

Ⅲ-A 450 マイクロパイル基礎の遠心模型実験

建設省 土木研究所 正員 ○相良昌男 正員 大下武志
建設省 土木研究所 正員 市村靖光 井谷雅司

1. はじめに

一般にマイクロパイル(以下、MP)とは、杭の直径が 300mm 以下の場所打ち杭・埋込み杭の総称である。施工は小型のボーリングマシンを用いて行い、杭体は異形棒鋼、鋼管を補強材とし、グラウト注入により形成される。欧米では、MP を構造物基礎として適用している事例が多く認められるが、日本での例は少ない。我が国においても、MP を構造物基礎および耐震補強として適用することを鑑み、MP に関する種々の研究が行われている。しかしながら、その支持力特性については、未解明な部分が多い。本報告では、MP の支持力特性の解明を目的としている。その手法として、MP で補強した直接基礎の模型を用いた支持力実験を遠心場で行い、MP の杭角度、および配置パターンの支持力への影響について検討したので、その結果の一部を報告する。

2. 実験方法

(1)実験装置概要

実験で用いた載荷装置の概略図を、図1に示す。載荷は、載荷板(約 100kg)が載荷フレームに沿って下降し、載荷板に付属している載荷アームにより MP 基礎を鉛直下向きに載荷する。載荷容量は、載荷板の質量に依存し、重力場では約 981N(100kgf)である。一方、遠心場においては「遠心加速度」×「載荷板の質量」となり、実験では遠心加速度を 89G に設定しているの、載荷容量は 87.31kN(8.9tf)となる。載荷板の下降制御は、載荷板が自重で下降するのを油圧シリンダーで支持し、下降にともない油圧シリンダーから吐出される油量を調整弁によって調整することで、載荷速度を一定に保つ構造としている。載荷装置の基本仕様は、載荷ストロークが 50mm、載荷速度が 0.5

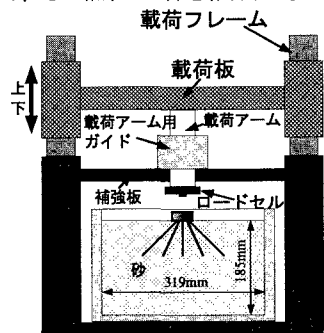


図1 載荷装置概略図

～60mm/min に設定可能、載荷容量は重力場で約 981N(100kgf)で、遠心場では遠心加速度に依存する。なお、本実験においては、載荷は沈下量で 15mm まで、載荷速度は 1mm/min、遠心加速度は 89G で行う。

(2)模型地盤の作成方法

実験には、空気乾燥状態の珪砂7号を用い、土槽には図1に示す内径 319mm の円筒形土槽を用いる。砂の投入は、投入量全体を 14 層に等分し一定寸法の出口を通して、模型地盤底面より 465mm の高さから各層毎に自由落下させて投入する。締固めは、土槽底板から 8 層までは 2 層毎に、9 層目以降は 1 層ごとにプラスチックハンマーを用いて各々 100 回づつ水平方向に打撃することで締固めを行う。この方法により、砂の相対密度が 95%以上の密な地盤を作成する。

(3)MP および基礎の模型

MP の模型には、直径 2mm 長さ 100mm のステンレス製の棒を用いる。また、地盤との摩擦を考慮し、その周囲には

は接着剤により砂を塗布している。実現場での MP の鋼管サイズが 178mm であることから、本実験での遠心加速度は 89G と設定する。基礎の模型は、直径 40mm、高さ 15mm のステンレス製の円形である。図2に、円形基礎への MP の設置方法を示す。MP の本数はいずれも 8 本とし、同心円周上およびらせん状に等間隔で配置し、角度は鉛直方向を軸として鉛直(0°)、30°、45°と変化させて設置した。

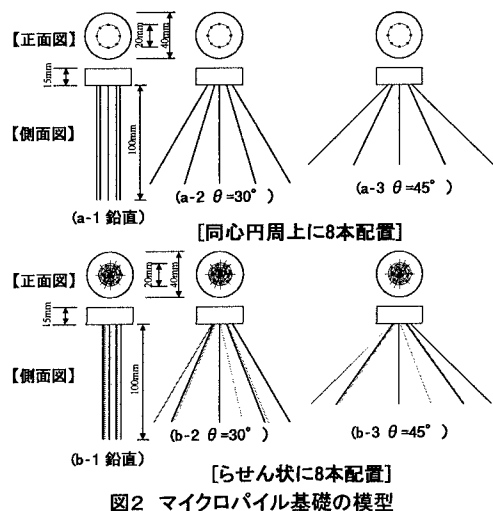


図2 マイクロパイル基礎の模型

キーワード：マイクロパイル、支持力、遠心力、模型実験

〒305-0804 茨城県つくば市大字旭1 TEL0298-64-2211 FAX0298-64-0564

3. 結果および考察

図3および図4に荷重強度一沈下量の関係を示す。図中の縦軸は「載荷重/MP 基礎の底面積」で求めた荷重強度であり、横軸は「実測した沈下量(S)/円形基礎の直径(B)」で求めた無次元化された沈下量(S/B)である。

