

論文の内容の要旨

論文題目 砂質土-粘性土の2層地盤に支持される杭の先端抵抗に関する研究
氏名 堀井 良浩

建築基礎の設計は、各種限界状態の要求性能を定め、限界状態時の応答（荷重、沈下）がこれを満足することを確認する性能規定型設計法に移行しつつある。鉛直方向荷重を受ける建築基礎の挙動を予測する上で、先端支持力が支配的な大口径場所打ちコンクリート拡底杭等を用いる場合は、先端抵抗（先端支持力および沈下）を適切に評価することが重要となる。また、地盤条件や杭径によっては、施工能力の限界もあり、杭の先端をやや薄い砂質土層に支持させることも多い。このような薄層支持杭の先端抵抗は、砂質土層の下部にある粘性土層の影響を受けるため、砂質土-粘性土の2層地盤に支持されるものとして評価する必要がある。これまでに幾つかの先端支持力の評価法が提案されているものの、適用性が十分に検証されてはいない。また、先端荷重と沈下の関係は、数値解析以外には評価法がないことから、実務では支持層が厚い場合の荷重沈下関係式が準用されている。

本論文は、砂質土-粘性土の2層地盤に支持される杭の先端抵抗の評価法を提案し、評価法の妥当性を実験的研究および解析的研究により検証したものである。薄層支持杭の鉛直方向荷重に対する挙動の評価法は実務的には重要であるが、特に実験的な研究例は少ない。本研究では、薄層支持杭の遠心模型実験を行い、極限状態に至るまでの杭先端の沈下挙動を明らかにするとともに、先端荷重沈下関係を双曲線関数で近似する手法、および杭径と沈下量の比で定義される設計上の終局先端支持力を評価する手法を提案している。さらに、FEM解析によって遠心模型実験結果を再現できること、評価手法が実験と異なる地盤条件に対しても適用できること、実杭の載荷試験結果例に対して評価法を適用して実際の設計式としても応用できることを検証している。

本論文は6章から構成されており、その概要は以下に示す通りである。

第1章 「序論」では、薄層支持杭の先端抵抗に関する既往の研究内容を示し、本論文の位置づけ、目的や構成を明らかにした。

第2章 「支持層がやや深部にある薄層支持杭の遠心模型実験」では、杭形状や応力状態を実物に対応させた模型杭の鉛直載荷試験（50g場、縮尺1/50）の結果を示し、支持層（砂質土）の層厚や相対密度が、杭の先端抵抗に与える影響を明らかにした。また支持層の有効層厚比、支持層と下部層（粘土層）の強度・変形特性を用いて先端荷重沈下関係および先端支持力を評価する手法を検討した。

第3章 「支持層が深部にある薄層支持杭の遠心模型実験」では、支持層の強度・変形特性に関係する拘束圧の影響を把握することを目的として、杭先端深さが深部(約40m)にある場合を模擬した遠心模型実験を行い、高拘束圧下における薄層支持杭の先端抵抗を明らかにするとともに、その評価法を検討した。

第4章 「FEM解析」では、汎用解析プログラムを用いて非線形FEM解析法を適用する場合の材料および構成則のモデル化手法を示して、薄層支持となるケースの遠心模型実験結果を良好に再現できることを確認した。また、同じモデルを用いて、遠心模型実験と異なる地盤条件の場合を対象にした解析を行い、提案する評価法の適用性を検討した。

第5章 「先端荷重沈下関係および先端支持力等の評価法の提案」では、薄層支持杭の先端荷重沈下関係を弾性論の近似解に基づく初期剛性と、2層地盤の支持力式による最大耐力で規定される双曲線関数によって定式化する方法、およびこれを用いて杭径と沈下量の比で定義される設計上の終局先端支持力を評価する手法を提案した。また、薄層支持であるかどうかを判定する指標 $(H/D)_{\min}$ を導入し、提案する評価法の適用条件を提示した。さらに、実杭の設計に対する適用方法を示して、薄層支持となる場所打ち杭2例と埋込み杭2例の実杭の載荷試験結果と比較することにより、評価法の精度を実証した。

第6章 「結論」では、本研究を通して得られた結果や知見を総括して示した。