

## コンクリート管腐食現象と測定法の検討

日本大学大学院 学生会員 ○平 淳一郎 日本大学生産工学部 正会員 大木 宜章  
日本大学生産工学部 正会員 保坂 成司 日本大学大学院 学生会員 山田 和基

### 1、序文

現在、下水道施設普及率は全国平均で約 63.5%、都市部ではほぼ 100%の普及率となってきた。しかし近年、下水道施設(管渠・マンホール)の早期老朽化現象にともなう構造物の損壊、道路の陥没などの問題が起きている。この早期老朽化は、管渠内に発生した硫化水素を硫黄酸化細菌が酸化し硫酸を生成することによる腐食現象が主な原因であると考えられる。しかし、下水道施設のコンクリート構造物において非破壊による腐食度合の測定法はこれまで確立されていないのが現状である。

本研究では、硫酸による腐食のメカニズムと超音波を用いたコンクリートの腐食度合の測定方法を検討するものである。

### 2、実験概要

#### 2-1、コンクリートの腐食現象実験

腐食したコンクリートの pH を測定したところ pH2~3 であることから、pH2 の硫酸水溶液(1ℓ)中に未中性化のモルタル供試体を静置させ、この腐食現象をみた。解析には水溶液 pH、供試体重量・腐食度合の測定、X線回折による成分分析を行った。水溶液は供試体からのアルカリ分の溶解により上昇するため、pH2.8~3.15 を上限として交換した。

#### 2-2、腐食測定に関する条件の検討

この測定には超音波を用いた。装置は図-1のようにパルサーレシーバー、オシロスコープ、トランスデューサを接続、超音波はスパイク波を使用し透過法、表面走査法で測定を行った。また、音速は温度により変化することから、室温 25℃程度に保ち測定した。供試体とトランスデューサとの密着度合を高めるためグリセリンを使用した。なお、今回は下記の実験から測定条件の確立を行った。

##### 2-2-1、透過法による石膏・コンクリートの音速測定

2-1 の X 線回折の結果より腐食部分の主成分は石膏であることから、石膏供試体(φ65×100)、普通ポルトランドセメント配合のコンクリート供試体(300×50×100)を用意し 0.1MHz のトランスデューサを送・受信に使用し図-1の透過法により音速を測定し速度の相異をみた。

##### 2-2-2、表面走査法による表面周波数測定

2-2-1 同配合のコンクリート平板(300×50×100)を用意し、表面に石膏を 5mm、10mm、15mm、20mm の厚さに塗り、腐食層と見立て測定を行った。送信側と受信側の 0.1MHz トランスデューサを図-1の表面走査法により間隔22cm~10cmを1cmごとに表面波周波数の測定を行い最適な測定間隔を検討した。なおデータは、FFT(高速フーリエ変換)で表面波の周波数解析を行った。

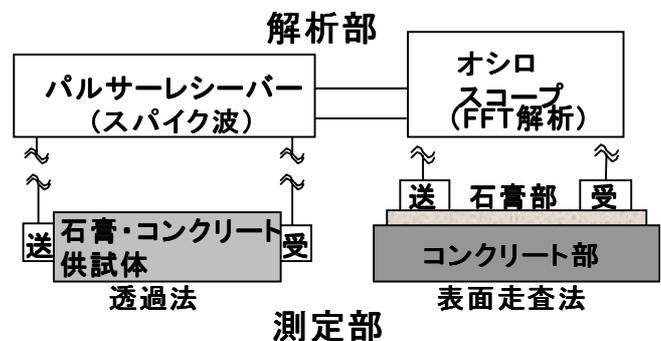


図-1 測定装置及び方法

キーワード：下水管、腐食、石膏、超音波、スパイク波、硫黄酸化細菌

連絡先：〒275-8575 習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部 TEL047(474)2434

### 3、実験結果及び考察

#### 3-1、コンクリートの腐食現象実験

図-2に pH・重量減少率・腐食度合を示す。グラフより pH の上昇が見られるが、これは Ca の溶解による影響であるといえる。実験初期時、重量・腐食度合共に微量な増加をした。X 線回折による成分分析から半水石膏( $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ )が検出され、この反応生成物の影響であるといえる。その後、腐食が進行するに伴い、骨材や反応生成

