

東北工業大学 正会員 ○ 秋田 宏
 東北大学 " 尾坂 芳夫

日常の気温変動によって、PC貯水タンクに生ずる温度応力は、計算上かなり大きなものになる。Priestley は¹⁾、タンク側壁の内外温度差が最大 30℃ に達すると指摘しているが、その時の温度応力は主荷重である内水圧による応力の 150% 程度になる。しかしながら、実際の設計で考慮されてきたのは 7~15℃ 程度であり、時にはまったく考慮されないことすらあった。それでいて今までのところ支障が起っていないのは奇異なことと言わねばならない。そこで、実際のタンクによる測定結果をもとにして、設計時に用いるべき温度荷重の評価をこころみた。

昭和 55 年より、山形県鶴岡市の 10000t 配水タンクを対象にして、各部の温度とひずみの測定を実施している。測定は年に数回、1 日の変動を調べるために、2 時間間隔で 24 時間行った。図-1 に、埋設したゲージ類の主要な位置を示す。

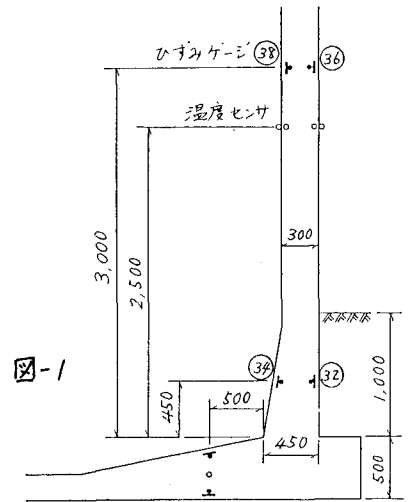
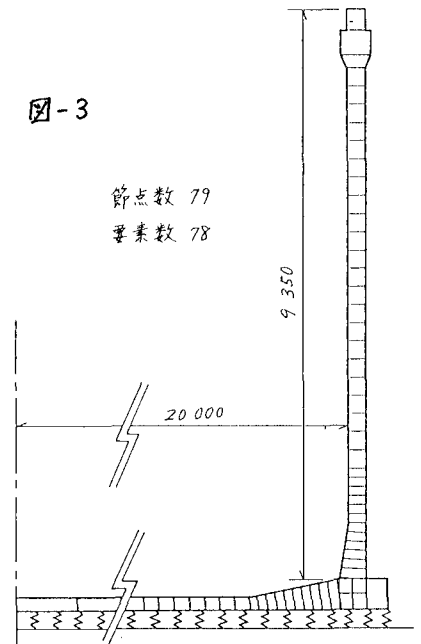


図-1

ひずみのゼロ点設定は、プレストレス導入以前に行っているため、観測されるひずみは、内水圧による応力、温度応力、プレストレス、クリープおよび乾燥収縮の和だと考えられる。計算を容易にするために内水圧に対する応力を、2つの部分に分けて考えるものとする。1つは水位変動の平均である 6m の内水圧に対する応力で、これに対してはクリープが生じるものとし、もう1つは 1 日を周期として平均水位からずれる部分に対する応力で、これに対してはクリープが生じないものとする。同様にして温度応力についても、図-2 に示した旬平均気温と内水温との差に対する応力にはクリープを考え、旬平均気温からのずれに対してはクリープを無視する。

クリープを含まない短期変動部分のひずみは、実測された温度分布と内水位および旬平均気温から、図-3 のような計算モデルを用いて算出することができる。クリープを含む長期変動部分のひずみは、実測値から計算値を差引いたものの平均として分離し、それにふたたび計算値を加えたものを計算ひずみとして、実測ひずみと対比させたのが図-4 である。このような比較では、もともと実測ひずみと計算ひずみの平均を一致させてあるので、極端なずれは生じないが、もし仮定された計算モデルが妥当なものであれば、両者の変動の幅と形がよく一致するはずである。

