

(III-28) 硬質粘土におけるき裂が強度に及ぼす影響

日本大学大学院理工学研究科交通土木専攻 正会員 野村 晃一

日本大学理工学部交通土木工学科 正会員 宮森 建樹

日本大学理工学部交通土木工学科 非会員 野口 研一

日本大学理工学部交通土木工学科 非会員 深山 隆博

1 はじめに

一般に、硬質の材料や岩石においては、内在するき裂によってその強度が低下することが知られている。その強度はき裂の大きさ、方向および形状などに依存するものと考えられる。本研究においてはき裂と材料強度の関係について調べるために、単一もしくは複数のき裂を導入したモデルの圧縮試験を行い、基礎的なデータを収集することを目的とした。

2 試料及び試験装置

(1) 試料

結晶石こう（二水石こう）($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) を 150 度で加熱し、3/4 の結晶水を除去した市販の焼石こう（半水石こう）($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) と市販のカオリン粘土を用いた。

(2) 試験装置

供試体作成用は、内寸法で高さ 8 (cm)、幅 8 (cm)、奥行き 4 (cm) の鋼製モールドを用いた。

3 供試体の作成方法

予備試験の結果から所定の圧縮強度を得るため、供試体作成用モールドへ打設するスリラーの配合を焼石こう 320 (g)、水 240 (g)、カオリン粘土 80 (g) とした。

人為的に供試体に入れたき裂サイズの大きさは単一の場合、長さ $a \times$ 厚み b (cm) を 0.2×2.0 (cm)、 0.2×4.0 (cm)、 0.2×1.0 (cm)、 0.05×2.0 (cm) の 4 種類とし、複数のき裂を入れた場合は長さ $a \times b$ (cm) を 0.03×2.0 (cm) とし、き裂間の間隔 c を 1.0、2.0、3.0 (cm) とした。き裂の方向は双方とも圧縮方向に直交する方向から、 0° 、 30° 、 60° 、 90° とした。

4 結果と考察

(1) 応力・ひずみ関係

図-2 はき裂の大きさが 0.2×4.0 (cm) の供試体の応力・ひずみ関係を示したものである。この図からひずみが $0.4 \sim 0.6$ (%) の間で破壊に至っており、このことからこれらの供試体が脆性的であることがいえる。また、ほとんどの供試体が最大応力に達した後、直ちに破壊に至る特徴を示している。

(2) き裂の方向が強度に及ぼす影響

供試体は一軸方向から圧縮されているので、

き裂 硬質粘土 強度

〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1 電話番号 047-469-5228

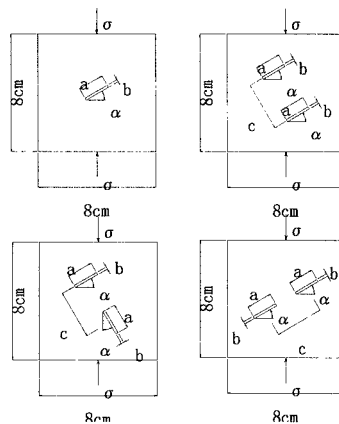


図-1 き裂の形状

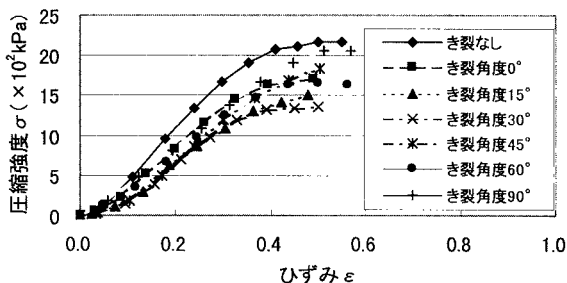


図-2 応力・ひずみ関係

き裂の方向が異なるとき裂周辺の応力状態が変化する。このことからき裂の方向が供試体の強度に影響するものと考えられる。図-3にき裂の方向とき裂のない健全な供試体とき裂を有する供試体の破壊時の応力との関係を示した。この図より、き裂の存在によって圧縮強度が低下することがわかる。この圧縮強度は、き裂の方向 α が 0° から 30° のときに小さく、 90° の時に最も大きくなっている。このような傾向は、エネルギー解放率から説明できるようである。

