

III-A 45

広範な圧力域におけるベントナイト・砂混合土のせん断特性について

住友金属鉱山 原子力環境整備センター 山口大学工学部 同上 九州大学工学部	正会員 ○梅寺 誠 藤原 愛 正会員 兵動 正幸 フェロー 村田 秀一 正会員 安福 規之
---	---

1. はじめに

比較的レベルの高い低レベル放射性廃棄物の処分概念として、廃棄体を内包するコンクリート構築物の周囲を止水性に優れたベントナイトと砂の混合物(充填材)で充填する概念が提案されている¹⁾。筆者らは充填材の力学特性について試験・検討を進めており²⁾、本報では拘束圧を0.1~10.0MPaに変化させた充填材の圧密非排水三軸圧縮せん断試験結果について報告する。

2. 試験内容

表-1 供試体の締固め特性

用いた試料は、珪砂($d_{max}=2.0\text{mm}$, $d_{min}=0.1\text{mm}$, $d_{50}=0.72$, $U_c=3.9$)とNa型ベントナイト(クニゲルV1)の混合物であり、ベントナイト配合率(全試料乾燥重量に対するベントナイトの乾燥重量の百分率)は10、20、30%の3種類とした。以下、各供試体をNa10%、Na20%、Na30%と称する。供試体は最適含水比になるよう加水・混練後、モールド

	ベントナイト配合率 (%)		
	10	20	30
最適含水比 (%)	11.9	11.2	12.3
最大乾燥密度 (gf/cm ³)	1.82	1.88	1.86
土粒子比重	2.655	2.655	2.653

内で所定の乾燥密度($0.95\rho_{dmax}$)になるように突固め、その後モールド内に拘束した状態で10~20日間水浸させて作成した。表-1に供試体の締固め特性を示す。実験は、B値が0.96以上であることを確認した後に所定の拘束圧で圧密し、ひずみ制御方式で非排水せん断を行った。拘束圧は0.1、0.2、0.3、1.0、2.0、5.0、10.0MPaの7通りとし、せん断速度は0.05%/minとした。試験結果の整理に用いた応力ひずみパラメータは、平均主応力 $p=(\sigma_a+2\sigma_r)/3$ 、軸差応力 $q=\sigma_a-\sigma_r$ 、応力比 $\eta=q/p$ 、軸ひずみ ϵ_a 、間隙水圧 u である。ここで、 σ_a 及び σ_r はそれぞれ供試体の軸方向及び半径方向応力である。

3. 試験結果及び考察

図-1~3に各供試体の拘束圧0.2、0.3、1.0、5.0MPaの試験結果を示す。各図において、(a)は $p-q$ 空間における有効応力経路を拘束圧 p_c で正規化したものであり、(b)は η と ϵ_a の関係、(c)は間隙水圧を拘束圧で正規化した u/p_c と ϵ_a の関係である。

図-1から、Na10%は拘束圧0.3MPa以下では密な砂に類似の有効応力経路を示すが、拘束圧1.0MPa以上では緩い砂または正規圧密粘土に類似の応力経路へ変化している。また、 $u/p_c-\epsilon_a$ 曲線は、拘束圧0.3MPa以下ではピーク値を持つ曲線であるが、拘束圧1.0MPa以上では間隙水圧の減少は見られない。この実験結果は主に砂粒子の破砕に起因するものと考えられるが、応力ひずみ関係ではその影響がほとんど見られない。

図-2、3から、Na20%及びNa30%は、拘束圧0.3MPa以下の有効応力経路及び応力ひずみ関係に明瞭な拘束圧依存性が見られる。圧密試験結果から求めた最適含水比状態のNa20%及びNa30%の圧密降伏応力はそれぞれ360kPa、560kPaであること、最適含水比状態で突固めた供試体を変位を拘束した状態で水浸させると100~200kPa程度の膨潤圧を発生することから、拘束圧0.3MPa以下の場合、せん断開始時の応力状態は粘土と言えば過圧密状態に相当し、過圧密の効果が実験結果に表れているものと考えられる。一方、拘束圧1.0MPa以上では正規圧密粘土に類似の挙動を示し、有効応力経路及び応力ひずみ関係に明瞭な拘束圧依存性は見られない。 $u/p_c-\epsilon_a$ 関係から、間隙水圧の発現傾向はベントナイト配合率や拘束圧によって異なり、今後ひずみ速度効果を含めたより詳細な試験・検討が必要と考えられる。

図-4にセカントアングルと拘束圧の関係を示す。図-4から、Na10%のセカントアングルに拘束圧依存性は見られない。Na20%及びNa30%のセカントアングルは拘束圧0.1~1.0MPaの範囲で30°以上低下しているが、これは、拘束圧0.3MPa以下では過圧密の効果により見掛けの粘着力が増大するためと考えられる。

