

PCNetセグメントの開発 - セグメントリング載荷試験および内水圧試験 -

大阪支店 支店長付 三輪泰之
技術本部 開発技術第二部 加藤竜一
技術本部 開発技術第一部 別所辰保

1. はじめに

本報告は、切羽側面でプレストレスを導入することを目的として開発されたTWグリップによって組立てられたセグメントリングに、外荷重および内水圧を作用させ、理論値との対比を行った結果を報告するものである。

2. 試験概要

試験は、実際に近い設計条件を用いて試設計を行った。その際断面力の算定には、はり-ばねモデルを用いた。設計に必要な、継手曲げ試験やせん断試験の要素試験を行い、得られた回転ばね定数、せん断ばね定数を用いて内水圧載荷試験を行った。

3. 設計条件および供試体形状

設計条件および供試体の形状を表-1、図-1に示す。本試験では、内水圧の作用するセグメントを考えているため、リング軸方向よりリング周方向のプレストレスが大きく導入出来るPC鋼材の配置を行った。

表-1の設計条件より算定した断面力の最大曲げモーメントと軸力に、プレストレス力を軸力として加算し、コンクリートの応力度の算定を行う。このとき、部材に引張応力が発生しないようにプレストレス力を決定した。

表-1 設計条件

土被り	30 m
地下水位	25 m
内水圧	0.3 MPa
地盤ばね定数 k	40 MN/m ³
側方土圧係数	0.4

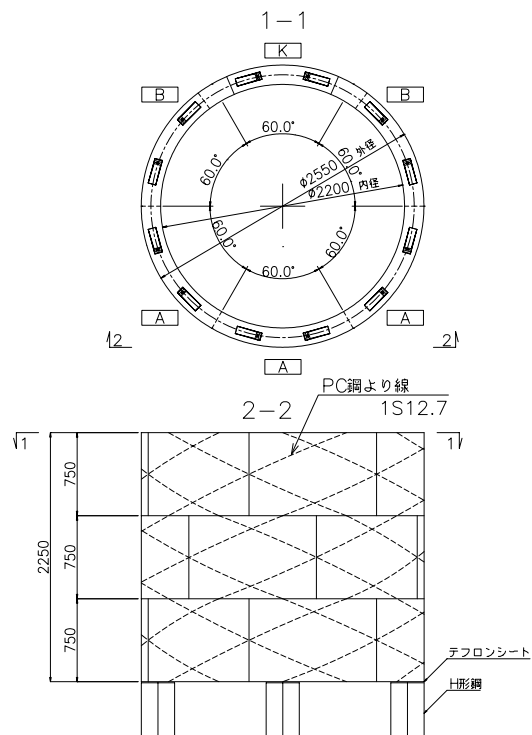


図-1 セグメント形状および寸法

4. 載荷方法と試験ケース

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鋼より線を設置し緊張を行った。曲げモーメントは、PC鋼棒を用いて集中荷重により、第2リングのみに載荷した。内水圧は、組立てたセグメントリングの内側にスチールセグメントリングを設置し、3リング全てに水圧を載荷した。試験ケースは図-2に示すように軸力を載荷後、曲げを集中荷重として(PV)載荷し、その後内水圧を0.3MPaまで載荷させた。

