

亀裂面に硫酸を添付した供試体の一軸圧縮試験結果について

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

1. はじめに

環境庁の調査結果によって日本各地で欧米並みに pH の低い酸性雨が観測されていることがわかった。これは、日本国内だけではなく、国境を越えた広域な環境汚染によるものと推測される。ここで、酸性雨の主因は、石炭や石油などの化石燃料の燃焼過程で、燃料に含まれる硫黄の酸化によって生成する硫黄酸化物(SOx)および燃料中や空気中に存在する窒素の酸化で生じる窒素酸化物(NOx)である。これらの物質は大気中において反応し、硫酸(H₂SO₄)や硝酸(HNO₃)に変化する。これらが雨滴に吸収されて pH の低い酸性の雨を降らせる。

また、粘性土地盤において土粒子間に働く力は酸性雨など影響による間隙水の化学的性質の相違によって変化し、その方向と大きさを変えることが知られている¹⁾。しかし、粘性土地盤では地表や地下水といった場所からの化学的性質が異なった間隙水の浸透は極めて時間がかかり、現実的ではない。それに対して、軟岩などが風化や変成作用を受けてできた亀裂や地すべりなどで発生したすべり面などには容易に化学的性質が異なった間隙水が浸透することが予想される。

そこで本研究では地すべり等で地盤に亀裂が生じ、その亀裂面の間隙水が化学的性質を変化させた場合どのような影響が出るかを調べることを目的として実験を行った。実験では供試体に人工的に亀裂を付け、亀裂面に硫酸を添加して一軸圧縮試験を行なった。比較のため硫酸を添付しないものおよび亀裂を入れないものについても実験を行った。

表 - 1 裾花粘土の物理的性質

ρ_s	g/cm ³	2.610
D_{max}	mm	0.850
F_c	%	85.3
F_{clay}	%	63.6
w_L	%	68.5
w_p	%	25.6
I_p		42.9
土質分類		CL

2. 実験概要

(1) 試料の物理的性質

試料には長野県長野市徳間地域より採取した粘性土（以下、徳間粘土という）を用いた。表 - 1 に徳間粘土の物理的性質を示す。

(2) 供試体作成

試料の含水比が液性限界の約 1.5 倍となるよう純水を加え、攪拌してスラリー状にする。このスラリー試料を大型圧密装置に詰め、鉛直圧密応力 $p=98.0 \text{ kN/m}^2$ で一次元的に圧密した供試体を用いた。供試体に付加する亀裂面は供試体の中央付近にトリマーの角度を 55 度とし、ワイヤーソーによって作成した。また、亀裂面に添付した硫酸は 1mol/l に調整したものをを用い、添付量は 0.2ml とした。亀裂を加えた供試体は、水および硫酸を添付した後、マ

イターボックスに装着し、鉛直方向に小さな荷重をかけ、亀裂面を接着した。なお、亀裂の角度の 55 度は亀裂無しの一軸圧縮試験の結果、破壊面がいずれも 55 度に圧制していたことから設定した。

(3) 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験は供試体の直径は 5cm、高さ 10cm の供試体について行った。亀裂無および亀裂有、さらに亀裂有では硫酸および水の 4 ケースについて実験を行った。表 - 2 に実験ケースを示す。

表 - 2 実験ケース

	亀裂	硫酸	水
亀裂無	×	×	×
亀裂有	○	×	×
酸・亀裂有	○	○	×
水・亀裂有	○	×	○

3. 亀裂を有する供試体の一軸圧縮強度

図 - 1 に亀裂無および亀裂有の圧縮応力と軸ひずみの関係を示す。図より亀裂無より亀裂有の方が若干であるが一軸圧縮強度が大きくなっていることが分かる。これは、亀裂面を接着するために供試体におもりを載せた際、予想以上の接着効果があったことがあったことが予想される。さらに、一軸圧縮試験では供試体の寸法を高さを L 、直径を D としたとき、 L/D が減少すると強度が増加することが知られている³⁾。供試体は中央付近で供試体を 55 度で切断している。そのため、 L/D が通常 2.0 に対して平均で 1.0 となっている。そのため、亀裂を有しているにもかかわらず強度が発言したと考える。

図 - 2 に水・亀裂有および硫酸・亀裂有の圧縮応力と軸ひずみの関係を示す。ここで、供試体寸法の影響から比較はできないが亀裂無の結果も合わせて示す。水・亀裂有と酸・亀裂有の結果を比較すると明らかに酸・亀裂有の一軸圧縮強度の方が大きくなっていることが分かる。この原因とし硫酸を添付したことにより、土粒子間に働く力がその方向と大きさを変化したことが考えられる。粘土粒子は通常その表面が負に帯電している。ここに、硫酸を添付することによって亀裂面の pH は酸性となり、粘土粒子端面に存在する pH 依存荷電が正に帯電する。その結果、亀裂面では負に帯電している土粒子表面と正に帯電している pH 依存荷電が結合し、あたかも亀裂が無かったような振る舞いをしたことが予想される。

