

薄肉円筒管を用いた小規模建築物基礎の支持力増大工法に 埋設本数が及ぼす影響について

九州工業大学大学院 学生会員 ○津野 将馬
九州工業大学大学院 正会員 廣岡 明彦 永瀬 英生
日鐵住金建材株式会社 非会員 原田 剛男

1.はじめに

現在、小規模建築物基礎直下の軟弱地盤対策として、布基礎直下に薄肉円筒管を鉛直に埋設し、現場発生土等を中詰材として充填することで、上部からの荷重を支持層まで伝達させるという新たな地盤改良工法を提案中であるが、実用に向けての詳細な知見を得るために様々な条件下で実験を行う必要がある。そこで、本研究では、この新工法による地盤改良の際に、薄肉円筒管の埋設本数が支持力増大効果にどのような影響を与えるかについて調べることがを目的とし、遠心模型実験装置を用いて鉛直載荷試験を実施した。

2.実験概要

2.1 実験システム

図-1 に実験システムを示す。遠心加速度場 30G において、フーチングに載荷装置を作動させ、ロードセルにより載荷荷重、LVDT によりフーチングの沈下量を計測する。尚、載荷試験は土槽の中心に複数管を、中心から 7cm の位置に単管を埋設しており、ジャッキの位置を代えることで、同一地盤での複数管と単管の載荷が実施できるようになっている。

模型地盤には豊浦砂を用い、相対密度を調整して軟弱層と支持層を作製した。軟弱層は相対密度 $D_r=25\%$ 、層厚を 8.3cm、支持層は相対密度 $D_r=90\%$ 、層厚が 10cm となるようにそれぞれ締め固めた。軟弱層内に円筒管模型を埋設後、単管のケース

ではその上部に幅 1.65cm、高さ 1.65cm、奥行き 6cm のフーチングを設置し、複数管のケースでは円筒管模型を奥行き方向に 3 本埋設した後、その上部に幅 1.65cm、高さ 1.65cm、奥行き 18cm のフーチングを設置し実験を行った。複数管のケースにおいては、支持層内に埋設した土圧計により円筒管模型直下の土圧も計測した。

また、円筒管間隔としては、杭状地盤補強間隔が 2m 程度以下であることから、本研究では 6cm (30G を考慮して 1.8m) 間隔としている。管配置図を図-2 に示す。

本研究では管直径が 40cm、長さが 250cm、板厚が 1.6mm の鋼製の薄肉円筒管を想定しており、模型縮尺を 1/30 として円筒管模型を作製した。円筒管模型はアルミの薄板 2 枚を型に沿って湾曲させ、管軸方向に 2 か所接着し作製した。その後、豊浦砂を用いて相対密度 $D_r=100\%$ となるように突固めにより中詰めを行ったものを PO 型模型とした。また円筒管模型内の中詰材が剛体のような挙動をする場合を想定し、中詰材の代替部材として亚克力とアルミで構成される模型を PL 型模型とした。

2.2 実験条件

管本数による支持力への影響を調べるため、単管の場合と複数管の場合において比較実験を行った。その実験条件を表-1 に示す。実験コードは PO 型模型の場合に PO、PL 型模型の場合に PL を付け、 F_{xx} を円筒管模型径、 GS_x を円筒管間隔として命名している。

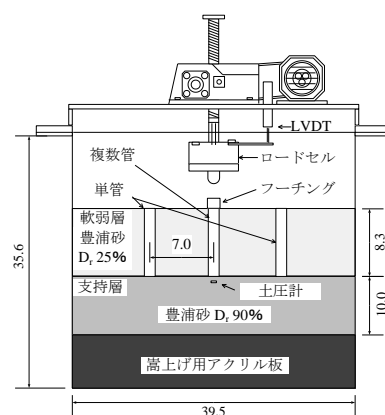


図-1 実験システム

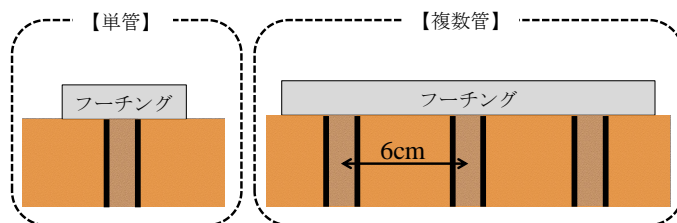


図-2 フーチングと単管及び複数管の配置

表-1 実験条件

実験コード	円筒管模型タイプ	模型径 (mm)	フーチング断面面積 A_0	円筒管間隔 (cm)
PO	F14	14	9.9×10^{-4}	-
	F14GS6		29.7×10^{-4}	6
PL	F14	14	9.9×10^{-4}	-
	F14GS6		29.7×10^{-4}	6