キーワード：シールドトンネル，PCNetセグメント，TWグリップ，トルク緊張管理，
電動トルクレンチ，内水圧，リング載荷試験，2セグメントクロス

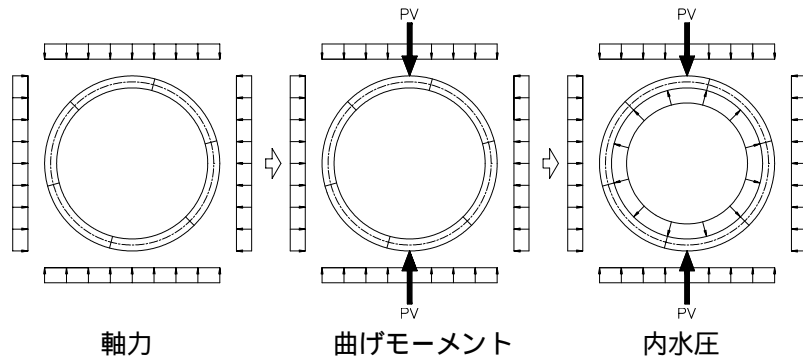


図-2 载荷ケース

5. 試験結果

鉛直方向の変位と水平方向の変位の関係を図-3に示す。

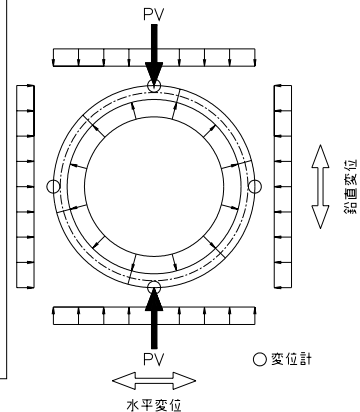
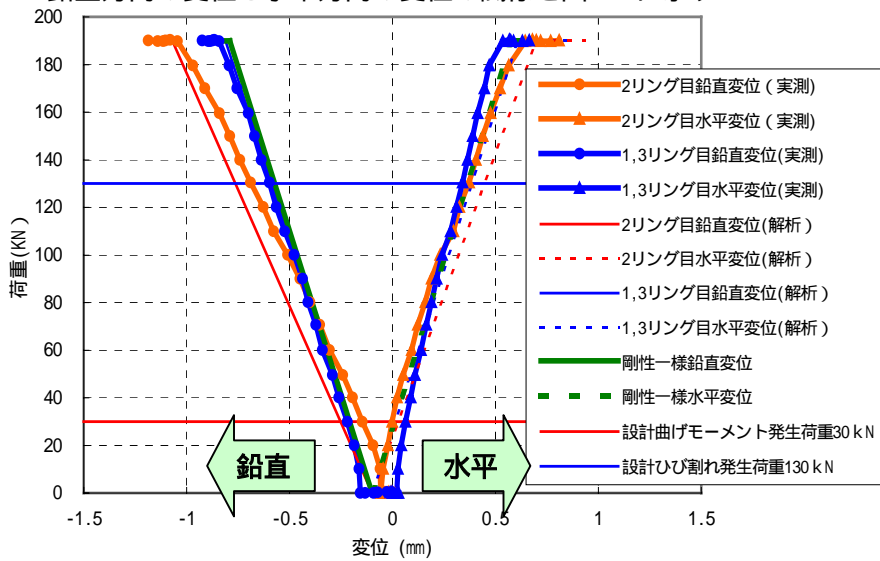


図-4 変位方向

図-3 荷重と変位の関係

本試験中に得られたモーメント - 回転角の関係より算出した一次勾配の回転ばね定数 ($k = 6500 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{rad}$) 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の比較を行った。その結果、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く、解析値の中間的な結果を示し、PCNetセグメントはシールドセグメントとして成立し、設計条件で要求された性能を満足する構造であることが確認できた。

また、内水圧载荷前の外荷重としての土水圧による最大設計曲げモーメントに対し、载荷最大曲げモーメント $M = 37.90 \text{ kN} \cdot \text{m}$ (集中荷重換算 = 190 kN) まで载荷したが、ひび割れ等の異常が見られず、荷重 - 変位の関係においても概ね直線性を示し、十分な耐荷力をもつことが確認された。

内水圧载荷中では鉛直変位は内側 (- : 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、鉛直荷重载荷時と同方向に増加した。以上により解析値との妥当性が確認できた。

また、内水圧最終荷重 0.3 MPa 時でも、目視による漏水は見られず十分な止水性が確認された。

6. おわりに

最終内水圧まで漏水はみられず、高い止水性を持つことが確認された。

内水圧試験の結果より、内水圧荷重に対しても、はり - ばねモデルによる計算方法での解析は妥当であり、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 0.3 MPa まで载荷させたが、ひび割れ等の異常がみられず、高い耐荷性能を持つことが判明した。