

II-177 下水処理施設におけるコンクリートの微生物腐食に関する短期暴露試験

熊谷組 正会員○佐々木 静郎 正会員 門倉 伸行 松村 高宏
正会員 松浦 光男 木嶋 伸行 豊島 真吾

1. はじめに

近年、下水道施設におけるコンクリート構造物の腐食が大きな問題となっている。これは、下水や汚泥中から発生した硫化水素が気相部の壁面で硫酸に酸化されるためといわれ、この過程には硫酸還元菌やイオウ酸化細菌といった微生物が関与している。本報告は、このような特定環境下における腐食対策・防食技術の向上・確立を目的として、下水処理施設の一部を利用した短期暴露試験により、これら微生物による腐食環境要因や腐食速度について検討を行ったものである。

2. 試験概要

(1) 試験場所及び試験体仕様

試験体は、大阪府内H終末処理場の消化槽脱離液タンクの気相中（図-1）に設置した。用いた試験体は普通ポルトランドセメント（φ100×200）で作成し、W/C 40%とW/C 60%の2種類を試験に供試した。

(2) 実験方法

設置期間は平成3年7月～平成4年1月までの28週間であり、この間に表-1に示す調査を7回行った。環境調査は、下水試験方法に準じて現地測定並びに分析を行った。微生物調査は、脱離液中の硫酸還元菌及び試験体表面の析出物中のイオウ酸化細菌を対象とした。硫酸還元菌はm-ISA培地による嫌気培養（ガスパック法）で、またイオウ酸化細菌はONM培地でそれぞれ静置培養し、各細菌の菌体数を測定した。劣化調査のうち、腐食深さは試験体表層の軟化部深さと中性化深さを合計した深さとした。

3. 実験結果及び考察

期間中の気相部の気温及び脱離液の水温は、それぞれ17～38℃、27～38℃であり、pHは7.0～7.4でほぼ一定していた。また、ORP(Eh)は常に-160mV以下であり、硫酸の還元化雰囲気に対して十分に低い値を示していた。

図-2に脱離液の硫酸還元菌と気相部の硫化水素ガス濃度の測定結果を示す。硫酸還元菌の菌体数の増減の状況は硫化水素ガス濃度のそれと非常によく一致していた。また、温度の低下と共に、両者とも低下する傾向が見られた。図-3は、脱離液の硫化物濃度と硫酸還元菌数と

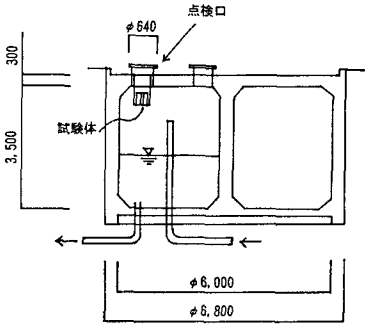


図-1 試験体設置位置

表-1 調査内容

種別	調査地点	調査項目
環境調査	気相中	気温、湿度、H ₂ S、CO ₂
	脱離液	水温、pH、ORP、硫酸イオン、硫化物、TOC、SS、VSS
	試験体	表面pH
微生物調査	脱離液、試験体	硫酸還元菌、イオウ酸化細菌
劣化調査	試験体	外観目視調査、腐食深さ、電子顕微鏡観察

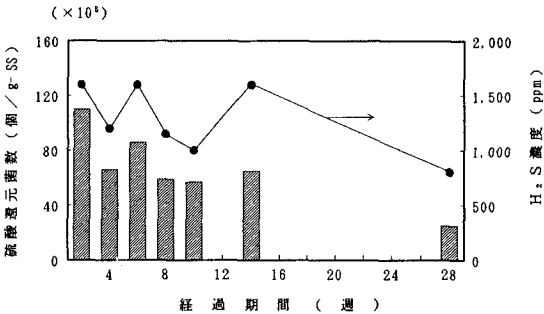


図-2 脱離液の硫酸還元菌数と硫化水素ガス濃度の変動

の関係を示したものである。図から、脱離液の硫酸還元菌数と脱離液の硫化物濃度の間には高い相関関係があることが示された。すなわち、図-2及び図-3から、硫化水素ガスは脱離液中の硫酸イオンが硫酸還元菌の作用により、硫化物に還元された結果、気相部に放出されたことが明らかとなった。ただ、硫化物濃度と硫化水素濃度との間には一定の関係は得られなかった。これは、脱離液の流れの乱れやpH及び温度等、他の影響があるものと考えられる。

