

解説

酸にも塩にも強い 自己防御型ヒューム管スリー A パイプ

し お み ま さ の り
塩見 昌紀

ゼニス羽田(株)
顧問 (本誌編集参与)

1 はじめに

我が国の下水道インフラを支えている下水道管路は、一応の標準耐用年数とされる築造後50年を経過する管路が急増していくなかで、今後は長寿命化をはかるなど適切なストックマネジメントが求められています。このような背景から、実際に施工されている下水道管路の再構築事業は管更生や入れ替えが中心となっています。一般に管路の損傷には不等沈下によるたるみ、木の根などの異物混入、ひび割れなど、様々な形態がありますが、硫化水素生成から硫酸に至る酸の働きによるコンクリートの腐食は特に深刻な損傷形態といえます。

このように酸による腐食でコンクリートの断面が大きく欠損した場合は早急に管を入れ替えるべきで、放置しておくとか荷重や振動などなんらかの要因が引き金となり道路陥没を誘発する可能性があります。こういった老朽管から新しい管への入れ替え工事は地上の影響を考えると、できるだけ開削箇所を少なくするという意味において、推進施工による改築工事が最も有効と考えられます。

この改築推進工事が開発されて以来、懸案事項のひとつとなっていたのが「新管に老朽管と同じヒューム管を使うのか?」という問題です。現在我が国で、耐酸管として使用されている推進用管材には、樹脂ライニング管やレジンコンクリート管などがありますが、どうしても価格は高くなってしまいます。

筆者は数年前に国土交通省の技術者から「100年もつヒューム管を作ってよ」といわれたことがあります。言外に「あまり高いものではなく……」という言葉が入っているのは当然です。その時、頭に浮かんだのが本稿で紹介する「自己防御型ヒューム管（以下、スリー A パイプ）」です。

2 自己防御型って何?

スリー A パイプはセメントの70%以上を高炉スラグに置き換えた結合材を使用し、さらに水砕スラグ骨材を使用するヒューム管です。高炉スラグを多く含むコンクリートが耐酸に有効であることは古くから知られていますが¹⁾、硫酸に長期間接触していると表面に二水石膏が積層されてきます。一般に我々下水道従事者が耐酸性というと防食技術基準に示される「(被覆に) ふくれ、割れ、軟化、溶出がないこと」のように、外見上の変化がないことをイメージしますが、スリー A パイプは二水石膏の白色の層が積層されるという外見上の変化があります。筆者もその先入観から耐酸管としての用途はあまり念頭にありませんでした。しかし近年、コンクリートにバクテリア胞子を混ぜ、ひび割れ発生に対して炭酸カルシウムを生成し充填するという「自己治癒型コンクリート」という先進技術もリリースされたことから²⁾、スリー A パイプに生じる二水石膏層をあたかも鎧に見立て、自分を新たな酸から守る

「自己防御型」という発想に思い至りました。

養生温度の問題を解決しておく必要があります。

3 高炉スラグリッチなコンクリートの特徴

高炉スラグ微粉末を大量使用したコンクリートは、一般的な高炉セメントコンクリートの特徴が増進すると考えられます。すなわち、

- ①耐海水性や化学抵抗性が大きく、塩化物イオンの拡散係数が小さい
- ②アルカリシリカ反応の抑制効果がある
- ③水密性が高い
- ④発熱速度が小さい
- ⑤長期強度の増進が大きい
- ⑥初期強度が小さい

①～⑤は長所として知られていますが、⑥は短所として挙げられています。以前は、このほかに中性化速度が速いとか収縮量が大きいとかの指摘がありましたが、最近の研究ではその影響は少ないというのが一般的な見解になっています³⁾。

ただ高温養生でひび割れが発生する可能性も指摘されていることから³⁾、ヒューム管のようなプレキャスト製品を製造する際にネックとなる、初期強度が出にくいことと、

4 スリー A パイプが酸に強いわけ

セメント水和物の中で最も酸に弱いものは水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ といわれています。

結合材に高炉スラグ微粉末を70%以上使用することで、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が大きく低減されます。

また、高炉スラグの硬化にはアルカリ刺激が必要であり、ここでさらに $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を使うことにより、カルシウム成分を消費することになります。したがって酸に侵されるカルシウム成分が普通セメントコンクリートの硬化体と比較して非常に少ないスリー A 硬化体を得られます。

普通セメントコンクリートが硫酸に侵される過程は図-1のように説明できます。

一方スリー A パイプと硫酸との反応は図-2のようになります。

このようにして積層された二水石膏を写真-1に示します。

また、写真-2に遠心供試体内に5%硫酸水溶液を浸した浸漬実験の結果を示します。

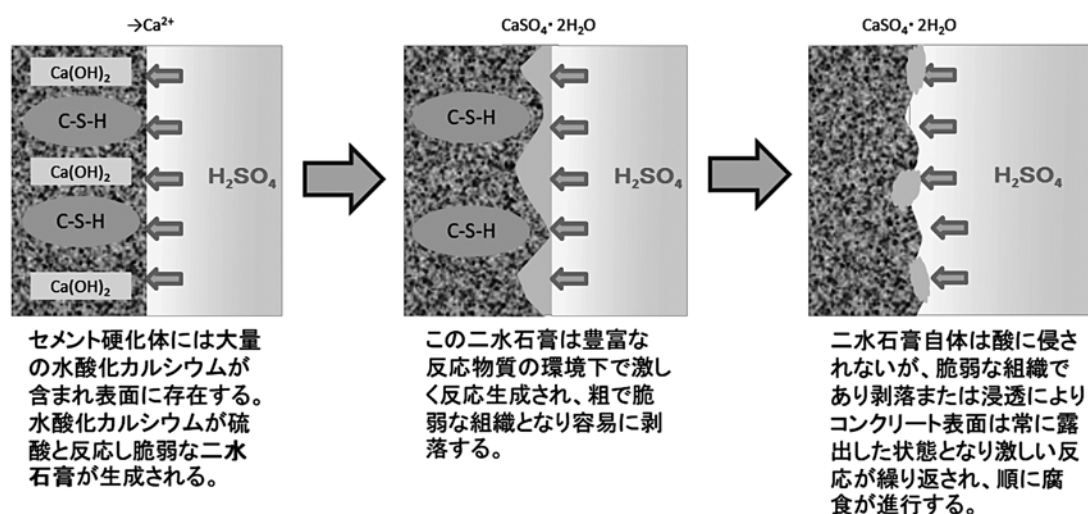


図-1 普通セメントコンクリートの腐食過程