

NEW 高耐力マイクロパイルの曲げ試験

(株)フジタ 技術センター 正員○相良昌男 笹谷輝勝

1. はじめに

狭隘な場所や高さ制限がある等の厳しい施工制約条件下での施工を可能とした高耐力マイクロパイル(以下、HMP; High Capacity Micropile)工法は、既設基礎の耐震補強工法として、施工実績が増えてきている。

一方、(独)土木研究所、日立造船(株)および(株)フジタが、平成14年度から約3年間にわたり実施した「交差点立体化の路上工事短縮技術の開発(直接基礎形式等橋梁による急速交差点立体化工法の開発)」に関する共同研究においては、橋台の新設基礎工法として HMP 工法を改良・改善した NEW 高耐力マイクロパイル(以下、NEW-HMP)工法が開発された¹⁾。NEW-HMP 工法は、HMP と同等の特長を有しながらも、その杭径が HMP よりも一回り大きく、支持力の増加を可能にした工法である²⁾。また、杭上部に削孔ケーシングとして用いた鋼管を残置することにより、HMP よりも大きな水平耐力および曲げ耐力を有する。しかしながら、NEW-HMP の杭上部の構造は複合構造となり、その曲げ剛性等については未解明である。本報告では、NEW-HMP の曲げ剛性を把握するため単純曲げ試験を実施したので、以下にその一部を報告する。

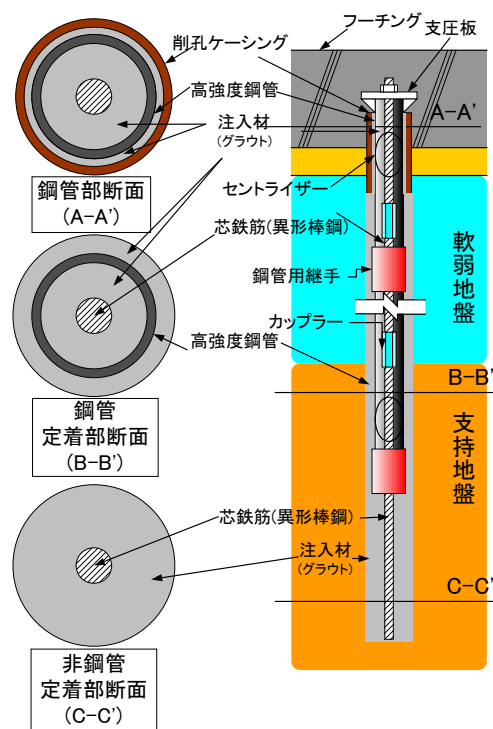


図-1 NEW-HMP の概念図

2. NEW 高耐力マイクロパイルの概要

HMP 工法では、高強度鋼管を削孔ケーシングとして用いており、そのまま残置して HMP の補強材として使用している。すなわち、高強度鋼管による削孔径が杭径である。一方、NEW-HMP 工法では、高強度鋼管よりも一回り大きな削孔ケーシング(削孔ケーシングは回収または上部で一部を残置)を用いて地盤を削孔し、杭体を構築する。すなわち、NEW-HMP は杭体を構成する材料(高強度鋼管、芯鉄筋、グラウト等)は HMP とほぼ同一としながらも、その杭径は HMP よりも大きく、また、杭全体を定着部としているので軟弱層での周面摩擦力が期待され、HMP よりも支持力増大を可能とした杭工法である。図-1 に NEW-HMP の概念図を示す。NEW-HMP の特長は、HMP の特長に更に下記の点が追加される。

- 1) NEW-HMP は、HMP 工法と比べて杭径が大きく、また、軟弱層においても周面摩擦力が期待できるなど、HMP よりも杭の支持力が大きい(HMP の設計では、軟弱層での周面摩擦は考慮していない)。
- 2) 杭径が大きい分、HMP よりも杭の水平耐力が増大する。
- 3) HMP に比べて杭全体の本数を減じることが可能で、工期短縮・コストダウンが期待できる。
- 4) 地盤の上層部に削孔ケーシングを存置することにより、曲げ耐力や靱性を増加することができる。

3. 曲げ試験概要

単純曲げ試験に用いる NEW-HMP の試験体は、削孔ケーシングの寸法が $\phi 244.5\text{mm}$ 、厚さ 12mm の鋼管(STKM13A)、補強鋼管が $\phi 177.8\text{mm}$ 、厚さ 12.6mm の鋼管(API N80)、芯鉄筋(異形棒鋼)が D51、SD490 で、供試体の長さは 3m

表-1 試験体に用いた材料物性

材 料	仕 様	引張強さ (N/mm^2)	降伏点 (N/mm^2)
削孔ケーシング(STKM13A)	$\phi 244.5\text{mm}$ 、厚さ 12mm	370	215
補強鋼管(API N80)	$\phi 177.8\text{mm}$ 、厚さ 12.6mm	689	552-758
芯鉄筋	D51、SD490	620	490-625
グラウト材	W/C=50% セメントミルク	設計基準強度 $30\text{N}/\text{mm}^2$ 以上	

キーワード：1)高耐力マイクロパイル、2)曲げ試験、3)実物大、4)立体交差、4)耐震補強

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

とする。試験体内部の各々の鋼材間の
の間隙にはグラウト材(セメントミ
ルク)を充填しており、複合体構
造としている。表-1 に試験体に用いた材料物性を示す。図-2 に試験体概略図を示す。試験は 2 点載荷とし、ひずみゲージは試験体中心部を主体として貼付した。なお、載荷は試験装置の都合により下方から上方への鉛直載荷とした。載荷方式は降伏時の変位と判断された 15 mm を $1 \delta y$ として、10 サイクルで最大 $23 \delta y (=345\text{mm})$ まで繰返し載荷した。

