

Ⅲ－B16

鋼管を用いたマイクロパイルの支持力特性(その3)

—静的載荷試験結果およびFEM解析結果—

建設省 土木研究所 正員 ○相良昌男
建設省 土木研究所 正員 塚田幸広
建設省 土木研究所 正員 市村靖光

1. はじめに

小口径(300mm以下)の場所打ち杭の総称であるマイクロパイルは、構造物の基礎・補強、地盤補強を適用分野とし、欧米を中心に普及している。特に米国では、鋼管を用いた高耐力のマイクロパイルが注目されており、耐震補強を目的とした施工実績が増えている。一方、日本においても先の兵庫県南部地震以降、構造物基礎の復旧・補強が課題となっており、耐震補強を目的とするマイクロパイルの適用可能性が高いと考えられている。

本研究では、鋼管を用いたマイクロパイルの適用性の確認と支持力特性の解明を目的としている。

本報告では、土木研究所内で行ったマイクロパイルの静的載荷試験結果と杭および地盤を線形弾性体として行ったFEM解析結果について、その一部を報告する。

2. 試験の条件および方法

A杭およびB杭の地盤調査結果および杭の出来形を図1に示す。また、杭の諸元を表1に示す。

モルタル部の圧縮強度は、35Mpa(360kgf/cm²)である。杭はそれぞれが3m離れた位置に、定着長が約11m(A杭)と約7m(B杭)の2本を施工し、試験杭とした。ひずみゲージは5カ所の位置に貼付した(図1中の①～⑤参照)。なお、マイクロパイルの施工方法、地盤条件、および静的載荷試験方法と結果の整理等については、先の報告¹⁾を参照されたい。

3. 解析モデル

解析にはA杭をモデル化する。解析領域は図2に示すように鉛直方向に30m(=1.4L, L: 杭長21.5m)、水平方向に6m(=34D, D: 杭径177.8mm)とする。杭および地盤は線形弾性体とし、軸対称有限要素を用いる。杭および地盤の材料定数を表2に示す。杭の材料定数は、載荷試験の結果から載荷荷重=①断面の軸力

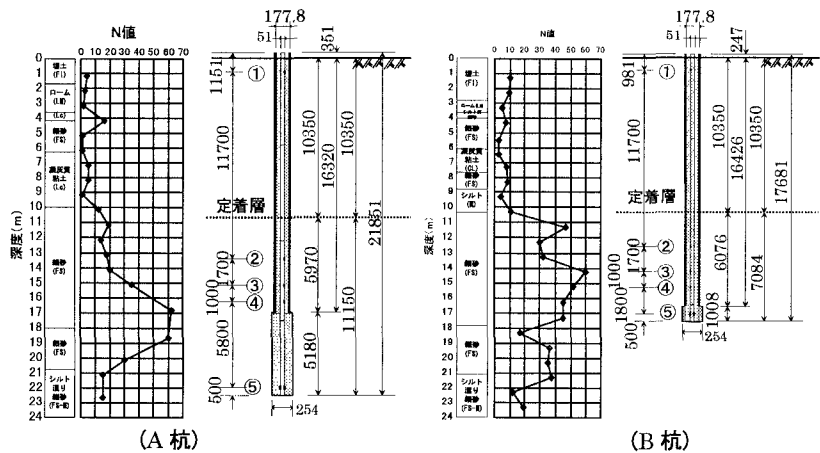


図1 地盤のN値と杭の出来形

表1 杭の諸元

試験杭名称	A 杭	B 杭
鋼管径(D)	φ 177.8	φ 177.8
厚さ	12.7mm	12.7mm
鉄筋	D51	D51
モルタル圧縮強度	35Mpa	35Mpa
先端モルタル部直径	254mm	254mm
杭長(L)	21.85m	17.5m
根入れ長	5.97m	6.08m
定着長	5.18m	1.01m

表2 A杭の材料定数

材料名	弾性係数 E(kPa) ()内は、(tf/m ²)	ポアソン比 ν
杭(鋼管部)	8.55E+07(8.72E+06)	0.2
杭先端部(モルタル部)	2.27E+07(2.31E+06)	0.2
軟弱層	13734(1400)	0.3
定着層	82404(8400)	0.3
支持層	41202(4200)	0.3
軟弱要素	98.1(10)	0.49

キーワード：マイクロパイル、支持力、静的載荷試験、FEM解析
茨城県つくば市旭1 TEL 0298-64-2211 FAX 0298-64-0564

と仮定し、ひずみと応力の関係から杭全体（鋼管・モルタル・鉄筋の複合体）の弾性係数を求める。杭先端部についても同様に、⑤断面の軸力とひずみから求める。杭の鋼管部と地盤との境界面には、摩擦の影響を軽減するために非常に軟弱な要素を用いる。地盤のモデル化については、全体を軟弱層、定着層、支持層の3層構造とし、地盤調査結果で得られたN値から換算して弾性係数を設定する。

