

断層破砕帯ガウジの強度特性

愛媛大学(正)矢田部龍一・八木則男、鳥取大学(正)榎明潔
愛媛大学(学)○石井朋紀・向谷光彦

1. まえがき

切土に伴い大規模なり面の変状が発生した。調査の結果、のり面に平行な断層破砕帯が蛇紋岩体中に走っており、これをすべり面として崩壊が発生していることが明らかになった。蛇紋岩はトンネルの膨張圧やのり面の崩壊など土木工事を行う際、問題を引き起こしやすい地質と言われている。しかし、その力学特性に関しては未解明な点が多い。そこで、蛇紋岩の風化粘土の強度特性を調べ、のり面の安定性に与えた影響について検討したので報告する。

2. 崩壊のり面の地質および変状の概要

地質平面図を図-1に示す。地質は三波川変成岩よりなり、泥質片岩、砂質片岩、珪質片岩、塩基性片岩を主とし、超塩基性片岩を主体とするテクトニックブロックがレンズ状に分布する。超塩基性片岩は主として角礫状を呈しているが、一部断層破砕帯により粘土化している。

No. 2測線の縦断面図を図-2に示す。片岩類の走向はのり面方向に直交し、受盤となっている。しかし、図-2に示したようにのり面に平行に数本の断層破砕帯が通っており、これをすべり面として崩壊が発生している。すべりの規模は深さ 10 m 強で、長さは 60 m 強である。変状は図の断面まで切土した段階で発生した。変動は地下水位との相関が強く、対策工の施工によりかなり鎮静化はしてきているが、累積の変位量は半年間で 40 cm を越えている。

3. 各種強度試験に基づく蛇紋岩の風化

粘土の強度特性

ピークならびに残留状態における強度定数を求めるため三軸試験とリングせん断試験を行った。ところで、X線回折によりすべり面の粘土には膨張性のクロライトが含まれることが明らかになった。膨張性の粘土鉱物を含む粘土では、一般に水浸により強度が低下する。本断層破砕帯ガウジにおいても水浸による強度低下がのり面の変状の一因である可能性がある。そこで、水浸による強度の低下も併せて調べた。また、本のり面は蛇紋岩の断層破砕粘土を外部すべり面としているが、のり面の土塊は礫分が多く、内部すべり面のせん断抵抗角は外部すべり面のそれと比べて大き

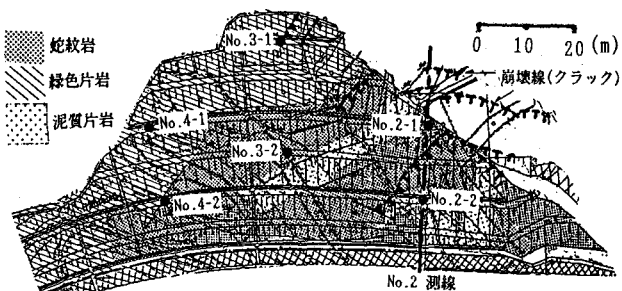


図-1 地質平面図

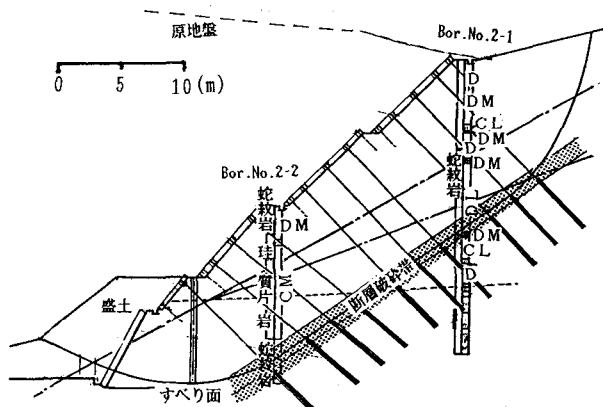


図-2 縦断面図 (No. 2 測線)

表-1 試料の物性値

Boring No.	Gs	WL (%)	WP (%)	I _p
No. 2-1	2.81	39.6	16.9	22.7
No. 2-2	2.74	42.0	18.0	24.0
No. 4-2	2.68	32.9	16.5	16.4
Block Sampling No. 1	2.83	28.3	16.4	11.9
Block Sampling No. 2	2.79	26.9	16.7	10.2

