

武蔵工業大学 学○大川 寛 学 伊藤和也
武蔵工業大学 正 末政直晃 正 片田敏行

1. はじめに

近年、臨海地域の開発に伴い各種土木構造物が軟弱地盤に建設されるようになった。この様な軟弱地盤に構造物を建設する場合、その基礎には構造物を安全に支持する目的で杭基礎を用いる場合が多い。しかし、地震時において軟弱地盤は大きな地盤歪みが生じ、地盤反力～杭変位関係は複雑な挙動を示す。また、その地震波の波形特性によっても、地盤反力～杭変位関係は異なる事が考えられる。

そこで本研究は、杭の一部分を模擬した要素的な繰り返し載荷試験¹⁾に、異なる2種類の入力変位を使用し、杭の地盤反力特性に及ぼす載荷履歴の影響について調べた。

2. 実験概要

本研究に使用した実験装置を図-1に示す。容器は内寸幅500mm、高さ105mm、奥行き500mmの鋼製である。また、模型杭は長さ100mm、直径45mmのアルミ製であり、移動方向の前・背面に土圧計が取り付けられている。この土圧計により杭に作用する土圧を計測できるようになっている。地盤試料には藤の森粘土($\rho_s=2.743\text{g/cm}^3$, $w_L=62.7\%$, $w_p=27.8\%$, $I_p=34.9$)を用い、98kPaの圧力で圧密を行った。ここで圧密時間の打ち切りは3 t 法にて判断した。圧密終了後、模型杭を地盤に埋め込み、その時に生じる地盤との隙間をなくすために再度98kPaで圧密した。実験は載荷ジャッキを用いて、図-2に示すような2種類の入力変位を与えた。ここで、図-2(a)は1mmずつ増加する変位(以下、入力変位①)であり、図-2(b)は3mm、6mm、9mmをそれぞれ5回繰り返す変位(以下、入力変位②)である。実験時には、載荷ジャッキに作用する荷重をロードセルで、杭の前・背面に作用する土圧を杭に取り付けた土圧計、杭の変位を変位計によりそれぞれ計測した。

3. 実験結果

(1) 入力変位①を用いた場合の結果

図-3、図-4は入力変位①を用いた場合の結果で、縦軸に土圧計により測定された値、横軸に杭の変位をとった杭前・背面における土圧～杭変位関係を示す。まず杭前面側(図-3)では、杭の変位に伴い地盤を押すため土圧は上昇する。その後、杭の変位が逆転すると土圧は減少する。各繰り返し時の土圧の最大値に着目すると、杭の変位が徐々に大きくなっているにもかかわらず、その最大値は変わらなかった。次に、杭背面側(図-4)の土圧～

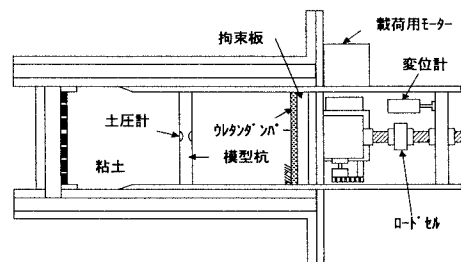
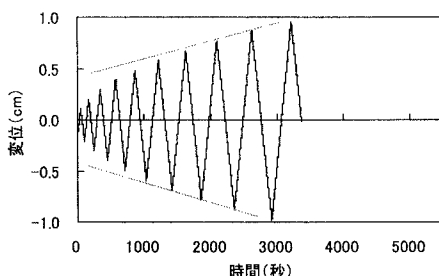
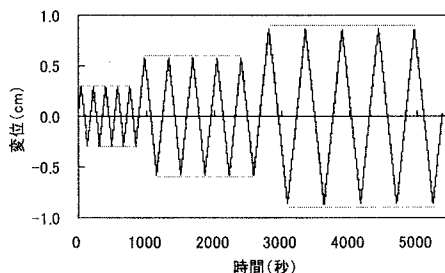


図-1 実験装置



(a) 入力変位①



(b) 入力変位②

図-2 変位制御による繰り返し載荷

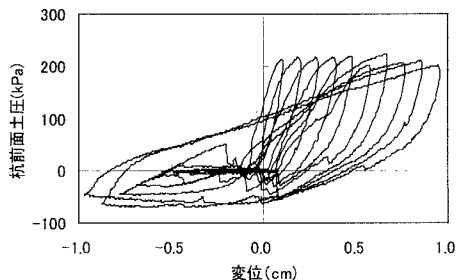


図-3 杭前面土圧～変位関係

キーワード：杭基礎 地盤反力バネ 軟弱地盤 繰り返し載荷

連絡先：武蔵工業大学 地盤工学研究室 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-3 TEL&FAX 03-5707-2202

