

コンクリート下水道管の防食技術に関する研究

日本大学 学生会員 ○亀田 瞬
 日本大学 正会員 保坂 成司
 日本大学 正会員 河合 紘茲

1.はじめに

近年、下水道施設におけるコンクリート腐食に対して防食被覆工法や、耐硫酸コンクリートなど多くの防食技術が開発されている。耐硫酸コンクリートの一つとして、これまでの研究より石油精製時に副産物として大量に発生する硫黄と、廃セラミックより作成した硫黄シャモットポリマーに、耐硫酸効果があることが判っている。この硫黄シャモットポリマーは廃棄物の有効利用と、コンクリート下水道管の長寿命化に繋がる、資源循環型かつ環境にも配慮した材料である。本研究ではこの硫黄シャモットポリマーに着目し耐硫酸コンクリートの研究を行った。

2.硫黄シャモットポリマーを用いた耐腐食性の検証実験

2.1 実験方法

耐硫酸性が確認されている硫黄シャモットポリマーの効果について化学的に解明を行うべく実験を行った。試験体はシャモットを骨材に用い JIS 規格に準拠し作成した遠心成形コンクリート管と、遠心成形時に内面に硫黄シャモットポリマーを投入し内面をコーティングしたものを作成した。実験は管径の半分まで濃度 10wt%の硫酸水溶液に浸漬し、30 日間の暴露試験を行った。なお、硫黄シャモットポリマーはシャモットと硫黄粉末を 1 : 1 の割合で混合し熔融固化後粉砕したものである。

2.2 実験結果

暴露試験後のコンクリート管の様子を写真-1 に示す。写真左側がシャモットコンクリート管であり、右側が硫黄シャモットコンクリート管である。通常のコンクリート下水道管における腐食では、コンクリートと H_2SO_4 (硫酸) との反応でペースト状の $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (二水石膏) を生成することにより腐食が進行するが、今回の実験に使用した硫黄シャモットコンクリート管ではペースト状の生成物は生じなかった。一方、シャモットコンクリート管では骨材が露出するほどの腐食を受けていた。



写真-1 暴露試験後のコンクリート管の様子

次に、この耐硫酸効果が認められた硫黄シャモットコンクリート管における化学的変化を調べるため X 線回折を用いて成分分析を行った。分析結果を図-1、2 に示す。液中部からは $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ と SiO_2 (二酸化ケイ素)、気相部からは $CaCO_3$ (炭酸カルシウム) $Ca1.5SiO_3 \cdot 5. xH_2O$ (セメント水和物) と SiO_2 および SiO_2 Quartz(石英)が検出された。当初、液中部においては硫黄化合物が生成されていると考えられたが検出されず、逆に $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ の強いピー

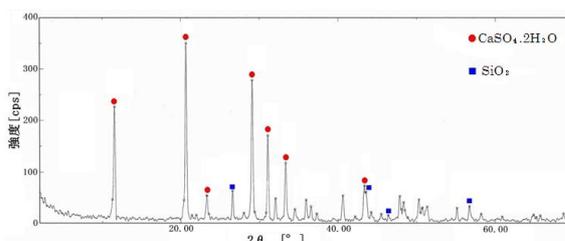


図-1 硫黄シャモットコンクリート管液中部X線ピークサーチ

キーワード コンクリート下水道管 耐腐食性 硫酸 硫黄 炭酸カルシウム
 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 TEL047-474-2444

ク値が確認された。また、気相部から CaCO_3 が確認されたが、 CaCO_3 は主にコンクリートの中性化によって生じる物質であり、実験により供試体が中性化していたとは考えにくく、硫黄の改質材として含まれていた可能性がある。 CaCO_3 は H_2SO_4 との反応により安定した $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ に変化することが知られており、X線回折における $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の強いピークは CaCO_3 と H_2SO_4 による反応で、結晶性の良い $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を生成したものと推察できる。よって、 CaCO_3 が耐腐食効果に影響を与えているか否か検討を行うこととした。

