

解

説

進化した推進技術

断面が多様化する推進管材 —矩形断面の優位性を探る—

あ そ の ぶ よ し
阿曾 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

昭和23年(1948年)、日本で最初に推進工法が登場しφ600mmの円形断面が採用されたのは、皆さんもよくご存知のことと思う。しかし、それから約10余年経って、昭和35年(1960年)に現場製作の矩形断面(幅3.3m×高さ3.3m)を推進したのが矩形断面の第1号と記されていたのには驚いた。その後、昭和37年(1962年)に、工場製品のプレキャストボックスが考案され、本格的に、昭和45年(1970年)頃から開削施工が困難な場所に推進用ボックスカルバートが採用されてきた。

主な円形断面の推進管材は、コンクリートを遠心力で締め、補強材(鉄線・異形棒鋼・ガラス繊維・鉄板等)を組み合わせた製品で、遠心力鉄筋コンクリート管から合成鋼管まで規格化されたバリエーションをもっている。それに比べて、矩形断面の推進管材は、コンクリートを加振で締め、補強材(異形棒鋼)を組み合わせた製品で、規格はあるが円形断面と使用用途が違うため、設計条件に応じた特殊構造となることが多い。

このような、円形や矩形など「多様な断面」が必要とされる理由として、特に都市地下空間における「制約」と「効率」が考えられる。地下構造物は、余程の理由がないと途中で更新することがないので地下空間の上下・左右の用地条件に「制約」が出てくる。それに地下の必要空間は、掘削効率および機能・利便性の効率を上げることによって維持管理費の低減にもつながっている。推進工法で都市地下空間を築造するには、この課題を避けては通れないが解決するためには、推進技術だけではなく推進管材も非常に重要なファクターとなる。ここでは、確実に進化している円形・矩形の2断面の推進管材を紹介する。

2 円形断面における短尺推進管の課題

地下空間を築造するための厳しい用地の制約から急曲線になり、大口径でも半管を使用するケースがある。ヒューム管の規格には半管という短尺管が規格されており、標準管2.43mに対して1.2mの有効長である。「大口径(φ2400mm以上)の半管は標準管より弱いので大丈夫ですか？」と

いう言葉をよく耳にする。管の直径に対して有効長が短くなれば(管材の有効長/呼び径の比が小さい)、せん断に対するリスクが増え管径が大きくなるにつれて曲げモード(リングや梁の曲げ荷重)に移行することもある。このリスクを回避するために、管メーカーは、コンクリート管体に鉄板を巻く合成鋼管の構造で、外圧荷重や内圧荷重を高めて強くすることを選択した。これは、管材メーカーのだれもが承知のことである。本来なら、コンクリート管材φ3,000mmの標準管と半管の製品寸法が規格されているので、管メーカーも標準管をベースとした有効長の短くなるリスクを合成構造だけに頼るのではなく、各種補強材の組み合わせでもって考えていくべきではないかと思う。

一方、施工側から見た短尺推進管の施工上最も重要なポイントは、管材に軸方向の圧縮力として推進力が伝達できる推進設備の基本形になっていることである。しかし、ジャッキの推進力が軸方向力として管材に伝達されずに、水平方向の分力が生ずることから管を強制的に変形させている状態となり、管にひび割れが発生する。

