

VII-192

付着微生物叢からみた中空型多孔質コンクリートの特性

大成建設(株)技術研究所 正会員 金子文夫
同 上 正会員 帆秋利洋
同 上 正会員 橋本宏治
小沢コンクリート(株)技術研究所 伊藤昌昭
同 上 石丸 寛

1. はじめに

近年、河川や湖沼の汚濁化に対応すべく、さまざまな水質浄化方法が提案・開発されてきている。接触酸化法はその代表例といえるが、この接触酸化法における生物の付着基盤として、われわれは中空型の多孔質コンクリートを用いた研究を実施してきた。この多孔質コンクリートは、 $\phi 5\sim 15mm$ の碎石をセメントペーストで接着した透水性材料であり、外径 $\phi 150mm$ 内径 $\phi 100mm$ の中空型構造で成型されている。すなわち、富栄養化の主な要因と指摘されている窒素や燐の生物による除去には、好気と嫌気環境の共存条件が要求されるため、多孔質コンクリートの外部を好気、内部を嫌気条件に保つために人為的に設計された付着基盤材である。本多孔質コンクリートを付着基盤として用いた際の水質浄化能に関しては、BOD, T-N, T-P 除去率に及ぼす流入負荷の影響について過去にデーターを蓄積しており、いずれの環境指標も浄化の効果が確認されている¹⁾。

水質の浄化には、その浄化の対象物質に応じて多種多様な原生・後生動物、微細藻、ならびに微生物が関与しており、これらの生物による相互作用あるいは連携作用による結果として、最終的には気体の形にまで物質変換し水系外に排出・除去するといった複雑な生物反応システムをとっている。とくに、水系における有機物や無機栄養塩類の最終反応に携わる微生物は、水質浄化を司る重要な指標といえるが、従来の水質浄化法の生物指標としては、浮遊懸濁物質(MLSS)などが一般的であり、本来浄化に携わる構成微生物種に関してはブラックボックス的存在として扱われていた。

本研究では、中空型多孔質コンクリートの構造的特徴である中空構造による外壁面と内壁面における微生物叢について比較検討した。とくに、水質浄化を行うに当たって重要と思われる好気性ならびに嫌気性の主要微生物種にターゲットを絞って、微生物叢の分布と中空構造との関係について明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

2-1. 供試多孔質コンクリート付着基盤

H河川内に多孔質コンクリートを詰めた水質浄化水路(L6.0m x W2.0m x H1.6m)を設置し、約9ヶ月間浸漬した基盤材の付着微生物叢を調べた。使用した多孔質コンクリートは、中空型標準タイプと、4方向に $\phi 25mm$ の穴を空けて内外部における水の積極的循環を図った有孔型改良タイプの2種類について比較検討した。

2-2. 微生物叢と微生物数の評価

微生物種は、中空型および有孔型ともそれぞれの外面と内面の付着汚泥をスパティラで剥離させ、付着汚泥中の微生物叢を調べた。最確値法(Most Probable Number; 以下略してMPN法と呼ぶ)により、好気性菌として一般従属栄養細菌ならびに硝化菌、嫌気性菌として一般従属栄養細菌、脱窒菌、硫酸還元菌、およびメタン菌それぞれの特定微生物種の菌数を調べた。これらの特定微生物種を検出するための培地組成を表-1に示す。なお、嫌気性菌の培養には、ブチルコムストッパー付きねじ口試験管(三信工業)を用い、脱窒菌はアルゴンガスを、メタン菌は水素と二酸化炭素の混合ガス(4:1, 200 Pa)を、硫酸還元菌は窒素ガスをそれぞれ用いてHungate法により気相部を置換した²⁾。

