

III-A 62

高温再構成粘土の降伏曲面について

芝浦工業大学（正） 足立 格一郎（正） 園田 紘史（学） 高井 力
 （学）○ 大上 忠明（学） 大西 吉実（学） 齊藤 長明

1. はじめに

セメンテーションや二次圧密などの年代効果が、粘性土地盤の強度・変形特性に与える影響について、近年、その重要性が指摘され、また、高温再構成による自然地盤試料の力学挙動再現の試みもなされている。本報告では、高温再構成試料、室温再構成試料、不攪乱試料を用いて応力比一定試験を行い、再構成時の温度環境が降伏曲面の形状及び大きさに与える影響を検討した。

2. 試料及び試験方法

用いた試料は、東京都江戸川区小松川で採取した不攪乱沖積粘土試料(有楽町層下部層粘土： $\sigma_{v0}' = 1.2 \text{ kgf/cm}^2$)である。表-1にその物理特性を示す。この自然粘土試料を $420 \mu\text{m}$ のふるいを用いて粗粒分等を除去した後、 $2 w_L$ の含水比で十分攪拌し、スラリー状とした。モールド($\phi 200\text{mm} \times H400\text{mm}$)にこのスラリー試料を満し、脱気後、恒温水槽で圧密圧力(圧密時間)0.1(24h)→0.3(24h)→0.6(24h)→ 1.2 kgf/cm^2 (一次圧密終了迄)の段階載荷を行い、一次的に圧密し再構成した。その際、最終荷重段階において3 t法により一次圧密終了を確認した後、最終荷重及び再構成時の温度を保って7日間養生した。なお、載荷及び養生中の温度が、 75°C のものを高温再構成試料(H試料)、 20°C のものを室温再構成試料(R試料)と呼ぶ。表-2に最終荷重段階での一次圧密終了時の状態を示す。

上記2種類の再構成試料及び不攪乱試料に対して、室温条件(20°C)で応力比一定排水圧縮試験を実施した。試験は、漸増載荷で行い、載荷速度が $\Delta \sigma_m' = 2.0 \text{ kgf/cm}^2 / \text{day}$ となるようにコンピューターにより鉛直応力 σ_a' と側方応力 σ_r' を制御した。また、試料サイズは $\phi 50\text{mm} \times H100\text{mm}$ である。図-1に設定応力比と応力経路を示す。

表-1 不攪乱試料の物理特性

液性限界 (%)	塑性限界 (%)	塑性指数 I_p	初期間隙比 e_0
44.0	26.9	17.1	1.488

表-2 再構成試料

	一次圧密終了迄の時間(最終荷重)	間隙比 (e)	湿潤単位体積重量 (γ_t)
H試料	7200 min	1.220	1.73 tf/m^3
R試料	46000 min	1.180	1.74 tf/m^3

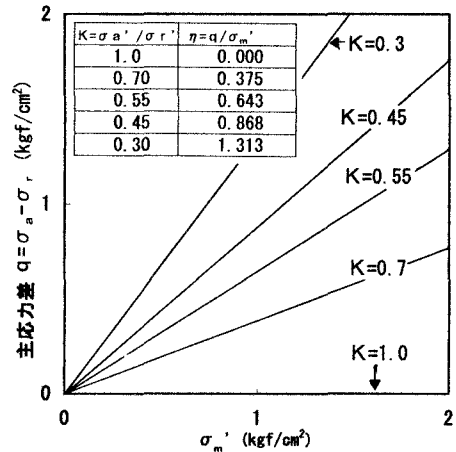


図-1 設定応力比と載荷応力経路

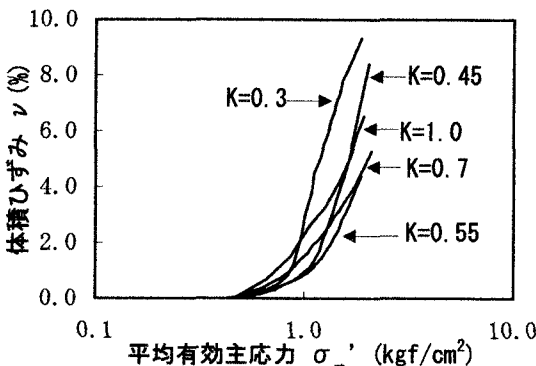


図-2 体積ひずみ～平均有効主応力(H試料)

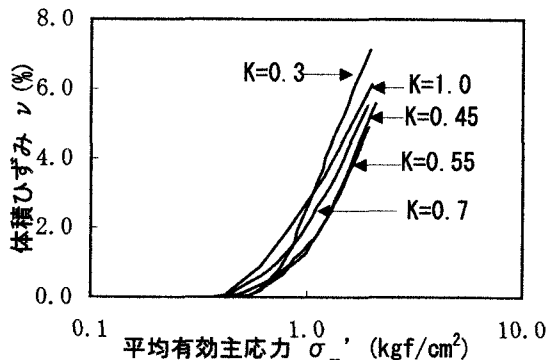


図-3 体積ひずみ～平均有効主応力(R試料)