杭変位関係は、杭前面側の反対側に設置してあるため正反対の挙動を示す。すなわち、初期において土圧が減少し、反転後土圧が上昇する挙動である。各繰り返し時の土圧の最大値に着目すると、杭前面側と同様に杭の変位が大きくなるに伴い、土圧は同じかもしれないしくは低下するような挙動を示した。このことは、少しずつ変位が大きくなる入力変位①では、徐々に地盤が乱されるため、強度が回復することなく低下していくためと考えられる。ここで、土圧が0となる部分があるが、これは杭と地盤の間に隙間が発生したためである。また繰り返し载荷が進むにつれ、土圧の減少過程において、土圧が負となる部分がある。これは試料が杭に付着したため生じたものと考えられる。

次に、図-5 にこれら杭前面から杭背面の土圧を減じたものを地盤反力として地盤反力～杭変位関係を示す。载荷初期においては隙間が発生しているが、载荷後期には隙間が発生していない。また、変位の増加に伴って、地盤反力の増加割合が低下している。これは、繰り返し载荷による地盤強度の低下と共に、地盤反力の反転するときの変位が繰り返し回数ごとに変化していることが影響していると考えられる。

(2) 入力変位②を用いた場合の結果

図-6、図-7 に、杭前面側と杭背面側の土圧～杭変位関係を示す。杭前面側（図-6）では、同一変位に関して、1回目～2回目にかけて急激に土圧の低下を示しており、その以降も徐々に土圧は低下しているが、ほぼ一定値に収束していく傾向が見られた。これは、繰り返し载荷により地盤が乱されたためと考えられる。

図-8 は図-5 と同様に作成した地盤反力～杭変位関係を表した図である。この図では、隙間の発生は見る事ができない。また、同一変位内の繰り返し回数により、強度が低下する挙動を示している。特に、1回目～2回目の強度低下は顕著である。また、変位の増加に伴って、地盤反力の増加割合が増加する。これは、変位が急増する際に地盤が乱されていない領域まで影響が及んだためと考えられる。

4. まとめ

異なる入力変位を用いて载荷実験を行った結果、入力変位により地盤反力～杭変位関係の形状が変化した。すなわち、変位を徐々に増加させると、地盤強度の低下によって土圧が減少している。また、変位を段階的に増加する場合は、変位が増加した際に杭は乱されていない地盤を载荷するため強度が回復するような挙動を示す。このことから、杭の地盤反力では入力変位の影響も大きいことがわかった。

<参考文献>

1) 中野達人他：軟弱な粘土地盤中の杭の地盤反力特性（その1－载荷試験－），第33回地盤工学研究発表会，pp1507－1508，1998

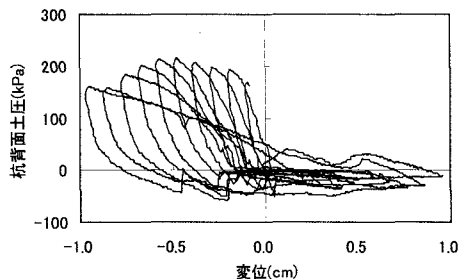


図-4 杭背面土圧～変位関係

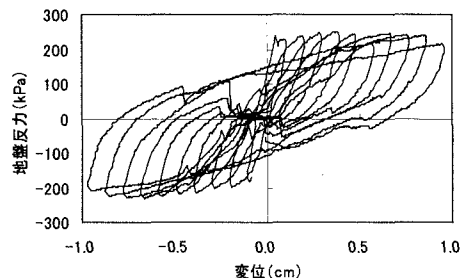


図-5 地盤反力～変位関係

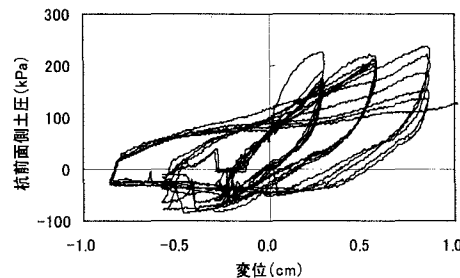


図-6 杭前面土圧～変位関係

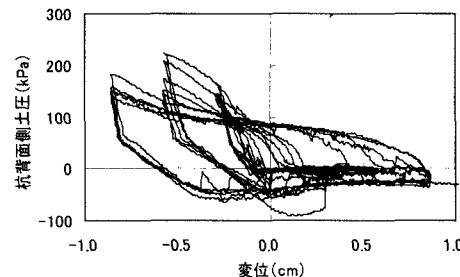


図-7 杭背面土圧～変位関係

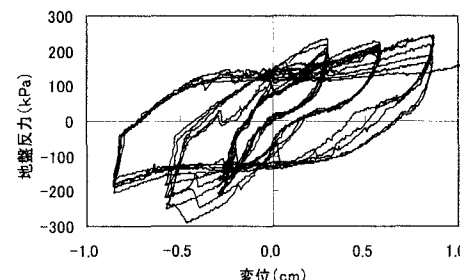


図-8 地盤反力～変位関係