

ワンパスセグメント2の軸力導入継手曲げ試験

大林・大豊・東急 JV	正会員	○松原 健太
首都高速道路公団		櫻井 裕一
首都高速道路公団	正会員	遠道 康裕
(株)大林組	正会員	今中 康貴

1. はじめに

首都高中央環状新宿線の中落合シールドトンネル(外回り)工事では, RC セグメントとして外径 11.8m, 厚さ 45cm, 幅 1.5m の二次覆工省略形のワンパスセグメント2を採用している(図-1 参照). ワンパスセグメント2は, セグメント間継手に「先付け水平コッター」, リング間継手に「プッシュグリップ」を採用しており, ボルト締付け作業が不要で, エレクターとシールドジャッキのみでセグメントの組立てが完了する特徴を有している. これまでの実績として

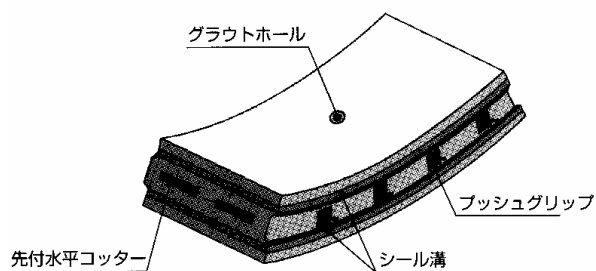


図-1 ワンパスセグメント2

は, 外径 ϕ 5.3m までであった. 大断面としては, 先付け水平コッターではないが外径 ϕ 11.8m の後打ち水平コッターの実績がある. 今回の大断面シールドトンネルへの適用にあたっては, 設計荷重により生じる軸力を継手に導入した継手曲げ試験を行い, 設計モデルの妥当性の確認を行った. 本稿では, 継手に軸力を導入した実物大継手曲げ試験の結果を報告する.

2. セグメント概要

ワンパスセグメント2は図-1 に示すように内面平滑で, 従来のボルト継手のように断面欠損がなく, 全断面が有効となり, 断面図心位置に継手鋼材を配置することができるため, 正負曲げに対して同じ継手剛性を得ることができる. また, 地盤条件(地盤反力係数)に応じた最適な継手剛性を設定することができる. このようなことから, 覆工厚の減少による掘削土量低減など, 合理的・経済的な設計が可能となる.

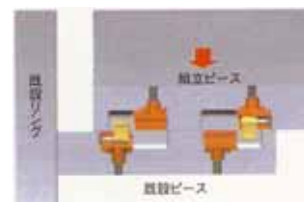
ワンパスセグメント2の組立て手順を図-2 に示す. まずバックアップ材を取付けた H 型金物を, 継手面に埋込まれている C 型金物の片側にセットする. 次に, 組立てピースの粗位置決めを行い, 既設ピース間継手面に押付ける. 組立てピースをエレクターおよびジャッキで軸方向にスライドさせ組立てを完了する.

リング間継手は, 図-3 に示すように, ほぞ+プッシュグリップ式継手としている. ほぞでせん断力を伝達させ, プッシュグリップ式継手で水膨張性シール材の反発力を拘束し, 高い止水性を確保している.

1. コッター取付け



2. セグメント位置決め



3. 軸方向スライド



4. 組立て完了



図-2 ワンパスセグメント2の組立て手順

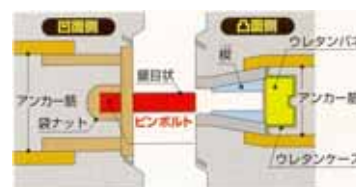


図-3 リング間継手構造

キーワード：大断面シールドトンネル, RC セグメント, 2次覆工省略, 継手剛性, 高速施工, 経済性

連絡先 〒171-0021 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 土木技術本部 設計第一部 TEL03-5769-1311

3. 試験概要

図-4に試験概要を示す。設計軸力 N_j を導入した後、荷重 P を載荷し継手面に M_j を生じさせる。SJ51工区～SJ53工区(外回り)での継手の断面力(正曲げ)は図-5に示されるように、継手軸力 N_j が概ね 1500kN～2700kN であり、本試験で導入する軸力 N_j も同じ領域であることが望ましい。しかし、いずれの設計断面力においても継手金物に引張力が作用せず、設計断面力荷重時の内面側継手目開き量は、 $N_j=1500\text{kN}$ では発生せず、 $N_j=2700\text{kN}$ で 0.3mm と微小である。すべての設計断面において、継手の許容曲げモーメント M_{ja} は、コンクリートの許容圧縮応力度 σ_{ca} で決定されている。

