

解説

内径3000mmを超えた推進管

塩見 昌紀

日本ゼネスパイプ株式会社
企画本部長
博士（工学）



1. はじめに

読者諸兄は、内径3000mmのヒューム管を推進した経験があるだろうか？私は25年ほど前に工事屋として押した経験があるが、その大きさに圧倒されたのと、当時は手掘り推進ゆえの難工事で、確か2日で1本程度の日進量であったと記憶している。

ところが、昨今の掘進機の進歩は目を見張るばかりで、2600mmや2800mmの大口径管で日進量が5本以上あっても全く不思議ではない時代になった。

内径3000mmというと現在の推進管の規格としては最大のものであるが、これは陸送上、道路構造令からくる高さによる制約で、これ以上のものは運べないサイズでもある。もっともこれまでの下水道整備事業としては、ヒューム管で3000mmまでをカバーしておけば、それほど不自由を感じなかったのも事実だったし、それ以上の大規模幹線ではシールド工法で、思い切り長距離を施工すればよいというのが共通した認識であったと思う。

ところが近年、毎年のように全国各地で発生す

る浸水被害に対して早急な対策が求められる中、大断面管路による雨水貯留管や、管路の大型化に対するニーズが大きくなっている。もちろん内径10mを超えるような大口径や、延長が数kmもあるような大規模なものは、非開削の範疇ではシールド工法以外の選択肢は現在のところない。

しかし、内径が3000～5000mmで延長も1km程度の管路であれば、推進工法でも対応可能な技術水準に達していると考えられる。距離が短け



写真－1 内径4000mm超大口径組立式管

れば経済的にも推進工法が有利となるから、たとえば雨水貯留管であれば広範囲の面積をカバーするために分散・点在させる整備計画が立案しやすくなると考えられる。また、数km規模のシールド工事中においても、発進して数百mまでは推進工法で施工し、元押し設備による推力の限界点からシールド工法に切り替えれば両工法の短所を補完しあえ、建設コスト低減に寄与できうことを提唱されている有識者の意見もある。

このような背景から、内径3000mmを超える推進用管材を提供するために、半円部材として二分割で工場製作し、推進現場に搬入の後に組み立てて一体となす推進用コンクリート管(仮称 超大口径組立式推進管)を開発した。若干の検討課題は残しているが、管材としてはほぼ実用化できる確認ができたので報告する。

2. 超大口径組立式推進管の概要

二分割部材を組み立てて管にする場合、管材としては次のような問題点が想起される。

Q 1：締結をどのように行うか？また、締結したあとの構造は一体成型したものと同等となるか？

Q 2：分割面の止水性は保てるか？管と管の間の止水性は保てるか？また、鋼製カラーはどのように組み立てるか？

Q 3：組立に要する時間はどれくらいかかるか？

Q 4：遠心成型せずに高強度が得られるか？

これらの問題点について以下のように検討して対応した。

A 1：締結にはコッターを用いる。

締結方法としてP C鋼材による緊張、ボルトナットによる接合などもあるが、施工の簡便さや、シールドセグメントでの実績などからコッター(写真-2)を採用した。コッターによる接合は一体成型したものと同等の性能を示すことが内径1800mmのモデルを使用した外圧試験により確認できた。図-1は一体成型した管と組み立てた管における荷重と鉛直変位の関係である。この結果

