

# ポール基礎の土圧分布特性の実験と解析による検討

松江工業高等専門学校 ○郷原 惇  
 松江工業高等専門学校 柴田俊文  
 松江工業高等専門学校 高田龍一

## 1. はじめに

従来のポール基礎は直方体であり、その設計は「道路付属物の基礎について（昭和50年7月15日付け道路局企画課長通達）」<sup>1)</sup>により運用されている。しかし、この通達は直方体のような、当時主として用いていたコンクリート基礎のみに対応しており、この基礎形状では近年の道路付属物の大型化および都市道路環境下等への対応が困難になってきている。そのため、新しい基礎形式の性能評価法について基準化が必要となってきた。

本研究では、実験と解析から土圧分布特性の把握を行う。実験では、砂地盤を使用し、新しい基礎（図-1に示すプレキャストコンクリートのパーツを組み合わせたもの）と従来の基礎の1/4モデルを用いて、ポール基礎に水平荷重を作用させたときの土圧を測定する。さらに三次元有限要素法による解析結果と、実験値との比較・検討を行うことでそれぞれの結果の妥当性を確認し、新しいポール基礎の性能評価基準を確立するための基礎情報とする。

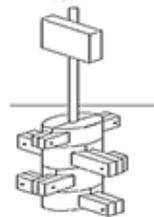


図-1 施工例

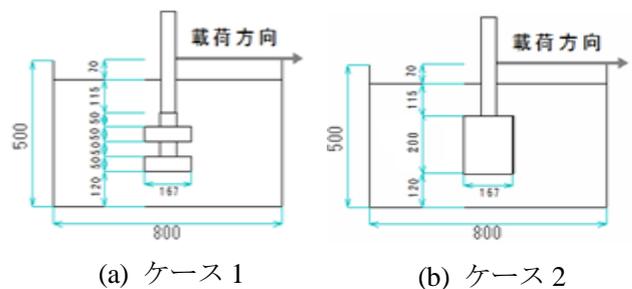


図-2 実験概略図

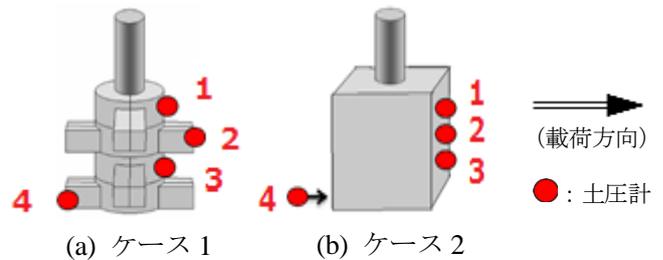


図-3 土圧計配置箇所

表-1 解析に用いた材料定数

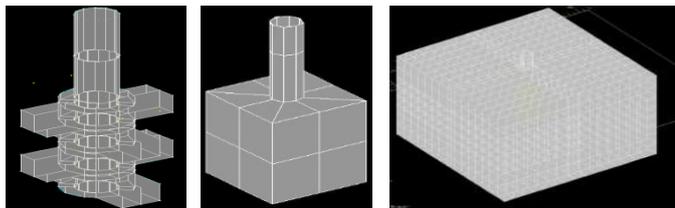
	$E$ [ $\times 10^9$ N/m <sup>2</sup> ]	$\nu$
地盤	0.03	0.3
コンクリート	30	0.2
ポール	200	0.3

## 2. 実験・解析概要<sup>2)</sup>

図-2に実験概略図を示す。幅800mm×奥行き800mm×高さ500mmの容器に6号珪砂（粒径0.4~0.05mm）を入れ実験模型を作成する。基礎部分は、パーツ高さが50mm（合計4段、高さの総計200mm）、直方体の高さが200mmである。なお、パーツは一段毎に鉛直の方向になるように設置した。設置した地表面から上方70mmの位置でポールにワイヤーを付け、1.67mm/min.（基礎幅の1%/min.）の速度で水平荷重を作用させる。図-3に土圧計の取り付け位置を示す。各パーツの中央に土圧計を、荷重作用位置には荷重計を取り付ける。ここで、新しいポール基礎をケース1、従来のポール

