

解

説

進化した推進技術

繊維を使用した管体の強みとは何か

あそ のぶよし
阿曽 伸悦

日本ゼニスパイプ(株)
取締役技術本部長
(本誌編集委員)



1 はじめに

進化という言葉の意味の一つに「事物が進歩して、より優れたものや複雑なものになること」とある。そう考えれば、進化したのは継手構造かそれとも管体構造か。確かに継手構造は、当初より進歩して改良され優れた水密性を実現している。しかし、ここ数年はその構造に変化は見られない。一方、管体構造はどうかいうと鉄筋コンクリート管の強度が上がり品質も優れたものになったが、これが進化と言えるのかと考えれば少し厳しいものがあるのではないかな。

では、鉄筋コンクリート管は進化していないのか。製品メーカーの技術屋にコンクリート製品の設計を依頼すれば、鉄筋コンクリート構造で設計するだろう。コンクリートのひび割れを抑制する経済的な構造が、広く採用されている理由の一つであるが、鉄筋コンクリート管という観点から視線を外せば、進化系が存在している。

とりわけ、鋼繊維や合成繊維の補強材をコンクリートに複合した「繊維補強コンクリート」の分野は、ひび割れが発生したコンクリートのひび割れ抑制効果を狙った補強として使用されるこ

とが多い。唯一、コンクリート製品の中で繊維を混入した製品がある。それが、推進管材として開発された「下水道推進工法用ガラス繊維鉄筋コンクリート管（通称：セミシールドパイプ Semi shield Pipe）以下、SSP」である。繊維がもっている沢山の優位性に、製品メーカーはなぜ目を向けようとししないのか。

ガラス繊維を混入することで管体内部の構造自体を変え、鉄筋とガラス繊維で補強してハイブリット構造にできる。これは、まさに鉄筋コンクリート管の進化系と言えるのではないだろうか。

それでは、ここに今でも進化を続ける SSPを紹介する。

2 ガラス繊維を混入する利点

1968（昭和43）年にイギリスでジルコニアをガラス成分に加えることにより、耐アルカリ性のあるガラス繊維が開発され、ガラス繊維とセメントの複合体（GRC）の基本的な製造技術が確立された。一般的なGRCは短くカットした繊維（チョップドストランド）を使用して製造するが、SSPは長繊維（ロービング）のまま使用する。

耐アルカリ性ガラスロービングの標準

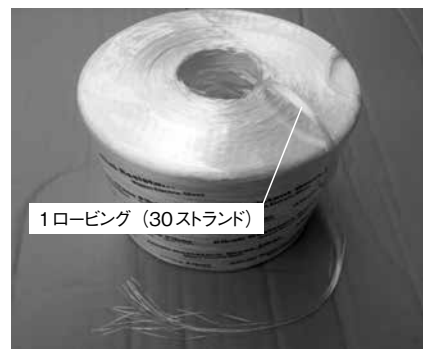


写真-1 耐アルカリ性ガラスロービング1巻

仕様は、1巻の重量が約19kgで1ロービングとして収束された繊維が7,800m分巻き取りされている。ここで、13μmのフィラメント200本収束したものが1ストランドで、それを30本束ねたものを1ロービングという（写真-1）。

ガラス繊維単体の特長を表すとしたら「軽くて強い」ということだが、コンクリートにガラス繊維を混入することで構造上の設計メリットがある。

- ①ガラス繊維は防食の必要性がなくかぶりを小さくすることができるので、設計の有効高さを大きくすることができ、構造力学的に有利となる。
- ②ガラス繊維は錆びないので塩害の心配がない。
- ③鉄筋は間隔をもって配置されるが、

