

PCLNG地上タンク 水張試験における沈下予測値と実測値の比較

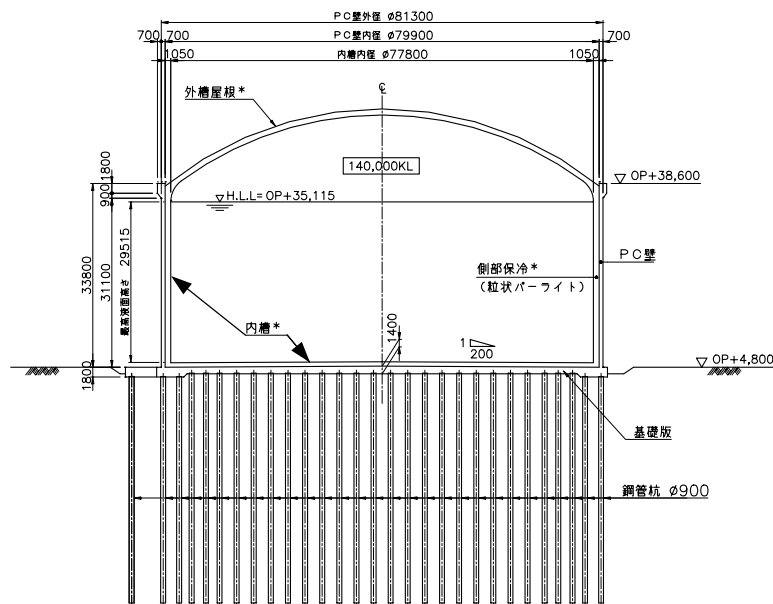
清水建設(株)	正会員	○若林	雅樹 ^{*1}
清水建設(株)	正会員	山本	康之
堺 LNG(株)		村上	岳彦
三菱重工業(株)		谷	英樹

1. はじめに

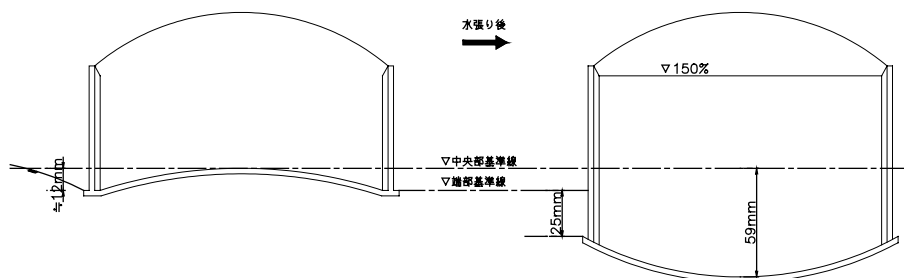
現在、堺 LNG（株）堺 LNG センター建設工事において、PCLNG 地上タンク（容量 14 万 $\text{kl} \times 3$ 基）を建設中である。（図－1 参照）PCLNG 地上タンクの最終検査として平成 16 年 9 月から平成 17 年 1 月にかけて実施された水張試験において基礎版の沈下量と基礎杭の反力を計測した。これらの計測結果と事前に行った予測解析値との比較について報告する。

2. 試験概要および計測概要

PCLNG 地上タンクは、低温用鋼材による内槽と、プレストレストコンクリート製の PC 壁によって構成される二重構造である。水張試験とは、「LNG 地上式貯槽指針（（社）日本ガス協会）」で謳われている確認試験であり、タンク内槽に設計液圧の 1.5 倍の水圧が作用するように水を張り、その際の内槽下部および基礎に異常のないことを確認するものである。特に基礎においては変形・沈下等を十分に監視する。タンクに貯蔵する LNG の比重は約 0.5 であることから、試験水位は設計液位の 75% となる。水張試験の実施前のタンク



図－1 LNGタンク一般構造図



図－2 水張り試験時 変形概念図

基礎版は図－2の左側に示すように PC 壁の重量により上に凸の変形モードとなっており、水張試験時は右側に示す下に凸の変形モードとなる。左側の試験前の状態を初期値とし、基礎版外周部の沈下は沈下測定鈎のレベル測量により、基礎版中央部の沈下量は基礎版内に 13m おきに埋設した固定式傾斜計の傾きから算定した。また、基礎杭の反力は鋼管杭に取り付けたひずみ計によって計測した。

3. 事前沈下予測解析

試験前に実施した沈下予測解析では、基礎杭、周辺地盤、支持地盤などをモデル化した弾性解析を行った。地盤の変形係数 E_s は、せん断波速度より求めた E_s を基準にして、地盤のひずみや拘束条件に応じて修正して用いるものとした。弾性波探査では微小ひずみ 10^{-6} 以下を対象としているが、今回の発生ひずみは図－3 に示すように 2×10^{-3} 程度である。そのため、S 波速度 V_s より求めた 10^{-6} レベルの E_{S0} ($E_{S0} = 2(1 + \nu) G_0$, $G_0 = \rho V_s^2$) を動的変形試験結果の $G/G_0 \sim \gamma$ 曲線に応じて補正し、 10^{-3} レベルでの剛性低下率が 40% ($G/G_0 = 0.4$) であることから、 $E_s = 0.4E_{S0}$ とした。

沈下量の予測値は、図－2に示すとおり基礎版中央部における全体沈下量予測値は59mmである。また、基礎版外周部の沈下量予測値は25mmであるから、外周部と中央部の相対変位量は34mm(=59-25)であった。

4. 試験結果と考察

(1) 基礎版沈下測定結果

図－4に各タンク（TK-101, TK-102, TK-103）の基礎版中央部の沈下量の経時変化図を示す。図中の不等沈下量とは、基礎版外周部と基礎版中央部の相対変位、すなわち基礎版のたわみを示しており、基礎版内に埋設された固定式傾斜計の傾斜と傾斜計間の距離から沈下量を求めたものである。