(3) 外部ひずみと内部ひずみの関係

き裂先端部のひずみを測定するために、別途十分に乾燥させた供試体を準備し、き裂先端部にストレインゲージ (45° ひずみロゼット) を貼り同様の圧縮試験を行った。き裂先端部のひずみを測定した結果を図-4に示す。この図から、き裂の存在しない材料においては外部ひずみと内部ひずみがほぼ一致することがわかる。これは供試体全体に一樣にひずみが分布しているものと考えられる。また、き裂角度が 0° 、 30° の場合は変形が大きくなるにしたがって、ひずみは急激に増大し、き裂先端部に応力集中が生じていることがわかる。これが前述の $0^\circ \sim 30^\circ$ において圧縮強度が低下する要因であると考えられる。

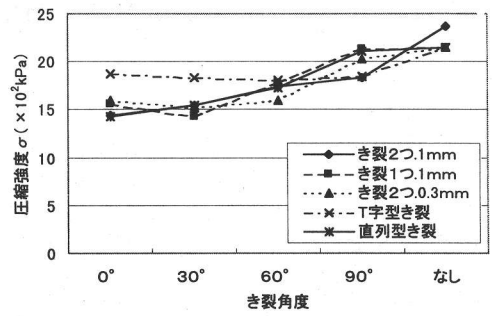


図-3 き裂角度と圧縮強度の関係

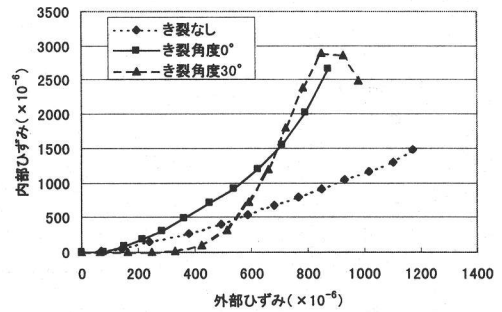


図-4 外部ひずみと内部ひずみの関係

(4) き裂周辺の応力解析

単一のき裂を有する供試体について有限要素法による線形弾性解析を行った。最大せん断応力のコンタを図-5に示した。実験結果から得られたひび割れを図-6に示す。これらを比較すると、破壊のパターンと最大せん断応力のそれは対応しているものと考えられる。

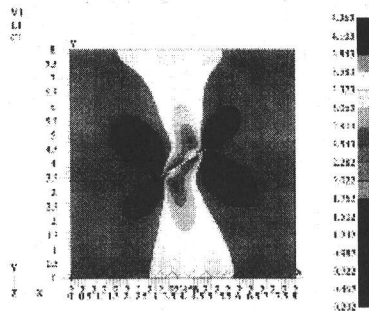


図-5 最大せん断応力

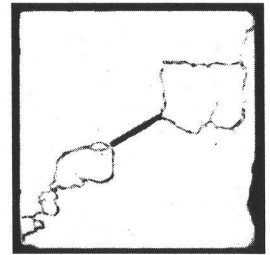


図-6 ひび割れ写真

5 結論

本研究では単一もしくは複数のき裂が硬質粘土の圧縮強度・変形特性に及ぼす影響を調べた。その結果、以下のような特性が明らかとなった。

- ① き裂の方向が圧縮強度に影響を及ぼしており、その方向が大きくなるとの圧縮強度は増大する。
- ② き裂が存在している場合、その端部ではひずみが大きくなっており、応力集中が生じている。
- ③ き裂を有する供試体はき裂の進行パターンが最大せん断応力の計算値に対応している。

き裂端部におけるひずみの挙動について、載荷しはじめた初期の段階でき裂の存在しない場合よりも応力集中が小さくなる原因が未だ不明である。また、き裂間の間隔および配置パターンが圧縮強度に及ぼす影響は今回の実験では把握できなかった。より多くデータを集め検証することを今後の課題としたい。