

4分割3ヒンジ構造セグメントのリング載荷試験に関する一考察

佐藤工業（株）
東京都下水道局
東京都下水道局
（株）大林組
ジオスター（株）

正会員 ○寺田 武彦
前田 正博
松浦 将行
正会員 武田 邦夫
正会員 宇田川徳彦

1. はじめに

下水道再構築事業に向けて開発したコンパクトシールド工法は、図-1に示す溝付き二次覆工一体型の4分割3ヒンジ構造のRCセグメントを使用することが特徴の一つとなっている。

前年度報告²⁾では、はりばね解析および2リング載荷試験により4分割3ヒンジ構造の設計方法について検証しており、以下のことを確認している。

- (1) リング変形量は、B-K間の回転ばね定数を完全剛性（ ∞ の値）とした理論値に近い。
- (2) 発生モーメントは、はりばねモデルの[B-K継手剛-イモ継ぎ（せん断ばね値 $k_s=0$ ）]の理論値とほぼ一致している。
- (3) これらの結果から、4分割3ヒンジ構造の設計では、B-K間継手を完全剛性一様としたイモ継ぎでの算定法が最も合理的な断面となる。

本年度は4分割3ヒンジ構造において最も重要と考えられるヒンジ結合部の継手挙動および発生断面力について報告することとする。

2. セグメント構造および試験概要

4分割3ヒンジ構造のセグメントリングはインバート付きのI型と、A型、B型およびK型セグメントで構成され、その大きさは外径2,300mm、厚さ150mm、幅1,000mmである。セグメントの各継手のうち、B-K間には新型のC形嵌合継手、他の3箇所にはヒンジ構造のナックル継手を適用し、また12箇所あるリング継手は市販のホークカットアンカー方式を採用している。

2リング載荷試験では、上・下2段に千鳥組みされたセグメントリングに50kN/mの軸力を導入し、セグメントが破壊するまで鉛直荷重を加えた。初期ひび割れはインバート平坦部の付根で発見され、そのときの鉛直荷重は55kN/mであった。また、セグメントの破壊は載荷点近傍にある上段リングのB-K間継手で生じ、鉛直荷重は105kN/mであった。

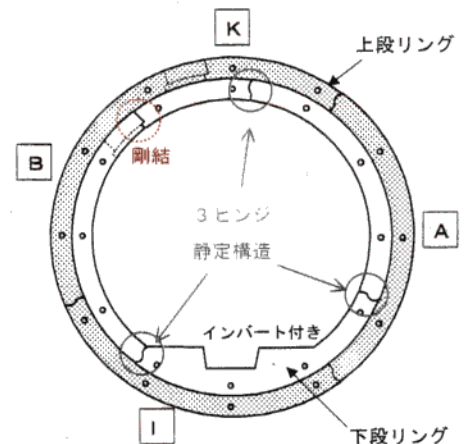


図-1 4分割3ヒンジ構造
（2リング千鳥組み）

3. 試験結果

以下、ヒンジ結合部の継手挙動および発生断面力の結果を示し、考察を加える。

(1) ヒンジ結合部の継手挙動

A-K間のセグメント内外面において得られた目開き量とナックル継手の中心位置より求めた継手回転角と鉛直荷重の関係を図-2に示す。

上段リングの継手は内面側が閉じる方向へ、下段リングでは内面側が開く方向へ回転が生じている。

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
連絡先：〒101-0032 東京都千代田区岩本町1-2 TEL03-5823-2633 FAX03-5823-2459

この挙動は載荷点と継手の位置関係により、継手の回転方向は異なることを意味している。また、ナックル継手の回転角は鉛直荷重の増加に伴って大きくなり、その量は内外面ではほぼ等しくなっている。これらの結果から、ナックル継手は正常なヒンジ挙動を示していることが確認できる。

