

関東ロームによって築造されたアースダム堤体のシキソトロピー効果

防衛大学校(学) 熊谷 尚久, 長坂 麻衣子, (正) 正垣 孝晴

1. はじめに

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の不攪乱試料の q_u は 80kPa 程度であり, その練り返し土の q_u は 10kPa と小さかった¹⁾。当該ダム堤体は, 堤長約 1000m, 堤高約 20m が約 1 年で施工されたが, 施工時は 10kPa 程度の q_u が 80 年後に 80kPa の強度を獲得したことになる。

関東ロームのシキソトロピー効果に関する研究^{2),3)}は, 比較的短い養生期間に限られており, このような長期の強度変化を検討した研究を著者らは寡聞にして知らない。宗ら^{2),4)}は養生期間が, 強度特性と微視的構造に及ぼす影響を定量的に検討し, 練り返し試料の静置養生による強度回復は, 養生 14 日で終了することを示し, 島³⁾の結果とも一致するとしている。

本稿では, 養生期間が当該ダム堤体の関東ロームの強度・変形特性に及ぼす影響を一軸圧縮試験(UCT)から検討し, 併せてこれと同じ堆積年代の関東ロームの結果から, それらのシキソトロピー効果を考察する。

2. 供試土と試験方法

ダムロームの供試土は, Bor.2¹⁾から 5.3m 右岸寄りの法肩部の深度 $z=1m$ でブロックサンプリングした(写真 1)。また, 走水 2 ローム⁵⁾は, ダムロームと同じ堆積年代で粒径と塑性が同等な関東ロームとして, 防衛大学校のキャンパス内からブロックサンプリングした。図-1 に養生試料に対する供試体位置を示す。試料は, 17°C の一定温度で含水比 w の変化がないよう, パラフィンコーティングを施して貯蔵した。各供試体の w は 4% 程度の変動があるが, それらの平均値はダムロームで 109%, 走水 2 ロームで 98.5% であった。そしてこれらの値は, 貯蔵期間に依存していなかった。この事は, シキソトロピー効果が適性に測定できていることを意味する。

UCT の供試体寸法は, 直径 $d15mm$, 高さ $h35mm$ である。この寸法と通常寸法の強度特性に差がない⁶⁾ことは確認している。

3. 養生期間が関東ロームの強度・変形特性に及ぼす影響

ダムと走水 2 ロームに対する応力とひずみの関係を図-2 と 3 に示す。これらの図は, 養生期間に応じて記号を変えてプロットしているが, ダムロームで 70 日, 走水 2 ロームで 200 日までの結果が示されている。ブロックサンプリングで得た乱さない試料の結果を(Undisturb)として併せて示しているが, 養生期間が長くなると応力の最大値である一軸圧縮強度 q_u が大きくなり, 破壊ひずみ ε_f が小さくなっている。

図-4 は変形係数 E_{50} を養生期間に対してプロットしている。70 日までの測定期間において, 養生による E_{50} の増加はダムローム(+)で大きい, 走水 2 ローム(×)は養生が 100 日までは 0.3MPa まで漸増するが, 200 日になると 1.4MPa と格段に大きくなる。

図-5 は両対数軸で整理した q_u と養生期間の関係である。

キーワード: 関東ローム, シキソトロピー効果, 養生試験, 強度回復

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 TEL 046-841-3810



写真-1 ブロックサンプリング
(アースダム, Bor.2 近傍)

