

Ⅲ－B15

鋼管を用いたマイクロパイルの支持力特性（その2）

－急速載荷試験結果－

建設省土木研究所 正会員 ○市村 靖光
同 上 正会員 塚田 幸広
同 上 正会員 相良 昌男

1. はじめに

地震などで損傷を受けた杭基礎に対しては、被災度に応じて適切な補強を施す必要があるが、都市部においては現場条件により大型施工機械の搬入が困難な場合が多い。このため、頭上空間が狭いために増し杭や地盤改良などが施工できない場合にも適用可能なマイクロパイルによる補強法について検討を行っている。マイクロパイルは、小型のボーリング機械により地盤を削孔し、グラウトを注入してパイルを形成するもので、補強材として異形棒鋼や鋼管が用いられる。わが国では、従来より補強材として異形棒鋼を用いるタイプが主に斜面安定対策や小規模の構造物基礎に適用されてきたが、鋼管を用いた高耐力マイクロパイルによる耐震補強事例は見られない。このため、鋼管を用いたマイクロパイルの施工方法、施工管理方法を確立するとともに、グラウトの定着長と支持力の関係を明らかにするために、実大杭を施工し静的載荷試験および急速載荷試験（スタナミック試験）を行った¹⁾。本文では、これら2つの試験結果を比較し、スタナミック試験の適用性を検討した結果について報告する。

2. 試験条件

試験に用いたマイクロパイルの諸元を表－1に、現場の地盤条件とマイクロパイルの打設長、センサの設置位置を図－1に示す。また、マイクロパイルの施工から約1ヶ月後に静的載荷試験を、さらに2週間後にスタナミック試験を行った。

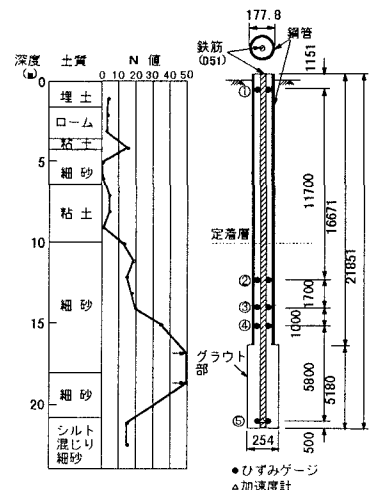
表－1 試験杭の諸元

杭 長	21.85m
鋼管外径	177.8mm
鋼管肉厚	12.7mm
鉄 筋	D51
グラウト圧縮強度	35N/mm ²
グラウト定着長	5.18m
先端グラウト径	254mm

3. 試験結果

スタナミック試験時に杭頭で測定された波形を図－2に示す。荷重はロードセル、変位はレーザ変位計で測定し、速度および加速度は変位から求めている。これらのデータから動的成分を除いた静的抵抗を算出するために、簡便な手法である除荷点法²⁾を適用した。この手法は、図－3に示すように杭と地盤を1質点系モデルで表しており、地盤抵抗力 F_{soil} はスタナミック荷重 F_{stn} から慣性力 F_a （ $=M \cdot a$ 、 M ：杭の質量、 a ：加速度）を差し引くことによって求められる。さらに、地盤の静的抵抗力 F_u は F_{soil} から動的抵抗力 F_v （ $=C \cdot v$ 、 C ：減衰定数、 v ：速度）を差し引いて求められる。ここで、変位が最大となる点（除荷点）では速度 v が0であるから、この点では F_{soil} と F_u は等しくなる。したがって、減衰定数 C は次式により求められる。また、 C は荷重中一定だと仮定している。

