

Ⅲ-A37

高温環境下における粘土の力学特性に関する研究

○岐阜大学 正会員 重松 宏明 日本道路㈱ 広瀬 哲
岐阜大学 正会員 八嶋 厚 京都大学 正会員 岡 二三生

1. 緒言

過去、熱が地盤の力学特性に対してどのような影響を及ぼすのかという研究は、いくつか報告されている。高温環境下における地盤の力学特性は、地盤中に含まれる水の粘度および密度が、温度によって大きく変化する（図-1）ため、低温環境下と比べて大きく異なる。本研究は、温度制御可能な三軸圧縮試験装置を用いて、等方圧密非排水三軸圧縮（CIU）試験を行い、熱が粘土の力学特性に与える影響を詳細に検討した。

2. 実験試料

実験には、大阪府八尾市西久宝寺久宝寺緑地公園地内において採取された最上部大阪洪積粘土 Ma12 と京都府伏見区深草で採取されたパウダー状の粘土の2種類を用いた。これらを攪乱機に入れて、脱気水を混ぜながら液性限界の2倍の含水比で練り返した。その後、2mm のふるいを用いて、粘土中の不純物を除去してから圧密容器に静かに移して段階的に圧密した。前者を久宝寺再圧密粘土、後者を深草再圧密粘土とよぶ。なお、圧密圧力は、久宝寺再圧密粘土が 98kPa で、深草再圧密粘土が 196kPa である。両再圧密粘土の物理特性を表-1 に示す。

3. 粘土の力学特性

異なった温度環境下における粘土の力学特性を把握するために、20℃、40℃、60℃の温度環境のもとで、CIU 試験を行った。久宝寺再圧密粘土の CIU 試験は、圧密の前に温度を上げ、セル内の温度が完全に落ち着いたのを確認してから、48 時間圧密を行い、せん断を開始した。それに対して、深草再圧密粘土の場合は、圧密終了（46 時間圧密後）2 時間前に温度を上げて、せん断を開始した。なお、圧密圧力は 392kPa で、初期の試料作成時より、はるかに大きな応力領域（過圧密比 1.0）で試験を行った。ひずみ速度は 0.005%/min である。表-2 は、異なる温度環境による試験前（温度上昇前）と試験後（圧密後）の間隙比の変化を示している。久宝寺・深草再圧密粘土ともに、試験前の間隙比は、ほぼ同じであるが、試験後の間隙比は、温度が高くなるにつれてやや小さくなっている。図-1 は、水の粘度・密度-温度関係を表している。温度が高くなるにつれて、水の粘度・密度は、小さくなり、特に 20℃～60℃の間では大きく変化している。図-2 は久宝寺再圧密粘土を、図-3 は深草再圧密粘土の応力-ひずみ関係と有効応力経路を示している。

図-2、図-3 から、久宝寺・深草再圧密粘土ともに、延性的な挙動を示し、温度が高くなるにつれて、せん断強度が大きくなり、負のダイレイタンスが小さくなっている。特に、久宝寺再圧密粘土の 60℃は、他の 19℃と 40℃と比べて大きく異なり、大きなひずみ硬化挙動を示している。

5. 結論

本研究で明らかになったことは、久宝寺・深草再圧密粘土ともに温度が高くなるにつれて、①圧密過程での排水量が大きくなり、間隙比は小さくなる。②せん断強度が増加する。③負のダイレイタンスが小さくなる。の3つである。しかし、最終的な結論を導くためには、解決しておかなければならない問題が残されている。1 つは、

表-1 粘土の物理特性

	久宝寺	深草
比重	2.71	2.67
初期含水比(%)	50.1	40.4
液性限界(%) 20℃	67.7	44.8
塑性限界(%) 20℃	28.3	22.6
液性指数 20℃	0.55	0.80
塑性指数(%) 20℃	39.4	22.2
活性度	1.89	2.05
粘土分(%)	24.0	18.0
シルト分(%)	74.0	57.0
砂分(%)	2.0	25.0

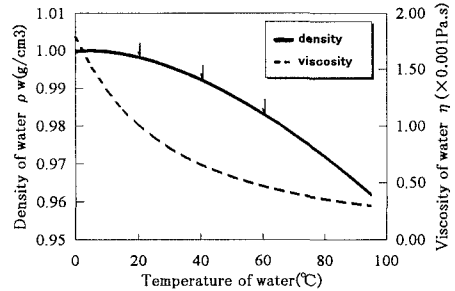
表-2 試験前と試験後の間隙比

	久宝寺			深草		
温度(℃)	19	40	60	20	40	60
圧密圧力(kPa)	392	392	392	392	392	392
試験前の間隙比	1.54	1.54	1.56	1.06	1.06	1.04
試験後の間隙比	1.05	1.02	0.99	0.81	0.81	0.78

