

施工法の違いが群杭基礎の沈下挙動に及ぼす影響

(株)大林組 土木技術本部 正会員 ○永井 秀樹

(株)大林組 土木技術本部 正会員 柿沼 裕和

(株)大林組 土木技術本部 フェロー会員 鎌田 文男

1. はじめに

基礎構造の設計においても、従来の許容応力度設計法から性能照査型設計法への移行が図られつつあり、供用性の面から沈下挙動の予測が一層重要となってくる。しかし、群杭基礎の沈下挙動は十分に把握できておらず、計測実績の分析・評価により得られた技術知見を反映して行く必要がある。そこで筆者らは、大規模な群杭基礎を有する低温液化ガス貯槽に関して、基礎構造の沈下量予測の精度向上を目指して実構造物の沈下計測実績に基づく実用的な研究を推進している^{1),2)}。ここでは、構造物の規模と群杭本数は似通っているが、杭施工法が異なるA,B二地点での低温液化ガス貯蔵タンクに関して、その建設に伴って実施された単杭の鉛直載荷試験および貯槽の水張試験における沈下挙動を比較・分析し、杭施工法の違い—A地点：打込み工法、B地点：プレボーリング工法—が群杭基礎の沈下挙動に及ぼす影響について報告する。

2. タンク基礎構造と地盤の概要

タンクは、**図-1**に示すようにA,B地点ともに、未固結の洪積層が厚く堆積している臨海埋立地に杭基礎で建設され、基礎版の寸法は直径が約42m、版厚は1m前後である。杭は、A地点がφ660mmの鋼管杭を約250本（杭間隔3.8D）で杭長は32.5m、B地点がφ700mmのPHC杭を約300本（杭間隔3.1D）で杭長は26mの大規模な群杭基礎である。A地点の地盤は、16mの埋立層の下位に粘土層を挟在する段丘砂礫層が分布し、杭は下側の砂礫層まで根入れされ、それ以深には粘性土層と砂質土層の互層が厚く堆積している。B地点は、GL-13mまでが埋立層+旧海底粘土層で、その下位に細粒分を多く含むシルト質砂が約28m厚さで分布し、それ以下には低塑性の硬質シルト質粘土が厚く堆積している。

3. 単杭の載荷試験における沈下挙動

杭頭の荷重—沈下関係は、**図-2**に示すように両地点ともにほぼ線形に近いものの、その傾きはA地点の打込み杭の方がB地点のプレボーリング杭より大きくなっている。これは、打込み杭の先端に取り付けられた補強バンドにより一時的に周面摩擦が減少したものが載荷試験までに十分に回復しなかったために、杭先端部まで伝達される荷重が大きくなり、地盤の局所的な塑性化とともに杭の貫入が生じたことによると考えられる。これに対してB地点のプレボーリング杭は、杭周固定液により杭体と周辺地盤との密着が図られて周面摩擦抵抗が大きいために、試験の範囲では杭先端に伝達された荷重が小さいレベルに留まって非線形性が顕在化するまでに至らなかったと考えられる。

4. 群杭基礎の水張試験時の沈下挙動

水張試験は、**図-3**のように二地点がほぼ同じ水位上昇（載荷）速度で行われ、基礎版の外周部で測定された沈下は、A地点では最大で約14mmで除荷後の残留沈下が5mm程度生じている。一方、B地点では、最大水深がA地点の約2/3と低いにも拘らず、最大沈下量が約39mm、残留沈下量も約35mmまで大きくなっている。

水張試験の載荷重を杭本数で除して杭1本当りに換算して単杭の載荷試験結果と比較すると（**図-2**）、荷重—沈下曲線の勾配は、初期の段階でも単杭の数倍（A地点）～10倍程度（B地点）と大きい。この1つの要因は、大規模な群杭基礎では杭間の相互作用（群杭効果）により杭頭の荷重がそのまま杭先端付近まで伝達され、そこから地盤内に荷重分散される地中応力分布（**図-1**参照）になると考えられることによる。この影響はタンク基礎の中央部ほど深い深度まで応力が伝達され、それに伴うひずみの増加によってタンク基礎全体は皿状の

キーワード 群杭基礎、水張試験、沈下、載荷試験、打込み杭、プレボーリング杭

連絡先 (〒108-8502 東京都港区港南2-15-2, Tel 03-5769-1307, FAX 03-5769-1972, E-mail :nagai.hideki@obayashi.co.jp)

変形となる。A地点では基礎版中央の沈下も計測されており、最大水深におけるタンク中央部と外周部との間の不同沈下は24mm生じている。

B地点の水張最大水深18.9mに対する沈下量で比較すると、B地点ではA地点の約3～4倍大きな沈下が生じており、排水に伴うリバウンドも3.5mmしかなく、単杭の鉛直載荷試験とは全く逆の性状を示している。これは、B地点で採用したプレボーリング工法による杭では、削孔時に杭先端地盤の弛みや孔底へのスライムの沈積が生じ、それらが杭先端に伝達された荷重により圧縮されて沈下が引き起こされる挙動が、上述の群杭効果によって比較的初期の荷重段階から顕在化することによると考えられる。