(1) 杭角度の影響について

図3に、同心円周上に MP を配置した結果を示す。また、表1に沈下量が0.05, および降伏時に近い0.1の時の荷重強度を記す。また、杭角度が鉛直(0°)に設置してある荷重強度を1とした時の杭角度30°, 45°のそれを比で併記する。図3から、初期および降伏時以降のいずれの沈下量においても、杭角度が鉛直(0°)の荷重強度が大きいことが分かる。杭角度が鉛直から30°, 45°と大きくなると荷重強度は低下する傾向にあり、その割合は鉛直(0°)の荷重強度に対して、45~72%である。図4にらせん状に MP を配置した結果を示す。らせん配置において、杭角度が鉛直(0°)と30°の荷重強度は、沈下量0.1まではほとんど違いが見られない。これは、円形基礎の中心に近い MP 杭が鉛直支持に対して優位に働いているためと思われるが、これについては更に実験を重ね、確認する予定である。降伏時と思われる沈下量0.1以降は、同心円周上に配置した場合と同様に、杭角度が大きくなると荷重強度は低下する傾向である。以上の結果から、鉛直支持力については、杭角度は鉛直に近いほど荷重強度は大きいことが分かる。

(2) 杭の配置パターンの影響について

表1から MP の同心円周上の配置とらせん配置を比較する。杭角度が鉛直(0°)のケースにおいては、円周上配置の方が荷重強度は大きく、杭角度30°, 45°では、前述とは逆に、らせん配置の方が大きい値である。図5に地盤反力係数と杭角度の関係を示す。縦軸は荷重強度を沈下量(=S/B)で除した値を、横軸は杭角度を表す。なお、図中には沈下量0.05と0.1の地盤反力係数をプロットしている。また、その値を表2に示す。図6および表2から円周上配置とらせん配置の地盤反力係数を比較すると、いずれの杭角度においてもらせん配置の方が大きな値を示しており、荷重強度一沈下量の傾きは、MP をらせん配置とした方が大きいことが分かる。以上のことから、同心円周上の配置とらせん配置では、杭角度が鉛直(0°)を除けば、らせん配置の方が鉛直支持力には優位であると考えられる。これは、同心円周上の配置に比べてらせん配置の方が、円形基礎の中央部に MP が配置されており、その配置パターンが鉛直支持に対して優位に働いているためと考える。

4. おわりに

本報告では、MP の杭角度および配置パターンについて比較・検討した。今後は、杭の本数および杭に作用する軸力等についても、検討する所存である。最後に、本実験を行うにあたり北海道大学の三浦均也先生をはじめ、多くの方々にご指導を承りました。ここに深謝の意を表します。

【参考文献】1)坪川他：砂地盤上のマイクロパイル基礎の鉛直荷重支持力のモデル載荷実験，第33回地盤工学研究発表会，1998
2)FHWA：Drilled and Grouted Micropiles State-of-Practice Review, D.A.Bruce 他；Micropiles: the state of practice, Part 1: Characteristics, definitions and classifications, Ground Improvement (1997)1, 25-35

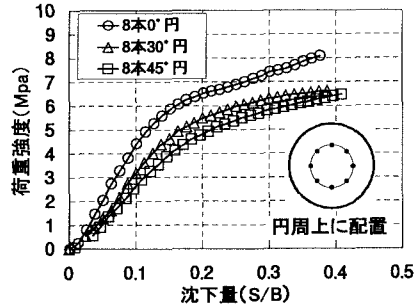


図3 荷重強度一沈下量(同心円周上に配置)

表1 沈下量「0.05」,「0.1」の荷重強度

杭角度 (°)	荷重強度 [Mpa]							
	S/B=0.05				S/B=0.1			
	円	比	らせん	比	円	比	らせん	比
0	2.037	1.00	1.521	1.00	4.425	1.00	3.752	1.00
30	1.282	0.63	1.653	1.09	3.180	0.72	3.887	1.04
45	0.912	0.45	1.297	0.85	2.514	0.57	3.267	0.87

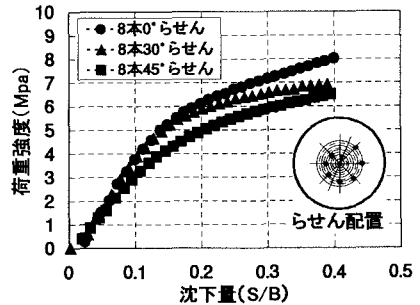


図4 荷重強度一沈下量(らせん配置)

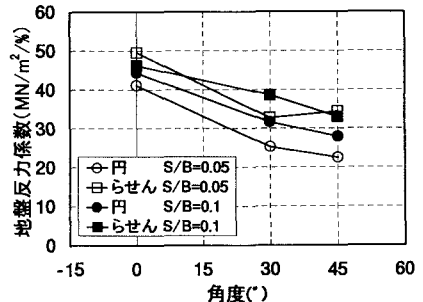


図5 地盤反力係数一角度

表2 地盤反力係数

杭角度	地盤反力係数 [MN/m²/%)]			
	S/B=0.05		S/B=0.1	
	円	らせん	円	らせん
0	41.10	49.51	44.33	46.18
30	25.28	32.71	31.62	38.63
45	22.50	34.35	27.92	32.96