

V-422 日射を受ける大型シリンダー状コンクリート壁の変位・応力分布に関する検討

(株)電力計算センター 正員 川原場博美  
 四国電力(株) 広瀬 謙治  
 (財)電力中央研究所 正員 遠藤 孝夫

1. はじめに

太陽からの日射や気温変動により大型シリンダー状コンクリート壁(以下コンクリート壁と呼ぶ)に生じる温度応力は、設計上無視できない値となる。そこで、図-1に示す不等厚な半球ドーム付コンクリート壁を対象に温度応力解析を行った。本報告は、夏期の1日の日射や気温変動を受けるコンクリート壁の変位及び応力実測結果と比較検討し、解析の妥当性ならびに変位、応力性状について述べたものである。

2. 解析方法と解析条件

図-2に要素分割図を示す。同図に示されたようにコンクリート壁は、軸対称回転体と仮定したため、断面のメッシュは二次元(r-z断面)FEMモデルと同じであるが、荷重は非対称であり、よって解析は、荷重、変位、歪、応力を周方向にフーリエ級数展開した三次元解析となる。本解析では、この二次元要素を対称軸まわりに22.5°刻みに一回転させた16断面について、8次のフーリエ級数により近似し計算している。温度応力解析は、先に報告した温度分布解析結果より、ヤング率を $3.2 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 、ポアソン比0.167、熱膨張率を $10 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ として、8月2日午前6時(歪、応力を全て零)から、8月3日午前6時まで30分刻みで計算した。

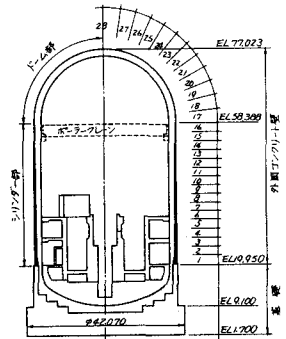


図-1 コンクリート壁の概観

3. 解析結果と考察

解析値と実測値との比較

**変位について:** 変位実測値は図-3に示すように、シリンダー部、ドーム部およびドーム部頂部に変位計をコンクリート壁内表面の東西南北の4方向に配置し、1方向で鉛直、円周および半径方向の3成分について計測した。変位実測値は、解析値と比較するため実測点12点と3成分の36点について、8月2日の午前6時の変位を基準(変位を零とした)とし日変化量にした。図-4は、36点の実測値と解析値とを比較した内の一部を経時変化により比較して示す。解析値と実測値との差は、ドームの西側に発生する鉛直方向変位で解析値が実測値より大きく時間的な差もみられが、これ以外では定性的、定量的に良く一致していると考えられる。

**応力について:** 応力実測値は、鉄筋計により計測された値を用いた。実測した鉄筋計の位置は、高さ方向に4断面あり、図-5に示すように1断面での計測位置は、東西南北の4方向についてコンクリート壁の外表面と室内表面近傍のたて筋と円周方向筋で計測されたものである。従って、1断面の計

