

ビックリートの健全度追跡調査結果報告書

(埼玉県 K 市 Z 地区)

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26年が経過した埼玉県K市Z地区内における下水道管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. 管路内の外観調査

安全対策を行った上で下水道管内に入り、目視によって管路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

下水道管内において、コンクリートの腐食の進行を確認した。また、管路内面から、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10分毎とし、約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。

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、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する。

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

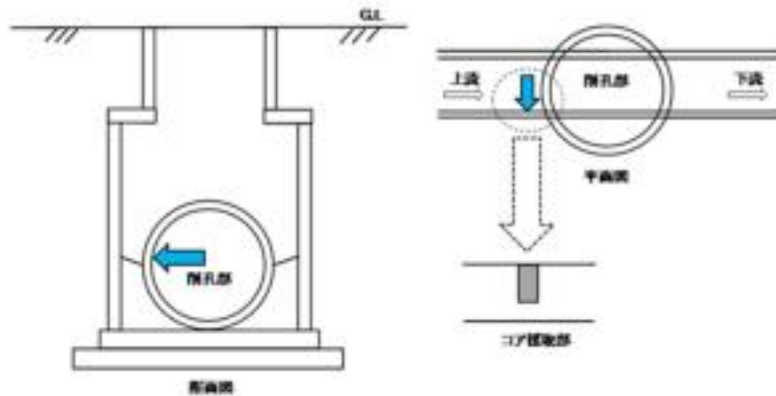


図 1 コア供試験体の採取状況

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 に示すとおりであり、測定期間中の硫化水素濃度の最大値は 29ppm、最小値は 0ppm、平均値は 0.1ppm であった。なお、マンホール内の平均温度は 24.0 となった。

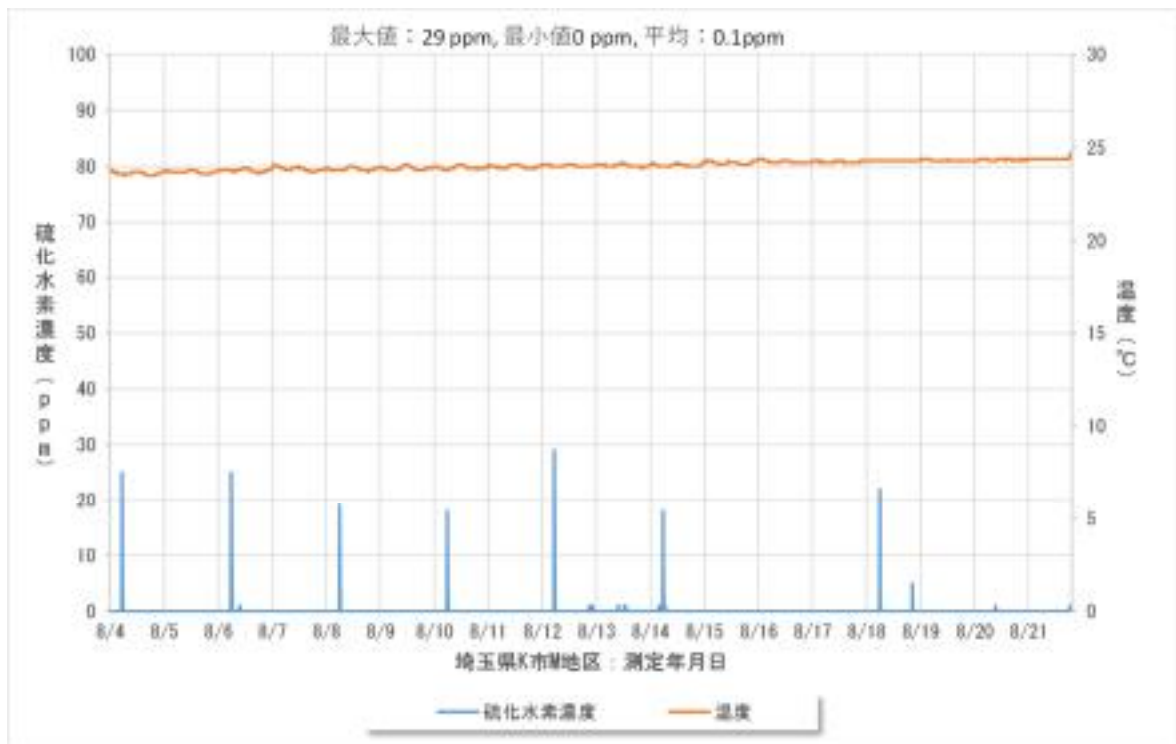


図 2 硫化水素濃度連続測定結果
(2023年8月4日～2023年8月21日)

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，下水道管内面に腐食の発生は確認されず，腐食深さは0mmであった。下水道管内面の状況を写真 3 と写真 4 に示す。



