

熱養生を受けた再圧密粘土のせん断特性

広島大学工学部 正会員 森脇 武夫
 四国電力(株) 正会員 八嶋 和幸
 広島県 正会員 ○大本 直樹

1. はじめに

埋立て工事や構造物の建設による地盤の挙動を正確に把握することは、設計だけでなく施工管理においても重要である。そのためには、不攪乱試料を用いて実験室内で各種の試験を行うことが望ましい。しかし、不攪乱試料では試料間のばらつきが大きく、定量的な評価ができない。そこで通常は、実験室内で再調整し、練り返し再圧密したものが試験に用いられることが多いが、このようにして作成した試料では、自然試料が有している年代効果を再現できない。そこで、含水比を調整した粘土を初期段階から高温で再圧密させることで、その力学特性を年代効果を持つ自然粘土のそれに類似させることができるという報告がされている¹⁾。この高温再圧密方法に関して、二次圧密段階だけ高温で養生する方法も提案されており、その有用性もある程度確かめられている²⁾。そこで今回は後者の方法と同様に再圧密の最終段階で高温による温度履歴(熱養生)を与えた試料を用いて、非排水三軸圧縮試験および応力比一定排水圧縮試験を実施し、養生温度と養生期間の違いによって粘土の力学特性、特にせん断特性がどのように変化するかを検討した。

2. 試料および試験方法

試験に用いた試料は、倉敷市から採取してきた沖積粘土(通称倉敷粘土、 $G_s=2.683$ 、 $w_L=59.9\%$ 、 $w_P=26.7\%$ 、 $I_P=33.2$)である。含水比を $150\pm 5\%$ で十分攪拌した後、5時間攪拌させながら真空脱気を行う。再圧密時の温度は室温(約 20°C)で、最終圧密圧力 49.0 kPa まで段階的に載荷した。3T_E法により一次圧密の終了を確認した後、熱養生試料の場合は $70\pm 5^\circ\text{C}$ の恒温水槽の中にいれて所定の養生期間(2、4、7日間)放置する。また、室温養生試料はそのまま室温で前述の養生期間だけ養生する。これらの試料を用いて非排水三軸圧縮試験と応力比一定排水圧縮試験を行った。なお、応力比一定排水圧縮試験で用いた試料の養生期間は全て4日間である。

3. 試験結果と考察

1) 非排水三軸圧縮試験

図-1と2は、非排水三軸圧縮試験での圧密圧力が 24.5 kPa (過圧密領域)と 98.0 kPa (正規圧密領域)の主応力差～ひずみ曲線である。図中の記号R、Tはそれぞれ室温養生試料、熱養生試料である。また、2、4、7は養生日数である。この図に示すとおり過圧密領域では室温養生試料の主応力の最大値は養生期間にほとんど影響されないが、熱養生試料では養生日数が長くなるほど主応力差の最大値が増加している。しかし、正規圧密領域では、熱養生を行ったことによる主応力差の最大値の増加はあまり見られず、両試料の主応力差の最大値の差は明確でない。また、すべての試料における主応力差～ひずみ曲線でひずみ軟化現象が見られるが、特に熱養生試料で養生期間が長く、過圧

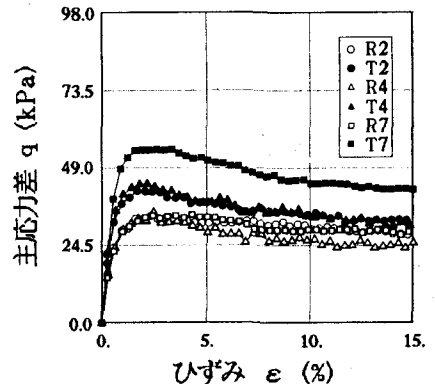


図-1 応力～ひずみ曲線
($\sigma=24.5\text{ kPa}$)

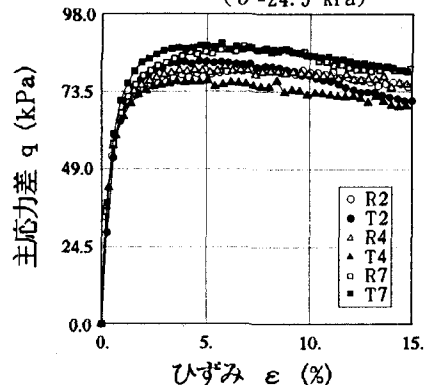


図-2 応力～ひずみ曲線
($\sigma=98.0\text{ kPa}$)