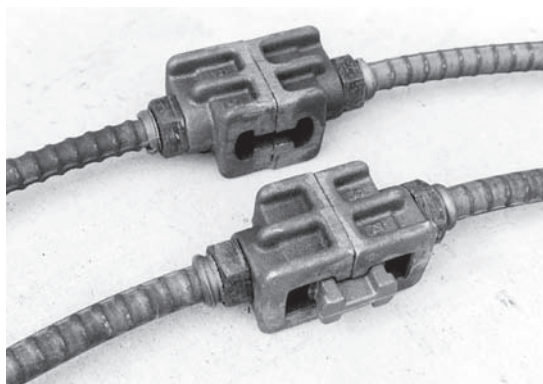


写真-2 コッター

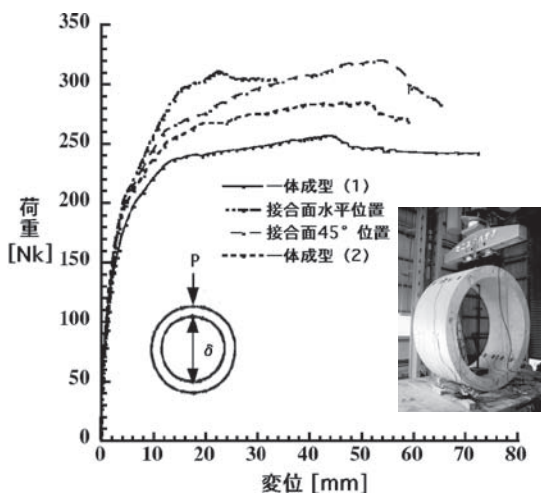


図-1 荷重-変位関係

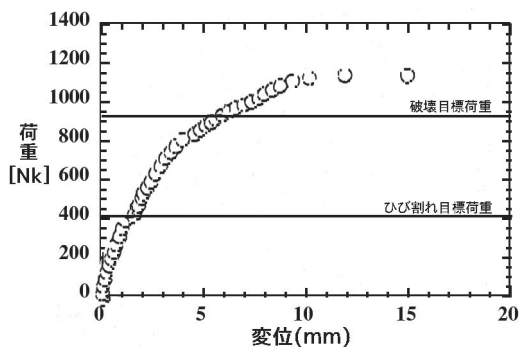


図-2 荷重-変位関係(4000mm)

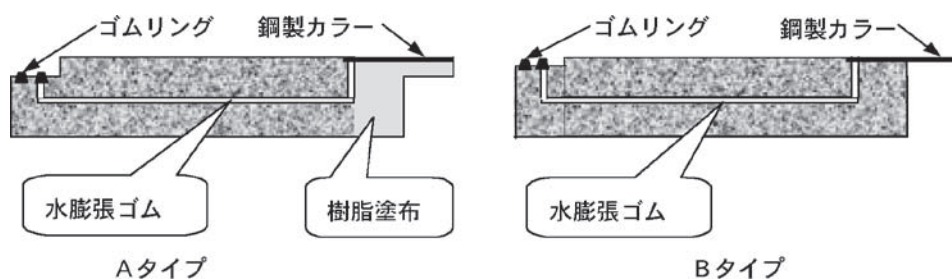


図-3 接合部断面

はむしろ組み立てた管の方が一体成型した管より最大荷重において高い値を示している。この原因はコッター締結により部分的に軸力はいっているためにクラック発生を遅らせている可能性がある。しかし、通常の使用域である弾性範囲においてはほとんど同等の挙動であると考えてよいだろう。図-2は内径4000mmのプロトタイプでの外圧実験における荷重と変位の関係を破壊まで示したものである。図で示したひび割れ目標荷重および破壊目標荷重は、一体とみなして計算した荷重であり、組立構造による顕著な欠点は見出せない。また、図はRC特有の優れた変形能を示していると考えられる。

A2：樹脂を中心とした止水とする。

図-3に示すように受け口部分の構造で2種類のタイプを考案した。Aタイプはコンクリートソケットの外面に鋼製カラーを設けた構造で、コンクリート部分に樹脂を塗布できるため、カラー外面からの浸入水に対し、止水性を高める利点がある。しかし、推進管本来が必要とする管厚にソケット厚がプラスされるために経済的ではない。一方Bタイプは現状のヒューム管同様、鋼製カラーのみの受け口である。このタイプの場合、溶接を伴うカラーの接合がカラー部での止水性を決定付けるため注意が必要である。実験ではアクリル系接着剤および水膨張ゴムを複合したAタイプの受け

