

## 寒冷地における杭急速載荷試験 その2-波形マッチング結果について

波形マッチング	(株)地盤試験所 正会員	○高野 公作	(株)日建設	小野潤一郎
軸力分布	(株)地盤試験所 正会員	坪井 秀樹	住友商事(株)	河野 真
静的抵抗・動的抵抗	(株)地盤試験所 正会員	大石 淳之	(株)クボタ 正会員	廣瀬 智治

## 1 はじめに

寒冷地においてこのような大型載荷試験装置を用いた杭急速載荷試験を実施する場合、どのような問題が起きるか不明な点が多い。特に大型軟クッション材料特性の温度に対する依存性が試験結果に極めて大きな影響を及ぼすことが予想される。筆者らはこの問題を明らかにするため、夜中気温が $-10$ 度以下まで下がる東北地方において、埋め込み工法で施工された鋼管杭について、大型載荷試験装置を用いた杭急速載荷試験を実施し、寒冷地における杭急速載荷試験の諸問題を明らかにした。本報文その1では、軟クッションのバネ定数と波形フィルター処理について述べた。引き続き本報文その2では、波形マッチングの結果について述べる。

## 2 杭急速載荷試験結果まとめ

## 2-1 地盤抵抗—杭頭沈下曲線

図-1に急速載荷試験結果から得られた除荷点に杭慣性力を差引いて求めた地盤抵抗—杭頭沈下曲線を示す。また、図-2にLogR-LogSを示す。

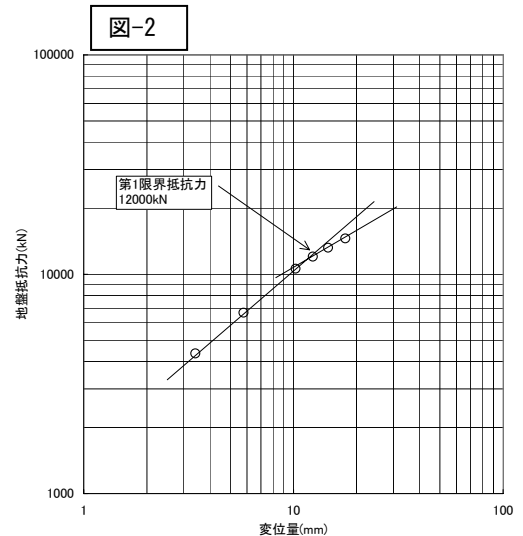
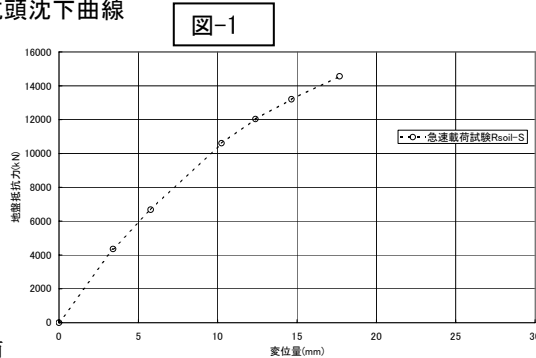


図-1を見ると、杭頭

初期沈下剛性は約 $13000\text{kN/mm}$ となっている。また、図-2から、地盤抵抗が約 $12000\text{kN}$ で降伏していたことがわかる。

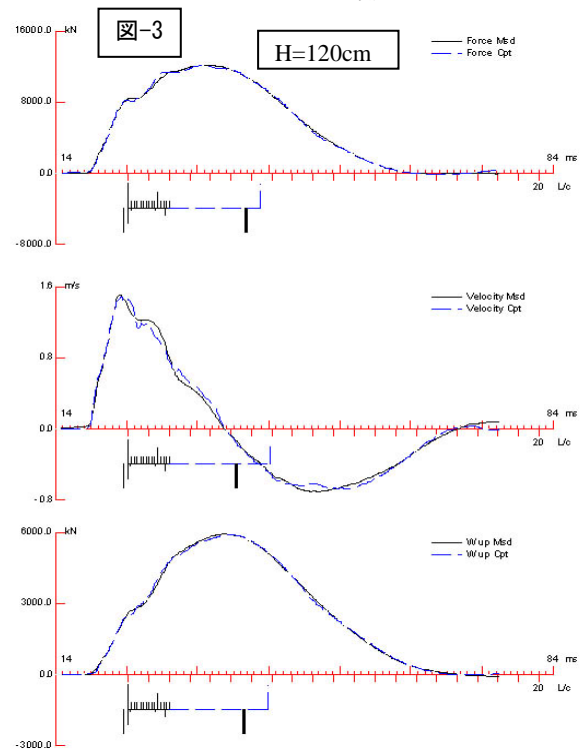
## 3 波形マッチング

各落下高時における速度、上昇力および荷重の波形に対して、CAPWAP法によりマッチングを行った。マッチングの結果がよりフィットするように、地層を $1\text{m}$ ごと分割して行った。マッチング結果の一例(落下高 $H=120\text{cm}$ )を図-3に示す。軸力分布の推移、静的・動的抵抗の比率、地盤抵抗—杭頭沈下などについては、以下にまとめた。