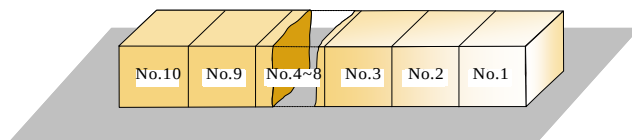


図-1 養生試料と供試体位置

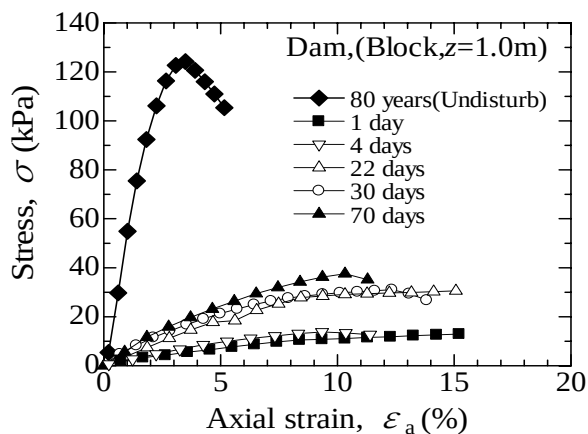


図-2 応力とひずみの関係 (ダムローム)

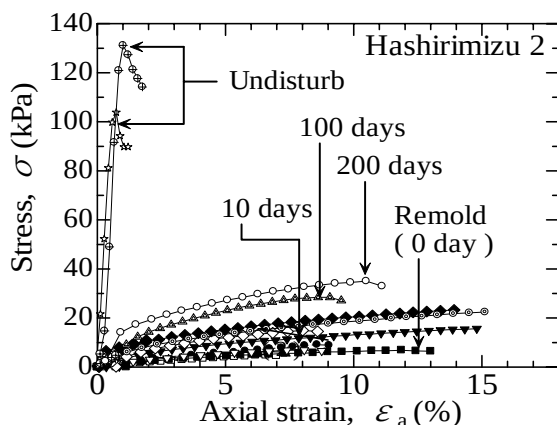
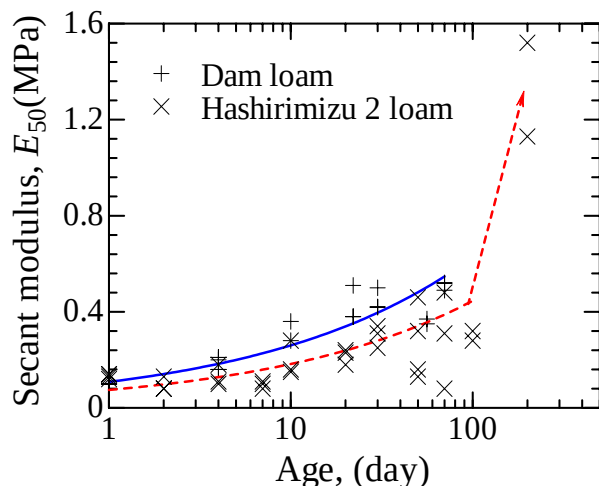
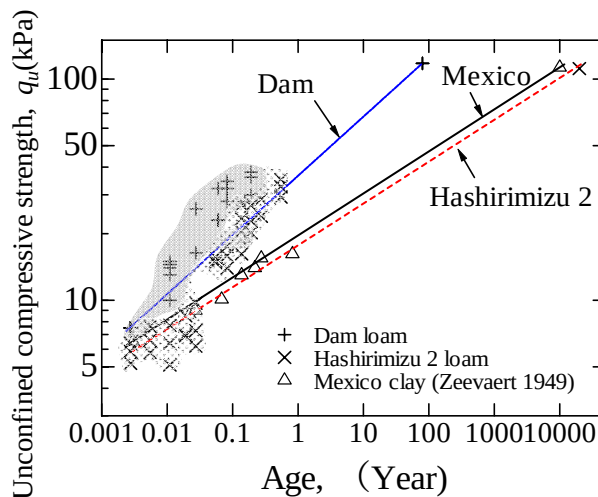


図-3 応力とひずみの関係 (走水 2 ローム)

