

ビックリート（下水道用耐食性コンクリート） 製品の現場追跡調査

ビックリート製品協会

1 はじめに

ビックリート（防菌コンクリート）は、下水道施設に適用される耐食性コンクリートであり、硫酸によるコンクリートの腐食劣化を抑制し、下水道用コンクリート製品の長寿命化が実現できることを特徴としている。

ビックリートの開発からすでに25年が経過し、平成29年9月現在の累計出荷実績は20万269tに達している。

そこで、ビックリート製品の優れた防食効果を改めて検証し、腐食抑制に対する実効性や、長期間にわたる健全度を確認するための現場追跡調査を、平成29年10月から着手した。この調査結果によって、ビックリート製品がこれまでに積み上げてきた信頼性をさらに高め、今後の普及促進を加速できれば、本調査が有意義なものとなる。

以下に、全国の12現場を対象にして行った「ビックリート製品の現場追跡調査」の結果について、報告する。

2 現場追跡調査の概要

2.1 調査対象地区

ビックリート製品の現場追跡調査は、供用中の下水道施設（写真-1 マンホール内面、写真-2 下水道管内面、写真-3 コアの採取）を対象に行った。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現場において実施した。

2.2 調査項目

ビックリートの現場追跡調査において実施する調査項目は、以下の3項目である。

写真-1 マンホール内面



写真-2 下水道管内面



写真-3 コアの採取



表-1 現場追跡調査一覧

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-2 計測器の諸元

測定原理	定電位電解式
測定内容	硫化水素ガス
測定範囲	0～1,000ppm
外形寸法	直径：89mm
	高さ：148mm
	重量：390g

表-3 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

① 気相部の平均硫化水素濃度と温度の計測

調査対象施設内に拡散式連続硫化水素濃度測定器を設置し、平均硫化水素濃度と温度を計測した。

② 製品表面の外観調査

コンクリート表面の腐食劣化状況を目視によって調査した。

③ 腐食深さおよび硫黄侵入深さの測定

ビックリート製品の内面から、鉄筋の位置を避けてコア供試体（φ15×30mm程度）を採取し、EPMA分析によって硫黄侵入深さを計測した。

2.3 調査方法

2.3.1 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を備えた計測器(表-2)を用いた。計測器は、マンホール内のステップから吊り下げ、データのロギングは5分ごととし、連続して1～2週間計測した。

2.3.2 コンクリート表面の外観調査

ビックリート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）2016年版）（(公社)日本下水道協会）に準拠し、表-3に示す劣化度と腐食状況の程度で評価した。

2.3.3 腐食深さおよ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ことを計画したが、本調査の範囲内ではこのレベルまでの腐食劣化は確認されなかった。

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 MicroAnalyzer）によって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るとともに、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 分析に用いるコア供試体の採取位置は図-1と図-2に、マンホールの場合と下水道管の場合を示した。なお、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。