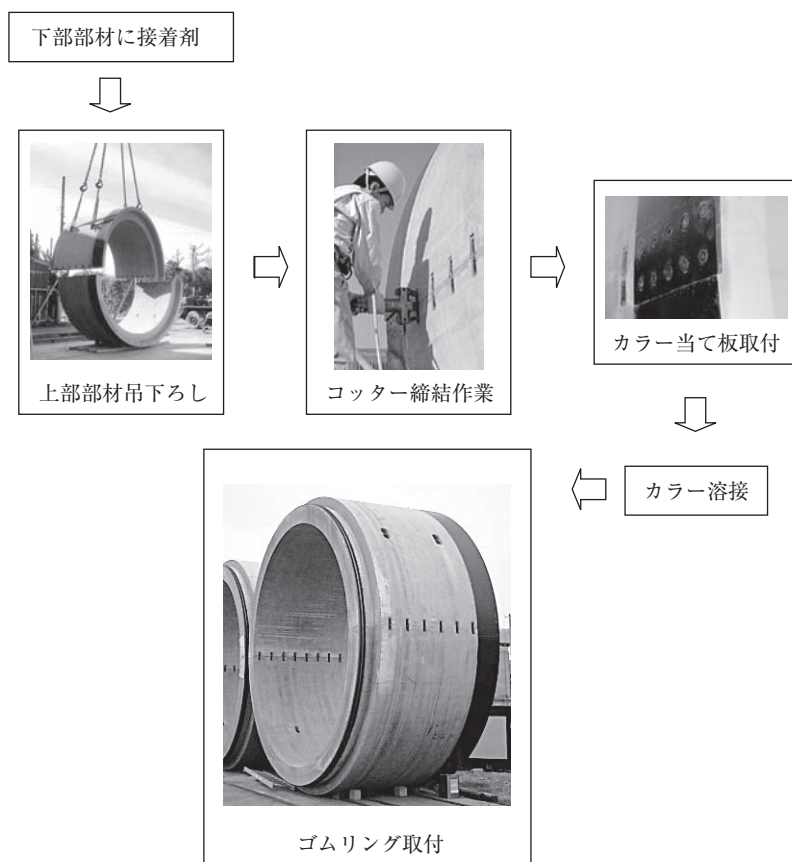


写真-3 外水圧による水密性実験

口構造で0.3Mpaの水密性が確認できた。ここで水膨張ゴムの端部はそれぞれゴムリングと鋼製カラーに接着することになるが、異なる材質であるため止水に関しては樹脂の塗布を中心として考慮すべきであると考えている。また、接合面のせん断に対しても樹脂の全面塗布が効果的であると考えられる。

A3：簡単な組立作業

分割体を施工現場に運んで組み立てる工法であるため、施工現場に広大なヤードがある場合を除いて、組立作業の能率が全体工程に与える影響は大きい。この管では分割面の締結をコッターで行うため非常に作業性がよい。組立工程の流れを図-4に示した。図で上部部材吊下してから当て板取付までに要する時間は約30分である。



図－4 組立方法

A 4：高強度コンクリートの使用

近年、ハイパフォーマンスコンクリートを初めとする高性能コンクリートの開発がめざましい。シリカフェームなどの微粉末を混和した高強度コンクリートもその一つである。この超大口径組立式推進管は基本的にヒューム管のような遠心力を利用した製管が不可能であるため、パイプレータ等を用いて振動締め固めにより部材を製作する必要がある。一般にヒューム管では曲げ引張強度を 5 N/mm^2 程度とすることから、ここでも圧縮強度より曲げ引張強度に注目して試験練りを行い配合決定した。ここで使用したコンクリートは設計基準強度で 80 N/mm^2 であるため許容推力を算定するときに用いる許容平均圧縮応力度は 22 N/mm^2 と考えられる。

3. まとめ

以上述べてきたように超大口径組立式推進管は、従来の推進工事の領域をわずかであるが広げることができる管材である。内径で 5000 mm 程度までの推進工事が可能になれば、新たな社会資本整備に貢献できると考えられる。今後は施工サイドと意見を交換しながら、細部の仕様を決定する作業を経て実用化していく予定である。現在、産官学で構成された委員会も計画されているので、比較的早期に総合的な見地から工法の開発が進められて行くことと期待している。

最後に、開発に際し貴重なご助言を頂いた(社)日本下水道管渠推進技術協会専務理事 石川和秀氏に感謝申し上げます。