

## 解説

# 下水道施設の防食材料 コンクリート用抗菌剤 「ゼオマイティ」

とうま ゆきひろ  
当麻 幸広

(株)シナネンゼオミック  
営業開発部長

## 1 はじめに

下水道施設での下水や汚泥から発生する硫化水素ガスが、硫黄酸化細菌の作用により硫酸に変化してコンクリートの腐食をおこす。近年、このようなコンクリートの劣化が増加している傾向にあり、これらを一因としたコンクリート管の老朽化等に起因する道路陥没は、平成27年度には3,300件発生している。<sup>1)</sup> この道路陥没は、人身事故や道路交通障害、周辺土壌の汚染といった社会的問題につながるため、老朽化した管路施設の更新には耐久性が求められる。また、新規に敷設する段階からも耐久性を有する管材を使用することが望ましいとされている。<sup>2)</sup>

一般的な腐食対策としては、硫化物の生成制御と耐酸性材料を使用した防食工法等がある。硫化物の生成制御としては、金属塩添加による硫化物固定化、空気注入や酸化剤添加による嫌気抑制および管路清掃等がある。いずれも煩雑なメンテナンス作業や特殊な施工技術を必要とする場合がある。また、合成樹脂等の被覆工法においては、施設のすべての内面を被覆することが必要で、管の接続部や凹凸の複雑な部分での施工が困難であり、コンクリートとの接着性にも問題が残されているといわれている。<sup>3)</sup>

この問題に対し、腐食の原因である硫黄酸化細菌類の繁殖を抑制し、下水道施設内における硫酸の生成を

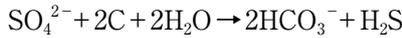
抑制することによって、コンクリートの腐食を抑制することを目的にコンクリート用抗菌剤「ゼオマイティ」を開発した。モルタルやコンクリートを練り混ぜる際に、ゼオマイティを適量添加するだけで抗菌効果を付与できる。この効果は、表面欠損をおこしても影響が軽微であり、抗菌作用も持続する。さらに補修作業も必要としない(図-1)。



図-1 コンクリート腐食の原因とメカニズム

①硫化水素の発生

硫酸塩をエネルギー源とし、有機物を酸化して増殖する硫酸塩還元細菌は、増殖に伴って硫酸塩を還元して硫化水素を発生させる。

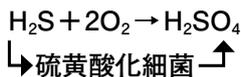


②硫化水素の気相中への拡散

下水中で発生した硫化水素は酸性域で分子態硫化水素となり、流れが乱流状態になると気相中へ拡散される。

③硫酸の生成（微生物の関与）

気相中の硫化水素は、コンクリート表面の結露水や飛沫水の水滴へ溶け出し、溶解した硫化水素は硫黄酸化細菌の作用によって硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)へ酸化される。



単純な化学反応だけではなく、微生物が関与

④硫酸カルシウムの生成

コンクリート表面部分に生成した硫酸は、コンクリートの主成分である水酸化カルシウムと反応して、硫酸カルシウム（二水石膏）を生成する。

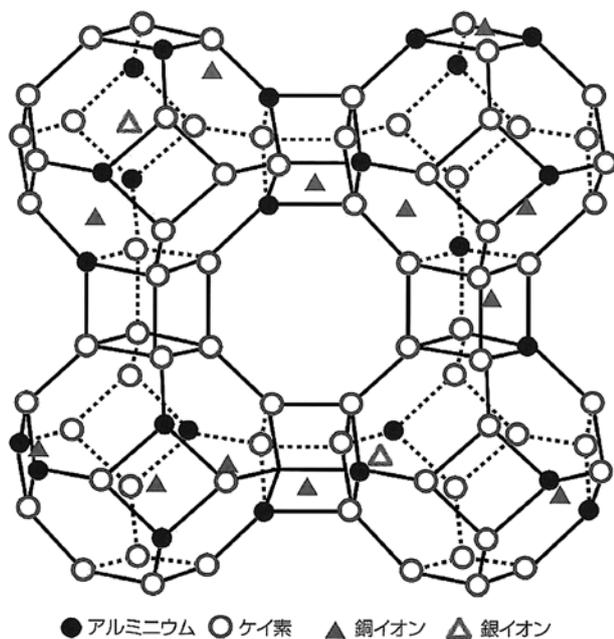
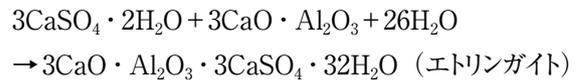


図-2 銀・銅担持ゼオライトの構造模式

⑤コンクリートの劣化

二水石膏から解離した硫酸イオンがセメント中のアルミン酸カルシウムと反応し、膨張性を有するエトリンガイトを生成する。



エトリンガイトはアルカリ性の環境では安定しているが、硫酸の供給が増加するとコンクリート表面部のpHが低下し、中性域～酸性域でエトリンガイトから二水石膏が再生成される。pH1～2の領域で二水石膏はパテ状になり、コンクリートの脆弱化が進行する。

2 技術の概要

下水道施設における硫酸の生成によるコンクリートの腐食は、下水道施設に存在する硫黄酸化細菌(Thiobacillus thiooxidans)の作用によるものである。ゼオマイティは、硫黄酸化細菌の増殖を抑制する作用がある。管きょ施設および下水処理施設のコンクリートにゼオマイティを添加することによって、硫黄酸化細菌由来の硫酸による腐食を予防できる。

ゼオマイティは、抗菌成分である銀・銅担持ゼオライトと潜在性水硬性物質の混合物である。潜在性水硬性物質を配合することでセメントと類似した物性となり、抗菌成分のセメントへの混和、分散がしやすくなる。ゼオマイティの物性を表-1に示す。

抗菌成分である銀・銅担持ゼオライトはセラミックの一種であり、抗菌性を有する銀イオンや銅イオンを構造中に安定して保持している。一般的に、銀・銅イオンは単独では化学物質に対して反応する可能性が高く、そのままでは実用化できない。そのために銀・銅イオンをゼオ

表-1 ゼオマイティの物性

項目	物性値
外観	灰白色粉末
嵩密度	0.73g/cm <sup>3</sup>
真比重	2.83
平均粒径	17μm
揮発性	なし
水溶性	なし