

開口部を有する4分割3ヒンジ構造セグメントのリング載荷実験

(株)大林組 ○正会員 守屋 洋一
 東京都下水道局 串山宏太郎
 東京都下水道局 高久 節夫
 東京都下水道サービス(株) 須藤 賢
 ジオスター株式会社 正会員 田中 秀樹

1. はじめに

東京都下水道局では、本管に枝管を接合する場合の補強方法およびその設計法について、「下水道仮設設計マニュアル(案)第1編 シールド管渠内枝管直接取付補強構造」により標準化を図っている。同マニュアルは場所打ちコンクリートによる二次覆工部内での補強策について示したものである。しかし、コンパクトシールド工法に用いる4分割3ヒンジ構造の二次覆工一体型セグメントでは、二次覆工厚が5cmと薄く鋼材で補強するとかぶりが確保できない場合も想定される。

そこでコンパクトシールド工法では、開口部にあたるセグメントピースに鋼板を内蔵した補強セグメントを用いる補強策を考案し、その補強方法ならびに設計法についてリング載荷実験により検証することとした。

2. 補強方法

図1に開口補強リングの構造を示す。開口条件として、①開口率60%以下、②側部開口、③対象リング数2リングとし、開口リングが同一の挙動を示す様に継ぎとした。

補強方法としては、開口部に位置するA型およびI型セグメントに対して、ジベルにより定着した平鋼板を内面側に内蔵し、外面側は鉄筋を配置した。また、

開口部を特定することおよび開口施工時の一次覆工部の保護を目的として、ガイドリング鋼材をセグメントに内蔵する構造とした。

3. 補強セグメントの設計法

図2に開口補強リングの解析モデルを示す。解析モデルは一般部の4分割3ヒンジ構造セグメントリングと同様に、3ヒンジ構造のはりばねモデルとした。ただし、開口補強部については欠損部を考慮し断面二次モーメントI2とした梁部材によって剛性を変化させた。なお、荷重については、施工時に欠損部の荷重を両側のリングで負担するものとして、一般部と同一の分布荷重を考慮した。

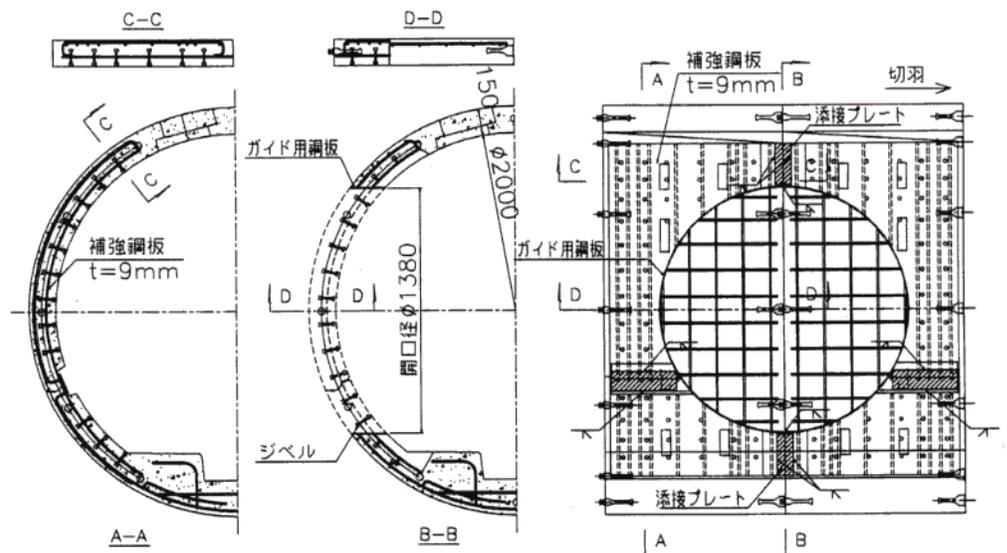


図1 開口補強リングの構造

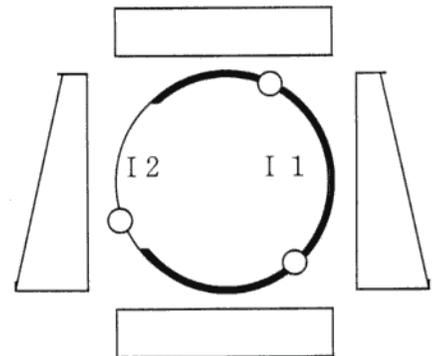


図2 解析モデル

キーワード：下水道シールドトンネル、二次覆工一体型、3ヒンジ構造、開口補強、はりばねモデル

連絡先：〒108-8052 東京都港区港南2-15-2 TEL03-5769-1318 FAX03-5769-1976

4. 実験の概要

写真1に実験装置の概要を示す。実験装置は、軸力、鉛直荷重および内圧載荷装置から構成されている。載荷ケースは、実工事の設計条件（土水分離地盤；土被り6m）の他、土水一体地盤の土被り5mおよび10mの試算結果から軸力300kN時に最大鉛直荷重125kN、軸力200kN時に最大鉛直荷重70kNとした。なお、最後に軸力なしの状態ではリングの破壊まで鉛直荷重を加え、その破壊状況を確認した。