2-3. 微生物の簡易同定

MPN法の各種培地で濁度により増殖が確認された試験管について、微生物の代謝形態により以下の方法を用いて簡易同定を行った。硝化菌と硫酸還元菌は、培地中の硝酸イオン、硫酸イオンの消費を高速液体クロマトグラフィー(日立HPLC; L-6000&L-3700, カラム; Shodex IC I-524A, カラムオーブン40°C, 溶離液; p-ヒドロキシ安息香酸0.207g/l, メタノール100ml/l, 0.2Mジエチルエタノールアミン7.9ml/l, 0.1M KOH 0.1ml/l, 流速; 1.4ml/min)で確認した。脱窒菌とメタン菌は、気相部における最終代謝産物の窒素ガス、メタンガスの生成をガスクロマトグラフィー(日立GC-TCD263-30, カラム; Porapack-Q 50/80, Col. Temp; 40°C, Det. Temp.; 80°C, キャリヤーガス; He 30ml/min)を用いて確認した。

3. 結果および考察

本実験の目的である中空形状がもたらす構造的優位性に関しては、顕著な差は得られなかった。中空型、有孔型ともに内外壁面で同様の生物叢で構成されており、好気性菌・嫌気性菌ともに棲息していることが明らかとなった(表-1)。すなわち、汚水と常に接触している外壁面においても、付着生物膜にはミクロ環境の嫌気条件が存在しうることが伺える。中空型の内壁面の付着汚泥は、含水率が45.6%、強熱減量/蒸発残留物比が13.4%であり、中空型外壁面ならびに有孔型の内外壁面のそれに比較して低く、無機物の蓄積傾向が高いことが分かった(表-2)。なお、中空型の内部にはφ50mm程度の堅固な泥の塊が形成されていた。以上の結果より、中空型構造は、内外部での水の交換(透水性)を悪くするため、還元状態になることが推察される。中空型内壁面では、絶対嫌気性菌であるメタン菌や硫酸還元菌が外壁面に比較して約100倍の密度で検出された結果が本現象を裏付けている(表-1)。表-1に示すように、好気性・嫌気性ともに従属栄養細菌が内外壁面において $10^9\text{-}10^{12}\text{cells/g-VSS}$ もの高密度に検出されたこと、また同様に硝化菌と脱窒菌の双方が共存して検出された結果は、本基盤材を用いた場合、十分有機物(BOD)と窒素の除去が可能であることを裏付けている。過去に調べた中空型多孔質コンクリートを用いた際の水質浄化水路でのBODとT-Nの平均除去率は、容積負荷0.1kg-BOD/m³・dayで80%、0.01 kg-N/m³・dayで55%であり¹⁾、今回検出された付着微生物叢の結果を反映していると言える。

表1 微生物叢比較

	cells/g - VSS			
	中空型		有孔型	
	外壁面	内壁面	外壁面	内壁面
好気性菌				
従属栄養細菌	1.2×10^{12}	8.7×10^9	1.1×10^{12}	8.4×10^{11}
硝化細菌	5.9×10^4	1.8×10^4	2.1×10^4	2.3×10^4
嫌気性菌				
従属栄養細菌	1.2×10^{12}	3.4×10^9	1.1×10^{10}	8.4×10^9
脱窒菌	5.9×10^7	8.7×10^6	5.0×10^8	4.0×10^8
硫酸還元菌	5.9×10^4	8.7×10^6	5.0×10^8	7.7×10^8
メタン菌	6.4×10^3	3.7×10^5	2.1×10^4	4.0×10^3

表2 付着汚泥の性質

	含水率	蒸発残留物(a)	強熱減量(b)	(%) b/a
中空型				
外壁面	76.1	23.9	5.0	20.9
内壁面	45.6	54.4	7.3	13.4
有孔型				
外壁面	70.1	29.9	6.3	21.1
内壁面	83.3	16.7	4.7	28.1

引用文献

- 伊藤昌昭ら、自然環境との調和を考慮したコンクリートの現状と将来展望に関するシンポジウム報告集、1995, pp.77-82
- T. Hoaki, et al., Appl. Environ. Microbiol., 1994, 61: 931-1937.