高温状態下で圧密した有明粘土の微視的土構造について

佐賀大学　正　根上武仁
日本建設技術㈱　正　鬼塚克忠
大林道路㈱　正　浦口　昇

１．はじめに

放射性廃棄物の地下埋設処理や、生石灰等による高含水比粘性土の化学的地盤改良の際には、通常よりも高い温度が生じ、地盤はこの温度の影響を受ける[1~3)]。また、高含水比粘性土の再構成試料を作製する際に、高温状態で圧密すると、乱さない試料とよく似た力学特性を示す試料が得られることが知られている[3)]。

本研究では、有明粘土の乱さない試料に高温履歴を与えたものと与えないものについて圧密試験を実施した。また、高温状態下での圧密試験も実施し、室温状態での圧密特性との比較を行った。

２．用いた粘土試料と試験方法

本研究で用いた粘土試料の物理化学的性質を表-1 に示す。粘土試料の採取地は佐賀市兵庫町で、直径 20cm×高さ 20cm のステンレス製モールドを用いてブロックサンプリングしたものである。温度の影響について検討するため、モールドごと約 20℃の水中で保存したものと、恒温槽中で 80℃の状態で保存したものの 2 種類を準備した。保存期間は、2 週間である。以降、これらの試料をそれぞれ、「高温履歴なし」と「高温履歴あり」とする。

表-1　粘土試料の物理化学特性

		高温履歴	
		なし	あり
自然含水比　（%）		118.4	114.0
土粒子の密度(g/cm³)		2.52	2.53
液性限界　（%）		121	122
塑性指数　（%）		42	54
IP		79	68
I_L		0.96	0.88
粒度組成（%）	砂分	2.5	
	シルト分	13.7	
	粘土分	83.8	
強熱減量試験　（%）		9.78	
塩分濃度　（%）$_{NaCl}$		0.04	
ＯＲＰ		-160	-90
ｐＨ		8.1	7.6

これらの高温履歴なしと高温履歴ありの試料に対し、圧密試験を実施した。また、高温状態下での圧密特性を調べるため、高温履歴なしの試料を用いて、圧密容器を80℃の高温状況に保った状態での圧密試験を実施した。

表-1 から、高温履歴を与えた場合と与えない場合で塑性指数にやや差異が生じた。これは高温履歴の有無で塑性限界が変化しているためである。ORP（酸化還元電位）については、採取直後の値と、高温履歴なしの試料の値がほぼ同じであった。また、高温履歴ありの試料の値は。高温履歴ありの試料の数値よりも小さくなった。

３．高温環境が圧密試験結果に及ぼす影響

3.1　圧密試験結果について

図-1 は、圧密試験結果から得られた圧縮曲線を示したものである。高温履歴ありの試料と高温状態下で圧密した試料の圧縮曲線は、乱さない試料の圧縮曲線を下方に平行移動したような形状となった。また、高温履歴あ

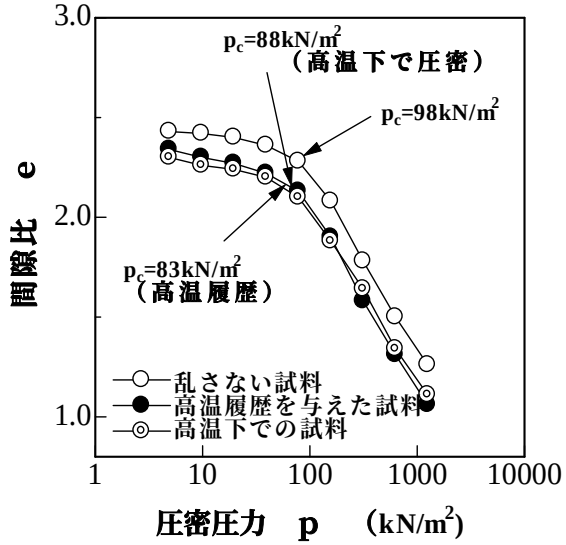


図-1　各試料の圧縮曲線

キーワード　圧密、高温、微視的土構造、有明粘土
連絡先　〒840-8502　佐賀市本庄町一番地　佐賀大学　Tel.0952-28-8695

りの試料と高温状態下で圧密した試料の圧縮曲線はほぼ重なるような結果となった。

高温履歴を与えることによって、サンプリングモールド、圧密リング、粘土試料そのものに膨張が生じることが考えられた。このため、高温履歴を与える際に、モールドから抜き出した試料をラップでくるみ、高温および室温状態で同じ期間保存した供試体についても圧密試験を行ったが、得られた結果は上記した圧縮曲線とほぼ等しい結果となった。

