昭和23年10月19日第三種郵便物認可（毎月1回10日発行）平成27年7月10日発行 ISSN 0371-0718

No.821
2015
7

セメント・コンクリート

CC CEMENT&CONCRETE

特別企画／下水道コンクリート構造物を守る技術いろいろ

一般社団法人セメント協会
JAPAN CEMENT ASSOCIATION

ビックリート

●下水道用耐食性コンクリート製品

1. はじめに

下水道構造物は，市民生活には欠くことのできない重要なインフラ施設である。しかしながら，当該構造物に適用されたコンクリート製の管路などの内面では，コンクリートの腐食劣化が発生する場合がある[1, 2]。コンクリートの腐食劣化は，下水道構造物の寿命を短くするだけでなく，道路陥没などの二次的な被害も引き起こすため，近年では，大きな社会問題にまで発展した事例も少なくない。

下水道構造物でのコンクリートの腐食劣化は，硫化水素の発生に起因している。硫化水素が発生すると，硫黄酸化細菌[3, 4]や鉄酸化細菌が活動し始め，硫化水素を酸化して硫酸を生成する。この硫酸によって，コンクリートが腐食して劣化に至る。腐食の深さは数cmにも及び，その結果コンクリートに大きなダメージを与えることになる。

ここで紹介する「ビックリート」は，このような背景を踏まえて，下水道用耐食性コンクリートとして開発されたものである[5, 6]。

2. 防菌剤（ビック剤）の性能

ビックリート（防菌コンクリート）に混入する防菌剤（以下，ビック剤と称す）の作用領域を示したものを**図1**に示す[7]。施工直後にはコンクリート表面のpHは12～13の強アルカリの領域にあるが，供用の進行に伴って，流水の作用やスライムの付着などが生じ，コンクリート表面のpHが徐々に低下する。その後，pHが8～9程度の中性領域まで低下すると，硫黄酸化細菌や鉄酸化細菌が活動し始めて硫酸が生成されるようになり，コンクリート表面には腐食が発生し始める。また，さらに時間が経過するとpHは6以下の酸性領域まで低下して，コンクリートが劣化する。

ビック剤の主成分は，ニッケルと酸化タングステン（**写真1**）であり，ニッケル[8]はpH6以上の中性領域で，酸化タングステンはpH6以下の酸性領域で防菌性能を発揮する[5, 9, 10]。

写真1　ニッケルと酸化タングステン

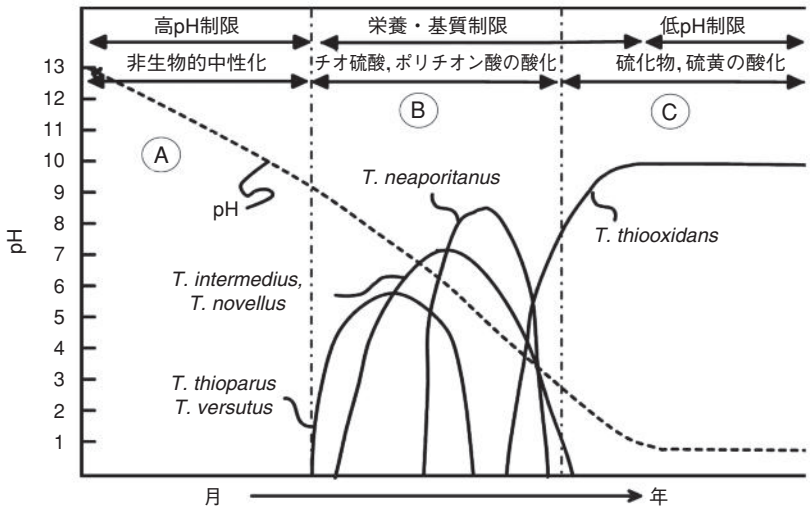


図1　防菌剤（ビック剤）の作用領域

写真2　防菌剤（ビック剤）

写真3　ビックリートを使用した製品の例

双方の主成分をコンクリート用混和剤として使いやすくするために，高炉スラグ微粉末で希釈増量したものが，ビック剤（**写真2**）である。

ビック剤のコンクリートへの添加率は，セメント量の１％（コンクリート製品の場合は４kg/m^3）であり，コンクリート内に均一に分散されることから，ビックリート（防菌コンクリート）を使用した製品（**写真3**）は，優れた防菌効果を発揮することができる。

