

V-73 プレストレス導入によるコンクリート円環体模型の弾塑性的性状

電力中央研究所 正会員 青 柳 征 夫
 正会員 ○大 沼 博 志
 正会員 川 崎 道 夫

1. まえがき 本報告は原子力発電所用プレストレストコンクリート圧力容器を対象として、これをモデル化したコンクリートの中空円環体にプレストレスを導入し、プレストレッシングの際のPC鋼より線の摩擦損失、コンクリートの弾性的な応力分布、ひずみ分布について検討を加えるとともに、コンクリートのクリープによるPC鋼より線の荷重損失、コンクリート中に配置した鉄筋の応力増加およびコンクリートの応力緩和について考察したものである。

2. 実験の概要 実験に使用したコンクリートの配合は単位セメント量、水、細骨材、粗骨材がそれぞれ480, 170, 621, 1094 kg/cm³, また、W/c=35%, S/A=38%, 骨材の最大寸法20mm, スランプ8.0cmである。プレストレス導入時のコンクリートの圧縮強度、弾性係数、ポアソン比はそれぞれ550 kg/cm², 3.57×10⁵ kg/cm², 0.196であった。

円環体模型の形状寸法は図-1に示すように外径3m, 内径2m, 壁厚50cm, 高さ50cmの中空円筒形であり、4ヶ所にPC鋼より線定着のためのバットレス部がある。

コンクリート打設から85日後に円環体外表面に配置した公称径15.2mmの7本よりPC鋼より線によってプレストレスを導入した。PC鋼より線は4本で円環体を1廻り(1段)しており、これらが6段に配置されている。プレストレッシングの順序はまず、4台のジャッキを用いて1段ずつ片側から緊張したのち、PC鋼線を1本ずつ両側から再緊張した。

円環体模型には、内表面に厚さ1.6mmのスチールライナーコンクリート中に内側と外側に4段ずつリング状の19mm異形鉄筋を配置して補強してある。また、コンクリートの水分逸散を防止するために円環体底面と外表面はそれぞれブリキシートとエポキシ樹脂で被覆し、また、逸散水の補給と円環体の温度をできるだけ一定にするように円環体上面には井戸水を放流させている。

3. 実験結果とその考察 PC鋼より線の両端にはさんだ荷重計からPC鋼より線とバットレス部のシースおよび円環体外表面との摩擦による引張力の減少を調べた。片側が緊

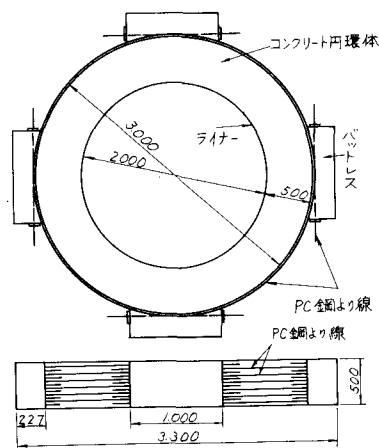


図-1 円環体模型の形状

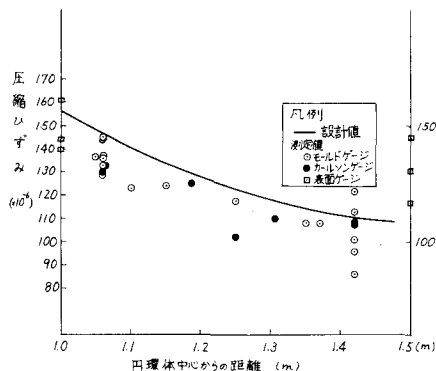


図-2. プレストレス導入直後の弾性ひずみ分布図

張した場合、固定端の引張力は緊張端の約77%であった。この結果から、摩擦係数を求め、両側から再緊張したのちジャッキを解放した場合、即ち、プレストレス導入時の平均引張力はP C鋼より線1本当たり約20トンであることがわかった。

