

プレキャストコンクリートを用いたポール基礎の地盤反力係数に対する逆解析

松江工業高等専門学校	正会員	○柴田俊文
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
大阪ガス株式会社	非会員	桑垣早希

1. はじめに

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纏めており、以後、その資料に基づいて設計が行われてきている¹⁾。これは、道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編²⁾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³⁾。

一方、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。このポール基礎の特徴として、(1)低コスト化及び省力化、施工の簡素化が見込まれる、(2)1 パーツの重量を約 30kg とすることで人力での扱いが可能となり、大量生産による製品の低コスト化につながる、(3)作業が簡単であるため一度の連続作業で施工が完了するので、人件費や使用機械も軽減される、(4)廃土を抑制するため環境に良好である、等の点が挙げられる。

本ポール基礎は、**図-1**のように基礎部分の形状が複雑であるため、従来の安定計算法が適用できない可能性がある。また、この安定計算法には水平方向の地盤反力係数を用いるが、この係数は道路橋示方書に示された式から求めるもので、地盤の種類によっては、この式が不適である可能性も否定できない。そこで本研究では、予備実験で得られた実験値を使用し、拡張カルマンフィルタを用いて逆解析により地盤反力係数を求める。そして、プレキャストコンクリートの模型を用いて実験を行い、ポール基礎と地盤の動きを検討する。変位を計算で求め、実験値と比較することで、力学的な挙動を把握し、設計指針確立のための基礎情報とする。

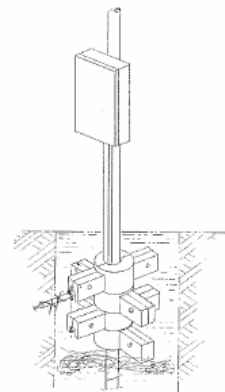


図-1 施工例

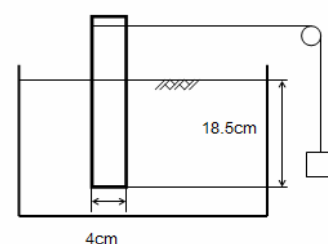
2. 実験概要⁴⁻⁵⁾

図-2(a)に予備実験の概略図を示す。断面 4cm×4cm の木材を幅 33cm×奥行き 20cm×深さ 22cm の容器に入れ、木材の周囲にまき土を入れる。1kg 毎に載荷荷重を増加させ、計 5kg の引張力を加える。木材にはひずみゲージ 5 個とダイヤルゲージを設置し (**図-2(b)**)、それぞれの荷重に対応したひずみ、変位を測定する。このひずみ、変位を用いて逆解析を行い、水平方向の地盤反力係数を求める。次に、本ポール基礎の模型を用いた実験を行い、安定計算法の妥当性を検討する。

図-3(a)に示すように、模型にダイヤルゲージを設置し、それぞれの重さに対応した箇所の変位を測定する。**図-3(b)**に引張力を加える方向を示す。すなわち、ケース 1：最上段の木材と垂直の方向、ケース 2：最上段の木材と水平の方向、ケース 3：最上段の木材と斜め 45 度の 3 方向について、検討を行う。また、変位を計測する位置は、地表面を基準に 4cm の地点とした。

3. 計算法

予備実験により求めたひずみの値よりスプライン曲線を作成する。作成したスプライン曲線を台形公式によって積分し、変位を求める。求めた変位を使い、拡張カルマンフィルタにより水平方向の地盤反力係数を求めた。次に本研究では、旧建設省土木研究所資料「ポール基礎の安定計算法」に基づいて下式に示すように回転中心深さ h 、回転角 θ を求める。この安定計算法の式は、ポール基礎を剛体と仮定し、水平方向の力とモーメントの釣り合いから導出している。



