

液状化時の杭基礎を対象とした応答変位法における外力作用順序の影響

(株) エイトコンサルタント	正会員	林 和幸
独立行政法人 土木研究所	正会員	杉田 秀樹
独立行政法人 土木研究所	正会員	高橋 章浩
独立行政法人 土木研究所	正会員	谷本 俊輔

液状化地盤中の杭基礎を対象とした応答変位法では、地盤変位および上部構造物慣性力のいずれが先行して外力として杭に作用するかにより、解析の結果が異なることが考えられるが、十分に議論はされておらず、外力の作用順序の違いが解析結果に与える影響を把握することは重要である。本研究では、液状化地盤における道路橋橋脚杭基礎を対象として外力作用順序を変えた応答変位法による解析を行い、解析結果の違いの比較およびその差の原因について考察を行った。

1. 解析条件

解析モデルを図1に示す。解析は、地下水位が異なる2モデル(モデル1: G.L. -7.0m、モデル2: G.L. -10.0m)に対して外力作用パターンを各3種類(同時、地盤変位先行、慣性力先行)、計6ケースについて行った。外力は、静的非線形解析の各増分ステップにおいて一定の割合で増加させることによって与え、図2に示す様に地盤変位または慣性力いずれか片方を先行して作用させた状態をStep1(図中)、残りの外力を作用させた最終的な状態をStep2(図中)とした。なお、杭や地盤の抵抗特性、および慣性力や地盤変位等の外力設定方法の詳細は、文献1)を参照されたい。

2. 解析結果

図3に、地下水位が異なるモデル1およびモデル2に関して、各外力作用パターンにおけるStep1およびStep2の解析結果を示す。図より、地下水位によっては、外力作用順序の違いにより解析結果に差が生じることが分かる。本検討では、まずその差がより顕著であるモデル2を対象として、外力の作用順序の違いによる杭変位および地盤反力度分布の差に着目した。地盤変位先行のケースのStep1において、杭は概ね与えた地盤変位に沿って変形し、また砂層1のいずれの深度においても地盤反力度が上限値に達していない。Step2においては、慣性力の影響によって杭頭付近の変位が増加するとともに、フーチング前面の地盤反力度が負(抵抗側)の上限値に達しているが、フーチング直下の非液状化層においてはその上限値に達しておらず、地盤が杭を拘束するため過大な杭変位は見られない。一方、慣性力先行のケースのStep2では、地盤変位先行のケースのStep2と比べて大きな杭変位が生じている。これは、Step1でフーチング前面の地盤反力度が上限値に達した状態からStep2

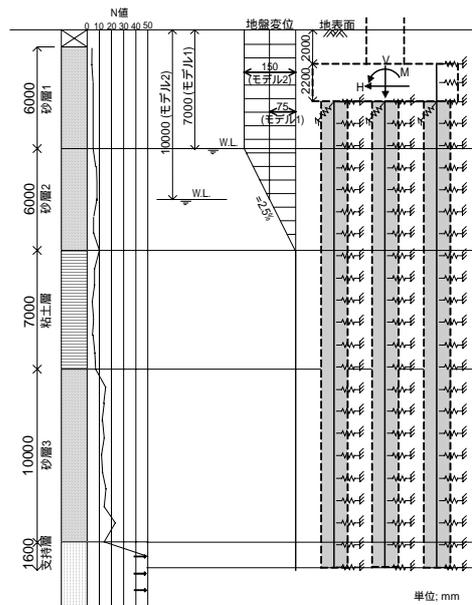


図1. 解析モデル

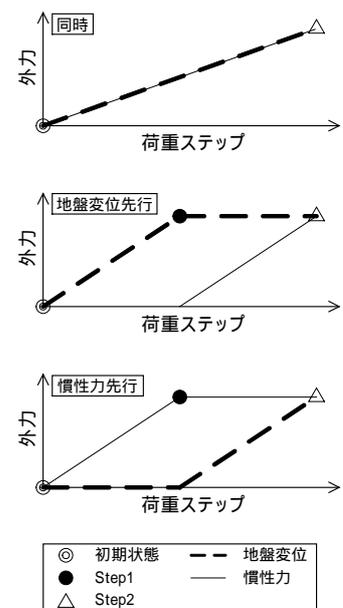


図2. 外力作用パターン

キーワード 液状化, 杭, 応答変位法

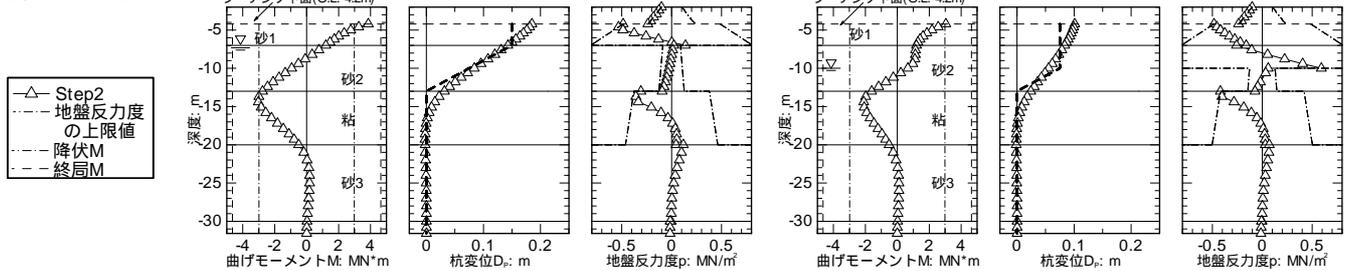
連絡先 〒700-8617 岡山県岡山市津島京町 3-1-21 (株)エイトコンサルタント TEL 086-252-8917

