

内面が平滑な溝付き二次覆工一体型セグメントの継手構造

(株) 熊谷組 正会員 ○山森 規安
 (株) 大林組 正会員 武田 邦夫
 ジオスター (株) 横田 正和
 東京都下水道局 前田 正博
 東京都下水道局 串山宏太郎

1. はじめに

下水道管渠の再構築に適した新しいシールドシステムとして、筆者らは「コンパクトシールド」工法を開発した。本工法に用いる覆工構造の特徴は、経済性、構造的安定性、施工性を考慮した「内面が平滑な4分割3ヒンジ構造の二次覆工一体型RCセグメント」である。これらを実現するため、セグメントの継手構造に対し、(1)ヒンジ部の止水性、回転性能、(2)剛結合部の内面平滑性、強度および剛性、(3)リング間の性能および施工性について検討し、新しい継手構造を採用した。本報では、本工法に用いるセグメントの各継手に要求される性能および構造について報告する。

2. セグメントおよび継手の構成

4分割3ヒンジ構造のセグメントは、図-1に示すようにインバート付きのI型と、A型、B型およびK型セグメントで構成されている。セグメント継手は、B・K間を剛結合、他の3ヶ所をヒンジ結合とした。また、各セグメントリングは12ヶ所のリング継手を介して千鳥組みされている。

3. B・K間継手構造

B・K間の継手に必要な条件(性能)を、(1)十分な剛性と強度を有する、(2)止水性が良い、(3)締結作業が容易である、(4)継手部材の設計が容易に行える、こととした。これらの性能を満足する継手構造として、図-2に示す嵌合式の水平コッター式構造を考案した。組立てはC形金物を嵌合した後、くさびを挿入する方法で、上下方向の位置合わせが容易で、Kセグメントの軸方向挿入に対して自動的に嵌合する構造とした。

嵌合式水平コッターの継手剛性および強度については継手曲げ実験によって確認した。実験は、継手部に軸力を導入後、2点载荷による方法(図-3)で実施した。外径2300mm、土被り10m、5m、の設計計算の結果、载荷ケースを軸力200kN、100kN、0kN(軸力なし)の3ケースとし、軸力なしのケースについては破壊まで载荷した。図-4に曲げモーメントと継手回転角の関係を示す。設計荷重作用時までほぼリニアな挙動であり、軸力が作用した場合には十分な曲げ剛性を有することが確認された。

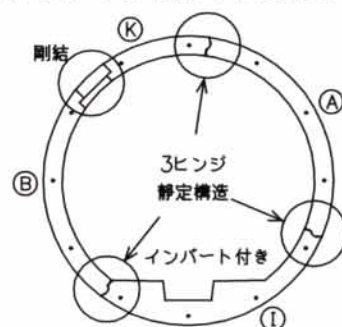


図-1 4分割3ヒンジ構造図

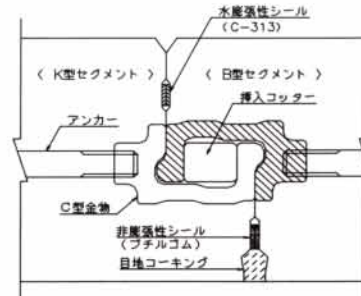


図-2 B・K間継手構造図

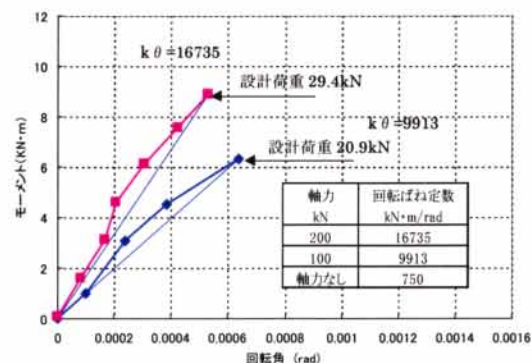


図-4 曲げモーメントと継手回転角

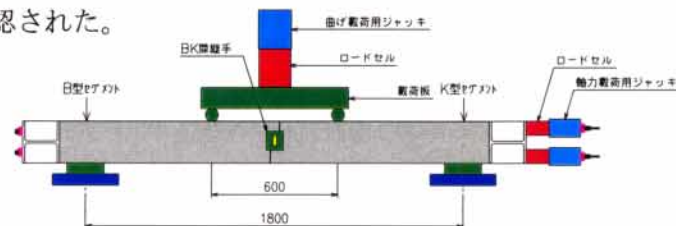


図-3 継手曲げ実験概要図

キーワード：下水道シールドトンネル、二次覆工一体型セグメント、3ヒンジ構造、セグメント継手
 リング継手

連絡先：〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1

TEL03-3235-8649 FAX03-3266-8525

図－5に軸力なしの場合の荷重と B・K 間継手金物の応力度を示す。図中の設計荷重は、C型金物を引張り材とした R C 理論で算出した抵抗モーメント時の荷重値であり、設計荷重が作用した状態で十分に許容応力度 (SM490A: $\sigma_{sa}=215 \text{ N/mm}^2$) の範囲におさまることが確認できた。

