

下水道施設のコンクリート構造物の劣化・腐食の基礎実験

日本大学生産工学部 正会員 ○保坂成司・大木宜章

日本大学大学院 竹中 一・菅原 章

管清工業（株） 土屋和也

1.はじめに

近年、下水道施設、特に管渠やマンホール等に用いられているコンクリート構造物の腐食による早期劣化が深刻な問題となっている。通常、コンクリートの耐久年数は35～50年と言われているが、腐食により10年未満となる報告も有る。

この腐食の原因は、大きく2つに分けられる。

- 1) 硫酸化細菌が下水道管内に発生する硫化水素から硫酸を生成し、この硫酸によるもの
- 2) 有機物の分解によって生じる有機酸等の弱酸や分解作用によって生じる CO_2 によるもの

本研究は、この2つの現象の相乗作用からなるコンクリート腐食現象の解明を行い検討するものである。

2.実験方法

先ず予備実験として、硫酸によるコンクリートの腐食度合を調べるべく、普通ポルトランドセメント配合の供試体を濃度の異なる硫酸水溶液中に静置させ、経日変化による腐食度合の測定、視的観察を行った。

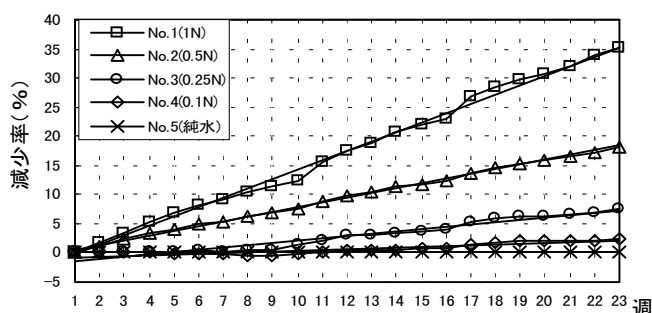


図-1 質量減少率

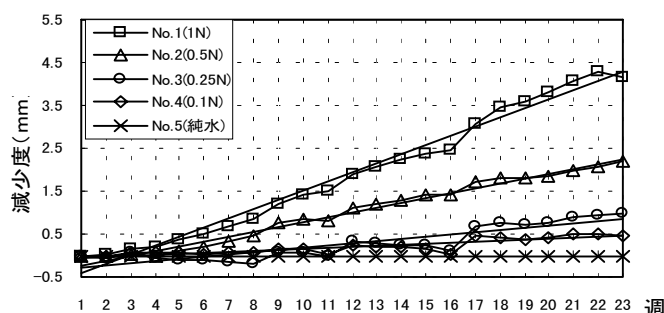


図-2 レーザーによる腐食度合

図-1に質量減少率、図-2にレーザーによる表面の腐食度合の測定結果を示す。両結果とも腐食度合は硫酸濃度に比例し、ここで関係式は省略するが、一次関数で表される。

次に、下水処理場から採取した硫酸化細菌を用い、菌体の硫化水素消費量を調べるべく、密閉容器に硫酸化細菌と硫化水素を入れ、硫化水素消費量を経時的に測定した結果を図-3に示す。なお、菌体の増減量も同時に測定したが実験時間内での増減はほとんど認められなかった。結果より硫酸化細菌数100当たり30分間に平均1.1ppmの硫化水素を消費していることが判った。

