

V-423 日射を受ける大型シリンダー状コンクリート壁の温度分布に関する検討

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

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)に生ずる温度応力は、無視できない値となる。そこで、図-1に示すような実規模大のコンクリート壁内温度、壁内外の気温および日射量の計測を行い、これらの計測値に基づき理論日射量を求め、三次元熱伝導解析を行った。本報告は、夏期の1日の日射および気温変動を受けるコンクリート壁の温度分布解析結果と実測値とを比較検討し、解析法の妥当性の検証ならびに温度分布の特徴について述べたものである。

2. 解析方法と解析条件

**日射量の算出:** 太陽からの日射量は、直達日射と天空拡散日射とからなり、日射を防げる障害物は無いものとした。直達日射量はBouguerの式を用い、天空拡散日射量はBerlargeの式を用いた。図-2に解析に用いた理論日射量と実測日射量とを比較して示す。尚、理論日射は大気透過により実測日射量と一致させた。

**温度分布解析法:** 日射入熱量が分かれば、それを受ける構造体の伝熱問題は、三次元の拡散方程式を解くことによって解決される。本解析では、コンクリート壁体を軸対称構造物とし、入熱荷重が非軸対称となるため解をフーリエ級数に展開する非軸対称荷重を受ける軸対称問題として解いた。

**解析モデルと諸元:** 解析対象モデルは、図-1に示した不等厚半球ドーム付コンクリート壁を用い、図-3に要素分割を示す。この二次元要素を対称軸回りに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を行っている。解析に用いた入力諸定数を表-1に示す。解析の時期と期間は、夏期の8月1日6時から8月3日の24時まで30分刻みで計算した。尚、8月1日6時から8月2日の0時までの18時間をコンクリート壁初期温度分布計算期間とした。

**外気温と室内気温分布:** 外気温と室内気温は、実測されたデータを用いた。室内気温は図-4のように高さ方向に3段階に分け分布させた。外気温は図-5のように高さ方向に4段階に分け、さらに円周方向にも3方向に分け分布させている。

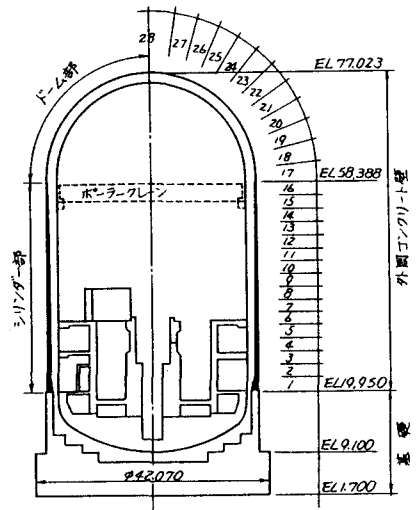


図-1 コンクリート壁の概観

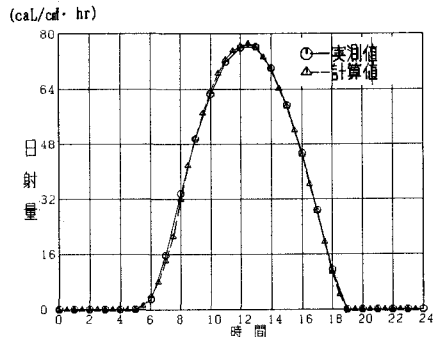


図-2 理論日射量時刻歴図

表-1 解析に用いた諸定数

日射吸収率	外表面熱伝達率 (Kcal/m <sup>2</sup> ・hr・°C)	内部表面熱伝達率 (Kcal/m <sup>2</sup> ・hr・°C)	熱伝導率 (Kcal/m・hr・°C)	比熱 (Kcal/kg・hr・°C)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )
ドーム部 : 0.4 シリンダ部 : 0.65	ドーム部 : 8.7 シリンダ部 : 10.0	10.0	1.0	0.23	2400

ドーム部外表面: ウレタン樹脂塗装、シリンダ部外表面: 無塗装コンクリート

3. 解析結果と考察

解析値と実測値との比較：解析値と実測値との比較は、コンクリート壁中の36点の温度実測値と比較した。図-6は、これらの一部を示す。解析値と実測値との差は、西側シリンダ部外表面のピーク時刻（実測値が約2時間遅れている）にみられ、これ以外では最高でも3℃程度であり、解析方法および諸定数の選定が妥当であると考えられる。

