

インテグリティ試験によるマイクロパイルの品質管理の適用性検討

独立行政法人土木研究所
同 上

正会員 ○井谷 雅司 正会員 小野寺誠一
正会員 河村 敏伸 正会員 大下 武志

1. はじめに

マイクロパイルとは 300mm 以下の小口径杭の総称である。そのうち、高耐力マイクロパイル（以下、HMP と称す）は、定着部分のグラウトを加圧注入することで高い周面摩擦力が期待できるようにした構造となっている。このため、支持力は定着部の周面摩擦力に大部分を依存しており、定着部が設計どおり形成されていることが重要である。完成杭体の出来形確認の簡便な計測方法として、インテグリティ試験（以下、IT と称す）によって品質管理を行う方法が考えられるが、構造が複雑な HMP に対する IT による品質管理の適用可能性について検討が必要である。昨年度は、気中に設置した HMP にて IT の適用性について検討を行った。それに引き続き、今年度は、実際の HMP と同様に鋼管内にセントライザー等を設置した試験杭を地盤に埋設し、それらが反射特性に及ぼす影響、及び、地盤抵抗の影響について検討を行った。

2. 実験方法

IT とは、図-1 に示すように杭頭をハンドハンマーで軽打することにより低レベルのひずみを発生させ、そのときの杭の応答を加速度計で計測して杭の健全性を推定する試験法である。

HMP の反射波特性の解明を目的として、実物大の HMP 試験杭を作成し、IT を実施した。実験に使用した試験杭は実際の HMP をモデル化したもので、図-2 に構造図を示す。長さ 1.5m の鋼管（外径 178mm、肉厚 12.6mm）3 本を継手にて連結し、その中に鉄筋（異形棒鋼 SD345, D51）を設置し、実際の HMP と同様にセントライザー及び継手を取り付けた。鋼管内にはグラウト材としてセメントミルク（W/C=45%）を充填し、杭の先端にはグラウトによる拡大部も付加して作成した。試験はグラウト充填から 28 日経過後（グラウトの圧縮強度 37N/mm²）に実施した。また、周辺地盤による反射波への影響を調べるために、試験杭を気中での IT 終了後に、図-3 のように土中に埋め、再度 IT を実施した。実験地盤には砂質土（湿潤密度 1.634g/cm³、含水比 10%）を使用し、締固め度 90% の均質な地盤とした。試験は、杭頭に加速度計を特殊な粘土で固定し、プ

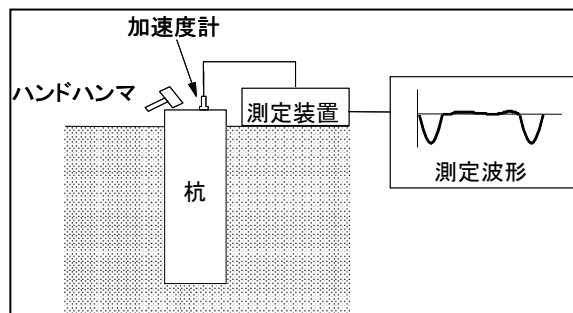


図-1 インテグリティ試験概要

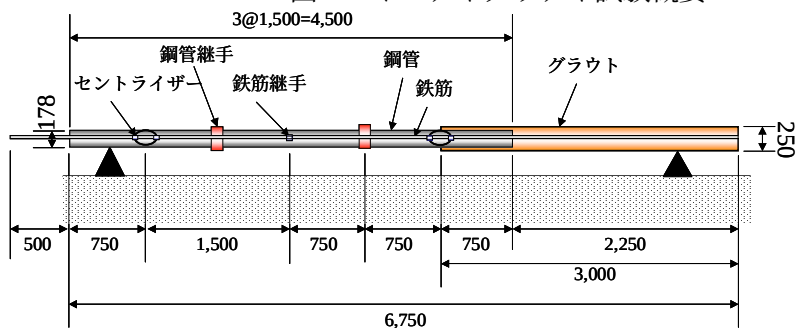


図-2 MP 構造図（健全な HMP）

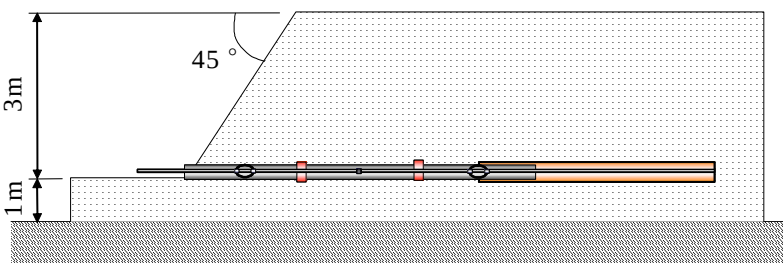


図-3 試験杭の埋設状況

ラスチックハンマーで杭頭を軽く打撃して行った。サンプリング周波数は 200kHz、サンプリング長は波動が 2 往復する程度とし、再現性のある波形が最低 3 波形得られるまで計測を行った。

3. 実験結果

IT による計測結果を図-4 に示す。HMP 試験杭における波動の伝播速度を杭長から逆算すると約 4,000m/sec で

キーワード インテグリティ試験、マイクロパイル、健全性診断、波動理論

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 独立行政法人土木研究所 技術推進本部（施工技術） TEL:0298-79-6759

