

電力中央研究所 正 田辺忠顕

電力中央研究所 正 遠藤孝夫

電力中央研究所 正 原口 晃

1. 序

近年コンクリート製格納容器・LNG貯蔵タンク等の設計にみられるように熱応力に対するコンクリート構造物の設計手法が新しい技術上の問題点として注目されるようになってきた。通常これらの構造物において考えられている熱荷重としては内側の気体ないし液体の媒体と外側雰囲気との温度差であるが、^{12,21} 今迄全く考慮されていなかった熱荷重として太陽による日射熱荷重がある。本研究は先に発表した解析手法により、この種の熱応力などの程度になるの格納容器状のコンクリート構造物について解析し、使用限界状態に対しては、日射熱荷重が決して無視し得ない荷重である事を述べたものである。

2. 理論日射量と実測日射量との比較

一年間の任意時刻における地球上の任意地点での理論直達日射量は太陽常数(太陽からの輻射熱の強度)を $1156 \text{ kcal/m}^2/\text{hour}$ で一定とし、太陽の周囲の完全円軌道を地球が回転するとし、又空気透過による輻射減衰は空気層厚さに比例するとして等し、拡散日射量については Bet alge の式を用いている。図-2はI地点における理論日射量と実測値とを比較して示したが理論日射量は一年のうちのいずれの時点においても実測値とよく一致している。しかし、午前中の理論日射量が幾分実測値より大きく透過率が午前と午後で異なること、午前中は幾分透過率が低下すること等を示している。解析の対象としてのコンクリート構造体は仮想的格納容器状構造物で図-1に示すデメンジョンを持っているとする。この構造物に対し入射量は各部分ごとに刻々異なるが、一日のうち一番大きな熱入射を受けるのは冬場でドームつけ根部分、夏場では天頂にはほぼ近い部分である。日射量が最大・最小になるのはそれぞれ夏至及び冬至の時点であるが、外気からの対流熱伝達が最高最低となる時点はそれぞれ8月中旬・2月下旬である。いずれの時点が温度応力に、より大きな影響を及ぼすかは遮蔽壁の輻射吸収率によって左右される。今仮に吸収率を0.65とした場合、対流熱伝達の影響の方が大でコンクリートの表面温度は8月中旬で午後2時天頂により幾分下ったところで最高温度に達し40℃を弱になり、温度勾配は約32℃/m程度になる。冬期には表面の最低温度は外気温に近い4℃程度に夜明け前に達するが、温度勾配は圧倒的に日中が大でドームのつけ根あたりで最高37℃/mに達するようである。

3. 温度応力分布

温度応力が最大になる時刻は夏場においても冬場においても温度勾配が最大となる時刻、即ち午後12時から2時頃で、外表面に圧縮力、内表面に引張力を発生させるモーメントポツェルの周方向・鉛直方向の全体に分布し、その最大値は冬場で周方向・鉛直方向いずれの方向にも217℃/m程度で夏場の最大値よ

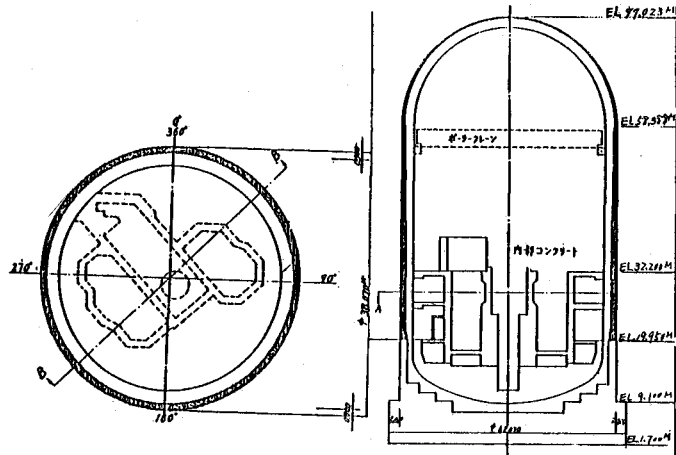


図-1 数値計算を行った格納容器状コンクリート構造物

り50%大きい値となった。これらの曲げモーメントは地震時に発生するモーメントより、はるかに大きく、地震荷重に対してはシェルが大部分膜力で抵抗するのに対し、熱応力に対しては膜力効果が殆んど無いことを示している。また最大応力は最大モーメントと異りドーム部分に発生し、その値は引張側で約 19 kg/cm^2 圧縮側で約 24 kg/cm^2 となった。このように地震による応力の小さいドーム部分で熱応力は逆に大きくなり熱応力分布の特徴を示している。この引張応力に対して鉄筋量を概算すると1%程度となりかなりの量となるのであらかじめ外荷重としてとり扱う必要がある。