(2) 発生断面力

主鉄筋のひずみから推定した、上・下段リングの曲げモーメントを図-3に示す。同図は鉛直荷重 P が 12.7kN/m および 47.4kN/m のときの計測値と、鉛直荷重 10.5kN/m のときのはりばね解析値 [B-K継手剛-イモ継ぎ (せん断ばね値 $k_s=0$)] を表したものである。

計測値に着目すると、上・下段リングともに、セグメント本体部の曲げモーメントは鉛直荷重の増加に伴って大きくなっているのに対し、ヒンジ結合部 (○部) のそれはほぼゼロのまま一定である。また、剛結合部 (□部) では曲げモーメントが作用していることがわかる。

次に、解析値と計測値 ($P=10.5\text{kN/m}$) を比較する。解析値は、上・下段リングともに曲げモーメントの最大値だけでなく、分布モードについても適切に表現しており、解析に用いた継手剛性の評価は概ね妥当であると判断できる。

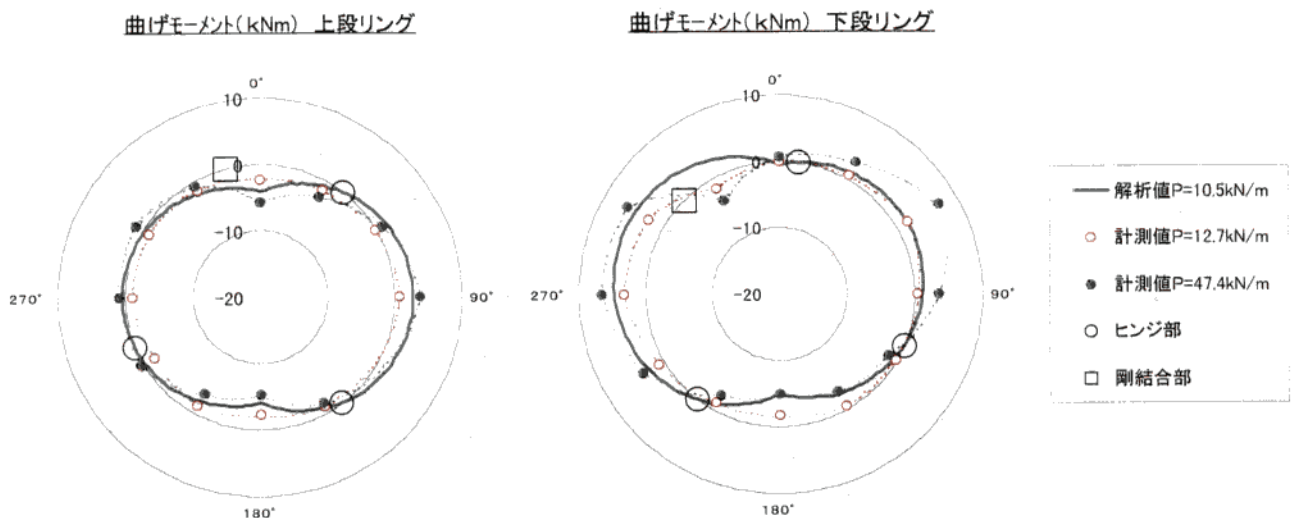


図-3 曲げモーメント (—符号：正曲げを表す)

4. おわりに

2リング載荷試験の結果を基に、4分割3ヒンジ構造セグメントのヒンジ部の継手挙動ならびに発生断面力について確認した。その結果、以下のことが確認された。

- (1) ヒンジ結合部は、曲げ荷重に対して正常に回転作動するとともに、荷重変化に対しても発生曲げモーメントはほぼゼロのまま一定である。
- (2) 前年度報告した解析値 [B-K継手剛-イモ継ぎ (せん断ばね値 $k_s=0$)] は曲げモーメントの最大値だけでなく、分布モードについても適切に表現できる。

今後はこれらの結果を踏まえ、本覆工の設計方法を合理的なものにしていきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 山森、横田 他：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：第56回年次学術講演会，2001. 10.
- 2) 田中、焼田 他：溝付き二次覆工一体型セグメントの載荷試験：第56回年次学術講演会，2001. 10.