2.4 調査実施状況

各地区における現場調査の実施状況を、写真-4および写真-5に示す。

図-1 マンホール内面からのコア供試体採取

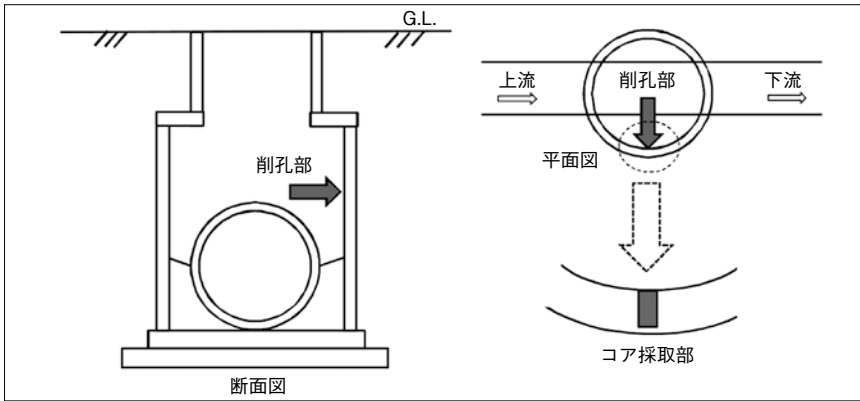


図-2 下水道管内面からのコア供試体採取

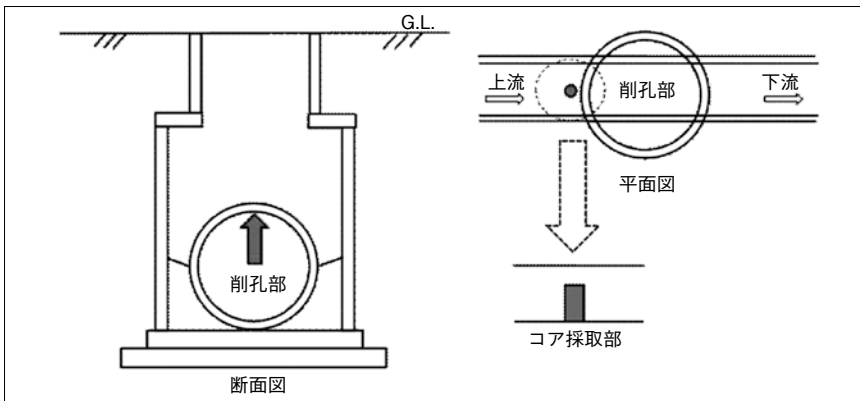


写真-4 北海道地区での調査事例



写真-5 九州地区での調査事例



3 現場調査結果

3.1 硫化水素濃度測定結果

気相部の硫化水素濃度を測定した結果の一例を図-3に示す。この事例では、硫化水素濃度の最大値は21.0ppm、最小値0ppm、平均値0.2ppmであった。

3.2 外観調査結果

外観調査結果は、表-4に劣化度ランクとして示すとおりである。12現場のうち11現場は健全な状態にあったが、供用年数が19年を経過した1現場において、軽度のCランク（コンクリート表面が荒れた状態）が確認された。

3.3 EPMA 分析結果

EPMA 分析結果（組成像、カルシウム分布、硫黄分布、硫黄とカルシウムの比）の一例を図-4に示す。また、各調査現場のカルシウム溶脱深

さ（mm）、硫黄侵入深さ（mm）、硫黄侵入深さと供用年数の関係から求めた硫黄侵入速度（mm/年）、腐食生成物を表-4に示す。

4 まとめ

本調査の結果、対象12現場のうち、供用19年を経過した1現場では、コンクリート表面に僅かに荒れ（Cランク）が見られるものの、供用状態にはまったく問題のない軽度のものであり、他の11現場のコンクリート表面も健全な状態にあった。表層の腐食生成物は、モノサルフェートやエトリンガイトが主であることから、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。

また、硫黄侵入速度は腐食生成物がモノサルフェートであっても0.32mm/年のケースが発生しているが、二水石膏の生成が確認された2現場における硫黄侵入速度は0.20mm/年以下である。これは、過去の現場調査で得られた普通コンクリートの硫黄侵入速度の平均値（3.27mm/年）に対して、約1/16に相当する遅いレベルである。

