

V-174 微生物代謝物のコンクリート劣化に及ぼす影響

広島大学 学生員 ○寺西 修治
 広島大学 正会員 河合 研至
 広島大学 森永 力
 日本セメント(株) 正会員 堂園 昭人

1. まえがき

下水道関連施設で問題となっているコンクリートの微生物腐食は、硫黄関連細菌による硫化水素さらには硫酸の生成によるものである。著者達は下水道関連施設とは異なるある地下埋設コンクリート構造物の劣化事例について先の本大会で報告したが、その構造物周辺の土壌からは硫化水素が発生しており、また微生物を採取した結果、硫化水素を生成する細菌が多数確認された¹⁾。

本報告は、ここで分離した細菌を用いてモルタルの劣化シミュレーション実験を行ない、これらの微生物がコンクリートの劣化に及ぼす影響について検討を行なったものである。

2. 実験概要

2. 1 供試体の作成

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は豊浦産標準砂を使用し、配合はW/C=50%、S/C=1とした。打設後24時間で脱型し、水中養生(24℃)を材令28日まで行なった。供試体寸法は4×4×2cmとした。

2. 2 使用菌種および使用培地

使用した細菌は、構造物周辺の土壌または地下水から好氣的に分離した2種類の硫化水素生成細菌と1種類の硫黄酸化細菌である。これらの細菌を培養するため、普通液体培地(肉エキス:10g、ペプトン:10g、グルコース:10g、蒸留水:1000ml)を使用し実験を行なった。

2. 3 実験方法

プラスチック培養容器にモルタル供試体を入れ、それが完全浸漬するように300mlの普通液体培地で満たし、高温高压滅菌(120℃、1.2気圧)した。実験は図1に示すように硫化水素生成細菌のみを接種する単独培養と、硫化水素生成細菌を接種して9日後に硫黄酸化細菌を接種する混合培養の2種類の培養方法で行なった。そして培養液を3日毎に採取し、pH(pHメーター)、溶存硫化水素濃度(メソプル法²⁾)、硫酸イオン濃度(イオンクロマトグラフ)、カルシウムイオン濃度(フлам光度法)を測定した。さらにこの培養液に10週間浸漬した後モルタル供試体を取り出し、その表面部(0~5mm)を微粉砕し、XRD分析およびDTA-TG分析を行なった。

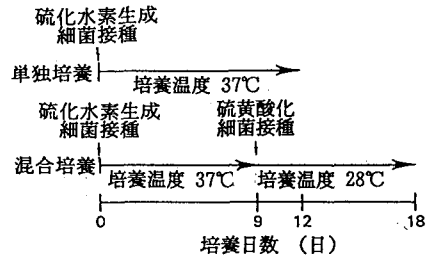


図1 実験方法

3. 実験結果および考察

図2は採取した培養液を蒸留水で100倍希釈して測定したpHの経時変化を示したものである。培養液のpHは硫化水素生成細菌による硫化水素の発生等により一旦低下するが、モルタル中からカルシウムイオン等の溶出によりpHが上昇するのが認められる。

図3は培養液中の溶存硫化水素濃度の経時変化を示したものである。硫化水素生成細菌接種後3~6日の間に溶存硫化水素濃度にピークが認められる。また混合培養では硫黄酸化細菌接種後、再びピークが認められる。混合培養液中で2度ピークが認められたのは、硫黄酸化細菌により生成され

