

ビックリートの健全度追跡調査結果報告書

(埼玉県 K 市 N 地区)

2023 年 12 月

ビックリート製品協会

1. 目的

ビックリート製品は（財）下水道新技術推進機構より建設技術審査証明を受けており、平成 11 年 3 月の認定以降、来年で 25 年が経過致します。建設技術審査証明は 5 年毎の更新となっており、本年度はその更新のための準備年に当たります。今回の更新では、ビックリート製品の健全度調査を実施し、審査証明の更新に向けた資料に用いるデータを蓄積したいと考えて居ります。

そこで、本調査において、敷設後の供用年数が経過したビックリート製品の状況を確認することにより、一般的な下水道環境下におけるビックリートの耐腐食性能の検証と、今後の技術開発に役立てるためのデータ収集を目的と致しました。

本報告書は、供用開始以降 25 年が経過した埼玉県 K 市 N 地区内におけるマンホールで実施した追跡調査結果について記述するものです。

2. 調査項目

調査項目を以下に示す。

2 - 1 . 気相部の平均硫化水素濃度の計測

拡散式連続硫化水素濃度測定器を 2 週間程度マンホール内に設置し、平均硫化水素濃度を計測した。

2 - 2 . マンホール内の外観調査

安全対策を行った上でマンホール内に入り、目視によって劣化状況を調査した。

2 - 3 . 腐食深さ及び硫黄侵入深さの測定

マンホール内でコンクリートの腐食の進行を確認した。また、マンホール内面から、鉄筋の影響を受けない部分からコア供試体（ 15×30mm 程度）を採取し、EPMA 分析によって硫黄侵入深さを測定した。

3. 調査方法

調査方法を以下に示す。

3 - 1 . 気相部の平均硫化水素濃度の計測

計測器は、硫化水素ガスの濃度を無人で連続的に計測するデータロガー機能を備えた検出器を用いた。（写真 1 参照）

名 称: 拡散式硫化水素測定器

測定原理: 定電位電解式

測定内容: 硫化水素ガス

測定範囲: 0～1000ppm

外形寸法: 直径 89mm×高さ 148mm 重量 390g

設置方法: マンホール内のステップに, 脱落等が生じない様に紐などで吊下げた。

(写真 2参照)

データのロギングは5分毎とし, 2週間連続して計測した。

計測後のデータは, 硫化水素ガス濃度と温度を経過時間の X-Y チャートに示し, 平均硫化水素ガス濃度とピーク時の濃度を示す。



写真 1 硫化水素測定器



写真 2 硫化水素測定器の設置方法

3 - 2 . 製品の外観調査

製品の外観調査を行うに際して、劣化状況の判定は『下水道管路施設ストックマネジメントの手引き（旧下水道管路施設腐食対策の手引き（案））：公益社団法人日本下水道協会 2016 年度版』に準拠し、表 1 に示す劣化度と腐食状況の程度で評価した。

表 1 劣化度と腐食状況の程度

| 劣化度 | 腐食状況の程度 |
|------|----------------|
| Aランク | 鉄筋が露出している状態 |
| Bランク | 骨材が露出している状態 |
| Cランク | コンクリート表面が荒れた状態 |

3 - 3 . 腐食深さ及び硫黄侵入深さの測定

腐食深さは、コンクリート表面の脆弱な部分をヘラ等で削ぎ落とし、ノギスによって測定する。

硫黄侵入深さの測定には EPMA 分析を用いた。EPMA 分析とは、コンクリート中の硫黄の侵入深さや、カルシウム濃度などを電子線マイクロアナライザ（Electron Probe Microanalyses, EPMA）により測定するものである。

EPMA 分析は、硫黄の侵入深さによって劣化速度が推定でき、また、カルシウム濃度によってコンクリートの健全度を評価することができる。

EPMA 分析は、コア供試体を切断研磨し、カーボン蒸着を施してから装置に入れ、電子線照射によって生じる元素に特有な X 線を計数し、重量濃度分布を測定する方法で行いる。