4. まとめ

以上の結果より以下の知見を得た。

- 1) 供試体に亀裂を入れることによって、供試体寸法の影響により一軸圧縮強度が大きくなる。
- 2) 亀裂面に硫酸を添付することによって一軸圧縮強度は増加する。

参考文献 1) Yong, Mohamed and Warkentin : Principles of Contaminant Transport in Soil, 地盤と地下水汚染の原理, 福江正次, 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 : 土質試験の方法と解説(第一回改訂版), 地盤工学会, 2000. 3) 亀井健史, 常田 亮 : 一軸圧縮強度・変形特性に及ぼす供試体寸法の影響, 土木学会論文集 No.436/III-16, pp.131~134, 1991.

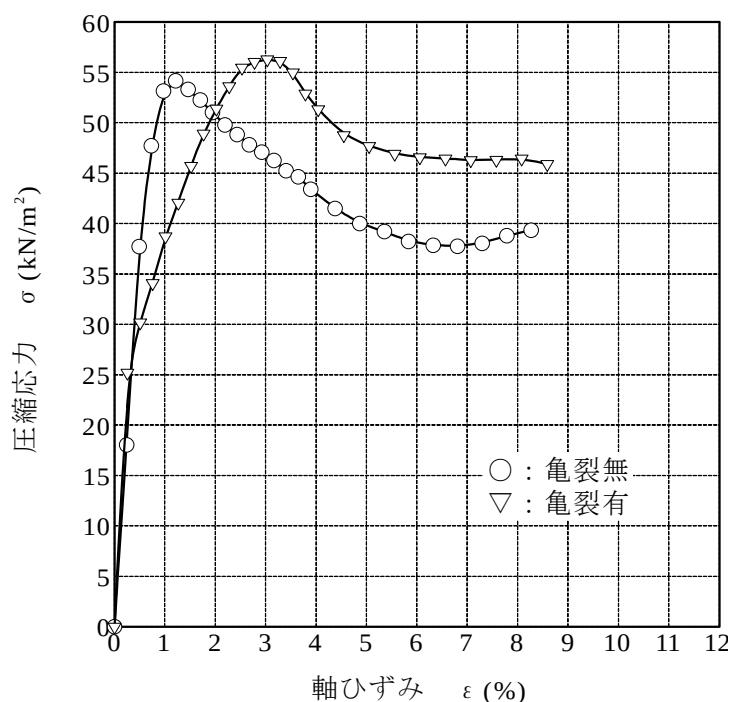


図 - 1 圧縮応力と軸ひずみの関係 (亀裂無, 亀裂有)

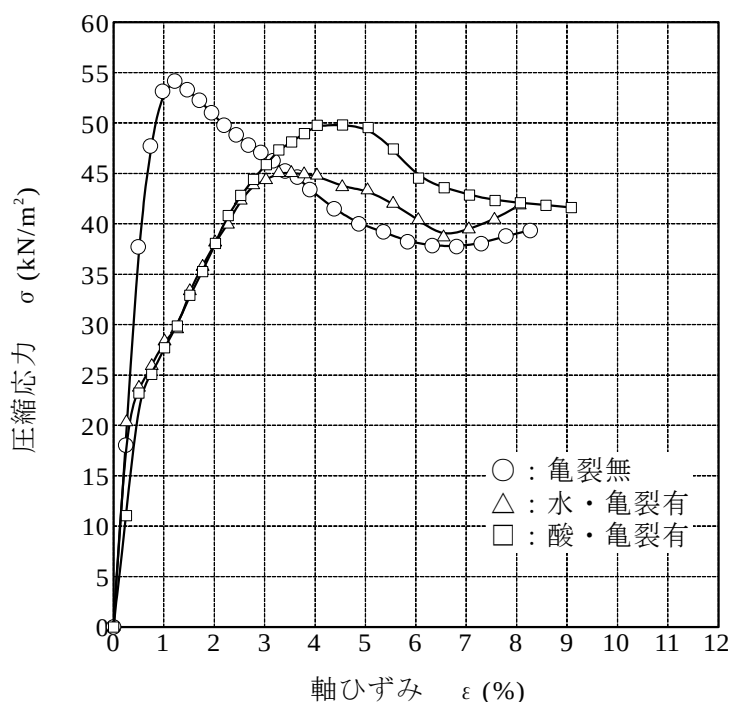


図 - 2 圧縮応力と軸ひずみの関係 (水・亀裂有, 酸・亀裂有)