

電力中央研究所 正会員 ○大沼 博志

" " 青柳 征夫

1. はじめに

本報告は、プレストレストコンクリート圧力容器の約 $1/10$ の縮尺模型を用い、設計内圧ならびに長期間にわたって温度勾配を作用させて、主としてコンクリートのクリープによるPC容器模型の非線形的な挙動を把握することを目的としたものである。

2. 模型の概要

模型は、図-1に示すように、上下に床版を有する中空円筒体であり、その外径および高さはそれぞれ 3 m および 3.5 m である。プレストレスの導入方法は、鉛直方向がPC鋼棒 ($\phi 33\text{ mm}$) によるナット定着であり、また、円周方向は 90° 間隔にバットレスを置き、 180° に配置したPC鋼より線 ($\phi 19.3\text{ mm}$) をこれに定着した。プレストレス量は設計内圧 (30 Kg/cm^2) に対して算定し、その実導入プレストレス量は面圧力に換算すると図-1に示すとおりである。なお、ライナーには鉛板を使用した。

3. 実験方法

内圧はプランジャーポンプを用いて水圧で与え、温度勾配は模型内部に組込んだパイプヒーターで温水を加熱して与えた。内部温度を均等に保つため加熱中つねにポンプによって温水を循環させた。また、コンクリートの乾燥収縮の防止と外面温度の変動を少なくするために、外面は常時散水した。

4. 実験結果

実験結果を以下に要約する。

(1) プレストレス導入時に測定した壁部中央位置のコンクリートの円周方向ひずみ分布を図-2に示す。本報告には示していないが、床版部のひずみ分布は比較的良好に計算値と一致するのに対して、壁部のひずみは計算値よりも相当大きな値が得られた。これは、壁部に配置したPC鋼棒用のシース孔による剛性低下に起因するものと考えられる。

(2) 30 Kg/cm^2 の設計内圧までの加圧試験によって得られた同一位置の円周方向ひずみ分布も、図-3に示すように、同様の傾向を示しており、壁部においては計算値よりも大きなひずみが測定された。

(3) この模型実験で測定された壁部中央位置の代表的なクリープ挙動を図-4に示す。この図で、プレストレスを導入してから約 300 日間のクリープひずみはプレストレスのみによるものであり、また温度勾配を与えてからのひずみは温度

表-1 模型の諸元

項 目		諸 元
主 要 寸 法	外 径	3.00 m
	外 高	3.50 m
	床 版 厚	0.70 m
	壁 厚	0.50 m
	空 洞 径	2.00 m
	空 洞 高	2.10 m
面 積 体 積	模型外表面積	47.36 m ²
	空洞内表面積	13.20 m ²
	コンクリート体積	18.14 m ³
	空洞部容積	6.597 m ³
	コンクリート重量	43.34 t
重 量	鋼材重量	PC鋼棒 1.61 t PC鋼線 2.00 t 定着台 3.40 t 支圧板 0.74 t 鉄 筋 3.58 t ライナー重量 1.11 t 計 55.98 t

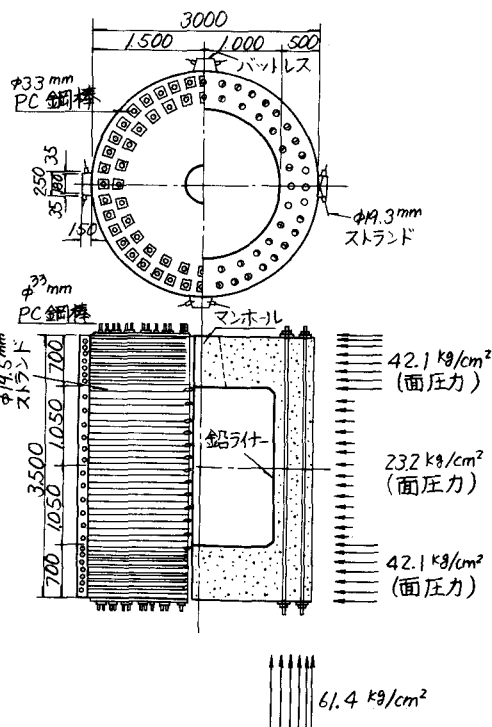


図-1 模型の形状寸法とプレストレス量

上昇によるひずみとクリープひずみの総和で示してある。クリープ解析では以下の示すようなコンクリートのクリープ特性を用いた。

- (i) 単位応力度当りのクリープ曲線（載荷材令 63 日）；

$$\epsilon(t)_{20^{\circ}\text{C}} = 1/E_i + F(K) \cdot \log_{10}(t+1)$$

$$= 3.252 + 1.033 \log_{10}(t+1) (\times 10^{-6} / \text{Kg/cm}^2)$$
- (ii) 材令 28 日を基準としたクリープと載荷材令との関係；

$$\phi(K) = F(K) / F(28) =$$

$$= 2.855 - 1.688 \log_{10}(K) + 0.279 \{ \log_{10}(K) \}^2$$
- (iii) 20℃を基準としたクリープと温度との関係；

$$\phi(T) = 0.20 + 0.04 T$$
- (iv) クリープポアソン比； $\nu_c = 0.15$

ここに、 t は応力作用後の経過日数、 K は応力作用時のコンクリート材令、 T は温度、また E_i は瞬間弾性係数である。また、クリープ解析法はクリープ速度が載荷応力、温度および載荷後の経過時間によって定まるとするクリープ率法を用いた。図-4 から、温度勾配を継続させてからのクリープ挙動はこのクリープ率法による解析値と比較的よく合うことが示された。

