

大成建設 正員 浜田政則

同上 " 泉 博允

同上 " 石田 修

1. はじめに 著者らは地盤の水平面内の地震時ひずみに着目した数値解析を行い、この結果をすでに報告している。本文では、比較的深い地下タンクを対象として、表面層のせん断振動による応力度を試算し、タンクの径、および深さなどが地震時応力度に与える影響を検討した。

2. 解析条件 (1) 入力地盤変位：筆者らが提案している解析法では、地盤変位を地盤バネを介して強制変位としてタンクに与えることにより、タンクの変形と応力度を算定する。したがって、タンクに沿った地盤の相対変位、すなわち地盤の地震時ひずみが、タンクに応力度を発生させる原因となる。前報では地盤の水平面内のひずみを入力とする解析を行ったが、ここでは図-1に示すように、タンク底版と頂部における地盤の相対変位を考慮して応力度を求めた。タンク側壁に沿った地盤変位分布を直線とすれば、タンクの応力度は変位分布の傾き、すなわち地盤のせん断ひずみ γ に支配される。

(2) 構造モデル：側壁のみを対象とし、円環要素による有限要素法を用いた。地盤反力係数 (K_r, K_θ, K_z) 、タンクの径 $(2r)$ 、側壁厚 (d) 、深さ (h) 、およびコンクリートのヤング率 (E) により求まる次の三無次元量をパラメータとして解析した。

$$\frac{h}{2r}, \quad \frac{K \cdot r^2}{E \cdot d} = \beta \quad (K_r = K_\theta = K_z) \quad , \quad \frac{d}{2r} \quad \text{————— (1)}$$

側壁下端の境界条件としては、a)自由、b)鉸結合、c)剛結合の三通りとした。

3. 解析結果および考察 図-3～図-5に $\frac{h}{2r}$ を0.5とした場合の解析結果の一例を示す。縦軸は地盤のせん断ひずみとタンクのひずみの比を表し、タンクの構造、地盤反力係数、および地震時の地盤のせん断ひずみを与えられれば、図示した結果を用いて地下タンクの地震時応力度の概略値を求めることが出来る。

側壁下端が自由の場合は、円周方向の軸応力度 $\sigma_{\theta,N}$ およびせん断応力度 $\tau_{\theta z}$ が大きい。円周方向応力度 $\sigma_{\theta,N}$ は側壁天端と下端において最大で、せん断応力度 $\tau_{\theta z}$ は側壁中段である。側壁下端鉸結合の場合は、側壁下端部でせん断応力度 $\tau_{\theta z}$ が大きく、耐震設計上支配的な応力度となると考えられる。また、側壁下端剛結合の場合は、円周軸回りの曲げモーメント(図-2で M_z)による鉛直方向応力度 $\sigma_{z,M}$ が側壁下端で最大となる。

図-6に示すように、円周方向応力度 $\sigma_{\theta,N}$ はタンクが浅いほど減少する。図中、点線および一点鎖線で示した応力度は、地盤の水平面内のひずみによる応力度⁽¹⁾で、それぞれ側壁の円周方向の軸応力度および鉛直軸回りの曲げ変形による応力度を示す。地震時の地盤のひずみの大きさや成分については未だこれらを定量的に議論するに十分な研究資料がないが、仮に表面波動などによる水平面内のひずみと表面層のせん断ひずみが同等であるとすれば、軟質な地盤に建設される地下タンクでは β が0.1以下になることから、地盤の水平面内のひずみによる曲げ応力度が地下タンクの耐震設計上支配的な応力度となると考えられる。

4. あとがき 表層地盤のせん断振動による地下タンクの応力度について無次元量を用いた解析を行い、表面波などの伝播に起因する水平面内のひずみによる場合との比較を行った。地下タンクの地震時応力度の要因を地盤の地震時ひずみとしており、本報で例示した図表が活用されるためには、地盤の地震時ひずみに関する定量的検討が今後必要である。

