

乱さないまき土のせん断強度に及ぼす攪乱の影響

関西大学工学部

正員 西田一彦

関西大学工学部

正員 青山千彰

(協) 関西土質研究センター 正員 森本浩行

1. はじめに

乱さないまき土の強度変形特性に関する研究は、採取・成形技術の向上にともない、浸水、土粒子破碎、風化度等との関連性について、数多く報告されてきた。なかでも、本論のタイトルでもある攪乱の影響について、土構造を乱さない状態と締め固めた状態に分け、その強度変形特性について論じたものが非常に多い。しかし、乱さない状態と締め固めた状態の差は、研究対象とするまき土の岩質、風化度に応じて、まったく異なる結果となつて報告されており、解決の難しい問題となっている。このような現状を踏まえ、本論では、飽和状態の乱さない試料と乱した試料には締め固めた試料を代表させて、強度・変形に及ぼす攪乱の影響について検討したので報告する。

2. 試料及び実験方法

試料は大阪府交野市の切土斜面で花崗閃緑岩の風化残積土を用いた。乱さない状態で採取した試料と、ほぼ同一密度で締め固めた(乱した)試料の基本的性質を表-1に示す。土粒子比重 $G_s=2.72$ である。乱さないまき土は、主に間隙比 $e=1.0$ 付近の風化層を、釘打ち込み法で採取した。締め固め(乱した)試料は、200gのランマーにより落下高さ5cm、10層、各層20回の突き固めにより乱さないまき土とほぼ同一の間隙比とした。なお、三軸供試体の寸法は直径80mmで、高さは160mmである。三軸圧縮試験は、乱さない試料と締め固め試料について、等方圧密1時間、せん断速度 0.05%/minで排水せん断を行った。側圧は0.05、0.10、0.20、0.50、1.0kgf/cm²について行った。

表-1 基本的性質

	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	含水比 w (%)	間隙比 e	飽和度 S_r (%)	lg-loss (%)
乱さない試料	1.519 ~1.578	13.387 ~17.537	1.000 ~1.030	35.3 ~46.5	3.894 ~4.871
乱した試料 (締め固め試料)	1.498 ~1.551	10.553 ~15.087	0.992 ~1.018	28.6 ~40.3	3.894 ~4.871

3. せん断強度に及ぼす攪乱の影響について

間隙比 $e=1.0$ 程度の乱さない試料と締め固め(乱した)試料について、せん断試験を実施した。図-1は過圧密相当領域(0.05kgf/cm²)と正規圧密相当領域(0.50kgf/cm²)での応力-ひずみ曲線である。なお、圧密降伏応力は0.2kgf/cm²付近である。過圧密相当領域では、乱さない試料の曲線が乱した試料の曲線を上回っている。ところが、正規圧密相当領域になると、乱した試料の曲線が乱さない試料の曲線を上回り、立ち上がり勾配も、乱した試料が乱さない試料より大きくなっている。そして、乱さない試料が、直線的なひずみ硬化曲線となるのに対し、乱した試料は、やや丸みを帯びた曲線となっている。つぎに、せん断過程における間隙比が、どのように変化するかを図-2に示している。せん断は等方圧密1時間後における■点から出発し、せん断中の体積変化により、矢印で示すように変化し、最終的に破壊点□

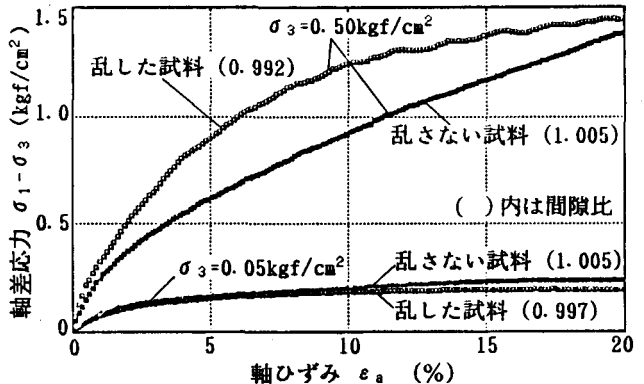


図-1 軸差応力-軸ひずみの関係

Kazuhiko NISHIDA, Chiaki AOYAMA & Hiroyuki MORIMOTO

に達している。乱さない試料は、過圧密相当領域において等方圧密曲線と破壊曲線が少し離れているが、正規圧密相当領域では、ほぼ一致した曲線となっている。乱した試料の場合では、等方圧密曲線と破壊曲線は、ほぼ全域で一致している。このことから、せん断による密度増分が強度増加と等価になっていることがわかる。したがって、間隙比 $e=1.0$ 程度の試料は、ごくわずかなインターロッキングにより脆弱な土構造を形成していると考えられ、圧密降伏応力は小さく、拘束圧がそれをわずかに越えると、応力の増大とともに連続的に圧縮されていくと考えられる。

