

塩化ナトリウム水溶液が浸透したカオリン粘土の亀裂強度と時間効果

長野工業高等専門学校 学生会員 ○内山 茂
 長野工業高等専門学校 正会員 松下 英次
 長野工業高等専門学校 正会員 塚田 千夏

1. はじめに

日本では、台風・集中豪雨・融雪・地震などによって全国各地で多くの地すべりや土砂崩壊が発生している。このような被害を防ぐために様々な地すべり対策、安定度解析が行われており、すべり面の強度決定が重要になってくる。

土粒子間に働く力は吸着水を含めた間隙水の化学的性質の変化によって、その方向と大きさを変えらると思われている^{1), 2)}。また、吸着水は塑性、締固め、粒子間結合および水の移動といった粘性土の種々の挙動に関係している。このことから、海水等が粘性土に流れ、吸着水の化学的変化が起きると粘性土の工学的性質に大きな影響を与える。特に、亀裂が多数入った風化軟岩や地すべりで発生したすべり面には間隙水が容易に浸透し、強度が変化すると考えられている。また、海水などが地盤の性質に及ぼす影響は、それらが地盤に浸透してからの経過時間によって異なることが予想されており、既往研究³⁾でもその影響を調査している。実際の現場において地すべり等で地盤に亀裂が生じ、その亀裂面の間隙水が海水などの影響を受けて化学的に変化した場合、予想される影響と時間との関係を調べることは地盤工学的に重要だと考えられる。

表-1 物理試験結果

ρ_s	g/cm ³	2.625
D_{max}	mm	0.25
W_L	%	66.7
W_p	%	26.9
I_p		39.8
土質分類		CH



写真-1 亀裂あり供試体

表-2 試験までの経過時間

経過時間
5, 30, 60, 360(分), 1, 7(日), 1, 3, 6(ヶ月)

本研究では、すべり面に塩化ナトリウム水溶液が浸透し、間隙水の化学的性質が変化した地盤を想定し、一軸圧縮試験を行う。比較のために、すべり面に水が浸透した場合も検討し、塩化ナトリウム水溶液が対象粘性土(カオリン粘土)の強度や変形特性などの地盤の工学的性質に及ぼす影響と時間との関係を調べることを目的としている。

2. 実験概要

試験にはカオリン粘土を用いる。表-1 にカオリン粘土の物理的性質を示す。

供試体には予圧密試料を用いる。予圧密は、試料に純水を加え、攪拌しスラリー状にしたものを圧密装置に詰め、上下面から排水を許した状態で鉛直圧密応力 $p=98.0\text{kN/m}^2$ をかけて行う。圧密の終了は、3t 法に基づいて決定する。

供試体をトリミング法によって作製し、直径 5cm、高さ 10cm の円筒形とする。亀裂面の角度は、亀裂の無い供試体の一軸圧縮試験の結果をもとに、50°とした。写真-1 に亀裂を付加した供試体を示す。

一軸圧縮試験は地盤工学会基準⁴⁾に基づいて行う。表-2 に示す経過時間の後、一軸圧縮試験を実施する。表-3 に試験条件を示す。

3. 亀裂強度と経過時間

図-1 に亀裂なし・亀裂あり供試体の応力ひずみ曲

表-3 試験条件

供試体名	条件
1 亀裂なし	亀裂が生じていない供試体
2 亀裂あり	供試体中心より 50°の角度で亀裂を生じさせた供試体
3 水・亀裂あり	亀裂あり供試体の亀裂面に純水を塗布した供試体
4 塩化ナトリウム水溶液・亀裂あり	亀裂あり供試体の亀裂面に塩化ナトリウム水溶液(濃度 15%)を塗布した供試体

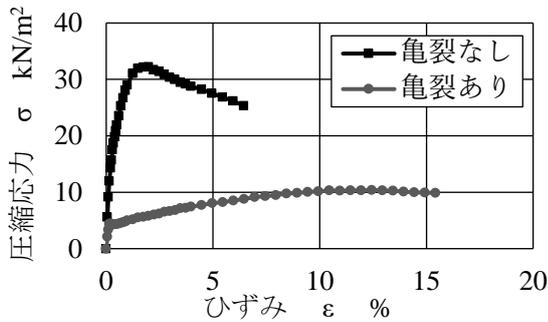


図-1 亀裂の有無による応力ひずみ曲線の違い

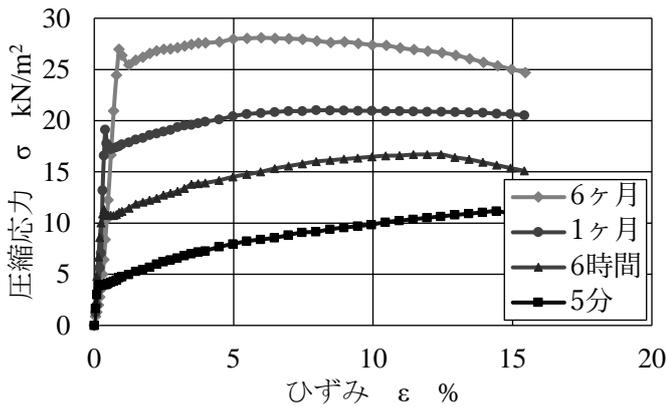


図-2 応力とひずみの関係(純水塗布)

