

III - 235

泥岩粗粒材料の内部摩擦角と構成岩片の破碎度合との関係

防衛大学校(正) 山口 晴幸

三井建設(株)(正) 黒島 一郎

1. はじめに ぜい弱な泥岩粗粒材料の支持地盤材料としての活用性の観点から、風化やスレーキング作用で生じた碎屑泥岩の岩片集合体から成る供試体について、著者らは各種の力学的試験を実施し、泥岩粗粒材料の工学的挙動の解明を試みている。泥岩粗粒材料の大きな特徴は、種々の力学的挙動が構成岩片の破碎度合によって大きく支配されることである。本報告では、大型三軸試験結果に基づき、岩片集合体から成る粗粒材料としての泥岩の内部摩擦角について、構成岩片の破碎度合との関連から若干の考察を試みる。

2. 試料と実験 実験に用いた泥岩試料の物理的性質を表-1に示す。第三紀泥岩層から基岩を掘削して採取した未風化の岩塊を細片化した後、ふるい分けによって粒度調整し、図-1に示す6種類の相似粒度の岩片試料を作製した。直径300mm、高さ600mm用の大型三軸試験機を使用し、等方圧密排水及び非排水圧縮せん断試験(CDとCU試験)を岩片集合体から成る飽和供試体について実施した。供試体作製に際しては、あらかじめ十分に水浸し、岩片内部も完全に飽和させた粒度調整試料(図-1参照)を、5層充填のタンピング中には破碎が起こらない程度につめて供試体を作製している。作製中には、供試体の自立を確保するために低真空圧を作用した。作製完了後、通水して供試体を飽和させた。等方圧密過程から100kPaの背圧を供試体に端面から作用した。圧密期間は1日に規定し、各種の一定拘束圧力下でのCDとCU試験をひずみ制御方式で実施した。なお図-1での粒度範囲が0.149～0.297mmと、0.42～0.84mm試料では、直径50mm、高さ120mm供試体とした。各粒径範囲の供試体作製時の間隙比を表-2に示している。せん断試験

表-1 泥岩の物理的性質

風化度合	未風化
自然含水比(%)	18.8
土粒子密度(g/cm^3)	2.68
乾燥密度(g/cm^3)	1.66
強熱減量(%)	6.95
液性限界(%)	65.5
塑性限界(%)	31.1
一軸圧縮強さ(MPa)	18～22

図-1 供試体を構成する岩片の粒度分布
表-2 供試体の初期間隙比

Grain sizes (mm)	Initial void ratio e_i
2.5 - 5	1.469 - 1.699
5 - 10	1.466 - 1.541
10 - 20	1.442 - 1.557
25 - 50	1.461 - 1.485

圧密過程から100kPaの背圧を供試体に端面から作用した。圧密期間は1日に規定し、各種の一定拘束圧力下でのCDとCU試験をひずみ制御方式で実施した。なお図-1での粒度範囲が0.149～0.297mmと、0.42～0.84mm試料では、直径50mm、高さ120mm供試体とした。各粒径範囲の供試体作製時の間隙比を表-2に示している。せん断試験

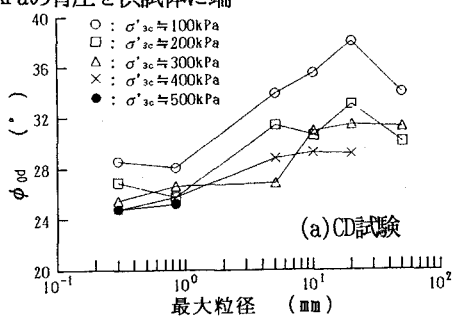
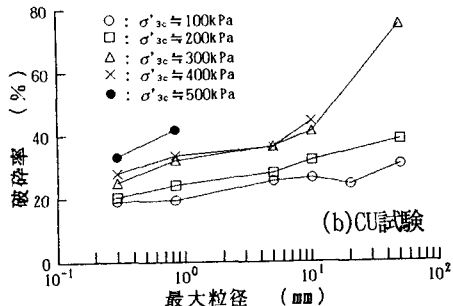
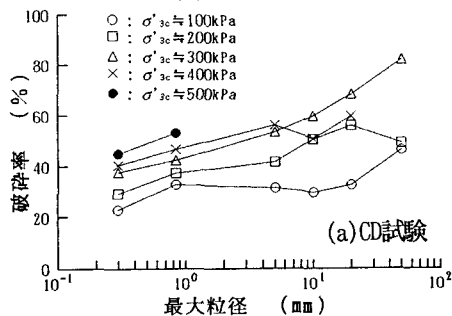
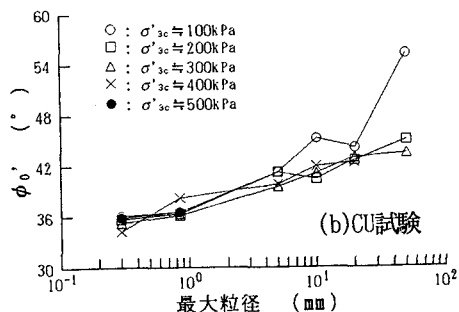
図-2 CDとCU試験の ϕ (ϕ_o , ϕ') と最大粒径との関係