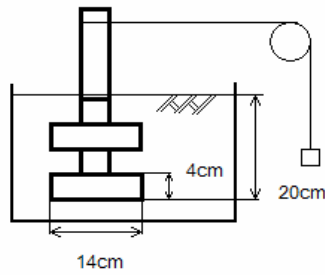
(a) 実験概略図



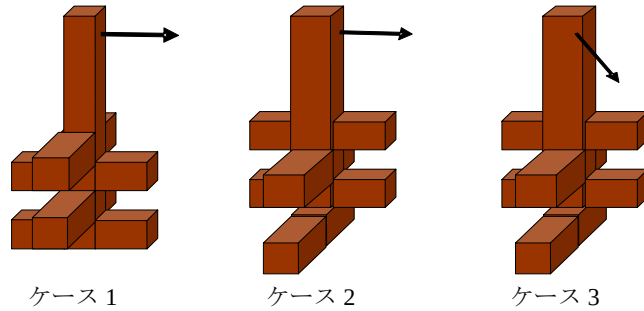
木材の下方から 2cm
のところより 3.5cm
間隔で 5 か所に設置

(b) ひずみ測定位置

図-2 予備実験



(a) 実験概略図



(b) 荷重載荷方向

図-3 実験概要

$$h = \frac{M_0 K_2 + H_0 K_3}{M_0 K_1 + H_0 K_2}, \quad \theta = \frac{M_0 K_1 + H_0 K_2}{K_1 K_3 - K_2^2} \quad (1), (2)$$

ここで $K_1 = bK_h l$, $K_2 = 2/3 \cdot bK_h l^2$, $K_3 = 1/2 \cdot bK_h l^3 + K_v a^4 v$, $2b$: 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 $K_v a^3 \theta v_0 = 4abl\gamma_c$, $v_0 = n(1 + n \cot \beta)^2$ を満たす角度, γ_c は基礎部の単位体積重量である. 以上の式と, $u = h_1 \theta$ より, 変

位 u を求める. なお, h_1 は回転中心深さからダイヤルゲージまでの距離である. なお本研究では, 簡易に安定計算を行うことを考慮するため, ポール基礎とまき土を一体と仮定して計算を行う. また, 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た.

4. 実験結果及び考察

図-4 に中心回転深さ h ・回転角 θ の計算結果とその概略図を, 図-5 に理論値と実験値を比較したグラフを示す. ここでケース 1~3 は, 図-3(b) の 3 ケースに対応する. 図-5 より理論値と実験値がほぼ一致することが確認できる. また引張力を载荷する方向にかかわらず, 良好な値が得られていることがわかる. これより本研究で示した算定方法が妥当であることが確認できた.

5. まとめ

本研究では予備実験から拡張カルマンフィルタを用いて水平方向の地盤反力係数を求めた. この地盤反力係数を安定計算に使用して求めた理論値と実験値の値が良好に一致しており, 本研究で提示した算定方法が妥当であるという結論が得られた. しかし, ポール基礎と地盤の相互作用, 各部の土圧の検討, 含水比の影響や塑性領域での挙動など多くの検討すべき課題があり, 今後の研究課題としたい.

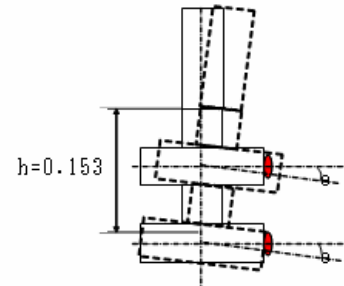


図-4 変位の計算位置

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) 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.
- 3) 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.
- 4) 正田大輔, 内田一徳, 河端俊典, 小原亜季, 灘本優太: 水平载荷を受ける部分拡張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.
- 5) 小椋仁志, 山肩邦男, 岸田英明: 模型実験による節付き円筒杭の支持力特性の検討, 日本建築学会構造系論文報告集, Vol.374, pp.87-97, 1987.

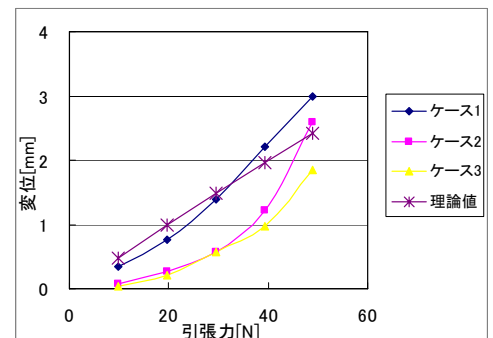


図-5 理論値と実験値の比較