EPMA 分析に用いるコア供試体の採取の概略を図 1 に示す。

コア供試体の採取は、鉄筋の影響を受けない部分で行い、管厚を突き抜けないものとする。

コア供試体を採取した跡は、ビック剤入りの速硬性モルタルで補修した。

ビック剤入りの速硬性モルタルは、下水道管本体の強度と同程度の強度を有している。

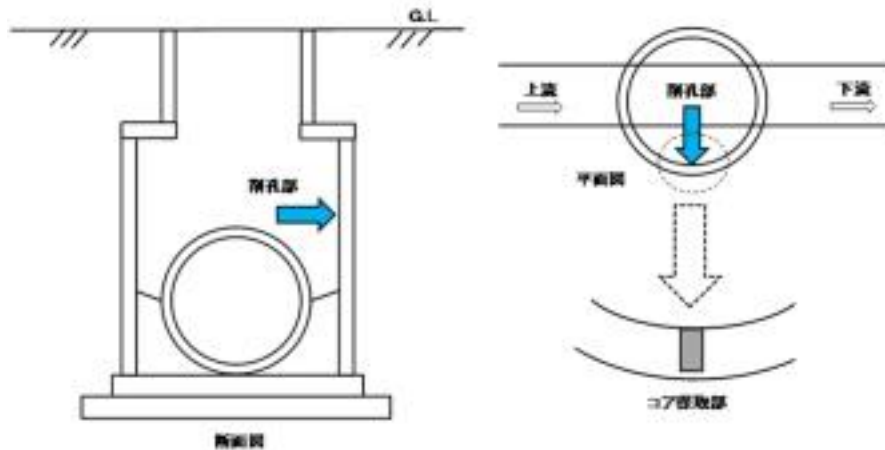


図 1 コア供試験体の採取状況

4. 調査結果

調査結果を以下に示す。

4 - 1 . 気相部の平均硫化水素濃度の測定結果

硫化水素濃度の測定結果は図 2 に示す。測定期間中の硫化水素濃度の最大値は 84ppm , 最小値は 0ppm , 平均値は 0.8ppm となり , マンホール内の平均温度は , 29.2℃ であった。

