

Ⅲ－B51

杭の動的載荷試験における杭頭変位と確認支持力について

(株)フグロ・ジオサイエンス

正会員 ○西村真二

1.はじめに

杭の動的載荷試験は、簡易に杭の支持力を確認する載荷試験法として普及している。動的載荷試験はハンマーの打撃力を載荷荷重としているために試験時の杭頭変位が小さく、静的載荷試験と比較して確認できる支持力が過小になると言われている。ここでは、1次元波動解析により動的載荷試験をシミュレートすることにより、動的載荷試験時の杭頭変位と試験時にモビライズされる静的抵抗を求め、さらに同じ杭～地盤系のモデルに対し静的解析を実施して求めた杭頭の荷重～沈下曲線と比較した。その結果、動的載荷試験と静的載荷試験を同じ杭に実施した場合、動的載荷試験は静的載荷試験と比較して小さい杭頭変位（リバウンド＋貫入量）で同等の静的抵抗（支持力）を確認できることが分かった。以下に詳細を述べる。

2.解析方法

解析は、周面を粘性土、先端を砂質土とした地盤に設置されたφ800mmの鋼管杭をモデル化した。解析ケースは9ケースとし、3種類の杭長に対し3段階の大きさの載荷荷重を与えた。シミュレーションは地盤をRandolphモデルとした1次元波動理論による特性曲線解析¹⁾により実施した。表2.1に杭～地盤モデルの諸元を示す。解析プログラムはKWAVE²⁾を用いた。また、ハンマーの打撃力として図2.1に示す波形を用いた。静的な荷重～沈下曲線は荷重伝達法により計算した。

表 2.1 解析条件

CASE	杭寸法	周面地盤				先端地盤					荷重 (MN)
		摩擦力度 (kPa)	クエーク (mm)	ダンピング (kNs/m ³)	合計周面 抵抗(kN)	支持力度 (kPa)	クエーク (mm)	ダンピング (kNs/m ³)	付加質量 (kg)	先端抵抗 (kN)	
S2002	φ800	9.8 /49.0	3.7	66.4 /148.5	1477.8	1125000	26.7	9140	360	4432.5	2.0
S2006	×t16										6.0
S2010	×L20000										10.0
S4002	φ800	9.8 /49.0	3.7	66.4 /148.5	2955.6	1125000	26.7	9140	360	4432.5	2.0
S4006	×t16										6.0
S4010	×L40000										10.0
S6002	φ800	9.8 /49.0	3.7	66.4 /148.5	4433.4	1125000	26.7	9140	360	4432.5	2.0
S6006	×t16										6.0
S6010	×L60000										10.0

*周面摩擦力度、ダンピングは台形分布（上端／下端）

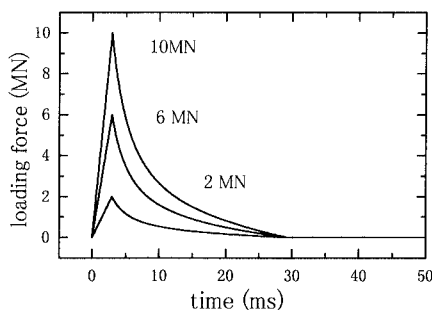


図 2.1 載荷荷重

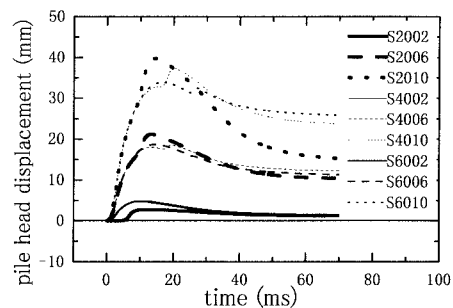


図 3.1 杭頭変位

キーワード：動的載荷試験，杭，1次元波動理論，荷重～沈下関係

〒102-0071 東京都千代田区九段南4-6-10

tel 03-3288-2936

fax 03-3288-2984

3. 解析結果

図3.1に動的載荷試験時の杭頭変位を図3.2および図3.3に静的な周面摩擦抵抗と先端抵抗の動員過程を示した。それによると荷重が10MNの条件ではほぼ周面も先端もフルモビライズし、6MNの条件では周面のみがモビライズし、2MNの条件では、20mを除いて周面も先端もフルモビライズしていないことが分かる。