3.炭酸カルシウムにおける耐腐食性の検証実験

3.1 実験方法

CaCO_3 の耐腐食効果を確認するため、新たに炭酸カルシウムセメントペーストを JIS R 5201 のセメント強さ試験に従い作成した供試体の表面一面に塗布し、実験を行った。炭酸カルシウムセメントペーストの配合比は普通ポルトランドセメント：炭酸カルシウム粉末：水=1：1：2であり、塗布厚は3mm、5mm、9mmの三種類とした。この供試体を濃度10wt%の硫酸水溶液に浸漬し、重量と形状寸法の変化について測定を行った。

3.2 実験方法

重量減少率を図-3に、塗布面幅の変化を図-4に示す。なお、形状寸法は紙面の都合上塗布面幅のみとした。

重量減少率は20日目において3mmの供試体で66.11%、5mmの供試体で68.32%、9mmの供試体で70.65%となった。塗布面幅の減少に関しては3mmの供試体で3.00mm、5mmの供試体で1.52mm、9mmの供試体で0.27mmと、塗布面における減少は小さく、塗布厚が厚くなる程効果が表れた。なお、図-3における重量の減少は塗布面以外のコンクリート部分の硫酸による腐食の影響である。これらのことから炭酸カルシウムセメントペーストのコーティングによりコンクリートの耐腐食効果が向上することが確認された。

4.まとめ

本研究は硫黄シャモットポリマーに着目し実験を行ったが、X線回折の結果から硫黄化合物は検出されず、 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の強いピークが確認された。また、 CaCO_3 と H_2SO_4 の反応により生成される結晶性の高い $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ をコンクリートの表面に生成することが腐食性向上に寄与することが明らかとなった。

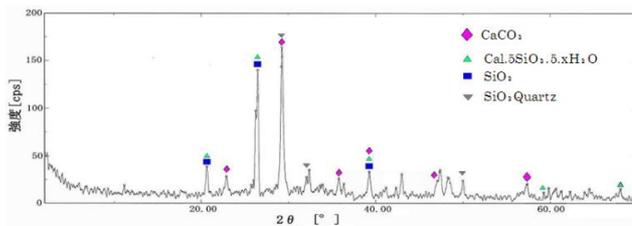


図-2 硫黄シャモットコンクリート管
気相部X線ピークサーチ

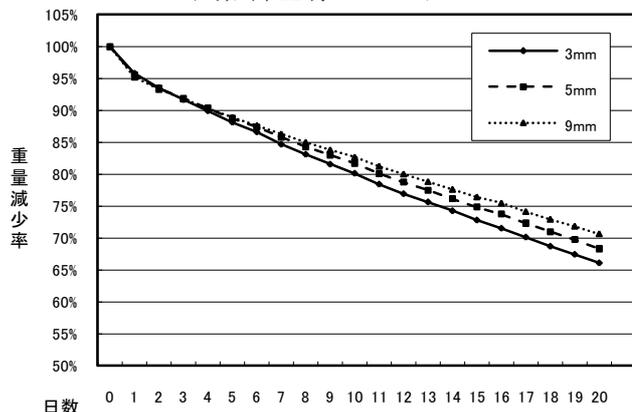


図-3 重量減少率

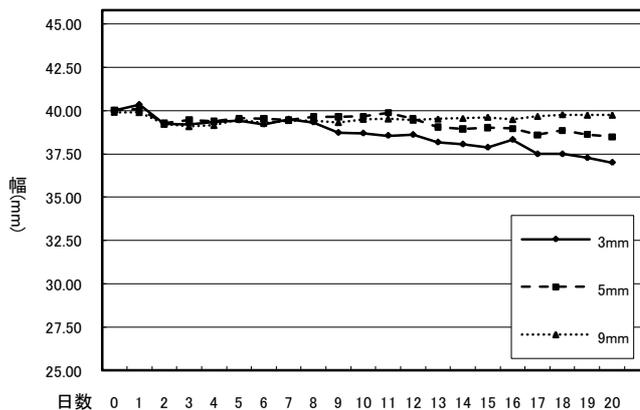


図-4 塗布面幅の変化