荷重パターン

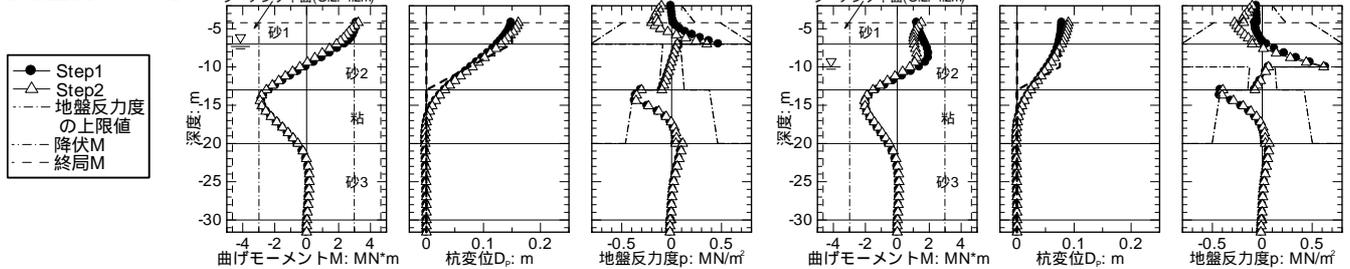
モデル1: 地下水位 G.L.-7.0m

モデル2: 地下水位 G.L.-10.0m

【同時荷荷】



【地盤変位先行】



【慣性力先行】

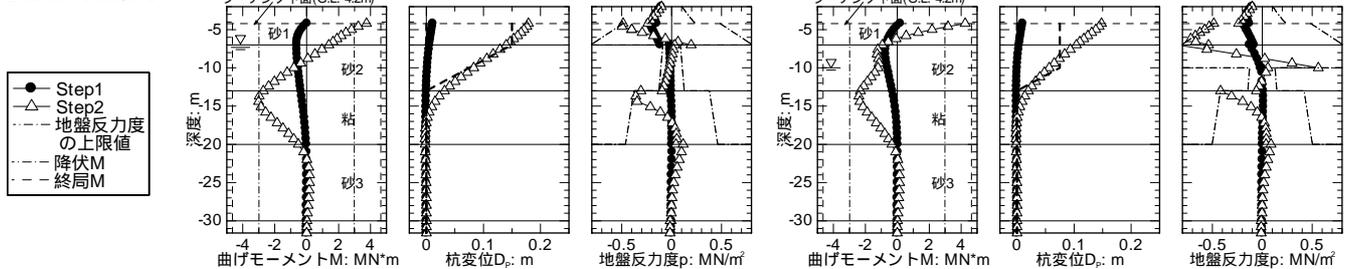


図3. 各ケースの解析結果

の地盤変位が作用するため、地盤が比較的剛である表層非液状化層下端付近(図中A)に沿って変位した杭に対して、フーチング前面地盤の抵抗を見込めないことによると考えられる。

これらのことより、外力作用順序による解析結果の差は、Step1における地盤反力度が上限値に達するかどうかで先行して作用させる外力によって異なることにより生じたと考えられる。

モデル間で比較すると、地下水位が浅いモデル1ではモデル2と比べて外力作用順序の違いによる解析結果の差は小さい。これは、杭は概ね地盤に沿って変位するが、地下水位が浅いほど表層非液状化層における杭と地盤の相対変位が小さくなり地盤反力度が上限値に達しにくくなることと、表層非液状化層が薄いためそこで地盤反力度が上限値に達したとしてもそのことが解析結果全体に占める割合としては小さいことによると考えられる。

3. まとめ

液状化地盤中における道路橋脚杭基礎を対象として応答変位法による解析を行った結果、表層非液状化層における地盤反力度の上限値の設定が解析結果を左右する要因となることとともに、地下水位によっては外力の作用順序が解析結果に及ぼす影響が顕著となることが明らかとなった。従って、実験および動的解析によって地盤、構造物および地震動の特性等の条件と応答変位法を用いた解析で先行して作用させる外力の関係について整理を行い、設計においてこの影響を見込む必要があると考えられる。なお、本研究は(独)土木研究所の「液状化地盤の変形に基づく橋梁基礎の耐震設計法に関する試験調査」の一環として行ったものである。

参考文献 1) 谷本俊輔, 林和幸, 高橋章浩, 杉田秀樹: 液状化地盤中の橋梁基礎に対する応答変位法に関するパラメータスタディ, 第8回地震時保有水平耐力法に基づく橋梁等構造物の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, 2005.2