

L N G 地下タンクの水張試験時の底版挙動

清水建設株式会社 正会員 ○ 佐甲はるみ
 東邦ガス株式会社 桐山 久
 東邦ガス株式会社 小林 且典
 清水建設株式会社 正会員 若林 雅樹
 清水・大林共同企業体 正会員 丸山 克夫

1. はじめに

平成 13 年 1 月，東邦ガス(株)知多緑浜工場に容量 20 万 KL，世界最大級の L N G 地下タンクが完成した．本タンクでは，実際の運転前に L N G と同重量の水を入れて，設計荷重を作用させる水張試験を実施した．本報告は，水張試験時における底版の曲げ応力，変位，目地部鉛直変位を測定した結果と考察，さらに設計定数のひとつである底版下地盤（常滑層）の変形係数を推定するためにシミュレーション解析を行った結果について述べるものである．

2. 試験項目及び方法

水張試験時に行った計測項目について下表に示す．

	目 的	計測方法
底版曲げ 応 力	底版の曲げ応力を把握し、 底版の安全性を確認する．	・底版コンクリート内に予め設置して おいた鉄筋計によって測定する．
底版変位	底版の変形性状を把握し、 底版下地盤のパネ定数を 求める．	・底版上の重錘からワイヤーを張り、 ワイヤーに取り付けた目盛をレベル で読みとる．(図 - 1 参照)
目 地 部 鉛直変位	側壁～底版目地部の相対 変位を把握する．	・カンチレバー式目地変位計 (図 - 2 参照)

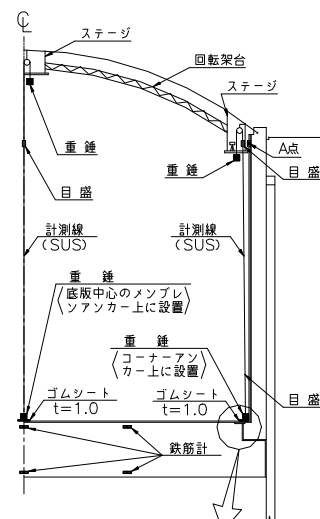


図 - 1 底版変位計測方法

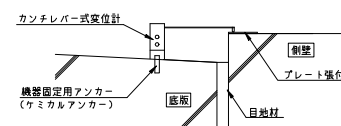


図 - 2 目地変位計

3. 試験結果および考察

3.1 底版曲げ応力について

図 - 3 より，底版上側コンクリート応力は水位の増加に伴い圧縮応力が増加し，除荷後はほぼ 0 に戻った．実測値はほぼ予測値以内であった．

3.2 底版変位について

図 - 4 より，底版変位は，勾配は緩いが予測値と同じ傾向で，直線的に下方向に変位している．

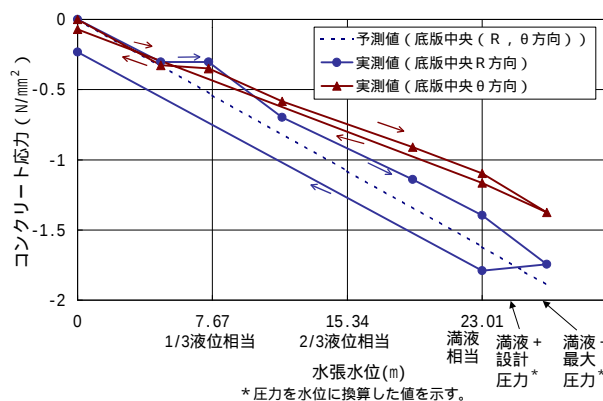


図 - 3 底版上側コンクリート圧縮応力度（中央部）

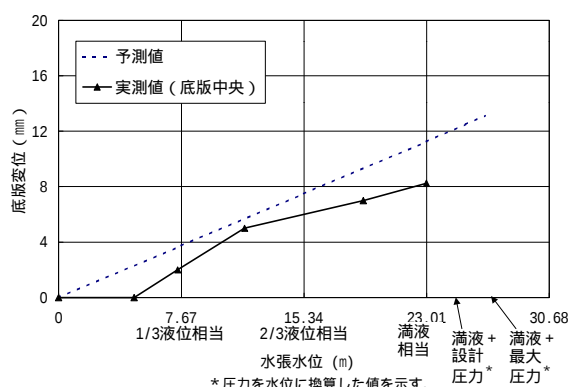


図 - 4 底版変位（中央部）

キーワード：L N G 地下タンク，水張試験，常滑層，変形係数

連絡先：〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館 TEL 03-5441-0595 FAX 03-5441-0543

3.3 目地部鉛直変位について

図 - 5 より目地部鉛直変位は、水張当初変位の増分は小さかったが、水位が 1/2 に達した頃から勾配がほぼ一定となった。除荷時は、排水と共に目地変位は直線的に減少し、残留変位は 0.1 ~ 0.7mm 程度となった。

