

VII-4 コンクリート付着微生物による窒素処理特性に関する実験的研究

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

1. はじめに

河川護岸は従来コンクリートを用いて強固にかつ、経済的に進められてきた。結果として建設されたコンクリート製河川構造物は生態系保全の概念がなく、治水・利水を目的としたものほとんどである。しかし、それは生物多様性維持の観点からは問題点も指摘されている。環境保全に対する意識の高まりから平成 9 年に河川法が一部改正され、河川環境も配慮されるようになった。これをうけ環境をキーワードにした製品開発が進められ、コンクリート分野においても生物付着性が向上するというポーラスコンクリートが開発され、また細骨材にゼオライトを混入したポーラスコンクリートも開発されている。しかし、その生物付着性についての機能解析は未だ十分とは言えない。そこで本研究では、ゼオライト含有ポーラスコンクリートに使用されるゼオライトの型や混入率が、生物付着特性やその活性に及ぼす影響について、脱窒反応に中心にラボスケールの実験を行い検討した。

2. 実験方法

図-1 に連続実験の概要を、図-2 に回分実験の概要を示す。表-1 に連続実験条件を、表-2 に基質組成を示す。実験には Fe 型, Ca 型, Fe+Ca 型のゼオライトをそれぞれ 10%, 20%, 50% (以下, Fe10%等)を混入して作成した 4.9cm×4.9cm×3.2cm の空隙率 20%のポーラスコンクリートとゼオライト無混入型(以下, 0%)のポーラスコンクリートを計 15 個用いた。まず連続実験を行いコンクリート担体に微生物を付着させた。脱窒反応が安定して十分に微生物が付着した後に回分実験を行い、個々のコンクリート担体での微生物の付着量の違い、脱窒能力を測定した。連続実験では水理学的滞留時間(HRT)を 8 時間、水温を 25℃に設定した。コンクリート担体の脱窒反応槽への投入は、鉄製の定規状体をコンクリート担体の支持体として 4 本を反応槽の上部に設置した。そこから針金を用いてコンクリート担体 15 個を水中に均等な深さにつり下げた。反応槽内は水中ポンプを用いて攪拌した。反応槽に基質を 15mL/分で流入させ、処理水は脱窒反応槽の側面に設けた排水口から排出した。回分実験は 500mL ビーカーに連続実験と同濃度の基質 400mL とコンクリート担体一個を混入させ、マグネチックスターラーで攪拌しながら 12 時間の脱窒反応を測定した。実験はコンクリート担体の状態で行った後に、担体に付着した生物膜を剥がしとり、浮遊状態で行った。実験開始から 0, 1, 2, 4, 6,

8, 10, 12 時間後に pH, DO, 水温の測定と試料の採取をして、浮遊汚泥の実験終了後には VSS の測定も行い付着生物量を測定した。

表-1 連続実験条件

有効容積(L)	12
水理学的滞留時間(hr)	8
水温(℃)	25
コンクリート供試体(個)	15
DO (mg/L)	0

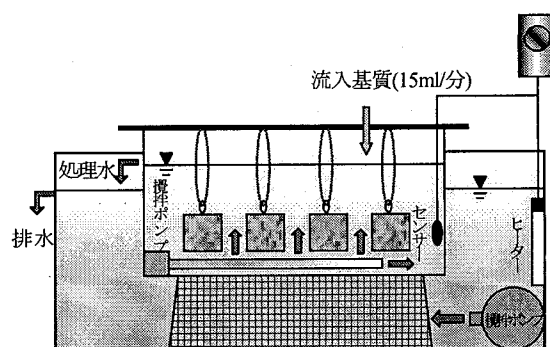


図-1 連続実験の概要図

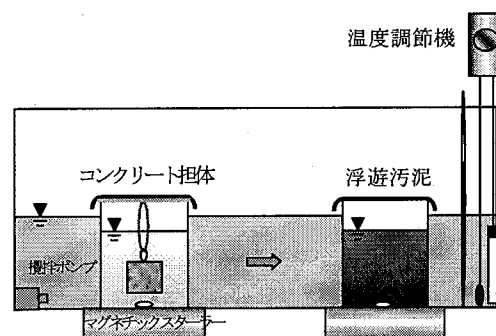


図-2 回分実験の概要図

表-2 基質組成

KNO ₃ (mgN/L)	10
CH ₃ OH(mgC/L)	15
NH ₄ Cl(mgN/L)	1
KH ₂ PO ₄ (mgP/L)	0.1
MgSO ₄ ・7H ₂ O(mgMg/L)	1
Na ₂ SO ₃ (mg/L)	200
CoCl ₂ ・6H ₂ O(mg/L)	1

3. 実験結果及び考察

図-3 に各ゼオライト混入条件のコンクリートへの生物付着量を示す。最も付着量が多かったケースは Fe+Ca 50%の 0.339gVSS/担体、最も少なかったのはゼオライト無混入型ポーラスコンクリートで 0.208gVSS/担体だった。ゼオライト混入率 10%の 3 種の担体は混入率 0%のコンクリートと大きな差は見られなかったが、Ca10%は他の条件に比べて付着量が多く、生物保持能力が大きいと思われる。また Fe+Ca 型のコンクリート担体は 10%で 0.229gVSS/担体、20%で 0.277gVSS/担体、50%で 0.339gVSS/担体と混入率が高くなるほど生物付着量が多くなった。

