

ビックリートの健全度追跡調査結果報告書

(佐賀県 K 市内)

2023 年 12 月

ビックリート製品協会

1. 目的

ビュクリート製品は(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、ビュ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ュ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ュ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18年が経過した佐賀県K市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したものです。以下に報告致します。

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1~2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、目視によってコンクリート表面の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、マンホール内面において、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

本調査における調査方法を以下に記す。

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10分毎とし、約1~2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う。

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、マンホール壁厚を突き抜けない様に行う。

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する。

ビック剤入りの速硬性モルタルは、マンホール本体の強度と同程度の強度を有している。

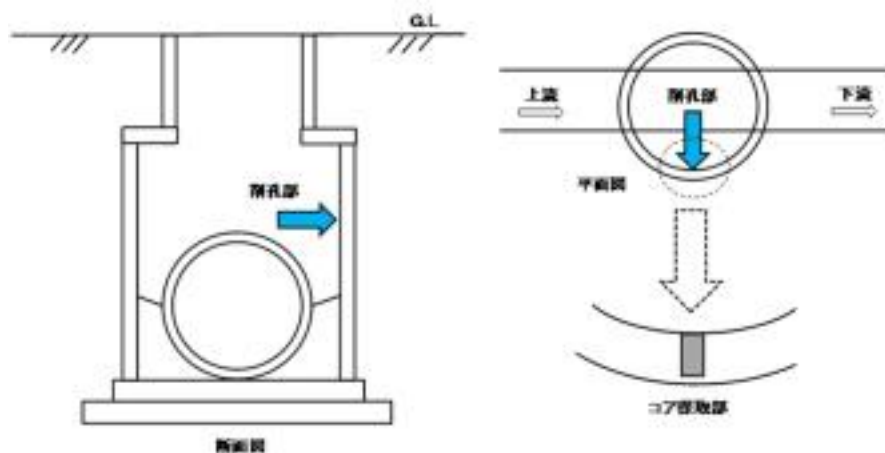


図 1 コア供試験体の採取状況

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を図 2 に示す。当該現場の硫化水素濃度は、最大値 4.0ppm , 最小値 0ppm , 平均値 0.2ppm で、平均温度は 23.5 であった。

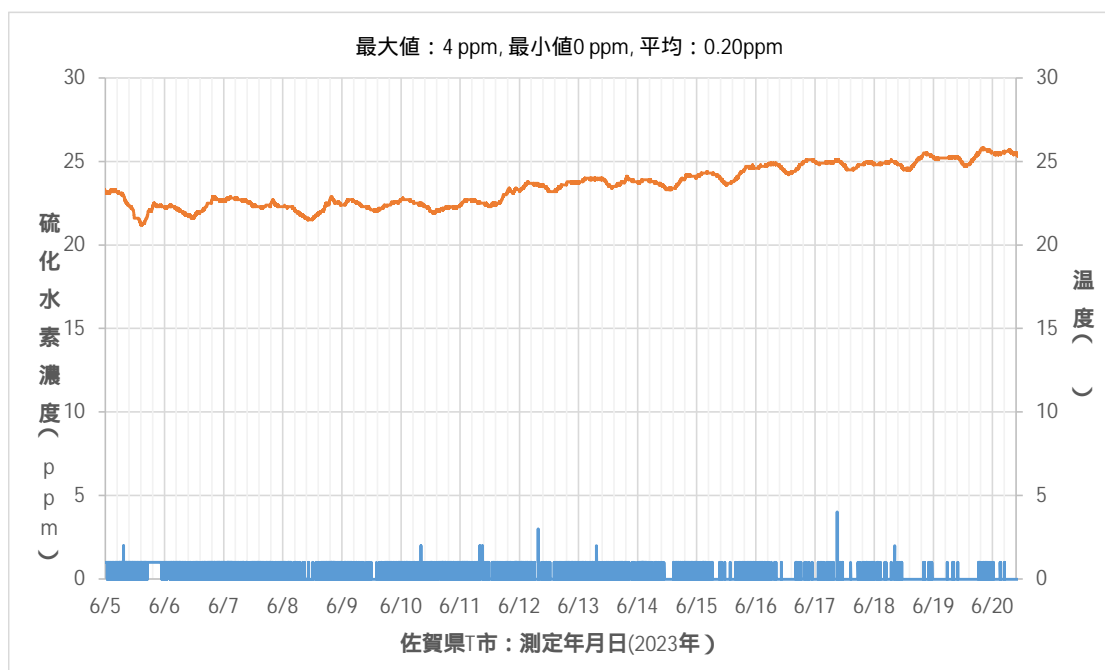


図 2 硫化水素濃度連続測定結果
(2023年6月5日~2023年6月20日)

4 - 2 . 製品の外観調査結果

目視によるコンクリートの外観調査の結果、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。

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，硫黄とカルシウムの比として，写真 - 7 ~ 10 に示す。また，EPMA 分析結果によって得られたコンクリートの劣化因子を表 2 に示す。

