

I-133 LNG地下式貯槽における動土圧データのシミュレーション解析

東京ガス㈱ 正員 ○小山 和夫
 鹿島建設㈱ 正員 草野 直幹
 鹿島建設㈱ 正員 沖見 芳秀
 “ 伊藤 康輔

1. はじめに

東京ガス㈱袖ヶ浦工場のLNG地下式貯槽において、貯槽側壁に作用する地震時動土圧が計測されている。文献1), 2)ではこの動土圧データと周辺地盤の加速度・変位との相関関係について報告した。本報告書では、地盤-貯槽連成系の軸対象FEMモデルにより、シミュレーション解析を実施し、動土圧の挙動特性を検討した。

2. 解析対象地震

当サイトでの地震観測は1983年（昭和58年）初頭より行っており、現在までに約80地震が観測されている。今回の解析では、これらの地震のうち、比較的大きな記録が得られている関東南部地震（S. 58. 2. 27, $M=6.0$, $D=72\text{km}$, $\Delta=52\text{km}$ ）を対象とした。

3. 解析内容

図1に計器の配置図を示す。地盤には貯槽より約100m離れた遠方地盤と2つの貯槽の中間の近傍地盤の観測点がある。動土圧を計測する面圧計は、図に示すように貯槽上部に3測点、下部に3測点あるが、今回対象としたのはY軸方向の4測点である。貯槽-地盤連成モデル（Y軸方向）を作成するにあたり、まず、地盤部のシミュレーション解析を行い、地盤部の物性値を設定した。次に、連成系モデルとして、図2に示すような2つの軸対称FEMモデルを作成した。各モデルに対応する動土圧の測点は、近傍地盤モデルは隣接貯槽側のBP1, BP2、遠方地盤モデルでは隣接貯槽とは 180° 反対側のDP1, DP2である。解析モデルへの入力波はそれぞれ、DL-95.5mのA15測点とG5測点の加速度波形である。

観測波のシミュレーション解析に加えて、1)地中連統壁の有無が動土圧に与える影響、2)貯槽内容液の影響、3)地盤改良部の物性の影響についても検討を行った。

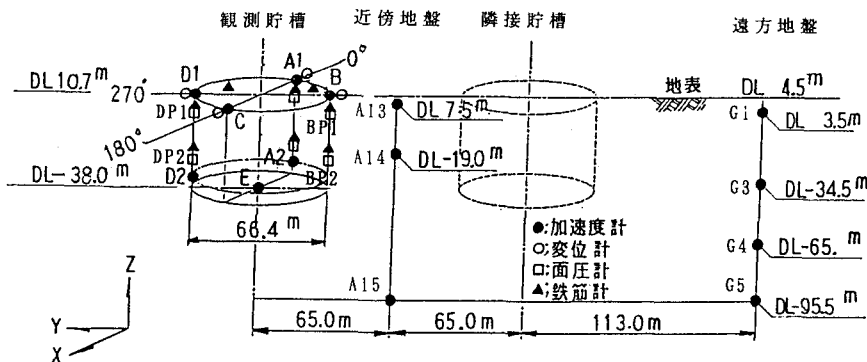


図1 計器配置

4. 解析結果

4.1 貯槽の頂部の伝達特性

図3に貯槽頂部のD1測点／入力基盤の伝達特性比較図を示す。1次～3次周辺のピーク位置は良く対応している。紙面の関係でここでは示していないが、近傍地盤モデル、遠方地盤モデルとも、解析の波形、最大値が実測と良く合っている。つまり、これらのモデル及び地盤物性値は現実をよくシミュレートするものと言える。

