

関東ロームのシキソトロピーによる微視構造の変化

防衛大学校 吉津考浩・正垣孝晴

(財)地域地盤環境研究所 北田奈緒子

(株)竹中工務店 技術研究所 金田一広

1. はじめに

一定温度と含水比下で発現される関東ロームのシキソトロピーによる強度・圧密特性の変化を1年以上に亘り検討している^{1,2)}。また、このような変化のメカニズムをX線回折による鉱物変化から考察してきた。本稿ではこの一連の研究の供試土に対し、走査型電子顕微鏡 SEM から関東ロームのシキソトロピーによる微視構造の変化を検討し、強度・圧密特性の変化との関係を検討する。

2. 供試土と検討方法

供試土は関東ロームを用いて約80年前に築造されたアースダム堤体(Dam)と横須賀市(NDA)からブロックサンプリングした。両ロームの塑性指数 I_p と一軸圧縮強さ q_u は、38, 130 kPa程度である。養生中の乾燥による含水比 w の変化がないようパラフィンコーティングを施して17℃の恒温室で静置養生した。一軸圧縮試験と標準圧密試験は規定のJISに従った。また、SEMを用いた微視構造の観察は、強度・圧密試験の際の乱さない試料を真空凍結して、金蒸着を施して顕鏡試料とした。観察倍率は1,00~20,000である。

3. 養生期間が強度・圧密特性に及ぼす影響

図-1は、 q_u と養生期間の関係である。Damロームはダム築造後80年、NDAロームは堆積して2万年経過していると仮定して、不攪乱試料の q_u を80年と2万年の時間軸にプロットしている。Zeevaert(ジバート)³⁾は、約1万年の堆積期間を有するメキシコ粘土の不攪乱試料の q_u が113kPaであることを示している。そして、200日までのシキソトロピーに起因する強度回復の延長線上にこの113kPaが位置するとしている。DamやNDAロームでは、養生1日と2万年を結ぶ線より大きな強度回復を示している。図-2は、同じ養生期間で得た圧密降伏応力 σ'_p を q_u に対してプロットしている。 σ'_p は q_u と正の係数にあり、養生期間の進行によって大きくなる。

4. シキソトロピーによる微視構造の変化

写真-1はDamとNDAロームの不攪乱、練返し直後、養生期間12日、200日の顕微鏡写真を示している。養生期間が増すと2 μ m程度の粒子が集約し、101日ではベッドのような団粒構造を形成している。また、粘土鉱物がカルシウム成分と化合した際に形成されるエトリンガイトのような針状鉱物の存在も養生期間12日の写真で観察される。針状鉱物はボンディングによる強度増加に寄与する。表-1に微視構造の変化をまとめた。養生期間の増加による微視構造の変化は、図-1,2に示す強度・圧密特性の変化と整合している。

5. おわりに

SEMを用いた微視構造の観察から、養生期間が増すと2 μ m程度の粒子が集約し、200日ではベッドのような団粒構造を形成していることを確認した。また、エトリンガイトのような針状鉱物の存在も観察された。針状鉱物はボンディングによる強度増加に寄与する。養生期間の増加による微視構造の変化は、強度・圧密特性の変化と整合した。

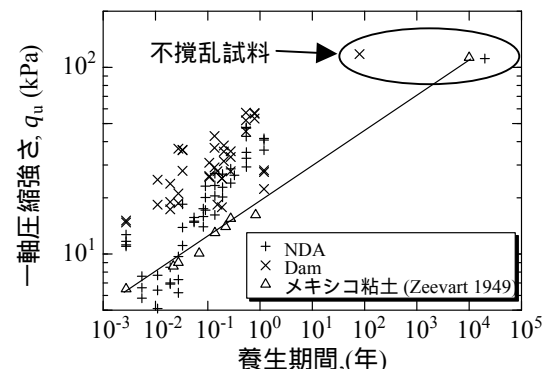
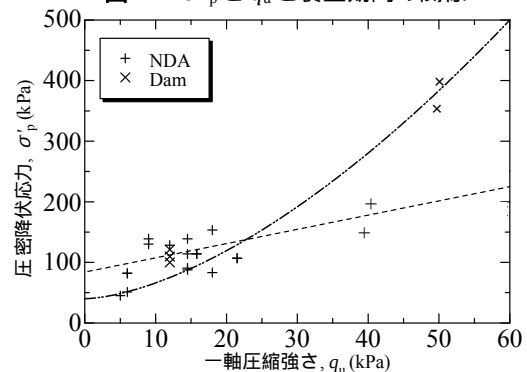
図-1 σ'_p と q_u と養生期間の関係図-2 σ'_p と q_u の関係

