

杭の動的水平載荷試験システムの開発 (その2 波動解析による静的な荷重 - 変位関係の推定)

ジャパンパイル(株)	正会員	熊谷 裕道
ジャパンパイル(株)	正会員	小嶋 英治
金沢大学大学院	正会員	松本 樹典
金沢大学大学院	正会員	Kitiyodom Pastsakorn
北海道開発土木研究所	正会員	西本 聡
北海道開発土木研究所	正会員	富澤 幸一

1. はじめに

著者らは杭の動的水平載荷試験システムの開発を目的として、実大杭を用いた動的および静的水平載荷試験を実施した¹⁾。本稿では、杭の動的水平載荷時の測定シグナルを用いて、波動解析を行い、静的な水平荷重 - 変位関係を推定した結果について報告する。

2. 解析手法

図1は、鉛直および水平方向の動的・静的杭載荷試験解析プログラム KwaveHybrid で用いている、杭と地盤のモデル化を示す。杭は梁要素、地盤は杭節点に連結されたばねとダッシュポットで表現する。各節点には鉛直方向および水平方向2つ計3つのばねと3つのダッシュポットが連結されている。

地盤モデルにおける、ばね、ダッシュポット、先端地盤付加質量は、地盤のせん断剛性 G 、せん断波速度 V_s 、地盤密度 ρ_s および杭径によって設定できる。

なお、図1に示した杭 - 地盤モデルによって、静的載荷を受ける場合の解析も行う。ただし、静的解析と動的解析で用いる地盤ばねの値は異なる。

地盤モデル、地盤ばねおよびダッシュポットの設定法および解析手法の詳細については、参考文献2)を参照されたい。

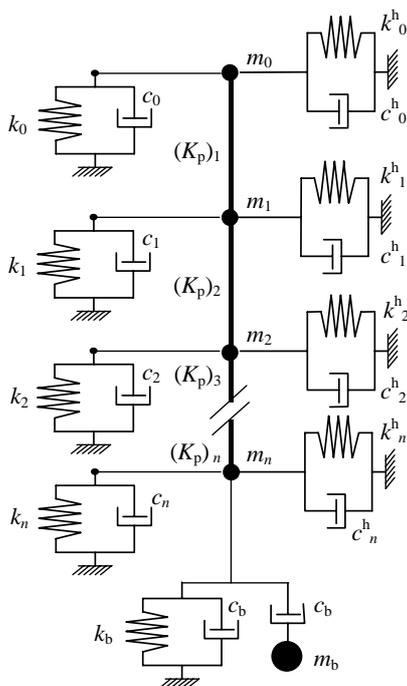
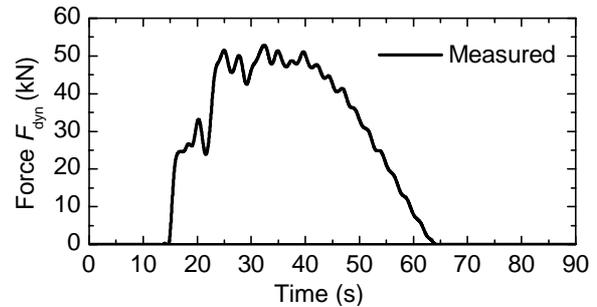


