

## 島尻粘土における乾燥き裂パターンに関する実験研究

琉球大学大学院  
琉球大学

学生会員  
正会員

○広瀬 孝三郎  
松原 仁

### 1. はじめに

泥層の表面に発生する割れ目は mud crack と呼ばれ、地表面だけでなく地層中にも見られる。このような破壊現象の過程は、非線形性と不可逆性を持っており、十分に理解されているとは言い難い状況である。特に、き裂パターンの断面構造や時間発展に関する実験や解析が十分になされたとは言えない。

そこで、本研究では乾燥き裂形成パターンやき裂進展過程についての研究があまり進んでいない島尻粘土を対象とし、粘土が乾燥収縮する過程におけるき裂パターンの形成特性を、実験により解明することを行った。

### 2. 実験方法

#### 2.1 使用材料と試料の作製法

本実験で用いた島尻粘土は沖縄本島南部の地層に多く含まれている比較的軟弱な泥岩で、第三紀中新世から鮮新世にかけての海成堆積物である。島尻粘土の乾燥破壊は水を含んだ湿潤状態から乾燥していく収縮過程においてき裂が発生することがわかっている<sup>[1]</sup>。

本実験では、島尻粘土を手作業にて粉碎し、600 $\mu$ m の網ふるいを通したものを、恒温器にて24時間乾燥し、粘土と水をまぜ作成したものを試料として用いた。試料を入れる容器は、テフロン加工性の円柱状容器を使用した(直径280mm, 深さ53mm)。なお乾燥き裂の様子は、定点カメラを使用して撮影し、恒温器にて一定条件の環境で実験を行った。

#### 2.2 実験条件

本実験では、深さに焦点を当てを行った。深さについては20mm, 18mm, 16mm, 14mm, 12mm, 10mm の6

パターンを設定した。含水率については、予備実験により均一な混合物を作成するのに適している60%に設定した。また、温度25 $^{\circ}$ C, 湿度40%, 粒径600 $\mu$ m以下の条件で実験を行った。

#### 2.3 評価方法

本研究では、①画像による比較, ②ピース数, ③各ピースの面積, ④き裂進展長さの4項目の評価を行った。ここで「ピース」とは、乾燥き裂によって生じた粘土片をいう。③と④の計算法には、デジタル画像処理技術を用いた。

ピースの面積の計算概念を図-1に示す。本手法では、実験結果の画像から、面積を計算したいピースを選択し、そのピースに色を付け他の箇所と2値化することでピースの面積の算出をする。

また、き裂進展長さの計算法の概念を図-2に示す。本手法では、き裂進展の画像を読み込み、き裂を線で表示することで長さの算出する。

### 3. 実験結果

#### 3.1 画像による比較

図-3に定点カメラによって撮影した実験終了後のき裂画像を示す。画像による比較を行った結果、混合物の深さが大きい程ピースのサイズが大きくなる傾向がみられた。また、き裂同士が交差する場合き裂はき裂に対して垂直に交わるものが多くみられた。これは、泥地などで典型的に見られる2次元なき裂の形成過程において発生しやすいもの<sup>[2]</sup>であり、き裂が一時的ではなく順次発生したことを意味している。