(4) クリープ率法による解析結果から、温度勾配によって生じた熱応力はコンクリートのクリープによって相当に大きな緩和現象が起り、その減少量は 60℃に加熱 56 日後には弾性熱応力の約 3 割に達することが示された。

このように、温度勾配によって発生した熱応力はコンクリートのクリープによって著しく変動するので、PC 圧力容器のような構造物の設計解析に際しては、高温下のコンクリートのクリープについて十分配慮することが主要である。

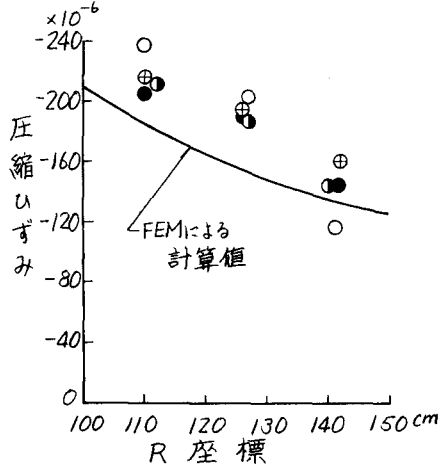


図-2 プレストレス導入時のひずみ分布 (ϵ_{θ})

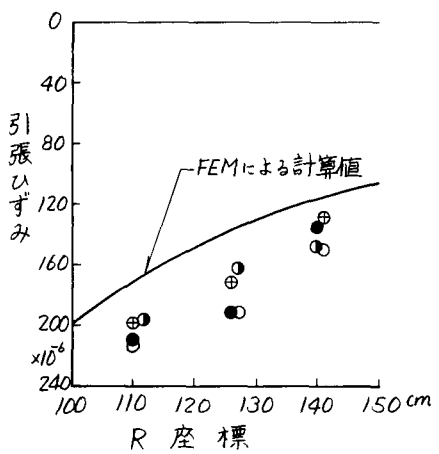


図-3 内圧のみによるひずみ分布 (ϵ_{θ})

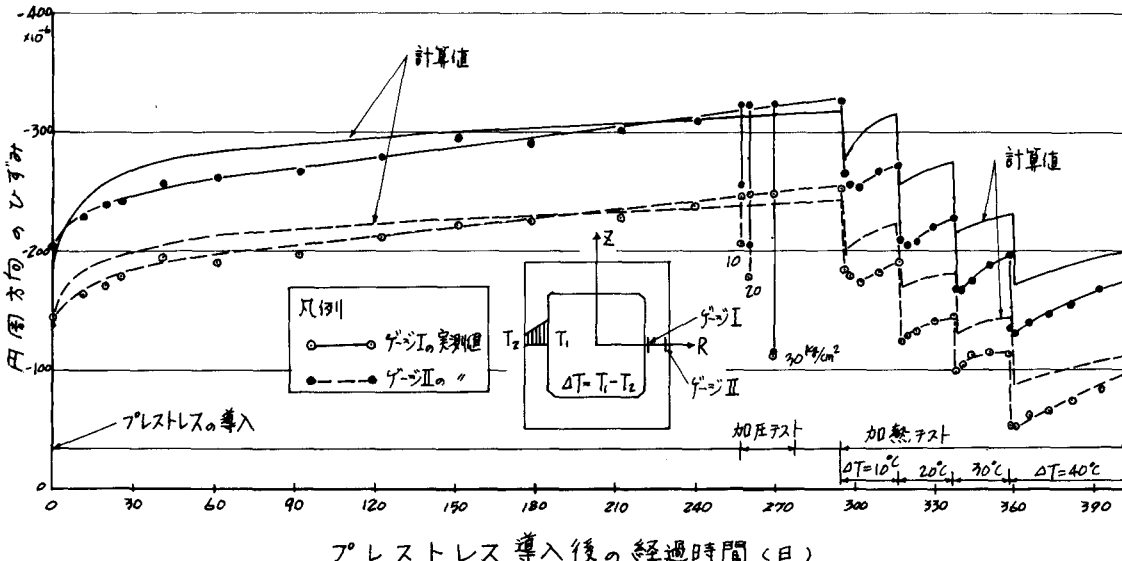


図-4 壁部中央位置における円周方向ひずみの経時変化