

PCNetセグメントの開発（その2） リング載荷試験について

石川島建材工業(株) 正会員 ○ 若林 正憲
 石川島建材工業(株) 正会員 橋本 博英
 (株) ピーエス三菱 正会員 加藤 竜一
 (株) ピーエス三菱 石井 浩司

1. はじめに

PCNetセグメントは、プレストレストコンクリート構造であり、たすきがけ状に配置したPC鋼材の緊張端をセグメントリング継手面に設けることを特徴とする。PC構造とすることでボルトなどによる継手を無くすとともに、高い内水圧に対してもひび割れを抑制し止水性を高めることができ、またPC鋼材の緊張端をリング継手面に配置することにより、トンネル内面での跡埋め処理を無くすことができ、使用目的によっては二次覆工の省略が可能となる。本構造の特性を把握することを目的に実施したリング載荷試験のうち、内水圧載荷試験について以下に報告する。

2. 概要

PCNetセグメントは、たすきがけ状に配置したPC鋼材の緊張端をセグメントリング継手面に設けることにより以下の特徴がある。①円周方向とトンネル軸方向のプレストレスが同時に導入できる。②セグメント本体の鉄筋量を低減することができる。③内面が平滑となり、使用目的によっては二次覆工の省略が可能である。④ひび割れ発生を抑制できるので耐久性に優れている。⑤止水性に優れ、内水圧を受ける構造物に最適である。

3. リング載荷試験

1) 試験方法

図-1・写真-2に示すように 外径2.55mφ、幅0.75m、厚0.175m、5等分割のセグメントを3リング縦に組立て、軸力・曲げモーメント・内水圧を作用させた。

外荷重としての軸力は、セグメントリングの外周にアンボンドPC鋼より線(1S17.8)を2本/リング設置し、PC鋼材1本につき2ヶ所(180度の位相差)で油圧ジャッキを用いて緊張することにより、135kNのプレストレスを導入した。曲げモーメントの荷重は、PC鋼棒をタイロッドとした載荷梁を用いて集中荷重により、中央リングのみに載荷し、内水圧についてはPCNetセグメントの内側に外径2mの鋼製セグメントを組立て、PCNetセグメントとの空間に水を満たし加圧することにより0.3MPaまでの内水圧を作用させた。



写真-1 配筋状況

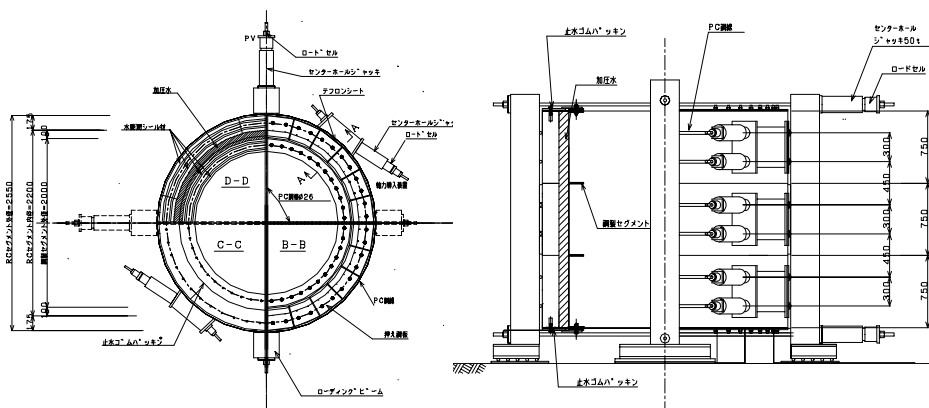


図-1 試験概要図



写真-2 試験状況

key-words: プレストレス, セグメント, 内水圧, リング載荷試験
 連絡先: 〒100-0006 東京都千代田区有楽町 1-12-1

Tel.03-5221-7240 Fax.03-5221-7298

2) 試験結果

軸力および曲げモーメント荷重は、コンクリートの引張ひずみ $\varepsilon = 84 \mu$ （[コンクリート標準示方書 構造性能照査編] コンクリートの引張強度より算出）となるまで集中荷重（190kN）を載荷させた後で、内水圧荷重を負荷させた。荷重と変位の関係を図-3 に示す。

a) 曲げモーメント載荷過程

載荷点直下の鉛直変位はリング内側に、載荷点から 90° の水平変位はリング外側への変形が計測され、1・3 リング目も変形していることより、リング継手間の応力の伝達も確認できた。また、モーメントー回転角の関係より得られた一次勾配の回転ばね定数 ($k_\theta = 6500 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{rad}$) と、せん断試験より得られたせん断ばね定数 ($k_s = 162,500 \text{ kN} / \text{m}$) をセグメント継手・リング継手のそれぞれのばねとして評価したはり-ばねモデルでの解析値、および、剛性一様モデルでの解析値と比較した結果、リングの変形の挙動は、剛性一様より若干変形が大きく、はり-ばねモデルより変形が小さい結果となった。また、実測のコンクリートひずみを用いて、各位置での断面力の比較（図-4）をした結果においても、はり-ばねモデルでの解析値と近似した値であった。

