分な知見が蓄積されている状況であるとは言い難い。そこで、本研究では、ゼオライト混入コンクリート担体への硝化細菌群の付着特性について、含有ゼオライト種や、水中に設置したときに表面水流速が及ぼす影響に焦点を絞り、水路実験施設を用いた実験を行い調査、検討した。

### 2.実験方法

図-1に実験系水路の概要図を、表-1に人工河川水基質組成を示す。実験は連続実験で行った。水路長 1.6m、水路幅 0.10m、高さ 0.15mの亚克力製水路を3基設置し暗条件とした。各々の水路は循環水流量を変化させることで供試体表面の流速を変化させることとした。

流速は 10, 25 および 40cm/s に設定し、流速の小さいものから RUN 1, 2, 3 とした。各々の水路床には縦×横×高さが 5.0cm×5.0cm×2.5cm のコンクリート供試体を 20 個ずつ設置した。コンクリート供試体として、人工ゼオライトが未混入のもの、Ca 型ゼオライトまたは Fe 型ゼオライトを各々混入率 20(%)、50(%)で含有させたものを作製し、この 5 種類の供試体を 1 水路に 4 枚ずつ計 20 個設置した。各水路の有効体積を 13.3(L)、水路内の水位を約 3cm とし、滞留時間を 8(hr)となるように人工河川水を流入させた。実験開始時に下水処理場での活性汚泥を約 3 滴添加し硝化細菌群を植種した。試料採取は経目的に行い、採取した試料に関して  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$  の分析、及び FISH による硝化菌の定量を行った。また硝化が安定した約 80 日後にコンクリート供試体を取り出し、供試体に着生した生物膜の硝化速度、付着 SS、VSS 量を測定した。

### 3.実験結果及び考察

図-2に RUN 2 における各態窒素の経日変化を示す。RUN 2 の水路では、実験開始から 19 日後まではアンモニア性窒素の硝化反応は検出されなかったが、19 日から 21 日にかけて亜硝酸型硝化反応場に移行した。48 日後から 52 日後にかけて亜硝酸型から

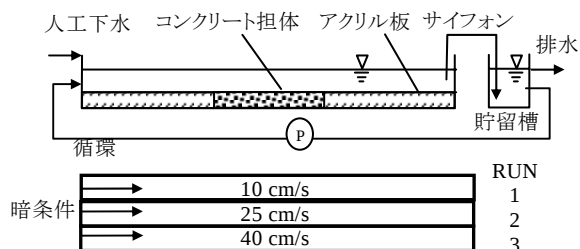


図-1 水路概要図

表-1 人工河川水組成

| 組成                                                       | 濃度   |
|----------------------------------------------------------|------|
| $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{mgN/L})$                     | 10   |
| $\text{NaHCO}_3(\text{mgCaCO}_3/\text{L})$               | 107  |
| $\text{KH}_2\text{PO}_4(\text{mgP/L})$                   | 0.10 |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}(\text{mgMg/L})$ | 1.0  |

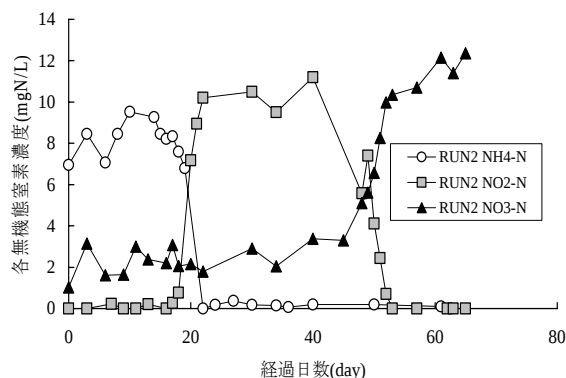


図-2 RUN 2 における硝化反応の経日変化

キーワード: 硝化特性、微生物付着特性、コンクリート、水路、ゼオライト、FISH

連絡先: 〒790-8577 松山市文京町 3 愛媛大学大学院生産環境工学専攻 西村文武 Tel&Fax 089-927-9752

硝酸型硝化反応場に移行し、それ以降は硝酸型反応場として安定した。この傾向は他の RUN でも同様であった。FISH 法によるアンモニア酸化菌と亜硝酸酸化菌の菌数測定結果を図-3 に示す。亜硝酸酸化菌は時間が経つにつれて増殖し、硝酸型になった 48 日以降でアンモニア酸化菌数との差が顕著になっている様子が示されている。通常 10mgN/L 程度のアムモニア性窒素濃度では亜硝酸型になることまれであるが、今回はコンクリート中の  $\text{CaCO}_3$  の一部が水中に溶解し、コンクリート表面の pH が高くなったためと考えられる。

図-4 に各 RUN での硝化菌数の経日変化を示す。アンモニア酸化菌は実線、亜硝酸酸化菌は点線・色抜の凡例で示す。共に流速が大きいほど早期に両硝化菌が付着している。流速は硝化菌付着に影響を及ぼしており、10-40(cm/s)の範囲では流速が大きくなるほど、早く付着される方向に作用することが示されている。