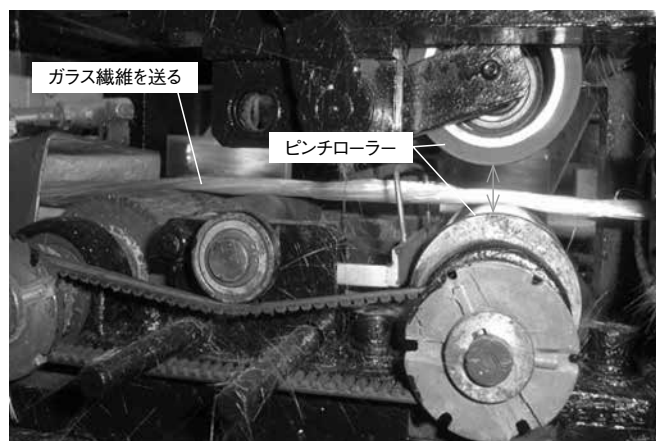


写真-2 ピンチローラーでガラス繊維を送り出す設備

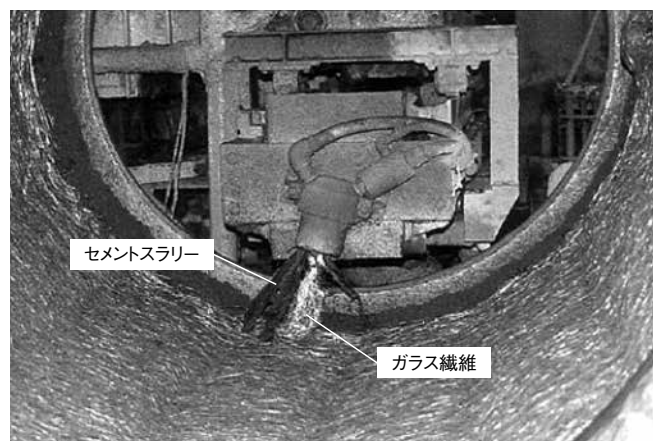


写真-3 ガラス繊維が全面に投入されている

ガラス繊維は面で配置されるので内圧荷重のような面に作用する力に有利である。

④連続繊維の場合、添加量の増減が容易である。

⑤連続繊維の場合、構造上必要とする方向に沿って配置できるので有効に作用する。

このことによって、過酷な施工条件である推進管の適用も可能となり、今までにない長距離推進や急曲線推進に採用され始め、新たな推進管へと進化したのであった。

このガラス繊維と鉄筋のハイブリッド構造は、強度的に優れているばかりではなく、多くの利点をもたらしてくれる。

その一つは、内圧性能に優れていることであり、もう一つは耐衝撃性に優れていることである。次に繊維コンクリートの製造方法と実証実験から、その利点について記述する。

3 コンクリート面とガラス繊維を複合させる製造方法

通常、繊維を混入したコンクリート製品の製造方法には2つある。一つ目は、コンクリートの混練時に短くカットした繊維を混入させる方法と、二つ目に管体や異形棒鋼の補強材に長繊維を巻きつける方法がある。

SSPの製造方法である後者は、所定の位置に配置された鉄線や異形棒鋼と「0(ゼロ)」スランプのコンクリートを遠心・振動締固めて成型をする。さらに、適材適所にガラス繊維を投入することで、コンクリート・鉄線(異形棒鋼)・ガラス繊維の各材料を自由に組み合わせした複合構造体とする製造方法である。

ここで、コンクリート面にガラス繊維を吹き付ける作業工程を説明しよう。

①機械的に「ピンチローラー」という上部と下部のローラー設備で挟み込んで回転させながらガラス繊維を押し出す(写真-2)。

②ガラス繊維の投入速度(7.0~8.5m/秒)と型枠の回転速度を合わせて、空気圧を併用させながらコンクリート面にガラス繊維とセメントスラリーを吹き付ける(写真-3)。

製造の留意点は速度である。ガラス繊維の投入速度が型枠の回転速度よりも速ければ、コンクリート面にガラス繊維が付着しない。また、ピンチローラーの速度を変えることでガラス繊維の投入速度が変わり、様々な管径にも対応できる。

このような遠心成形とガラス繊維を吹き付ける技術が、複合構造体を製造する技術となる。

4 ガラス繊維から生まれた耐衝撃性の検証

最後に、ハイブリッドな管材のさらなる進化を確認してみたい。

近年のゲリラ豪雨などによって管内が一瞬のうちに満水となるような場合、内部には水撃圧が作用することが想定される。したがって、内圧管として備えていなければならない性能として、耐衝撃性が挙げられる。

図-1はガラス繊維鉄筋コンクリート管の補強材の標準的な配置であるが、図-2のように鉄筋とガラス繊維とを組

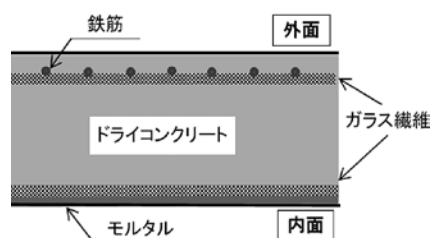


図-1 標準的な管体構造

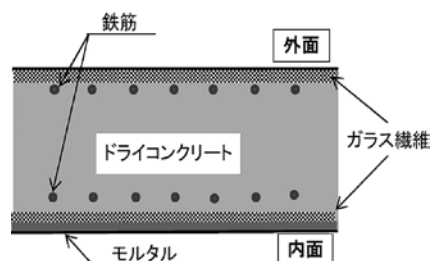


図-2 ハイブリッドな管体構造