

ビックリート

(下水道用耐食性コンクリート) 製品



ビックリート製品協会 本部 技術委員 畑 実

1 はじめに

1900年に米国ロサンゼルス市内の下水道管において、微生物によるコンクリートの腐食劣化が顕在化してから100年以上が経過した。この間、国内では1982(昭和57)年に排水路の腐食報告がなされ、1985(昭和60)年には下水道管の腐食による道路陥没が初めて報告されている。以降、さまざまな防食技術によって下水道管の延命化に向けた対策が試行されるなか、下水道用耐食性コンクリート製品として開発された「ビックリート」は、防菌コンクリートとしての信頼と実績を確実に積み重ねてきた。

一方では、国内の下水道整備が昭和40年代に本格化してから約50年が経過しており、埋設管の老朽化や、コンクリート管の腐食劣化による道路陥没などが懸念されている。こうした事故を未然に防ぐためには、維持管理の実効性が肝要であることから、自治体では維持管理体制の構築とその執行が急務であるが、財政の逼迫や職員減少などにより、予防保全体制への移行に向けた課題は少なくない。

このような背景を踏まえると、耐食性に優れた下水道管を適材適所に配備して、長寿命化と安定した供用状態を確保することは、健全な下水道環境を維持するためには必須の施策である。

ビックリートは、新しい時代のニーズとされる「維持管理の負担軽減」に十分に応え得るコンクリート製品である。以下にビックリート製品による腐食劣化の予防保全について紹介する。

2 ビックリート製品の概要

2.1 開発目的

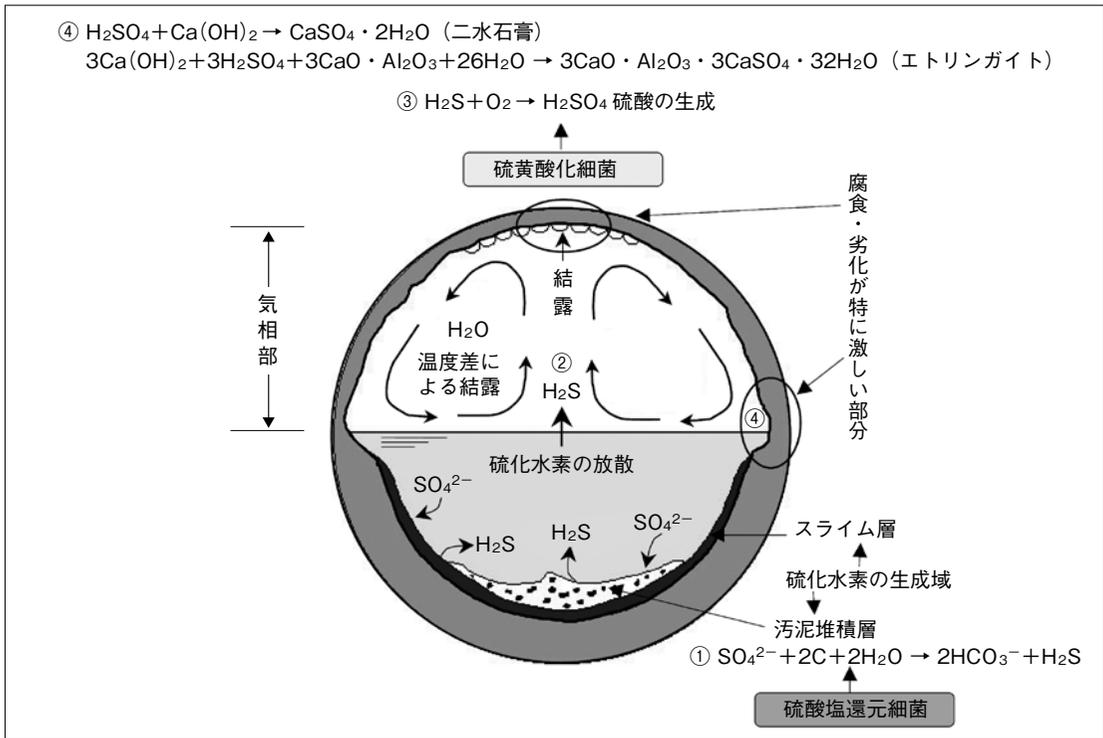
下水道構造物で発生するコンクリートの腐食劣化は、硫化水素の発生に起因している。硫化水素が発生すると、硫黄酸化細菌や鉄酸化細菌が活動し始め、硫化水素を酸化して硫酸を生成する。コンクリートはこの硫酸によって腐食劣化に至り、腐食の深さは数センチにも及ぶため、コンクリートに大きなダメージを与えることになる。

ビックリートは下水道構造物の長寿命化を図り、道路陥没などの二次的な被害の発生を防ぐことを目的として、下水道用耐食性コンクリート製品として開発された。

2.2 防菌効果(耐食性能)