図-3 CDとCU試験の岩片の破碎状況

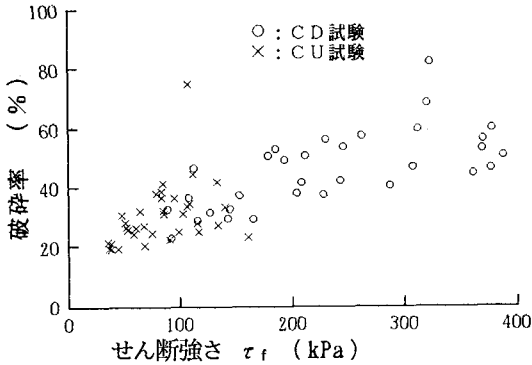


図-4 岩片の破碎率とせん断強さとの関係

終了後、ふるい分け試験により構成岩片の破碎状況を調べた。

3. 結果と考察 CDとCU試験において、各圧密圧力 (σ'_{3c}) で、破壊時のモール円に接する原点から引いた直線の勾配から求めた内部摩擦角 (ϕ_{0d} と $\phi_{0'}$) と、構成岩片の破碎率を最大粒径との関係でプロットしたのが図-2と3である。破碎率は、初期の最小粒径より小さい粒径の岩片質量の全質量に対する割合を意味する。図-2と3から明かなように、内部摩擦角の大きさと構成岩片の最大粒径との関係は、CDとCU試験結果ではかなり異なっている。これは、両試験で、動員される有効応力やせん断応力の大きさが異なり、構成岩片の破碎率にかなりの差異があるためと言える。しかし両試験において、粗い粒径試料ほど岩片の破碎性が高く、これに呼応して内部摩擦角も増加する傾向が認められる。そこで、破碎率とせん断強さ (τ_f) との関係を図-4に、また等方圧密過程と排水及び非排水せん断過程での破碎率をそれぞれ区分した代表的例を図-5に示す。図-2と3での破碎率には等方圧密過程での成分も含まれている。図-6(a)に示すように、圧密からせん断完了までの破碎率との関係でプロットすると両者間に、明瞭な規則的傾向はあまり認められない。しかし図-6(b)に示すように、CDとCU試験での破碎率を等方圧密過程での破碎率を差し引いたせん断過程での破碎率で表し、内部摩擦角との関係でプロットすると、最大粒径や圧密圧力及び排水条件が異なるにもかかわらず、内部摩擦角と破碎率との間には、近似的に一義的關係が認められる。このようなことから、泥岩のようなぜい弱な岩片試料からなる粗粒材料の強度パラメータは、せん断過程で生じる構成岩片の破碎割合によって大きく支配されていることが理解できる。

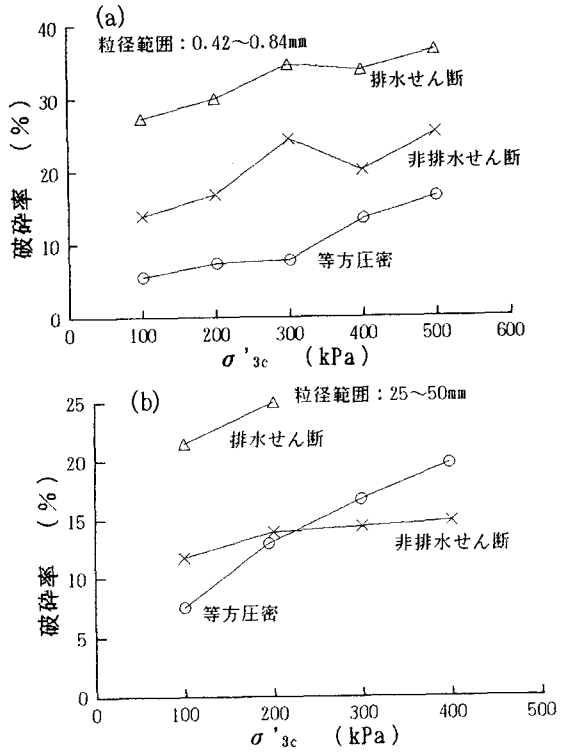
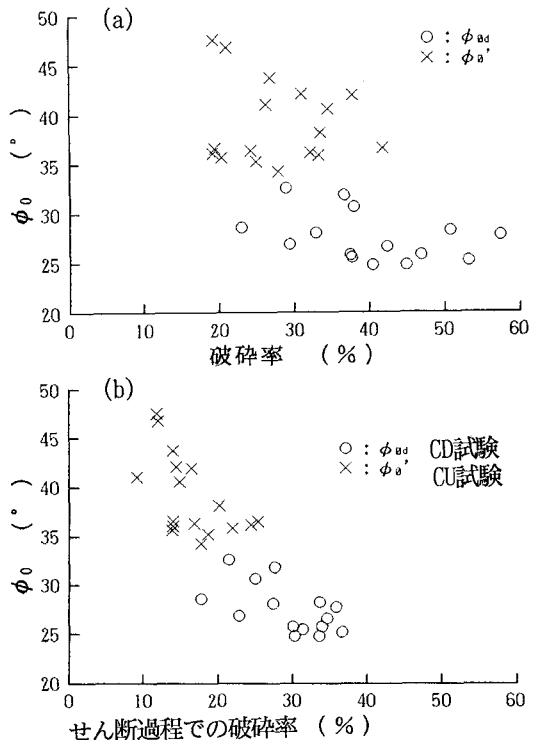


図-5 圧密とせん断過程での岩片の破碎状況


図-6 ϕ_0 と岩片の破碎率との関係