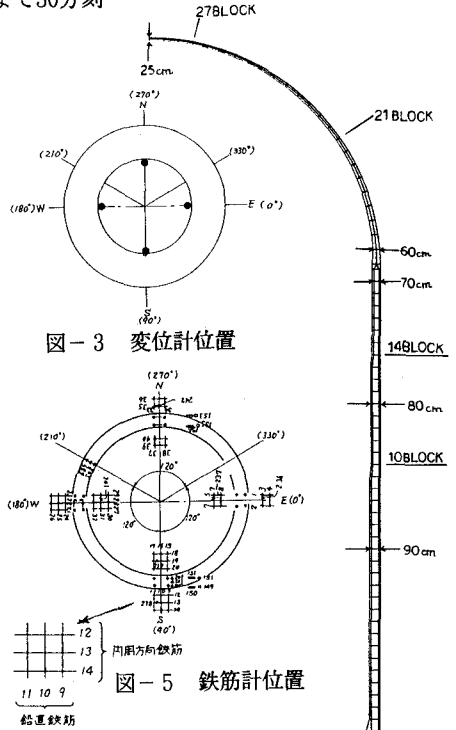


図-3 変位計位置

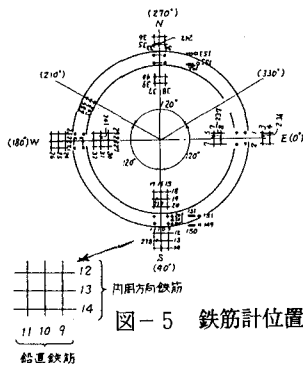


図-5 鉄筋計位置

図-2 要素分割図

測点は40あり4断面で160点の実測値が得られている。応力実測値は、解析値との比較するため、8月8日の午前6時の応力を零として、日変化量に直した。

尚、鉄筋計による応力計測値を用いたため鉄筋のヤング率とコンクリートのヤング率比から計測値の応力を1/7として、コンクリートの応力度とした。解析値と実測値との比較は、160点の実測値と比較し、図-6にこれらの一部を応力解析値と実測値とを経時変化により比較して示す。解析値と実測値とを比較してみると、西側ドーム部のピーク時刻に差が見られたが、全体的に解析値は実測値と比べ定性的、定量的に良く一致した。

変位・応力分布の特徴：図-7から図-9に変位と応力の解析結果を示す。

- ・コンクリート壁の変位挙動は、太陽の移動に伴いながら日射を受ける面に対し、反り返る分布を示す。
- ・シリンダ部とドーム部の変位を比べると、ドーム部の変位が大きく、鉛直上向きの変位が顕著に見られる。この変位は、ドーム部頂部で最大となり、16時頃に1.8mmを示す。
- ・コンクリート壁の応力挙動は、コンクリート壁を外側と内側に分けると、外側は圧縮応力の領域となり、内側は引張応力の領域となる。
- ・応力が顕著に見られるのは、ドーム部であり、円周方向の応力が最大となる。
- ・ドーム部の円周方向応力は、12時頃南側外表面近傍で38kg/cm<sup>2</sup>の圧縮応力が発生し、内表面近傍に発生する引張応力は12時頃23kg/cm<sup>2</sup>を示す。

4. まとめ

日射を受ける大型シリンダー状コンクリート壁の変位および応力挙動を解析的に求めた。解析から得られた結論は次のようである。

- (1) 変位および応力解析結果は、詳細な実測値と比較・検討し、定性的、定量的に良く一致しており、解析の方法が妥当なものであると考えられる。
- (2) 日射および気温変動によるコンクリート壁の温度応力解析を行う場合、詳細な温度分布解析を行えば精度の高い応力分布が得られる。

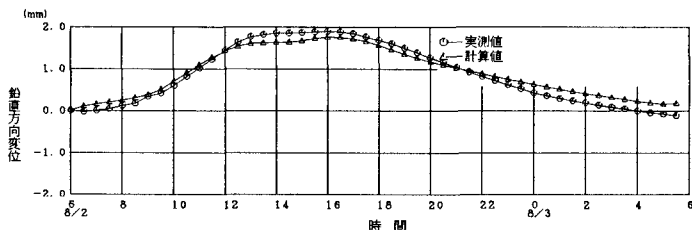


図-4 変位時刻歴図（ドーム頂部）

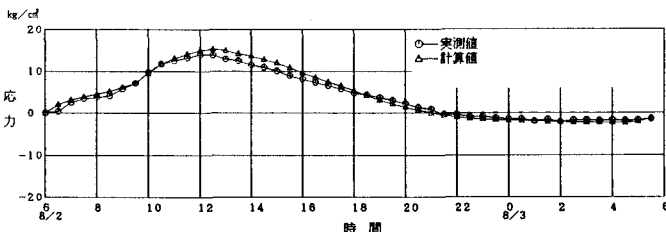


図-6 応力時刻歴図（ドーム部）

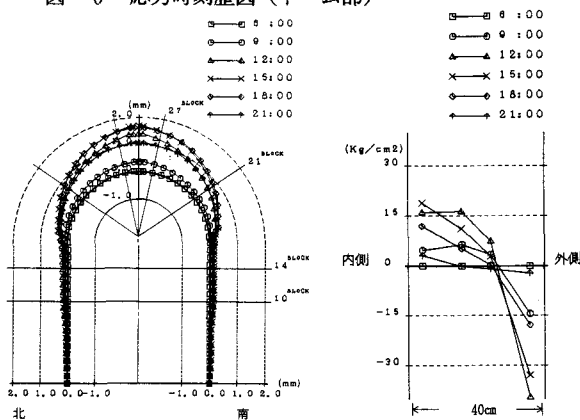


図-7 変位分布図（南-北断面） 図-8 壁厚方向応力分布図

