

斜杭を用いたマイクロパイルで補強した既設基礎の水平載荷模型実験

独立行政法人土木研究所 正会員 ○井谷雅司
同 正会員 大下武志
国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 市村靖光
(株)フジタ 正会員 森脇正博

1. はじめに

一般に既設基礎の補強は、比較的大・中口径の増し杭および増しフーチングによって行われている。しかしながら、比較的杭径が大きい場所打ち杭等の工法では、空頭制限や施工ヤードが狭い等の制約条件があり、その施工が困難である。このような制約条件下においては、マイクロパイル等の小口径杭が優位であり、我が国においても、既設基礎の補強工法として同工法が注目されている。

本報告では、既設杭と MP の水平荷重に対する分担率および斜杭の効果を明らかにすることを目的として、遠心載荷実験を実施した。

2. 研究内容

実験土槽および載荷装置の概要を図 - 1 に示す。実験に用いた模型杭は、実物の 1/20 スケールとし、表 - 1 に示すように既設杭として鋼管杭を想定したもの、および補強杭として MP を想定したものの 2 種類とした。模型杭の杭体には、曲げひずみを求めるために対角 2 方向にひずみゲージを貼付した。また、杭頭せん断力を求めるためにフーチング直下の杭頭部にロゼットゲージを貼付した。各杭の頭部はフーチングにより剛結されている。模型地盤は、珪砂 7 号を空中落下法により土槽に投入し、相対密度が 80% 以上となるように作成した。実験は、遠心加速度 20G で行い、フーチング中央に水平力を載荷し、変位制御で杭径の 10% 以上の大きな変位を与え、荷重 - 変位関係および杭体各部のひずみを計測した。実験ケースは、図 - 2 に示すような 6 ケースとした。群杭時の杭配置は図 - 3 に示すとおりである。

3. 研究結果

実験結果は、すべてプロトタイプ換算して示す。また、水平変位は、杭径 D で基準化している。なお、杭径の異なる Case2 においても、比較しやすいように既設杭の杭径で基準化している。

(1) 荷重 - 変位関係

図 - 4 に全 Case の荷重 - 変位曲線を示す。Case4,5,6 を比較すると MP を斜杭にすることにより、また斜杭の傾斜を増加させることにより水平抵抗力が増加することがわかる。同一変位時における Case3 と Case4 を比較した場合、微小変位時から大変位時において、荷重効率の低下は見られなかった。このことよ

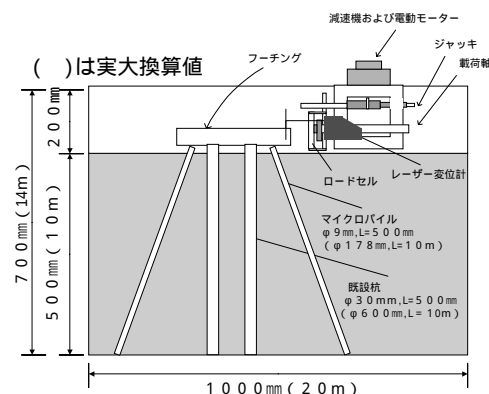
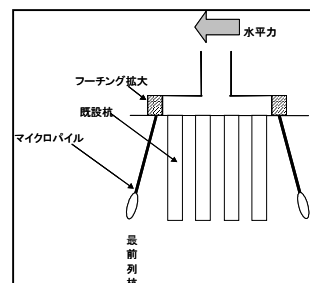


図-1 実験装置概略図

表-1 模型杭諸元

		杭径 D (mm)	肉厚 t (mm)	ヤング率 E (kN/m ²)	曲げ剛性 EI (N・m ²)
1G場	既設杭	30	1	1.93E+08	1.85E+03
	MP	9	0.5	1.93E+08	2.33E+01
プロトタイプ換算 (20G)	既設杭	600	20	1.93E+08	2.96E+08
	MP	180	10	1.93E+08	3.74E+06

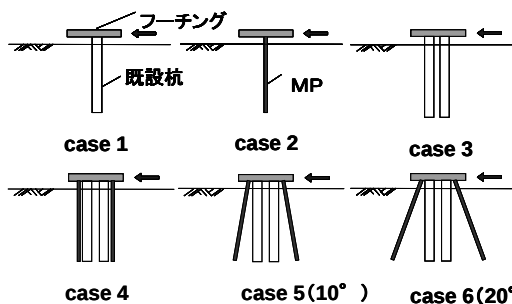


図-2 実験パターン

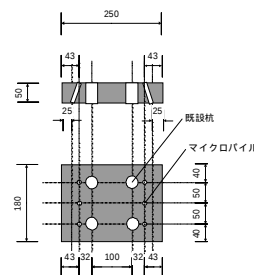


図-3 フーチング模型図

キーワード：耐震補強、マイクロパイル、斜杭、荷重分担、遠心載荷実験

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原 1 番地 6 TEL 0298-79-6759

り、MP で補強した場合、群杭効果は生じないことがわかる。

(2)荷重増加率

図 - 5 に各 CASE 間での荷重増加率を示す。ここで示す荷重増加率とは、比較する 2 つの CASE 間の荷重差を、小さい側の荷重の百分率として表したものである。MP を入れた場合の荷重増加率の傾向はどの CASE でも同じような傾向を示している。変位 20% ~ 30% 程度で荷重増加率が低下しているが、これは杭体が降伏しているためである。杭体降伏までの間は、変位が大きくなるにつれて各 CASE 間での荷重増加率が増加するが見られる、また、MP の角度を大きくすることによって、荷重増加率は大きくなることがわかる。