このため、試験で導入する継手軸力 N_j を 1500kN 以上とした場合、求めようとする回転ばね定数を明確に計測結果から照査するには、許容曲げモーメント M_{ja} を大きく超える曲げモーメントを導入しなければならない。このような過剰な曲げモーメントを導入すると、コンクリート応力度は許容を大きく超え、継手近傍にはクラックが増大し、試験そのものが非常に危険な状態となる。

そこで、本試験では継手軸力 $N_j > 1500\text{kN}$ では、継手に導入する曲げモーメントを図-5に示す設計断面力程度にとどめて、実工事における安全性を検証する。回転ばね定数の検証は、継手軸力 $N_j < 1000\text{kN}$ 以下の軸力水準で、継手面に目開きが発生する許容曲げモーメント M_{ja} まで載荷して行った。

4. 載荷試験結果

図-6に $N_j < 1500\text{kN}$ の $M-\theta$ 関係を示す。この結果より、軸力 500kN および 1000kN の場合とも理論値と勾配に近似した試験結果が得られた。また、継手が許容となる曲げモーメント発生荷重時における内面側の目開き量は $N_j=500\text{kN}$ で 1.0mm、 $N_j=1000\text{kN}$ で 0.4mm であった。

図-7に $N_j > 1500\text{kN}$ の $M-\theta$ 関係を示す。3. で述べたように M_{ja} までの載荷であったが、 $M-\theta$ 関係はほぼ直線となっており、高軸力下における継手剛性の高さが検証できた。継手設計断面力荷重時の内面側の目開き量は $N_j=1500\text{kN}$ および $N_j=2700\text{kN}$ とともに 0.1mm であった。

5. おわりに

継手に軸力を導入した曲げ試験を行った結果、回転ばね定数は理論値とよく一致していたことから、設計モデルの妥当性が検証できた。また、高軸力下においては継手目開き量は実質ゼロで止水問題ないことが確認できた。

現在シールドは初期掘進中であるが、1リングの所要組立て時間が 50 分程度と早く、本掘進では 40 分程度での組立てが可能であると考えている。目開き量は実質ゼロで漏水は皆無と実施工においても問題がないことが確認できた。

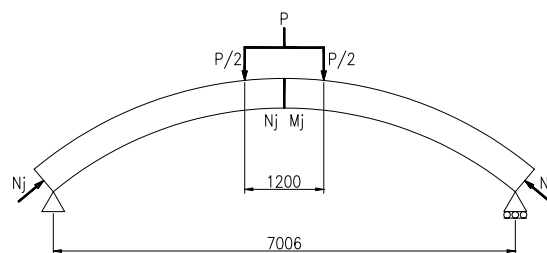


図-4 試験概要

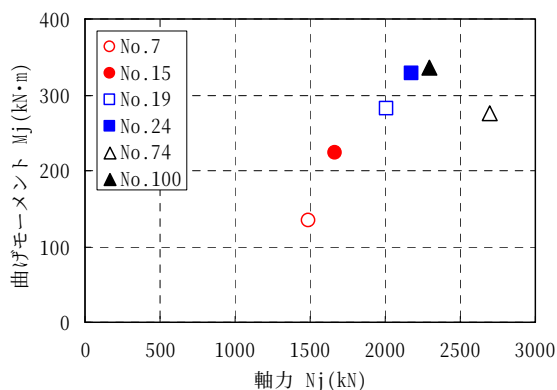


図-5 継手設計断面力(正曲げ)

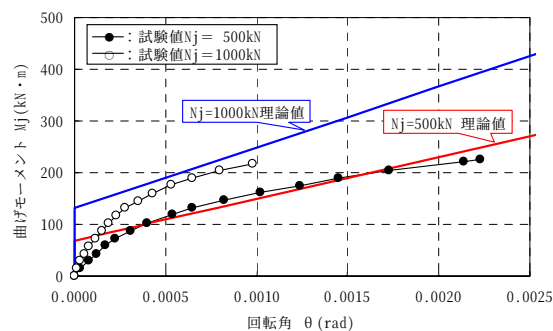


図-6 $M-\theta$ 関係($N_j < 1500\text{kN}$)

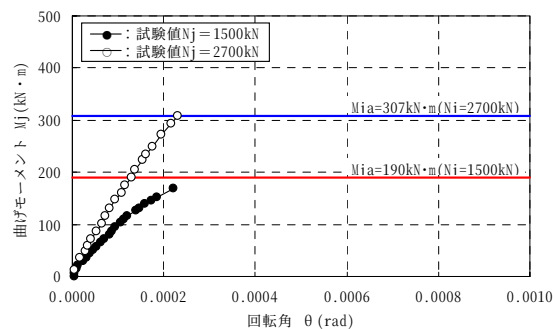


図-7 $M-\theta$ 関係($N_j > 1500\text{kN}$)