

東京電力(株) 正会員 田村 滋 美
 " 〇 鈴木 和 三 郎

1. まえがき

近年、鋼製タンクの安全柱についての関心が高まっているが、筆者は最近、50,000 Kℓ級タンクの応力測定を実施し、その結果を利用してタンクの数値解析方法について、若干の検討を加えた。

ここでは、応力測定結果を述べるとともに、その測定値と数値解析結果とを比較し、モデル解析における地盤のパネ係数の影響について報告するものである。

2. タンクの概要

応力測定ならびに数値解析を実施した鋼製タンクの概要は、表-1に示すとおりである。

表-1 鋼製タンクの概要

3. 応力測定の方法

1) ひずみ計設置位置

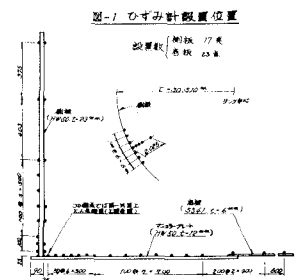
ひずみ計設置位置は、

図-1に示すように、

側板と底板の取付部

型 式	フローティングルーフ型
直径×高さ	φ61,020 mm × 20,860 mm
容 量	50,000 Kℓ
板 厚	側板 23~8 mm, 底板 12~6 mm
建設年月	昭和45年9月

(丁すみ内周)を中心とし、半径方向の一直線上に、側板の内外面に17ヶ所、底板の上面に17ヶ所の計34ヶ所、また直線上から離れた底板(丁すみ内周部近傍)に6ヶ所の合計40ヶ所設置した。なお使用したひずみ計は、ゲージ長2mmの、直交2軸型箔ゲージである。



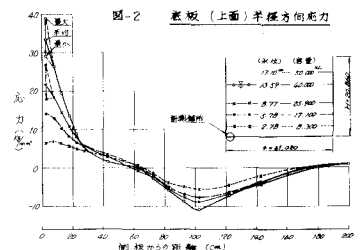
2) 応力の算定

測定ひずみ(ε)から応力(σ)の算定は次の式によった。

$$\sigma_x = E / (1 - \nu^2) (\epsilon_x - \nu \epsilon_y), \quad \sigma_y = E / (1 - \nu^2) (\epsilon_y - \nu \epsilon_x)$$

ここに E = 弾性係数 $2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

ν = ポアソン比 0.3 と仮定した。



3) 水張り量

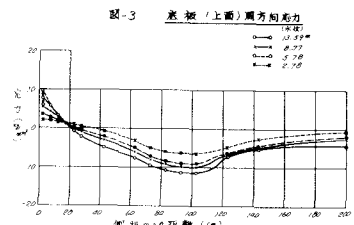
本タンクの実容量は、50,000 Kℓであるが、今回の測定に、おいては、都合により水張り量は、40,000 Kℓ(H 13.59m)までとした。また水張中の平均水温は、15°Cであった。

4. 応力測定結果

1) 底板の応力

① 底板半径方向の応力測定結果を、図-2に示す。応力は側板直下において、水張り量40,000 Kℓ(以下ことわらない限り同じ)のとき、 $3,350 \text{ kg/cm}^2$ (7点の平均値、なお最小は $2,900 \text{ kg/cm}^2$ 、最大は $3,900 \text{ kg/cm}^2$)の最大値を示した。

② 底板周方向の応力測定結果を、図-3に示す。応力は側板から1m程度離れた点で、 $1,150 \text{ kg/cm}^2$ の最大値を示した。



2) 側板の応力

- ① 側板鉛直方向の応力測定結果を、図-4に示す。応力は、最下端部で $1,420 \text{ kg/cm}^2$ の最大値を示した。
- ② 側板周方向の応力測定結果を、図-5に示す。最下端部の応力は、 500 kg/cm^2 で鉛直方向に比較して小さく値を示した。

5. 数値解析

1) 解析手法

軸対象シエル構造として、FEMにより解析した、解析に用いたモデルの概要を、図-6に示す。

2) 地盤のパネ係数

地盤のパネ係数は、図-7に示すケースについて検討した。図の④から⑦については、タンク底板より外側地盤の影響を考慮したものである。

3) 解析結果

ここでは、紙数の関係から、最っとも大きな応力の発生する、底板の半径方向についてのみ述べるものとする。

- ① 図-7に示す①～③の基礎全面の地盤パネを一定にしたときの解析結果を、図-8に示す。パネを強くすると、側板近傍部の応力が大きくなることを示している。
- ② 図-7に示す④～⑦の基礎外周部の地盤パネを内部より強くした場合の解析結果を、図-9～10に示す。側板直下近傍のパネの強さが、応力に与える影響が非常に大きいことを示している。

6. まとめ

- 1) 今回の応力測定における最大応力は、丁すみ内部底板の半径方向において測定された。またこの測定における円周方向応力は半径方向応力の $1/4$ 程度であった。
- 2) 上記1)の最大応力は、側板がHoop Tensionで応がろうとするのに対し、底板がこれを拘束し大きな曲げが発生することによるものと思われる。
- 3) 数値解析では、地盤のパネ係数の影響が非常に大きく、側板直下近傍のパネ定数を他の部分に比較して2～4倍程度にすることにより、丁すみ内部近傍については測定値に近似した解析結果を得ることができた。

図-4 側板鉛直方向応力

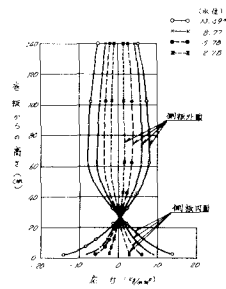


図-5 側板周方向応力

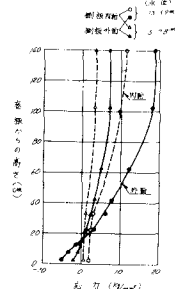


図-6 モデル図

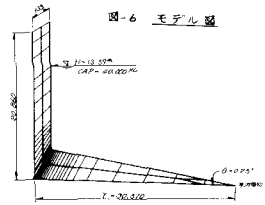


図-7 地盤のパネ係数

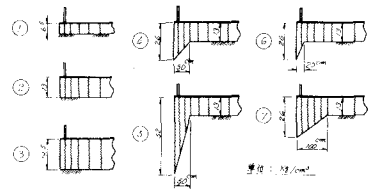


図-8 数値解析 (1)

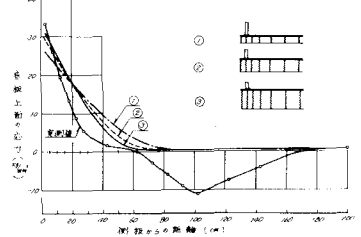


図-9 数値解析 (2)

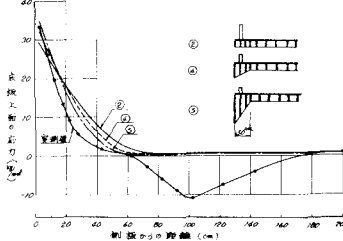


図-10 数値解析 (3)

