

## 大型構造物のパイルド・ラフト基礎における杭間隔と支持機構

大林組 正会員 ○永井秀樹 大阪ガス 正会員 西崎丈能  
 大林組 フェロー会員 鎌田文男 大林組 鈴木直子

### 1. はじめに

基礎構造の設計方法が従来の仕様設計から性能設計へ移行しつつある中で、杭と直接基礎を併用したパイルド・ラフト基礎は、基礎構造の合理化を可能にする技術として注目されている。ここでは、**図-1**に示す低温タンクのような大型構造物を対象に、基礎版下面に生じる接地圧を有効に活用した合理的な支持機構の基礎の適用を目指して、群杭の杭間隔が基礎の支持機構に及ぼす影響について検討した結果を報告する。

### 2. 大規模なタンク群杭基礎の支持機構

著者等は、堆積層が厚く分布する地盤における大規模なタンク群杭基礎の計測実績の分析・評価より、**図-2**のように基礎版下面に上部構造物の荷重変動に対応した接地圧が生じるパイルド・ラフト基礎として挙動していること、それを数値解析で比較的良く再現できることを報告した<sup>1),2)</sup>。この解析手法を用いて、群杭基礎の杭間隔が一般的な2.5dの場合と、それを実質1.4倍まで上げたとき（杭本数1/2）の支持挙動への影響を比較検討した。結果を**図-3**に示す。

杭間隔が広がると、**①**基礎版から地盤への荷重伝達量の増加によって地中応力が基礎版下から広範囲に分散し、**②**杭の負担荷重の減少から杭先端直下の地盤における応力集中が緩和されるため、**③**杭本数を減少させても沈下量が大きく増加することには繋がらない。**④**基礎版下の接地圧による地中応力の増加に伴い、地盤の強度や杭周面摩擦力の増加が期待できるが、地盤条件によっては圧密沈下に注意を払う必要がある。また、**⑤**表層地盤の側方変位が大きくなって基礎外周部の杭頭に比較的大きな曲げが作用し、**⑥**埋立・沖積・洪積のような層境付近で杭に軸引張力が加わることがある等についても注意を要する。これらは、地盤－杭－基礎版の相互作用および地盤の非線形性を考慮した解析を行うことにより的確に把握できるものであり、簡易的に基礎版下面の接地圧をバネ置換するモデル化では評価が難しく、見落とすおそれもあることに留意する必要がある。

### 3. 支持機構に及ぼす杭間隔の影響

群杭の支持機構に及ぼす杭間隔の影響を調べるために、杭径 $d$ 、間隔 $s$ で配置された群杭基礎の中央部の杭1本を取り出し、等価な軸対称FEMモデル(**図-4**)に置換<sup>3)</sup>して、地盤の非線形性を考慮した解析を行った。地盤と接する基礎版は杭径 $d$ に等しい厚さとした。また、地盤と接する基礎版がない高床式基礎（＝従来の杭基礎の「全ての荷重を杭で受け持たせる」という設計上の仮定）の条件についても解析して比較を行った。この2つのケースにおける杭体の軸力分布を**図-5**に示す。杭間隔が杭基礎として一般的な $s/d=2.5$ のときは、杭間の相互作用（群杭効果）が支配的となり、両ケースに有意な差異は認められないが、杭間隔が $s/d=3.75$ （杭本数1/2）更には $s/d=5.0$ （杭本数1/4）と広がるにしたがって基礎版下面に生じる接地圧が上部構造物からの荷重の支持機構として有効に抵抗し、杭の荷重負担率がこの解析条件ではそれぞれ15%、30%分軽減している。この接地圧を活用して設計することにより、基礎構造の合理化が可能となる。

### 4. おわりに

大型構造物の基礎にパイルド・ラフト基礎を適用するに際して、先ず杭群の1本について解析を行うことにより杭間隔と杭の荷重負担率の関係を的確に把握でき、併用基礎の設計を効率よく進めることができる。また、基礎全体の構造解析は、沈下挙動に加えて接地圧の発生に伴う影響(**2**を参照)を正しく把握するために、簡易化せず、できるだけ実際の挙動を忠実に再現したモデルを用いることが望ましい。今回の検討から得られた技術知見を活用して、各種の基礎構造の設計の合理化、コスト縮減、工期短縮等を図って行きたいと考える。