3. 試験結果

図-2、図-3 にH試料及びR試料の体積ひずみ～平均有効主応力関係を、図-4 にK=0.45 の試験から得た間隙比～平均有効主応力の関係を示す。各図から以下の特徴が読み取れる。

- ・ H試料は明瞭な降伏点を示し、その後、急激な体積変化を起こす。最終の体積ひずみ量はH試料の方が大きい（図-2vs. 図-3）。
- ・ H試料の体積ひずみ～平均有効主応力曲線は応力比の影響を強く受けているのに対し、R試料はすべての応力比に対してほぼ等しい応力～ひずみ曲線を示す。図は付していないが、不攪乱試料はH試料と類似の傾向を示した。
- ・ 図-4において、H試料の $e \sim \log \sigma'_m$ 曲線は降伏以後、R試料のそれに漸近し、降伏応力の5～6倍付近ではほぼ等しくなる傾向が読み取れる。

以上から、H試料は再構成時の高温効果により、R試料に比し高位な骨格構造が形成されたものと判断される。またR試料に比し間隙比が大きいH試料及び不攪乱試料は、降伏以後骨格構造が激しく崩れ、構造の低位化に伴いR試料の変形特性に近づくと考えられる。

図-5 は、図-2、図-3 の体積ひずみ～平均有効主応力関係から三笠の方法により降伏応力 σ_{mY} を決定し、求めた降伏曲面である。また、図-6 は降伏応力 σ_{mY} と応力比Kとの関係である。以下にその特徴を示す。

- ・ 降伏曲面は大きい順に不攪乱試料、H試料、R試料となる。またH試料の降伏曲面はR試料の約1.2倍である。
- ・ 不攪乱試料の降伏曲面は再構成試料に比し、やや大きな応力比Kにおいて突出部を示すようである。この傾向は図-6において顕著に認められ、降伏応力の最大値付近に対応する応力比Kは、不攪乱 > H試料 > R試料となっている（図-6の矢印点）。

以上をまとめると、再構成時の高温効果により高位な骨格構造を有するH試料はR試料に比し大きな降伏応力を発揮し、降伏曲面は約1.2倍に拡大した。また、降伏曲面の形状については、年代効果や高温効果による骨格構造の相違の影響を受けると考えられ、降伏応力の最大値付近、すなわち降伏曲面の突出部に対応する応力比Kが、不攪乱 > H試料 > R試料となると考えられる。

《参考文献》

- (1) 森脇他：粘性土の降伏曲面に及ぼす高温養生効果 第29回土質工学研究発表会, PP. 641-642
- (2) 足立他：再構成時・せん断時の温度環境が粘性土の力学特性に与える影響 第30回土質工学研究発表会 PP. 637-638

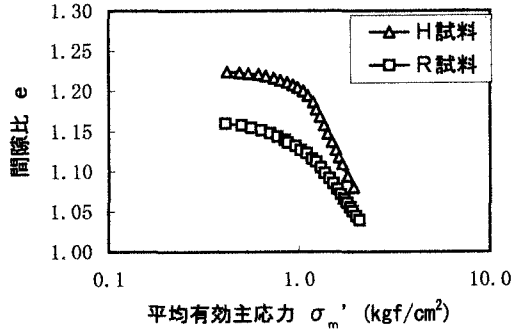


図-4 間隙比～平均有効主応力関係 (K=0.45)

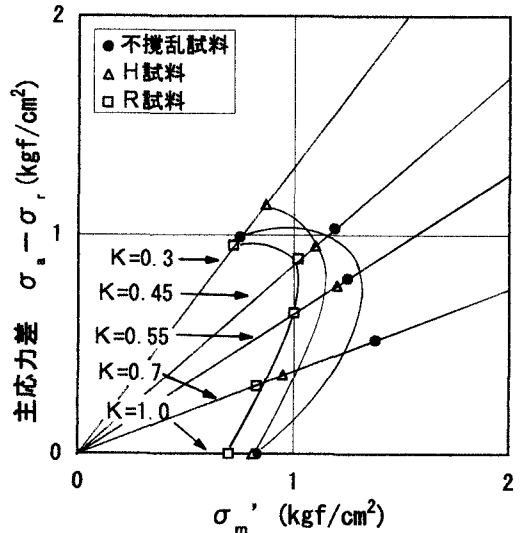


図-5 降伏曲面

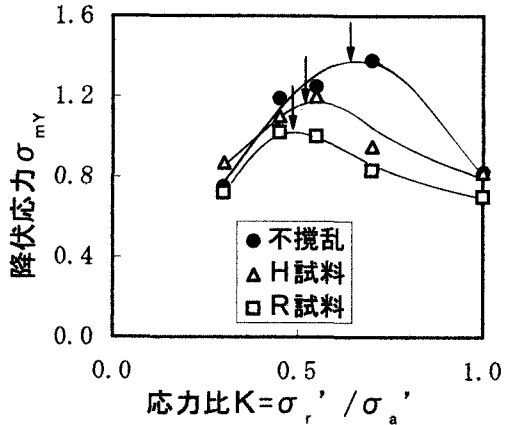


図-6 降伏応力と応力比Kの関係