参考文献 (1) 浜田政則：大型地下タンクの地震時挙動の観測と解析、土木学会論文報告集273号、1978年

(2) 浜田政則他：地下タンクの地震応力度の計算法について、土木学会第29回年次学術講演会概要集、第I部、1974年

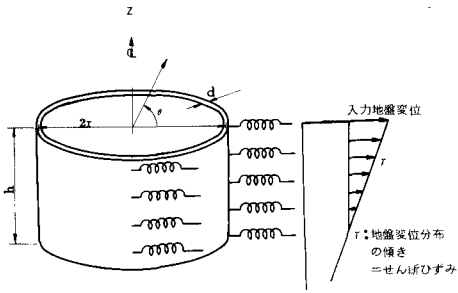


図-1 入力地盤変位と地下タンクモデル

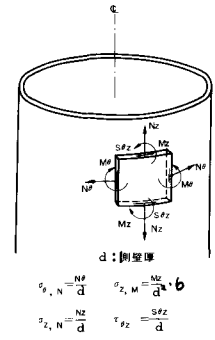


図-2 断面力と応力度

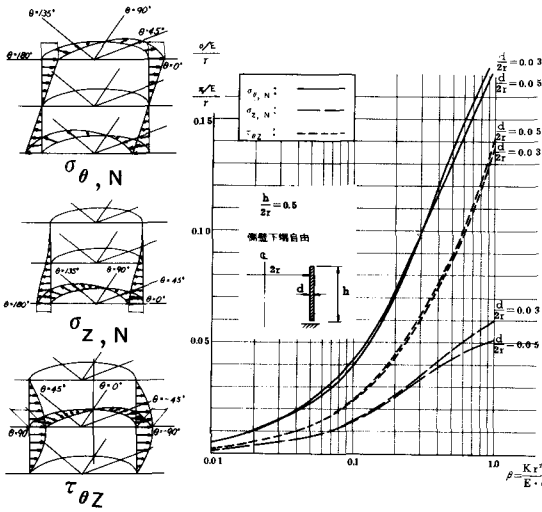


図-3 地下タンクの応力度 (側壁下端自由)

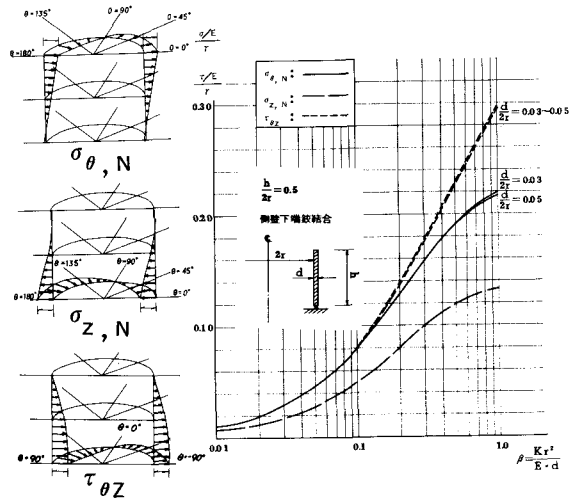


図-4 地下タンクの応力度 (側壁下端鉸結合)

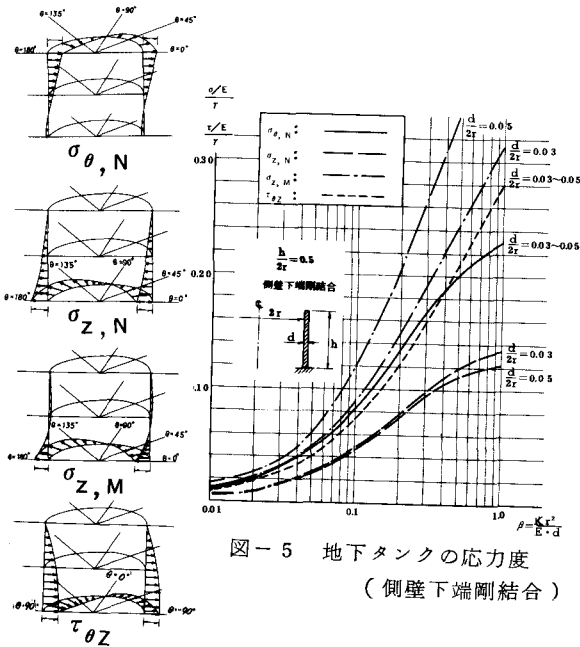


図-5 地下タンクの応力度 (側壁下端剛結合)

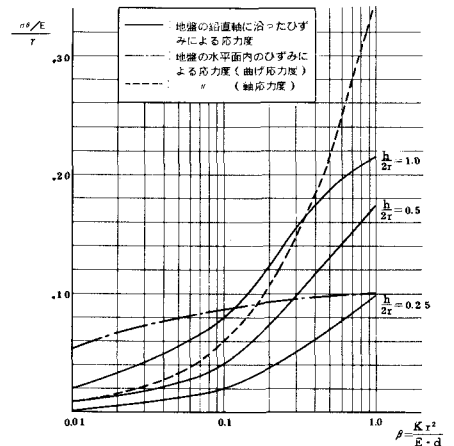


図-6 タンクの深さが応力度に与える影響