3.実験結果および考察

3.1 単管について

図-3に、単管におけるPL型模型、PO型模型の実験結果を示す。この図は、横軸にフーチング幅Bでフーチング沈下量Sを正規化したS/B、縦軸にロードセル荷重Qをフーチングの断面積A₀で除した荷重強度Q/A₀で表したQ/A₀-S/B曲線である。図-3より、PL型模型とPO型模型の荷重強度Q/A₀をみてみると、PL型模型(図中の青線)は沈下量が大きくなるに伴って荷重強度Q/A₀が単調増加している。それに比べPO型模型(図中の赤線)はS/B=0.18付近で荷重強度Q/A₀の低下が確認できる。ここで実験後のPO型模型の上端の様子を示した写真-1をみると、座屈が確認できる。これはフーチングからの鉛直荷重が円筒管に直接加わったことが原因の1つであり、この座屈がフーチングの沈下に対する荷重強度Q/A₀の発現に影響を及ぼしていることは明らかである。

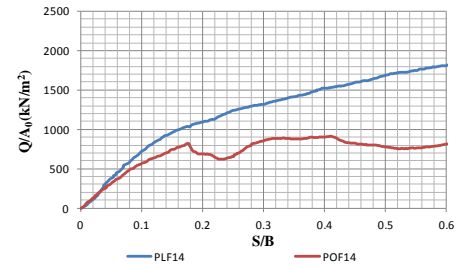


図-3 Q/A₀-S/B 曲線 (単管)



写真-1 PO型模型
(単管)

3.2 複数管について

図-4に複数管におけるPL型模型、PO型模型の実験結果をQ/A₀-S/B曲線で表したものを示す。尚、図-4には図-3で示した単管の場合による結果も同様に示している。図-4より、複数管によるPL型模型とPO型模型の荷重強度Q/A₀をみてみると、単管のケースと同様にPL型模型(図中の青点線)では単調増加しており、PO型模型(図中の赤点線)ではS/B=0.22付近で座屈によると思われる低下が確認できる。実験後のPO型模型の上端の様子を写真-2に示す。次に単管と複数管の荷重強度Q/A₀を比較する。まず、PL型模型ではS/B=0.1付近から複数管の荷重強度Q/A₀が小さくなっており、群杭効果が生じたと窺える。一方、PO型模型では単管と比べ、複数管のほうが座屈の生じる沈下量が大きい。そのため、荷重強度Q/A₀も大きくなっていることが確認できる。

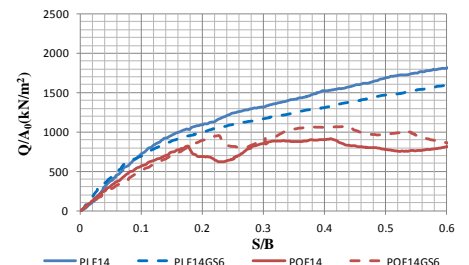


図-4 Q/A₀-S/B 曲線 (複数管)

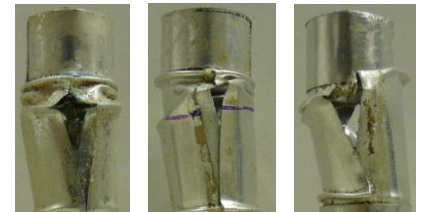


写真-2 PO型模型 (複数管)

3.3 支持層土圧について

図-5は、土圧計で計測した支持層での土圧とPL型模型、PO型模型のロードセル荷重Qを円筒管模型の断面積A_pで除した荷重強度Q/A_pによる土圧-Q/A_p曲線であり、この図の傾きはフーチングにかかる荷重が円筒管模型を介して支持層に伝達される荷重伝達率を示している。ここでは、弾性域と思われるS/B=0.06までの各ケースの結果をグラフにプロットしている。尚、複数管のケースでは、3本の円筒管模型直下の土圧の平均値を支持層の土圧とし、円筒管模型1本あたりの荷重をロードセル荷重Qとしている。また、単管のケースでは、昨年度に実施した単管のみを埋設した地盤におけるPL型模型、PO型模型の土圧-Q/A_p曲線を示している。

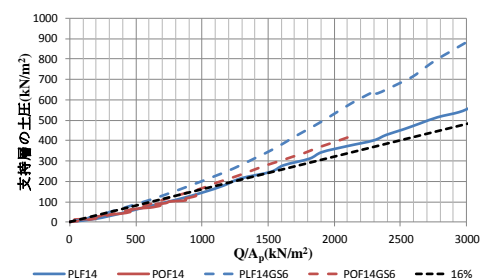


図-5 支持層への荷重伝達率

支持層に円形等分布荷重が作用したとして、弾性論に基づいて本研究における土圧計位置での荷重の伝達率を求めると、約16%である。これを今回の実験結果と比較すると、PLF14GS6のケースにおいて伝達率よりも大きな傾きとなっている。しかし、このケース以外の結果としては、伝達率と概ね一致しているか、僅かに大きいだけであり、単管においても複数管においても荷重が支持層に十分に伝達されたと考えられる。

4.まとめ

- ・薄肉円筒管を用いた地盤改良工法において、単管と複数管の場合による荷重強度Q/A₀を比較すると、PL型模型では群杭効果が窺えた。PO型模型では複数管のほうが座屈の生じる沈下量が大きいので、荷重強度Q/A₀も大きな値を示した。
- ・支持層に伝達される荷重は、単管においても複数管においても十分に伝達されたといえる。