

有明粘土のせん断過程における間隙径分布の変化

佐賀大学 学○ 山内 裕子 同 学 山寺 彰
同 正 三浦 哲彦

1. まえがき 著者らは有明粘土の力学特性を微視的な観点から明らかにすることを目的として、間隙径分布の測定に基づいた土の構造特性に関する研究を行っている。従来の研究より、一次元圧縮過程において、有明粘土は大きな間隙の変化に影響されること、同一間隙比において練返し再圧密試料とほぼ同じ間隙径分布を示すことなどが明らかにされた¹⁾。本報では、乱さない試料及び練返し再圧密試料について、排水せん断過程の間隙径分布を測定し、構造の変化について考察する。

2. 実験方法 実験には、佐賀郡芦刈町から採取した有明粘土($\rho_s=2.67\text{g/cm}^3$, $w_n=136\sim153\%$, $w_L=115\%$, $I_p=70\%$)を用いた。練返し再圧密試料は十分練り返した粘土をモールドに詰め、一次圧密が終了するまで鉛直方向に9.8kPaで載荷して作製した。図-1に $e\text{-log}p'$ 曲線を示す。各試料は圧密圧力が20, 78及び294kPaの下で等方圧密し、図-2の応力-ひずみ曲線に示す所定の軸ひずみまで0.005%/min以下のひずみ速度で排水せん断を行った。その後、供試体の中央部から直方体(約1cm四方)を切り出し、凍結乾燥させた試料を水銀圧入型ポロシメーター装置を用いて間隙径分布を測定した(圧力: 0 ~ 225.6MPa, 間隙直径: 400 ~ 0.0064 μm)。間隙径(d)は次式を用いて算出した。 $pd=-4\gamma\cos\theta$ (p は圧入圧力, γ は水銀の表面張力480dyn/cm, θ は水銀と試料の接触角140deg)。

3. 間隙径分布の変化 図-3に乱さない試料の排水せん断過程における間隙径分布を示す。間隙容積は表-1²⁾に基づき分類した。図-3より、圧密圧力が20及び78kPaのせん断前の乱さない試料は(a, d点)、メゾポア以上の間隙で支配されていることがわかる。その後せん断が進行すると(b-c点及びe-f点)、試料の全間隙容積はメゾポア以上の間隙の減少によって小さくなる。圧密圧力が294kPaになると(g点)、試料のメゾポア以上の間隙は小さくなり、せん断の進行に伴いメゾポア以上の間隙の減少とともにマイクロポアAが増加する。そして軸ひずみが10%に至ると(i点)、試料はマイクロポア以下の間隙で支配された構造になる。また全てのせん断過程において、マイクロポアB以下の間隙はほとんど変化しないことがわかった。

図-4は練返し再圧密試料の間隙径分布を示している。圧密後の練返し再圧密試料(a', d', g'点)の間隙は、各圧密圧力下において乱さない試料よりメゾポア以上の間隙は小さいが、せん断過程における間隙径分布の変化は乱さない試料と同様

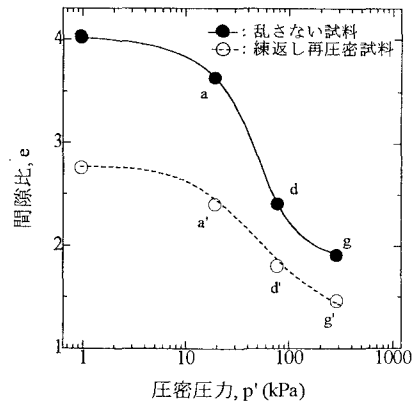
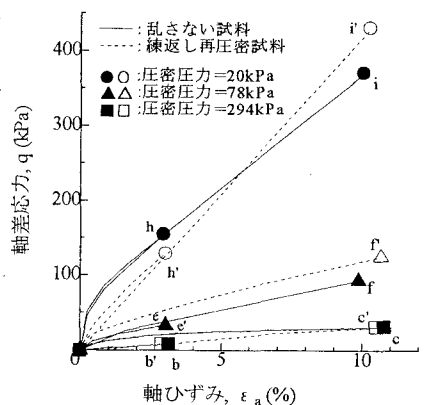
図-1. 有明粘土の $e\text{-log}p'$ 関係

図-2. 有明粘土の応力-ひずみ曲線

表-1. 間隙径の分類 (一部加筆)

表示色	名称	直径範囲
■	マクロポア	>10 μm
▨	メゾポア	1~10 μm
▩	マイクロポアA	0.1~1 μm
□	マイクロポアB	0.01~0.1 μm
▤	サブマイクロポア	<0.01 μm

