

コンクリート腐食現象の挙動解析

日本大学 正会員 ○高橋 岩仁 日本大学 正会員 大木 宜章
 日本大学 正会員 保坂 成司 日本大学 正会員 木科 大介

1. はじめに

コンクリート下水道管における早期老朽化の原因追及には種々の研究が行なわれている。現在、この原因として①コンクリートの中性劣化，②下水含有物質による腐食，③下水管の酸性環境下による腐食が挙げられるが，実際にはこれらの要因が複雑に作用しているものと推測される。これらの内，硫化水素ガス濃度と腐食深度に関する経験式を用いた評価はされている。

そこで本研究では，下水含有物質により中性化したコンクリート供試体を用い，硫酸による腐食現象の挙動解析を行なうものである。

2. 実験条件および方法

供試体は標準砂を用いた普通ポルトランドセメント（40×40×40mm）を用いた。なお，供試体は下水含有物質による中性化の影響を考慮し，あらかじめ人工下水中に1年間静置させたものを使用した。

実験は供試体を pH2.0 に調整した硫酸水溶液（400ml）中に浸漬させ，フィルムで密閉した後，恒温槽内（25℃）に静置して行なった。なお，硫酸水溶液は2日毎に入れ替えを行なった。

測定項目は硫酸水溶液の pH，供試体乾燥重量および体積，さらに顕微鏡と高精度レーザー変位計による供試体表面の形状観測とした。

3. 実験結果

図-1 に硫酸水溶液入れ替え時の pH 経日変化を示す。なお，実験は200日間行ったが，初期変化を見易くするため，ここでは100日目までの値を示した。

これより，実験開始20日目付近まで pH は高い値を示し，最大11まで上昇した。この要因は，コンクリートの主成分である水酸化カルシウムと硫酸の反応によりアルカリ分が溶液中へ溶出したためといえる。その後，38日目まで多少の変動はみられたものの，この付近からアルカリ分の溶出は安定し，pH は3付近で推移した。

図-2 に供試体重量減少率の経日変化を示す。

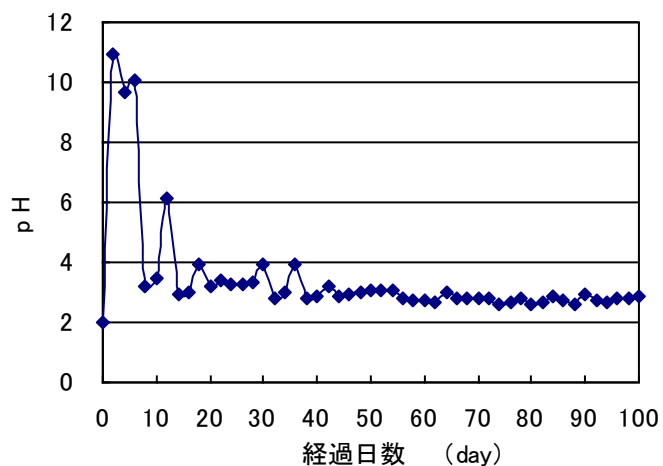


図-1 pHの経日変化

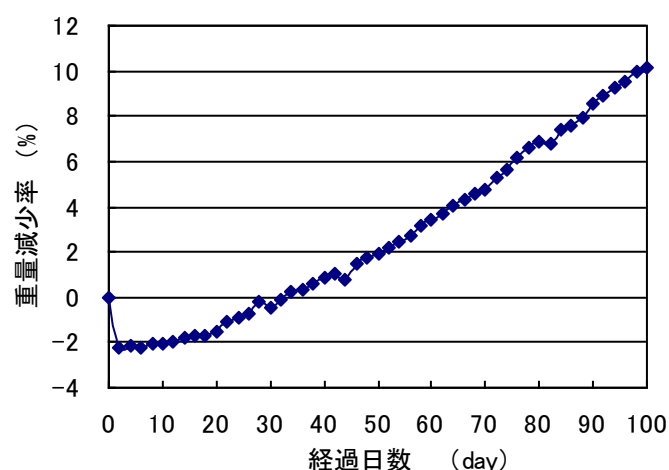


図-2 供試体重量減少率の経日変化

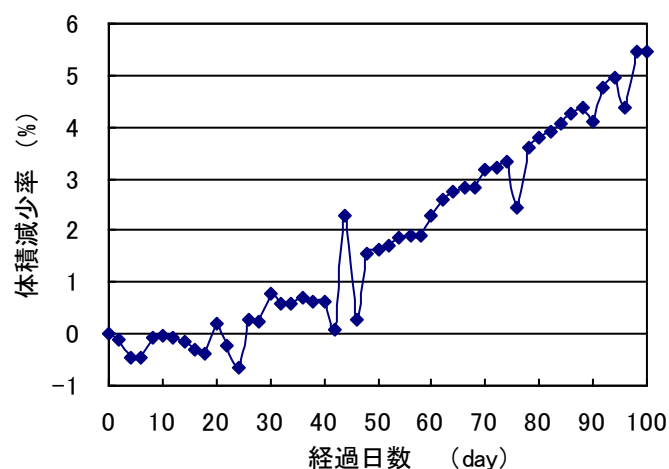


図-3 供試体体積減少率の経日変化

キーワード コンクリート腐食，硫黄酸化細菌，中性化，高精度レーザー変位計

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土木工学科 TEL047-474-2434

これより、供試体重量は実験開始 2 日目に急激に増加した後、30 日目付近まで初期値に対し高い値を示した。この要因は、pH の変動からも分かる通り、コンクリートの主成分である水酸化カルシウムと硫酸の反応によるものであり、この際に生成される物質として二水石膏およびエトリンガイド等がある。特に、エトリンガイドは溶液中の水分を多く取り込み生成されるため、この影響が大きいといえる。