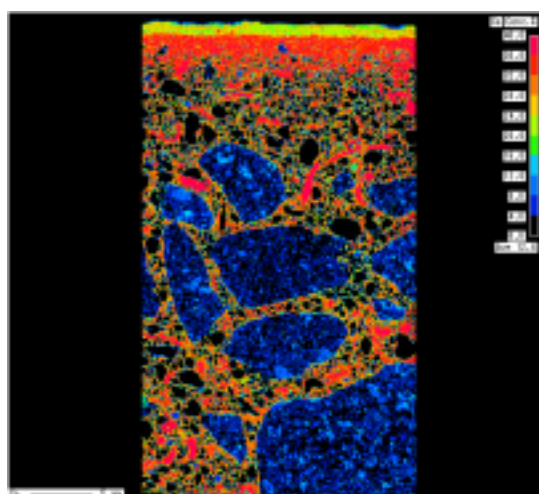
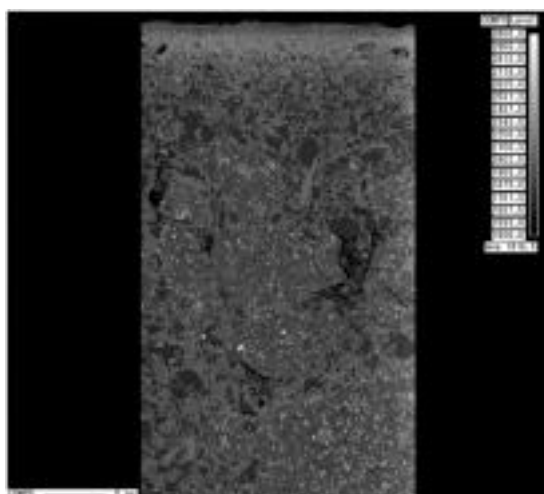


写真 7 組成像

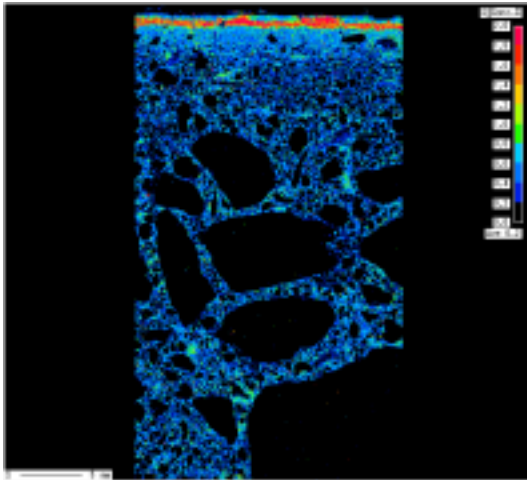


写真 8 カルシウム分布

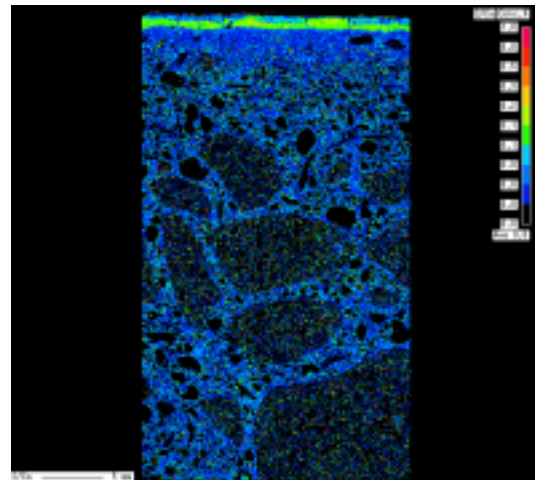


写真 9 硫黄分布

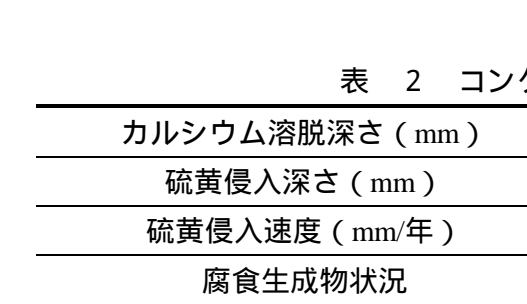


写真 10 硫黄とカルシウムの比



表 2 コンクリートの劣化因子

カルシウム溶脱深さ (mm)	1.0
硫黄侵入深さ (mm)	1.2
硫黄侵入速度 (mm/年)	0.07
腐食生成物状況	モノサルフェート

EPMA 分析の結果、コンクリート表面においてカルシウムの溶脱は 1.0 mm と硫黄の侵入深さは 1.2 mm と僅かに認められた。しかし、腐食生成物はモノサルフェートであり、二水石膏が生じていないため、ビクリートの防菌効果は持続しているものと考えられる。

硫黄侵入深さと供用年数から求めた、当該コンクリートの硫黄侵入速度は 0.07 mm/年であった。

5. まとめ

本調査結果をまとめると以下のとおりである。

気相部の平均硫化水素濃度は、0.2 ppm 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、1.2mm であり、二水石膏の生成は認められなかった。また、腐食生成物はモノサルフェートで、硫黄侵入速度は 0.07mm/年であることから、ビ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る。

以上