

小規模建築物基礎直下に設置した薄肉円筒管による支持力増大効果に関する遠心模型実験

九州工業大学大学院 学生会員 田中 耕輔
 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 川端 規之 原田 剛男

1.はじめに

軟弱な地盤上に構造物を建設する際には、何らかの軟弱地盤対策が必要となる。本研究では、軟弱地盤における新たな住宅基礎工法として、布基礎直下に薄肉円筒管を鉛直に設置し、その中に現場発生土等の中詰め材を充填することにより、上部からの鉛直荷重を薄肉円筒管内の中詰め材を介して、支持層まで伝達させる支持力増大工法を取り扱う。そこで、管直径、軟弱層の厚さ、中詰め材の状態が支持力増大効果に及ぼす影響について調べることを目的とし、遠心模型実験装置を用いて一連の載荷試験を実施した。

2.実験概要

図-1 に示す実験システムを構成し、遠心加速度場 30G に達した後、載荷装置を作動させ、幅 1.65cm、奥行き 6.0cm のフーチング(実物換算 0.5m × 1.8m)を載荷し、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、支持層に設置した土圧計により円筒管模型直下での土圧を計測した。実験では管直径が 40cm、80cm、長さが 250cm、500cm、板厚が 1.6mm の鋼製の薄肉円筒管を想定し、模型縮尺を 1/30 とし、それらの組合せで 4 タイプの模型を作製した。薄肉円筒管の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 か所接着して作製した円筒管模型(図-2)と、薄肉円筒管内の中詰め材が理想的に剛体のような挙動をした場合を想定した杭型模型(図-3: 円柱アクリルの上端と下端に円柱アルミを接着)を用いた。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。軟弱層は含水比 1.7% に保持した豊浦砂で相対密度 $D_r=25\%$ と緩い層を作製し、層厚は 16.7cm と 8.3cm の 2 通りについて実験を行った。また、支持層は豊浦砂を締め固めて相対密度 $D_r=90\%$ 、層厚は 10cm とし、薄肉円筒管模型直下 2cm の位置に小型圧力センサを設置した。薄肉円筒管模型の中詰め材は豊浦砂の相対密度 $D_r=100\%$ となるように突き固めを行い、フーチング模型直下に鉛直に設置した。薄肉円筒管の管直径、軟弱層の厚さ、中詰め材の状態が地盤改良効果に及ぼす影響を調べるため、各 4

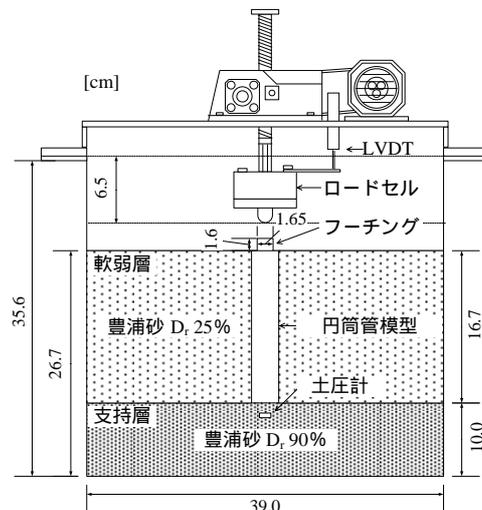


図-1 実験システム



図-2 円筒管模型 図-3 杭型模型

タイプの模型を実験に用いた。実験コードは円筒管模型の場合に PO、杭型模型の場合に PL を付け、F(模型の径)L(軟弱層厚さ)で命名し、フーチング直下に円筒管模型を設置しない無補強の軟弱層の場合を F0 と称す。表-1 に実験条件を示す。また、フーチングの断面積を A_0 、円筒管模型と杭型模型の断面積を A_p とする。

表-1 実験条件

実験コード	補強模型タイプ	模型径(mm)	軟弱層厚さ(mm)	
PO	円筒管模型	F27L167	27	167
		F14L167	14	167
		F27L83	27	83
		F14L83	14	83
PL	杭型模型	F27L167	27	167
		F14L167	14	167
		F27L83	27	83
		F14L83	14	83
F0 L167	なし		167	
F0 L83	なし		83	

キーワード 遠心模型実験 薄肉円筒管 地盤改良

〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学工学部建設社会工学科 TEL 093-884-3101