図-4 に各コンクリート付着微生物の脱窒速度を示す。Fe10%と Fe+Ca10%のポーラスコンクリートは脱窒速度が速く、生物付着量の多い Ca10%, Fe+Ca20, 50%は脱窒速度が相対的に遅かった。これは生物がより多く付着したことにより基質が行き届き難くなり、反応全体としては速度低下が生じた結果であると思われる。

図-5, 6 にコンクリート担体と浮遊汚泥の脱窒実験(回分実験)結果を示す。脱窒反応は通常好気的環境下では発現しない。しかし、今回の回分実験では DO が上昇しても脱窒反応が起こり、特にコンクリート担体付着条件下は浮遊条件下に比べ顕著に表れた。供試コンクリート担体はポーラス状であり連続した内部空隙がある。水中の DO が上昇していたが、コンクリート表面に付着した生物膜が酸素を消費することによって空隙内部は DO が嫌気条件となり脱窒が持続された可能性が考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた成果は以下のとおりである。

1. ポーラスコンクリート中の人工ゼオライト混入率を増大させると、生物付着量が増加する効果があることが示された。
2. Fe10%, Fe+Ca10%のポーラスコンクリートは他のゼオライト混入条件よりも脱窒速度が比較的速かった。
3. 微生物が付着したポーラスコンクリート担体は DO が上昇しても脱窒反応を継続することができる。これはポーラスコンクリートの内部空隙無酸素条件が現出されていたためと推察された。

謝辞

本研究の一部は、社団法人四国建設弘済会 平成 16 年度「建設事業に関する技術開発・調査研究」河川自浄作用の機能強化を目指した河川整備手法開発に関する基礎的研究(助成番号 H16-06)より補助を受けました。ここに記して謝意を表します。

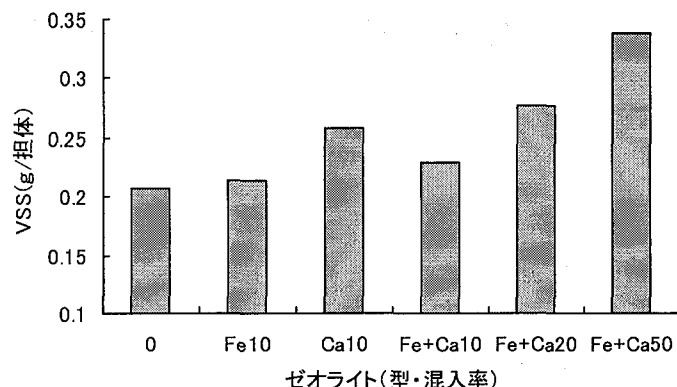


図-3 各コンクリートの生物付着量

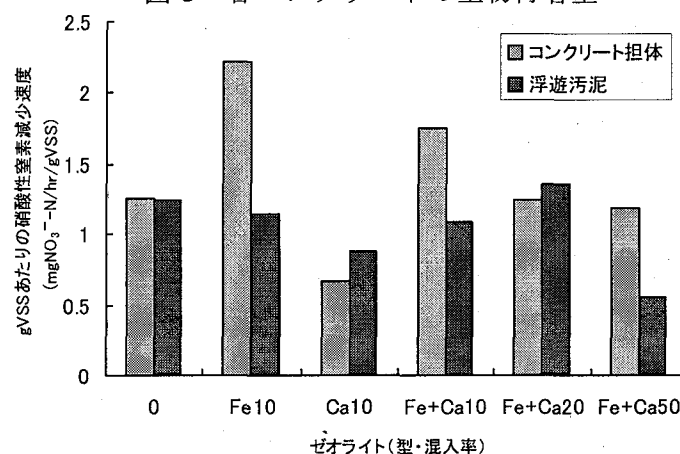


図-4 各コンクリートの脱窒速度

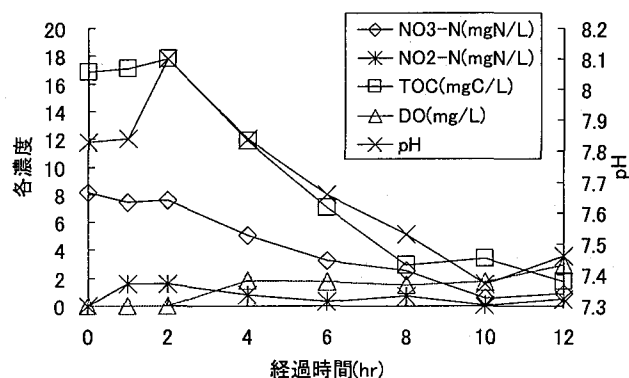


図-5 Fe+Ca10%のコンクリート担体の回分実験結果

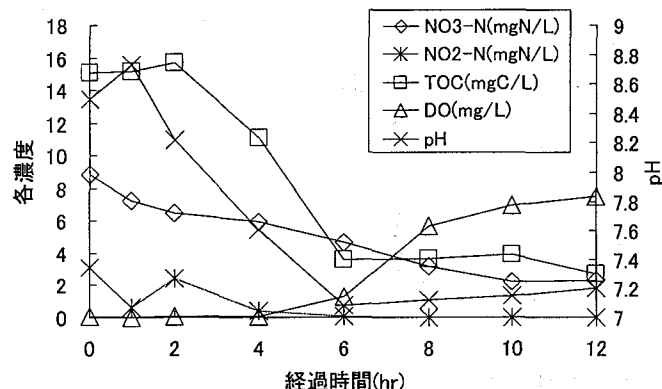


図-6 Fe+Ca10%の浮遊汚泥の回分実験結果