$$C = \{ F_{soil(max)} - F_{soil(v=0)} \} / v^* \quad (1)$$



図－1 現場の地盤条件と杭の打設長

キーワード：マイクロパイル、支持力、急速載荷試験（スタナミック試験）

茨城県つくば市旭 1 TEL 0298-64-2211 FAX 0298-64-0564

ここで、 v^* は F_{soil} が最大となる点での速度である。

図-4は、除荷点法で求められた F_{soil} および F_u と変位の関係を示している。この図から、静的抵抗力 F_u は変位が20mm程度までは増加しているが、それ以降減少し、変位が40mm程度になってまた増加しており、実際の現象を再現しているとは言えない。これは、図-2に示すように荷重が最大となる時間と変位が最大となる時間差が大きく、また最大速度も1.5m/sec程度を記録していることから、動的な影響が大きく1質点系モデルによる除荷点法が適用できないケースであることが考えられる。したがって、マイクロパイルの場合には杭長に対する杭径の比が小さいため、杭長が20m程度でも1質点系モデルが適用できず、波動解析が必要となる場合があると考えられる。しかしながら、図-5に示した静的抵抗力(F_u)一変位曲線と静的載荷試験(SLT)から得られた荷重一変位曲線との比較を見ると、載荷荷重が最大に達する以前の杭の貫入速度が小さい範囲では、除荷点法でも静的載荷試験の結果と良く一致していることがわかる。このことから、マイクロパイルを対象としたスタナミック試験結果に基づき、除荷点法で求められる静的抵抗力(F_u)一変位曲線の初期勾配から地盤のパネ剛性を予測でき、さらに第1限界荷重程度までは推定できる可能性があると考えられる。

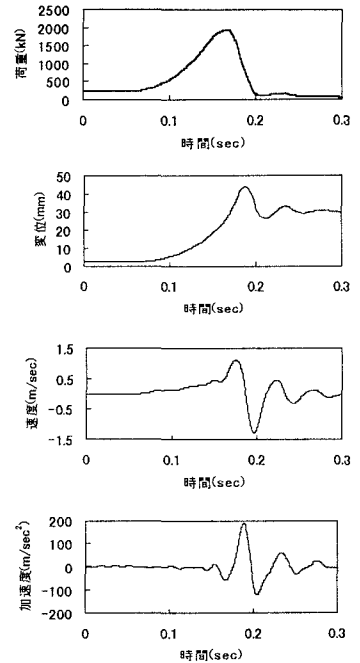


図-2 スタナミック試験の測定波形

4. 今後の課題

今後は、載荷装置の小型化も含めたマイクロパイルに対するスタナミック試験の適用性をより詳細に検討する必要がある。また、マイクロパイルでは支持力を負担する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ため、インテグリティ試験などの非破壊的手法による調査法の検討も必要である。

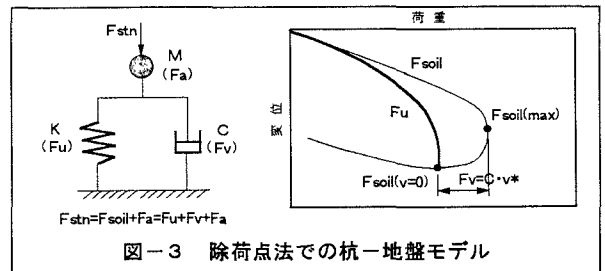


図-3 除荷点法での杭-地盤モデル

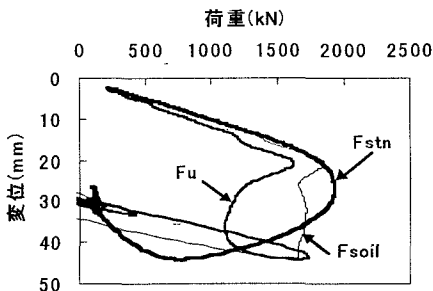


図-4 荷重一変位曲線（スタナミック試験）

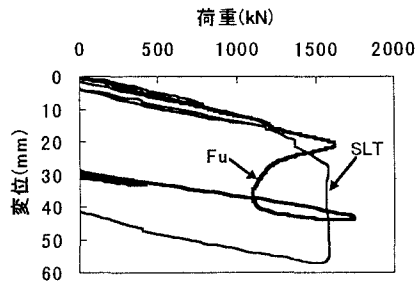


図-5 静的載荷試験とスタナミック試験の静的抵抗力一変位曲線の比較

<参考文献>

- 1) 相良他：鋼管を用いたマイクロパイルの支持力特性（その1）、第33回地盤工学研究発表会、1998
- 2) 日下部他：急速載荷試験（スタナミック試験）とその実施例、土と基礎、Vol.43, No.5, 18-26, 1995