3.実験結果および考察

3.1 荷重-沈下関係と支持力強度について

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 とロードセル荷重をフーチングの断面積で除した荷重強度 Q/A_0 による $Q/A_0 - S/B$ 曲線を図-4 に示す。「建築基礎構造設計指針」¹⁾より、鉄筋コンクリート造の連続基礎での許容最大沈下量は 10cm であり、本実験で想定している布基礎においては、 $S/B=0.2$ の時に相当するが、ここでは $S/B=0.1$ の時の Q/A_0 の値を支持力強度と定義し、この支持力強度を用いて各実験ケースの比較を行う。円筒管模型を設置した場合 (PO) と無補強の場合 (F0) を比べると、円筒管の径が 14mm の時、軟弱層が 167mm の場合で約 7.0 倍、軟弱層が 83mm の場合で約 6.5 倍であった。一方、円筒管の径が 27mm の時、軟弱層が 167mm の場合約 3.5 倍、軟弱層が 83mm の場合で約 2.0 倍に増大した。すなわち、軟弱層の厚さが同じ場合、円筒管の管径が大きくなると支持力強度も増加し、管径が同じ場合、軟弱層が厚くなるにつれて支持力強度も増加した。また、円筒管模型を設置した場合は、円筒管模型継ぎ目(接着)部での亀裂発生がトリIGGERとなる円筒管模型の座屈に起因すると考えられる荷重強度の低下が確認された。この座屈現象が S/B の大きなところでのフーチングの支持力発現に大きく影響していることは明らかである。

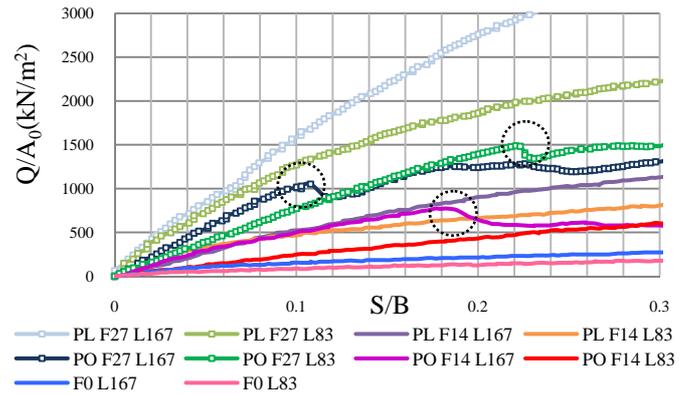


図-4 $Q/A_0 - S/B$ 曲線(全ケース)

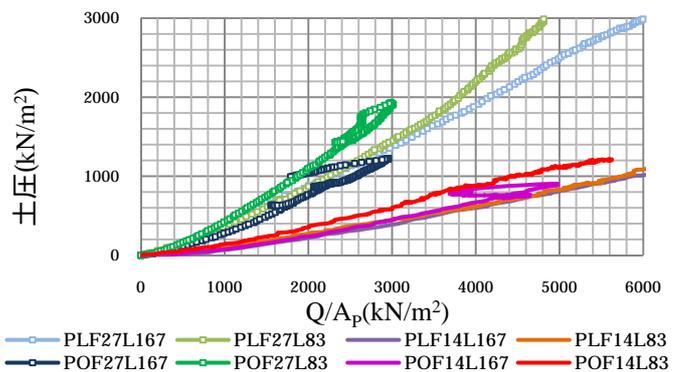


図-5 支持層への荷重伝達率

3.2 支持層への荷重伝達について

図-5 はロードセル荷重を各模型の断面積で除した荷重強度 Q/A_p と小型圧力センサで計測した支持層での鉛直土圧による土圧- Q/A_p 曲線であり、このグラフの傾きは支持層への荷重伝達率を示す。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実験における土圧計位置での荷重の伝達率を求めると、模型径が 27mm の場合で約 42%、径が 14mm の場合で約 16%であり、グラフの傾きと概ね一致し、加えて、対応するタイプにおける座屈前の円筒管模型と杭型模型の荷重伝達率はほぼ等しい。円筒管模型は座屈により、 Q/A_p と土圧はともに低下し、グラフが増加傾向から減少傾向に転じ屈曲するが、屈曲後の傾きの方が小さい。このことから、座屈後は土圧よりも Q/A_p の方が減少量が大きいことがわかる。これは、円筒管模型の座屈が模型上端で発生し模型上端での中詰材の拘束力が低下し Q/A_p が急減する量に対して、支持層での鉛直土圧への影響が少ないことを示しているが、その原因については管側面での摩擦の反転か土圧の再分配等が推測できるが、確認には至っていない。

4.まとめ

- (1)薄肉円筒管の補強により、 $S/B=0.1$ における荷重強度(Q/A_0)は、模型径が大きい場合は無補強と比べて 6.5 倍以上、模型径が小さい場合は 2.0 倍以上となり、模型径・軟弱層厚が大きくなるほど、荷重強度は大きくなる。
- (2)円筒管模型が座屈する前の支持層への荷重伝達率は模型径が 27mm の場合で約 42%、径が 14mm の場合で約 16% となり、各タイプの円筒管模型と杭型模型の荷重伝達率は概ね一致した。

5.参考文献

- 1)建築基礎 PLUS 土を掘る技術と固める技術，田中修身，株式会社建築技術，P123～124