図-5 に単位生物膜量当たりの硝化活性を、図-6 に単位コンクリート表面積当たりの硝化活性を示す。流速条件別で見ると、流速が大きくなるに従い単位面積当たりの硝化活性が大きくなり、RUN 3 の Ca20%型に付着していた担体が最大の  $117(\text{mgN}/\text{m}^2 \cdot \text{h})$  を示し RUN 1 の約 2 倍の速度を示した。単位生物膜量当たりの硝化活性においても流速が大きくなるに従い活性が大きくなる傾向にあった。RUN 1、2 間で大きな差は見られなかったが、RUN 3 は全体として硝化速度が高く、その中でも Fe 型 50%が  $54.8(\text{mgN}/\text{gVSS} \cdot \text{h})$  と最も硝化速度が速かった。またコンクリートの種類別に硝化活性を見てみると、単位面積当たりの硝化速度では鉄型 50%が他の条件のものよりも低くなる傾向が見られた。その他は大きな差が観察されなかった。ゼオライト混入の効果については、本流速条件の範囲内では明確な傾向は識別できない結果となった。

#### 4.まとめ

実験開始から 21 日後には亜硝酸型硝化反応場に移行し、52 日後にかけて硝酸型硝化反応場に移行する。亜硝酸が検出される原因はコンクリート表面の高 pH の影響と考えられた。表面流速が 10-40(cm/s)の範囲では流速が速いほど早くコンクリート表面に硝化菌が付着することが付着菌数の測定結果により明らかになった。流速 40(cm/s)の条件では、ゼオライト混入の有無や混入ゼオライト型の相違によるコンクリート供試体表面での硝化活性の差が一部で見られたが、その他の流速条件ではゼオライト混入の有無や型が及ぼす硝化活性への影響については、明確な傾向は識別できなかった。

**謝辞:** 本研究の一部は(社)四国建設弘済会の平成 16 年度建設技術に関する技術開発助成からの補助を得て実施しました。ここに記して謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 林正浩, 水口裕之, 上月康則, 宮川恒夫: ポーラスコンクリートの水質浄化機能に及ぼす高炉スラグおよびゼオライトの効果, コンクリート工学年次論文集, Vol.21, No.1, pp.253-258, 1999.
- 2) 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, コンクリート工学年次論文集, Vol.23, No.1, pp.169-174, 2001.

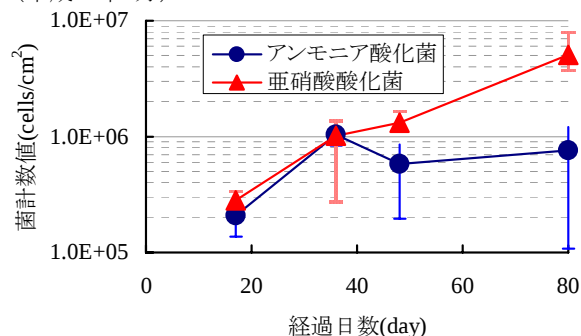


図-3 RUN2の菌種別経日変化

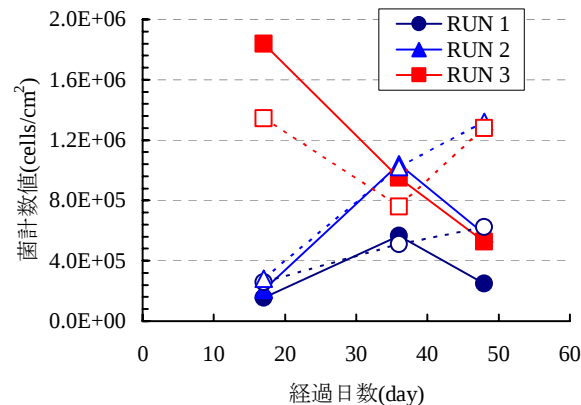


図-4 各 RUN の細菌数経日変化

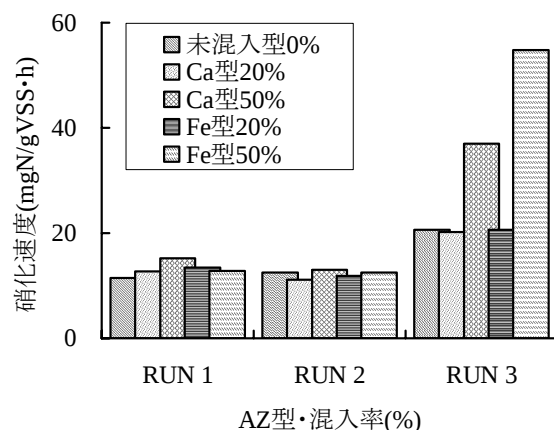


図-5 単位生物膜量当たりの硝化活性

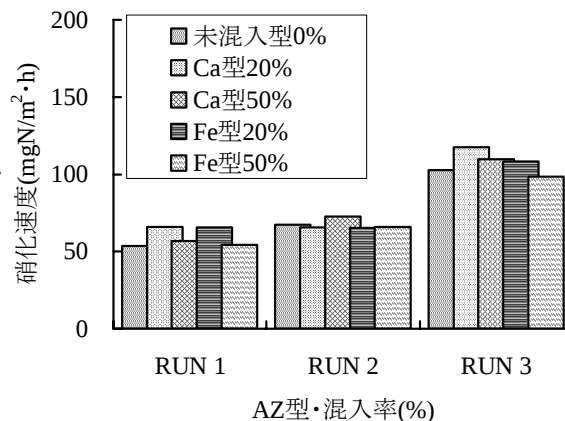


図-6 各 RUN の単位面積当たりの硝化活性