また，ビック剤はコンクリートの腐食に悪影響を及ぼす硫黄酸化細菌と鉄酸化細菌だけに的を絞って，その活動を阻害する『選択毒性』を有している。したがって，生態系に有益な他の微生物には影響を及ぼすことはない。このことから，環境にやさしい製品としての特長も備えていると言える。

3. 品質特性

ビックリートとは「硫化水素を硫酸に変える硫黄酸化細菌と鉄酸化細菌の活動」（**図2**）を阻害するビック剤を混入した下水道用耐食性コンクリート製品である。

ビックリート製品の特性を以下に示す。

① 平均硫化水素濃度10ppm未満[11]の環境条件において，50年（コンクリートの標準的な耐用年数）以上の耐久性を確保できる。

② 平均硫化水素濃度が10～50ppmの環境条件における腐食の進行を，普通コンクリートの４分の１程度に抑制できる。

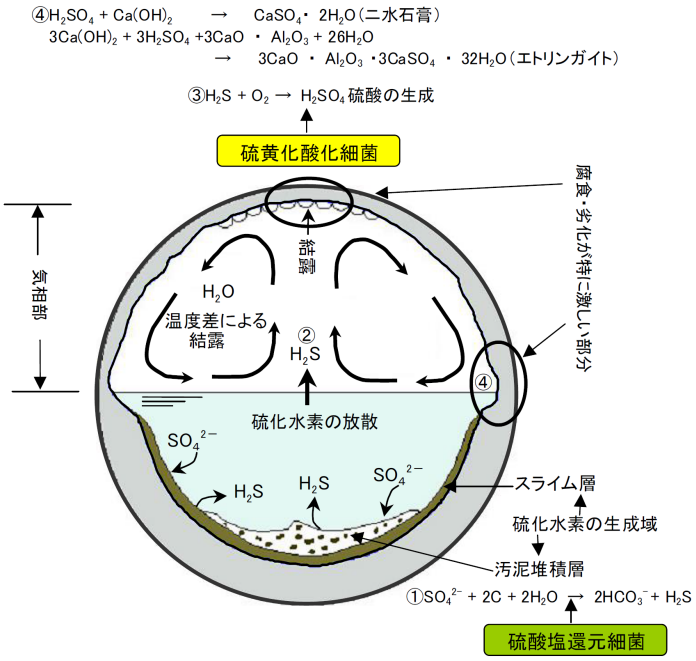
③ 硫黄酸化細菌と鉄酸化細菌以外の微生物への影響，および環境に及ぼす影響は無い。

④ ビック剤の混入によるコンクリートの品質への影響はない。

⑤ ビック剤のコンクリート中における分散性能は一般の混和材と同等である。

4. 曝露実験と追跡調査

写真4は，汚泥処理槽に5.5年曝露したコンクリート供試体である。曝露前は健全なコンクリートであったが，5.5年の曝露試験によって，ビックリートに比べて普通コンクリートの腐食劣化が顕著であることが，外観上からも確認できる。



ビックリート　　普通コンクリート

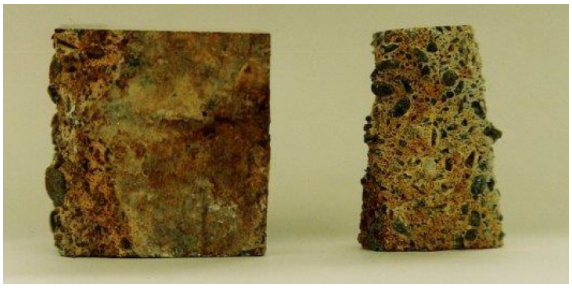


写真4　汚泥処理槽に5.5年間曝露した供試体

表1　ビックリートの耐用年数の推定値
［平均硫化水素濃度：10ppmの場合］

管材	口径（mm）	鉄筋かぶり（mm）	腐食速度から計算したかぶりに達する期間（年）	
			ビックリート	普通コンクリート
外圧管 A-1	250	13	51	8
	400	17	66	11
	1000	20	78	13
	2000	25	97	16
	2400	30	117	19
小口径推進管 A-6	250	25	97	16
	600	35	136	22
推進管 A-2	800	35	136	22
	1350	20	78	13
	2400	30	117	19

表1は，ビックリート管と普通コンクリート管を対象に行った供用管路の追跡調査結果（腐食速度の回帰式）[6]から，鉄筋のかぶり厚さに達するまでの腐食期間を計算した推定値である。この値で比較すると，ビックリートの耐用年数は普通コンクリートの5～6倍であることが分かる。