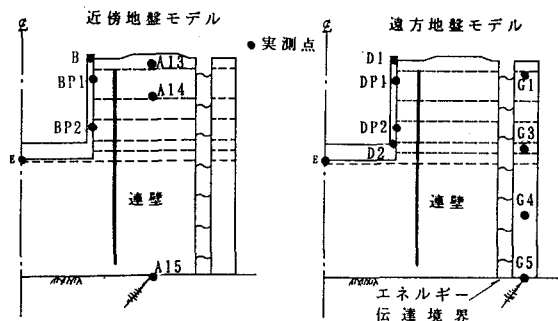


図2 軸対称FEM解析モデル

4.2 動土圧波形のシミュレーション結果

図4(a)に関東南部地震時のBP2測点の実測動土圧波形を示す。(b)はシュミレーション解析の結果である。波形の傾向はほぼ対応している。伝達特性上で、1次～3次の卓越振動数は再現できているが、ピークの高さと4Hz以上の実測の高次成分を十分に再現できていない。そのため、実測波に比べ短周期成分が少なく見える。また、最大値は解析の値が実測のほぼ2倍になっている。遠方地盤モデルのDP1, DP2についても同じ傾向である。

(c)～(e)図に、側壁下部の動土圧に対して、地中連続壁の有無、内容液の有無、地盤改良部の剛性の違い(1.5倍硬)に関する影響を検討した結果を示す。いずれの場合もその影響は少ないことがわかる。内容液の影響については、その周期成分が伝達特性上に表れているが、波形上には見えていない。上部の動土圧についても傾向は似ているが、値のばらつきは大きい。

5. まとめ

今回検討した軸対象FEMモデルは、LNG地下式貯槽の側壁に作用する動土圧を、ほぼシミュレートできることがわかった。最大値の合致度、高次成分の再現など課題は多いが、今後、もう少し大きな地震が観測できた時に、より詳細に動土圧の特性(分布等)を検討していきたい。

【参考文献】

- 1) 広中、小山、草野：LNG地下式貯槽において観測された動土圧の検討，第44回土木学会年次大会概要集、第I部門，1989
- 2) Koyama, Kusano, et. al., Dynamic earth pressures acting on LNG in-ground tank during earthquakes, 10WCEE, 1992

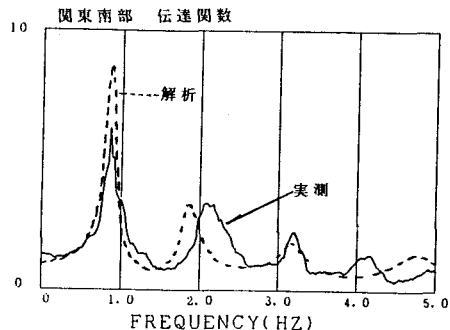


図3 貯槽頂部／入力基盤伝達特性

動土圧 ($\times 10^{-4} \text{ kg/cm}^2$)

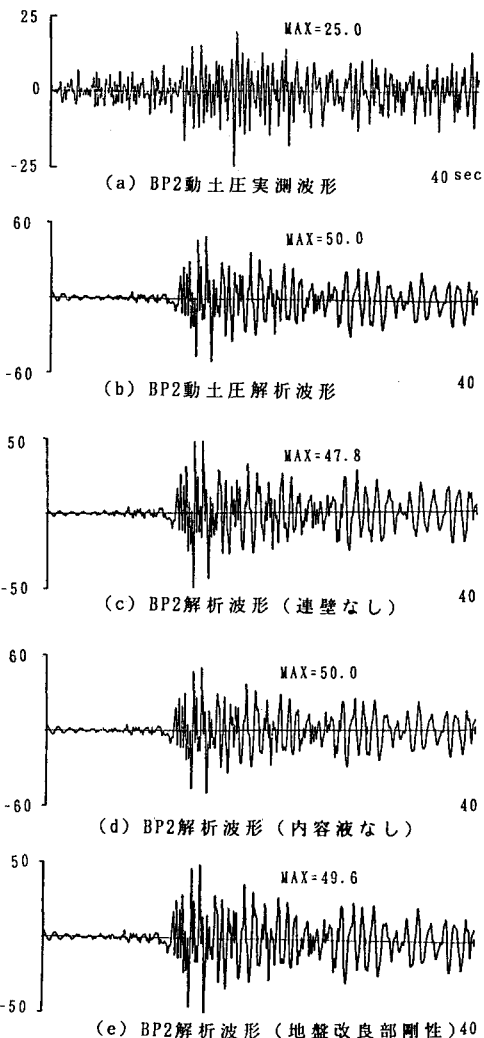


図4 動土圧波形の比較