

地盤変形の影響を考慮できる杭の載荷装置の開発

九州大学工学部 学○坂井 孝司 正 落合 英俊

九州大学工学部 正 安福 規之 学 久原 昌利

1.はじめに

斜面上の杭基礎や斜杭、また側方流動などにより地盤が側方変位した場所に杭を根入れする場合、杭が地盤から偏心した荷重を受けるため、その杭の鉛直支持力の発現特性は一般のものとは異なるものと考えられる。

著者らは、今回地盤変位の影響を考慮できる模型杭の載荷装置の開発を行った。本文では開発した載荷試験装置の概要と、それを用いて行った実験の結果について報告するものである。

2.試験装置について

図-1に試験装置の概要を示す。

せん断箱⑨は厚さ2cmのアルミ製せん断箱要素を20枚重ねた構造になっており、各要素間にベアリングプレート2枚を挟むことによって摩擦を除くようにしている。供試体は $30 \times 30 \times 41.5$ cmの直方体で、側方を厚さ1mmのメッシュで拘束している。

上載圧はラバープレッシャーバック⑩を介して空気圧によって載荷され、最大4 (kgf/cm²)までかけることができる。なお、上載圧による供試体変形は、供試体上部においてプレッシャーバックに内部接触させた3個の端子に変位計⑧を設置することで測定することができる。

水平載荷は空気圧による載荷で(水平力載荷装置①)応力制御方式で行い、最大2 (tf)までかけることができる。また、水平変位は、せん断箱の最上面で最大2cmまで与えることができる。なお、せん断時の水平変位は、載荷装置に取り付けた剛盤に直接変位計③を取り付けることで測定できる。

模型杭⑪は杭径3cmの表面が滑らかなステンレス製の平坦杭で、杭長は載荷していない状態で20cmである。貫入はモーターによる載荷で、ひずみ制御方式で行う。貫入量については、杭載荷装置に取り付けられた剛盤に直接変位計⑦を取り付けることで測定でき、最大貫入量は約4cmである。

また模型杭は本体と外管を分離されており外管に設置されたロードセル⑥により周面摩擦力を直接測定できる。また、先端支持力は、ロードセル⑤で測定した本体の荷重から周面摩擦力を差し引くことより求められる。なお全データはパソコンで処理している。

3.地盤変形のタイプの定義

図-2にこの試験装置において再現できる地盤変形のタイプを示す。

(a)は斜面に根入れする杭を想定した場合であり、各せん断箱にガイドを付けることにより、単純せん断的な挙動をモデル化している。またせん断箱側面の一部に剛板を取り付け固定したのち、空気圧による水平載荷装置を上下に移動させることにより、(b)に示す一面せん断型、及び(c)に示すゾーンせん断型の地盤変形を再現することができる。なお、(b)、(c)は杭先端付近の地盤層が地震などにより液状化し側方流動が生じた場合を想定している。

4.試験概要

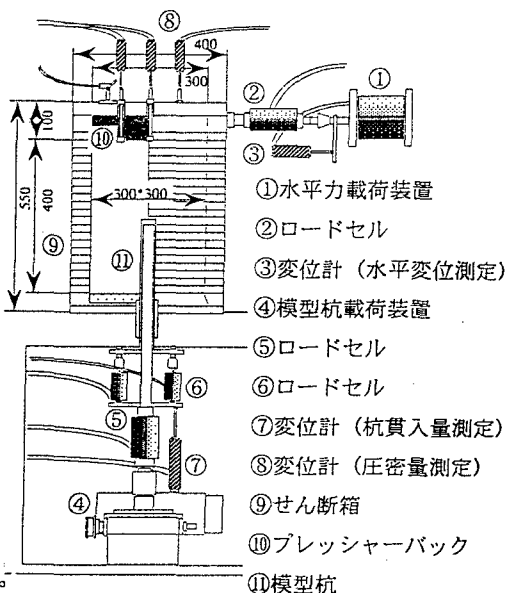


図-1 試験装置の概要

今回行った試験において使用した試料は、気乾状態の豊浦標準砂である。供試体は多重ふるいを用いた空中落下法により作製し、初期応力状態は上載圧 $\sigma'_v = 1.0 (\text{kgf/cm}^2)$ の条件を与えた。今回は一面せん断型の地盤変位を与えた。また、せん断応力は圧密終了後、 $\tau / \sigma'_v = 0.3$ となるまで与えた。水平変位が落ち着いた後、水平応力をそのままに保ちながら模型杭載荷を行い（沈下速度は杭径の 0.2 % /min）、沈下量が杭径の 3cm に達するまで続けた。