また、破壊性状は、C型金物の降伏にともなう圧縮側コンクリートの圧壊となり、設計荷重の約 4.5 倍の破壊耐力を有していることが確認された。

4. ヒンジ部の構造

ヒンジ部には、プレキャスト部材のヒンジ構造として実績のあるナックル継手を適用した。本構造をシールド工法に適用する場合、(1)ナックル部の止水構造、(2)ナックル部外縁隙間の裏込め材や土砂の目詰り、が課題となる。そこで、図－6に示すように、ナックル接触部近傍を通過する水膨張性シール材の他、内縁側二次覆工部に非膨張シールと内目地コーキングにより、回転を起こしても止水性を発揮できる構造とした。また、外縁側には隙間形状に成型した硬質のスポンジシール材 (EPDM) を設けることとした。

5. リング継手部の構造

リング継手に要求される条件 (性能) として、(1)組立時のセグメントピースの安定性、(2)ジャッキ片押し時の引抜き抵抗、(3)止水シール材の反発力への抵抗、(4)完成時 (千鳥組み) のせん断抵抗、とした。表－1に各所要性能を算出した結果を示す。表よりリング継手 1ヶ所あたり最大 21kN の引抜き抵抗があればよいことが分る。この性能を満たす合理的な継手として、市販されているホークカットアンカーを利用した。図－7にリング継手の構造図を示す。本構造は、シールドジャッキにより打込んで押し広げられた筒状金物とコンクリートとの付着により引抜きに抵抗する構造である。

図－8にリング継手 1ヶ所あたりの引抜荷重と拔出量の関係 (供試体数: 3) を示す。21kN の引抜力に対して約 0.1mm の目開量で、施工時のセグメントの安定性は十分確保できる値である。また、止水性能上の目開き限界値を 1.0mm として設計していることから、完成時での十分な止水性も期待できる。

なお、せん断力については、本リング継手の形状を施工時のクリアランスなどを考慮して決定し、せん断実験によりその耐力およびせん断ばね定数について検証する予定である。

6. おわりに

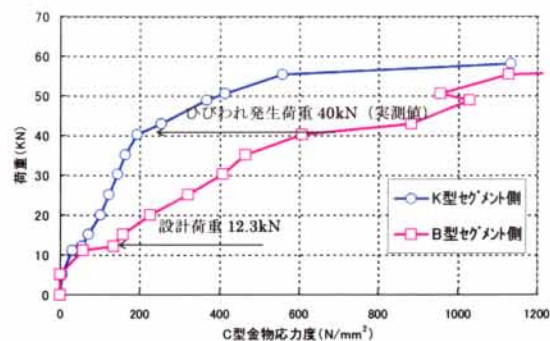
R C セグメントの製作費の大きな割合を占める継手に対し、その要求性能を明確にし、それぞれ最も合理的な構造を採用した。これらの継手構造については、リング載荷実験を経て、実工事での計測を予定しており、その結果によりさらに改善、改良を加えていく予定である。

[参考文献]

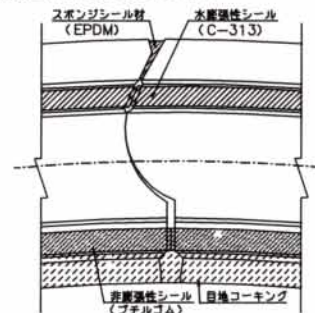
桐谷・前田 他：下水道再構築に向けた新しいシールドシステムの提案 第 56 回年次学術講演会 2001. 10

村上博智・小泉淳：シールドセグメントリングの耐荷機構について；土木学会論文報告集第 272 号

村上博智・小泉淳：シールド工用セグメントのセグメント継手の挙動について；土木学会論文報告集第 296 号



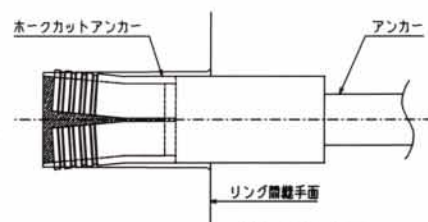
図－5 B・K 間継手金物の応力度



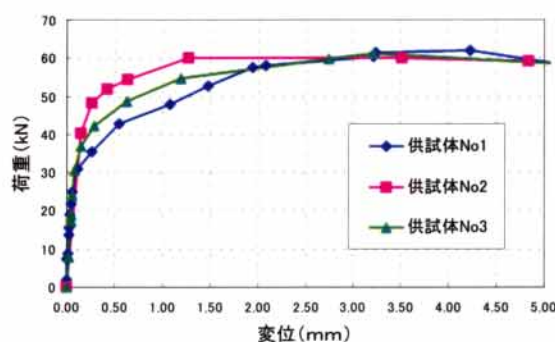
図－6 ヒンジ部構造図

表－1 リング継手の所要性能

項目	要求性能
組立時のピース安定性	21kN以上
ジャッキ片押し時引張力	5.5kN以上
止水シールの反発力	21kN以上
千鳥組によるせん断力	12kN以上



図－7 リング継手構造図



図－8 引抜力と拔出量の関係