## 3-1 軸力分布の推移

各落下高時の軸力分布を図-4に示す。図-4を見ると、波形マッチングによる杭周面抵抗は、深さ $-0\text{m}\sim 3\text{m}$ 区間においては、落下高に比例して大きくなっているのに対して、深さ $-3\text{m}\sim 8\text{m}$ 区間においては、落下高 $H=40\text{cm}$ 時に最大値となり、それ以後の落下高では極めて小さな値になっている。また、深さ $-8\text{m}\sim 14\text{m}$ 区間においては、 $H=80\text{cm}$ 時に最大値となり、 $H=120\text{cm}$ 時に一旦最小値となり、 $H=150\text{cm}$ 時に再び大きな値を示すことがわかる。

一方、杭先端抵抗は $H=120\text{cm}$ 時に最大値となり、 $H=150\text{cm}$ 時に最大値の $60\%$ まで下がっていたことがわかる。



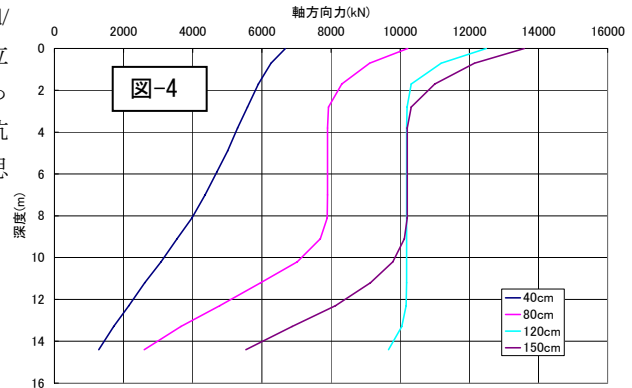
Pseudostatic Pile Load Test in Freezing Cold Weather Part-2 Wave Matching Results

K. TAKANO<sup>1)</sup>, J. ONO<sup>2)</sup>, M. KONO<sup>3)</sup>, T. HIROSE<sup>4)</sup>, H. TSUBOI<sup>1)</sup>, J. OISHI<sup>1)</sup>

Jibanshikenjo Co., Ltd.; Nikken Sekkei Ltd.; Sumitomo Corp.; Kubota Corp.

### 3-2 動的抵抗力度対静的抵抗力度の比率

波形マッチングから得られた各落下高時における地層深さ方向の動的杭周面摩擦力度対静的杭周面摩擦力度 ( $\tau d / \tau s$ )、および動的杭先端抵抗力対静的杭先端抵抗力 ( $\sigma d / \sigma s$ ) の比率を図-5 に示す。図-5 を見ると、いずれの深度位置においても、 $\tau d / \tau s$  は落下高  $H=120\text{cm}$  時に最大値となっていることがわかる。これは落下高  $H=120\text{cm}$  時に、杭周面摩擦抵抗力度が殆ど切れていることに起因するものと思われる。これに対して杭先端においては、 $\sigma d / \sigma s$  は落下高  $H=120\text{cm}$  時までほぼ一定値となっており、 $H=150\text{cm}$  時に急に増大していることがわかる。これは落下高  $H=150\text{cm}$  時に、杭先端抵抗が急に小さくなったことに起因するものと思われる。