ビックリートは、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-1)を阻害する「防菌剤(以下、ビック剤と称す)」を混入した防菌コンクリートである。ビック剤の主成分は、ニッケルと酸化タングステンであり、ニッケルは

図-1 硫化水素による腐食のメカニズム

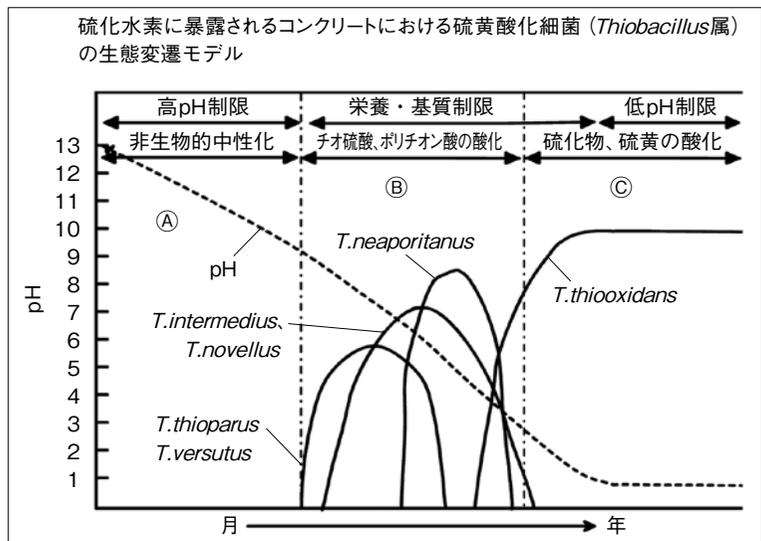


pH 6 以上の中性領域で、酸化タングステンは pH 6 以下の酸性領域で防菌効果を発揮する。

施工直後のコンクリートは pH12 ~ 13 以上の強アルカリ領域にあるが、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、コンクリートの pH は徐々に低下する(図-2)。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

表面では徐々に腐食が発生し始める。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。このようなコンク

図-2 ビック剤の作用領域



リートの腐食劣化の過程において、ビック剤が有効に作用して、ビック剤の優れた防菌効果(耐食性能)が得られる。

ビック剤の主成分であるニッケルと酸化タンゲステン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－1）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/m³）であり、コンクリート内に均一に分散されることから、バラツキの少ない安定した防菌効果が得られる。

また、ビック剤はコンクリートの腐食を引き起こ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、ビックリートは環境に優しい製品としての特長も備えているといえる。

2.3 ビックリート製品の特性と適用場所

前述のとおり、ビックリートは硫化水素を硫酸

写真－1 ビック剤



写真－2 ビックリート製品の例



に変える硫黄酸化細菌と鉄酸化細菌の活動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である。

ビックリート製品の特性は、以下のとおりである。

- ① 平均硫化水素濃度が10未満（腐食環境条件Ⅲ種）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。

次に、ビックリートの適用場所として推奨する一般的な腐食箇所は以下のとおりである。

- ① 圧送管吐出し先の管路施設（マンホールからの圧送管を含む）
- ② ビルピット排水が排出される箇所の上下流部
- ③ 溶存硫化物を含む特殊排水が排出される箇所の上下流部
- ④ 伏越し下流部
- ⑤ その他（特殊な腐食箇所）

表－1 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	団体規定
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

2.4 公的認定と製品の種類

ビックリート製品（写真-2）が取得した公的認定には、（公財）日本下水道新技術機構の「建設技術審査証明」と、（公社）日本下水道協会の「下水道用資器材Ⅱ類登録」がある。

ビックリート製品の種類は多様（表-1）であり、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と同様である。したがって、施工についても一般のコンクリート製品に準じて行える。

3 採用事例と出荷実績

ビックリート製品の採用事例として、表-2に

7現場（10ヵ所）の概要を示す。また、供用管路で実施した追跡調査結果から得られたビックリート製品の耐用年数の推定値を表-3に、また腐食速度の回帰式を回帰式1および、回帰式2にそれぞれ示す。

