

# 下水道施設におけるコンクリート構造物の防食

サンユレジン (株) ○大西清春  
アサヒ工業 (株) 半谷公明

大日本化学工業 (株) 伊藤広宣  
新日鐵化学 (株) 小山一之

## 1. はじめに

近年、下水道施設の一部のコンクリート構造物において比較的早い時期に腐食が見られるようになり、その耐久性が著しく低下している例が多く報告されるようになってきている。その腐食原因については様々な形態があるが、特に腐食速度も早く著しいのは硫化水素による腐食である。

全国上下水道エポキシ工業協会では、もっとも多く用いられているエポキシ樹脂による各種防食工法の適用性や耐用年数を解明するために、全国10箇所の処理場でコンクリート供試体の暴露調査を実施している。今回、5年間の暴露調査を終えたK処理場の汚泥濃縮槽における調査結果より、エポキシ樹脂による防食の有用性が確認できたので報告する。

## 2. 暴露調査概要

### 2.1 調査場所

K処理場 (分流式、標準活性汚泥法) 重力式汚泥濃縮槽の気相中に暴露した。

### 2.2 腐食環境 (年1回9時~10時に測定)

硫化水素ガス濃度 26~280ppm

### 2.3 コンクリート供試体

10×10×40cm (約10kg)

### 2.4 試験仕様

A ブランク (無塗装)

D クリア・ボール・キ500μ工法

F クリア・ボール・キ1mm工法 (ガラスクロスPLY)

H クリア・ボール・キ1.5mm工法

K クリア・ボール・キ2mm工法

### 2.5 調査項目

調査項目は、非破壊検査として、供試体の重量変化、動弾性係数、超音波伝播時間を、年1回の調査時に現地で行った。また、5年間の調査終了時に供試体を持ち帰り、破壊検査として、付着強度、中性化深さの測定及び電子線マイクロアナライザー (EPMA) を用いて表面から内部にかけての硫黄、カルシウムの分布状態をマッピングにより調査した。

## 3. 調査結果

### 3.1 重量変化

図1に示したように、ブランク供試体では1年後は水分等の浸透により重量増加が大きかったが、2年後以降急激に重量が減少しており腐食の激しさを示している。

防食した供試体では大きな重量変化はなく、防食の効果が表れていると考えられる。

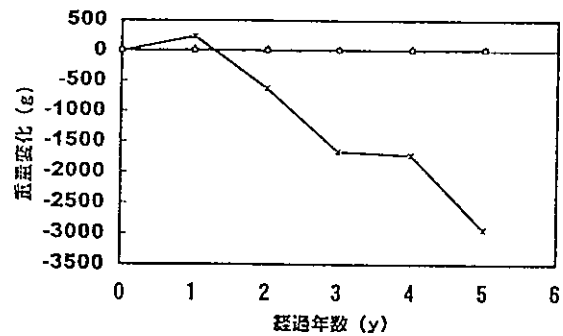


図1 コンクリート供試体重量変化

—○— 供試体A —○— 供試体D —○— 供試体F —○— 供試体H —○— 供試体K

### 3.2 動弾性係数測定

マルイ製動ヤング率測定器によりコンクリート供試体の動弾性係数を測定した。図2に動弾性係数の変化率を示した。

ブランク供試体では、1年後に動弾性係数が急激に高くなっている。このことは、水分が浸透することによりコンクリートの水和反応が進みコンクリートの弾性率が高くなったためと考えられる。2年後以降は急激に低下してきており、腐食の影響により弾性率が低下してきていると考えられる。

防食した供試体では、動弾性係数の変化は小さく防食の効果が表れていると考えられる。

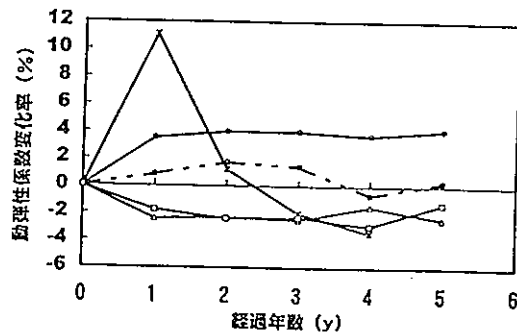


図2 コンクリート供試体動弾性係数変化率

—○— 供試体A —○— 供試体D —○— 供試体F —○— 供試体H —○— 供試体K

### 3.3 超音波伝播時間測定

バンジット超音波式試験器によりコンクリート供試体の超音波伝播時間を測定した。図3に超音波伝播時間の変化率を示した。

ブランク供試体では、1年後に伝播時間が低下し、2年後以降急激に増大している。伝播時間が

増大するという事は、伝播速度（パルス速度）が低下することであり、測定間のコンクリート密度が粗く、弾性率も低下している事を示しており、2年後以降の腐食の激しさを示している。

