

貯水タンクの日常的な温度分布に関する一考察

東北工業大学 正会員 ○ 秋田 宏
東北大学 " 尾坂芳夫

まえがき

日常的な気温変動や日射により、PC貯水タンクに生じる温度応力を調べるために、実在のタンクにより温度やひずみの測定を行ってきた¹⁾。しかし、実在のタンクによる測定は、特定の地点、特定の部分に関するデータであり、当該タンク固有の条件もあるところから、温度分布についても、一般性のあるデータを得るためには十分でない。

そこで、任意地点の緯度・経度から、太陽高度や日射量等を算出し、壁表面の熱の出入を考慮して、壁の温度分布を求める計算手法を整理した。また、その手法の妥当性を調べるために、模型水槽による実測を行ない、計算結果と比較した。

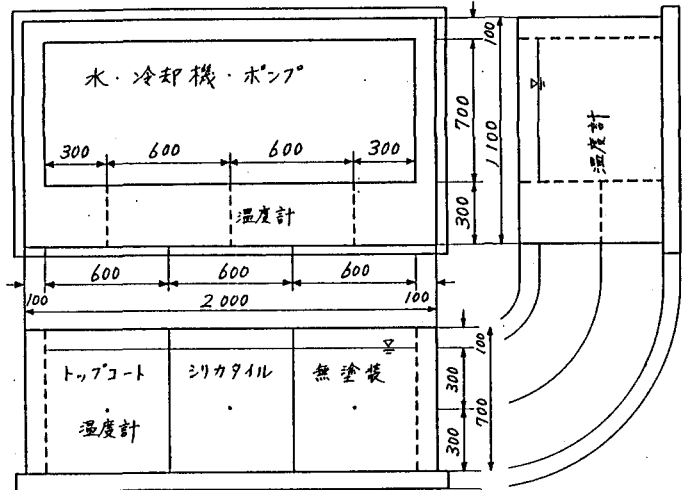


図-1

理論計算

日射量は、太陽からの直達成分、天空散乱成分、地上反射成分からなる²⁾。当該地点の緯度、経度、季節、時間から、太陽高度角、方位角が決まり、直達成分は

$$I_{ND} = I_0 \cdot P \cdot \csc h$$

天空散乱成分は

$$I_{HS} = I_0 \cdot \frac{\sin h}{2} \cdot \frac{1 - P \csc h}{1 - 1.4 \cdot \ln P}$$

地上反射成分は

$$I_{HR} = R \cdot (I_{ND} \cdot \sin h + I_{HS})$$

ここで、 I_0 : 太陽定数 P : 大気透過率
 h : 太陽高度角 R : 日射反射率

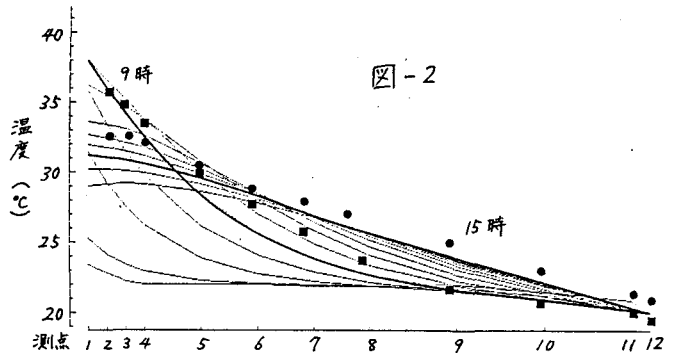
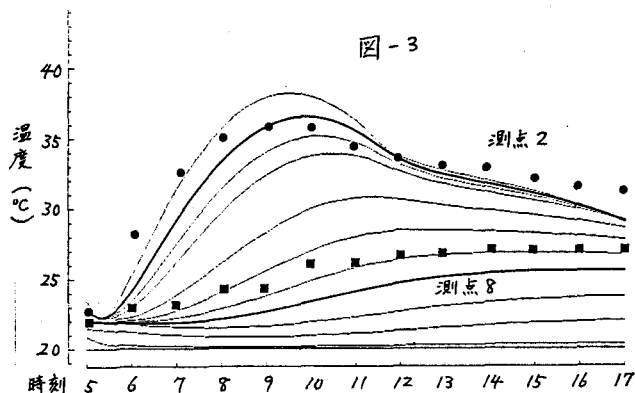


図-2

これらの合計に、壁表面の吸収率をかけたものが、入射熱量である。さらに、壁面からの大気放射、壁と大気間の対流熱伝達を考慮して、壁面入熱量が決まる。壁内部においては、1次元熱伝導問題として、たとえばコントロール・ボリューム法により解くことができる³⁾。

実測

実測は30cm厚のタンク側壁を想定し図-1のような模型により行なった。壁表面は、無塗装、シリカタイル塗装、トップコート塗装の3種とし、図-2に表われているように、温度計(熱電対)を壁厚方向に11点埋設し、内水温を冷却機とポンプにより20℃に保った。測定は、東向きおよび南南西向きの2ケースにつき、5時から17時まで1時間間隔で行った。図-2は、1985年



7月29日の東向きのケースで、無塗装の場合の壁厚方向温度分布の時間変化であり、曲線は理論計算値、丸印は9時と15時の実測値である。図-3は、各測点での時間変化であり、丸印は測点2および8の実測値である。計算値と実測値は、最大で3℃程度の差は認められるが、ほぼ一致した変動を示しており、計算手法は妥当なものと考えられる。

模型において、温度計埋設位置は、60cm間隔であるが、塗装の違いによる影響が他に及ばないかどうかを確認する必要がある。そのため、2次元の熱伝導問題として計算し、等温線を表わしたのが図-4である。図からも、温度計埋設位置では等温線がほとんど平行であることがわかり、

計算値を1次元のものと2次元のもので比較しても、0.3℃程度の差が認められるだけであり、模型の妥当性が確認された。

参考文献

- 1) 秋田・尾坂：クリーブを考慮に入れたPCTタンの温度応力解析，東北支部講演概要，pp. 375-376，1985.
- 2) 建築学便覧I計画，丸善，1980.
- 3) 水谷・香月訳：熱移動と流れの数値解析，森北，1983.