また、全体沈下量とは、不等沈下量に基礎版外周部の沈下量（沈下測定鉤のレベル測量結果）の平均値を加えたものである。

実測値と解析値を比較してみると、TK101の不等沈下量および全体沈下量の実測値は解析値と比較して若干小さめの値となっている。これはTK101の支持層厚が他のタンクと比べ厚い（事前ボーリングの結果より）ことが原因と考えられる。他のタンクの不等沈下量および全体沈下量の実測値は解析値と非常によく一致している。

(2) 基礎杭反力測定結果

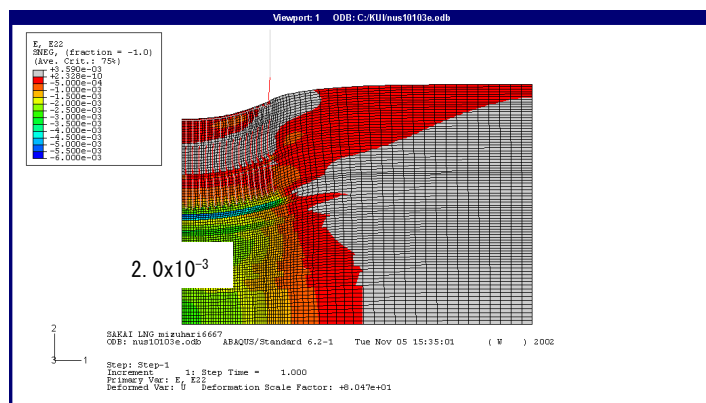
図－5にTK-101において計測した杭頭反力の経時変化図を示す。反力計測位置は基礎版中央部（R=1.575m）と基礎版外周部（R=40.3m）である。両者とも事前解析による予測反力はほぼ同じであったが、中央部については予測値とほぼ等しい実測値が得られたが、外周部では若干予測値と違う挙動が得られた。これは、基礎版中央部は水張荷重にリンクした単純な挙動であるのに対し、外周部は外気温の変化によるPC壁の温度収縮などの影響を受けたことが考えられる。

5. まとめ

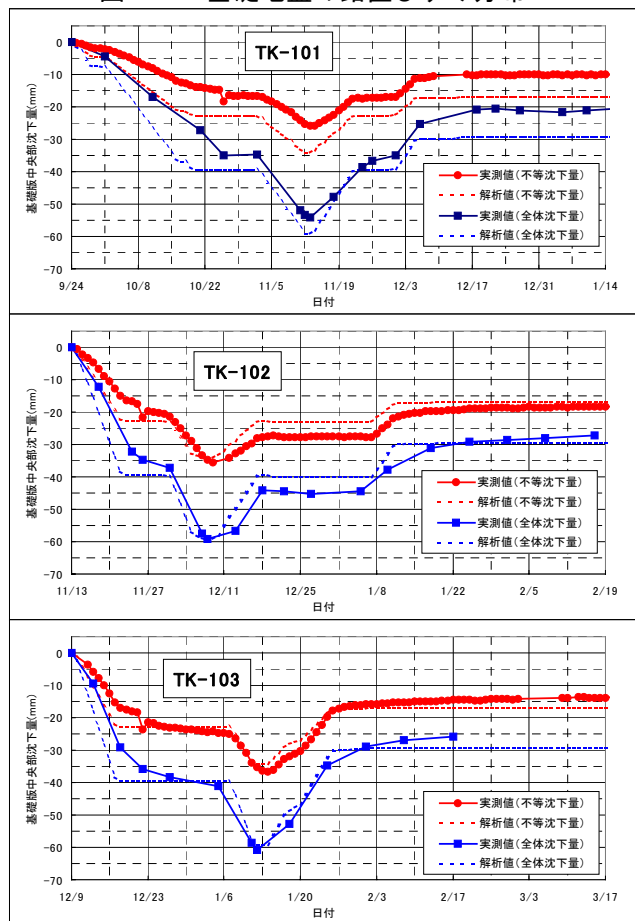
水張試験における沈下量計測の結果、事前の予測値と解析値が非常に良く一致するという結果が得られた。これにより、せん断波速度から算定した地盤の弾性係数を、ひずみレベルに応じて低減し、低減には動的変形試験結果の $G/G_0 \sim \gamma$ 曲線を用いる沈下予測方法が有効であることが示された。

参考文献

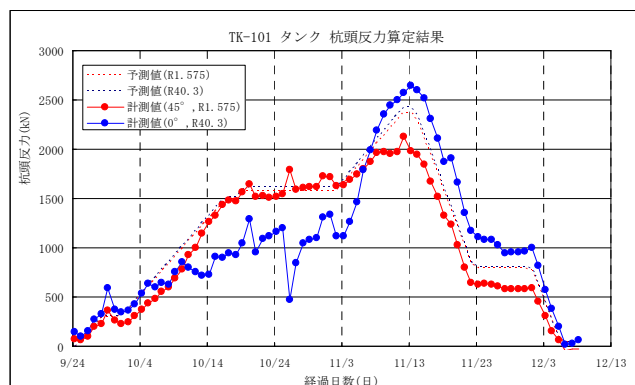
- 1) 越智健三, 壺内達也, 中下兼次, 伊東亮治, 天野悟: 地盤材料の小ひずみでの非線形性と地盤変形問題への適用, 土と基礎 1997. 10



図－3 基礎地盤の鉛直ひずみ分布



図－4 水張り試験時沈下実測値と予測値の比較



図－5 杭頭反力実測値と予測値の比較