

高含水比粘性土の微視的土構造観察用の供試体作製方法について

佐賀大学 ○正 根上武仁 正 鬼塚克忠

中津工業高校 正 立石義孝

1. はじめに

地盤を構成する土の力学特性は、その土構造に大きく影響されると考えられる。著者らは既に、有明粘土や珪藻土の微視的土構造と力学特性との関連性について報告している^{1), 2)}。微視的土構造を調べる手法としては、走査型電子顕微鏡などによる直接的な土構造の定性的な観察と、間隙径分布測定などによる半定量的なものがある。しかしながら、これらの手法を用いる際の供試体作製方法は研究者ごとに異なっており、また詳細に述べられたものは少ない。本研究では高含水比である有明粘土を対象として、微視的土構造観察および間隙分布測定用供試体の作製方法について述べる。

2. 有明粘土試料と凍結乾燥法

表-1 有明粘土の物理的性質

2.1 有明粘土試料：本研究で用いた有明粘土の物理化学的性質を表-1に示す。

自然含水比は液性限界より高く、ややシルト分が多い粘土である。走査型電子顕微鏡（以降はSEM）を用いて微視的

土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.57	粒 度 組 成	
自然含水比 w (%)	133	砂 (%)	1.5
液性限界 w_L (%)	126	シルト (%)	33.0
塑性限界 w_p (%)	81	粘 土 (%)	65.5

土構造を観察する場合と水銀圧入型ポロシメーターによる間隙分布測定を行う際には、供試体が真空にさらされるので、これらの供試体はあらかじめ乾燥させておく必要がある。しかしながら、含水比が高い粘性土は乾燥による収縮が生じるため注意が必要である。そこで本研究では凍結乾燥法を採用した。

2.2 凍結乾燥法：表-2は凍結乾燥に用いた供試体寸法、真空ポンプ性能、乾燥時間を示したものである。供試体を凍結乾燥させる場合、試料中の水分の凍結による膨張量を考慮する必要がある。通常、水が凍る際には約10%の体積膨張が生じる。このため、供試体寸法はなるべく小さく膨張量が少ない方が好ましい。ワイヤーソーやカッターナイフなどで供試体を成形する際に生じる乱れの影響も考慮し、

表-2 凍結乾燥法

供試体寸法	約 5mm×5mm×7mm
真空ポンプ性能	
排気速度	50 l/min
真空到達度	1×10^{-3} Torr
乾燥時間	セル室の温度が室温となったら終了

本研究では約5mm×5mm×7mmの大きさにカットしたものを用意した。この供試体を液体窒素中に浸して瞬結させた後に堆積方向に直角になるようにテンションクラックを与え³⁾、その後凍結乾燥した。凍結乾燥器のセル室が室温状態となったところを乾燥終了の目安とした。

3. 微視的土構造観察と間隙分布測定

3.1 SEMによる微視的土構造の観察：図-1に有明粘土の炉乾燥および凍結乾燥試料の電子顕微鏡写真を示す。図-1(a)より、炉乾燥した場合は収縮が生じ、土粒子やその集合体が強く凝集した様相を示している。図-1(b)より、凍結乾燥した場合は、土粒子やその集合体が強く凝集したような部分が少ないことが分かる。また、有明粘土中には珪藻遺骸が多く含まれることが知られているが、これに加えパイライトが存在している。このパイライトは生物（バクテリア）に由来するものであり、珪藻遺骸の付近によく見られる⁴⁾。

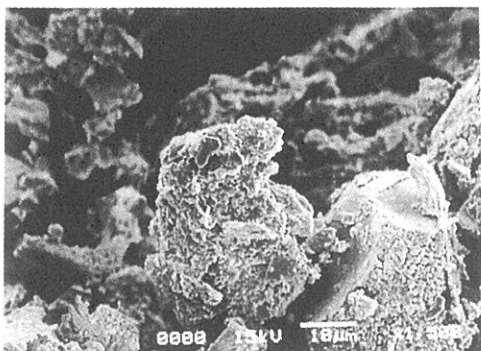


図-1(a) 炉乾燥した試料 (—— 10 μ m)

凍結乾燥を行う際の真空ポンプの性能が低い(真空到達度が低い, または排気容量が小さい)場合, 凍結乾燥がうまくいかない場合がある. 図-1(c)は凍結乾燥したものであるが, 凍結乾燥時に室温状態で到達真空度が低い場合の状態を示したものである. 炉乾燥試料ほどではないが, 微細な粒子が互いに凝集してあたかも団粒化したような様相を呈しており, 微視的土構造の観察には不適當であることがわかる. なお, このような凍結乾燥の失敗については, 供試体表面に肉眼で確認できる微小なクラックが無数に生じることから判断できる.

