

大成建設 正員 ○ 浜田 政 則
 " 正員 泉 博 允
 " 正員 横 山 正 義

1. はじめに 著者らは1974年より図-1に示す地下タンクにおいて地震観測を継続し、地震時の地下タンクの挙動について検討を加えてきた。今回は1976年6月16日・山梨東部地震の解析結果を報告する。

2. タンク側壁円周方向歪のスペクトル特性 図-2(a)はX軸上の測点S2、Y軸上の測点S7における円周方向のタンク歪記録のスペクトルとX方向の地盤の歪 r_{xx} に相当するD4X、D1X間の相対変位のスペクトルを示し、図-2(b)はX軸と $\pm 45^\circ$ をなす測点S4、S9におけるタンク側壁円周方向歪のスペクトルと地盤のせん断歪 r_{xy} に相当するD3Y、D1Y間の相対変位のスペクトルを示すものである。

ここで、D1Y、D3Y間の相対変位は地盤の歪 r_{yy} と r_{xy} の両者に関係するものであるが、震源方向がX軸の正の方向であることと後に図-5で示す検討により r_{yy} は小さいものと判断される。図-2(a)(b)においてタンク側壁円周方向歪記録と地盤の相対変位のスペクトルは各々良い一致を示しており、このことから、タンク側壁に生じる円周方向歪は、この地震の場合、地盤の歪 r_{xx} 、 r_{xy} と密接な相関があることが推定される。

3. 数値解析 数値解析モデルは図-3に示すような弾性地盤バネに支えられる円形梁にバネを介して変位を入力するモデルを用いた。地震観測を実施しているタンクは底版と側壁が剛結でなく、また地震基盤層はタンク底版位置よりかなり深い。

地震観測による結果から、円周方向歪の深さ方向分布は近似的に一樣とみなすことができ、このようなタンクでは円形梁にモデル化することができる。

定性的な検討を行なうため、図-4に示す地盤の2種の歪 r_{xx} 、 r_{xy} を外力として想定し、タンクの変形、応力分布を求めた。計算結果によれば、 r_{xx} に対しては $\theta = 0^\circ, \pm 90^\circ, 180^\circ$ 、 r_{xy} に対しては $\theta = \pm 45^\circ, \pm 135^\circ$

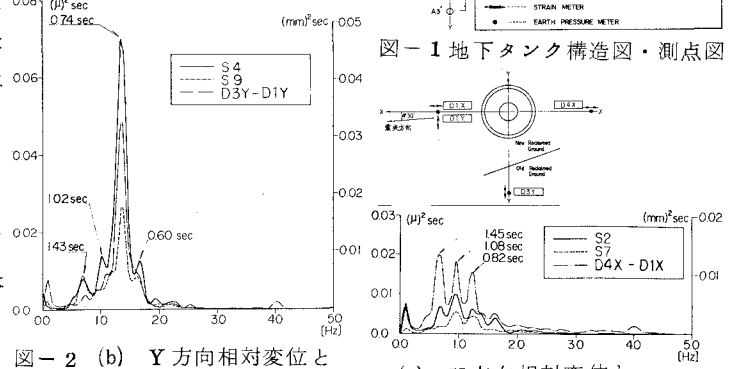


図-1 地下タンク構造図・測点図

での歪が大きく、図-2(a)(b)で示され S4、S9のパワースペクトル

た地盤歪のスペクトルとタンク円周方向歪のスペクトルとの関連性を定性的に説明することができる。また計算によるタンクの変形の歪分布形は円筒座標変数 θ に関するフーリエ級数の2次の項が卓越し、側壁には曲げ歪が卓越する。

図-5はタンク側壁上の5点における円周方向歪記録より刻々の時刻におけるタンクの変形モードを算定し、同時に測定された周辺地盤上の3点の水平変位分布との比較検討を行なったものである。 r_{xx} 、すなわちD4XとD1Xの相対変位が卓越する時刻する時刻 $T = 8.71, 9.11$ 秒ではタンクはX軸、Y軸を短軸・長軸とする楕円形に変形しており、D3YとD1Yの相対変位が卓越する時

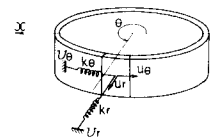


図-3 弾性バネに支えられる円形梁モデル

刻 $T = 8.93, 9.39$ 秒では X 軸と $\pm 45^\circ$ をなす軸を短軸・長軸とする楕円形に変形している。このことから、前述の数値計算結果と総合して $D3Y$ と $D1Y$ の相対変位は地盤のせん断歪 γ_{xy} を表わすものと考えられる。

さらに円形梁モデルの妥当性を検証するため、地震観測で得られた周辺地盤の変位波形を入力とし、タンク側壁の円周方向の歪を計算した(図-6) ここで計算に用いた地盤反力係数は、半径方向 $K_r = 0.5 \text{ kg/cm}^2$ 円周方向 $K_\theta = 0.25 \text{ kg/cm}^2$ である。図-6 から実測値と計算値は十分な精度で一致しているものと考えられる。

4. 結論 地震観測記録と数値計算結果の比較により、タンク底版の影響が無視できるようなタンクでは円形梁モデルにより、十分な精度で解析が可能であることが示された。解析対象としたタンクは表層地盤厚に比べ浅いタンクであり、地盤の水平方向変位差がタンクの側壁の歪に支配的であったが、

