

マイカ混じり高圧縮性砂の相対密度評価と定常状態

首都大学東京 正会員 ○吉嶺 充俊

千代田区 永野 雄志

首都大学東京 学生員 増田 知己

豊橋科学技術大学 正会員 細野 康代

1. 目的

粒度のよい砂や破碎性の大きな粒子を含む砂は圧縮性が大きく、ダイレタンスー特性も圧縮的である。このような材料の液状化特性を議論する際に、その密度をどのように評価するかが問題になる。たとえば近年、細粒分含有率が液状化強度に及ぼす影響に関する研究が多くなされているが、異なる細粒分含有率を有する材料の密度評価が曖昧なために不毛な議論になっていることが多い。相対密度を用いる場合、最大・最小密度試験が拘束圧ゼロの条件で実施されるため、地盤内や圧密後の高圧縮性供試体では実質上は非常に緩い状態であっても相対密度が非常に大きく評価される不都合がある。八木・八田部(1981)は、拘束圧に応じた相対密度の評価方法を提案している。本研究では、同様の拘束圧依存性相対密度を用いて、高圧縮性マイカ混じり砂の非排水定常状態について考察する。

2. 実験材料

豊浦砂とマイカ（雲母粉）の混合試料を用いた。マイカは(株)山口雲母工業所の乾式粉碎雲母粉(製品番号CS-060DC)である。マイカは非常に扁平な粒子なので緩いブリッジ堆積構造を作りやすく、また破碎性も大きいので圧縮性が大きい。図1の粒径分布曲線からわかるように、このマイカは豊浦砂とほぼ同じ粒度を持っているため、異なる割合で混合しても試料の粒度はほとんど変わらない。

3. 最大・最小密度供試体の段階載荷による圧密試験

マイカ含有率 $Mc=0, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100\%$ の試料を JIS A 1224 と同等の方法で最大・最小密度状態に堆積させた乾燥供試体に対して JIS A 1217 に規定された段階載荷による圧密試験を実施した。図2は24時間後の各載荷段階での最大・最小間隙比(e_{max}, e_{min})をプロットしたものである。 $Mc=0$ では間隙比は圧密応力 p によってあまり変化しないので通常のように $p=0$ における最大・最小間隙比を用いて相対密度を評価しても問題は少ないが、マイカ含有率 Mc が大きくなるほど最大・最小間隙比が p により大きく変化することがわかる。

4. 非排水三軸圧縮試験による定常状態

マイカ含有率 $Mc=0, 1, 2, 5, 10, 20\%$ の試料について水で飽和した供試体を用いて非排水三軸圧縮試験を行い、定常状態を観察した。初期等方圧密有効圧はすべて 100kPa である。図3は、通常の $p=0$ での最大・最小間隙比を用いて算出した相対密度を密度指標とした定常状態線である。これによれば、マイカ含有率が $Mc=10\sim 20\%$ の砂では相対密度が $Dr=80\%$ 程度の密度でもほとんど強度がゼロの状態流動することになり、感覚的に不自然である。そこで、圧密試験結果から鉛直上載圧 $p=100\text{kPa}$ での最大・最小間隙比を読みとり(表1)、これに基づいて算出した相対密度を密度指標とした定常状態線が図4である。これによれば、ほとんど強度がゼロの状態流動するためには、いずれのマイカ含有率でも相対密度は 10% 程度より小さい必要があることになる。ただし、マイカ含有率が大きくなるほど定常状態線の傾きが大きく、より大きな相対密度でも流動大変形時のせん断抵抗は大きくなる。これは、図2に示したように、拘束圧下ではマイカ含有率が大きくなるほど最大・最小間隙比の差が小さくなることに対応するものである。すなわち、砂の圧縮性が大きくなるほど圧密特性が粘土のそれに近くなり、細粒分を含まない砂であっても相対密度という概念の適用性が悪くなってくることを示唆していると言える。

キーワード 相対密度, 定常状態, 圧縮, 圧密, 砂, マイカ, 雲母

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 大学院 都市基盤環境学域 TEL 042-677-2773

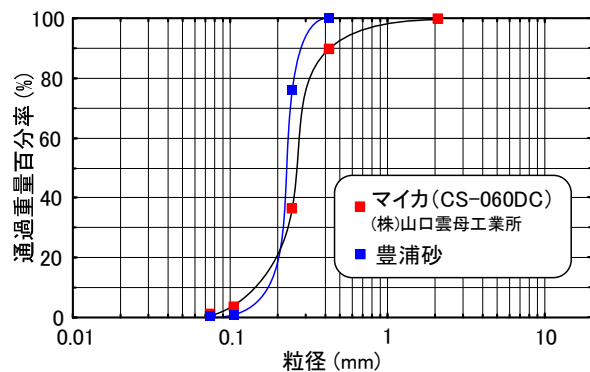


図1 試料の粒径加積曲線

Mc (%)	p = 0 kPa		p = 100 kPa	
	$e_{\max}$	$e_{\min}$	$e_{\max}$	$e_{\min}$
0	0.985	0.617	0.951	0.599
1	1.042	0.657	0.938	0.625
2	1.139	0.689	0.986	0.625
5	1.383	0.804	1.038	0.786
10	1.773	0.967	1.148	0.916
20	2.604	1.374	1.492	1.232