あり、一般的な場所打ち杭と同程度であった。図-4における土中試験による計測結果（実線）は、波形に増幅処理を施したものである。空中試験と土中試験の計測結果を比較すると、同様な速度波形が描かれており、土中に埋設されたHMPにおいても、波形に増幅処理を施すことにより、地盤による波動減衰の影響を低減できることがわかる。また、鋼管先端、杭先端部からの反射が明確に観察されている。鋼管先端からの反射波は実際の位置と若干ずれているが、これは、鋼管とグラウトでの波動の伝播速度が若干異なるためである。微弱な反射波ではあるが、鋼管中のセントライザーや鉄筋継手からと思われる反射波も計測されているが、鋼管内は構造が複雑なため、どの部分からの反射波かは、明確には断定できない。

4. 実現場のHMPにおけるIT試験

実現場におけるHMPに対してITを実施し、現場におけるITの適用性について検討を行った。試験を実施したHMPの構造図を図-5に示す。このHMPに使用されている鋼管、異形棒鋼等の部材は試験杭に使用したものと同様のものである。計測波形を図-6に示す。この波形は、得られた速度波形に増幅処理およびノイズをカットするためのフィルター処理を施したものである。試験杭に見られたような、鋼管先端部からの明確な反射波は得られていないが、グラウト拡大部からは明確な反射波が得られた。しかし、拡大部からの反射波は4.5mの部分に発生するはずであるが、それよりも浅い付近に現れており、この誤差は、鋼管部と定着部での伝播速度の違いの他に、現場の地盤は玉石を多く含んでいたために、定着部を形成する際に周辺地盤にグラウトが広がり、設計よりも長い定着部が形成されたものと推測される。

5. まとめ

今回の一連の結果により、構造が複雑なHMPにおいても、計測された波形を増幅処理することにより地盤の影響を低減できることがわかった。また、健全なHMPでは、グラウト拡大部、鋼管先端部、杭先端からの反射波は、ある程度、明確に測定できることがわかった。しかしながら、セントライザーや鋼管継手、グラウト形状等の明確な反射波を得ることは難しく、今回の試験結果ではHMPの正確な断面変化を知ることは困難であった。HMPの品質管理にITを適用する場合は全数調査した結果を比較し、相対的な評価によって不具合のあると予想される杭を抽出するという使い方が有効であると考えられる。

【参考文献】

- ・ 橋梁基礎構造の形状及び損傷調査マニュアル(案) 建設省土木研究所 平成11年12月
- ・ 市村ほか；マイクロパイルの品質管理に対するインテグリティ試験の適用性 第56回土木学会年次学術講演会

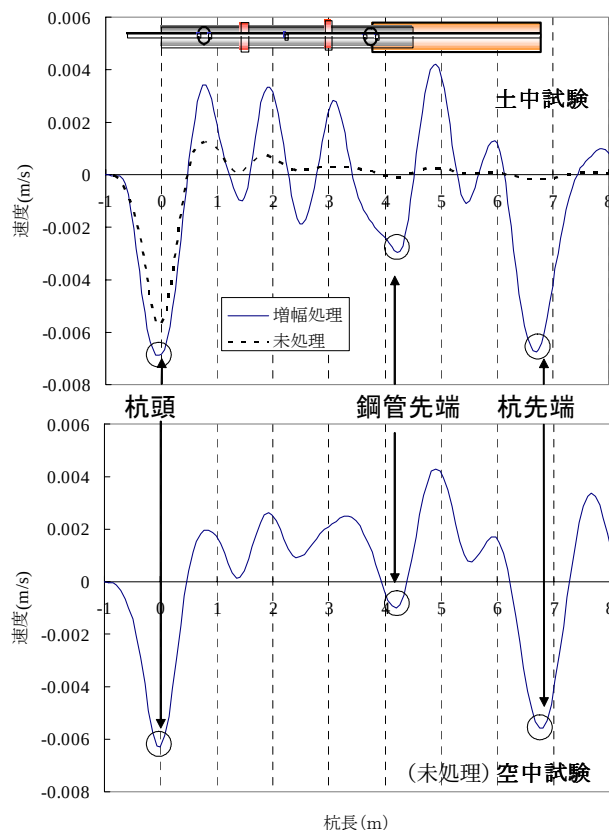


図-4 IT 試験結果

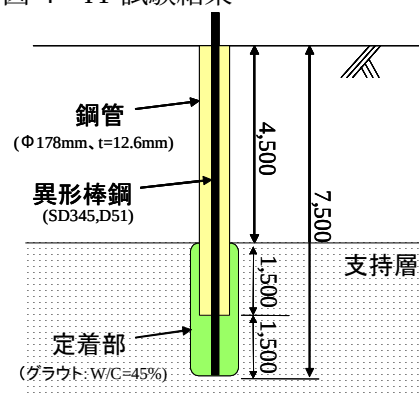


図-5 HMP 構造図

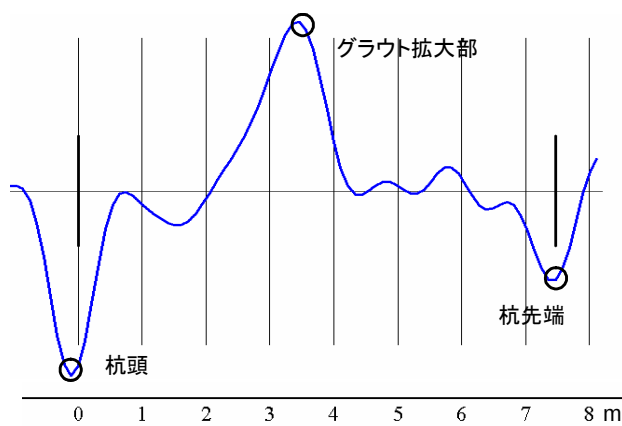


図-6 現場 HMP における IT 結果