(3)水平荷重分担率

図 - 6 に MP を設置した CASE の水平荷重分担率を示す。ここでは杭体が降伏する直前 ($\delta/D=20\%$) の荷重分担率を示す。MP の角度が大きくなるにつれて、前列の MP の荷重分担率が 14% ~ 30% 程度にまで増加しているのが分かる。それに伴い前列既設杭の荷重分担が 50% ~ 35% 程度まで低下している。後列の既設杭及び MP については荷重分担率の増加があまり見られない。これより、MP を斜杭に設置することにより前列側の MP で受持つ荷重が増加することがわかる。

(4)軸力

図 - 7 に各 CASE で杭頭部に発生した軸力を示す。前列の MP は、CASE4,5,6 と斜杭の角度が増すにつれて、作用する軸力が大きくなる。また、CASE4 では後列既設杭に大きな引張力が作用しているが、MP を斜杭に配置した CASE5,6 では前列 MP に大きな軸力が作用し、それによって後列の既設杭には CASE4 のような大きな引張力は作用していない。これより、MP を斜杭で設置することによって、前列 MP に作用する軸力が増加し、変形抑制効果が増加することがわかる。

5. 結論と今後の課題

今回の遠心載荷実験で得られた結果をまとめると、以下の通りとなる。

既設杭を MP で補強した場合には、群杭による効率低下は生じない。

MP を直杭で用いた場合、既設杭に比較して剛性が小さいため、水平力の分担率は小さい。また、変位の増加に伴い分担率が低下し、既設杭の負担が増加する。

MP を斜杭にすることにより、荷重分担率が増加する。

斜杭の角度が増加するにつれて、前列の MP に作用する軸力が増加する。

今後は、数値解析等を行い、実際の設計に用いる地盤反力係数、群杭による補正係数の取り方等を検討していく予定である。

<参考文献>

1) 森脇ほか：マイクロパイルで補強した既設基礎の水平載荷模型実験、第 55 回土木学会年次学術講演会

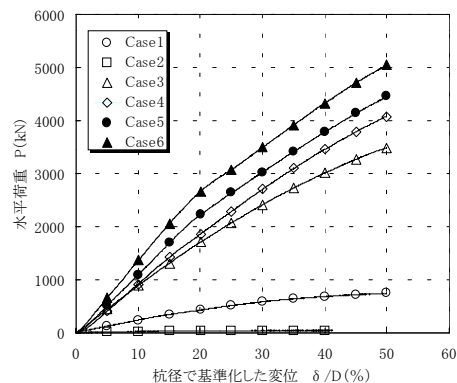


図-4 荷重 - 変位曲線 (P - δ/D)

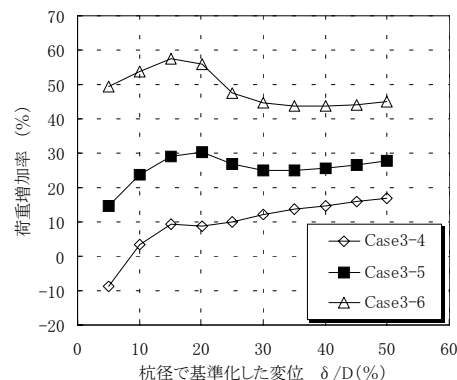


図-5 荷重増加率

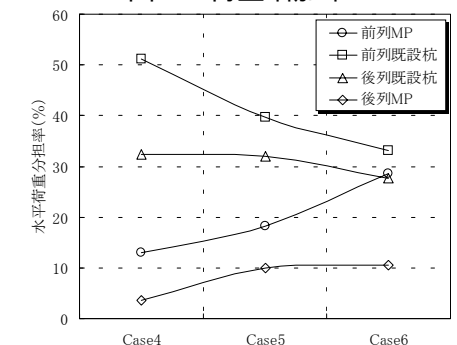


図-6 水平荷重分担率

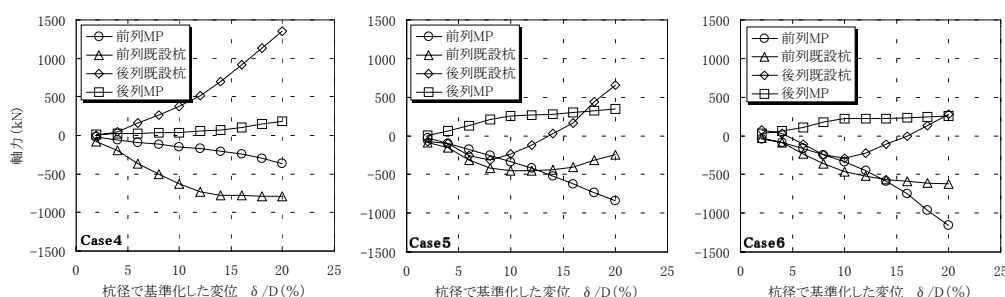


図-7 軸力 - 変位曲線