

不攪乱蛇紋岩および再構成蛇紋岩粘性土の強度特性（第2報）

北海道大学大学院
同上
同上
岩手大学工学部
北海道大学大学院

○学生員
フェロー
正会員
正会員

藤澤 久子
三田地 利之
工 藤 豊
大河原 正文
九 田 敬行

1. はじめに

地質学的・鉱物学的観点からの近年の研究の結果、蛇紋岩を構成する鉱物、タルクやモンモリロナイト等の存在がその強度特性および強度低下に大きな影響を及ぼしていると考えられている。しかし、従来の研究において試料として用いられた蛇紋岩は、風化が進んで粘土化したものや、それを更に篩い分けして試験に供することができるよう再構成されたものが多く、蛇紋岩そのものの強度特性を把握したとは言い難い。

本研究では不攪乱状態で採取された蛇紋岩を用いて、圧密非排水三軸圧縮試験と繰返し定圧一面せん断試験を行い、試験後の試料を粉碎して再構成した供試体についての試験結果と比較し、自然状態の蛇紋岩の力学特性を明らかにしようとするものである。

2. 試験概要

本研究に用いた試料は、北海道勇払郡占冠村でミストボーリングによって採取された葉片状蛇紋岩である。再構成蛇紋岩粘性土は、不攪乱試料の試験後に粉碎したものを 425 μm 篩にかけ、その通過分を 200kPa で予圧密したものである。再構成蛇紋岩粘性土の初期含水比は 26.6～27.5%であり、不攪乱蛇紋岩のそれ(表-1)と比較すると、約 1.7 倍～5.3 倍となっている。

圧密非排水三軸圧縮(CU)試験に用いた試料は、大部分が非常に脆く剥離性の著しい葉片状であったため、供試体の作製には細心の注意を払い、アクリル製のコアチューブに入ったまま、所定の高さ(125mm)に切断し、チューブを外してそのままの直径(83mm)で試験に供した¹⁾。表-1

に試料の初期状態と実験条件を示すが、試験名の最後にwのついた試験は異なる採取地点の試料について昨年度実施した試験である²⁾。CU 試験では原位置の土被り圧に相当する応力(p'_v)まで等方圧密後、非排水せん断を行い、CRU 試験では等方圧密後、所定の応力(p'_v)まで除荷し、供試体を吸水膨張させた後せん断を行った。圧密・膨張の打ち切り基準として 3 t 法を適用し、非排水せん断時のひずみ速度は 0.1%/min である。

繰返し定圧一面せん断試験における供試体寸法は、高さ 20mm、直径 60mm であり、試料の中でも特に粘土化している部分をアクリル製コアチューブから切り出し、供試体成型用リングを押し込むようにして成型した。両面排水条件で、所定の圧密応力まで载荷後、3 t 法によって圧密を打ち切り、定圧条件の下でせん断速度 0.2mm/min で繰返しせん断を行った。繰返し回数は 5 ないし 6 回とし、片振幅は 6mm、せん断箱間隔は 0.2mm である。

試験名	採取深度 (m)	湿潤密度 (g/cm ³)	p'_c (kPa)	p'_s (kPa)	初期含水比 (%)
CU-1	8.7～9.1	2.08	178	—	8.75
CU-2	13.2～13.9	2.33	312	—	6.81
CU-3	14.9～15.5	2.61	394	—	5.87
CU-1w	11.6～11.7	2.31	236	—	6.60
CU-2w	13.4～13.5	2.38	276	—	5.00
CU-3w	13.1～13.2	2.25	269	—	6.70
CU-4w	15.4～15.5	2.36	323	—	6.00
CU-6w	15.0～15.1	2.23	398	—	6.40
CR0U-w	11.5～11.6	2.24	232	0	7.50
CR2U	13.2～13.9	2.34	310	155	6.24
CR4U	14.9～15.5	2.43	360	90	6.10
CR8U	19.6～20.1	2.57	500	63	11.54

キーワード：蛇紋岩、不攪乱試料、再構成試料、ピークせん断抵抗角、残留状態せん断抵抗角
〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目 TEL. 011-706-6196 FAX. 011-706-7204

3. 試験結果

3.1 圧密非排水三軸圧縮試験結果

図-1 に不攪乱蛇紋岩の CU および CRU 試験結果の $(\sigma_1 - \sigma_3)/2 \sim (\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ 関係を示す。CRU 試験の R と U の間の数字は、それぞれ応力解放の程度を表しており、例えば CR2U 試験は初期圧密応力の 1/2 まで応力を解放した後せん断を行ったことを示している。CR0U 試験はすべての応力を解放した後せん断を行っており、全試験中最も低い強度を示している。CU-3 試験が最も高い強度を示し、 p'_c のほぼ等しい CU-6w 試験の強度がその半分以上であるのは、CU-6w 試験では正の間隙水圧が、CU-3 試験では負の間隙水圧が大きく発生したことによる。図-1 から Mohr-Coulomb の破壊規準が適用可能であることは分るが、CU-3 と CU-6w に典型的に表われたように、強度そのものを知るためには、変成岩としての蛇紋岩の“先行圧密応力に相当する応力”を把握し、現在の土被り応力との関係からダイレイタンシー特性を推定する方法を探る必要がある。図-2 に不攪乱および再構成蛇紋岩の $(\sigma_1 - \sigma_3)/2 \sim (\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ 関係の比較を示す。不攪乱蛇紋岩の ϕ' は 30.9° 、再構成蛇紋岩の ϕ' は 29.0° とほとんど一致する。また、横田ら³⁾は占冠地区の 2 箇所から採取した蛇紋岩風化粘土(練り返し再構成試料)について $\phi' = 30.3^\circ$ 、 31.2° を報告している。したがってこれらの実験結果を合わせて考えると、不攪乱蛇紋岩の有効応力に基づく破壊強度線に与える練り返しおよび風化の影響は、ほとんどないと考えられる。