密領域にある試料ほど顕著である。逆に正規圧密領域の試料では、両試料の差はそれほど見られない。この違いは三軸圧縮試験の等方圧密によって熱養生で形成された粒子構造の破壊の有無によって決定すると思われる。

2) 応力比一定排水圧縮試験

この実験には、4日間養生した室温(R)、熱養生(T)試料を用い、応力比がそれぞれ $\eta=0, 0.25, 0.45, 0.85$ となるような条件で排水圧縮を行った。図-3、4は応力比 $\eta=0.85$ の時の、体積ひずみ v と平均有効応力 p' およびせん断ひずみ γ と主応力差 q の関係である。両図とも前半の曲線部分と後半の直線部分とに分けることができる。また屈曲点における平均有効応力は、T試料の方が大きくなっており熱養生により降伏応力が増加したと考えられる。図-4においてT試料の直線部分の傾きがR試料に比べ大きくなっているが、熱養生を受けたことで脆性的になったためと考えられる。図-5は、体積ひずみ v と平均有効応力 p' の関係から求めた降伏応力 p_y' による降伏曲面(R試料:○、T試料:●)と、せん断ひずみ γ と主応力差 q の関係から求めた降伏応力 q_y による降伏曲面(R試料:△、T試料:▲)を示したものである。なお、降伏応力は標準圧密試験におけるキャサグランデ法を適用して決定した。図中の左側の曲線はR試料の降伏点を平均化して描いた降伏曲線で、右側の曲線はT試料の降伏点を平均化して描いた降伏曲線である。また、限界状態線(C.S.L.、傾き $M=1.45$)と静止土圧係数を $K_0=0.5$ と仮定した場合の K_0 線が参考のために描いてある。両曲面を比較するとT試料の方が約1.6倍ほど降伏曲面が大きくなっており、熱養生効果によるものと考えられる。

4. まとめ

- 1) 熱養生により生じた粘土の力学特性の違いは、過圧密領域では顕著に現れるが、圧密降伏応力を越えて正規圧密領域まで再圧密される場合には熱養生効果は消滅する。
- 2) 70°Cの熱養生によって降伏曲面は、4日間で約1.6倍ほど拡大する。

参考文献

- 1) 森脇武夫・永井大海・名合牧人(1993):「高温再圧密粘土の三軸繰返し圧密挙動」, 土木学会論文集, No. 463/III-22, pp. 55-63.
- 2) 森脇武夫・八嶋和幸・松尾幸造(1993):「広島粘土の破壊変形特性に及ぼす熱養生効果(その2)」, 第28回土質工学研究発表会講演集, pp. 661-662.

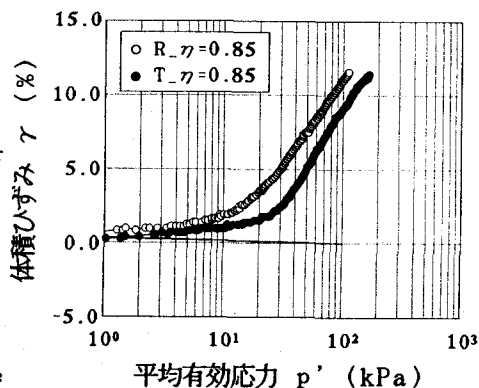


図-3 体積ひずみ～平均有効応力
(応力比 $\eta=0.85$)

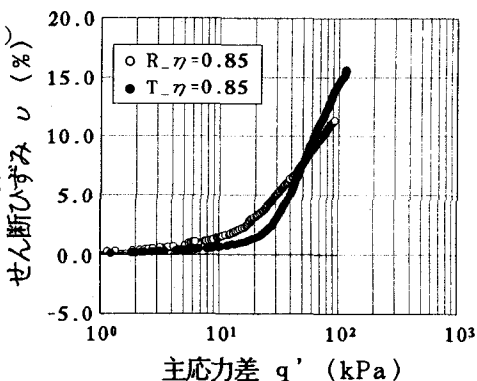


図-4 せん断ひずみ～主応力差
(応力比 $\eta=0.85$)

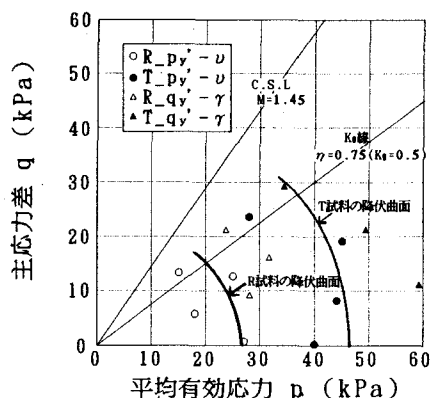


図-5 降伏曲面