3.2 水銀圧入法による間隙分布測定: 図-2 は水銀圧入法による間隙分布測定結果を示したものである. 乾燥法の違いで, 水銀注入量にかなりの差があることが分かる. また, 炉乾燥した場合は1~10 μ mの大きさに相当する間隙径の部分が収縮による影響を顕著に受けている.

4. むすび

高含水比粘性土である有明粘土の微視的土構造の観察用供試体作製方法について述べた. 以降は, 乾燥に伴う収縮が少ない不飽和土の微視的土構造観察用供試体の作製法についても, 検討していきたい.

謝辞: 本研究を行うに際し, 佐賀大学低平地研究センターの荒木宏之教授に走査型電子顕微鏡の使用について便宜をはかっていただいた. 記して感謝します.

参考文献

- 1) 鬼塚克忠・根上武仁: 有明粘土の乱さない試料および再圧密試料の微視的土構造, 土と基礎, Vol.46, No.4, pp.17-20, 1998.
- 2) 立石義孝・鬼塚克忠・廣澤茂・根上武仁: 珪藻土の微視的構造と力学特性, 土木学会論文集, No.610/Ⅲ-45, pp.19-29, 1998.
- 3) 多目的電子顕微鏡編集委員会編: 多目的電子顕微鏡一見る、測る、確かめる一、共立出版株式会社, p.474, 1991.
- 4) 下山正一: 有明海北岸低平地の成因と海岸線の変遷, 文明のクロスロード Museum Kyushu, 博物館等建設推進九州会議, Vol.14, No.2, 1996.

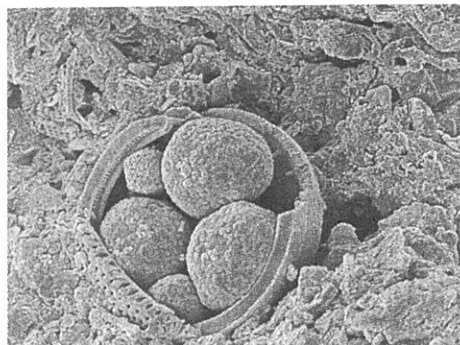


図-1(b) 凍結乾燥した試料 (—— 5 μ m)

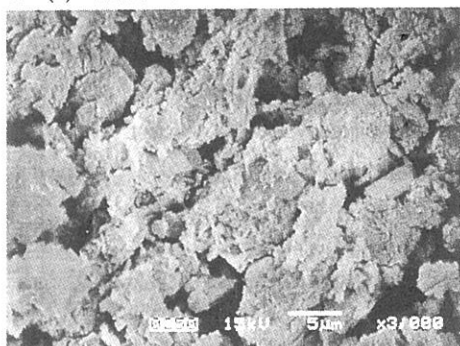


図-1(c) 凍結乾燥した試料 (—— 5 μ m)
(十分に低温が保てず, 真空度も低い場合)

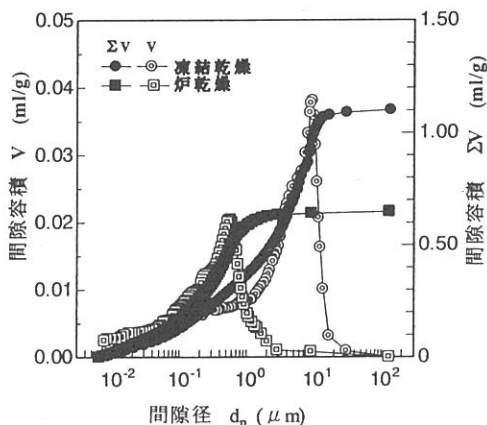


図-2 凍結乾燥および炉乾燥試料の間隙分布曲線