

杭の支持力に及ぼす粒子径の影響に関する基礎的研究

武蔵工業大学 学○河村 佳典 学 近藤 慎悟
同上 正 片田 敏行 正 末政 直晃

1. はじめに

地盤工学における力学試験において、しばしば粒子寸法が結果に大きな影響を与えるということが既往の研究により指摘されている。これは、いわゆる粒子径効果と呼ばれる現象である。この粒子径効果は、試料のせん断時に生じる体積変化の特性や、透水特性などにおいて顕著にみられるものとして知られている。また、杭の押し込み・引き抜き試験において地盤内部に生じるせん断帯の形成に関しても、この粒子径効果による影響を受けるとということがわかっている。しかし、これに関する研究報告例はまだ少ないのが現状であり、その影響について実験的に検討することが必要であると考えられる。

これまで本研究では、異なる試料を用いて杭の引き抜き試験を行い、粒子サイズ効果の影響について検討してきた。しかし、杭周辺の地盤の挙動については不明な点も多い。そこで、杭周面の地盤状態を把握するため、一面せん断試験機を用いて試験を行い、試料の粒径の違いによってどのような影響が起こりうるかを検討した。なお、杭の引抜き試験により得られた結果を図-1に示す。

2. 実験試料および供試体概要

本研究は粒子径の違いによる杭の支持力への影響を検討するものである。よって、実験に用いる試料としては、粒子径が異なりかつ同様の粒度分布を持つものが適当である。そこでそのような条件を満たす試料であるシリカサンド、CFP-100 および CFP-50 を用いて試験を行った。各試料の粒径加積曲線を図-2に示す。杭の周面と模型地盤との間でおこる体積変化や、引抜きに伴う抵抗力・せん断変位の変化を把握するために、試料を付着させた板を下側せん断箱に設置し一面せん断試験を行った。試験装置概要を図-3に示す。

3. 供試体作製方法

供試体は、乾燥状態の試料を空中落下法や突き固め法によってせん断箱に詰めることで作製した。間隙比については、使用する試料の重量と供試体高さを、設定間隙比となるように予め設定することで調整した。供試体上部の載荷面は、せん断箱の上部からの高さが一定となるようなへらを製作し、これを使用することで成形を行った。以上のような方法で、試料が異なり、間隙比が同様な供試体を作製し、それぞれに対して試験を行った。

