

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

国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 市村靖光
 独立行政法人土木研究所 正会員 大下武志
 独立行政法人土木研究所 正会員 井谷雅司

1. はじめに

マイクロパイルは、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おり、グラウトが設計通りに注入されていることが重要となる。一方、地上から直接グラウト形状を確認することはできないため、杭の施工後に非破壊的に杭形状を推定できるインテグリティ試験（以下、IT と称す）の適用性を検討している。

2. 試験方法

マイクロパイルは、鋼管、鉄筋、グラウトの複合構造となっているため、波動の伝播速度が未知数である。また、鋼管および鉄筋の継手部からの反射の影響で、計測波形が複雑となり、杭先端部やグラウト拡大部を特定することが難しいと考えられる。そこで、図 - 1 に示す試験杭を作製し、反射波の発生状況を調査した。試験杭は、実際のマイクロパイルをモデル化したもので、長さ 1.5m の鋼管（外径 178mm、肉厚 12.6mm）を 3 本つなぎ、その先端にグラウトによる拡大部を付加した。鋼管内部にもグラウトを充填するとともに、異形棒鋼（SD345,D51）を配置した。また、グラウトの圧縮強度は、 34N/mm^2 であった。

IT試験装置は、オランダ国立応用科学研究所・建設工学研究所によって開発された SIT-Site System と呼ばれる専用装置を用いた。加速度計は、杭頭部の他に杭中間部にも設置した（図 - 1 中の A ~ H 点）。試験は、マイクロパイルを地上に横置きし、杭頭を小型ハンマで軽打して行った。ハンマは、プラスチック製とスチール製の 2 種類を用いた。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. 試験結果

杭頭部（A 点）に設置した加速度計で計測した波形を図 - 2 に示す。これは、プラスチックハンマで打撃したもので、フィルター処理も増幅処理も施していない速度波形である。この波形では杭先端からの反射波が明瞭に確認でき、杭長が既知であるの

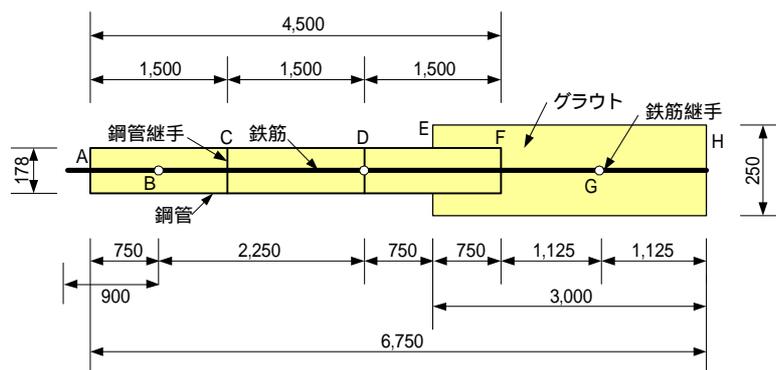


図 - 1 試験杭の構造と加速度計の設置位置

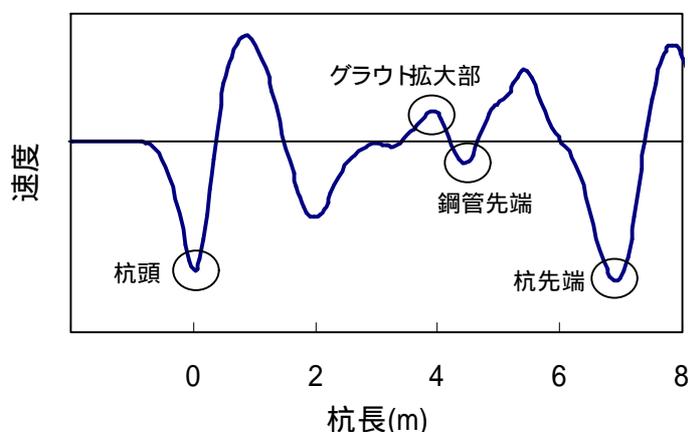


図 - 2 杭頭での計測波形(プラスチックハンマで打撃)

キーワード：マイクロパイル、品質管理、インテグリティ試験

連絡先：〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地 TEL 0298-64-2211

で、波動伝播速度を逆算すると約 3,800m/sec となった。これはマイクロパイル全長の平均的な伝播速度である。また、グラウト拡大部や鋼管先端部からと思われる反射波が弱いながらも観察できる。

一方、杭体各部に設置した加速度計による計測波形を図 - 3 に示す。この図から以下のことがわかった。ハンマ打撃による杭頭への入力波は、杭先端まで到達し、さらに杭頭まで返ってきている。このことより、杭頭部での計測結果の妥当性が検証できた。

グラウト拡大部および鋼管先端部の反射波の伝播については、明確に読みとれない。杭頭部での計測では、断面変化部の反射波を確認できたケースもあったが、その妥当性については、今後の検証が必要である。