3.2 繰返し定圧一面せん断試験結果

図-3 に蛇紋岩の粘土化した部分の不攪乱試料と再構成蛇紋岩粘性土についての繰返し定圧一面せん断試験結果を示す。不攪乱試料についてのピークせん断抵抗角 ϕ'_p と再構成試料のピーク(=完全軟化状態)せん断抵抗角 ϕ'_s とはほとんど一致している。これらの値は前述の三軸試験結果と 3° 程度の差はあるが、不攪乱と再構成試料の ϕ' の関係は一致している。一方、残留状態のせん断抵抗角も不攪乱と再構成ではほぼ一致し、 $\phi'_p(\phi'_s)$ から ϕ'_r への低下はおおよそ 6° である。横田ら³⁾は蛇紋岩風化粘土の再構成試料について、 ϕ'_p を三軸で、 ϕ'_r をリングせん断試験で求めており、両者の差がおおよそ 2° と小さいことを報告している。本研究でも三軸試験の $\phi' = 30.9^\circ$ (図-1)と、繰返し一面せん断による $\phi'_r = 27.7^\circ$ との差をとれば、約 3° である。

4. 結論

- 1) 占冠地区の蛇紋岩および蛇紋岩粘性土のピークせん断抵抗角 ϕ'_p は不攪乱、再構成によらず、 $31 \pm 2^\circ$ 程度の値をとる。すなわち、 ϕ'_p は練り返しや風化の影響を受けない。
- 2) 残留状態のせん断抵抗角 ϕ'_r は $27 \sim 28^\circ$ と大きく、 ϕ'_p から ϕ'_r への低下は比較的小さい。したがって、横田らの指摘のように、この種の蛇紋岩は地すべりの直接的な原因とはなりにくいと考えられる。

<参考文献>

- 1) 三田地ら：不攪乱状態で採取された蛇紋岩のせん断特性，地盤工学北海道支部技術報告集第 41 号，p.175-182，2001.2.
- 2) 和智ら：不攪乱蛇紋岩および再構成蛇紋岩粘性土の強度特性，第 35 回地盤工学研究発表会，p.579-580，2000.6.
- 3) 横田ら：蛇紋岩の風化粘性土の強度特性，土木学会論文集，No.529/III-33，p.155-163，1995.12.

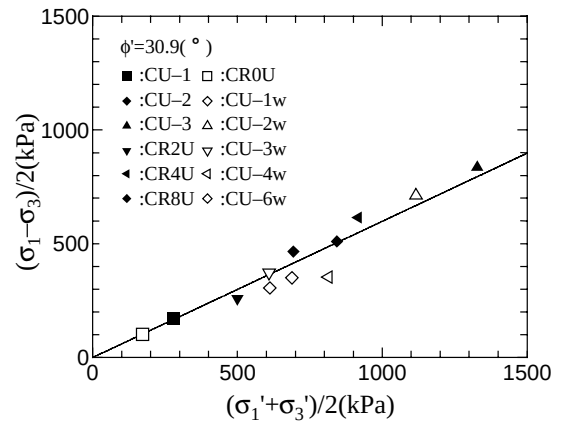


図-1 $(\sigma_1 - \sigma_3)/2 \sim (\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ 関係

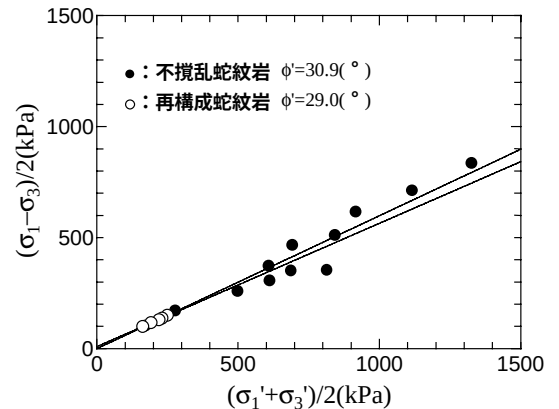


図-2 $(\sigma_1 - \sigma_3)/2 \sim (\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ 関係

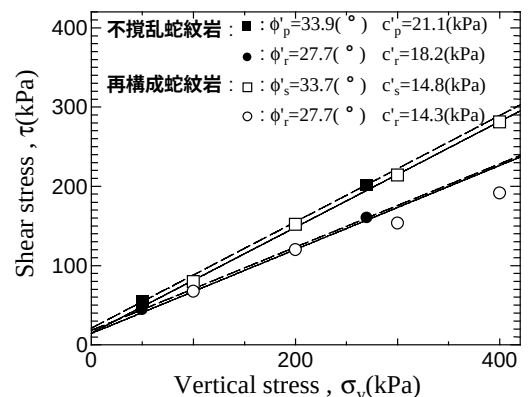


図-3 せん断応力～鉛直圧密応力関係