

高耐力マイクロパイルを用いた亀戸給水所配水池基礎の耐震補強 (2)施工管理結果)

(株)フジタ 正員 相良昌男 正員 中野浩之
東京都水道局 林 順也 芦田嗣大

1. はじめに

東京都水道局亀戸給水所配水池(以下、配水池と略)は、1969年に建設された半地下形式のRC構造物で、当施設は震災時の応急給水拠点かつ広域避難所である。1997年の兵庫県南部地震を期に改定された「水道施設耐震工法指針・解説」(日本水道協会)に基づき同施設を診断した結果、構造的な耐震補強が必要と判定された。当施設の基礎部の補強を検討した際、配水池外周からの補強は配水管等により困難な状況で、配水池内からの補強が必要であったが、狭隘かつ空頭制限がある等の施工制約条件が課題となった。これらの課題を解決するため、当施設の既設基礎の耐震補強工法として高耐力マイクロパイル(以下HMP)工法が適用された。以下では、課題克服のために行われたHMPの施工方法とその妥当性を確認することを目的として行われた施工管理結果について紹介する。

2. 東京都水道局亀戸給水所配水池概要

配水池は約104m×104mで高さ7mのRC構造物で、その杭基礎は、直径600mmのPC杭が、地下約35~48mの支持地盤まで、約2mの間隔で千鳥に配置されている。また、配水池は伸縮継手により9つのブロックに分かれており、各ブロック毎の4隅4箇所において、打設角度15°、長さ約38~48mの高耐力マイクロパイルを既設杭の間を縫うように2本ずつ打設する。すなわち、合計4×2×9の72本を施工する。詳細および地盤等については、参考文献を参照されたい。

3. 施工管理結果と考察

既設杭とHMPの接触とトルク管理

削孔中に何かしらの障害物に接触した場合には、削孔機の回転トルクは著しく増大する。そこで、既設杭への接触または支持層到達を確認するため、削孔機の回転トルクに着目し測定、検討した。ただし、ここでは回転トルクの増減に着目しているため測定は削孔機に設置されている回転トルクの増減を表す油圧計を読み値とした。図-1に事前の土質調査結果(N値)とトルク(油圧計の読み値)の関係を示す。図から分かるように、削孔中に支持地盤に到達した際、回転トルクは著しく増大する傾向にあった。この傾向は全ての杭で同様であったことから既設杭とHMPの接触はなかったと判断される。また、削孔機のトルク管理は、削孔泥土の確認と併せて支持地盤到達を確認する有効な施工管理手法の一つであると考えられた。

HMP杭の施工精度(杭角度)

斜杭の施工精度を把握するため、通常の杭頭部での杭角度の確認に加えて、削孔機に角度計を設置して施工中の削孔角度を確認した。図-1に支持層到達時の角度計の計測結果を示す。角度の許容値は、水平方向を測定したマスト水平角は $0 \pm 1^\circ$ 、鉛直方向を測定したマスト鉛直角は、 15° の斜杭であるから $15 \pm 1^\circ$ である。図中で、角度計は軟弱層では許容値内であったのに対して、支持層到達時は角度が大きく振れて許容値を超えていた。しかし、これは、削孔中に支持層に到達したため、削孔機のマストに振動が伝わったためであり、削孔を停止すると許容範囲内に収束し

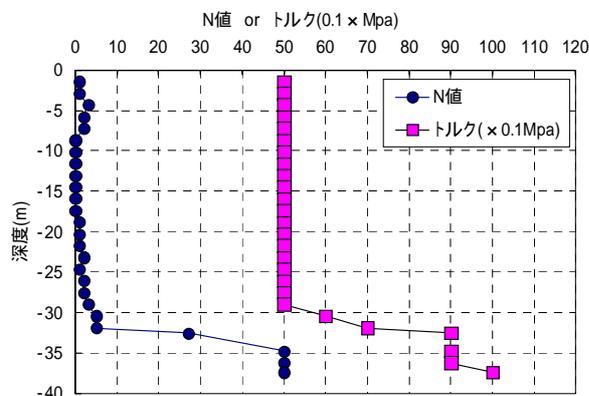


図-1 N値と削孔時の回転トルク

キーワード：1)高耐力マイクロパイル、2)耐震補強、3)配水池、4)施工管理、5)斜杭

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

た。したがって、施工中はほぼ $\pm 1^\circ$ 以内で管理基準を満たしていたと考えられる。施工完了後、HMPの出来形を把握するため、傾斜計により斜杭 15° の施工精度を確認した。図-2に傾斜計の計測結果の一例を示す。図はHMPの平面と断面の打設位置を示している。図からも明らかのように、当現場での杭長が約38~48m程度と長いにも関わらず、杭角度は許容値以内であり、HMPが精度良く施工されたことが分かる。また、図-2(b)から分かるように、杭はほぼ直進しており、杭先端部での自重による垂れ下がり等はほとんど無いと判断された。これは、HMPでは高強度の油井鋼管を用いており、継ぎ手は目が細かいネジ式機械式継ぎ手であることから、鋼管を継足して杭を施工しても、直線性が保持されると考えられる。以上のように、HMPは高精度で施工が可能であることが確認された。当現場では全ての杭で杭角度は $\pm 1^\circ$ の施工精度が保たれた。この値は、一般の杭頭部での施工管理値 $\pm 2.5^\circ$ よりも良好な値であった。