表-1 微視構造の変化

養生期間 (日)	Dam ローム	NDA ローム
不攪乱 試料	2 μ m程度のほぼ均一な粒径の結晶が集約し、ベッドのような団粒構造を形成している。	様々な大きさの結晶が複雑に絡みあっており、エトリンガイトのような針状構造も観察される。
練返し 試料	結晶構造は見られず、糊のようにべっとりしている。	
4	練返し試料と比較して大きな変化は見られない。	
10	随所に0.5 μ m程度の小さな結晶のようなものが見られる。しかし、全体的に見ると、大きな結晶や、密集したものは見られない。	
12	エトリンガイトのような針状鉱物の存在が観察される。	
20	多様なサイズの結晶が見られるようになる。土粒子相互の間隙が目立ってくる。	
101 200	2 μ m程度の粒子が集約し、ベッドのような団粒構造を形成している。	
435	団粒化が著しい	結晶化と団粒化が著しい。

キーワード：関東ローム・シキソトロピー・微視構造

連絡先：〒239-8686 神奈川県横須賀市走水1-10-20 防衛大学校建設環境工学科

046-841-3810

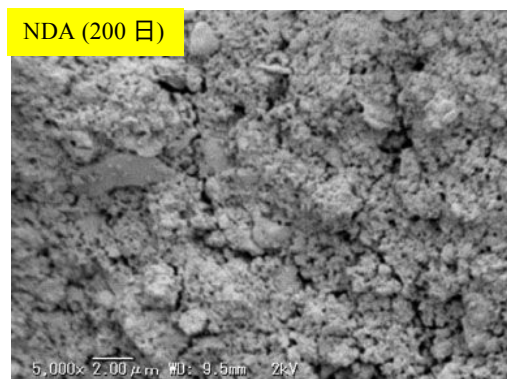
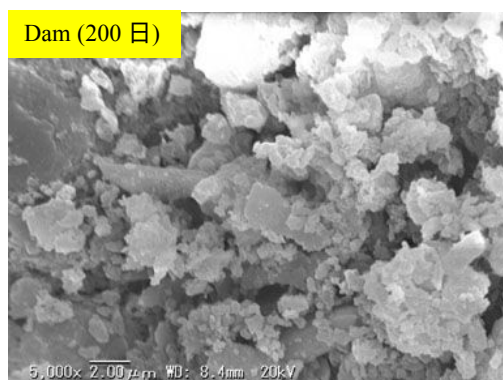
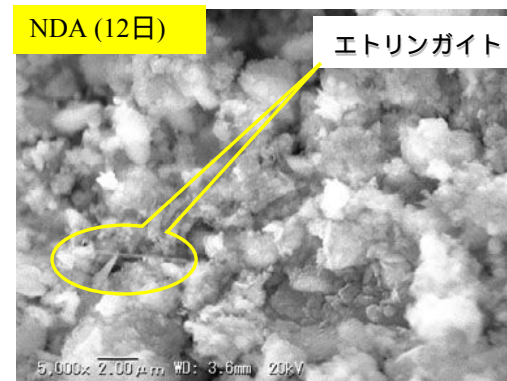
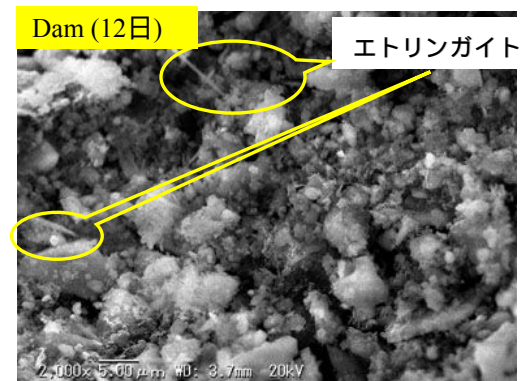
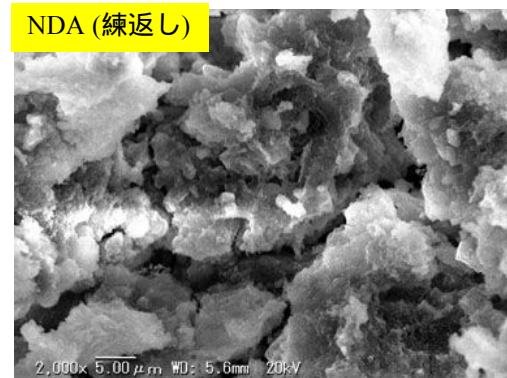