表1 マイカ混じり砂の最大・最小密度

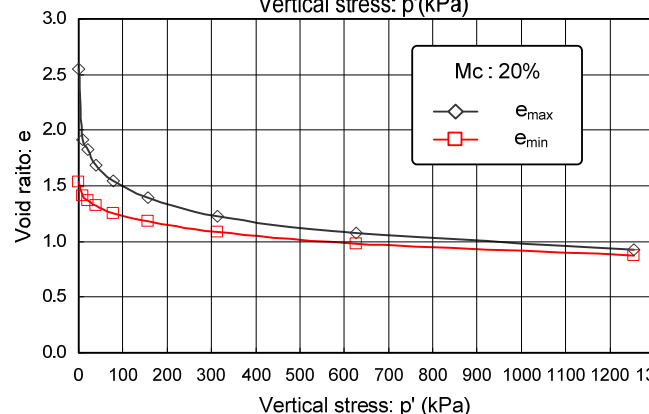
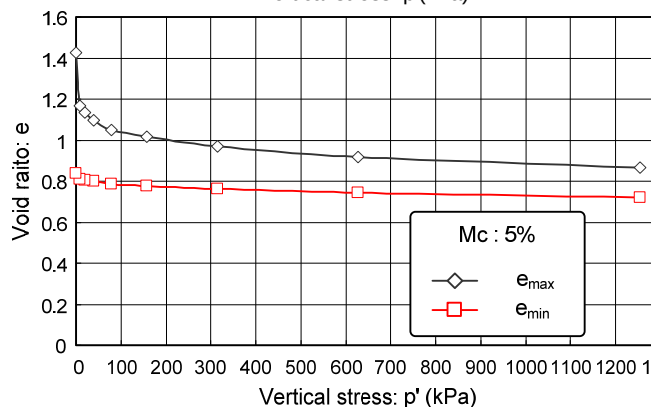
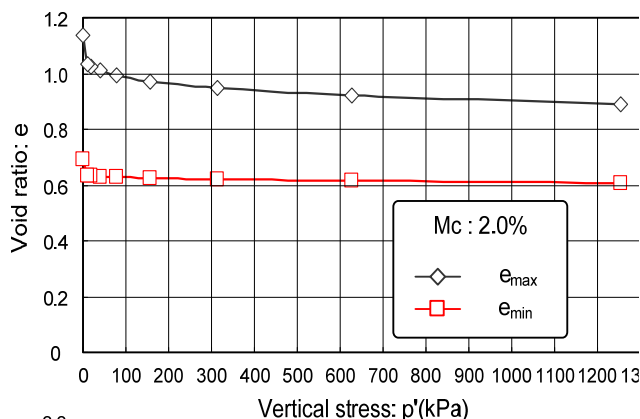
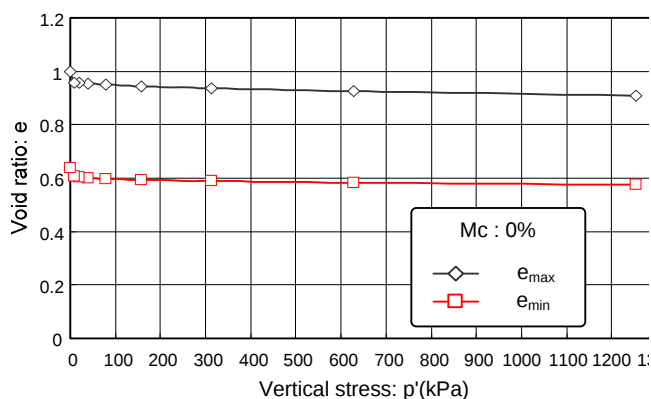
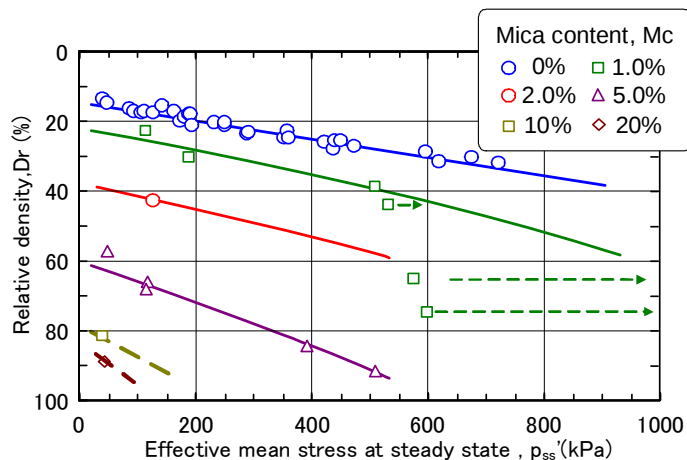
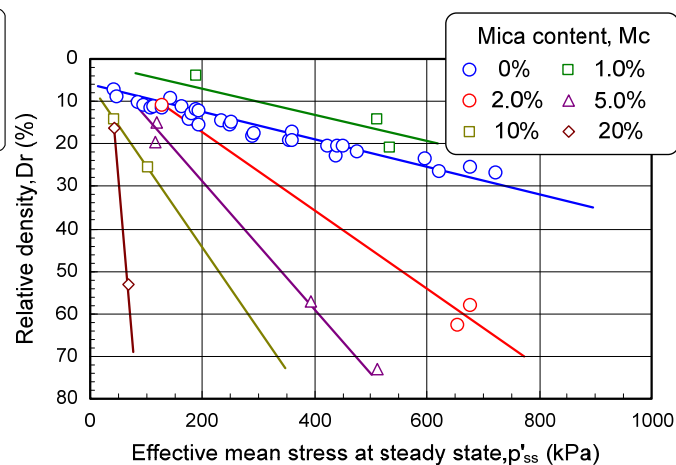


図2 マイカ混合砂の圧密試験

図3 マイカ混合砂の定常状態
(拘束圧を考慮しない従来の相対密度を用いた場合)図4 マイカ混合砂の定常状態
(拘束圧を考慮した相対密度を用いた場合)

参考文献： 八木則男・八田部竜一「圧縮応力下で定義した相対密度による砂の力学特性の評価」砂の相対密度と工学的性質に関するシンポジウム発表論文集，1981. pp87-90