各試験体表面に付着したイオウ酸化細菌数の測定結果を図-4に、各試験体の表面pHの測定結果を図-5にそれぞれ示す。これらの図から、イオウ酸化細菌数の増加に伴って表面pHは急激に低下しているのが分かる。つまり、試験体表面ではイオウ酸化細菌の作用により硫酸が生成されていることを示している。また、試験最終日に菌体数が減少していることからイオウ酸化細菌の増殖は硫酸還元菌と同様に温度の影響を強く受けることが分かった。なお、試験体の水セメント比の違いによる菌体数の差異はあまり認められず、ほぼ同様の値であった。

次に、劣化調査の一例として、図-6に各試験体で最も腐食が進んでいた部分の腐食深さの測定結果を示す。腐食の進行は2種類の試験体ともほぼ同様の傾向であり、特に8週目以降は顕著であった。図から、腐食速度を求めると水セメント比40%が15.4mm/年、水セメント比60%が16.3mm/年となり、通常のRC構造では約3年で鉄筋の露出・錆化が発生する可能性があるほどの高い値であった。また、腐食生成物を電子顕微鏡で観察した結果、コンクリートの軟化・崩壊を引き起こすとされている2水石膏及びエトリンガイトがそれぞれ腐食生成物の表面と内部に生成されているのが確認された。

4. まとめ

本試験で得られた結果をまとめると、①硫化水素は、硫酸還元菌の作用により硫化物に還元された結果、ガスとなって放出されたものである。②イオウ酸化細菌数の増加に伴い、表面pHの低下と腐食の進行が認められ、この過程には温度が大きく関与していることが分かった。③硫化水素濃度800～1600ppm、気温17～38℃という高腐食環境下では、水セメント比の違いによる腐食進行の差異は認められず、15～16mm/年という高い腐食速度が得られた。

なお、今回の試験を行うに当たり、御協力を頂きました当処理場関係者の方々に深く感謝致します。

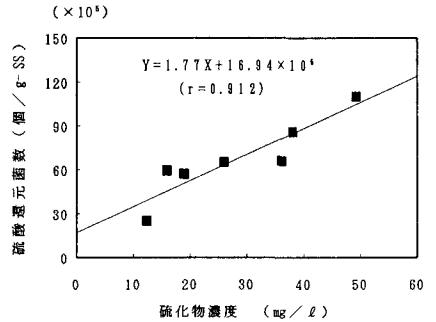


図-3 脱離液の硫化物濃度と硫酸還元菌数の関係

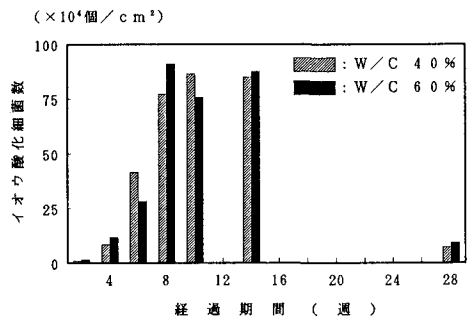


図-4 試験体表面のイオウ酸化細菌数の変動

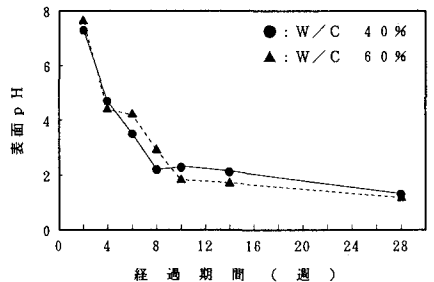


図-5 試験体の表面pHの測定結果

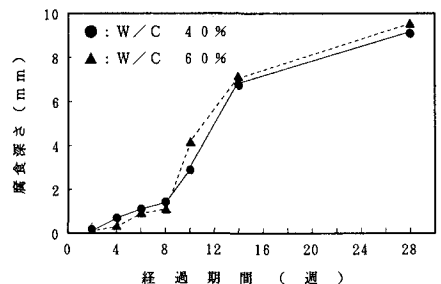


図-6 試験体の腐食深さ