b) 内水圧載荷過程

内水圧載荷中、鉛直変位は内側（－：マイナス）・水平変位は外側（＋：プラス）方向に変形した。

内水圧作用時において、継手部の目開き量から算出される回転ばね定数は $6500 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{rad}$ から $2500 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{rad}$ に移行した。その結果、変形は鉛直荷重の影響を受け、鉛直荷重載荷時と同方向に増加した。また、断面力の比較においても、はり-ばねモデルでの解析値と近似した値で、曲げモーメント載荷過程と同様の傾向であった。内水圧作用時の軸力の減少は解析値より小さく、引張力の作用が小さい結果となった。また、載荷試験後の有効プレストレスの低下率は計算上 4.3% に対して 4.4% とほぼ一致する結果を得た。

4. まとめ

- 1) 0.3MPa の内水圧において漏水は無く、高い止水性を持つことが確認された。また、目開き量も、実測値は 0.1mm 程度と極めて小さく、シーリング材の選定も安全側であった。
- 2) 載荷試験により、土水圧荷重・内水圧荷重に対してもはり-ばねモデルによる解析の妥当性が確認できた。
- 3) 軸力および曲げモーメントを負荷させた状態で、内水圧を 0.3MPa まで載荷させたが、ひび割れ等の異状が無く、高い耐荷性能を持つことが確認できた。

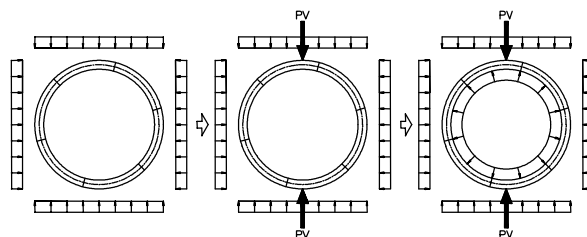


図-2 載荷パターン

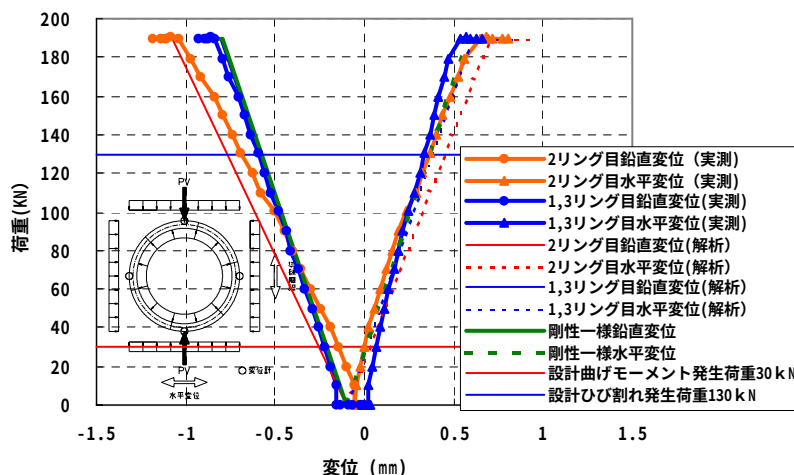


図-3 荷重変位関係図

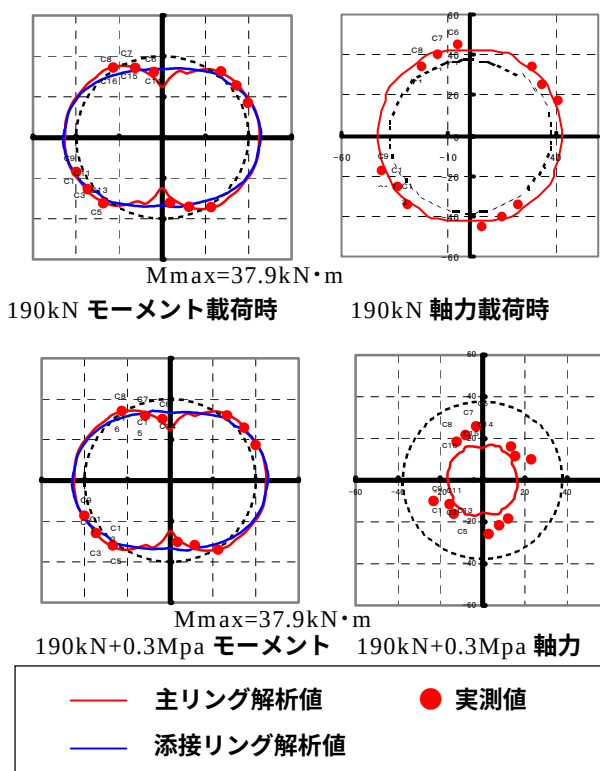


図-4 断面力図