図-2は、プレストレス導入時のコンクリートの弾性ひずみ分布をS Rゲージとカールソングージから得られた実験測定値と円環体断面を260個の三角形断面のリング要素に分割した有限要素法による軸対称応力解析の結果とを比較したものである。計算ではライナーあるいはリング鉄筋の影響を考慮していないために、全体的に実験値は計算値に比べ、やや小さな値となっている。

図-3はP C鋼より線のリラクゼーションおよびコンクリートのクリープによるP C鋼より線の荷重損失とプレストレス後の経過時間(t)との関係を示したものである。 $t \leq 28$ 日の範囲では荷重損失 $P_{loss} = 3.70 \log(t+1)$ (%) で表わすことができた。

次に、コンクリートのクリープによる影響を検討するために、 $\phi 15 \times 60$ cmの銅板で被覆したコンクリート円柱供試体による一軸圧縮クリープ試験から次式のようにクリープ曲線を表し、有限要素法によるクリープ解析を行った。

$$\epsilon_{creep}(t) = 0.672 \log(t+1) (\times 10^{-6} / \text{kg/cm}^2)$$

円環体接線方向のクリープひずみのカールソングージによる測定値と有限要素法による計算値と

の比較は、図-4に示すとおりである。(A)、(B)いずれも非常によく一致しており、この有限要素法によるクリープ解析が妥当なものであることが推察された。

コンクリートと鉄筋の付着が完全で、また、コンクリートのクリープひずみ分だけ鉄筋の圧縮応力度が増加すると仮定して求めた鉄筋の応力増加を鉄筋計より求めた値と比較した結果、図-5のようになった。傾向的には一致しているが、実験値は計算値より相当小さな値となっており、これは、鉄筋によってコンクリートのクリープが妨げられ、鉄筋位置でのクリープひずみが鉄筋のない部分に比べ小さくなったためであろうと思われる。なお、温度勾配が存在し、壁内でのクリープ勾配が大きくなければ、壁内での応力再分布が顕著に起らないことが計算の結果判明したので、ひきつづき壁内に温度勾配を与えた場合について実験を実施している。

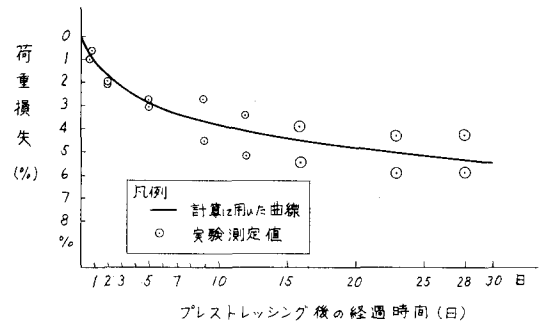


図-3. P C鋼より線の荷重損失

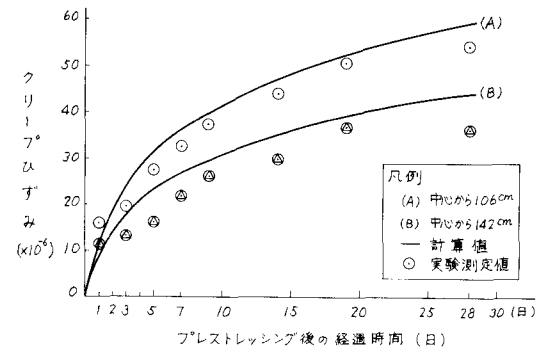


図-4 接線方向のクリープひずみの変化

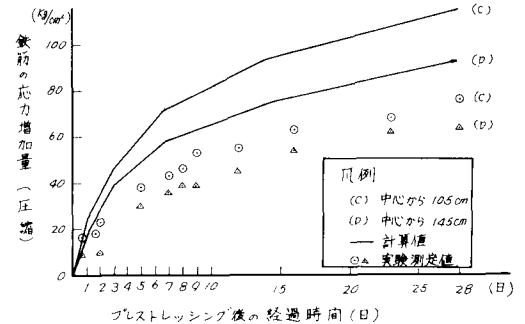


図-5 鉄筋の応力増加