3. 載荷試験結果および解析結果

図3に載荷試験および解析から得られたP-S曲線を示す。載荷試験結果から判断すると、A杭の第1限界荷重は1177kN(120tf)、第2限界荷重は1570kN(160tf)、B杭それは各々687kN(70tf)、981kN(100tf)であることが確認された。以上のことから、A杭がB杭の約1.6～1.7倍の限界荷重を有しており、定着長の違いが限界荷重に影響することが確認された。また、試験で得られたこれらの第2限界荷重は、試験前に予測した支持力とほぼ一致しており、鋼管を有するマイクロパイルが高耐力と成り得ることが確認された。解析では、杭が線形を示す約1100kN程度までは一致しており、試験で得られた弾性係数Eが適当であると考えられる。

図4に載荷試験および解析から得られたA杭の軸力の深度方向分布を示す。載荷試験では、A杭の軸力は深度12mまでほとんど変化が無く、杭の摩擦抵抗が少ないことが分かる。12m以深では軸力が低下し、その傾向が21mでは顕著であることから、A杭の支持力は杭先端モルタル部の摩擦抵抗に依るところが大きいと考えられる。一方、解析では杭が弾性域である約1000kNまでは、軸力分布はほぼ等しい分布を示し

ており、同様の結果を得る。

以上、静的載荷試験によりマイクロパイルの支持力等が確認され、その結果から求めた弾性係数を用いてFEM解析を行った結果、弾性域においては変位と支持力の関係がほぼ一致することが確認された。

4. おわりに

今回の静的載荷試験、FEM解析により、以下の

3点が確認された。①杭先端のモルタル部分が、支持力に大きく影響する。②鋼管を有するマイクロパイルでは、高耐力の支持力が期待できる。③暫定的ではあるがマイクロパイルの鋼管・モルタル・鉄筋により構成される杭本体部分とモルタル・鉄筋で構成される杭先端部分の弾性係数Eが確認された。今後は、杭と地盤の摩擦係数等を考慮したFEM解析を行い、支持力および杭先端のモルタル部分の評価、支持力特性の解明を行う所存である。

【参考文献】

- 1)相良他：鋼管を用いたマイクロパイルの支持力特性（その1）、第33回地盤工学研究発表会、1998。
- 2)市村他：鋼管を用いたマイクロパイルの支持力特性（その2）、土木学会第53回年次学術講演会、1998。
- 3)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

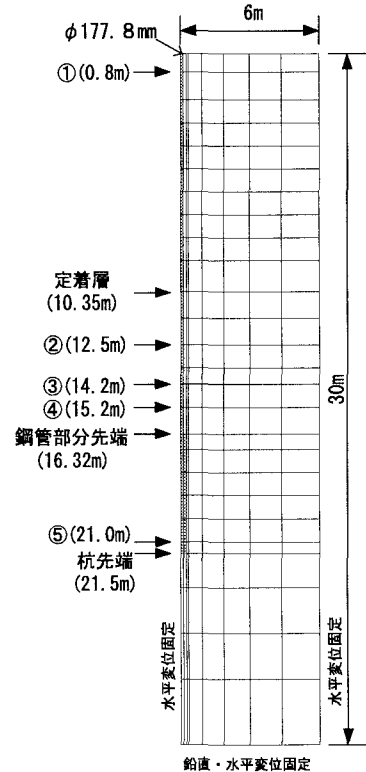


図2 要素分割図

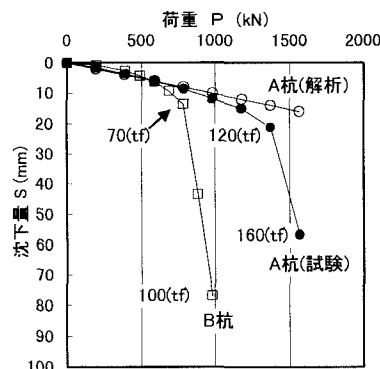


図3 P-S曲線

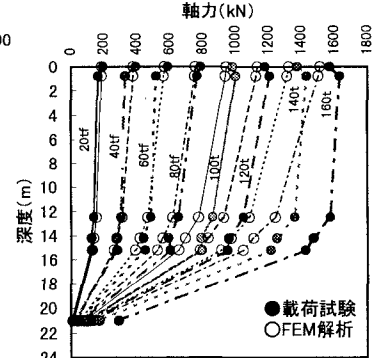


図4 軸力の深度方向分布（A杭）