回帰式1：ビックリートの腐食速度

$$V_c = 0.09 \cdot \ln(\text{CH}_2\text{S}) + 0.05 \quad (R = 0.450)$$

回帰式2：普通コンクリートの腐食速度

$$V_c = 0.48 \cdot \ln(\text{CH}_2\text{S}) + 0.48 \quad (R = 0.422)$$

ここに、

V_c ：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

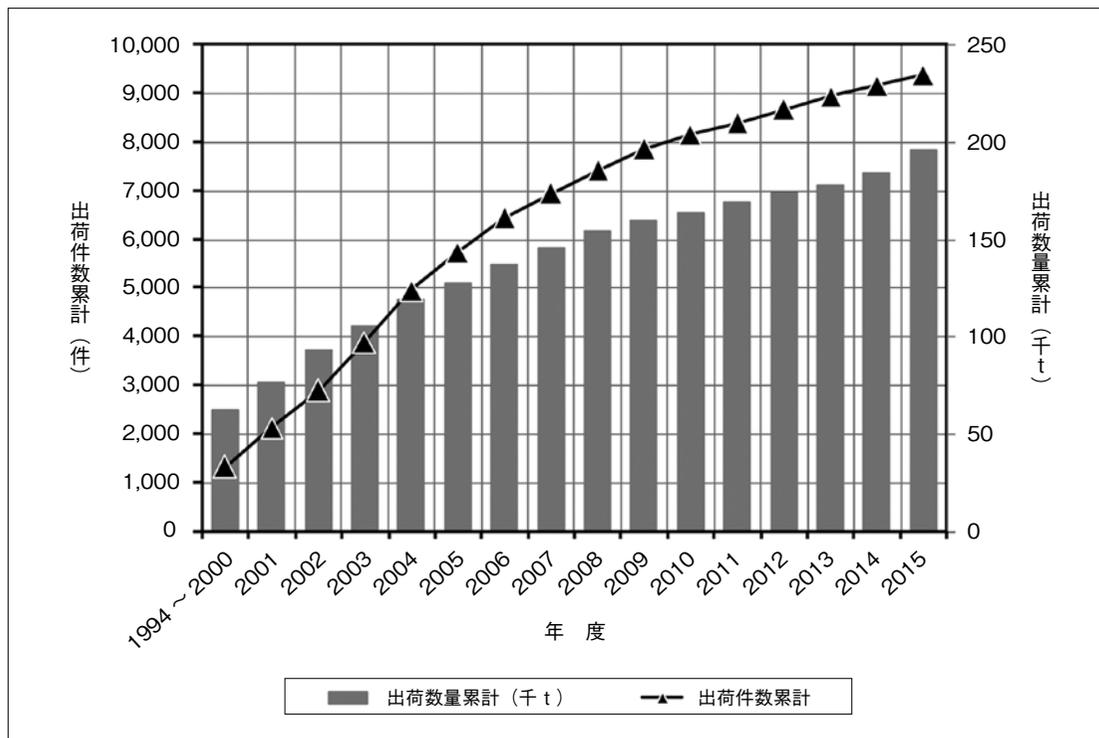
表-2 ビックリート製品の採用事例と現場概要

採用現場	適用場所・用途	気相部	
		硫化水素濃度（ppm）	温度（℃）
A	自然流下管路	0～0.5	11
B	圧送管吐出し先人孔	7.0～87.0	20
C	ビルピット吐出し先人孔	0～378.0	—
D	自然流下管路	0～0.5	18.4
E	ビルピット吐出し先人孔	0～9.0	10.1
F	ビルピット吐出し先人孔	0～31.0	11.5
G-1	伏越し上流人孔	0.2～10.1	23.5
G-2	伏越し下流管路	0～4.9	22.4
G-3	伏越し上流人孔	3.7～8.0	22.3
G-4	伏越し下流管路	1.2～8.4	20.9

表-3 ビックリート製品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

図-3 ビックリート製品の出荷実績



供用管路の追跡調査は、ビックリート管と普通コンクリート管を対象に、鉄筋のかぶり厚さに達するまでの腐食期間を推定したものである。

回帰式の相関係数は低い数値であるが、これは追跡調査地および、供用管路内の環境（湿度、温度、硫酸化細菌や鉄酸化細菌の種類等）が地区ごとに異なるためと、各地区での湿度や温度の年間変動が大きく、発生硫化水素濃度変化も大きいためと考えられる。

回帰式によれば、平均硫化水素濃度 10ppm における腐食速度は、ビックリート管が 0.26mm/年、普通コンクリート管が 1.59mm/年となる。

この結果、ビックリート製品の耐用年数は普通コンクリート製品の 5～6 倍であることがわかる。また、このような調査結果を予防保全型管理の一環として活用することも、維持管理の負担軽減

に役立つものと考えられる。

2015（平成 27）年 9 月末現在までのビックリート製品の出荷実績は、図-3 に示すように累計で 19 万 5,612 t（9,376 件）に達している。

4 おわりに

ビックリート製品は優れた防菌効果によって、コンクリートの腐食劣化の発生を抑制できる。また、長寿命で、維持管理に要する負担を軽減できることから、ライフサイクルコストの低減も可能である。

したがって、ビックリートは次世代に向けたインフラ整備には欠くことのできないコンクリート製品であり、社会資本の有効活用にも大きな貢献を果たし得るものと期待される。