

カオリン粘土のコンシステンシーに及ぼす時間効果

長野工業高等専門学校 学生会員 ○山崎 貴博
 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

津波や高潮，地下水，酸性雨，工業や農業による土壤汚染等によって地盤に化学的物質が浸透することがある．こうした化学的物質の浸透によって土中の間隙水において化学的変化が起きると地盤の工学的性質に強い影響を与えることが知られている¹⁾．また，化学的性質が変化した間隙水の性質は，水が地盤に浸透してから経過時間により変化することも予想され，これに伴い地盤の工学的性質も時間変化することが予想される．このような水が浸透してから経過時間に伴う性質の変化を含めて時間による影響を本研究では時間効果とする．

土のコンシステンシー特性は土の力学的性質の推定や工学的分類に利用され，細粒土における工学的性質を表す重要な指標である．土のコンシステンシー特性においても時間効果が生じる可能性が予想される．

本研究では，間隙水に化学的影響を受けている地盤における土のコンシステンシーに及ぼす時間効果について検証することを目的として実験を行なう．試料に加える水には，化学的影響を受けている間隙水の例として塩化ナトリウム水溶液(3%)を用い，化学的影響を受けていない純水との挙動の違いを検証する．検証にはコンシステンシーにおいて重要な指標である液性限界と流動指数を用いる．

2. 試験方法

(1)試料

試料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．

(2)液性限界試験

液性限界試験は，地盤工学会基準²⁾に基づいて行う．図1に純水および塩化ナトリウム水溶液を加えたカオリン粘土の流動曲線を示す．流動曲線より落下回数15, 20, 25, 30, 35回における含水比を抽出し，それぞれの含水比に調整した試料を作製する．含水比を調整した試料は，乾燥を防ぐために密閉す

表1 カオリン粘土の物理的性質

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

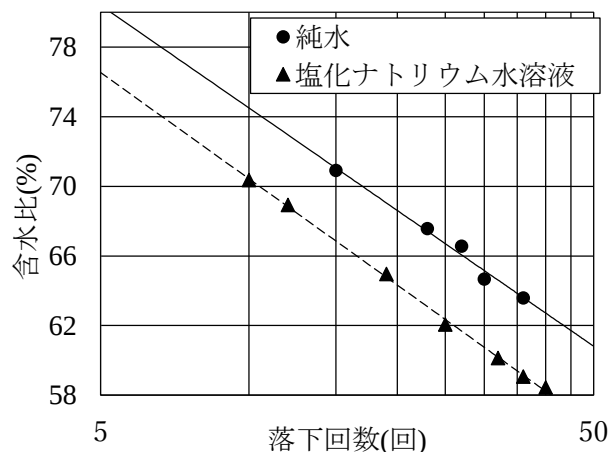


図1 カオリン粘土の流動曲線

る．試料に水を加えてから15, 30分, 1, 2, 3, 6, 12, 24, 48, 72, 168時間の経過時間において液性限界試験を実施し，各経過時間における落下回数および含水比を測定する．試料に加える水には純水，塩化ナトリウム水溶液（3%）を用いる．

3. 液性限界と経過時間

図2に液性限界と経過時間の関係を示す．純水を用いた試料では，経過時間に伴い液性限界が減少していく傾向が確認され，168時間(10080分)で約2%減少した．塩化ナトリウム水溶液を用いた試料においては経過時間に伴う液性限界の変化はほとんど確認されなかった．以上の原因として以下が考えられる．

水を由来とするOH⁻が土粒子に付着することによりカオリン粘土を主として構成するカオリナイト粒

子の OH^- が優勢化することで土粒子表面の負の電荷が強くなり拡散二重層の厚さが増加する．それに伴い London-van der waals 引力の影響が少なくなり分散する影響より負に帯電した pH 依存荷電と負の永久荷電間の斥力が大きくなり流動性が増すためコンシステンシーは減少する．このような現象が経過時間に伴い進行したことから純水を用いた試料において経過時間に伴い液性限界が減少したと考えられる．塩化ナトリウム水溶液を用いた試料においては、水由来の OH^- による影響よりも後述する塩化ナトリウム由来の Na^+ の付着による影響が強いため経過時間に伴う液性限界の変化はほとんどなかったと考えられる．