いことが予想される。そこで、蛇紋岩の砂礫分のせん断試験も行った。以上の試験には不かく乱ならびに練り返し再圧密試料を用いている。用いた試料の物性を表-1に示すが、比較的低塑性の土である。図-3に三軸試験およびリングせん断試験により求められたピークおよび残留強度状態での破壊線の一例を、また、図-4に乾燥状態および湿潤状態におけるリングせん断試験による破壊線を、図-5に砂分および礫分の圧密排水三軸試験結果を示す。なお、砂礫分を試料とした供試体は非常に密に突き固めて作成し、圧密終了時の間隙比 e_0 は 0.42~0.49 である。これらの結果からのり面の安定性に関して次のことがいえる。

①ピーク強度に関するせん断抵抗角 ϕ' は 30° 前後、残留強度に関するせん断抵抗角は 12°~16° 程度である。したがって、初生地すべりを想定した場合、30° を大きく越えるようなり勾配で切土すると危険であり、また、本切土のり面が再滑動型の地すべりであれば 20° を下回るようなり勾配でも崩壊が発生することが予想される。安定解析を行った結果、30° 程度のせん断抵抗角で安全率は 1.0 となるので、本のり面の崩壊は初生のものであったと思われる。②ピーク強度に関するせん断抵抗角 ϕ' から残留強度に関するせん断抵抗角 ϕ_r への低下は非常に大きく、15° を越える。したがって、本調査地のり面に大変形を与えれば激しい強度低下を招き、その結果のり面の安定のために膨大な対策費が必要となるので、極力緊急の対策工が要求される。③水浸させることによる強度低下が激しく、20° 近い ϕ の低下を生ずる。したがって、降雨の浸透に伴う間隙水圧の増加だけでなく、水浸による強度低下も同時に引き起こされるので、降雨に対して非常に弱い斜面であり、地表水ならびに地下水の排水工が重要である。④蛇紋岩の破碎部の砂礫の ϕ' は非常に密な状態でも 33°~35° と比較的小さい。したがって、内部すべり面でのエネルギー消散は比較的小なく、結果としてのり面は崩壊しやすいといえる。

4. あとがき

蛇紋岩の断層破碎帯に起因する切土のり面の崩壊に関して土質力学的な検討を加えた。事後調査では崩壊すべくして崩壊したという結論が大概の場合得られる。本調査地は大規模な切土を行う際の事前調査に於いて小さな断層破碎帯を見落としていたことにり面崩壊の最大の理由がある。力学的特性を明らかにすることも大事ではあるが、注意深い事前調査を行うこと、また、的確な事前調査法を確立することが要求される。

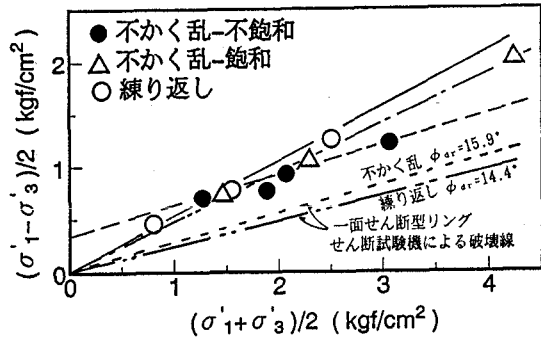


図-3 ピークおよび残留強度に関する破壊線

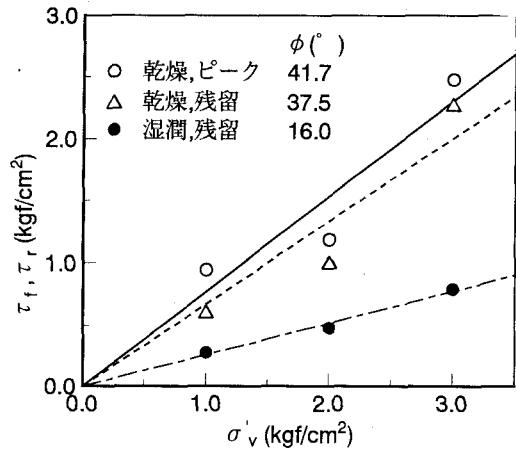


図-4 乾燥および湿潤状態における破壊線
(単純せん断型リングせん断試験)

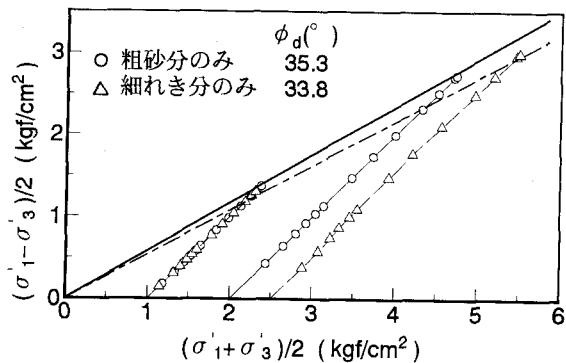


図-5 有効応力径路と破壊線(三軸試験)