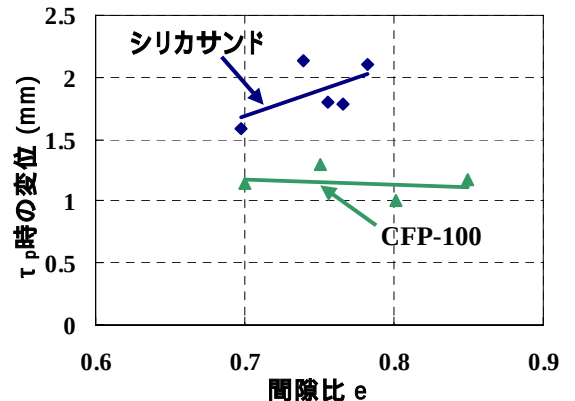


図-1 杭の引き抜き試験の結果

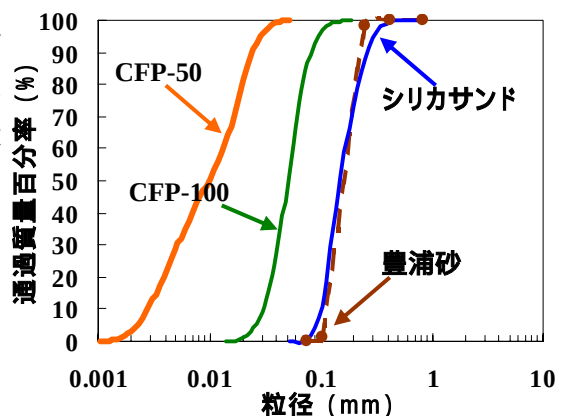


図-2 試料の粒径加積曲線

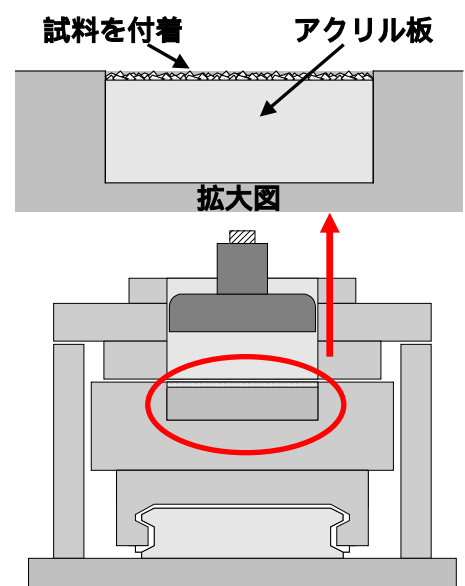


図-3 試験装置概略図

キーワード：杭，引抜き試験，粒子径

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 地盤環境工学研究室 Tel&Fax 03-5707-2202

4. 実験概要

今回の試験には一面せん断試験機を用い、初期間隙比 e_0 が 0.7 から 1.0 付近の供試体に対し垂直応力 50kPa を加えて行った。供試体高さは 2cm とした。せん断速度は 1mm/min とし、せん断変位 8mm までを計測対象とした。垂直応力およびせん断応力は荷重計により計測し、せん断変位および供試体上部の垂直変位を変位計により計測した。

5. 実験結果および考察

せん断変位 D とせん断応力 τ_d との関係を図-4(a), (b), (c), (d) に示す。(a), (b), (c), (d) はそれぞれ間隙比が 0.7, 0.8, 0.9, 1.0 付近の供試体で行った試験結果である。なお、各試料の最小・最大間隙比が異なるため、同様な間隙比で 3 種類の試料を用いた試験は行うことができなかった。(a), (b) についてはシリカサンドおよび CFP-100 を用いた結果であり、(c), (d) については CFP-100 および CFP-50 を用いた結果である。

図-4(a)と図-4(b)を比較すると、(a)における最大せん断応力時のせん断変位の比(径の大きな試料の変位：径の小さな試料の変位)が(a)に対し(b)の方が大きくなった。これは、間隙比が大きくなったことで粒子が個々に動く余地が増加し、粒子径の違いがより大きく発現したものと考えられる。間隙比が小さな状態では、粒子個々の動きがピーク発生にいたる過程において少なく、間隙比が大きくなると、粒子それぞれの動きが多くなることが要因と考えられた。つまり、十分に粒子が動くことなくピーク応力値を迎えたと推測した。また、杭の引き抜き試験の結果においてもこの傾向がみられた。

図-4(c)と図-4(d)を比較すると、ピークせん断応力時のせん断変位の比に大きな違いは見られない。これは、(c), (d) とともに粒子の動きが大きく制限されることがなかったためと考えられる。

シリカサンドおよび CFP-100 を用いて間隙比 0.8 付近で行った試験では、ピークせん断応力時せん断変位の比がおおよそ 3 : 1 となっている。この値は平均粒径の比 0.150 : 0.050 に近いものである。CFP-100 および CFP-50 を用いた試験においては、変位の比はおおよそ 2.5 : 1 となっているが、平均粒径の比 0.050 : 0.010 とは開きがある。要因として、粒子径の減少に伴う静電的な力の影響の増加が挙げられる。CFP-50 においては粘土分が 3 割程度含まれているが、そういった粒子が粒子単位で動作するのではなく、数個の粒子が一体となって動くことが考えられた。つまり、より粒径の大きな試料の挙動に近くなったものと推測した。

5. まとめ

- ・粒子個々の動きが制限されると、粒子径の影響が小さくなるという結果が得られた。
- ・ピークせん断応力時のせん断変位量の比率は、粒径の比率と同様な結果が得られない場合があった。
- ・微小な粒子において粒子同士が結合し、より大きな粒子として動作した可能性が挙げられた。