杭体内で波動伝播速度が変化しており、鋼管部とグラウト部で大きな差があった。このため、平均的な伝播速度としては、3,800m/sec という値が得られたが、鋼管部とグラウト部の長さの割合によって値が変化する。

4. 今後の課題

今回の試験で得られた結果をまとめると、以下の通りとなる。

マイクロパイルの波動伝播速度は、約 3,800m/sec で一般の場所打ち杭と同等の値であった。しかしながら、実際のマイクロパイルではグラウト部に対して鋼管がはるかに長いいため、伝播速度は大きくなると予想される。

杭頭部での計測の場合、加速度計の設置位置はグラウト部とし、打撃位置もグラウト部とした場合に最も良い計測波形が得られた。

杭頭部だけの計測でも先端からの反射波を明確に確認することができた。

グラウト拡大部や鋼管先端部などの断面変化位置については、確認できる可能性があるが、今後の詳細な検討が必要である。

実際のマイクロパイルは、地盤中に埋設されるものであるから、気中での試験と異なり、地盤の影響を受ける。また、本実験よりも杭長が長い場合、波動の減衰が大きい。このため、各種地盤条件に埋設されたマイクロパイルに対して、数多くのインテグリティ試験を行い、その適用性について検証する必要がある。

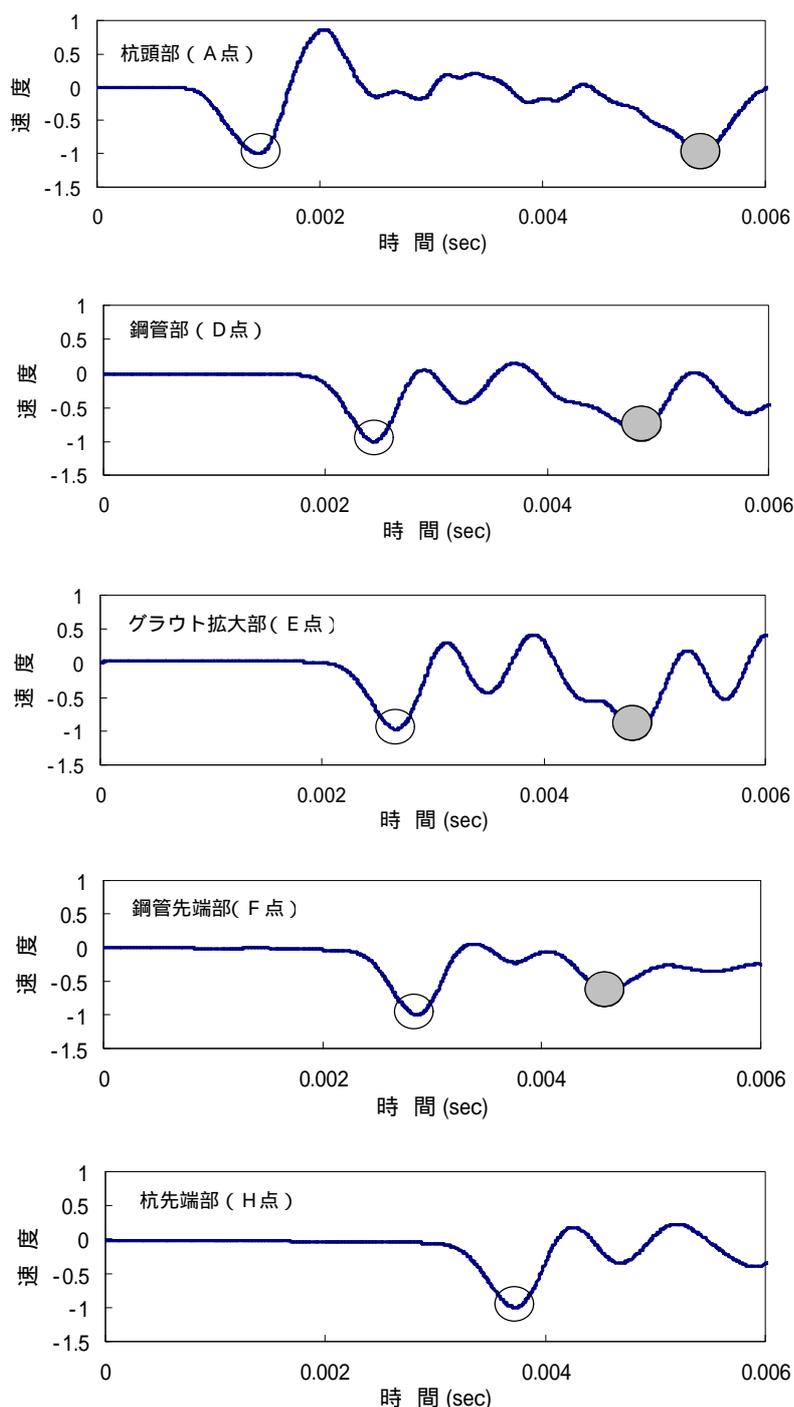


図 - 2 杭体各部での計測波形