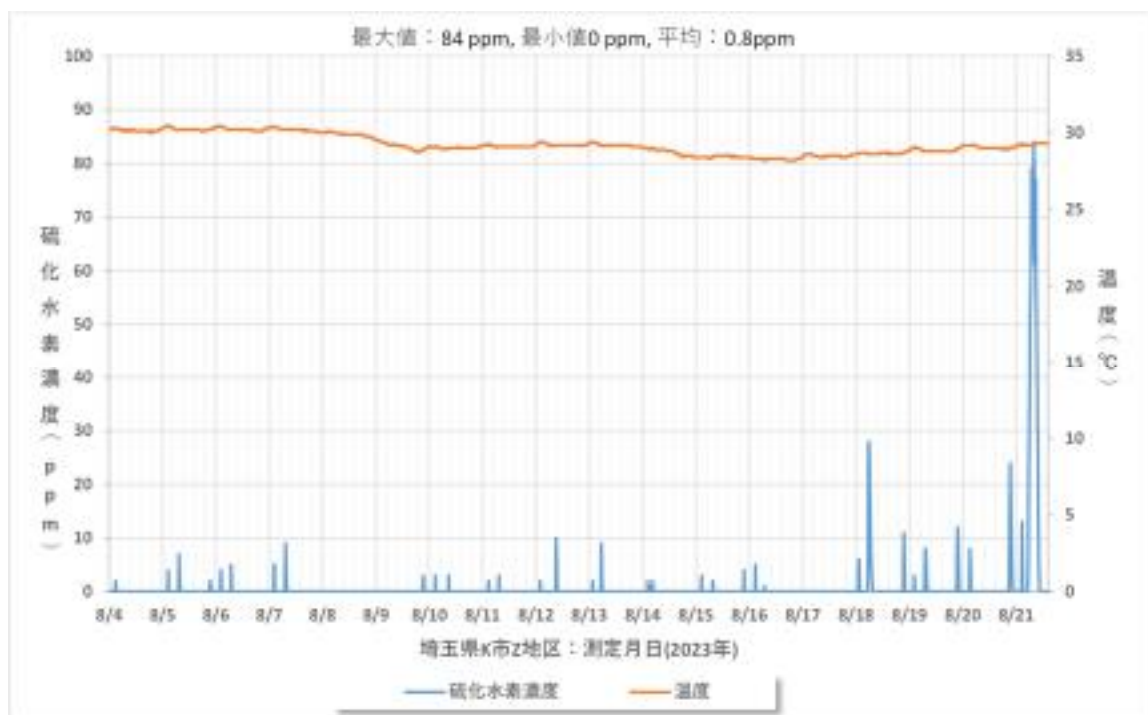


図 2 硫化水素濃度連続測定結果
(2023年8月4日~2023年8月21日)

4 - 2 . 製品の外観調査結果

目視による製品の外観調査の結果，マンホール内面に腐食の発生は確認されず，腐食深さは0mmであった。マンホール内面の状況を写真 3と写真 4に示す。



写真 3 マンホール内面状況 (その1) 写真 4 マンホール内面状況 (その2)

4 - 3 . コア供試体の採取および採取跡の補修

マンホール本体より，鉄筋の影響を受けない部分から EPMA 分析用のコア供試体を採取した。コア供試体は直径 15mm×深さ 30mm とし，マンホールの壁厚 (75mm) を突き抜けないように採取した。コア供試体採取跡の補修には，ビック剤入りの速硬性モルタルを使用した。ビック剤入りの速硬性モルタルの強度は，マンホール本体強度 (設計基準強度 35N/mm²) と同程度の強度を有している。なお，コア供試体の採取状況と採取跡の補修状況は写真 5と写真 6に示すとおりである。



写真 5 コア供試体の採取状況

写真 6 採取跡の補修状況

4 - 4 . 硫黄侵入深さの測定結果

現場から採取したコアを用いて行った EPMA 分析結果を，組成像，カルシウム分布，硫黄分布，硫黄とカルシウムとして写真 - 7 ~ 10 に示す。また，コンクリートの劣化因子は表 2 に示すとおりである。

