

京都大学工学部 学生会員 ○鈴木 宏尚
 京都大学大学院 フェロー会員 岡 二三生
 京都大学大学院 正会員 小高 猛司
 京都大学大学院 正会員 木元小百合

1. はじめに

雲母混じりの砂は、雲母の平板状の粒子形状によって強度異方性が顕著に表れるため、堤防盛土で斜面破壊が多数発生したことが報告されている¹⁾²⁾。本報では、シルトに雲母を僅かに混入することにより、雲母混じりシルトがどのように挙動するのかについて、等方・異方圧密非排水せん断試験を行うことにより調べた。

2. 実験に用いた試料

本研究では、シルト分が 90%をしめる市販の人工試料である DL クレーに雲母を混合した。本研究で用いた雲母は、山口雲母工業所製の白雲母(工業用雲母粉 AB-25S)である。この雲母粉は、湿式粉碎法により粉碎後、分級によるふるいわけが行われており、粒度は人工的に調整されている。DL クレーの原料はカオリンと珪石であり、粒径は比較的均一である。図 1 に雲母、DL クレー、深草粘土の粒径加積曲線を、写真 1 にそれぞれの試料および雲母混合 DL クレーを SEM(KEYENCE・VE7800)を用いて撮影した写真を示す。

DL クレーに雲母を混合した場合に、雲母の含有率により試料全体の間隙比がどのように異なるのかを調べた。まず、DL クレーに雲母を所定の含有率となるように混合し、内径 50mm、高さ 100mm のモールドで空中落下法により緩詰め供試体を作製した。また、比較のため、雲母に代えて粉末の深草粘土を DL クレーに混合した緩詰め供試体も作製した。図 2 は雲母および深草粘土の含有率に伴う試料全体の間隙比の変化を示したものである。DL クレーに平板状の雲母を混合した緩詰め供試体では、間隙比は雲母混合率に比例して増加しており、雲母含有率 20%においては、DL クレーのみの場合の倍以上となっていることがわかる。一方、DL クレーに団塊状の深草粘土を混合した緩詰め試料では、間隙比は深草粘土含有率が増加するのに伴い微増傾向にあるものの、雲母を混合した場合ほどの大きな増加はみられない。

3. 試験方法

本研究においては、初期間隙比の揃った均一な供試体を用いるため、以下に示す手順で供試体を作製した。まず、三軸試験装置のペDESTALに内径 50mm のアクリル製のパイプを被せ、その中にポラスストーン、乾燥したろ紙、所定量の雲母含有率 0%, 1%, 2.5% の雲母混合試料を入れる。そして、高さが 100mm になるまでキャップにより静的に圧縮し、軸を固定する。次に、この間隙比の供試体をパイプから取り出すため、パイプ内で圧縮されたままの試料に、下部のペDESTALより脱気水を通水し飽和状態に近づけた後、上下から -50kPa の負圧をかけることにより試料の含水比を下げて不飽和状態にした。この状態でパイプから取り出し、メンブレンをかぶせてセル室に設置した。その供試体を二重負圧法により飽和化し、B 値は 0.95 以上となった。本試験では、等方・異方圧密後に非排水せん断試験を行った。等方圧密では有効拘束圧 100kPa で、異方圧密では有効拘束圧 60kPa、応力比 $q/p'=0.75$ で圧密を行った後、

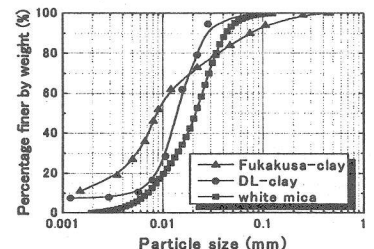
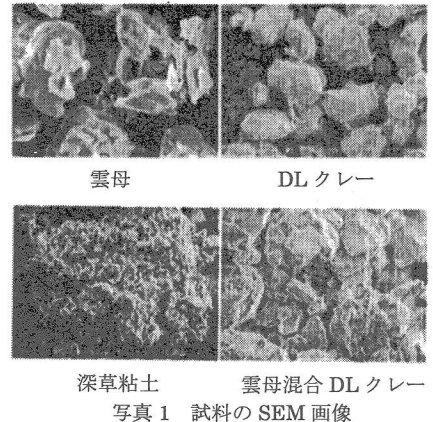