温度分布の特徴：図-7に温度分布図を、図-8に壁厚方向の温度分布を示す。

- ・コンクリート壁外表面の温度分布は、日の出直前の5時頃最低となり30℃を示し、太陽の上昇に伴い、東側から暖められ天頂位置ではドーム部が高くなり、夕刻西側壁に日射を受けることになる。
- ・シリンダ部外表面は、南側と比べ東側（10時頃）と西側（16時頃）が高く、最高となるのは西側壁の16時頃で48℃を示す。
- ・シリンダ部内表面は、壁厚が70cm～90cmあり日射の影響をほとんど受けず40℃一定となる。
- ・ドーム部外表面は、南側から西側壁の15時で54℃に達する。
- ・ドーム部内表面は壁厚が40cm前後あり、日射の影響を受け38℃から44℃の範囲で変動している。

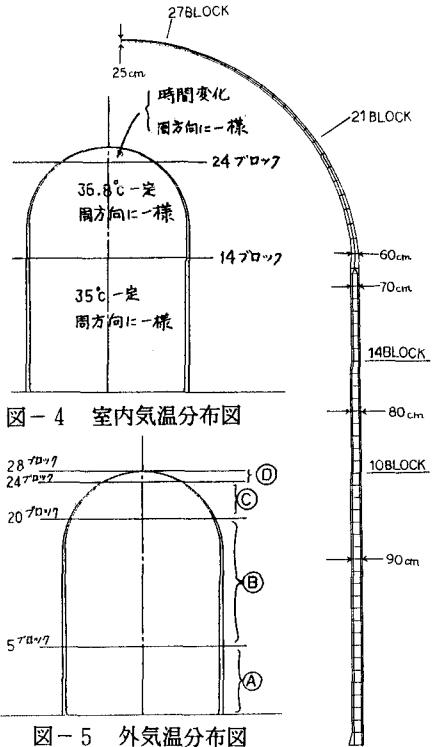


図-4 室内気温分布図

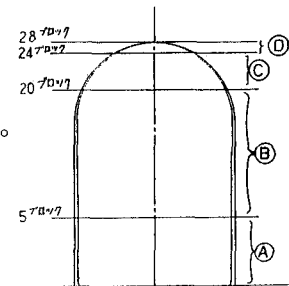


図-5 外気温分布図

図-3 要素分割図

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温度分布をできるだけ実測値を用いて解析した。解析から得られた結論は次のようである。

- (1) 温度解析結果は、実構造物で計測された36点の温度実測値と比較し、最高でも3℃程度の差であり解析方法および諸定数の選定が妥当であると考えられる。
- (2) 壁厚が比較的薄いコンクリート壁を解析する場合、熱定数の選定、モデル化、外気温等の入力に十分な検討を要する。
- (3) 熱定数の内、温度分布解析に大きな影響を与えるのは壁内・外の熱伝達率であった。
- (4) 壁表面に近い外気温は、地表とコンクリート壁体上層部と比べると、上層部が高い傾向を示す。これを解析に反映する必要があると考えられる。

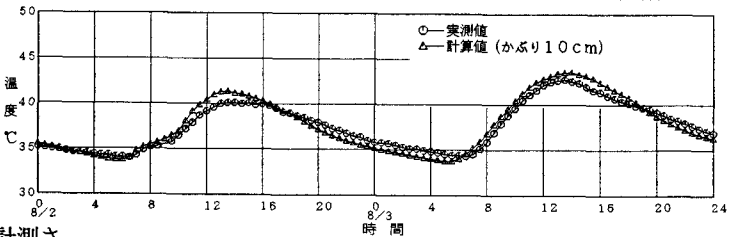


図-6 温度経時変化図（東側外表面近傍）

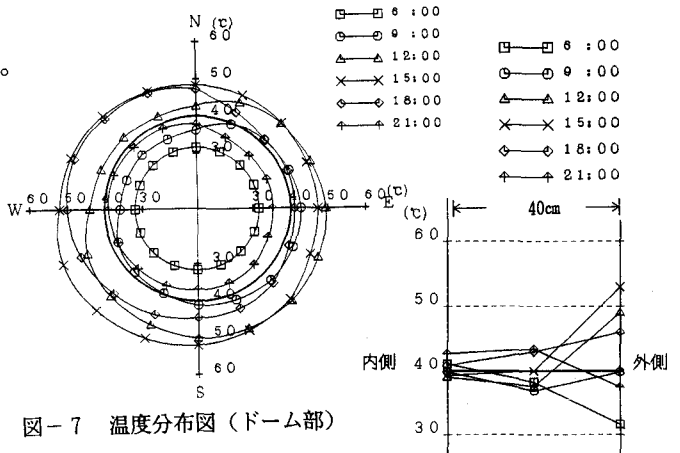


図-7 温度分布図（ドーム部）

図-8 壁厚方向温度分布図（ドーム部）