防食した供試体では、ぼらつきは見られるものの変化は小さく防食の効果が表れていると考えられる。

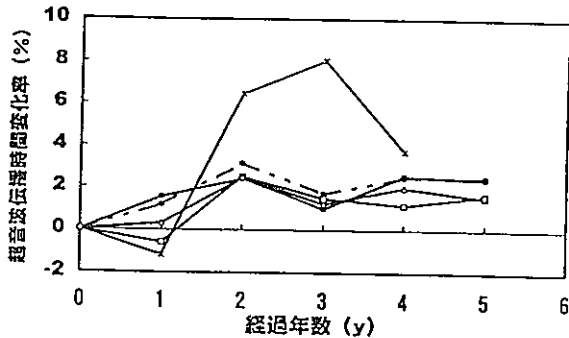


図3 コンクリート供試体超音波伝播時間変化率

←供試体A → 供試体D → 供試体F → 供試体H → 供試体K

### 3. 4 附着強さ測定

建研式単軸引っ張り試験器を用い、コンクリート供試体の表面強度及び附着強さを測定した。

表1に示したように、ブランク供試体では表面強度が低く腐食の激しさを示している。

防食した供試体については、保管してある供試体と同等もしくはそれ以上の強度を有しており初期の附着強度を保持している。

表1 供試体の表面強度及び附着強度

供試体	附着強さ (kgf/cm <sup>2</sup> )	破壊状況
保管A	27.8	コンクリート破断
保管F	25.4	コンクリート破断
供試体A	5.2	コンクリート破断
供試体D	29.5	コンクリート破断
供試体F	26.6	コンクリート破断
供試体H	29.9	コンクリート破断
供試体K	33.5	コンクリート破断

### 3. 5 中性化深さ測定

コンクリート供試体にダイヤモンドカッターでV状のカットを入れ、清掃後、フェノールフタレイン水溶液を散布し、赤色の呈色により中性化深さを測定した。

ブランク供試体では、6mm程度の中性化が観察され、断面欠損を考慮すると10mm程度進行していると考えられる。

防食した供試体については、すべて異常なく防食の効果を示した。

### 3. 6 EPMAによる分析

コンクリート供試体を電子線マイクロアナライザー(EPMA)で硫黄及びカルシウムについて面分析した。

ブランク供試体では、硫黄の濃度は内部に比べ表層部で高くなっており、浸入深さは約17mmであった。また、カルシウムの濃度は、内部に比べ表層部で若干低くなっている。これは、セメント水和物が浸食され、カルシウム成分が溶脱したためと考えられる。

防食した供試体Dでは、防食層には元々硫黄が存在しており暴露による硫黄の侵入深さは確認できないが、コンクリート層には侵入していない。このことから防食の効果が確認できた。

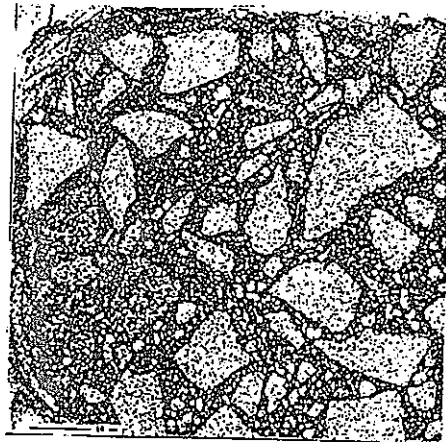


写真1 硫黄の面分析 (供試体A)

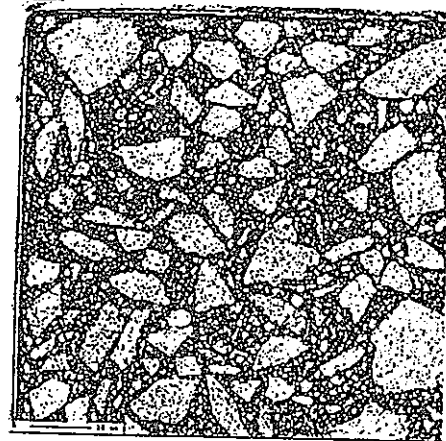


写真2 硫黄の面分析 (供試体D)

### 4. まとめ

○硫化水素ガス濃度の高い汚泥濃縮槽では、コンクリート供試体はかなり激しく腐食する。

○防食した供試体について、5年間の暴露調査においては工法における差は観察されなかった。しかし防食を施すことの有用性は確認できた。