

締固めたまさ土の力学特性

山口大学大学院 学生会員 ○HAM, Tae Gew
 山口大学工学部 正会員 中田幸男 兵動正幸
 山口大学工学部 正会員 村田秀一 吉本憲正
 山口大学大学院 学生会員 石田修司 芝尾朋子

1. まえがき 近年，土構造物に対しレベル2地震動に対する耐震設計が検討されつつある．それにともない，既設盛土の性能を評価するため，締固められ土構造物の一部となった地盤材料に対する力学パラメーターの把握が急務な課題になっている．しかし，現在にいたるまで盛土の管理において密度・含水比・飽和度といった物理的指標に基づく締固め度を用いる管理が大半を占めており，地盤材料をどこまで締固めれば，どれだけの強度が発揮されるかという質問についてはいまだに返答に窮してしまう．そこで本研究では先行圧密応力の提案¹⁾を導入し，締固めたまさ土を用い排水排気三軸圧縮試験を行い，室内試験の結果により締固めたまさ土の力学特性と先行圧密応力とはどのような相関性があるかについて考察を行った．

2. まさ土の一次的性質 本研究では，島根県松江市で採集したまさ土の2mmふるい通過分を試料として用いた．その物理的特性を調べるために，土粒子の密度試験（JIS A 1202），土粒子の粒度試験（JIS A 1204），土の液性限界・塑性限界試験（JIS A 1205），最大最小密度試験（JIS A 1224），強熱減量試験（JIS A 1226）を実施した．表1にその結果を示している．また，図1に試料の初期粒径

表1 用いた試料の物性値

試料	粒径(mm)	G _s	e _{max}	e _{min}	D ₅₀	強熱減量	U _c	I _p
masadoA	~2.0	2.690	1.18	0.64	0.600	1.76	15.59	N.P.

3. 試験および試験

方法 今回実施した試験は締固め試験，一次元圧縮試験，排水排気三軸圧縮試験である．締固め試験は，JIS A 1210 B-bに示される方法に準じて行った．その結果を図2に示す．図より今回用いたまさ土の最適含水比(W_{opt})は10%であり，最大乾燥密度(ρ_{dmax})は1.89g/cm³であることがわかる．一次元圧縮試験は直径50mmのリング内に，高さ10mmで所定の相対密度を目標に供試体をタンピング法で作製し，載荷速度0.1mm/minで鉛直荷重を増加させることによって行った．試験中の荷重と変位はコンピューターにより自動計測される．一次元圧縮試験に用いる供試体は締固め試験の結果より最適含水比において相対密度D_r=50,90,130%になるように作製した．三軸圧縮試験は不飽和状態において所定の拘束圧まで圧密した後，側圧一定で，ひずみ速度0.1%/minの条件で行った．拘束圧は30, 60, 120kPaの3種類において行った．供試体は締固め試験の結果より最適含水比(10%)において締固め度D_c=80, 90, 95, 100, 105%になるように作製した．そのうちD_c=80, 90, 95, 100%はプレス機を用い静的な締固め荷重により供試体を作製し，D_c=105%はプレス機の制限荷重を超えるためタンピング法により作製した．

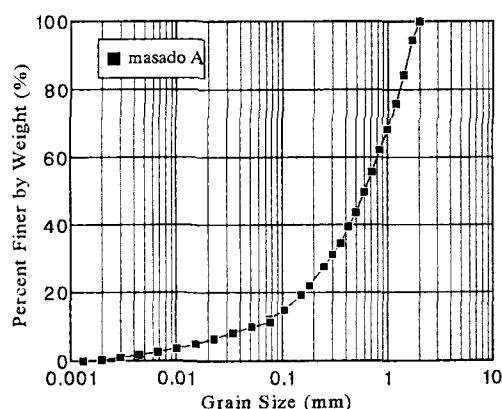


図1 初期粒径加積曲線

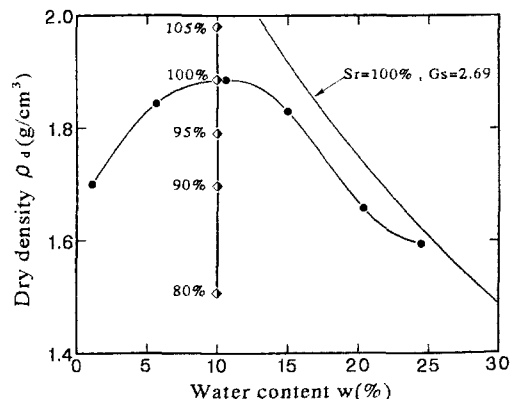


図2 締固め曲線

$D_c=80\%$ は一層あたり 35kg, $D_c=90\%$ は 200kg, $D_c=95\%$ は 300kg, $D_c=100\%$ は 800kg の荷重を 5 層に分け加え, 供試体の高さが 100mm になるように作製した。