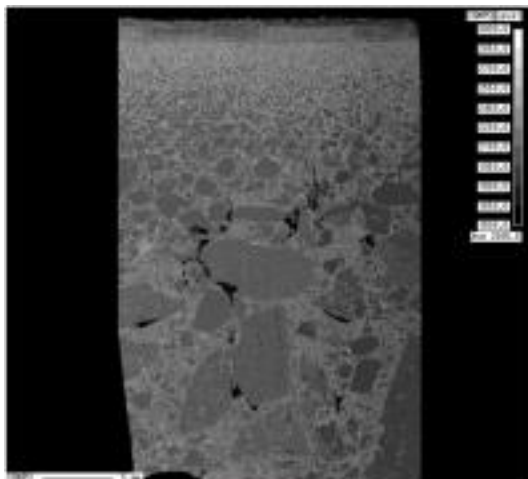


写真 7 組成像

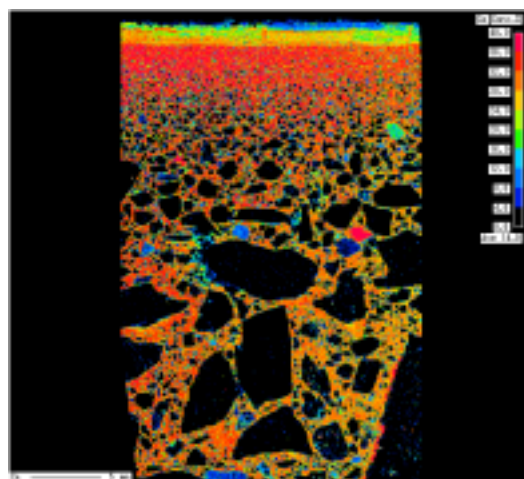


写真 8 カルシウム分布

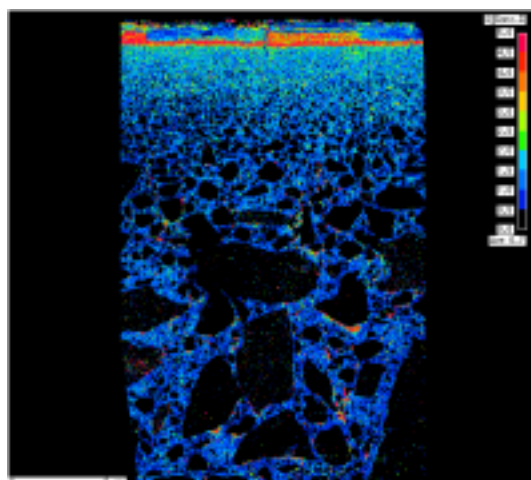


写真 9 硫黄分布

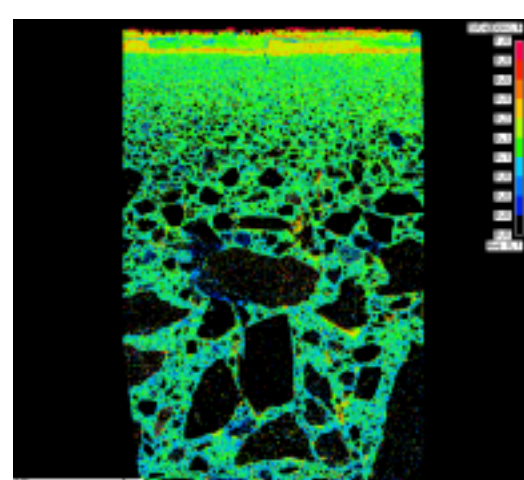


写真 10 硫黄とカルシウムの比

表 2 コンクリートの劣化因子

| | |
|----------------|-------------|
| カルシウム溶脱深さ (mm) | 0.8 ~ 1.2 |
| 硫黄侵入深さ (mm) | 1.3 ~ 1.8 |
| 硫黄侵入速度 (mm/年) | 0.05 ~ 0.07 |
| 腐食生成物状況 | エトリンガイト |

EPMA 分析の結果，コンクリート表面での硫黄の侵入とカルシウムの溶脱が僅かに認められ，エトリンガイトが生じていた。しかし，二水石膏は確認できなかったこと。硫黄侵入速度は 0.05～0.07mm/年と僅かであったことから，ビックリートの防菌効果は持続しているものと考えられます。

5．まとめ

本調査結果をまとめると以下のとおりです。

2023 年 6 月 4 日～21 日（15 日間）のマンホール内の硫化水素濃度を計測した結果，最大値 84ppm，最小値 0ppm，平均値 0.8ppm であった。

マンホール内面の外観性状には，腐食の発生などの異常は認められず，コンクリートの腐食深さは 0mm で，良好な供用状態にあることを確認した。

EPMA 分析によって得られた硫黄侵入深さは僅かに 1.3～1.8mm，硫黄侵入速度は 0.05～0.07mm/年であった。コンクリートの劣化因子としてエトリンガイトの生成が確認されたが，二水石膏の生成はないこと，また，マンホール内面に腐食の発生は確認されず，腐食深さは 0mm であったことから，ビックリートの防菌効果は持続しているものと考えられる。

以上のことから，当該現場のマンホールには，腐食の進行は認められず，健全な供用状態にあるものと考えられます。

以上