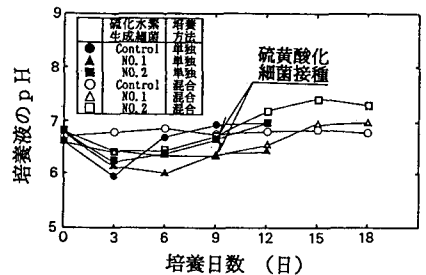


図2 培養液のpHの経時変化

た硫酸を硫化水素生成細菌が再び消費して硫化水素を生成したためではないかと考えられる。

図4は培養液中の硫酸イオン濃度の経時変化

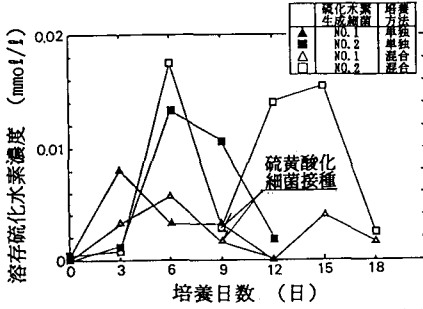


図3 培養液中の溶解硫化水素濃度の経時変化

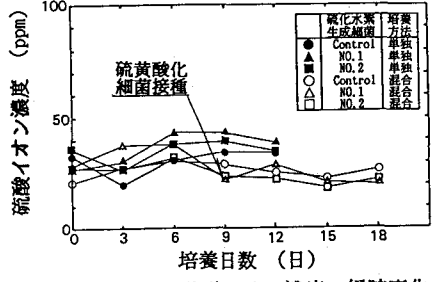


図4 培養液中の硫酸イオン濃度の経時変化

を示したものである。混合培養において硫酸還元細菌接種後も硫酸イオン濃度の上昇は認められない。しかし上記に示したように、この培養液内において硫化水素生成細菌が硫酸イオンを還元し、硫酸還元細菌が硫化水素を酸化しているものと考えられ、ここで測定した硫酸イオン濃度は硫酸還元細菌の生成した割合が多くなっているものと思われる。

図5は培養液中のカルシウムイオン濃度の経時変化を示したものである。細菌を接種していない培養液のカルシウムイオン濃度は初期とほとんど変化していないのに対し、細菌を接種した培養液中では培養初期から上昇した。これは硫化水素生成細菌により生成された硫化水素等の影響と思われる。

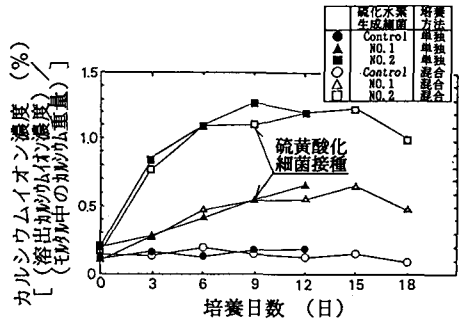


図5 培養液中のカルシウムイオン濃度の経時変化

一方モルタルの分析において、XRD分析では細菌を接種した場合としない場合とで

有意差は認められなかったが、DTA-TG分析では図6および図7に示すように細菌を接種していないモルタルと比較して、接種したモルタルでは水酸化カルシウムの減少が大きく、炭酸カルシウムの生成量が多くなっているのが認められる。これは、細菌が生成した硫化水素等により水酸化カルシウムが培養液中に溶出したこと、また細菌の呼吸作用による二酸化炭素の排出によりモルタルが炭酸化を受けたものと考えられる。

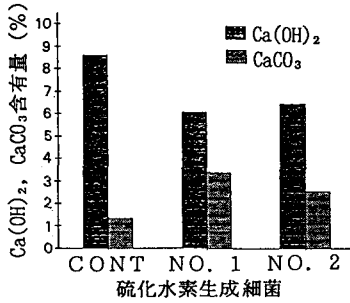


図6 単独培養したモルタルのDTA-TG分析結果

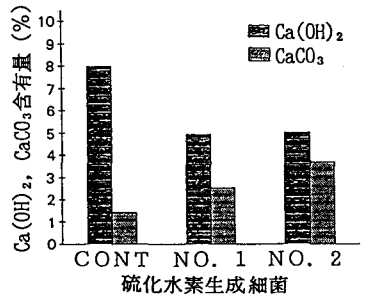


図7 混合培養したモルタルのDTA-TG分析結果

4. まとめ

土壌から好氣的に分離した硫化水素生成細菌および硫酸還元細菌を用いてモルタルの劣化シミュレーション実験を行なったところ、細菌の代謝活動により生成された硫化水素等の作用によりモルタルからカルシウムイオンが溶出し、モルタル自体はその表面部において水酸化カルシウムの減少が大きく、炭酸カルシウムの生成量が多くなっているのが確認された。現場でコンクリート片を採取し、モルタル分を分析した結果、炭酸カルシウムがかなり生じており、これら微生物の代謝活動がコンクリート劣化の一因となっているものと思われる。

【参考文献】 1) 寺西ほか, 土木学会第46回年次学術講演会講演概要集, p.302~303, 1991

2) J.D.Clin: Limnol.Oceanoger., 13, 454, 1969