

山岳地における高耐力マイクロパイルの現場載荷試験（その2）

日本道路公団 正員 紫桃孝一郎 大橋 岳 正員 井ヶ瀬良則
 (株)フジタ 正員 相良 昌男 藤原 齊藤 悦郎 正員 畑野 俊久
 九州共立大学 正員 前田 良刀

1.はじめに

杭の直径が 300mm 以下の場所打ち杭・埋込み杭の総称で知られているマイクロパイル工法は、施工機械が小さく狭隘な場所や傾斜地、山岳地での施工に適している。また、削孔径が小口径であることから山岳地での深礎杭と比較的するとその掘削土量は少なく、マイクロパイル工法は、環境に配慮した代替工法として期待されている。本研究では、高強度鋼管、異型棒鋼、グラウト材を用いた高耐力マイクロパイル(以下、HMP と略)工法を対象として、山岳地における HMP 基礎の適用性について検討することを目的としている。これまで、模型実験および数値解析により斜面上での HMP 基礎の適用性について検討し^{1),2),3)}、斜面の影響や斜杭が効果的であるなど、いくつかの知見を得ている。本報告では、岩盤地盤における HMP の支持力特性を把握するために鉛直載荷試験および HMP の出来形確認を実施した。

以下に、その結果の一部を報告する。

2.試験杭および試験箇所と地盤条件

HMP の諸元を表-1 に示す。試験は、日本道路公団第二東名高速道路中一色川橋（下部工）工事現場の岩盤地盤において実施した。載荷試験ヤードとしては、掘削による HMP の出来形確認と撤去を考慮し、同現場の深礎杭(杭径 13.5m、深さ 16.5m)の施工を予定している箇所にて実施した。現地盤の土質柱状図および試験杭の概略図を図-1 に示す。地盤は、GL - 2.4m 付近までは、泥岩の強風化部で著しく亀裂が発達し、採取されるコアは砂礫状を主体とした。GL - 2.4m 以深では、短柱～棒状コアで採取される堅硬で緻密組織な泥岩が主体となった。GL - 6.8～7.8m 間では、細粒質な砂岩が薄く挟在する。また、当地点では、自然地下水位は確認されなかった。

3.載荷試験および出来形確認の概要

試験は、実大規模の HMP 試験杭を施工し、地盤工学会基準を参考とし、鉛直載荷試験(押し込み)を実施した。試験杭の定着部は 4m で、泥岩と砂岩の層に位置する。ひずみゲージは、定着部に着目して9断面計測することとし、異形鉄筋に貼付した(図-1 参照)。

表-1 試験杭の諸元

材 料	規 格
鋼 管	油井用継目無鋼管(API-N80)、外径= 177.8mm, 肉厚 =12.7mm, 標準部材長さ=1,500mm, 降伏点強度=550N/mm ² , 弾性係数=2.0 × 10 ⁵ N/mm ² , 両端ネジ式カップリング継ぎ手
異形鉄筋	ねじ節異形棒鋼 SD490 D51, 弾性係数=2.0 × 10 ⁵ N/mm ² , エポキシ樹脂充填式カップラー継ぎ手
グラウト	セメントミルク(水セメント比 W/C=50%), 早強ポルトランドセメント・混和剤使用, 設計基準強度=30N/mm ² , 弾性係数=1.36 × 10 ⁴ N/mm ² (実験結果)
定着部	定着部有効径(設計径) 205mm, 定着長=4000mm, 鋼管挿入部=1500mm

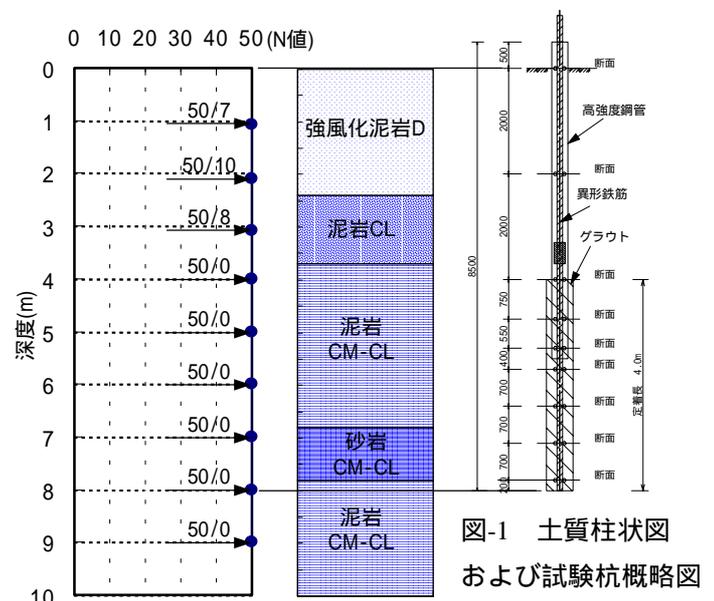


図-1 土質柱状図および試験杭概略図

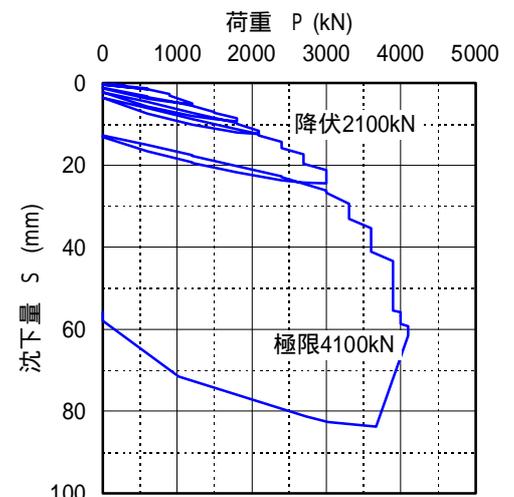


図-2 荷重 - 杭頭沈下量

キーワード：マイクロパイル、鉛直載荷試験、岩盤

連絡先：〒243-0125 厚木市小野 2025-1 (株)フジタ 技術センター TEL.046-250-7095 FAX.046-250-7139

出来形確認は、載荷試験終了後、HMP の杭体が比較的健全な反力杭を選定し、600 mmのケーシング削孔により HMP の杭体を岩盤とともにコア採取し、定着部の出来形を確認した。

