

水平荷重が作用する新しいポール基礎の土圧分布

松江工業高等専門学校 正会員 ○柴田俊文
株式会社 創生館 非会員 林 芳信
松江工業高等専門学校 正会員 高田龍一
松江工業高等専門学校 非会員 田中美菜
松江工業高等専門学校 非会員 長岡千晴

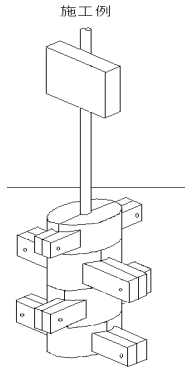


図-1 施工例

道路標識や照明柱などのポール基礎の安定計算法は、昭和 50 年に旧建設省土木研究所が資料として取りまとめており¹⁻²⁾、以後、その資料に基づいて設計が行われてきている。これは、道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編³⁾の「基礎の安定に関する基本事項」に掲載されている方法を基準に定められたものであり、これまでに、ポール基礎部分の形状が矩体や円柱のものの設計に適用されている⁴⁾。それに対し、本研究で提案するポール基礎は、図-1 に示すようにプレキャストコンクリートのパーツをポールに設置して施工するものである。そのため、基礎部分の形状が複雑となり、従来の安定計算法が適用できない可能性があり、諸検討が必要であると考えられる。

本研究では、ポール基礎に水平荷重を作用させた際に発生する土圧について検討する。土圧は、基礎部の四箇所について測定し、その特性について考察する。また、変位や傾きを測定することで力学的な挙動を把握し、安定計算法・設計指針確立のための基礎情報とする。

2. 実験概要⁵⁻⁶⁾

本研究では、鋼製ポールに 1/4 スケールのパーツを取り付けてポール基礎とし、800mm×800mm×500mm の容器（土槽）に入れて実験を行う。図-2 にパーツの寸法、図-3 に荷重載荷方向と土圧計設置位置、図-4 に実験土槽概略図を示す。ここで、コンクリートパーツは早強ポルトランドセメントを使用して作製し、粗骨材・鉄筋は使用しない。また、パーツは合計 4 段（8 個）用い、図-1 の施工例のように 1 段毎に直角方向を向くよう設置する（図-5）。荷重方向は、最上段のパーツの長軸方向と垂直方向の場合、水平方向の場合の計二種類について実験を行う。地盤はまさ土（土粒子の密度： $\rho=2.618\text{g/cm}^3$ ，含水比： $w=7\%$ ，せん断抵抗角： $\phi=30^\circ$ ）を用い、根入れ深さ 220mm とした。ここで、最上段のパーツの上に 20mm 土を入れ、さらに地表から 280mm の位置に水平方向に荷重を作用させた。図-3 に示すように、土圧計は合計 4 箇所設置し、併せて、荷重作用地点に荷重計を取り付けて計測を行った。