線を示す。亀裂がある場合、一軸圧縮強度が非常に弱くなっていることがわかる。

図-2 および図-3 にそれぞれ純水塗布および塩化ナトリウム水溶液塗布の応力とひずみの関係を示す。なお、代表として5分、6時間、1ヶ月、6ヶ月の結果を示す。いずれの場合も、液体塗布からの経過時間が長くなるほど強度が大きくなっていく。

図-4 に亀裂面に純水および塩化ナトリウム水溶液を塗布した一軸圧縮試験から得られた一軸圧縮強度と供試体作製から試験までの経過時間の関係を示す。純水を塗布した場合、経過時間が長い供試体の試験結果にばらつきがあるものの、一軸圧縮強度は経過時間の増加とともに増加する。塩化ナトリウム水溶液を塗布したものについても同様である。近似曲線に関しては、純水のほうが塩化ナトリウム水溶液よりも傾きがやや大きくなっているが、実験結果にばらつきがあるため、差異はないといえる。よって、亀裂面に純水および塩化ナトリウム溶液を塗布しても一軸圧縮強度には影響を与えない。

4. まとめ

供試体亀裂面に純水および塩化ナトリウム水溶液

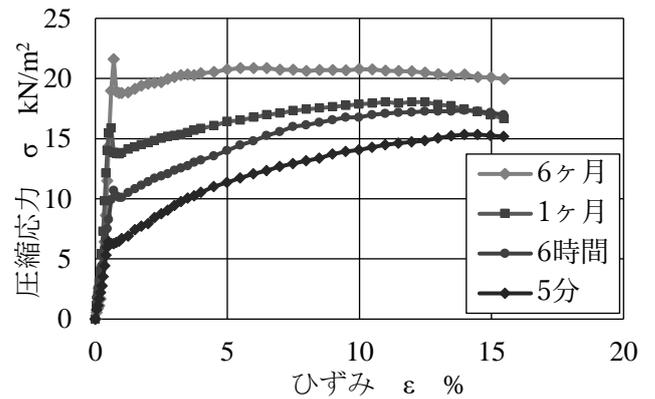


図-3 応力とひずみの関係(塩化ナトリウム水溶液塗布)

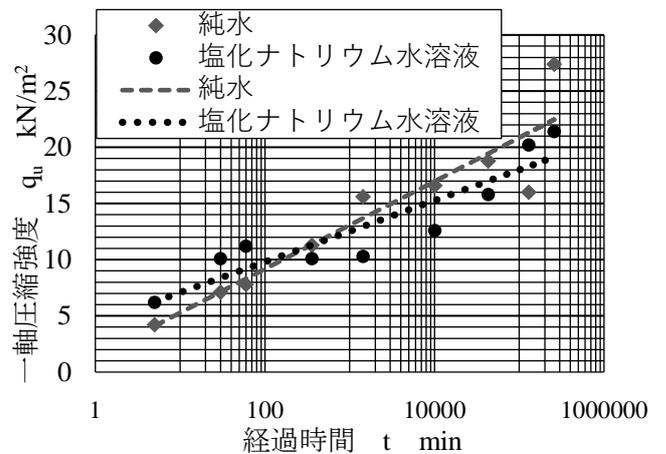


図-4 一軸圧縮強度と経過時間の関係

をそれぞれ塗布し、一軸圧縮試験を行った。得られた知見を以下に示す。

- (1) いずれの場合も、経過時間が長くなるほど一軸圧縮強度は大きくなっていく。
- (2) 亀裂面に塗布する液体によって一軸圧縮強度の差異はなく、経過時間による影響のほうが大きい。

参考文献

- 1) 松下英次：粘性土の土質工学的性質に及ぼす pH の影響，山口大学大学院博士論文，2002
- 2) Yong, Mohamed and Warkentin：Principles of Contaminant Transport in soil 地盤と地下水汚染の原理，東海大学出版会，1995
- 3) 上條真里奈：塩化ナトリウム水溶液が浸透したカオリン粘土の亀裂強度と緩衝能，2019
- 4) 社団法人地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説，2009