

(株) 間組 技術研究所 正会員 中内 博司
“ “ 蓮井 昭則
“ “ 福留 和人

1. まえがき

本文は、PCCV、PCタンク、PCを用いた圧力トンネルやサージタンクのように、一様な内圧を受けるプレストレストコンクリート円環の力学的挙動を知るための基礎実験について報告するものである。

本研究では円形構造物での緊張導入量の確認と内圧作用時の耐荷力、およびPC鋼線とシースとの摩擦損失量を知ることを主眼とし、PC円環試験体を用いて実験を行った。なお、これらが地下式になった場合に地盤反力を期待することができることを考え、その影響についても検討を加えた。

2. 実験概要

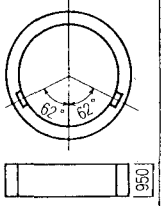
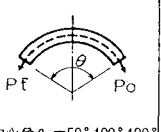
本実験は、実験Ⅰ、Ⅱによって構成され、その実験概要は表-1に示すとおりである。円環試験体(モデル)の大きさは、外径6m、内径5.3mである。

実験Ⅰは、緊張力導入時の円環の挙動を知る緊張実験と緊張力導入後、内圧を作用させて構造物全体の挙動を知る内圧実験より成る。また、内圧実験では試験体の外周に鋼枕(PC鋼線)を巻き、外部拘束を与え、その影響について調査する。

走着部は左右2カ所に設け、緊張力を導入するPC鋼線は2組(モノstrandケーブル4本)を1周配置とした。

実験Ⅱは、中心角θを有する円弧状の試験体を用いて一端から他端における荷重の伝達量を測定し、PC鋼線とシースとの摩擦係数を求める。試験体は中心角θの異なる3体(θ=50°, 100°, 180°)を用い、それぞれ減摩剤を用いたものと未使用のものについて実施した。

表-1 実験項目概要

実験名	モデル	モデルの形状	荷重	実験内容・計測項目
実験Ⅰ (全周モデル実験)	全周モデル		緊張力 + 内圧	〈内容〉 ○緊張力導入時、および内圧作用時の構造全体のひずみ、変形などの挙動を知る。 〈計測項目〉 ○緊張力とPC鋼より線の伸び量 ○作用内圧 ○ひずみ(コンクリート、鉄筋) ○変形
実験Ⅱ (摩擦係数測定試験)	部分モデル	 中心角θ=50°, 100°, 180°	緊張力	〈内容〉 ○シースとPC鋼線の摩擦係数を測定する。 〈計測項目〉 ○両端ジャッキ荷重 ○PC鋼より線の伸び量

3. 実験結果および考察

図-1は実験Ⅰの緊張力導入後の軸力をひずみ測定により算出したものである。図中の計算値は下式のような従来の緊張力の計算式によるものである。

$$\phi = P_t / P_o = e^{-(\mu\alpha + \lambda x)} \quad (1)$$

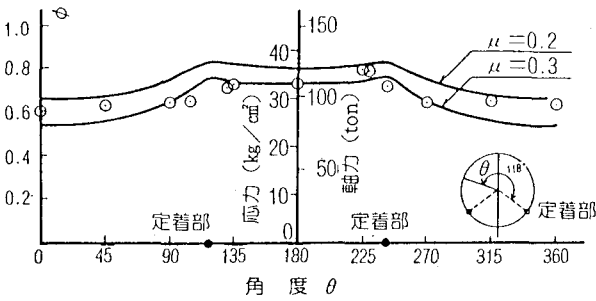


図-1 緊張力分布(実験Ⅰ)

ここで、 α 、 χ は導入端からの角度、および距離、 μ は角変化1ラジアンあたりの摩擦係数、 λ は単位長さあたりの摩擦係数を示す。図-2からわかるように、摩擦係数の影響が認められるが、定着部を2カ所にし導入力の均一化を図ったため導入力の最大、最小部の差は約20%であった。写真-1に試験体を示す。

