

V-196 LNG地下式貯槽底版マスコンクリート打設時の温度応力解析（その1）

（その1：予測計算値と実測値の比較）

東京電力㈱ 正会員 市川 隆三
 大成建設㈱ 正会員 西村 雄二
 大成建設㈱ 正会員 ○柄 登志彦

1. はじめに

マスコンクリートの温度応力解析については、現在種々の解析手法が提案されているが、事前の予測計算には外気温、打設温度等種々の不確定要因が含まれる。本報告は、LNG地下式貯槽の7m厚底版コンクリートを連続打設した際に得られた温度・応力の計測データを基に、軸対称FEMモデルによる予測計算値の精度を検証したものである。

2. 構造物及び解析モデルの概要

対象とする構造物は厚さ7m、直径約50mの大型円形スラブであり、打設には約48時間を要した。

事前の予測計算として、FEM軸対称モデルを用いて、コンクリートの内部発熱を考慮した非定常熱伝導解析と、材令による弾性係数の変化とクリープを考慮した逐次応力解析を行った。また、打設が長時間にわたることから、打設時間のずれ及び打設温度の変化を考慮するために、解析上は3層の分割打設とした。

解析条件のうち、物理定数は事前の標準養生供試体による試験値を用い、クリープ係数はCEB/FIPコード²⁾に基づいた実績値を採用した。予測計算に用いた断熱温度上昇式は、事前に同配合で打設したヒーティング保護コンクリート（厚さ1m）の温度シミュレーション解析結果より得られた次式を用いた。

$$T = 29.0 (1 - \exp(-0.29t)) (^{\circ}\text{C}) \quad (t: \text{日})$$

軸対称モデルによる予測計算では、外気温として理科年表による月平均気温を基に季節変動を与えているが、日変動は考慮していない。

3. 計測データとFEM解析値の比較

中心部の最大温度上昇量（ ΔT ）は、FEM予測計算値の28.1℃に対して、実測値は31.7℃であり13%の増加となった。打設後温度がピークに達した時点の温度分布図を図-3に示す。

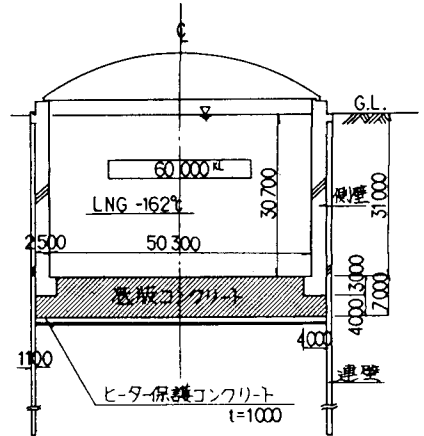


図-1 構造図

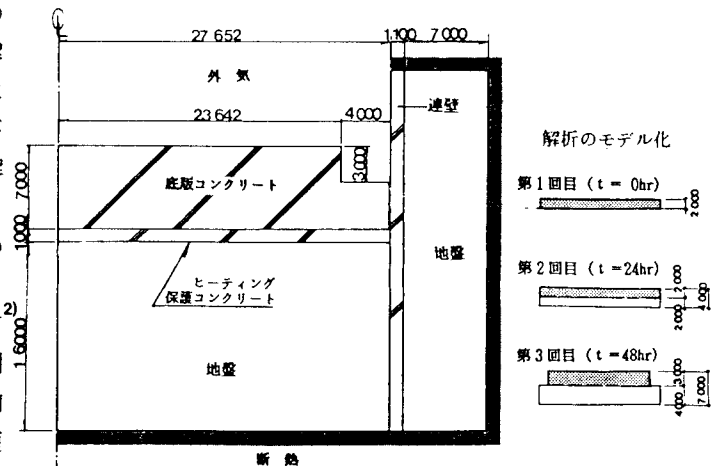


図-2 軸対称FEM解析モデル図

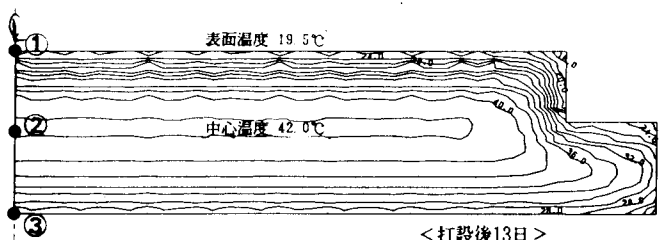


図-3 ピーク時温度分布図（FEM解析結果）

温度履歴は中心部②と下部③では比較的良好な一致を示しているが、表面部①では大きく異なっている。

温度の予測計算値と実測値の差異の原因は以下のものが考えられる。

- ①打設温度の違い
- ②断熱温度上昇式の違い
- ③予想外気温と実際の外気温の違い
- ④養生条件の評価(表面熱伝達率の評価)
- ⑤上部多段鉄筋の影響
- ⑥の多段鉄筋の影響とは、表面部