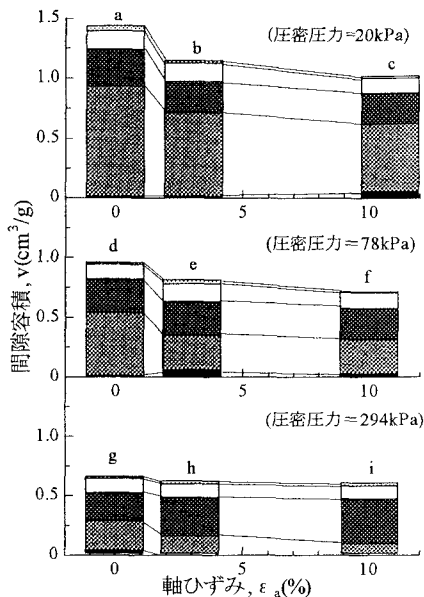


図-3. 乱さない試料の間隙容積の変化

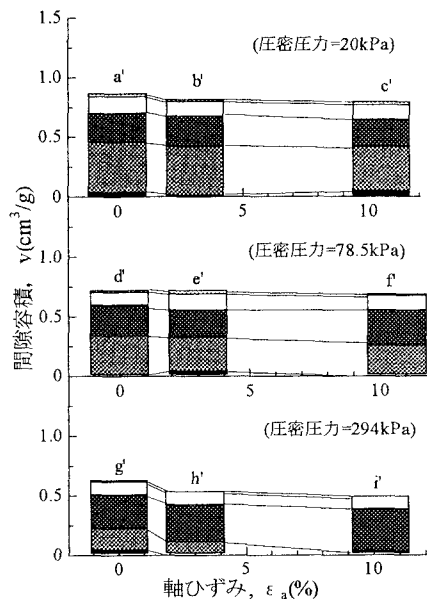


図-4. 練り返し再圧密試料の間隙容積の変化

に、主にメゾポアの大きな間隙の減少によって生じ、ミクロポアB以下の間隙は変化しない。またミクロポアAは圧密圧力が78kPa以上のせん断過程において増加している。

4. 土構造の考察 図-1に示したように、乱さない試料は練り返し再圧密試料より広い圧密圧力下において高い間隙比を有している。これは乱さない試料の構造には土粒子の集合体間にセメンテーション物質が寄与していることにより説明される³⁾。このことから同一圧密圧力下のせん断過程における乱さない試料と練り返し再圧密試料の間隙容積の差をセメンテーションによって形成された間隙容積(v_c)とみなすことができる。図-5は v_c と軸ひずみの関係を示している。 v_c の多く

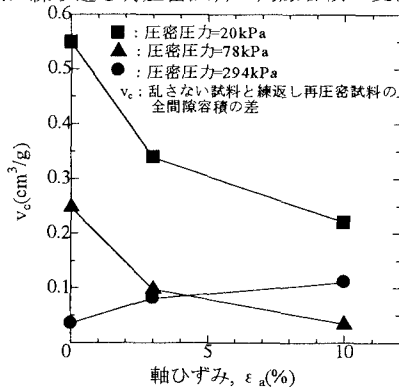


図-5. v_c と軸ひずみの関係

は、図-3, 4よりメゾポア以上の間隙で構成されることが明らかである。図-5より v_c はせん断の進行に伴って減少し、高い圧密圧力下になるとほぼ一定の値を示すことがわかる。以上のことから、せん断過程における乱さない試料の構造の変化として、低い圧密圧力下においては、セメンテーション物質の破壊に起因して土粒子の集合体間の距離が小さくなり、その配列が大きく変化していることが推定される。また圧密圧力が高くなると、集合体の配列の変化に及ぼすセメンテーションの影響は小さいことが推定された。

5. 結論 (1)排水せん断過程において、間隙容積の減少は主にメゾポア以上の大きな間隙によって生じ、圧密圧力が高くなるとミクロポアAが増加することが明らかになった。(2)乱さない試料の構造は、低い圧密圧力下において、セメンテーション物質の破壊に起因して土粒子の集合体の配列が大きく変化するが、圧密圧力が高くなると、集合体の配列変化に及ぼすセメンテーションの影響は小さくなることが推定された。

謝辞 間隙径分布の測定にあたり、九州工業技術研究所の井上耕三先生に装置利用の便宜および実験のご指導いただきました。記して感謝の意を表します。

(参考文献) 1)川崎他：有明粘土の圧縮過程における間隙径分布の変化，土木学会西部支部研究講演発表概要集，pp.442-443，1997。2)松尾他：粘土の構造に関する用語について，土と基礎，No.1，pp.59-64，1976。3)Nagaraj et al.: Analysis and Prediction of Soil Behaviour, Wiley Eastern Limited, pp.181-207, 1994。