ビックリートの腐食速度（回帰式1）

$Vc = 0.09 \cdot \ln(CH_2S) + 0.05 \ (R = 0.450)$

普通コンクリートの腐食速度（回帰式2）

$Vc = 0.48 \cdot \ln(CH_2S) + 0.48 \ (R = 0.422)$

ここに，Vc：腐食速度（mm/年）　ln：自然対数
CH_2S：平均硫化水素濃度（ppm）　R：相関係数

5. 用　途

ビックリート製品の主な用途は，以下に示す5つの腐食個所[11]に大別される。

① 圧送管吐出し先の管路施設

② ビルピット排水が排出される個所の上下流部

③ 溶存硫化物を含む特殊排水が排出される個所の上下流部

④ 伏越し下流部

⑤ その他（特殊な腐食個所）

表2　ビックリート製品の種類

製品の種類	参考規格
耐食性鉄筋コンクリート管	JSWAS A-1，A-2，A-6，A-8
耐食性コンクリート製マンホール	JSWAS A-10，A-11
耐食性コンクリート系セグメント	JSWAS A-7
耐食性組立マンホール側塊	団体規格
耐食性外殻鋼管付きコンクリート管	団体規格
耐食性曲線推進工法用鉄筋コンクリート管	団体規格
耐食性可とう性鉄筋コンクリート管	団体規格

6. 製品の種類

表2に示すように，ビックリート製品には多様な種類がある。これらは，すべて日本下水道協会規格に基づいており，外観・形状・寸法および強さ等は，従来製品に準じている。

7. 公的認定と出荷実績

ビックリートの優れた防菌性能は，公的機関からも認められ，（公財）日本下水道新技術機構の「建設技術審査証明」や，（公社）日本下水道協会の「下水道用資器材Ⅱ類登録」を取得している。

なお，2014（平成26）年9月末現在までの出荷実績は，累計で184,000t（9,159件）に達している。

8. おわりに

前述のとおり，ビックリート製品は下水道構造部のライフサイクルを延ばすことができるため，経済的にも有効である。このことから，次世代型のインフラ整備などでは，コスト低減やその有効活用において，大きな貢献が期待できるコンクリート製品である。

［井川秀樹，三岡善平，畑　実／日本ヒューム㈱］

［参考文献］

1） 木下　勲／下水道管のコンクリート腐食，セメント・コンクリート，No.577，Mar，1995
2） 中本　至，吉本国春，沼野良介，浦上良樹／終末処理場におけるコンクリート施設の腐食，劣化のメカニズムと防止対策，下水道協会誌，Vol.27，No.313，1990年6月
3） 杉尾　剛，前田照信／コンクリート腐食に関与する微生物，BIOINDUSTRY，2月号，Vol.13，No.2，1996.2
4） 三品文雄，中沢貴生，半田俊光，森　忠洋／下水管生物腐食の原因と対策(2)～生活廃水中の硫酸イオンの由来に関する調査研究～，下水道協会誌論文集，pp.130～136，Vol.27，No.316，1989
5） 石井義章，前田照信／防菌コンクリートによる下水道施設の防食工法の現状，防水ジャーナル，2000年11月号
6） 河合糺茲，坂村　博，井川秀樹，畑　実／防菌コンクリートの防食効果に関する実験研究，下水道協会誌論文集，pp.163～173，Vol.42，No.507，2005
7） Robert L.Islander, Joseph S.Devinny, Florian Mansfeld, Adam Postyn, and Hong Shin／Microbial Ecology of Crown Corrosion in Sewers, Journal of Environmental Engineering, p.751, Vol.117, No.6, 1991
8） 前田照信，石井義章／硫黄酸化細菌だけを阻害する抗菌剤，無機マテリアル，Vol.6，pp.562～567，1999.11
9） 前田照信／添加するだけでイオウ酸化細菌の活動を阻害する防菌剤，月刊下水道，4月号，Vol.19，1996.4
10） 前田照信／防菌コンクリート，コンクリート工学，1月号，Vol.36，No.1，1998.1
11） (社)日本下水道協会／下水道管路施設腐食対策の手引き(案)，平成14年5月

連絡先

ビックリート製品協会

〒105－0004　東京都港区新橋5－33－11

(日本ヒューム㈱内)

☎03－3433－6730　FAX 03－3436－3275

URL：http://www.bic.gr.jp