には主筋としてD51鉄筋が18cmピッチで4段配筋されており、これによって表面から深さ70~80cmまでの部分は発熱性状・熱伝導率共に一般部のコンクリートとは異なっていると考えられる。

応力も温度と同様、中心部②と下部③では比較的合っているが、表面部①では打設開始から9日以降大きくずれ初めおり、実測値が予測計算値よりもかなり早く圧縮側に移行している。

応力の予測計算値と実測値の差異の原因としては以下のものが考えられる。

- ①外気温の変動による局所的な応力の発生
- ②上部多段鉄筋の影響
- ③弾性係数の違い
- ④クリープ係数の評価

特に表面部の実測応力履歴は、ほぼ外気温の日変化が原因とみられる小さな変動を繰り返しているものの、軸対称FEM解析における外気温条件としては日変化が考慮されていないことが、実測値と合わない主要原因の1つと考えられる。

4. まとめ

- ①外気温として季節変動のみを与えている軸対称FEM予測計算値は、中心部と下部では温度、応力とも実測値と良好な一致を示しているが、表面部では差が大きく、これは外気温の日変動の影響が大きいと考えられる。
- ②大型構造物のマスコンクリート温度応力解析において、表面付近の温度、応力を正確に把握するためには、外気温、打設温度等の条件をより実際に近く適切に設定することが肝要である。

- 参考文献 1) 河原, 他: LNG地下貯槽底版マスコンクリート連続打設について, 第41回土木学会年次学術講演会(S61.11)
2) CEB/FIP: Model Code for Concrete Structures, 1978

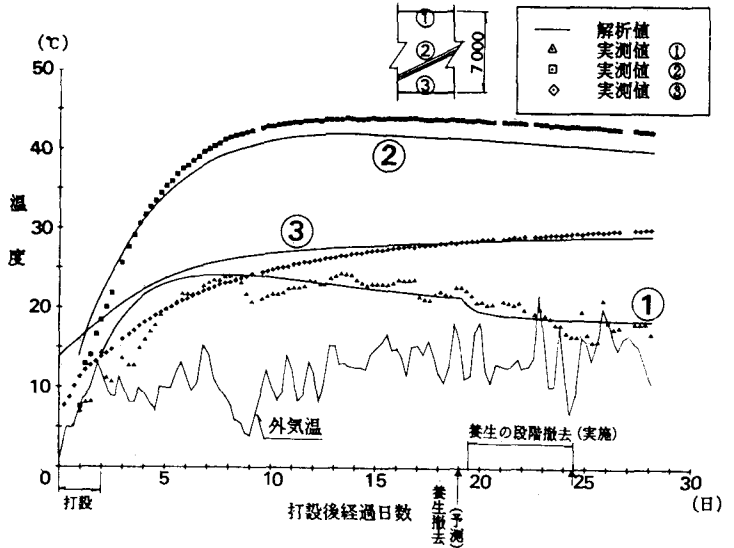


図-4 温度履歴図(FEM予測計算値と実測値の比較)

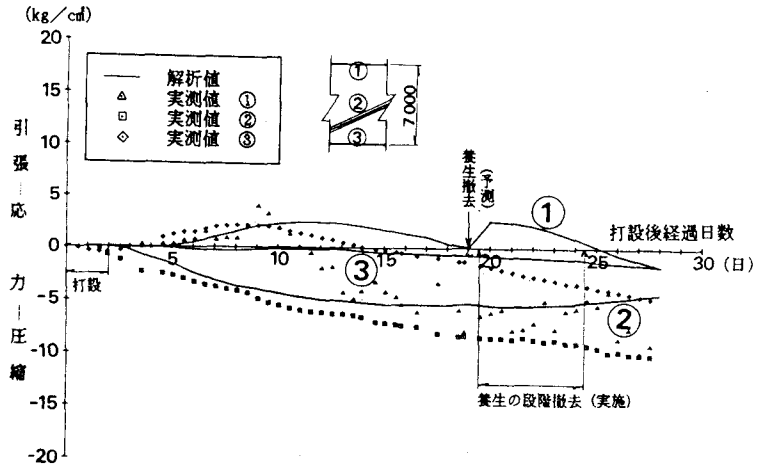


図-5 応力履歴図(FEM予測計算値と実測値の比較)