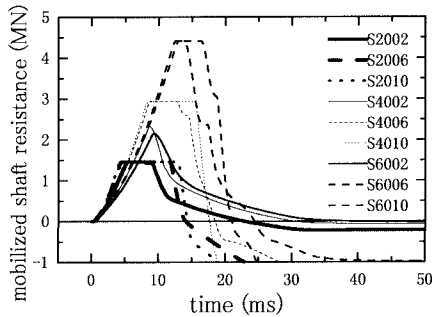


図 3.2 周面抵抗のモビライズ

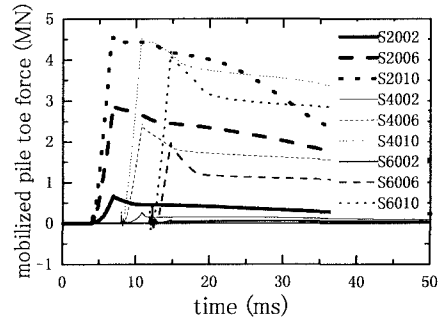


図 3.3 先端抵抗のモビライズ

4. 杭頭変位と確認支持力

図 4.1～4.3 に杭長毎に静的な荷重～沈下曲線を描き、併せて動的載荷試験時の杭頭変位とモビライズされた静的支持力の関係をプロットした。それによると同じ静的支持力に対し、動的載荷試験の杭頭変位が静的な試験と比較して小さいことが分かる。また、杭長が長くなるほどその傾向が強くなる。これは動的載荷試験時に地盤のダンピングの影響により、見かけ上の地盤のバネが大きくなり、より小さい相対変位により地盤の抵抗がモビライズされること、杭体の波動現象により杭頭の変位と杭体の局所的な変位との関係が静的な挙動と異なることに起因するものと考えられる。杭長が 60m の条件においては、動的載荷試験は杭頭変位でみると、約 2 倍の沈下を与えた静的試験と同等の静的な支持力が確認できることになる。

この結果は、動的載荷試験は試験時の杭頭変位が小さく、静的載荷試験と比較して確認できる支持力が過小になるという認識を改善するものとなる。

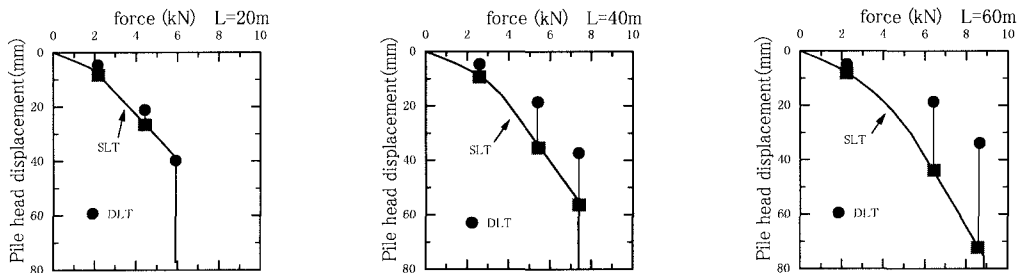


図 4.1 動的載荷試験時の杭頭変位と静的な荷重～沈下関係の相関

5. 終わりに

動的載荷試験時の杭頭変位と確認支持力の関係において以下の結論を得た。

- ・動的載荷試験は、静的載荷試験より小さい杭頭変位で同等の支持力を確認できる。
- ・杭長が長いほど、同じ確認支持力に対し小さな杭頭変位となる傾向がある。

動的載荷試験時の杭頭変位の情報から、相当する静的載荷試験時の沈下量を推定する指標を得ることができれば、試験実施の際に試験をコントロールすることが容易となり、動的載荷試験の適用上有効となる。

本研究においては、その可能性を探る試みとしてシミュレーションを実施した。ここでの結論は限られた条件の解析で得られたものであり、今後はより広い条件での検討および実試験での検証が必要となる。

参考文献

- 1) 松本樹典(1996):非排水等価地盤弾性定数と杭の載荷試験解析への適用について,第31回地盤工学研究発表会,pp.1619-1620
- 2) Matsumoto & Takei(1991): Effects of soil plug on behavior of driven pipe piles, S.&F., No.2, pp.14-34