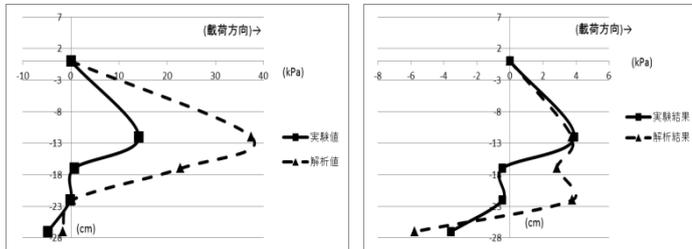
基礎をケース2とし、ケース2の土圧計は、ケース1と同じ高さの位置に設置した。

次に、解析概要に関し、図-4に三次元有限要素法で使用する解析モデルを示す。(a)、(b)にポール基礎のみの要素分割図、(c)に地盤を含む全体の要素分割図を示す。ここで20節点アイソパラメトリック要素を用い、ポール先端に1.67mmの強制変位を合計5回（5ステップ）与える。本研究では、土圧分布の概略を把握するため、弾性体として解析を行う。表-1に解析に使用した料定数を次に示す。ここで、 $E$ は縦弾性係数、 $\nu$ はポアソン比を表す。



(a) ケース 1 (b) ケース 2 (c) 全体図

図-4 解析モデル



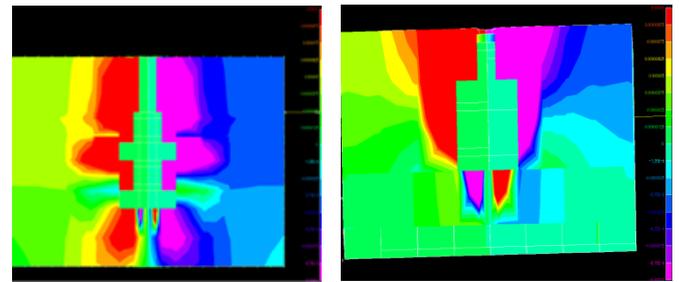
(a) ケース 1 (b) ケース 2

図-5 土圧分布図

### 3. 実験・解析結果<sup>3,4)</sup>

図-5(a), (b)に、ケース 1・ケース 2 の変位率（実際の変位をポール基礎の幅で除したもの）が 4% の際の土圧分布図を示す。縦軸に深さ、横軸に土圧を表す。図-5 から確認できるように、ケース 1 とケース 2 とでは土圧の分布が類似していることが分かる。実験および解析結果を見ると、ケース 1 ではケース 2 に比べて 2~4 倍程度大きく土圧が発生しており、ケース 1 の方が地盤と相互にかみ合い、より地盤に抵抗していることがわかる。また地表面から深さ 220mm（上から 3 段目のパーツ）の測定箇所では、それぞれの基礎にほとんど土圧が発生していない。これは、この箇所付近がポール基礎の回転中心であり、そこを軸にポール基礎が変動していることが考えられる。一方、ケース 1 の地表面から深さ 170mm の測定場所（上から 2 段目のパーツ）では解析結果は土圧が発生しているのに対し、実験結果では土圧がほとんど発生していない、実験を行った際に基礎の上から砂を入れているため凹部に十分に砂が入らず、水平荷重載荷時に凹部の空隙に砂が移動した可能性が考えられる。

図-6 に三次元有限要素法によって得られた解析結果（変位率 4%）を示す。ここで、(a), (b)は、それぞれケース 1 とケース 2 の土圧分布を示し、図の青色と赤色が、圧縮および引張を表している。図-6(a), (b)を見比べると、図-6(a)では、上から 1 段目と 2 段目のパーツの右側部分は圧縮、左側部分は引張の土圧が発



(a) ケース 1 (b) ケース 2

図-6 解析結果（土圧分布）

生している。4 段目では逆に、基礎の左側部分に圧縮応力が発生している。三次元有限要素法で解析を行う際に、基礎と地盤との間に引張応力が作用した際の条件が付与されていないため、解析結果に不自然な引張応力が発生している。しかし、全体の土圧の分布形状は良好に再現できていることが確認できる。

### 4. まとめ

実験結果と解析結果の双方で新しいポール基礎と従来のポール基礎の土圧分布が類似していることが確認でき、解析値より全体の分布形状が良好に再現できることが確認できた。今後、三次元有限要素法に引張の条件を付加し、弾塑性解析を実施することで実験値との比較を行うことが重要である。

### 謝辞

本研究を実施するにあたり、東北大学大学院の山川優樹准教授に多大なるご支援を頂いた。ここに記して謝意を表す。

### 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) Shoda, D. : Bearing Mechanism for Pile with Multi-Stepped Two Diameters under Static Load, Doctoral Thesis, Kobe University, 2007.
- 3) Prasad, Y. V. S. N. and Chari, T. R. : Lateral Capacity of Model Rigid Piles in Cohesionless Soils, Soils and Foundations, Vol. 39, No. 2, pp.21-29, 1999.
- 4) 山川優樹, 中市翔也, 池田清宏, 尾崎利行, 松村政秀, 北田俊行, 地盤-基礎-送電鉄塔の連成作用を考慮した三次元解析と基礎の安定性の検討, 土木学会論文集 C, Vol.64, No.4, pp.782-801, 2008.