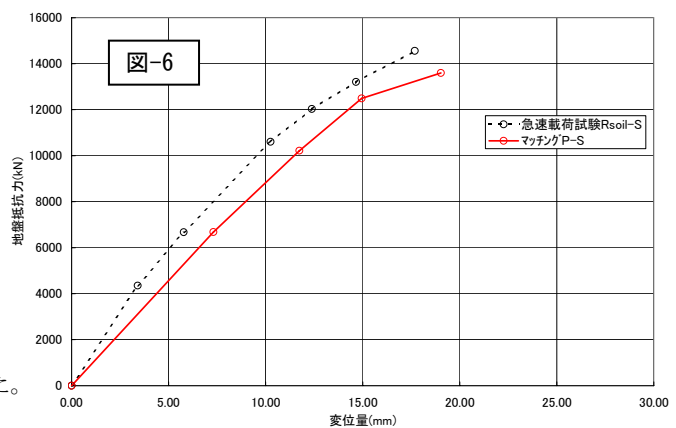
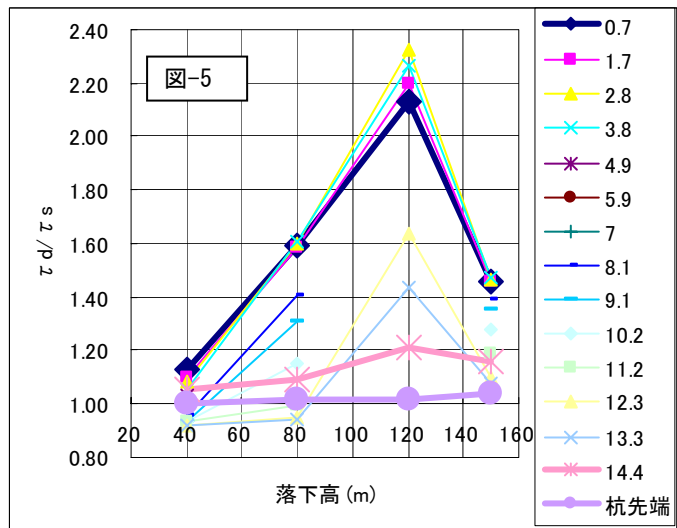
### 3-3 地盤抵抗—杭頭沈下曲線

各落下高時の波形マッチングから得られた最大地盤抵抗—杭頭沈下曲線を急速載荷試験結果と合わせて図-6 に示す。波形マッチングによる結果は杭急速載荷試験結果と比べて、全般的に沈下剛性が低いこと、波形マッチングから得られた初期沈下剛性は約  $950\text{kN/mm}$  であることなどがわかる。また、同図から波形マッチングから得られた地盤抵抗の降伏値は約  $12500\text{kN}$  であり、急速載荷試験結果( $12000\text{kN}$ )と比べて、若干低い値となっていることがわかる。

### 4 考察およびまとめ

今回の波形マッチングから、下記の考察が得られた。

- ① 今回の試験結果から確認できた原地盤抵抗の降伏値は約  $12000\text{kN}$  であった。
- ② 今回の試験結果から確認できた原地盤の最大抵抗は約  $15000\text{kN}$  程度であった。
- ③ 波形マッチングによる軸力分布の解析結果から、杭周面抵抗として、深さ-3m~8m 区間においては落下高  $H=80\text{cm}$  以後、深さ-8m~14m 区間においては落下高  $H=120\text{cm}$  以後、摩擦抵抗が切れている結果となった。また杭先端抵抗として、 $H=120\text{cm}$  時に最大値 ( $10000\text{kN}$  弱)となり、 $H=150\text{cm}$  時に最大値の 60%まで下がる結果となった。
- ④ 波形マッチングの結果から、杭周面摩擦力度および杭先端応力度の動的値と静的値の比率を整理してみた。その結果、杭周面抵抗として、いずれの深度位置においても、 $\tau d / \tau s$  は落下高  $H=120\text{cm}$  時に最大値となっており、杭周面摩擦抵抗力度が殆ど切れていることを示唆している。また、杭先端抵抗として、 $\sigma d / \sigma s$  は落下高  $H=120\text{cm}$  時までほぼ一定値であったが、 $H=150\text{cm}$  時に急に増大しており、落下高  $H=150\text{cm}$  時に、杭先端抵抗が急に小さくなったことに起因するものと推察される。
- ⑤ 波形マッチング結果から得られた杭頭沈下剛性は杭急速載荷試験結果と比べて、全般的に低い。また、同図から波形マッチングによる地盤抵抗の降伏値は約  $12500\text{kN}$  であり、急速載荷試験結果( $12000\text{kN}$ )と比べて、若干低い値となった。



以上のことから、多段階急速載荷を行うことにより、

明確な沈下剛性および地盤抵抗が得られること、多段階急速載荷の結果に対して波形マッチングを行うことにより、杭周面・先端抵抗に関するパラメータを収集し、杭基礎の設計に供することが可能であることなどが明らかとなった。今後、波形マッチングより得られる地盤に関するパラメータの信頼性などについて、引き続き研究してゆく所存である。

#### 【参考文献】

- 1) 地盤工学会基準 杭の鉛直載荷試験方法・同解説 第一回改訂版(2003.5)