底版が地震基盤に達するようなタンクでは表層のせん断振動による変位も考慮する必要がある。

また、底版と側壁が剛結されるタンクでは三次元 FEM

参考文献

(1) 浜田、木村、幕田；地下タンクの地震応答計算法について、第 29 回土木学会年次学術講演会講演集

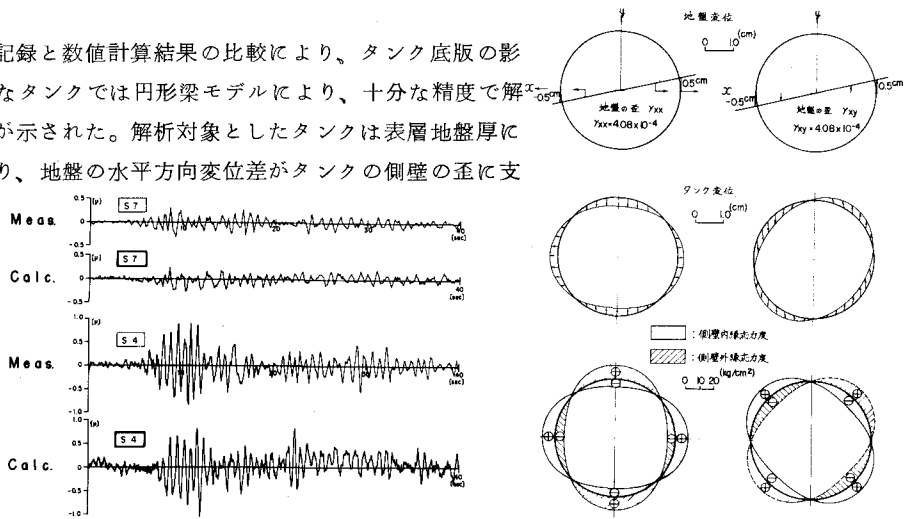


図-4 γ_{xx} と γ_{xy} に対するタンクの変形と応力分布

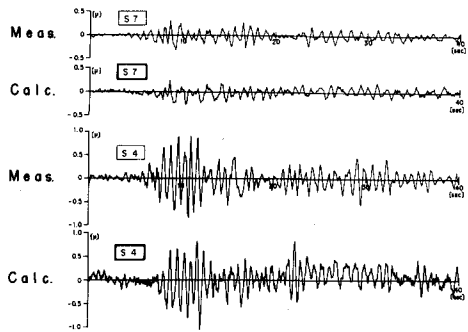


図-6 実測歪と計算歪の対応

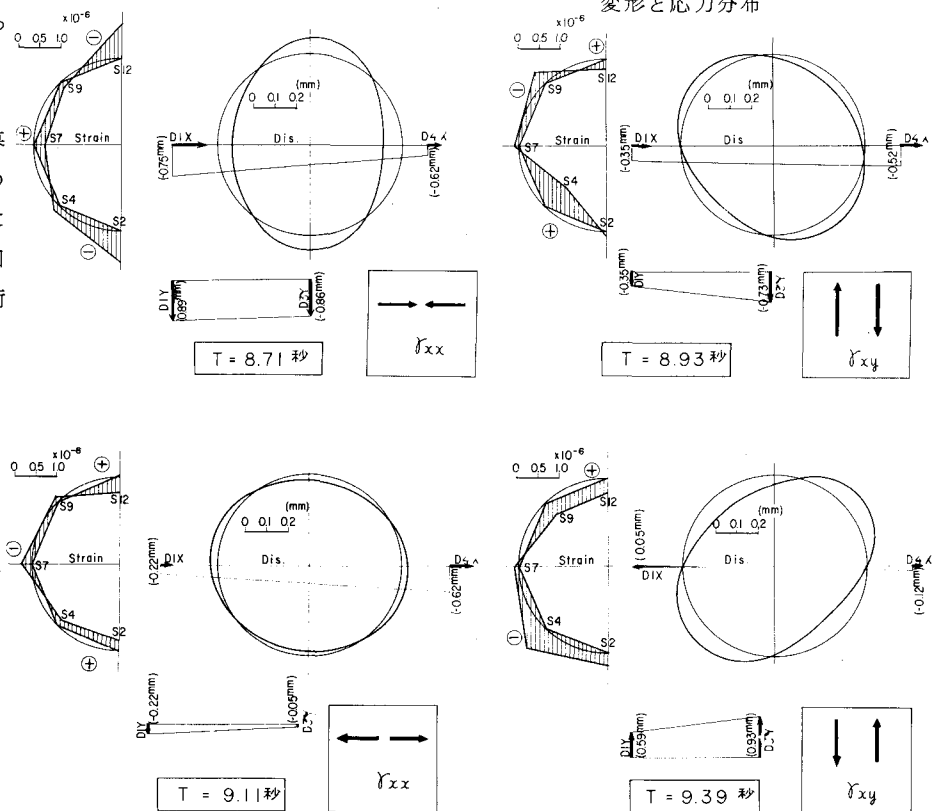


図-5 歪記録より求めたタンクの変形