キーワード 大型構造物、パイルド・ラフト基礎、沈下、数値解析、

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組東京本社 土木技術本部設計第二部 TEL 03-5769-1307

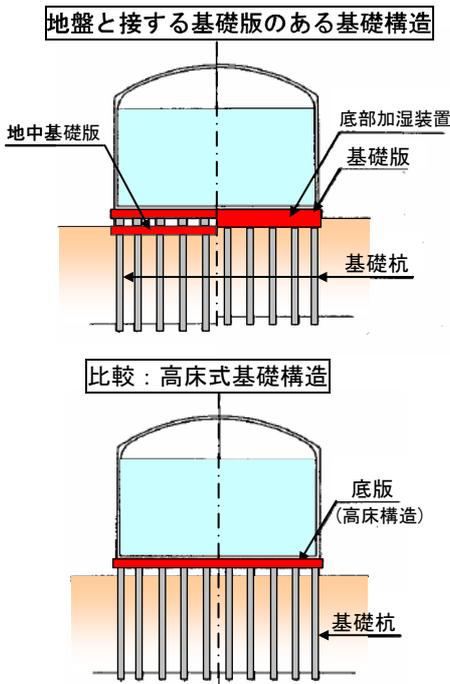


図-1 検討対象とした大型構造物基礎 (低温タンク)