5. 実験結果

図3は軸力300kN、鉛直荷重125kN作用時の曲げモーメントの実測値および理論値を示したものである。実測値はコンクリートにひびわれが発生する前の状態であったことから、コンクリートひずみにより推定した。同図から実測値は分布状況およびその値についてほぼ理論値と一致していることがわかる。

図4はスプリングラインの直径変化量（+増加側）と鉛直荷重を示したものである。図中の実線は理論値を表している。これによると、スプリングラインの直径変化量は鉛直荷重に比例して徐々に増加すること、またその量は理論値と同程度であることがわかる。

図5に開口部スプリングライン位置の内縁側コンクリート、補強鋼板および外縁側鉄筋のひずみを示す。各ひずみともに弾性的な変化を示しており、コンクリートと鋼板および鉄筋の付着が十分に保持されていることが確認される。

セグメントの破壊は軸力ゼロ、鉛直荷重99kNで生じ、最大曲げモーメントが作用したクラウン部において破壊することが確認された。

6. おわりに

二次覆工一体型であるコンパクトシールドセグメントに開口部を設ける場合の補強方法と設計法についてリング載荷実験により検証した。その結果、以下のことが確認できた。

- (1)発生断面力およびリング変位量は、欠損部を考慮し剛性を変化させた3ヒンジのはりばね解析によって得られた理論値に概ね一致する。
- (2)クラウン部のRCセグメントが許容応力に達した状況において、開口部に発生するモーメントは小さく、コンクリートの応力および鉄筋の応力はそれぞれ6 N/mm²と30kN/mm²程度であり、補強部の安全性が確認できた。

今後はこれらの実験結果を詳細に分析し、補強セグメントの設計法をより合理的なものにしていきたいと考えている。

【参考文献】

田中・焼田 他：溝付二次覆工一体型セグメントの載荷実験 第56回年次学術講演会 2001.10
 東京都下水道局：下水道仮設設計マニュアル（案）第1編 シールド管渠内枝管直接取付補強構造設計マニュアル
 山本稔・遠藤浩三・福井正憲：多ヒンジ系セグメントリングの設計計算法；土木学会論文報告集、第150号

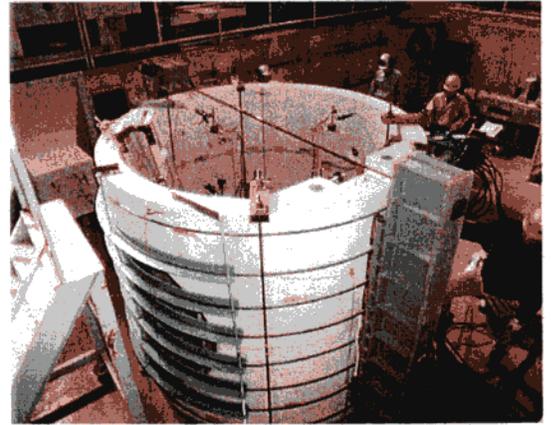


写真1 実験装置全景

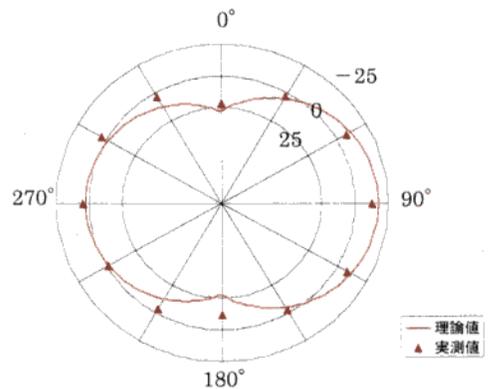


図3 曲げモーメント分布(kN・m)

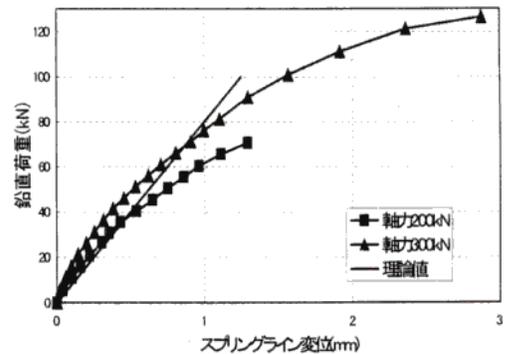


図4 鉛直荷重とスプリングライン変位の関係

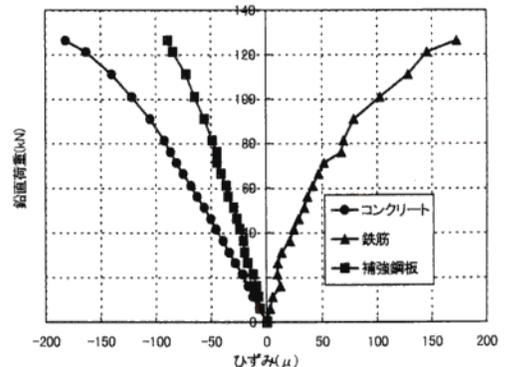


図5 鉛直荷重と補強部ひずみの関係