6. まとめ

大規模な群杭基礎の沈下挙動は、単杭の鉛直載荷試験とは地中応力分布が大きく異なり、群杭効果によって杭頭の荷重がほぼそのまま杭先端付近に伝達されるため、杭先端以下の深い深度までの地盤内で生じるひずみを的確に把握・評価することが必要となる。その際、杭の施工方法として杭周固定液を用いたプレボーリング工法のように、杭先端の弛みやスライム沈積の影響による影響が生じる可能性のある方法を採用する場合には、単杭の載荷試験では現れなくとも、群杭になると初期の荷重段階から顕著に現れることがあることに注意を要する。このような影響を事前に単杭の鉛直載荷試験で把握・評価するには、杭先端位置での荷重－沈下関係が求められるように試験方法を工夫する必要がある。

このような実構造物の挙動に関する計測実績の検討を推し進めて、アカウントビリティのレベル向上や信頼性のアップを図ると共に、構造物のより合理的な設計に反映させて行きたい。

参考文献

- 1) 柿沼裕和, 鎌田文男: プレボーリング杭を用いた群杭基礎の荷重－沈下挙動について, 土木学会第31回関東支部技術研究発表会, III-55, 2004.3
- 2) 柿沼裕和, 永井秀樹, 鎌田文男: 多数の杭で支持されたタンク基礎の沈下挙動, 第59回年次学術講演会, 2004.9

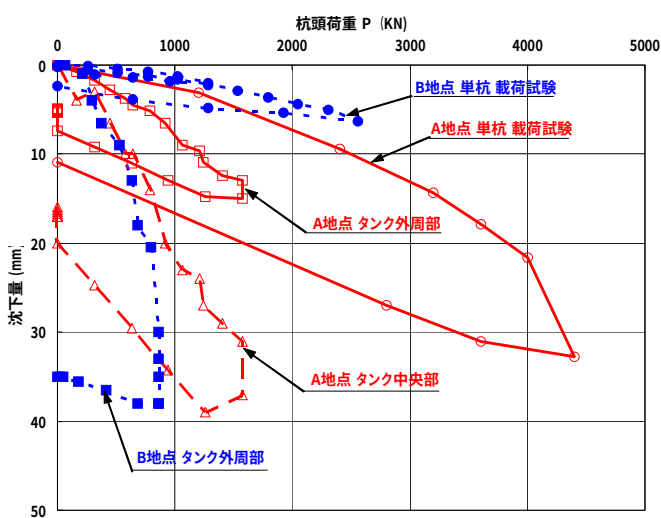


図-2 杭頭の荷重－沈下曲線（杭1本当たり）

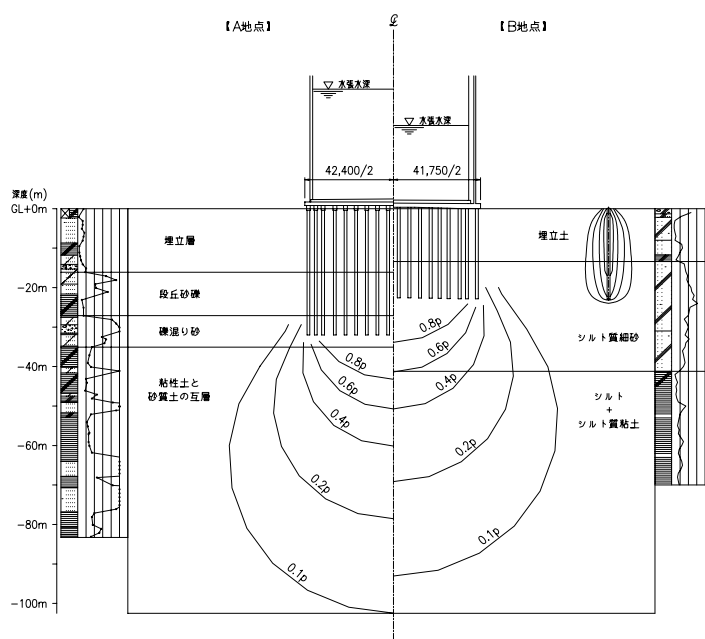


図-1 地盤内応力分布

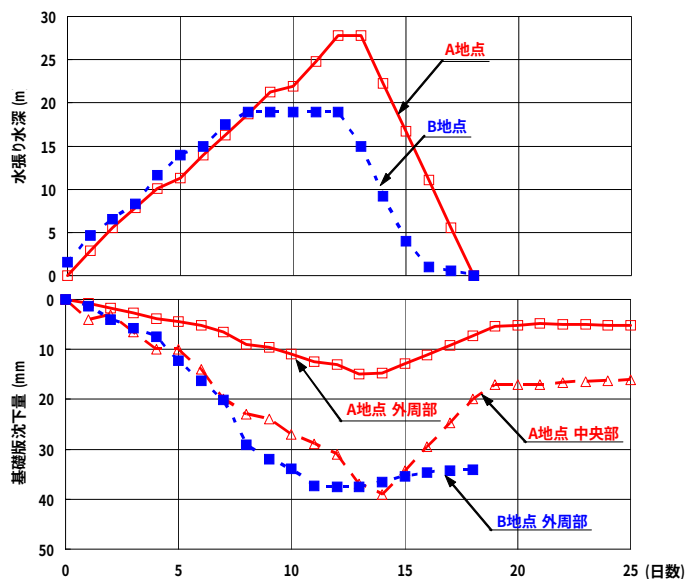


図-3 水張試験(水深－沈下曲線)