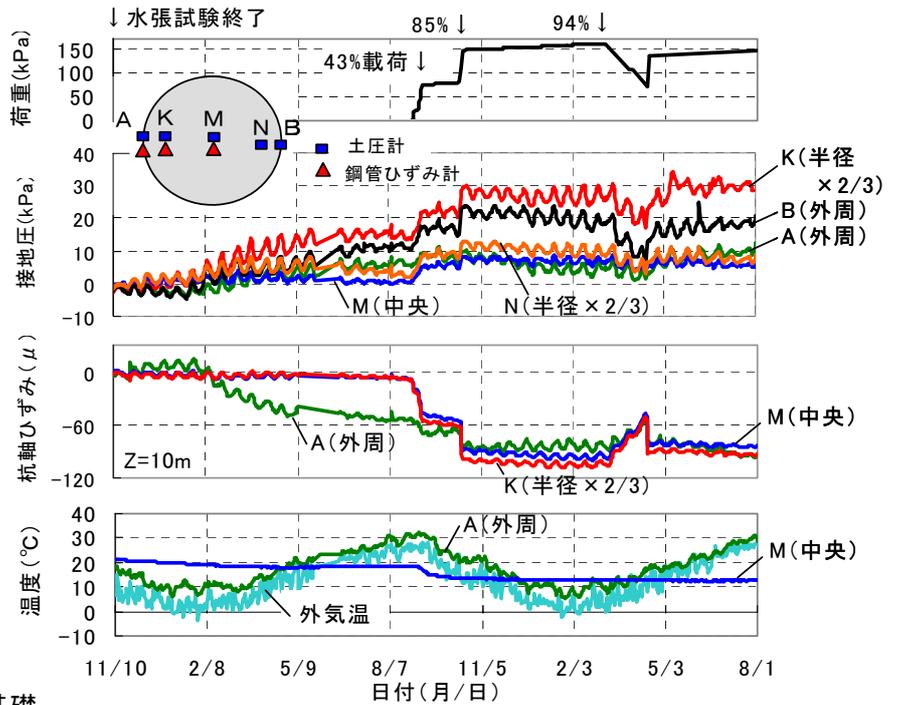


図-2 大規模なタンク群杭基礎の支持挙動計測結果

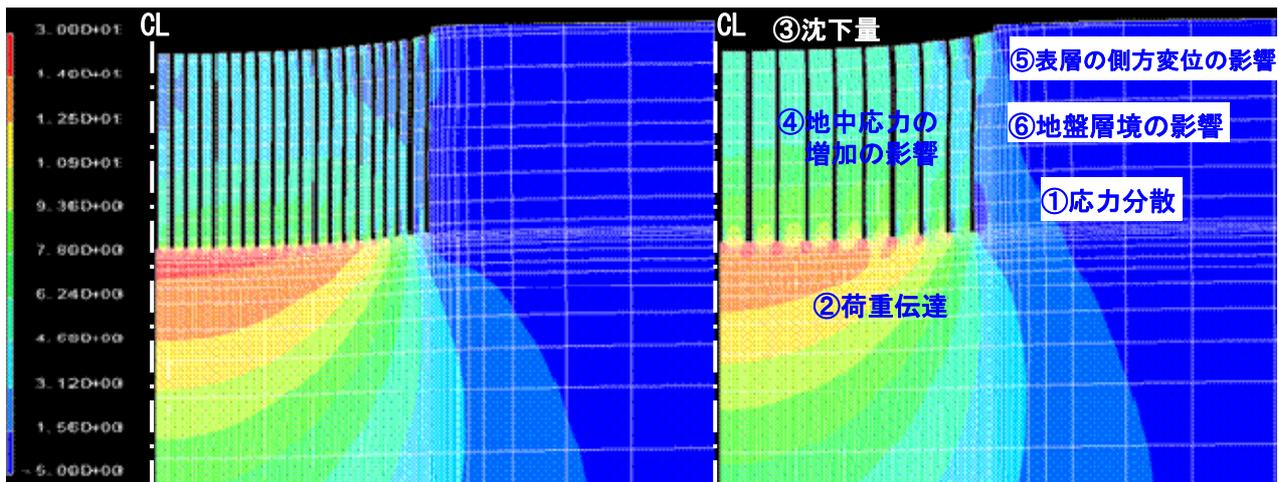


図-3 群杭基礎の地中応力分布（杭間隔の影響）

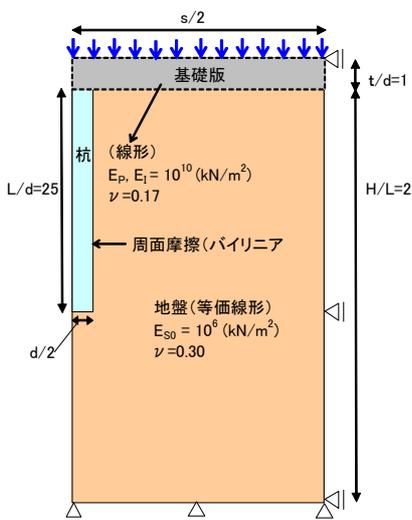


図-4 解析モデル

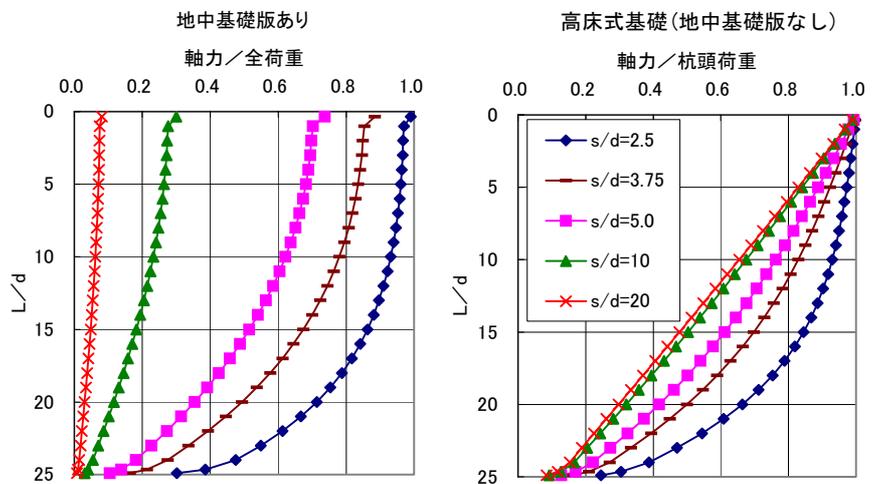


図-5 杭体軸力分布に及ぼす杭間隔の影響

【参考文献】 1), 2): 鈴木、関、西崎、鎌田；大規模なタンク群杭基礎の支持機構に関する分析・評価(その1), (その2), 第40回地盤工学研究発表会(2005.7)  
 3): 土屋勉；摩擦杭の支持力機構について, 基礎工 Vol.26, No.5, pp.33~37 (1998.5)