間隙比が1.0程度にまで風化したまき土は、このような土構造のため攪乱の影響を表示することが難しい。ここで、図-3に示す応力比と体積ひずみの関係をもと、過圧密相当領域では乱した試料より乱さない試料の膨張量が多い。そして、拘束圧が大きくなるにしたがって膨張量が減少し、圧縮量が增大している。全体の傾向として膨張側では乱さない試料の曲線が長く、収縮側では乱した試料の曲線が長くなる。このように、応力比と体積ひずみの関係は攪乱の影響を比較的良好に現している。そこで、分かりやすく表示するために各曲線の状態量をインデックスとして表現したのが図-4である。これは、応力比-体積ひずみ曲線の曲線長さと方向に着目し、圧縮側の線長(-)と膨張側の線長(+))を求めたものである。圧縮側の線長は、拘束圧が増加するにつれ長くなっており、圧縮量が比例的に増加する様子が現れている。攪乱の影響は、大きく現れていないが、正規圧密相当領域になるとほぼ一定の差を保つようである。膨張側の線長は、過圧密相当領域で大きな値をもつものの、降伏応力に近づくにつれ、0に減衰していく様子が現れている。攪乱による影響は過圧密相当領域でよく現れており、乱さない試料の方が乱した試料よりも大きな値となっている。

以上、間隙比が1.0程度にまで風化の進んだ、乱さないまき土のせん断強度に及ぼす攪乱の影響を検討してきた。その結果、過圧密相当領域においては、攪乱による強度低下がみられるが、正規圧密相当領域になると、圧密中に土構造の破壊が生じてしまうので、攪乱の影響が不明確になることがわかった。

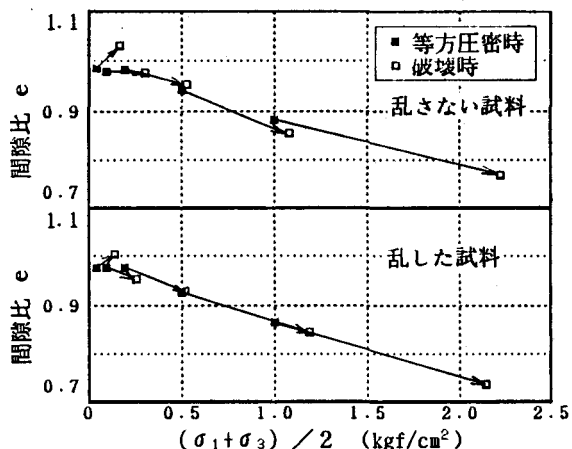


図-2 せん断時の変形特性

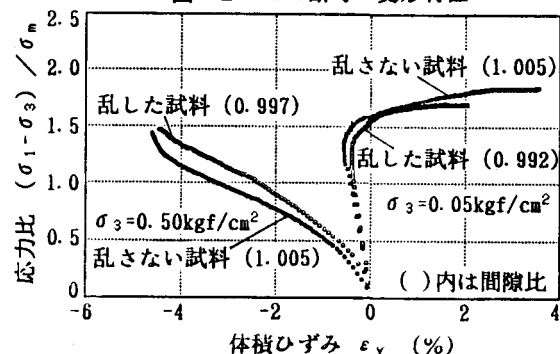


図-3 応力比-体積ひずみの関係

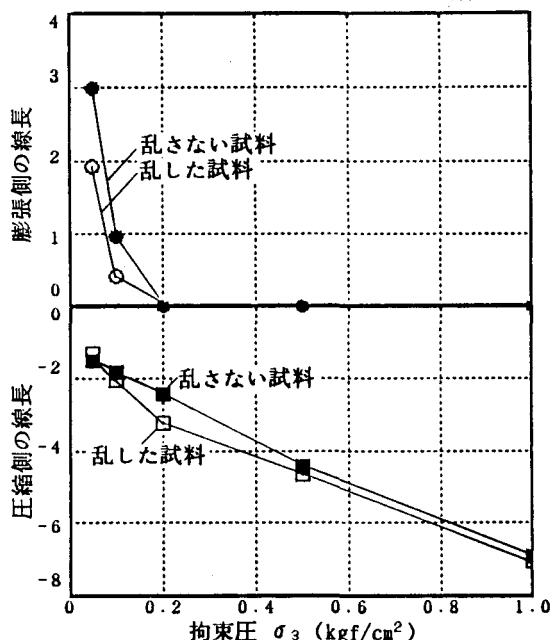


図-4 せん断時の圧縮・膨張状態 ($\epsilon_r:15\%$)