粘性土における Mud crack 生成パターンに関する実験的検討

1. はじめに

水田や河川底にある粘質土壌に発生する割れ目は Mud crack と呼ばれている. Mud crack にはいくつかの 規則的なパターンがあり,古くから注目されているが, き裂発生メカニズムに関する系統的な研究例は少なく, 十分に理解されているとは言い難い状況がある.

Mud crack に関する研究は、乾燥前に力学的外乱を与 え、き裂形状自体をコントロールする研究¹⁾,混合土の 構成を変化させることにより内部構造を破壊し Mud crack に与える影響を観察した研究²⁾等がある.しかし ながら、土壌の種類とき裂進展過程、き裂進展速度等 との関連性については、未だ解明されていない.

そこで本研究では, Mud crack パターンの支配要因と して, 試料の厚さ, Mud block の大きさ, 粒径, 塩分濃 度, 含水比, き裂長さに着目して実験的検討を行った.

2. 実験方法

2.1 実験条件

本実験では、沖縄県に分布している国頭まあじおよ び島尻層群泥岩を試料として用い、最大粒径 425 µ m の ふるいを通過した紛体を使用した. CaCO₃に関しては粒 度調整済の試料を用いた.容器には、フッ素樹脂加工 を施してある円形金属容器(直径:28cm,厚さ:5.3cm) を使用した.

試料は,温度 25℃,湿度 40%に設定した恒温器内に 設置した. 試料の厚さは 10mm と 15mm,塩分濃度に関 しては,0%と 10%の 2 パターンで行った.

本研究で用いた試料の粒度分布を図 1 に示す. 同図 より,国頭まあじに関しては砂分を多く含む試料であ り,島尻層群泥岩および CaCO₃は国頭まあじに比べ比 較的粒度が小さい性質を示すことがわかる.



2.2 評価方法

本研究での評価項目を以下に示す.

① 最終き裂パターンと最終含水比との関連性評価

琉球大学大学院	学生会員	○広瀬	孝三郎
琉球大学	正会員	松原	仁

② 経過時間とき裂進展長さの関連性評価

①に関しては、定点カメラにて撮影した画像および最終含水比をもとに比較検討を行った。②に関しては、定点カメラの画像およびデジタル画像処理技術を利用して評価を行った.本技術では、図2に示すように画像を読み込み、き裂を線で表示することでき裂の長さを算出することが可能である。



図2 き裂進展長さを求めるための手順

3. 実験結果

3.1 最終き裂パターンと最終含水比との関連性評価

各試料における24時間乾燥後の最終結果画像を図3, 図4および図5に示す.同図より,Mud blockの大きさ は厚さ10mmの試料の方が厚さ15mmの試料よりも小 さいことが確認された.この傾向は,塩分を含んだ場 合に顕著であることがわかった.塩分を含む試料に関 しては,内在塩分の結晶化に伴って試料内部の土の構 造が破壊されるために,Mud crackが生じにくくなった ためだと考えられる.

実験により得られた最終含水比を表 1 に示す. 同表 より,塩分を含んだ試料と含んでいない試料に明確な 違いがみられた. すなわち,試料の厚さが厚く,内在 塩分を含む試料ほど,乾燥後も高い含水比を保持する ことがわかった.

表1 各試料の最終含水比

	Kunigami red soil	Shimajiri foundation	CaCO ₃
Depth:10mm,Salinity:0%	3%	5%	1%
Depth:10mm,Salinity:10%	19%	23%	8%
Depth:15mm,Salinity:0%	9%	8%	3%
Depth:15mm,Salinity:10%	24%	28%	20%

以上のように、内在塩分と含水比に関連性があるこ とから、本研究では経過時間ごとの含水比の変化を観 察することにした.経過時間と含水比の関係を図 6 に 示す.同図より、塩分を含んだ試料に関しては、高い 含水比を保持していることが確認された.要因として は、塩分がまわりの水分を吸収すること、内在塩分の 結晶化に伴い水分の蒸発が抑制されることが考えられ た.塩分が結晶化する現象に関しては、図4(b)および(d) からも確認することができる.



(同図(b))および砂分が多い国頭まあじ(同図(a))に ついては,大きい粒径の紛体が含まれる程,CaCO₃にみ られた明確な違いがみられなくなることがわかった.

さらに、き裂進展速度に関しては、図6および図7よ り、乾燥後も高い含水比を保持する試料程、き裂進展 に時間を要する傾向があることがわかった.以上のこ とから、Mud crack におけるき裂と粒径の構成には強い 関連性があることがわかった.また、内在塩分は試料 の含水比に対して非常に影響することから、き裂進展 速度に影響を与えることがわかった.

5. おわりに

本研究では基礎的な実験に留まっている. 今後,実 問題に適用することが必要である.

参考文献

1) Nakahara, A. and Matsuno, Y.: Imprinting memory into

paste and its visualization as crack patterns in drying process, J. Phys. Soc. Japan 74 1362, 2005.

Elapsed time (min)

(c) CaCO₃

Depth:15mm, Salt:0%

-Depth:15mm, Salt:10%

Depth:10mm, Salt:0%

← Depth:10mm, Salt:10%

120 180 240 300 360 420 480 540 600

経過時間とき裂長さの関係

2) 伊藤寛之, 宮田雄一郎:マッドクラックのパターン 形成実験, 地質学雑誌 104 巻, pp.90-98,1998.

Normalized crack length

0.80

0.60

0.40

0.20

0.00

0 60

図 7