図-3

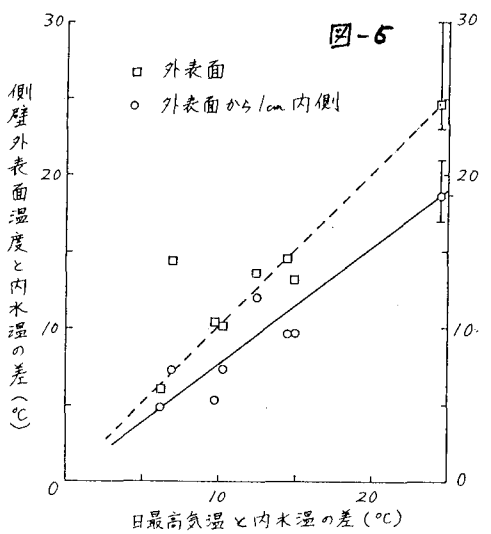
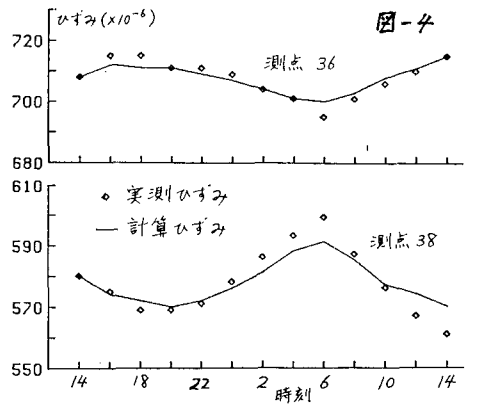
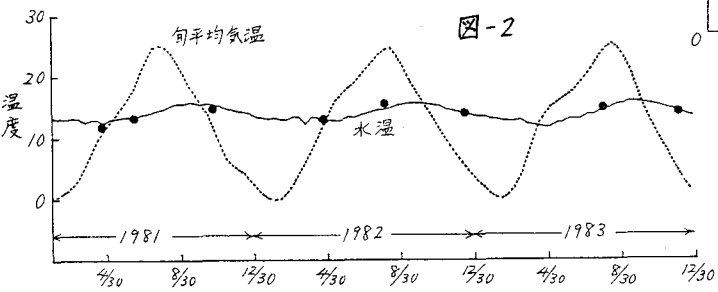


1) Priestley : Ambient Thermal Stresses in Circular Prestressed Concrete Tanks, ACI Journal, 1976, pp.553-560

図-5は、実測値から分離した長期変動部分のひずみと、CEBのクリープ・乾燥収縮予測式により算出されたひずみとの比較である。図-4、5ともに、計算値は実測値と若干のずれは認められるものの、よく変動を表しており、計算モデルは妥当なものと判断される。

タンク側壁の温度は日照や風の影響を受けるが、設計資料としては気象月報から容易に得られる日最高気温と関連づけるのが便利である。図-6は、これまでの測定における日最高気温と、側壁外表面および外表面から1cm内側の最高温度を、内水温との差と比較したものである。鶴岡市の過去15年間における最高気温は、昭和53年の39.9℃であるが、現実の測定ではそのような悪条件に近い日にあたっていない。しかし、この範囲のデータから推定すると、側壁の内外に生じる温度差は、外表面で考えると30℃程度、外表面から1cm内側で考えると21℃程度と思われる。

側壁厚30cmに対し、外表面付近1cmでの温度降下が著しいことから、外表面から1cm内側での温度を外表面の温度とみなすのが良いと考えられる。図-4はそのような仮定で計算された結果である。さらに、設計時には1MPa程度の余裕圧縮応力を見込んでおり、それが4℃分の温度応力に相当するところから、17℃差の温度荷重を考慮するのが妥当であると考えられる。



2) CEB Design Manual: Structural effects of time-dependent behavior of concrete, Georgi Publishing Comp., 1984.

