

塩化ナトリウム水溶液が浸透した粘性土の亀裂強度と緩衝能

長野工業高等専門学校 学生会員 ○上條 真里奈

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

津波や台風による高潮，地下水に含まれる塩分などによる塩害が地盤内に発生することがある．こうした塩害によって土中の吸着水の化学的変化が起き，地盤に強い影響を与えることが予想される．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て強度変化が起これと考えられている．これらを踏まえ、人工的に付加した亀裂面に塩化ナトリウム 15%水溶液を添付して一軸圧縮試験を行った．図-1 に二本の供試体についての試験結果を示す．一軸強度に大きな差異が生じたことから試験条件を再検討し，塩化ナトリウム水溶液を添付してから圧縮を開始するまでの経過時間に注目した．時間条件を統一した実験を行ったところ，ほぼ同じ強度の結果を得ることができた．このことから亀裂面における間隙水の化学的変化が生じてから時間経過とともにその強度は変化することが予想される．

本研究では、塩化ナトリウム水溶液がカオリン粘土の強度や変形特性などの地盤工学的性質に及ぼす影響と時間の関係を調べることを目的とした実験を行なう．人工的に付加した亀裂面に塩化ナトリウム15%水溶液を添付し，試験を行うまでの経過時間と一軸圧縮強度の関係を明らかにする．

2. 試験方法

試料としてカオリン粘土を用いた．表-1 にカオリン粘土の物理的性質を示す．

供試体の作成方法は以下のとおりである．含水比が液性限界の約 1.5 倍となるよう純水を試料に加え，攪拌しスラリー状にする．この試料を大型圧密装置へ詰め，脱気した後，上下面からの排水を許した状態で圧密応力 $p=98.0\text{kN/m}^2$ で予圧密する．圧密の終了は，3t 法に基づき決定した．この予圧密した再構成試料を供試体として用いた．供試体の寸法は直径 5cm，高さ 10cm に切り出し，写真-1 に示すように供試体の中央付近に角度 50° の亀裂面を付加した．なお，亀裂の角度は亀裂を生じさせていない供試体

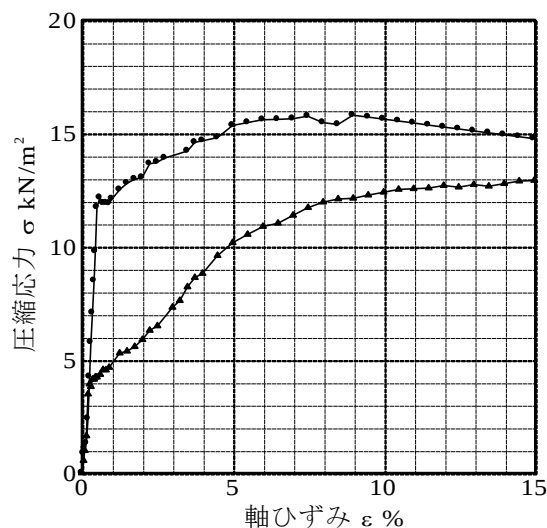


図-1 応力－ひずみ曲線(塩化ナトリウム 15%)
(時間条件を考慮しない)

表-1カオリン粘土の物理的性質

ρ_s	g/cm^3	2.605
$D_{\max}$	mm	0.75
F_c	%	100.0
F_{clay}	%	84.2
w_L	%	61.7
w_p	%	27.8
I_p		33.9
土質分類		CH

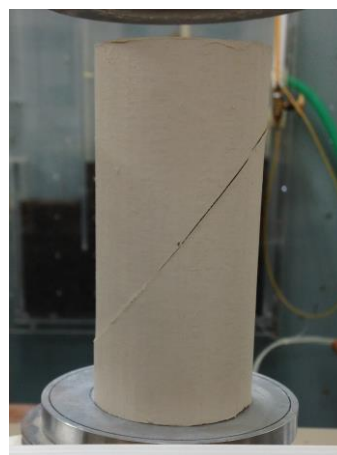


写真-1 亀裂を付加した供試体

において、いずれも破壊面が 50° となったため採用した。亀裂面に添付する塩化ナトリウム水溶液の濃度 15%とし、容量は 0.5ml とした。一軸圧縮試験は地盤工学会基準²⁾に従って行い、ひずみ速度は 1.0%/min に設定した。試験の終了はひずみが 15%以上に達した場合を基本とした。塩化ナトリウム水溶液を添付後 5, 30, 60, 360, 1440, 2880, 43200, 259200 および 525600 分の 8 種類において試験を実施し、経過時間と一軸圧縮強度の関係を調べた。

