

(Ⅲ－３) 泥岩粗粒材のせん断挙動に及ぼす粒径の影響について

防衛大学校 (正) 山口晴幸
 " (学) ○三浦恵久
 " (〃) 遠藤祐一郎

1. はじめに

泥岩粗粒材のせん断挙動に及ぼす粒径の影響を明らかにするため、著者らはこれまでに大型三軸試験装置を用いて各種の相似粒度供試体による検討を行ってきた。今回はさらに微小な粒径を対象として相似粒度の小型三軸供試体を作製し、過去の実験結果と併せて考察を行った。

2. 試料および実験

実験に使用した泥岩は三浦半島葉山町から採取したものである。未風化の比較的堅硬な状態であり、物理特性は表1に示す通りである。これを図1に示す2種類の粒径範囲に粒度調整して実験試料とした。実験では1週間程度水浸して飽和させた試料を用いて直径5cm、高さ12cmの飽和供試体を作製し、三軸試験装置により各種の拘束圧力下で等方圧密した後、排水及び非排水条件下で圧縮せん断試験を実施した。排水せん断時のひずみ速度は約0.04%/min、非排水せん断時のひずみ速度は約0.08%/minである。供試体が大気圧下で自立不可能なため、供試体作製時には供試体底部から負圧を作用させて作製した。また、飽和度を上げるため試料を充填した後に気泡が出なくなるまで脱気水を通水している。

表1 泥岩試料の物理特性

自然含水比	18.8%
比重	2.68
強熱減量値	6.95%
液性限界	65.5%
塑性限界	31.1%

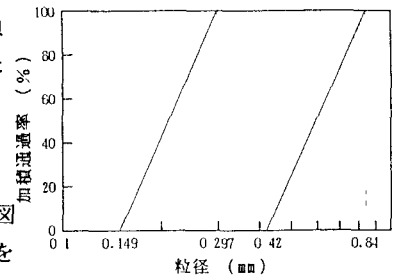


図1 供試体の粒径範囲

3. 実験結果および考察

図2にC D試験での軸差応力(q)と軸ひずみ(ϵ_a)の関係を示す。図中では最大粒径0.297mmの供試体を実線で、最大粒径0.84mmの供試体を破線でそれぞれ表示している。応力～ひずみ曲線はひずみ硬化型の形状を示しており、軸差応力は明瞭なピークを持たずに軸ひずみの増加に伴って増大する傾向を示している。粒径の影響については特に認められない。図3は体積ひずみ(ϵ_v)と軸ひずみ(ϵ_a)の関係を示している。全般に軸ひずみが増加するにつれて体積ひずみが増加している。また、あ

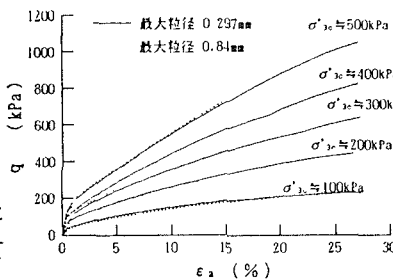


図2 C D試験での $q \sim \epsilon_a$ 関係

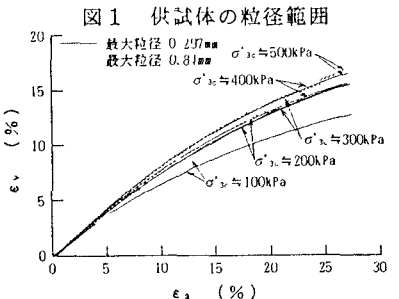


図3 C D試験での $\epsilon_v \sim \epsilon_a$ 関係

まり顕著ではないが、拘束圧(σ'_{3c})が大きいものほど大きな体積ひずみを示す傾向がある。この $\epsilon_v \sim \epsilon_a$ 関係についても粒径の影響はほ

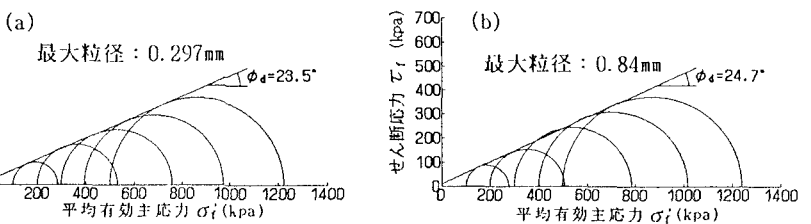


図4 C D試験でのモールの応力円及び破壊包絡線

とんど認められない。図4は破壊時のモールの応力円および破壊包絡線である。前述したように軸差応力の最大値が得られなかったので、ここでは軸ひずみが15%に達した時点をもって破壊状態としている。破壊包絡線の形状は直線的であり、 ϕ_d は破壊時の平均有効主応力によらずほぼ一定となっている。図中に示すように、 ϕ_d は23.5'と24.7'であり、最大粒径0.84mmの方が約1.2'大きい値を示している。