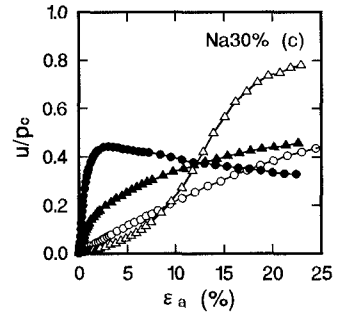
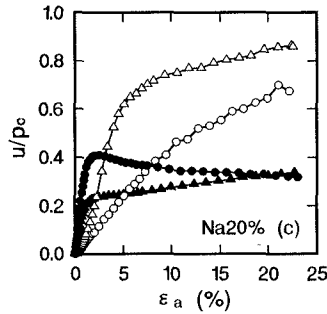
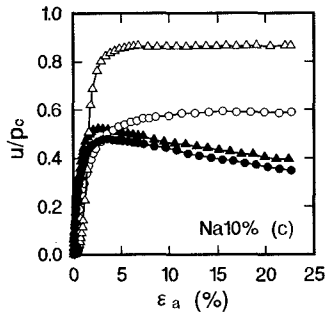
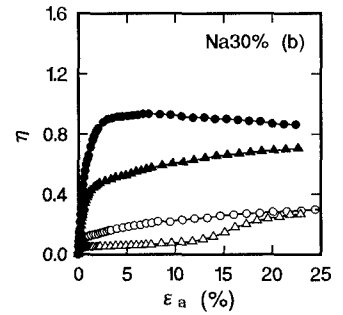
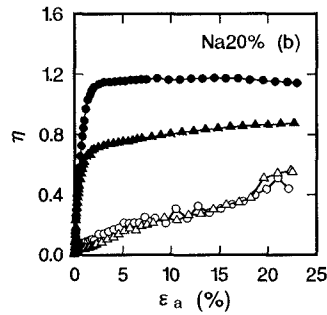
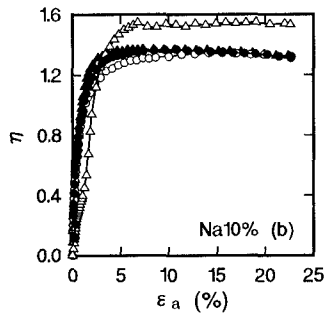
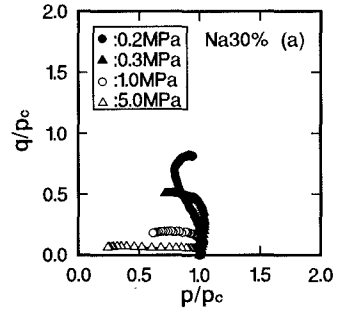
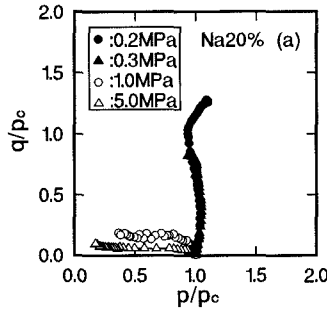
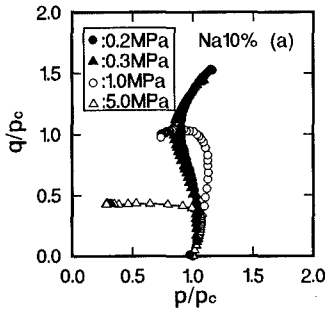


図-1 Na10%のC U試験結果

図-2 Na20%のC U試験結果

図-3 Na30%のC U試験結果

4. まとめ

- ① Na10%については、拘束圧1.0MPa以上で有効応力経路に粒子破碎による影響が表れるが、応力ひずみ関係に明確な拘束圧依存性は見られない。
- ② Na20%及びNa30%については、拘束圧0.3MPa以下では過圧密粘土に類似の挙動を示し、拘束圧が増大するにつれて正規圧密粘土に類似の挙動へ変化する。
- ③ 充填材のせん断特性は、ベントナイト配合率10%と20%の間で大きく変化する。

参考文献

- 1)Fujiwara A. et al: Studies on an Advanced Repository System with Enhanced Engineered Barriers, Proc. Int. Conf. on Nuclear Management and Environmental Remediation, pp.113-118, 1993.
- 2)Umedera M. et al: Mechanical Properties of Bentonite-Sand Mixtures under Triaxial Stress Condition, Mat. Soc. Proc. Vol.353, pp.307-311, 1994.

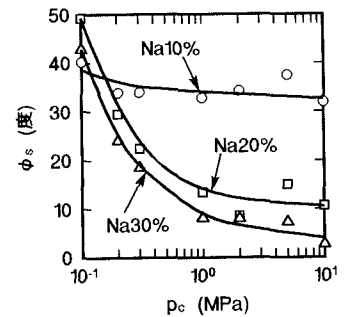


図-4 セカントアングルと拘束圧の関係