

耐食性鉄筋コンクリート製品の 20年に及ぶ追跡調査結果と 適用範囲

安藤ハザマ 根岸 敦規

【P-2】
8/2 12:30 ~ 14:00
ポスター発表
1階エントランスホール

1. はじめに

下水道施設コンクリートの硫酸腐食対策として、原因となる硫酸化細菌の活動を阻害する腐食抑制剤は、管路やマンホールなどに広く利用されている。曝露試験や5年ごとの技術審査証明更新時の追跡調査により、その腐食抑制効果が確認されている。また、本技術は令和3年度の下水道技術海外実証事業に採用され、ベトナムハイフオン市で実証試験と追跡調査を実施している。

長寿命化に寄与する本技術の防食効果を検証し、腐食抑制効果や、長期の健全度を確認する目的で、過年度に全国の12現場を対象にした現場追跡調査を実施した。さらに、国内での追跡調査結果と、実証事業の測定結果を比較検討し、適用範囲の設定を行った。

2. 現場追跡調査概要

現場追跡調査は、表1に示すように、全国の6地区ごとに2現場を選定し、計12現場において供用中の下水道管路施設を対象に次の項目について実施した。

- (1) 気相部の平均硫化水素濃度と温度の計測
- (2) 製品表面腐食状況の目視調査
- (3) EPMA分析による硫黄侵入深さ測定と腐食速度推定
- (4) PCR測定による腐食菌と微生物種の同定

地区	調査No	現場所在地	適用場所	対象施設	供用年数
北海道	1	北海道Y郡A町	車道	マンホール	13年
	2	北海道S市	農道	マンホール	17年
東日本	3	埼玉県K市N地区	車道	マンホール	20年
	4	埼玉県K市Z地区	農道	下水道管	21年
東海	5	三重県M市	車道	下水道管	10年
	6	三重県I市	駐車場	下水道管	6年
関西	7	和歌山県K市U地区	住宅地内道路	マンホール	5年
	8	和歌山県K市F地区	車道	マンホール	5年
中四国	9	広島県H市	車道	マンホール	6年
	10	山口県H市	車道	マンホール	7年
九州	11	福岡県K市	車道	下水道管	19年
	12	佐賀県T市	車道	マンホール	13年

表1 調査箇所一覧

3. 調査結果

(1) 腐食度調査

表2に調査結果の一覧を示す。調査箇所No.3が最も腐食が進行しており、表面から2mm程度に、硫酸腐食による二水石膏が、また、表面から4mm程度には腐食予備層とよばれるエトリンガイトが分布していた。供用19年を経過したNo.11では、コンクリート表面にわずかに荒れた状態が見られたが、供用には全く問題のない軽度の状態であり、他の11現場同様、腐食抑制の効果が確認された。また、硫黄侵入速度は、No.8で最大0.32mm/年だったが、二水石膏の生成が確認されたNo.3、11では0.20mm/年以下であった。

表2 調査結果一覧

調査No	硫化水素濃度 (ppm)		平均温度 (°C)	劣化度ランク	カルシウム溶脱深さ (mm)	硫黄侵入深さ (mm)		硫黄侵入速度 (mm/年)	腐食生成物
	最大	平均							
1	21.0	0.2	15.6	健全	0.5~0.8	0.5~0.8	0.04~0.06	0	モノサルフェート
2	0.5	0.3	15.6	健全	0	0	0	0	なし
3	191.0	3.7	21.5	健全	3.6	3.8	0.19	0	二水石膏
4	20.0	0.2	19.3	健全	1.5	1.5	0.07	0	エトリンガイト
5	9.0	5.5	15.6	健全	0.3~0.5	2.2~2.6	0.22~0.26	0	モノサルフェート
6	0	0	14.7	健全	0.9~1.0	0.9~1.0	0.15~0.17	0	エトリンガイト
7	8.0	0.2	20.0	健全	0.3	1.0	0.20	0	モノサルフェート
8	40.0	0.6	19.2	健全	0.6	1.6	0.32	0	モノサルフェート
9	3.0	0.4	24.9	健全	0.3	0.3	0.05	0	エトリンガイト
10	0.5	0.1	20.4	健全	0	0	0	0	なし
11	100	5.3	19.4	C	3.5	3.5	0.18	0	二水石膏
12	9.0	0.2	17.6	健全	1.0	1.2	0.09	0	モノサルフェート

4. 海外における適用範囲の検討と今後の課題

ベトナムハイフオン市の実証試験では3基のマンホールを布設替えして追跡調査を実施している。布設箇所は生鮮市場前の連続するマンホールで、腐食環境は3基ほぼ同じく年間平均1.3ppmで、日本下水道事業団の腐食環境Ⅲ類に該当する。この環境では図1から硫黄侵入速度は0.2~0.5mm/年なので、鉄筋がぶりが25mmの製品の場合、硫酸が鉄筋に到達するまで50年以上かかり、標準耐用年数を確保できることがわかる。

今後も施設の長寿命化や維持更新費用の低減に寄与できる本技術の日本だけでなく海外布設現場における追跡調査を通じて、適用範囲の明確化とともに規格化を推進していく所存である。

(2) 腐食菌と微生物種の同定

過去の現場調査における普通コンクリート表面では、腐食に関与する硫酸化細菌が支配的であるのに対し、二水石膏まで腐食が進んでいたNo.3では、若干腐食に関与しない菌も同定された。一方、エトリンガイトが検出されたNo.4においては、約40%が腐食に関与しない菌で占められており、腐食抑制剤の効果により、腐食に関与する菌の活動が制限されたためと考えられる。

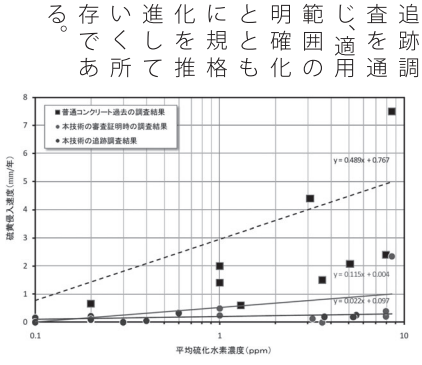


図1 硫化水素濃度と硫黄侵入深さの関係