3. 一軸圧縮強度に及ぼす試験開始までの時間

図-2に各経過時間における応力とひずみの関係を示す。応力とひずみの関係はすべての経過時間において 2 度のピークを示した。1 度目のピークは亀裂面上におけるせん断である。2 度目のピークはひずみが進むにつれて供試体が傾斜していたことから応力の作用面が変化したことによる亀裂面以外でせん断したものであると考える。そこで本研究では 1 度目のピークを亀裂面上のせん断と考え、亀裂面上の一軸圧縮強度とすることとした。

図-3に一軸圧縮強度と経過時間の関係を示す。一軸圧縮強度は時間の経過とともに増加する傾向にあった。一軸圧縮強度の増加率は、初期経過時間において大きく、経過時間の増加に伴い減少した。短期的な経過時間における強度増加率の変化は、土粒子に Na^+ あるいは Cl^- が吸着するまでの緩衝能によるものと考えられる。緩衝能とは、環境変化に対する抵抗力である。水分や温度などの物理的変化や酸・アルカリや種々の化学物質の負荷に対する抵抗力などがある³⁾。通常粘土粒子の表面は負に帯電している。そのため、初期に Na^+ が粒子表面に吸着することで粒子間の斥力が弱まり、強度が増加した。その後 Cl^- が吸着することで粒子間の斥力が強まり、強度増加が緩やかになったと考えられる。長期的な経過時間における変化は、堆積土が受けるセメンテーション、長期的な二次圧密、塩化ナトリウムの脱水作用による亀裂面の含水比の低下、溶脱および再結晶作用などの物理的、化学的作用³⁾が長時間の放置により発生し、緩衝作用によるものだけではなく年代効果による影響も現れたことが予想される。

4. まとめ

以上の結果から以下の知見を得た。

- 1)一軸圧縮強度は時間の経過とともに増加する。

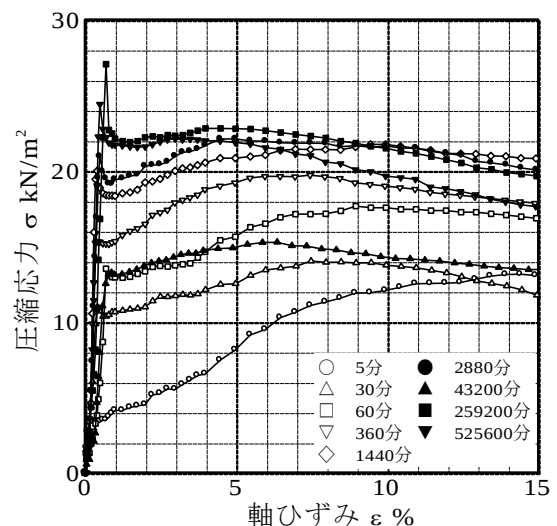


図-2 各経過時間における応力とひずみの関係

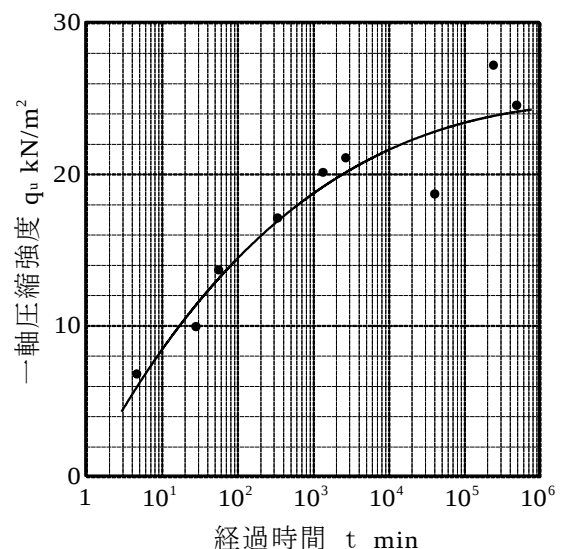


図-3 一軸圧縮強度と経過時間の関係

2)短期的な時間の経過に対する強度の増加は、緩衝作用が影響を及ぼすと予想される。

3)長期的な時間の経過に対する強度の増加には、緩衝作用および年代効果が相互に作用していることが予想される。

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)地盤工学会地盤調査法改定編集委員会: 地盤材料試験の方法と解説, 地盤工学会, 2009.
- 3)地盤工学会地盤工学用語辞典改定編集委員会: 地盤工学用語辞典, 地盤工学会, 2006.