図-4 E_{50} と養生期間の関係図-5 q_u と養生期間の関係

Zeevaert⁷⁾による Mexico 粘土の結果も併せてプロットしている。Mesri⁸⁾はこの Mexico 粘土の結果に対して、1 日と堆積年代を 1 万年と仮定した不攪乱土のプロットを結ぶ直線近傍に強度の回復があるとしている。ダムロームと走水 2 ロームに対しても、不攪乱土の結果をそれぞれ 80 年、2 万年と仮定して同様に直線を描いている。ダムと走水 2 ロームのプロットは、それぞれの直線の上位に位置し、シキソトロピーによる強度の回復効果が大いことが分かる。

不攪乱土の q_u に対する各養生日の q_u の比を求め、養生期間に対して図-6 にプロットした。強度の回復効果は E_{50} と同様にダムロームで大きい、10 日を過ぎるといずれのロームとも増加の勾配が大きくなる。宗^{2),4)}や島³⁾は関東ロームのシキソトロピーに起因する強度増加は 14 日で終ることを示している。図-5 と 6 の結果は宗や島の結果とは異なっている。

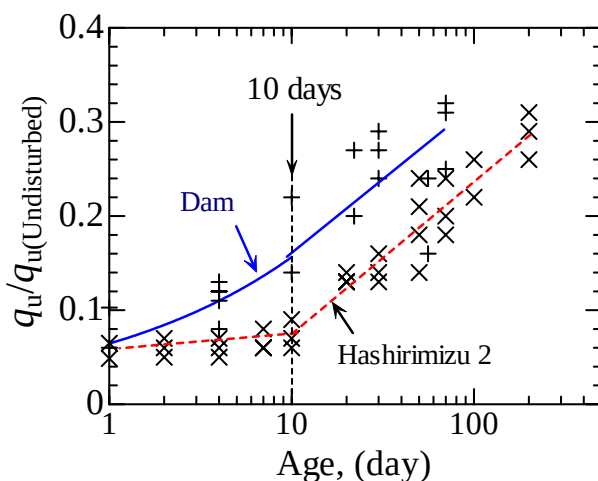


図-6 強度回復率と養生期間の関係

4. おわりに

シキソトロピーによる変形係数の増加はダムロームで大きい、走水 2 ロームは養生が 100 日から 200 日になると 0.3MPa から 1.4MPa に格段に大きくなった。また、一軸圧縮強さの強度増加は、養生 10 日を経過すると大きくなった。このような傾向は、養生 14 日で強度回復が終了し、強度が一定となるという既往の研究結果^{2),3),4)}と異なった。これらの原因や強度の発現メカニズムに関しては、微視構造や鉱物組成の変化の観点で検討を進めている。

参考文献

- 1) 村田・岩寄・正垣・熊谷・鶴田・高橋(2007): 原位置の非排水強度推定の簡便法の関東ロームへの適用, 第 42 回地盤工学会研究発表会, pp.207-208.
- 2) 宗永焜・応長雲 (1994): 関東ロームのアロフェン含有量石灰 - 石膏安定処理土に及ぼす影響, 土質工学会論文報告集, pp141-151.
- 3) 島博保 (1970): 関東ロームの強度特性について, 関東ロームに関するシンポジウム, pp.21~28.
- 4) 宗永焜 (1993): 関東ロームのアロフェン含有量が生石灰安定処理土の含水比に及ぼす影響, 第 28 回土質工学会研究発表会, pp2593-2594.
- 5) 長坂・熊谷・正垣(2007): 関東ロームの強度特性に及ぼすシキソトロピー効果, 第 4 回地盤工学会関東支部発表会, pp.348-353.
- 6) Shogaki, T. (2007): Effects of size on unconfined compressive strength properties of natural deposits, Soils and Foundations, Vol.47, No.1, pp.119-129.
- 7) Zeevaert, L. (1949): An investigation of the engineering characteristics of the volcanic lacustrine clay deposits beneath Mexico city. Ph.D. thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign, .
- 8) Mesri, G. (1993): Aging of soils, Simposio Sobre Envejecimiento de Suelos Mexico City, August 26, Invited Lecture, pp.1-29.