3.4 計測結果に対する考察

図 - 5 より、目地変位の水張当初の推移は、非線形性を示しており、土の荷重 ~ 変位関係と同様の傾向であるが、床付け地盤 (T_{m1} 層) の一軸圧縮強度 q_u は 1000kN/m^2 、それに対し、今回の水張荷重は約 230kN/m^2

であるため、弾性範囲内であると考えられる。そこで、水張当初、非線形性を示した理由として、側壁構築に伴い側壁の重量が底板端部に作用しており、図 - 6 の 1) のように、底板端部は側壁によって押し下げられ、底板 ~ 側壁間の支承板に鉛直方向の圧縮力が作用している状態にあったものと考えた。この状態で水張荷重が作用すると、底板端部の地盤バネ反力が大きいため、目地変位は増加しにくくなる。しかし、荷重の増加に伴い支承板に作用していた圧縮力が減少し、2) 1/2 水位時 ~ 3) 満液時は支承板が離れるため側壁の影響がなくなり、目地変位は一定勾配で増加するものと思われる。また、底板中央の変位については、側壁重量の影響がないので水張当初から同勾配で推移したと思われる。

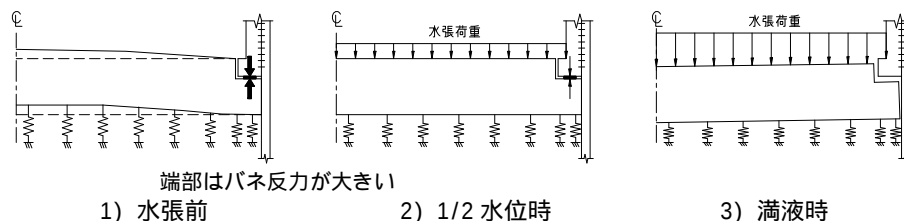


図 - 6 目地変位のメカニズム

4. 底板下地盤の変形係数に対するシミュレーション解析

図 - 7 に示した方法で FEM による地盤バネを考慮した底板解析を行った。解析に際して、側壁重量がどの程度底板に作用していたかを評価することは困難であること、底板下地盤 (常滑層) の変形係数を求めることが主目的であることなどから、側壁重量を考慮しない解析を行うこととした。解析に用いる目地変位は図 - 5 の一点鎖線のように直線部から同勾配で下ろした直線になるものとし 6mm とした。底板中央の変位は、側壁重量の影響がないため、図 - 4 の満液時の値 9mm とした。この 2 つの推定値と同程度の変位が得られるような常滑層の変形係数 (E_{50}) を求めた結果、 $E_{50} = 135\text{N/mm}^2$ 程度となった。これは設計時の変形係数 (100N/mm^2) とほぼ同じであり、孔内水平載荷試験及び一軸圧縮試験から求めた変形係数 ($50 \sim 200\text{N/mm}^2$) の範囲内であった。

5. まとめ

本試験により得られた知見を以下に示す。

- 1) 常滑層の変形係数は孔内水平載荷試験等の結果から設定したものをを用いることができる。
- 2) 底板・側壁間に目地のある地下タンクでは、鉛直目地変位量に側壁重量が影響する。設計目地変位量は側壁重量を考慮せずに算定されており、水張試験の結果から、実変位量は設計目地変位量よりも小さいことがわかった。側壁重量の影響を考慮し目地変位量を適切に評価することができれば、目地部を横断して設置する内装材の照査などをより合理的に実施することが可能である。

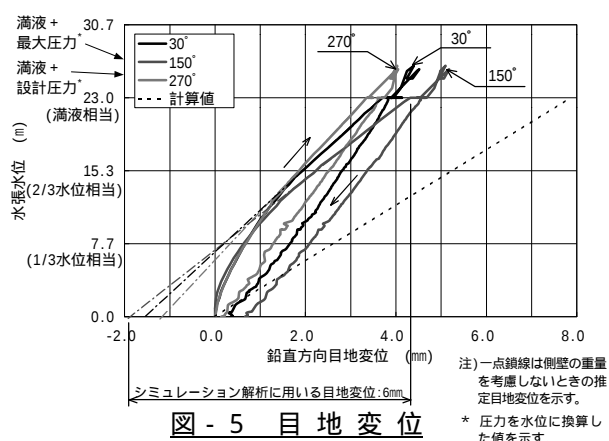


図 - 5 目地変位

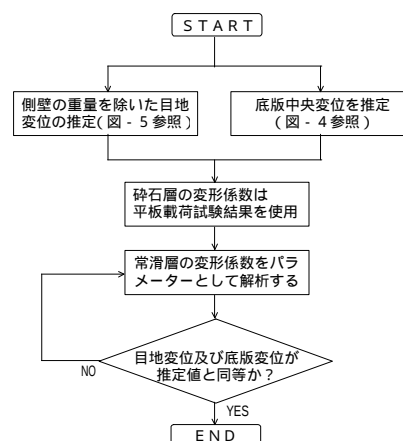


図 - 7 シミュレーション解析フロー図