図-3 硫化水素濃度測定結果の一例

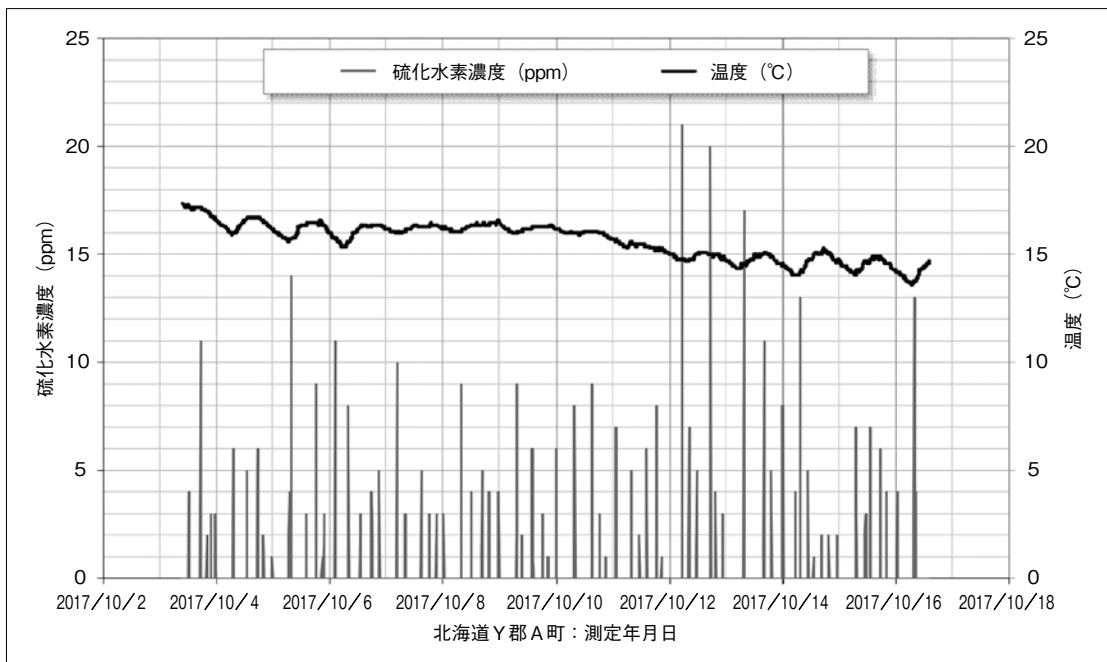


図-4 EPMA 分析結果の一例

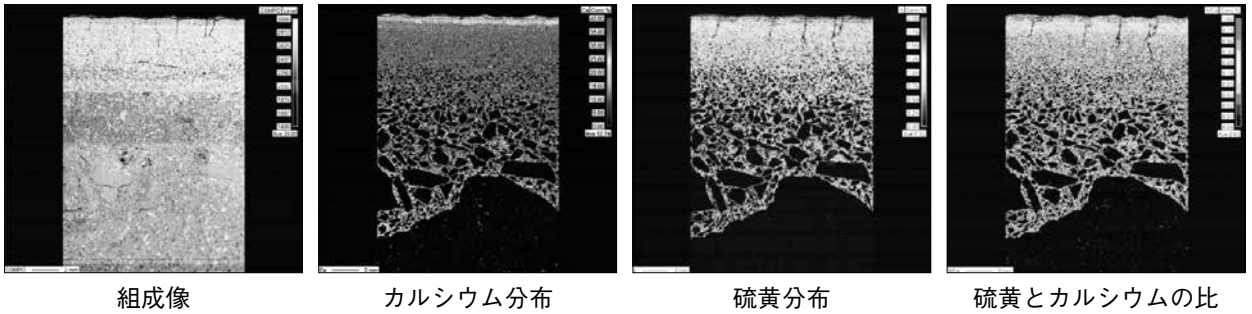


表-4 調査結果一覧

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	モノサルフェート
2	0.5	0.3	15.6	健全	0	0	0	なし
3	191.0	3.7	21.5	健全	3.6	3.8	0.19	二水石膏
4	20.0	0.2	19.3	健全	1.5	1.5	0.07	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	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	エトリンガイト
7	8.0	0.2	20.0	健全	0.3	1.0	0.20	モノサルフェート
8	40.0	0.6	19.2	健全	0.6	1.6	0.32	モノサルフェート
9	3.0	0.4	24.9	健全	0.3	0.3	0.05	エトリンガイト
10	0.5	0.1	20.4	健全	0	0	0	なし
11	10.0	5.3	19.4	C	3.5	3.5	0.18	二水石膏
12	9.0	0.2	17.6	健全	1.0	1.2	0.09	モノサルフェート

注：No.11 のコア採取時において、硫化水素濃度の最大値は 4.0ppm が計測された

このことから、本調査によってビックリートの優れた腐食抑制効果が確認された。

5 おわりに

供用中の下水道施設を対象にした現場追跡調査によって、ビックリート（下水道用耐食性コンク

リート）製品の優れた防菌性能を実証することができた。このことから、ビックリート製品が下水道施設のライフサイクルコストに対して有効であることの裏付けが得られたといえる。

今後も、ビックリートが下水道用製品として、次世代のインフラ整備に有効であることを証明するために、現場追跡調査を実施していきたい。