物の脱落により激しい腐食が起こり直線的な減少を示した。さらに、試料内部でも石膏が検出された事から、腐食は内部進行しているといえる。

また、腐食度合は実際に腐食が発生した管渠において 19mm/年、実験式は 14.8mm/年が求められ両者を比較すると非常に近い値であるといえる。

#### 3-2、腐食測定条件の検討

##### 3-2-1、透過法による石膏・コンクリートの音速測定

図-3 に石膏、図-4 にコンクリートの 0.1MHz 伝播時間を示す。グラフより伝播時間は、石膏において  $41\mu\text{s}$ 、コンクリートにおいては  $13\mu\text{s}$  であることがわかる。この結果より、伝播距離は石膏 10cm・コンクリート 5cm であり、距離と時間の関係から石膏は約 2500m/s、コンクリートにおいては約 4000m/s と算出された。このことから、腐食部分の主成分である石膏において音速は低下し物質の相異により速度は変化するといえる。

##### 3-2-2、表面走査法による表面周波数測定

図-5 に石膏厚と表面波周波数を示す。グラフより、表面波周波数は反比例の関係にあることがいえる。また、間隔 16cm~18cm において高い相関係数が得られたことから、この間隔で測定するのが最適であるといえる。

### 4、まとめ

I、硫酸による腐食は進行に伴い、骨材や反応生成物の脱落により激しい腐食が起こる。

II、石膏、コンクリートの音速が得られ、腐食部分の主成分である石膏において音速は低下し物質の相異により伝搬速度も変化する。

III、腐食部分に見立てた石膏厚が厚くなるにつれ表面波は低くなり反比例の関係にある。また、間隔は 16cm~18cm が最適であるといえる。

IV、測定条件の確立から超音波法により腐食部分の判定が可能であるといえる。

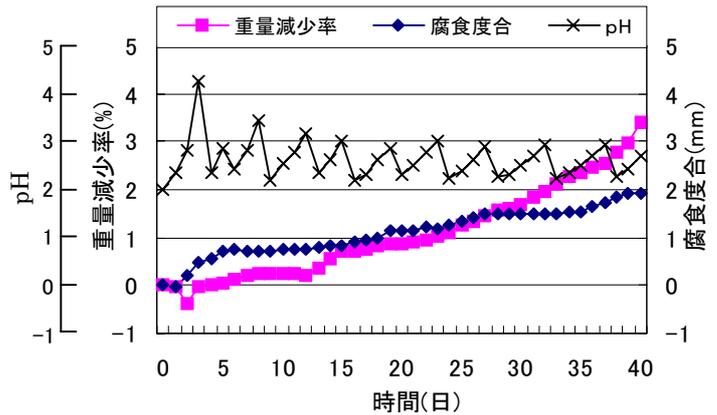


図-2 pH・重量減少率・腐食度合

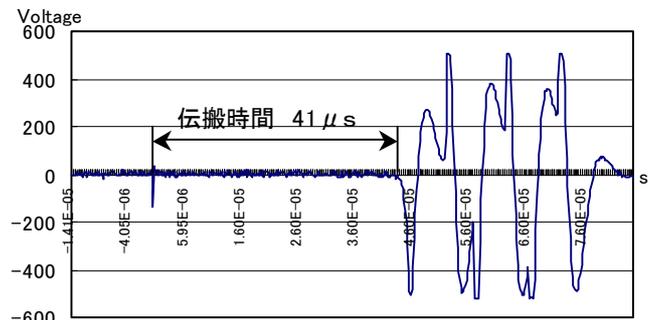


図-3 石膏 0.1MHz 伝播速度

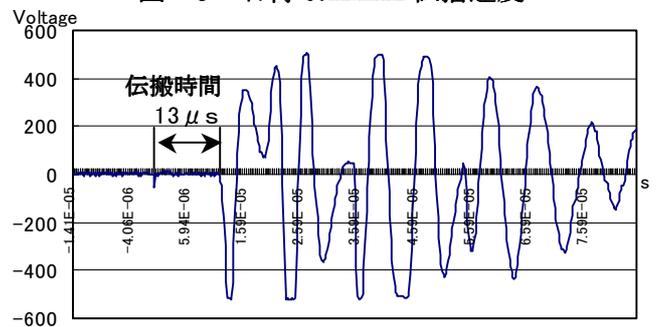


図-4 コンクリート 0.1MHz 伝播時間

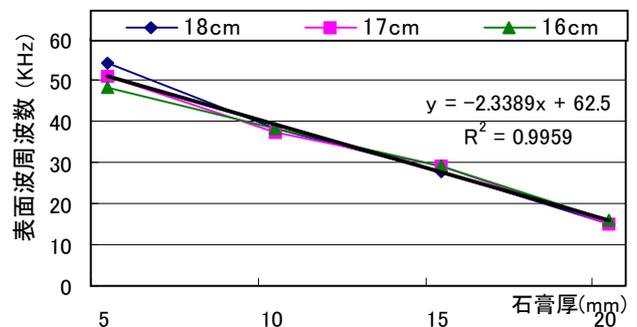


図-5 石膏厚と表面波周波数