参考文献

- (1) 田辺忠顕、他：“太陽熱を受けるコンクリートドーム壁の温度分布解析”
昭和54年土木学会年次講演会
- (2) 遠藤孝夫、他：“太陽熱を受けるコンクリートドーム壁の熱応力解析”
昭和54年土木学会年次講演会

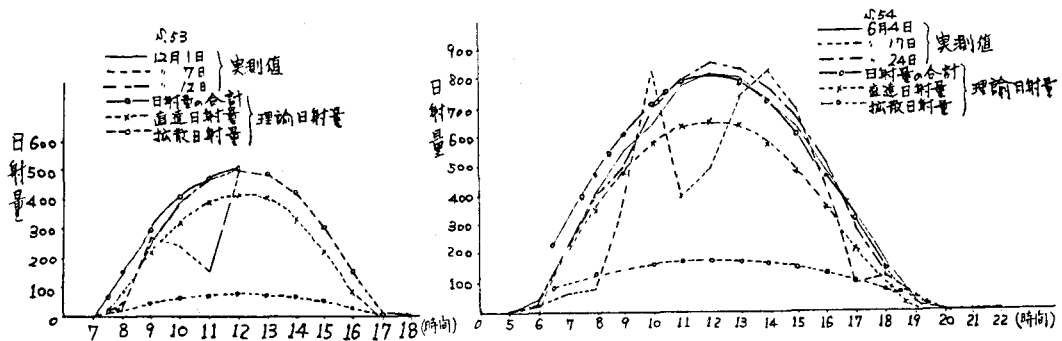


図-2 理論日射量と実測値との比較

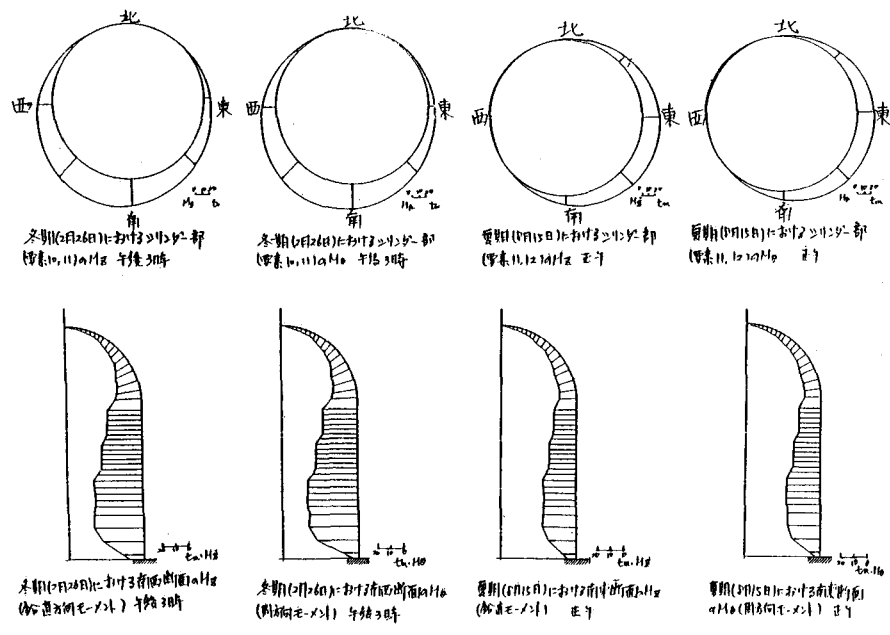


図-3 太陽熱によって発生するモーメント