写真 3 管頂部分の内面状況 (その 1)



写真 4 管の内面状況 (その 2)

4 - 3 . コア供試体の採取および採取跡の補修

下水道管本体より，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，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，下水道管本体強度（設計基準強度 35N/mm^2 ）と同程度の強度を有する。コア供試体の採取状況と採取跡の補修状況を写真 5 と写真 6 に示す。



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。

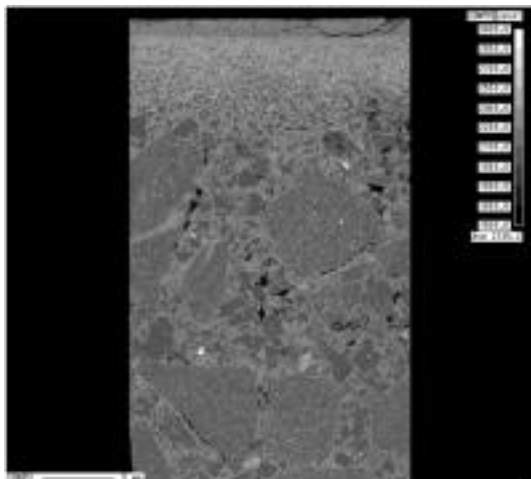


写真 7 組成像

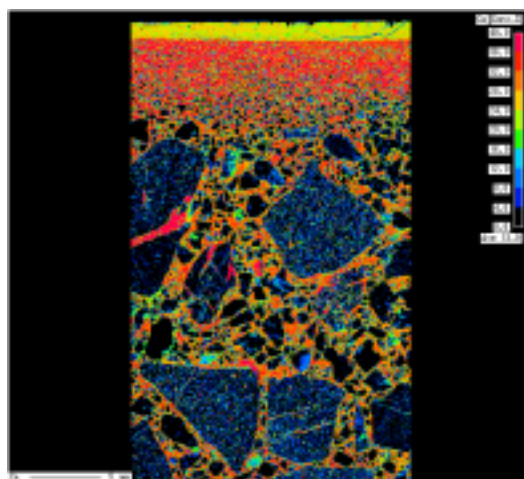


写真 8 カルシウム分布

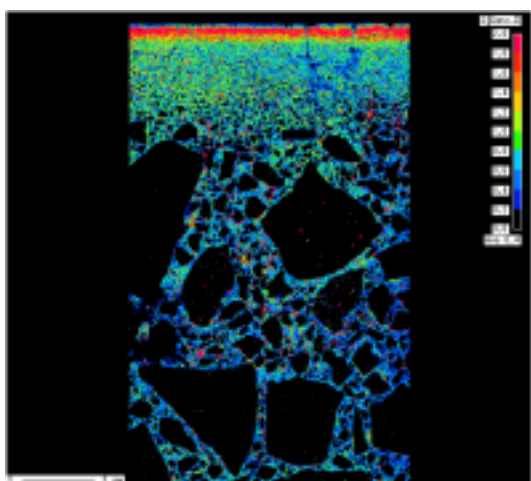


写真 9 硫黄分布

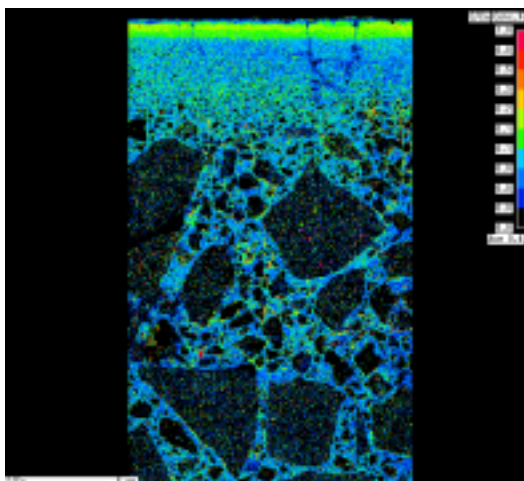


写真 10 硫黄とカルシウムの比

表 2 コンクリートの劣化因子

カルシウム溶脱深さ (mm)	1.1
硫黄侵入深さ (mm)	1.3
硫黄侵入速度 (mm/年)	0.05
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たが，腐食生成物はエトリンガイトで，二水石膏が生じていないため，ビツクリートの防菌効果は持続しているものと考えられる。

5．まとめ

本調査結果をまとめると以下のとおりである。

マンホール内の硫化水素濃度を計測した結果，最大値 29.0ppm，最小値 0ppm，平均値 0.1ppm であった。

下水道管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カルシウムの溶脱深さは 1.1 mm，硫黄侵入深さは 1.3mm，硫黄侵入速度は 0.05mm/年であり，二水石膏の生成は認められないことから，ビツクリートの防菌効果は持続していることを確認した。

以上のことから，当該現場の下水道管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