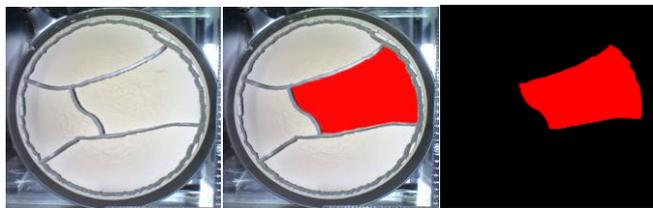


図-1 ピース面積の計算手順



図-2 き裂進展長さ計算手順



20 mm 18 mm 16mm



14 mm 12 mm 10mm

図-3 乾燥き裂の画像

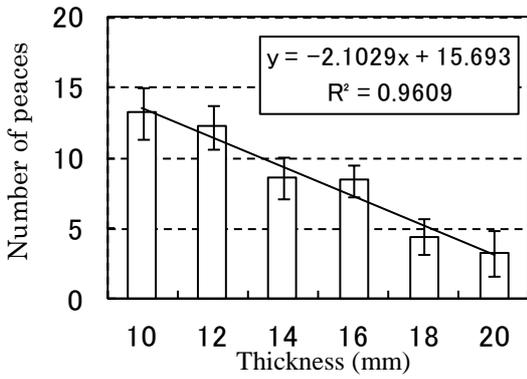


図-4 深さとピース数の関係

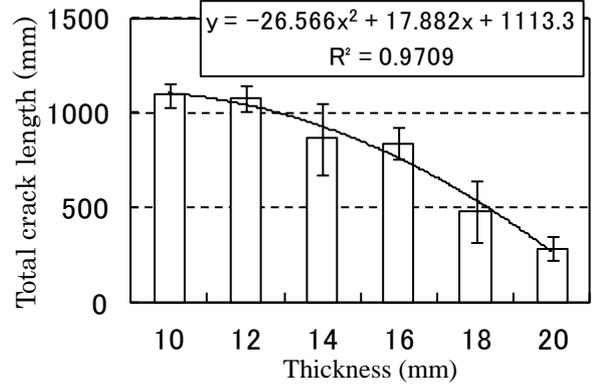


図-6 き裂長さと深さの関係

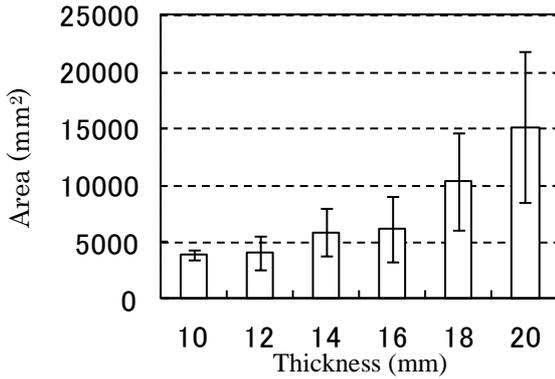


図-5 平均ピース面積と深さの関係

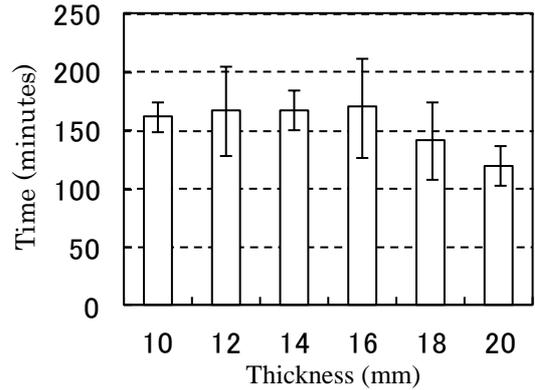


図-7 き裂進展時間と深さの関係

### 3.2 ピース数

実験終了後、粘土がき裂によって別れた個数をピース数として表わし、各深さごとの平均ピース数を比較した。図-4にピース数と深さの関係を示す。同図より、平均ピース数は深さが大きくなるにつれて減少していく傾向があることがわかった。また、近似曲線より、ピース数と深さの関係は線形に近い値となっている。

### 3.3 ピース面積

図-5にピース面積と深さの関係を示す。同図の標準偏差より、深さが大きい方では面積に大きなばらつきがみられるが、深さを小さくしていくと、面積のばらつきが小さくなっている。また、平均面積は深さを小さくしていくと小さくなることわかる。

### 3.4 き裂進展長さ

図-6にき裂進展長さとの関係を示す。同図より、深さが小さいものから大きくしていくと、き裂の長さは小さくなる傾向となることがわかる。また、近似曲線は緩やかな2次曲線に近い値になった。

図-7にき裂進展時間との関係を示す。き裂進展時間は、深さ20mmにおいて一番短く、深さ16mmで進展時間はピークに達した。深さ16mmから10mmになるにつれ徐々に減る傾向がみられた。

図-8にき裂進展長さの増加量と時間の関係を示す。同図より、深さが大きいものはき裂発生からき裂終了までのき裂の増加量が一定に近い。また、深さが小さいものは、き裂発生初期は緩やかにき裂が進展し、その後、き裂の増加量が急激に増えていることがわかる。

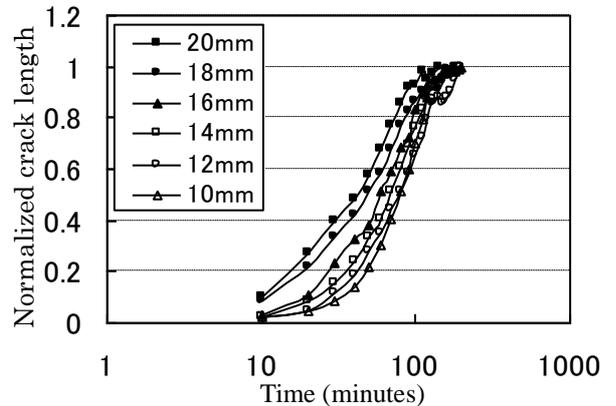


図-8 き裂進展時間と長さの関係

## 4. まとめ

本研究では、粘土の乾燥き裂のパターンに対して、実験条件を適切に設定することで特徴的なパターンが見られることがわかった。今後は、実験パラメータの変化や増加による、き裂パターンの変化について更に検討していくことが望まれる。

## 謝辞

本研究は科学研究費補助金(23760428)の助成を受けた。ここに記して感謝の意を示す。

## 参考文献

- 1) 新城俊也, 小宮康明: 乾湿繰返しによる島尻層泥岩の強度低下, 琉球大学農学部学術報告 p.307-323,1978.
- 2) 西本明弘: 乾燥亀裂のパターン形成, 2008.