4.試験結果

図-2 に荷重と杭頭沈下量の関係を示す。押し込み降伏支持力は 2100kN、極限支持力は 4100kN で、その際の杭頭変位はそれぞれ 12.4mm、60mm であり、杭径のおよそ 30%の変位量で極限に達した。極限支持力の値を定着長の周面積で除した平均の周面摩擦力度は 1524kN/m² となり、この値はグラウンドアンカー設計施工基準(地盤工学会)の硬岩の周面摩擦力度に相当する。図-3 に軸力分布図を示す。なお、降伏荷重に近くなると鋼管と鉄筋の境界部にあたる、断面以深でひずみが著しく大きな値を示し、HMP を全断面有効として軸力算出を行うと異常値となるので、図中には修正した値を示している。図から HMP の支持力は、深度 5~8m の定着部で支持されており、定着部で上部から杭先端へと伝達されることが分かる。また、極限時に杭の先端でおよそ 800kN の軸力が確認されており、岩盤地盤において HMP の先端支持力が確認された。図-4 に各区間での周面摩擦力度と相対変位量の関係を示す。極限時には、断面の周面摩擦力が確認されないが、断面、断面では大きな値を示しており、特に断面で支持していることが伺える。

定着部は杭先端で 24 cm、鋼管部を含む定着部でおよそ 30cm の杭径が確認された(表-2 および写真-1 参照)。これらの値は、削孔径 205 mmよりも大きく、削孔時にできる孔径の広がりやグラウトの加圧注入により確保したためと考えられる。

5.おわりに

岩盤地盤においても、HMP が施工可能であり、押し込み時には十分な耐力を有することが確認された。押し込み抵抗力は定着部で支持しており、上部から杭先端へと伝達されることが分かった。また、先端支持力も確認された。岩盤地盤において、HMP の定着部が確實かつ安全側に施工されていることを目視により確認できた。

最後に、本試験を行うにあたり、日本道路公団静岡建設局清水工事事務所の方をはじめ関係各位には多大なご助言とご協力を頂いた。ここに深謝の意を表す。

【参考文献】 1):紫桃他、山岳地におけるマイクロパイル基礎の適用性に関する研究(水平載荷模型実験による検討),第56回年次学術講演会,2001.10 2):紫桃他、山岳地におけるマイクロパイル基礎の適用性に関する研究(載荷模型実験の解析),第56回年次学術講演会,2001.10 3):紫桃他、山岳地におけるマイクロパイル基礎の適用性に関する研究(設計計算手法の検討),第56回年次学術講演会,2001.10 4):紫桃、大橋、井ヶ瀬他、山岳地における高耐力マイクロパイルの現場載荷試験(その1),第57回年次学術講演会,2002.09

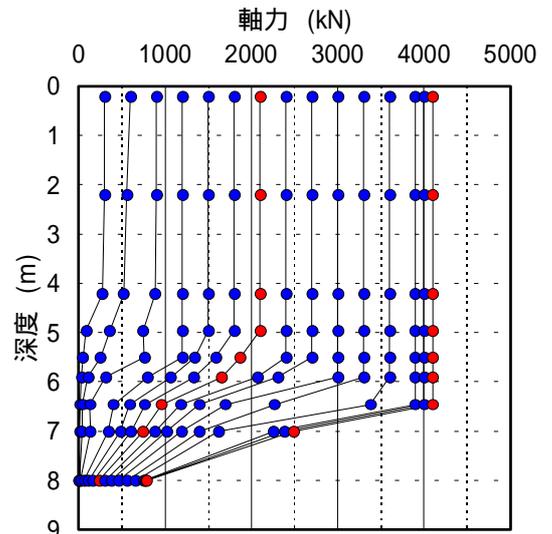


図-3 軸力分布

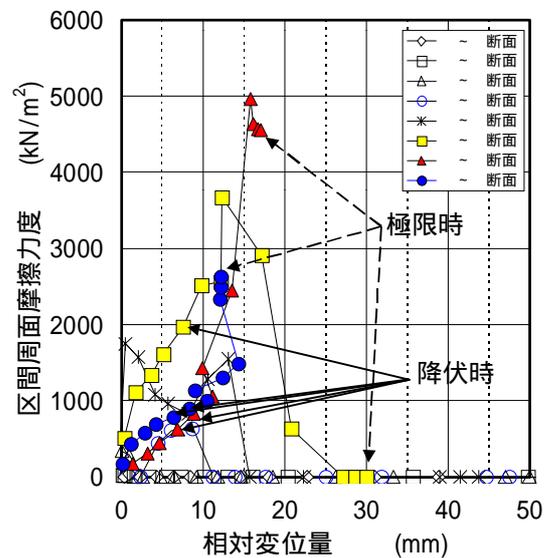


図-4 周面摩擦力度 - 変位

表-2 杭先端定着部の杭径

杭先端定着部の計測位置 ()内は杭先端からの距離	杭周 (cm)	杭径 (cm)
(グラウト+鉄筋)部分(24cm)	-----	24
(鋼管+グラウト+鉄筋)部分(3.5m)	93	29.6
(鋼管+グラウト+鉄筋)部分(4m)	94	29.9



写真-1 杭先端定着部の断面