4. 試験結果および考察 図 3 は拘束圧 30kPa において行った排水排気三軸圧縮試験の結果を軸ひずみと軸差応力の関係で表したものである。図より締固め度 $D_c=80\%$ においては明確なピーク軸差応力が現れないのに対し, $D_c=90\%$ からは明確なピーク軸差応力が現れる。また締固め度 D_c の増加に伴い最大軸差応力が増加することがわかる。このことより締固めることにより供試体は過圧密状態になることが考えられる。図 4 に最適含水比において相対密度 $D_r=50, 90, 130\%$ の供試体に対して行った一次元圧縮試験の結果を示す。図より相対密度が大きい試料ほど初期間隙比が小さく, 高い鉛直応力域において降伏していることがわかる。また各試料において降伏点を超えると一次元圧縮曲線が同じ傾きを示していることがわかる。このことより図 5 のように最も過圧密状態である $D_r=130\%$ の一次元圧縮曲線より C_c, C_s -line を求め, その交点を p_o' と定義した。本研究では, 締固めた供試体の状態を表す指標として先行圧密応力 p_o' について考察した。 p_o' は次式により定義される。

$$p_o' = \exp \left[\frac{ec_c - ec_s}{c_c - c_s} \right] \quad (1)$$

ec_c, ec_s はそれぞれ C_s, C_c -line における鉛直応力 0.1MPa のときの間隙比を示し, C_s, C_c は C_s, C_c -line の勾配を表す。図 5 のように今回排水せん断試験に用いた $D_c=80, 90, 95, 100, 105\%$ の供試体における p_o' を求めた。求められた p_o' と排水せん断試験の結果から求められる破壊時における粘着力と内部摩擦角の関係を図 6 に示す。図より p_o' の増加とともに破壊時の粘着力と内部摩擦角が増加するよい相関性が認められた。このことより先行圧密応力は締固めた供試体の状態を表す良い指標であることがいえる。

5. まとめ 本研究では締固めたまさ土を用いて締固めたまさ土の力学特性について考察を行った。その結果, 締固めることにより供試体は過圧密状態になり, 先行圧密 p_o' の増加とともに破壊時の粘着力と内部摩擦角が増加するよい相関性が認められた。

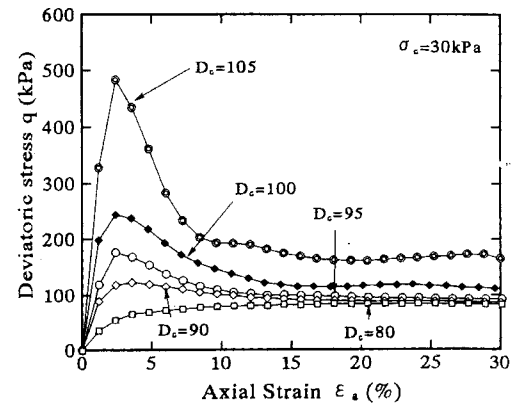


図 3 応力ひずみ関係

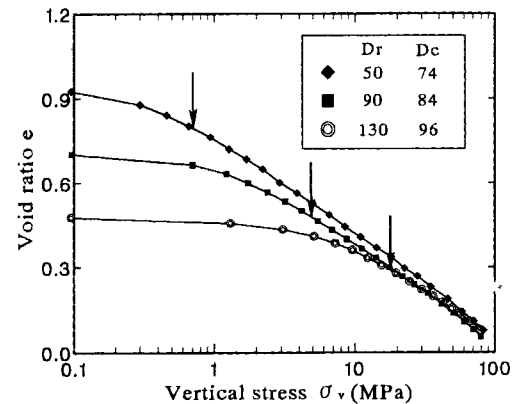


図 4 間隙比と鉛直応力の関係

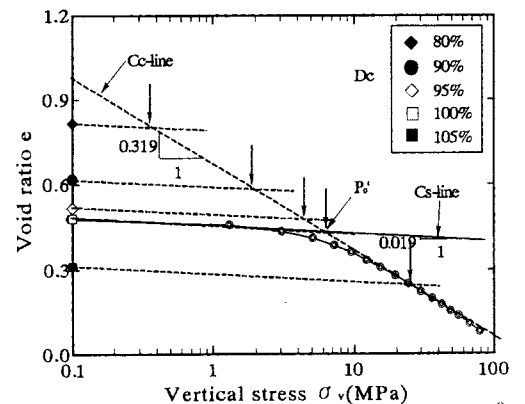


図 5 C_s, C_c -line, p_o' の定義

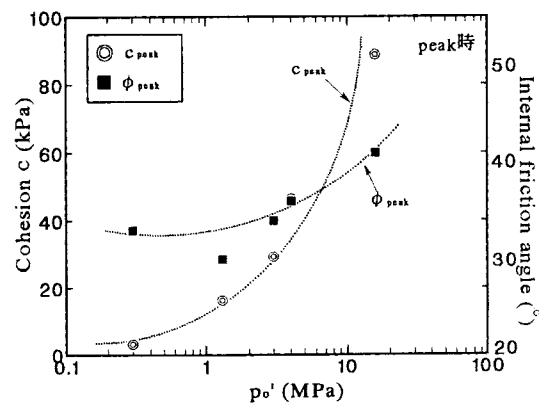


図 6 p_o' と c_{peak}, ϕ_{peak} の関係

《参考文献》 1) 太田秀樹・伊藤雅夫(1991)締固めた粘性土の先行圧密応力と強度の推定, 土木学会論文集, No.436/Ⅲ-16, pp.27~36.