また、菌体との接触面のpHを測定したところ常時pH2程度を示しており、実際に硫酸化細菌が硫化水素を消費し硫酸を生成していることが認められた。

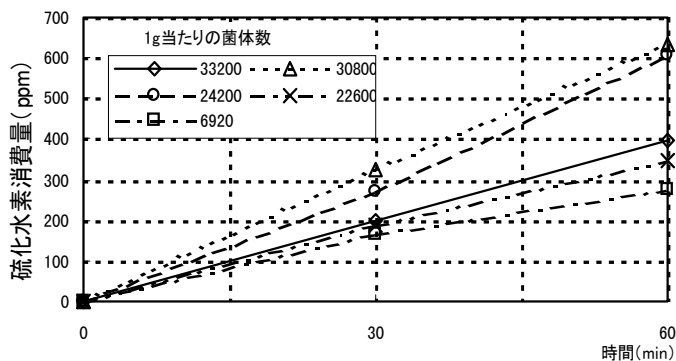


図-3 硫酸化細菌の硫化水素消費量

キーワード：下水道施設、コンクリート腐食、コンクリート中性化、硫酸化細菌、硫化水素

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部 TEL 047-474-2434

このデーターを基に、下水道施設のような環境におけるコンクリートの中性化度合、硫黄酸化細菌に起因する腐食と中性化との関係を調べるべく実験を行った。

1) 炭酸による劣化実験

コンクリート供試体を各条件下で人工下水に半分浸る程度とした容器内に静置した。測定をフェノールフタレインによる中性化試験で行った。

①供試体+CO₂ ②供試体+CO₂+人工下水 ③供試体+人工下水

2) 菌体の作用による腐食実験

中性化深さ 10mm のコンクリートを図-4のように切断、切断面に硫黄酸化細菌を塗布、下部を人工下水に浸し、H₂S 雰囲気下に放置した。この菌体と CO₂ の相乗作用による腐食を、pH、ATP による菌体数の測定、腐食度合の測定で行った。

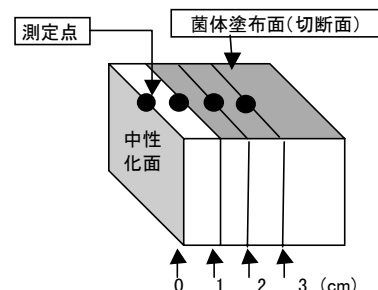
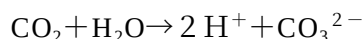


図-4 レーザーによる腐食度合の測定箇所

3. 実験結果

1) 炭酸による劣化実験

中性化試験の結果より、水分の無い①と、人工下水に浸されていた②、③の下部の比較を行ったところ、中性化の度合は、②>①>③となった。ここで、水分と CO₂ が多い②の条件下では以下のような反応が行なわれ、中性化が進行したと考えられる。



また②と③において、それぞれの人工下水の pH を測定したところ、元来 pH 6 である人工下水が③ではほぼ pH 1.2、②では pH 7 となった。③の pH 上昇はコンクリート中のアルカリ分の溶出によるものと思われ、②においては CO₂ の溶解によりアルカリ分が中和されたためと思われる。このことより、水分の存在により中性化が促進されると言える。

2) 菌体の作用による腐食実験

実験結果(図-5)より、測定点 0mm の中性化面は他の測定点に比べて2～3倍の速さで腐食しており、予備実験において測定、目視確認された No.3 (0.25N 硫酸水溶液)と同様な腐食が見られた。他の測定点においてはどれも同様な腐食を示し、大きな減少は見られなかった。このことより、炭酸による中性化が相乗的な作用を引き起こし、腐食が急速に進行したと考えられる。

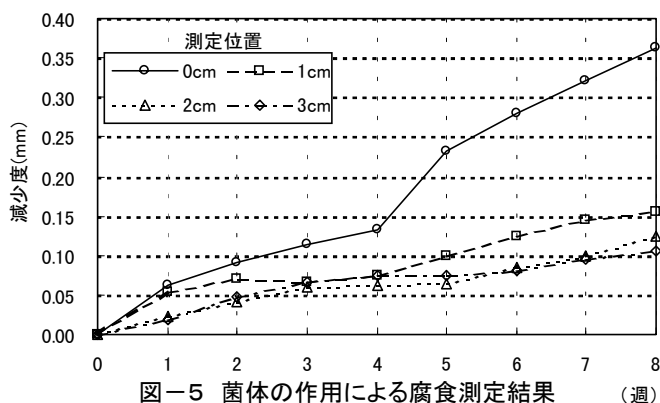


図-5 菌体の作用による腐食測定結果 (週)

4. まとめ

本研究結果より、

- 1) コンクリートは硫酸により表面から内部進行型で容易に腐食・崩壊する
- 2) 下水道施設に見られるコンクリートの腐食は、その性状から硫黄酸化細菌が生成した硫酸によるものと言える。
- 3) コンクリートは水分の存在により中性化が促進される。
- 4) コンクリートの中性化は硫黄酸化細菌による腐食を促進させる。

以上のことから、下水道施設のコンクリート腐食は硫黄酸化細菌が硫化水素を消費し、硫酸を生成することに起因し、またコンクリート中性化により相乗的に腐食が進行することが確認された。