新施工手順と引抜き試験

HMP築造に際して、種々の阻害要因を回避するため、本工事の支持層においては、再挿入を先行して行いグラウト材を加圧注入するなど、合理的な新施工手順を提案し(参考文献を参照)、引抜き試験により新施工手順の妥当性を確認した。ここでの引抜き試験は、許容値を最大引抜き荷重とし、単純載荷方式により本杭3本を試験に供した。その結果の一例を図-3に示す。図からも分かるように、荷重と変位はほぼ直線を示す傾向にあり、試験終了後、除荷時の残留変位は、0.3~0.7mm程度と本試験が弾性域内で実施され、試験終了後もHMPは機能回復したと考えられる。解析手法の詳細については割愛するが、地盤を完全な弾性体と見なした弾性線形解析結果(図中の印)よりも試験結果の方が大きく、弾性域内では試験に供したHMPが大きな支持力を有しており、極限引抜き抵抗力の1/3の荷重レベルまでではあるが、HMPの杭性能が確認された。すなわち、新施工手順に従って施工したHMPについても、その性能が確保されていると判断された。なお、紙面の都合により紹介できないが、設計荷重(極限荷重)までの引抜き試験も最近実施しており、その結果も設計荷重を満足していた。

4. おわりに

以上のように、HMPの施工精度は良好で、なおかつ、既設杭との接触は無かった。また、新たに提案した施工手順については、引抜き試験によりその性能が確保されていることが確認された。

今後は、引続き、新しい施工手順で築造したHMPの試験結果を蓄積し、更に合理的な施工方法が確立されることを望む。なお、施工概要等については、本報告と併行して投稿中の参考文献を参照されたい。

【参考文献】中野他;「高耐力マイクロパイルを用いた亀戸給水所配水池基礎の耐震補強((1)課題と対策)」平成17年度土木学会全国大会第60回年次学術講演会 投稿中、2005

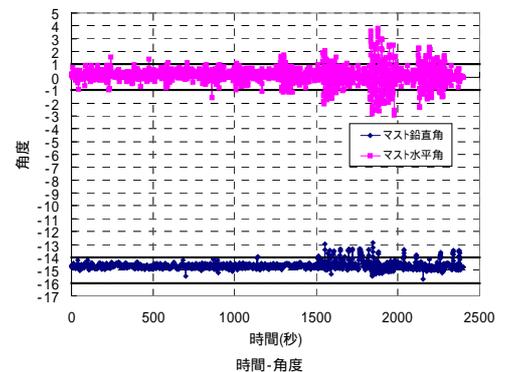
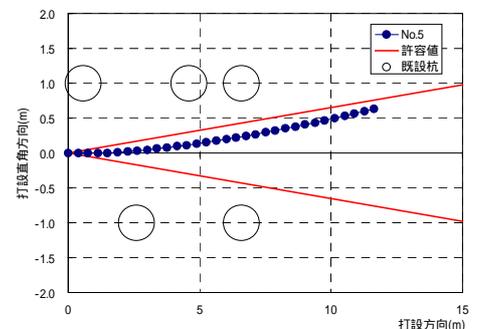
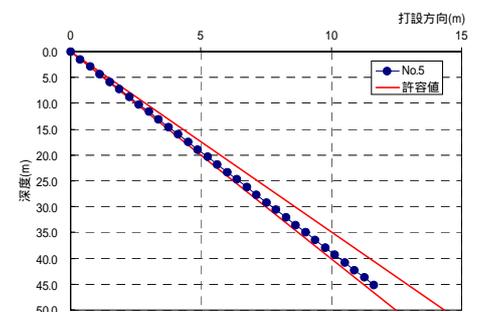


図-1 支持層到達時の角度計計測結果(計測時間1500秒過ぎで支持層到達)



(a)平面図



(b)断面図

図-2 傾斜計測定結果(15° 、杭長48m)

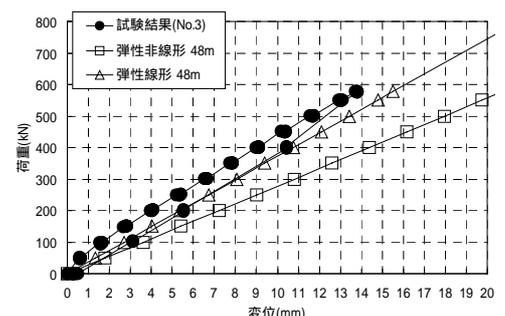


図-3 荷重-変位(HMP48m)