4. 試験結果

(1)荷重－変位の関係

図-3 に、荷重と試験体中央の変位の関係を示す。図-3(a)から、試験体は降伏時以降も載荷荷重は漸増する傾向にあり、NEW-HMP には靱性があり変形性能に優れていることが分かる。図-3(b)は、図-3(a)の変位 100 mm までを拡大した図である。図-3(b)では、変局点はおおよそ荷重 1094kN、変位 23 mm であり、この値が降伏点と考えられるが、ここでは弾性域の終点を降伏点と定義することとし、(b)図から判定するとおおよそ荷重 958kN・変位約 17 mm(黄色●)、荷重 902kN・変位約 15 mm(青色●)の 2 点間が降伏時であると考えられ、ここでは小さい値である後者を降伏荷重とした。一方、設計値については、NEW-HMP の曲げ剛性を部材は一体化した複合材料とみなして等価曲げ剛性とし求め、最も外側の鋼管である削孔ケーシングが降伏に達する時の設計荷重が、915kN・変位約 12 mm であった。このことから、試験結果の変位が設計値よりも僅かに大きいものの、ほぼ設計値と試験値は同等であると判断された。

(2)荷重－ひずみの関係

図-4 に削孔ケーシングの中央に貼付したひずみ値と荷重の関係を示す。図からも分かるように、ひずみ値 0 の縦軸を境界線として、削孔ケーシングの上部と下部で線対称となるようにひずみ値が増大しており、曲げ応力が均等に作用していることが分かる。ただし、変位 $3 \delta y (45 \text{ mm})$ 以降は、上側のひずみ値の増加が大きい。これは、内部のグラウト材、芯鉄筋等による影響と考えられる。

5. おわりに

NEW-HMP 工法の単純曲げ試験を実施し、その曲げ剛性を確認した。その結果、設計値と試験値はほぼ一致しており、設計時には、NEW-HMP 部材を削孔ケーシング、補強鋼管、芯鉄筋、グラウト材からなる等価曲げ剛性として求めることが可能であることが分かった。【参考文献】1) (独)土木研究所、日立造船(株)、(株)フジタ：共同研究報告書第 334 号「交差点立体化の路上工事短縮技術の開発に関する共同研究報告書」2005.3 1) 相良他：NEW 高耐力マイクロパイルの開発と性能確認試験、土木学会第 62 回年次学術講演会概要集第 6 部、2007.9

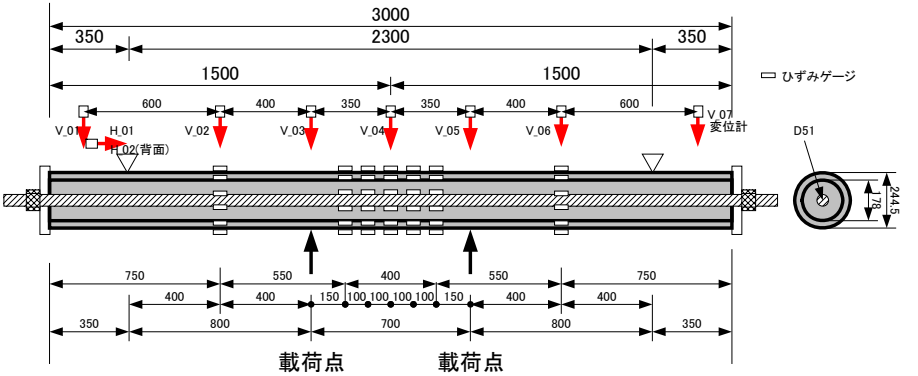
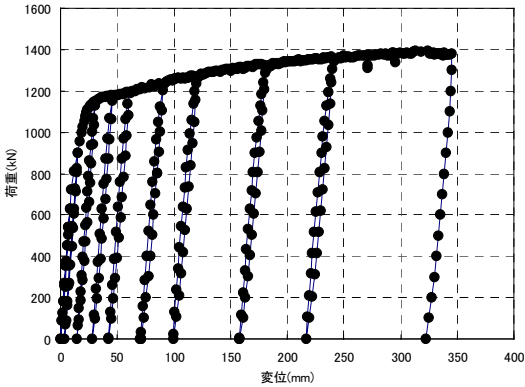
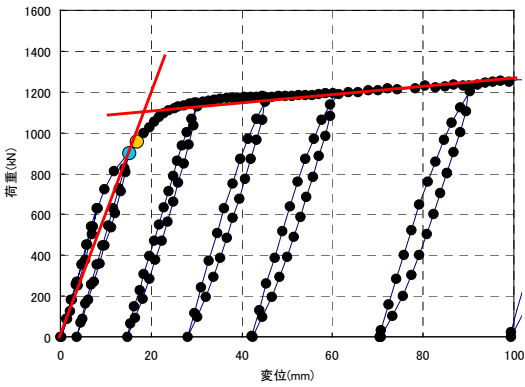


図-2 試験体概略図



(a)変位 345 mm



(b)変位 100 mm までの拡大図
図-3 荷重-変位(中央)

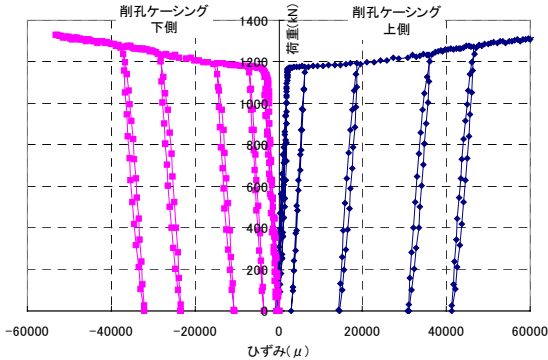


図-4 荷重-ひずみ(中央)