

亀裂を有するカオリン粘土の一軸圧縮強度に及ぼす時間および 間隙水の塩化ナトリウムの効果について

長野工業高等専門学校 正会員 ○塚田 千夏
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 非会員 上條 真理奈

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って地盤内に塩害が発生することがある．この塩害が生じることにより土の間隙水の化学的性質が変化し，地盤に様々な影響を与えることが考えられる．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．その結果，図-1 に示すように実験条件についてはほぼ同様の条件で行っているが，一軸圧縮強度に大きな差異が生じた．唯一，実験条件が違うものとして添付してから圧縮を行うまでの時間である．そこで，時間条件も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．溶液中に薬品を加えたときにイオン濃度の変化を和らげる作用である緩衝作用というものがある．今回のこの強度の差異は時間経過に伴う土の緩衝作用によるものと推測される．

そこで本研究では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ことを目的として実験を行う．

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 に示すよう供試体の中央付近に角度を 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において，

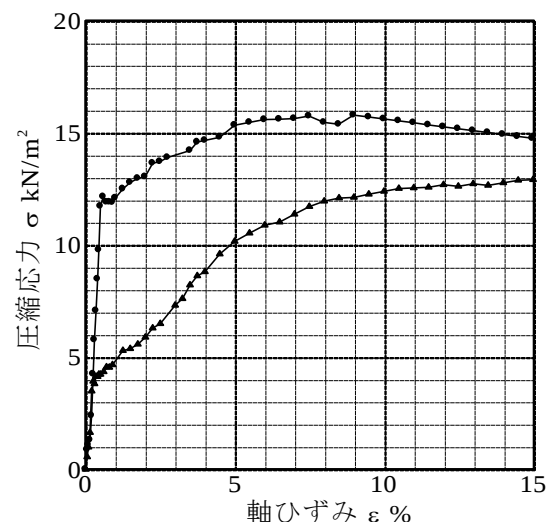


図-1 応力とひずみの関係(塩化ナトリウム 15%)

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
F_{clay} [%]	84.2
W_L [%]	61.7
W_P [%]	27.8
I_p	33.9
土質分類	CL

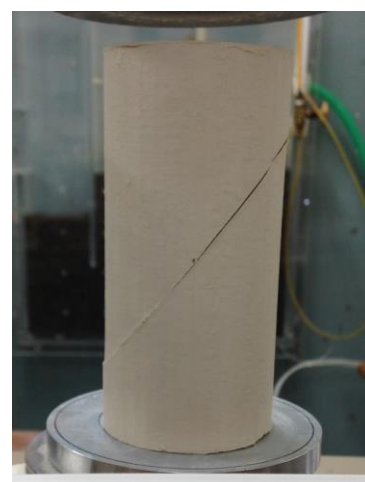


写真-1 亀裂を生じさせた供試体

キーワード 粘性土 化学的性質 一軸圧縮強度 緩衝作用 年代効果

連絡先 〒381-8550 長野県長野市徳間 716 国立高専機構 長野高専 TEL 026-295-7095

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 および 259200 分の 7 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している。また、360 分から 2880 分の間で経過時間に対する強度の増加率が緩やかになる。この原因として、土粒子に Na^+ あるいは Cl^- が吸着するまでの緩衝作用によるものと考えられる³⁾。通常粘土粒子の表面はマイナスに帯電している。そのため、最初は Na^+ が粒子表面に吸着することで粒子間に引力が生じ、強度が増加した。その後、 Cl^- が吸着することで粒子間に斥力が生じ、強度増加率が緩やかになったと考えられる。

259200 分 (180 日) の結果から強度はずっと上がり続ける結果を得た。この強度増加については、堆積土が受けるセメンテーション、長期的な二次圧密、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。
- 2) 360 分から 2880 分の間で経過時間に対する強度の増加率が緩やかになる。
- 3) 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 訳一, 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.

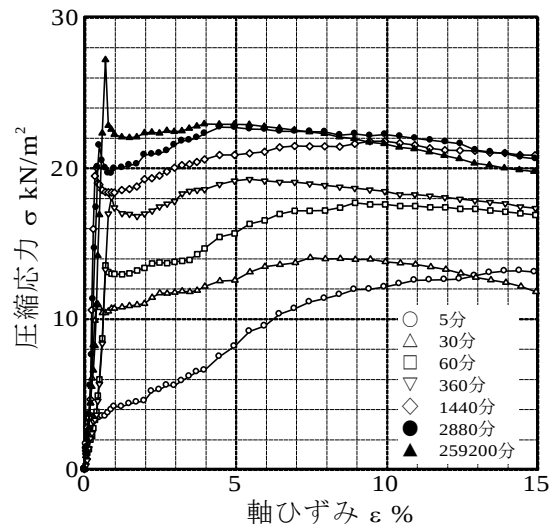


図-2 各経過時間における応力とひずみの関係

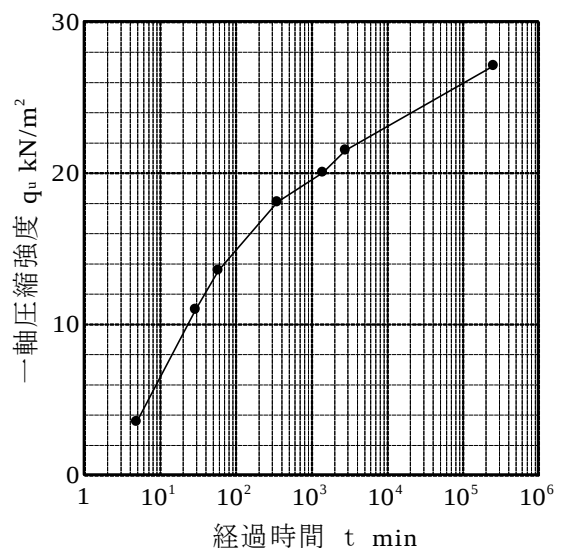


図-3 一軸圧縮強度と経過時間の関係