内圧実験では試験体の外周にPC鋼線を巻いて外部拘束を与えた。図-2に内圧による軸力と拘束度の関係を示し、拘束度 R を次式のように定義した。

$$R = \frac{\sigma_0^* - \sigma_0}{\sigma_0^*} = \frac{N^* - N}{N^*} \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 σ_0^* 、 N^* は拘束のないときの円周方向応力、および軸力である。また、図中の計算値はFEM軸対称モデルによって算出したものである。本実験の範囲では拘束度が $R=0 \sim 0.14$ の範囲であり、これは周辺地盤の弾性係数 $0 \sim 6500 \text{ kg/cm}^2$ とした場合と力学的に等価となる。図-2より、実測値は計算値とほぼ同様の傾向を示し、拘束度の違いが概略認められた。

図-3は緊張および内圧作用時の試験体断面の応力、およびひずみの変化を示したもので、弾性計算による計算値と実測値はほぼ一致した。

図-4は、実験Ⅱから得られた摩擦係数であり、計算値は μ をパラメータとして式(1)によって算出したものである。本実験では、試験体の中心角に関係なく、ほぼ同値の摩擦係数 μ が測定され、また減摩剤の塗布による効果も認められた。これらの平均値は減摩剤使用時が $\bar{\mu} = 0.22$ 、未使用時 $\bar{\mu} = 0.35$ で変動係数は約10%であった。

4. 結論

以上の実験結果より、次のことが判明した。①応力、断面力は弾性計算で概略算出できる。②周辺拘束の影響は認められたが、本実験の範囲では拘束度の影響は軸力で20%以内である。③シースとPC鋼線の摩擦係数は減摩剤使用で $\mu = 0.22$ である。以上のことから、外部拘束をもつPC円環構造物の応力状態は、内圧、周辺地山の力学的性状が既知であれば、従来の弾性計算で十分算出できると判断される。

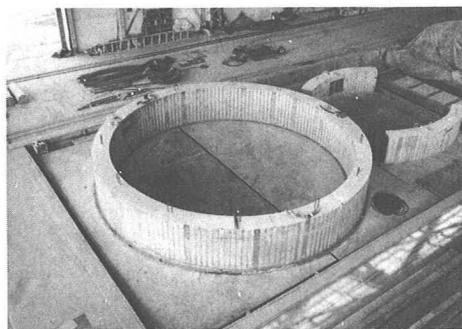


写真-1 試験体

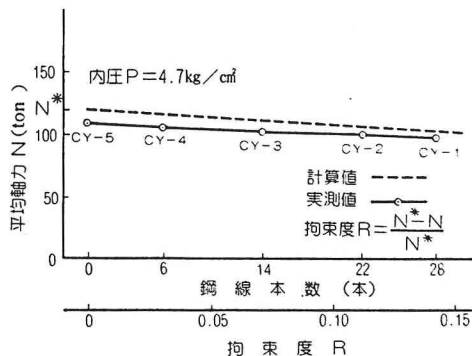


図-2 内圧による軸力と拘束度の関係

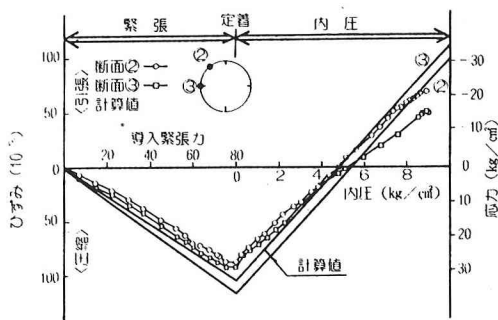


図-3 応力とひずみの変化

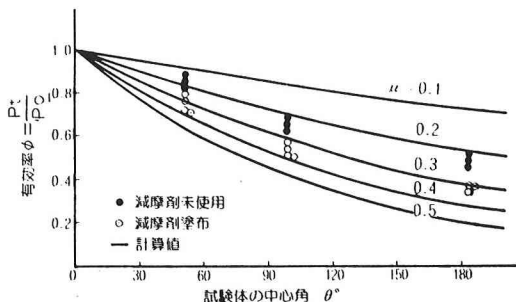


図-4 摩擦係数試験結果