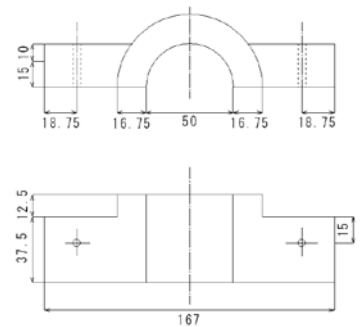


図-2 パーツの寸法

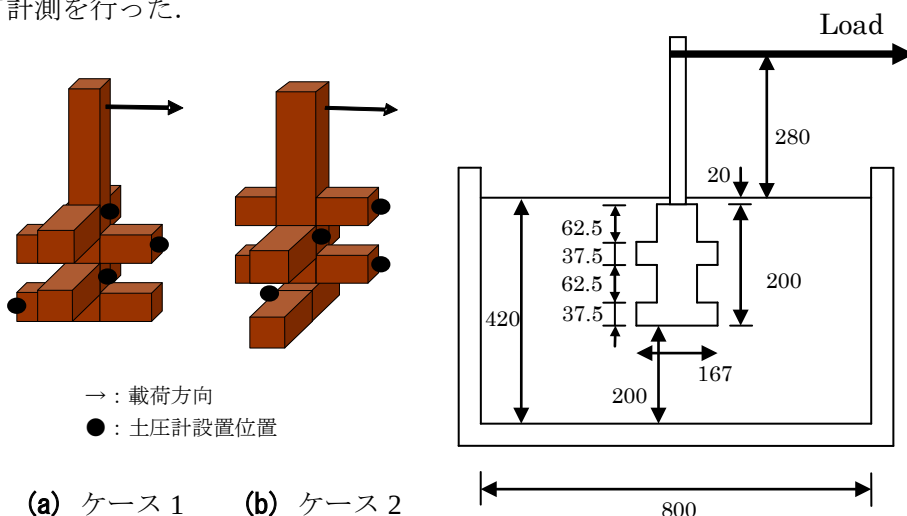


図-3 荷重載荷方向

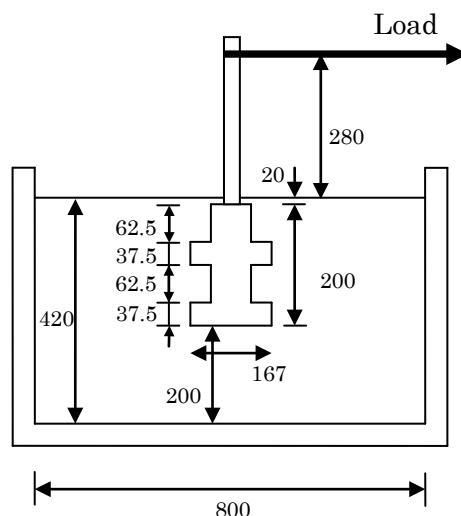
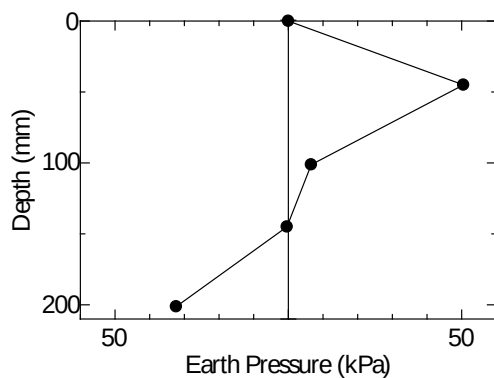


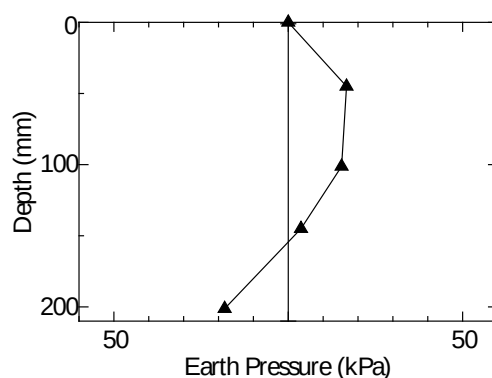
図-4 実験土槽概略



図-5 組み合わせたパーツ



(a) ケース 1



(b) ケース 2

図-6 土圧分布図

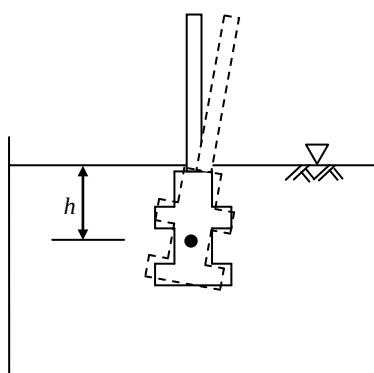


図-7 回転中心と距離

3. 実験結果及び考察

図-6(a)及び(b)に、図-3のケース1とケース2の土圧分布図をそれぞれ示す。土圧は、荷重が100Nに達した際の値を使用し、また、地表部を0としてそれぞれのパーツで計測された値を深さとの関係で表している。図より、三段目のパーツ（下から二つ目）の土圧はほとんど値が出ていないことがわかる。これは、三段目のパーツが回転中心近傍のためほとんど動いておらず、そのため土圧も発生していないと考えられる。また、最下段については、右側に荷重が作用しているのに対し、左側に変位を示していることが確認できる。

次に、旧建設省の安定計算法に示されている以下の式から、回転中心までの深さ h を計算する（図-7）。

$$h = \frac{M_0 K_2 + H_0 K_3}{M_0 K_1 + H_0 K_2} \quad (1)$$

ここで、 $K_1 = bK_h \ell$ 、 $K_2 = 2/3 \cdot bK_h \ell^2$ 、 $K_3 = 1/2 \cdot bK_h \ell^3 + K_v a^4 v$ 、 $2b$ ：幅、 $2a$ ：奥行き、 ℓ ：根入れ深さ、 K_h 、 K_v ：水平・鉛直方向地盤反力係数、 M_0 ：外力によるモーメント、 H_0 ：外力による水平力である。また、 v は $v = 1/3 \cdot n(2 - \cot \beta)(1 + n \cot \beta)^2$ より求められ、 β は $K_v a^3 \theta v_0 = 4ab \ell \gamma_c$ 、 $v_0 = n(1 + n \cot \beta)^2$ を満たす角度、 γ_c は基礎部の単位体積重量である。ここで鉛直方向地盤反力係数の値は、水平方向地盤反力係数と同様とし、既往の研究で得られた値を使用した。以上の仮定より回転中心深さ h を求めると、 $h = 0.176\text{m}$ が得られる。これは図-6の結果と比較的近い値であることが確認でき、このことから、およそその変形状態（傾き）は安定計算法から推測できることがわかる。

4. おわりに

本研究では、プレキャストコンクリートのポール基礎の1/4モデルを土槽に入れて実験を行い、水平荷重作用時のポール基礎側面の土圧を測定した。また、载荷については、二種類の方向について検討を行った。実験結果より、測定値から推測される回転中心位置と、安定計算法から得られる回転中心位置が概ね一致することが確認できた。今後、凹凸部の土圧への詳細な検討、地盤物性値の影響などが課題である。

参考文献

- 1) 旧建設省土木研究所資料 第1035号、ポール基礎の安定計算法、pp.1-13、1975.
- 2) スミポール 照明柱 標識柱、住友金属建材株式会社.
- 3) 社団法人日本道路協会：道路橋示方書・同解説IV下部構造編、2002.
- 4) 岡原美知夫ほか、杭・ケーソン・鋼管矢板および地中連続壁基礎の設計計算例、山海堂、2000.
- 5) 正田大輔、内田一徳、河端俊典、小原亜季、灘本優太：水平荷重を受ける部分拡幅杭に作用する土圧の検討、農業土木学会大会講演会講演要旨集、2006.
- 6) 正田大輔：部分拡幅杭の支持機構に関する研究、神戸大学 学位請求論文、2007.