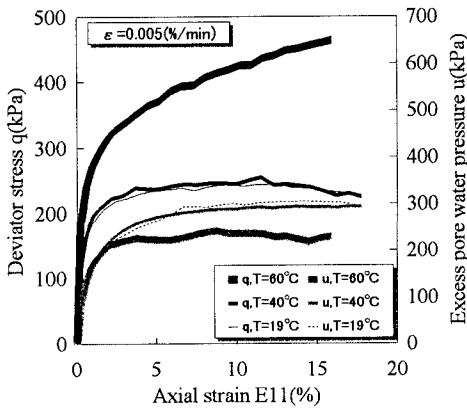
キーワード：熱、せん断、室内実験、再圧密粘土

〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部土木工学科 TEL 058-293-2419 FAX 058-230-1891

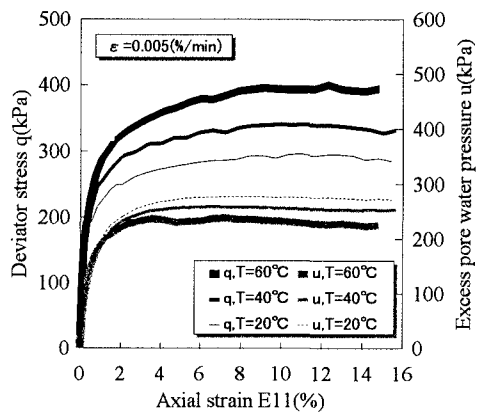
厳密に温度の違いにおけるせん断強度を比較するならば、圧密後の間隙比を同じにしなければならない。表－2からも明らかなように、温度の違いによって圧密後の間隙比は少しずつ変化しており、間隙比を揃えることは非常に困難である。深草再圧密粘土は、少しでも間隙比を揃えるために、圧密終了2時間前に温度を上昇させているが、温度上昇とともに圧密が再び加速され、短時間では圧密は落ち着かない。また、久宝寺再圧密粘土の60℃のみが、他の深草再圧密粘土を含めた19℃、40℃に比べて大きなひずみ硬化挙動を示している。この原因として考えられることは、深草再圧密粘土は、パウダー状から練り返しているのに対して、久宝寺再圧密粘土は、自然粘土の状態から練り返すために、僅かに団粒構造が残っており、温度の上昇によって、さらに結合作用が促進されたものと予想される。したがって、これらの不明な点を解明するために、他の地域で採取された練り返し再圧密粘土のCIU試験を行うとともに、電子顕微鏡写真などによる微視的な立場¹⁾からも検討しなければならない。



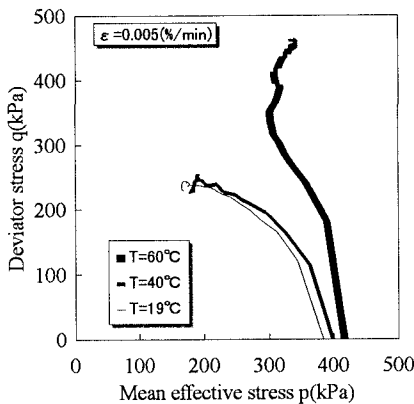
図－1 水の粘度・密度－温度関係



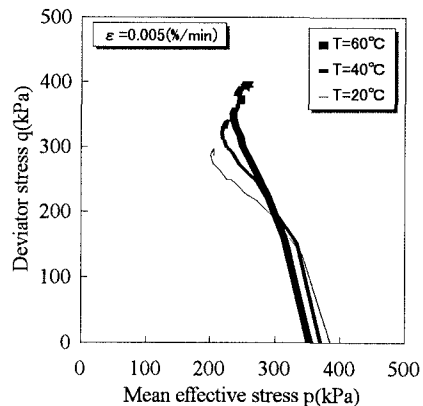
図－2 (a) 久宝寺再圧密粘土の応力－ひずみ関係



図－3 (a) 深草再圧密粘土の応力－ひずみ関係



図－2 (b) 久宝寺再圧密粘土の有効応力経路



図－3 (b) 深草再圧密粘土の有効応力経路

参考文献 1) (社)地盤工学会：高温環境と土～粘土の微視構造から廃棄物の地中処分問題まで～シンポジウム発表論文集，pp.141-214，1997。