その後、供試体重量は減少傾向を示した。なお、この傾向は 200 日目まで継続し、初期値に対し 32% まで減少した。これは、生成されたエトリンガイド等により、コンクリート内部がポーラスな状態となり、そこに硫酸が浸透し、これによりコンクリート表面に生成された二水石膏およびエトリンガイドは剥落し、さらに内部へ腐食が進行するといえる。

図-3 に供試体体積減少率の経日変化を示す。

これより、供試体体積は重量と同様のことがいえ、初期段階に膨張し、30 日目付近から減少傾向が見られた。なお、30 日目以降に一時的な膨張が確認されるが、これは先に述べたエトリンガイド等の生成による影響であるといえる。

図-4 に試料全表面形状の推移を示す。左が顕微鏡写真、右が変位計で処理した画像であり、上から 0 日目、24 日目、100 日目、200 日目である。なお、変位計で処理した画像は色が薄いほど減少していることを表している。

これより、実験開始 24 日目は 0 日目に対し、色が濃く、膨張していることが分かる。さらに、100 日目、200 日目と経過すると、色は薄くなり、供試体の面積も小さくなっている。また、コンクリート表面の起伏が目立ち、脆い部分より剥落していることが分かる。

図-5 に変位表面腐食進行の推移を示す。これは変位計の画像を垂直距離で表したものであるが、この図からより明確に初期段階の膨張、さらに腐食の進行の推移が確認できる。

4. まとめ

本研究は、中性劣化とさらに酸性環境下との複合作用による腐食現象挙動の解析を行った。

その結果、試料は表面が中性化しているにもかかわらず、内部からのアルカリ分により膨張現象が見られた。しかし、その進行度合いは早く、しかも試料周辺部からの先端腐食現象が顕著に認められた。

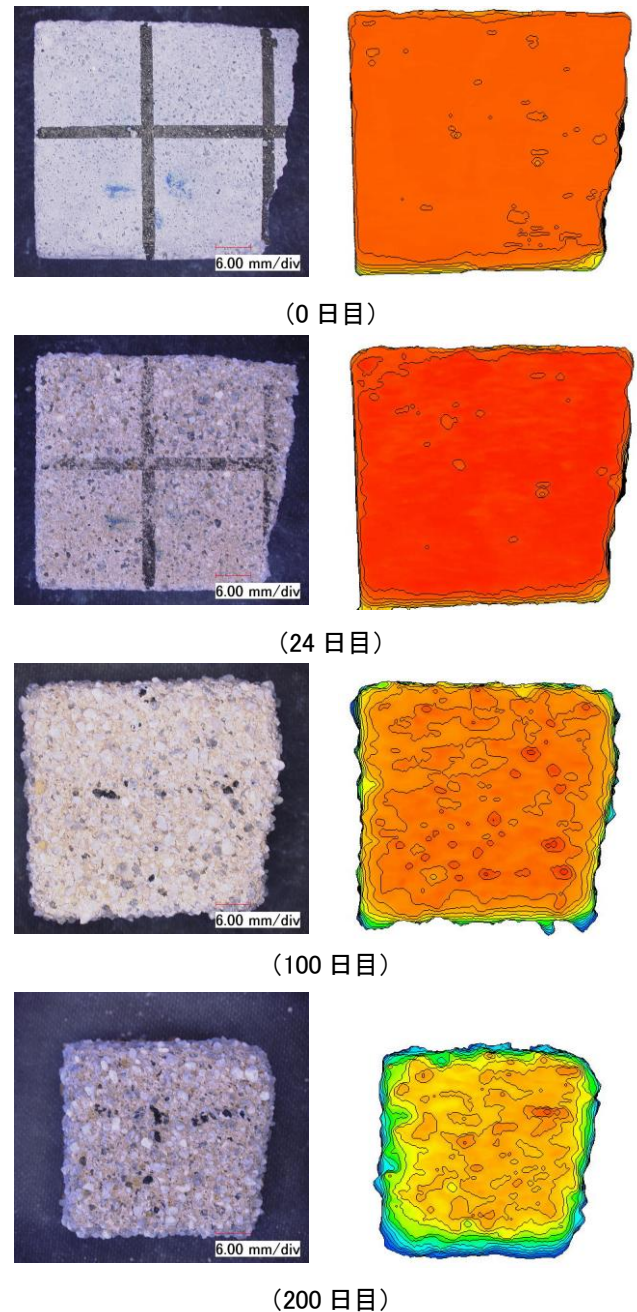


図-4 試料全表面形状の推移

(左:顕微鏡写真 右:変位計で処理した画像)

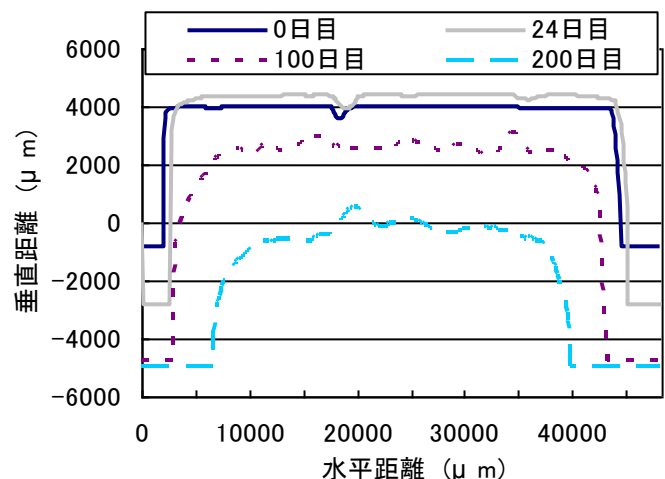


図-5 変位表面腐食進行の推移