図 1 粒径加積曲線

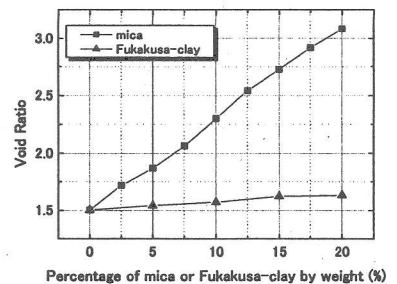


図 2 含有率に伴う間隙比の変化

軸ひずみ速度 0.1%/min で軸ひずみ 20% まで非排水せん断試験を行った。

4. 試験結果

図 3 および図 4 に雲母混合 DL クレーの等方・異方圧密非排水せん断試験結果を示す。等方圧密非排水せん断試験結果では、図 3(b)の軸差応力～軸ひずみ関係より、圧縮試験時、定常状態における軸差応力は、雲母を混合することにより大きくなり、変相後の塑性的な体積膨張傾向が強くなっていることがわかる。一方、伸張試験時の定常状態における軸差応力は、雲母を混合することにより減少しているが、雲母含有率 2.5%で最小に至った後、増加に転じている。また、図 3(a)の有効応力経路を見ると、圧縮試験時、雲母を混合することにより、変相時の軸差応力は増加し、平均有効応力の減少量は小さくなり、塑性的な体積圧縮傾向が抑制されていることがわかる。一方、伸張試験時、変相時の軸差応力は、雲母を混合することにより減少しているが、雲母含有率 2.5%で最小に至った後、増加に転じている。平均有効応力の減少量も同様に、雲母含有率 2.5%で最大に至った後、減少していることがわかる。すなわち、雲母含有率 2.5%までは、塑性的な体積圧縮傾向が強くなっているが、雲母含有率の増加に伴い、塑性的な体積圧縮傾向は弱まることがわかる。

異方圧密非排水せん断試験結果において、図 4(b)の軸差応力～軸ひずみ関係を見ると、圧縮時、雲母含有率 1%の場合のみ定常状態における軸差応力が減少している。伸張試験時は、等方圧密非排水単調載荷試験結果と同様の結果となっており、定常状態における平均有効応力の減少量も雲母含有率 1%で最小となっているが、これは等方状態よりも異方性が強く出たためだと考えられる。

5. まとめ

本研究においては、雲母混じりシルトに対して、異方圧密非排水せん断試験のみでなく¹⁾²⁾、等方圧密非排水せん断試験も行った。三軸圧縮・伸張試験において、雲母を混合すると、圧縮試験時には塑性的な体積圧縮が抑制され、変相後の体積膨張および定常状態における軸差応力は大きくなっている。また、伸張試験時には少量の雲母を混合すると、塑性的な体積圧縮傾向が強くなるため、平均有効応力および定常状態における軸差応力は減少している。雲母含有率の増加に伴い定常状態における軸差応力および変相時の平均有効応力はさらに減少するが、さらに雲母含有率が増加するとこれらは増加傾向に転じている。本実験で観察された雲母混じりシルトに見られる強い構造異方性は、平板状の雲母プレートが水平に堆積している場合が多いことに由来すると考えられるが、SEM 等を用いてより詳細に検討する必要がある。

参考文献

- 1) Hight, D.W., Georgiannou, V.N., Martin, P.L. and Mundegar, A.K. : Flow slides in micaceous sands, *Problematic Soils, Proceedings of IS-Tohoku '98*, Yanagisawa, Moroto and Mitachi ed., pp.945-958, 1999.
- 2) Georgiannou, V.N. : Micaceous sands : stress-strain behaviour and influence of initial fabric, *Advanced Laboratory Stress-Strain Testing of Geomaterials*, Tatsuoka, Shibuya and Kuwano ed., pp.227-233, 2001.

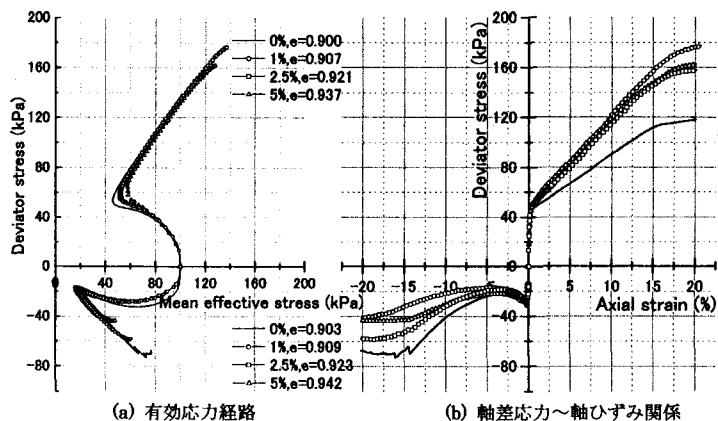


図 3 等方圧密非排水せん断試験結果

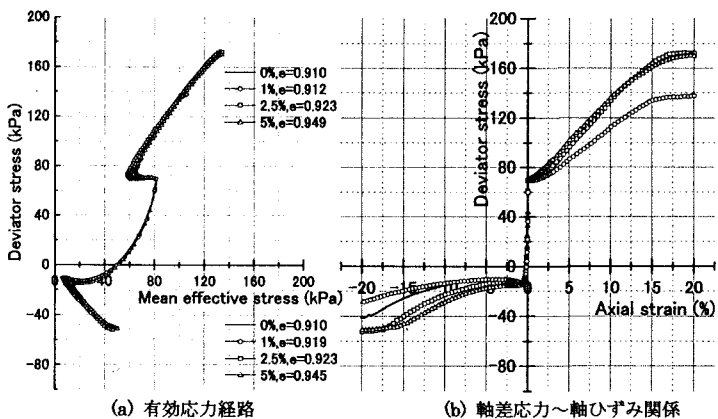


図 4 異方圧密非排水せん断試験結果