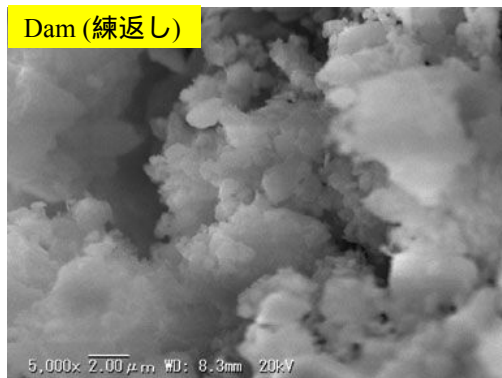
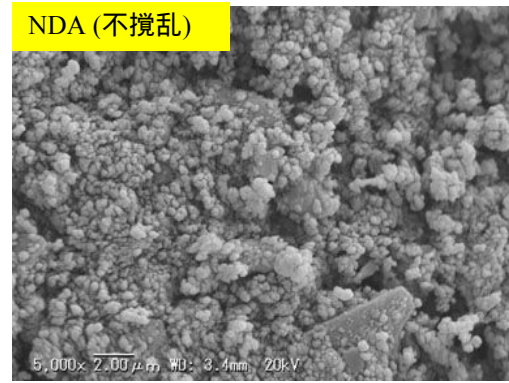
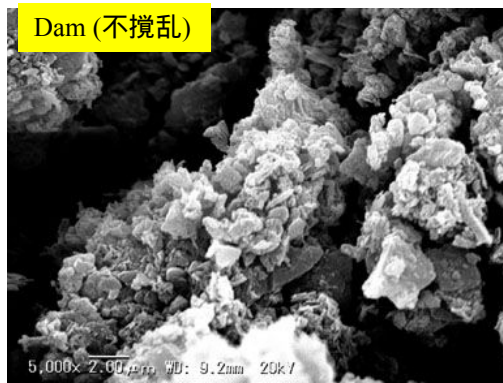


写真 - 1 養生期間の進展による微視構造の変化 (走査型電子顕微鏡写真)

参考文献 1) Shogaki, T., Nagasaka, M., Kumagai, N., Kaneda, K. and Kitada, N.: Undrained thixotropic hardening on strength properties of clayey soils, Proceedings of second Japan-Korea Geotechnical Engineering Workshop, pp.123-127, 2008. 2) 吉津・熊谷・正垣・北田・金田: 一定温度と含水比下で生成される練返した関東ロームの結晶化と強度変化, 第5回地盤工学会関東支部発表会, 概要集, pp.14-19. 3) Zeevaert, L.: An investigation of the engineering characteristics of the volcanic lacustrine clay deposits beneath Mexico City. *Ph.D. thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign*, 1949.