図1 杭と地盤のモデル化

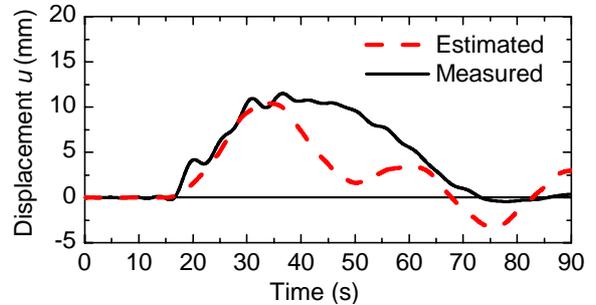
3. 解析結果

3.1 P1 杭のマッチング解析

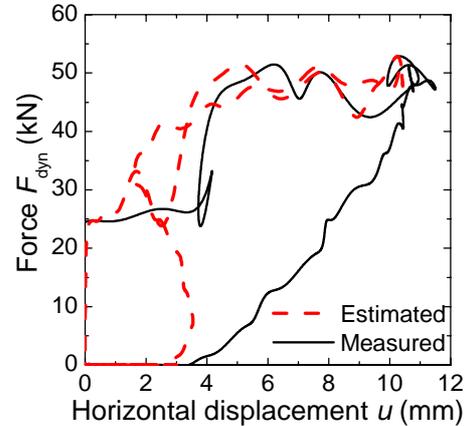
図2にP1杭の動的載荷試験結果とマッチング解析結果を示す。図2(a)は、測定水平載荷荷重である。載荷継続時間は約50msである。この測定荷重を入力荷重条件として、波動解析(マッチング解析)を行った。図2(b)と(c)は、それぞれ、時間 - 水平変位および水平荷重 - 変位関係の測定結果と最終マッチング結果である。解析による水平変位は、立ち上がり部分および最大変位量に関して、実測結果とよく一致した。



(a) 測定水平載荷荷重



(b) 測定水平変位と解析結果



(c) 測定水平荷重 - 変位関係と解析結果

図2 P1 杭の動的載荷試験結果とマッチング解析結果

キーワード 杭, 水平載荷, 動的, 静的, 解析

連絡先 〒104-0033 東京都中央区新川1-16-3 住友不動産茅場町ビル Tel 03-5543-4601

表1 P1 杭のマッチング解析で用いた地盤パラメータ

深さ (m)	せん断剛性 G (kPa)	ポアソン比	最大水平地盤抵抗 q_h (kPa)
0~1	1083	0.3	1
1~	1083	0.3	弾性範囲

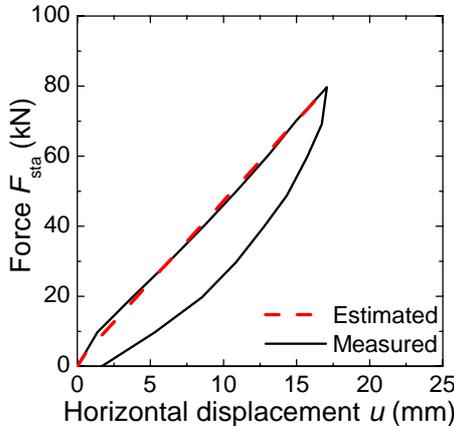


図3 P1 杭の測定静的水平荷重 - 変位関係と解析結果

解析結果は、載荷時の測定動的水平荷重 - 変位関係をよく表現している（図 2(c)）。以上のマッチング解析で同定された地盤パラメータを表1に示す。

図3は、表1の地盤パラメータを用いて計算した静的水平荷重 - 変位関係と実測結果である。計算結果は、載荷時の静的載荷試験結果とよく一致した。

3.2 P2 杭のマッチング解析

P2 杭に対しても、P1 杭と同様なマッチング解析を行った。最終マッチングで得られた地盤パラメータを表2に示す。P2 杭周辺地盤のせん断剛性 G は、P1 杭に比べて50%程度大きく評価された。

P1 杭の場合と同様に、解析による水平変位は、立ち上がり部分および最大変位量に関して、実測結果とよく一致した（図 4(b)）。また、計算による静的水平荷重 - 変位関係は、載荷時の静的載荷試験結果とよく一致した（図 5）。