3.2 微視的土構造の変化について

図-2は、水銀圧入型ポロシメーターによる間隙径分布測定結果を示したものである。それぞれの試料の間隙分布特性は、よく似た形状を示したが、2μm と 7μm に相当する大きさの間隙径のピーク値に違いが見られる。

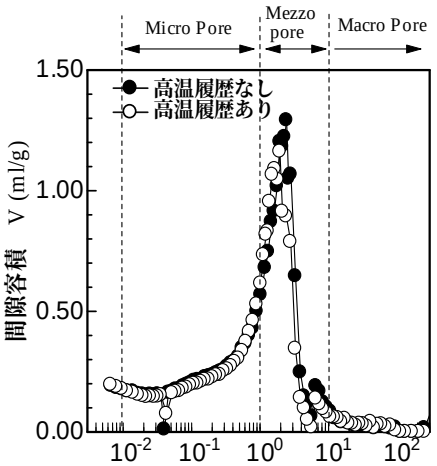
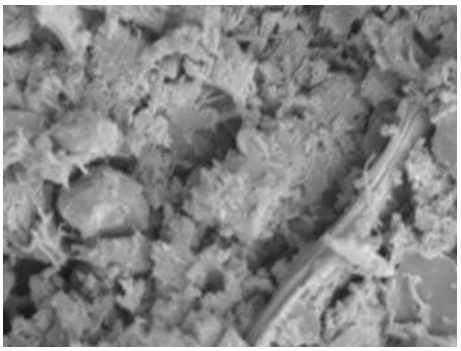


図-2 間隙分布状況

図-3および図-4は、高温履歴なしと高温履歴ありの試料のＳＥＭ写真を示したものである。各試料ともに、珪藻遺骸やその破砕小片が多く観察できるが、パイライトについてはあまり多く確認できなかった。採取直後の ORP 値と、2 週間経過後の数値はほぼ同じであった。また、高温履歴ありの試料の ORP 値は高温履歴なしの試料よりも高いが、還元状態を示していることから、保存中にほとんど酸化は進行していない。


(━━ 10μm)
図-3 高温履歴なしの試料の SEM 観察結果

飽和粘性土に高温状態を与えると、水の粘性低下や、拡散二重層の層圧の変化が生じるものと考えられる。実際に、透水係数については、高温履歴ありの試料と高温状態下で圧密した際に得られる透水係数は、通常の圧密試験結果から得られる透水係数よりも大きい[5)]。

これらのことから、高温履歴を与えることで、間隙水の粘性が低下し、土粒子間の間隙が減少して微細な土粒子が団粒化すると推測したが、SEM 写真からは確認出来なかった。

４．まとめ

得られた結果をまとめると次のようである。

- 高温履歴の有無によって試料の間隙径分布状況は変化することから、高温状態を与えることで微視的土構造は変化すると考えられる。
- 高温状態では、水の粘性が変化する。このことが微視的土構造に影響をおよぼし、圧密特性が変化すると考えられる。

今後は、高温による拡散二重層の層圧の変化等についても検討していく予定である。

参考文献：1)小峯秀雄・緒方信英・田代勝浩：ベントナイトの膨潤変形に及ぼす温度履歴の影響、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、地盤工学会、pp.141-146, 1997.**(2)**鬼塚克忠，根上武仁：有明粘土の微視的構造について，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－シンポジウム論文集，東京，pp.113-118，1997.**(3)**土田孝・小林正樹・水上純一・田中正典：高温再圧密による海成粘土の年代効果の再現、港湾技術研究所報告、第 28 巻、第 1 号、pp.1211-147、1989.**(4)**K. Onitsuka, T. Negami, J. Shen: Investigation on the microstructure of Ariake clay from mechanical View point, Clay Science for Engineering, IS-Shizuoka, Shizuoka, Japan, pp.419-422, 2001.**(5)**根上武仁・鬼塚克忠・浦口昇：高温状態が有明粘土の圧密特性におよぼす影響、第 43 回地盤工学研究発表会、（投稿中）