なお、図 2 において塩化ナトリウム水溶液を用いた試料の液性限界は純水を用いた試料に比べて低くなった．以上の原因として以下が考えられる．

塩化ナトリウム水溶液中の Na^+ が土粒子表面に付着すると土粒子表面の負の電荷が弱くなる．それに伴い拡散二重層の厚さが減少して土粒子間の斥力も小さくなり、土粒子間距離に反比例する London-van der waals 引力が大きくなることで土粒子が凝集し、見かけ上大きな粒子が形成されたため液性限界が減少したと考えられる．

図 3 に流動指数と経過時間の関係を示す．ばらつきはあるが純水を用いた試料においてわずかに増加する傾向がみられた．塩化ナトリウム水溶液を用いた試料においては、経過時間に伴う流動指数の変化はほとんど確認されなかった．これは、前述したように純水を用いた試料において経過時間に伴い流動性が増加したことが関係していると考えられる．

4. まとめ

本研究の結果より以下の知見を得た．

- 1) 液性限界は、純水を間隙水として含むカオリン粘土において経過時間に伴い減少する．塩化ナトリウム水溶液を間隙水として含むカオリン粘土では経過時間に伴う変化はほとんどない．
- 2) 流動指数は、純水を間隙水として含むカオリン粘土において経過時間に伴わずかに増加する．塩化ナトリウム水溶液を間隙水として含むカオリン粘土では経過時間に伴う変化はほとんどない．

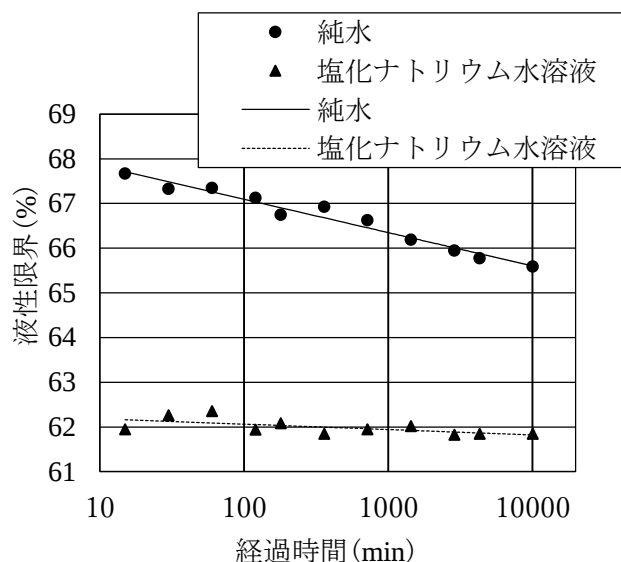


図 2 液性限界と経過時間の関係

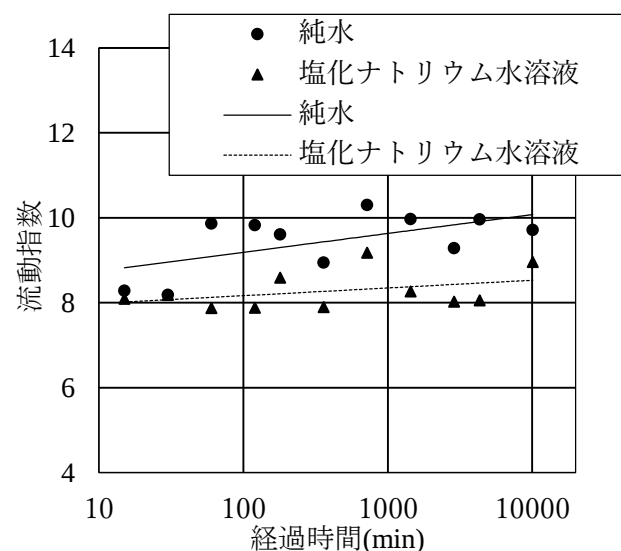


図 3 流動指数と経過時間の関係

3) 間隙水の化学的影響により土のコンシステンシーにおける時間効果は変化する．したがって、地盤のコンシステンシーについて調査する場合、その地盤の間隙水の化学的性質および時間効果について留意する必要がある．

参考文献

- 1) Yong, Mohamed, Warkentin : 地盤と地下水汚染の原理－福江正治, 加藤義久, 小松田精吉 訳－, 東海大学出版会, 1995.
- 2) 社団法人地盤工学会(編) : 土質実験の方法と解説 第一回改訂版, 社団法人地盤工学会, 2005.
- 3) 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