4. おわりに

筆者らが開発している、試験方法、測定方法および解析方法を含めた杭の動的水平載荷試験システムと、実大杭を用いた動的および静的水平載荷試験の概要を述べた。

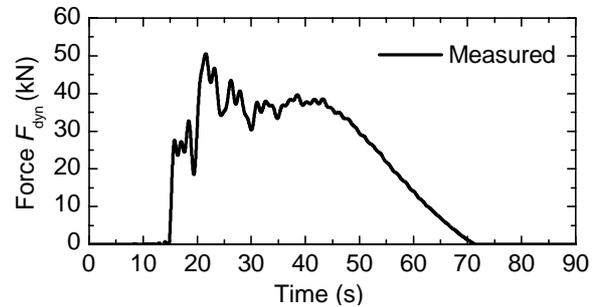
マッチング解析による動的水平変位が、最大変位量に達した後、実測に比べて早く減少している要因として、地盤ばねのモデル化が挙げられる。現在、地盤ばね値は、載荷と除荷時で同一の値としている。例えば、図3の実測結果から判断すれば、水平載荷解析では、載荷と除荷時ではばね値を変化できるモデルを採用することが必要である。これについては検討を進めている。

参考文献

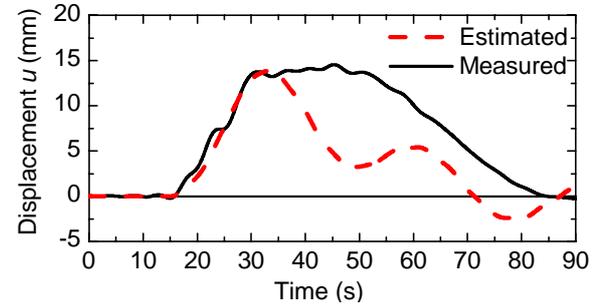
- 1) 小嶋英治, 他 (2005): 杭の動的水平載荷試験システムの開発（その1 実大杭を用いた実験概要および実験結果）, 第60回土木学会年次学術講演会。
- 2) 松本樹典, Kitiyodom P., 小嶋英治(2005): 鉛直および水平方向の動的・静的杭載荷試験の解析プログラム開発, 2005年度日本建築学会大会学術講演梗概集。

表2 P2 杭のマッチング解析で用いた地盤パラメータ

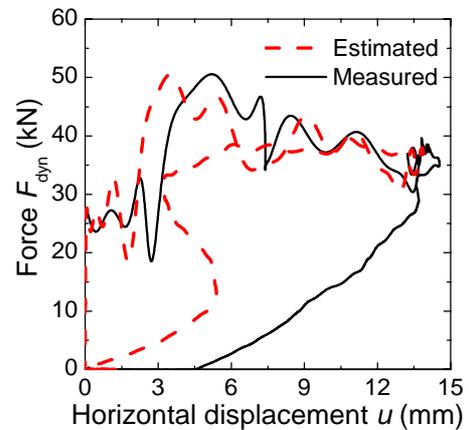
深さ (m)	せん断剛性 G (kPa)	ポアソン比	最大水平地盤抵抗 q_h (kPa)
0~1	1539	0.3	5
1~	1539	0.3	弾性範囲



(a) 測定水平載荷荷重



(b) 測定水平変位と解析結果



(c) 測定水平荷重 - 変位関係と解析結果

図4 P2 杭の動的載荷試験結果とマッチング解析結果

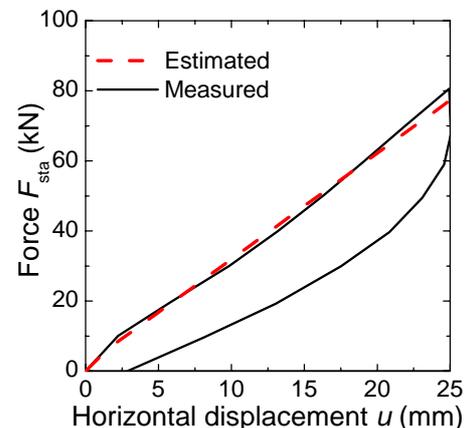


図5 P2 杭の測定静的水平荷重 - 変位関係と解析結果