5. 試験結果

図-3 は、模型杭の載荷試験から得られた先端支持力度 q_p と、沈下量 S を杭径 D で正規化した正規化沈下量 S/D の関係を示している。図中○が杭先端部に、△が杭先端から 2cm 下方に、□が杭先端から 4cm 下方にせん断面を与えた場合の結果を示している。なお、比較のため地盤変位を与えない場合の結果を◇で表示している。図をみると、地盤変位を与えた場合と与えない場合とは同じ正規化沈下量に対し、先端支持力度は異なる値をとっていることが分かる。またせん断面の位置によっても先端支持力度は異なっている。これより、地盤がせん断を受けた場合その先端支持力機構は一般のものとは異なるものと考えられる。

図-4 は、例として杭先端より 4cm 下方に地盤変位を与えた場合の周面摩擦力度と正規化沈下量の関係を示している。これより本載荷試験装置における模型杭の載荷試験の傾向として、杭全体の支持力に対する周面摩擦力の値は小さいものであると思われる。

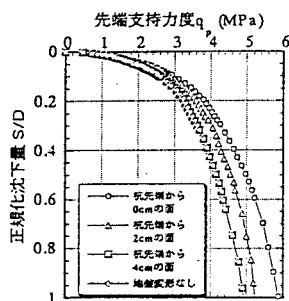


図-3 先端支持力度と沈下量の関係

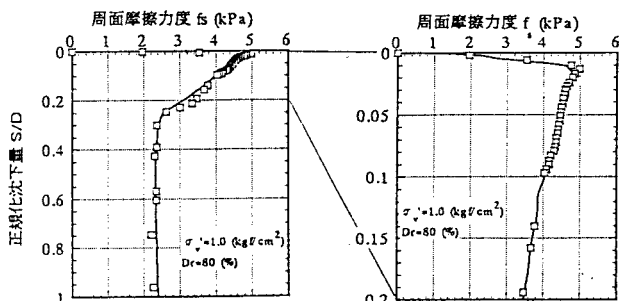


図-4 周面摩擦力度と沈下量の関係

6. まとめ

今回、地盤の変形を考慮できる模型杭の載荷試験装置の開発を行った。この試験装置は一面せん断、単純せん断、ゾーンせん断を再現することが可能である。また、この試験載荷装置を用いて一面せん断を受けた地盤での載荷試験を行った。その結果、先端支持力度に着目すると、せん断を受けた場合と受けない場合ではその発現特性に違いがあることが明らかになった。

今後は、試験装置の改良を進めていくとともに、せん断を受けた場合の杭の先端支持力特性のメカニズムについて検討を進めていきたいと考えている。

参考文献 1) 久原ら：地盤変形を考慮した砂中の杭の先端支持力特性、土木学会西部支部研究発表会講演概要集、1998（投稿中）

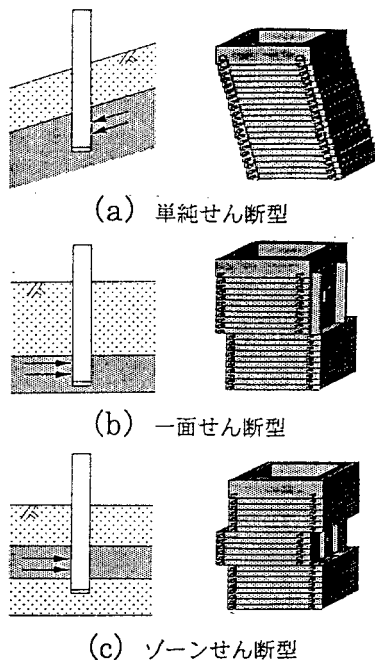


図-2 地盤変形のタイプ