図5にCU試験での軸差応力(q)と軸ひずみ(ϵ_a)の関係を示す。拘束圧が大きくなるにつれて軸差応力が明瞭なピークを持つようになる傾向があるが、粒径の影響については特に認められない。図6は発生間隙水圧 $\Delta u \sim \epsilon_a$ 関係であり、拘束圧の増大に伴って Δu の発生量も比例的に大きくなっている。また、この $\Delta u \sim \epsilon_a$ 関係についても粒径による影響はほとんど認められない。図7は有効応力経路であり全般にほぼ類似した挙動を示しているが、最大粒径0.84mmの方が破壊線の勾配は若干大きくなっていることがわかる。図8は破壊時のモールの応力円および破壊包絡線である。ここでは応力比(q/p')が最大となった時点をもって破壊状態としている。破壊包絡線の形状はCD試験と同様に直線的であり、 ϕ' がほぼ一定となっていることがわかる。図中に示すように、 ϕ' は35.0'と36.9'であり、最大粒径0.84mmの方が約1.9'大きい値を示している。

図9は各供試体の破碎率 $\sim \sigma'_{3c}$ 関係をプロットしたものである。

(ここでは破碎率を、初期の最小粒径よりも小さくなった岩片の質量百分率と定義している。) CD・CU試験ともに、粒径の大きい供試体の方が全般に高い破碎率を示している。また、CD試験とCU試験のそれぞれにおける破碎率を比較すると、CD試験の方がかなり高い破碎率を示していることがわかる。図10は過去に実施した大型三軸試験結果を含めて各相似粒度供試体の $\phi' \cdot \phi_d$ を最大粒径との関係でプロットしたものである。全般に ϕ' の値は ϕ_d よりも11~12'程度大きめの値を示しており、最大粒径が大きくなるにつれて $\phi' \cdot \phi_d$ ともに大きくなっていることがわかる。

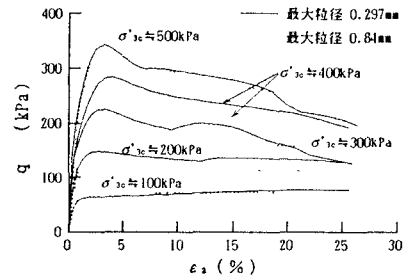


図5 CU試験での $q \sim \epsilon_a$ 関係

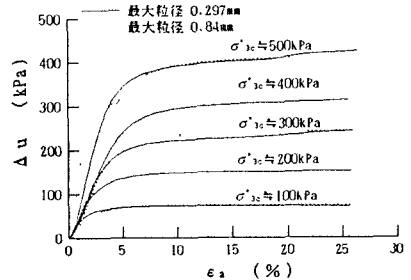


図6 CU試験での $\Delta u \sim \epsilon_a$ 関係

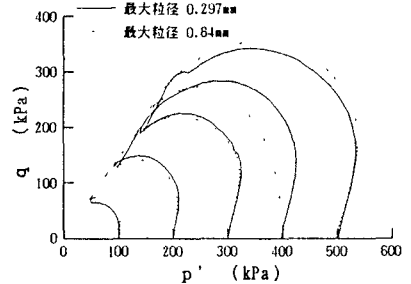


図7 CU試験での有効応力経路

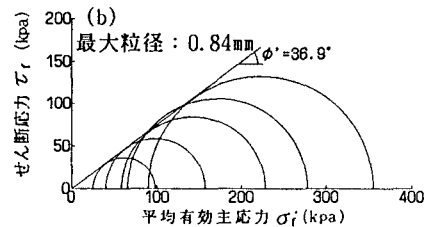


図8 CU試験でのモールの応力円及び破壊包絡線

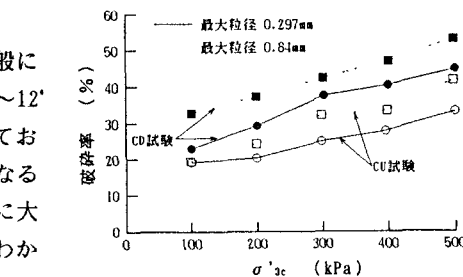


図9 破碎率 $\sim \sigma'_{3c}$ 関係

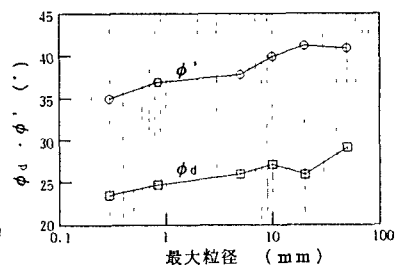


図10 $\phi_d \cdot \phi' \sim$ 最大粒径の関係