写真-1は、φ3,000mm半管で使



写真-1 φ3,000mm 半管の推進設備

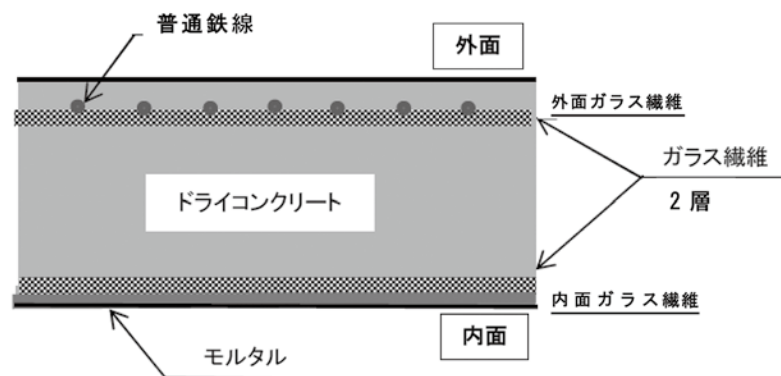


図-1 標準品の管体構造

用された推進設備で、管の断面に8台のジャッキがバランスよく上下に配置された設備の例である。

このように、推進工法の市場に短尺推進管を提供していくためには、管材側と施工側の課題をそれぞれが受け止めていくことが本来の姿だ。

3 進化した半管

現状、短尺推進管のリスク回避は合成構造にするのが一般的な考え方である。そのため、管材の種類が鉄筋コンクリート管と合成鋼管の二つに区分される。何れも、より強い管材に向って補強材の種類を何にするか、製造が可能か、要求性能との経済バランスは大丈夫かということになってくる。ここに、遠心力成形の鉄筋コンクリート管材の中で最も、要求性能との経済バランスに対応した規格品の短尺推進管φ3,000mm半管を紹介しよう。

現在の遠心力鉄筋コンクリート管の中で、最も、補強材を有効に配置できる管材は、下水道推進工法用ガラス繊維鉄筋コンクリート管 (JSWAS A-8) である。なぜなら、4種類の補強材 (普通鉄線、高強度鉄線、異形棒鋼、耐アルカリ性ガラス繊維) を組み合わせて、必要な箇所にピンポイントで配置することが製造的に可能である。いわゆる、

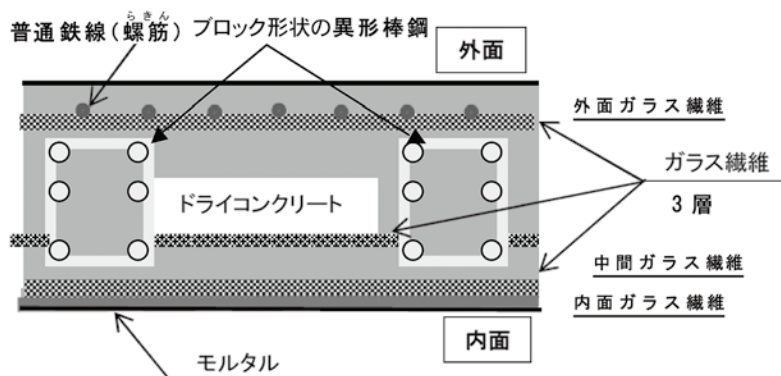


図-2 曲げ応力に対応した管体構造

ハイブリット構造が可能ということである。もちろん、管本体に0スランプのコンクリート (ドライコンクリート) を使用して、圧縮強度が70N/mm²および90N/mm²の規格された高強度コンクリートを用いるのが前提である。

通常、遠心力成形の推進管は、補強材に普通鉄線と異形棒鋼を使用しているが、鉄筋量を増やすだけの対応には限界があり製造的にも困難である。

図-1は、下水道推進工法用ガラス繊維鉄筋コンクリート管の標準的な補強材の配置を示し、鉄筋は防錆に対するかぶりを確保しつつ、ガラス繊維を内面と外面の2層に配置することでコンクリート表面近傍の引張りに対して有効に働く特長を生かしたものである。

本来、管体に伝わる推進力は、発進立坑のジャッキ推進力が押輪および上

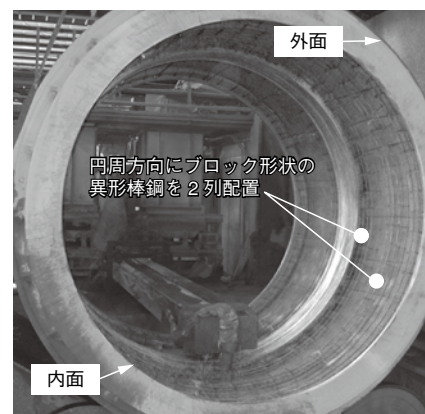


写真-2 φ3,000mm 半管 (曲げ応力に対応した管) の製造状況

下に貼り付けている推進力伝達材を通して、管体に軸方向圧縮力として伝わる。しかし、問題は管材がφ3,000mm半管で管径に比べて有効長が短い場合、管体に軸方向圧縮力と併せて曲げ応力が生じて管体にひび割れが生じる