

Ⅲ－14 粘性土の強度特性に与える膨張性粘土鉱物の影響

(株) 芙蓉調査設計事務所 正○重村 征哉
愛媛大学工学部 正 横田 公忠
復建調査設計(株) 正 高田 修三
愛媛大学工学部 正 二神 治

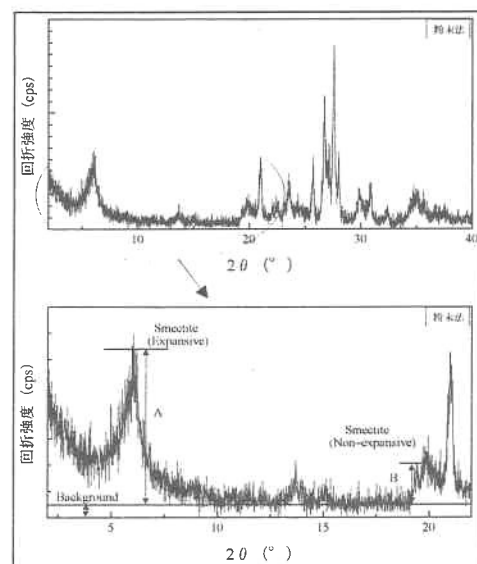
1. はじめに

切土のり面の安定性を検討する上で、すべり面になりうる切土のり面の弱い部分（弱面）を解明することは、必要不可欠である。そのために、この弱面の土質力学・地質学特性を把握すれば、切土のり面の安定性の検討がある程度可能になると考えられる。そこで、粘性土の強度低下に影響を与える要因の一つとして、膨張性粘土鉱物の含有が挙げられる。本論文では、それらの含有量を定量化し、粘性土の強度への影響を検討した。

2. 試験方法

せん断試験は、一面せん断型リングせん断試験機を使用してリングせん断試験を行った。試料は、粘性土もしくは岩石を粉砕して、 $420\mu\text{m}$ ふるい通過分をイオン交換水で練り返し再圧密させた物である。せん断速度は、 $0.44^\circ/\text{min}$ （試料の中心部 $0.5\text{mm}/\text{min}$ ）で行い、ピーク時のせん断抵抗角 ϕ_d および残留状態のせん断抵抗角 ϕ_r を求めた。ちなみに、見掛けの粘着力 c_d および残留状態での粘着力 c_r は共にゼロであったため表示していない。

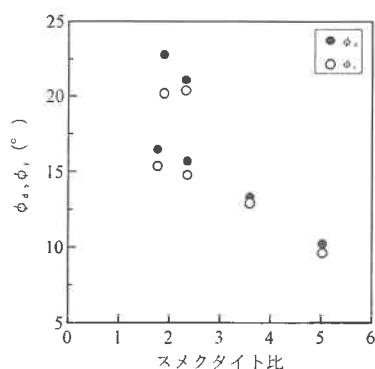
岩石・粘性土の性質には、含有鉱物が大きく影響することが知られているため、X線回折試験により含有鉱物を分析した。X線回折試験は、全試料に含有される鉱物を粉末法にて、 $2\mu\text{m}$ 以下に含まれる鉱物を沈降定方位法にて分析した。また、 $2\mu\text{m}$ 以下の試料に対してエチレングリコール処理を行い、膨張性鉱物の有無を確認した。



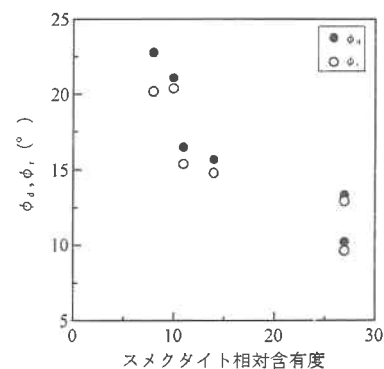
図－1 スメクタイト比

3. スメクタイトが粘性土の強度特性に与える影響

今回の試料として、愛媛県松山市平田町の風化花崗岩層中のシームを用いた。また、スメクタイトの絶対的な含有量の測定は困難であるため、膨張性を有するスメクタイトの回折強度高と、有さないスメクタイトの回折強度高の比（図－1：A/B）をスメクタイト比と定め、検討する。また、最強ピークを指す鉱物の影響は、スメクタイトのせん断抵抗角との間の関係にも影響を与えられとされる。このこと



図－2 せん断抵抗角と
スメクタイト比の関係



図－3 せん断抵抗角とスメク
タイト相対含有度の関係

を考慮するため、膨張性を有するスメクタイトの回折強度高と最強ピーク高の比を、スメクタイト相対含有度と定義した。

図-2 に、せん断抵抗角とスメクタイト比の関係を示す。これより、スメクタイト比の大きな試料、すなわちスメクタイト中の膨張性の大きい試料ほどせん断抵抗角が小さくなる事が分かる。次に、図-3 にせん断抵抗角とスメクタイト相対含有度の関係を示す。これより、膨張性を有するスメクタイトを多く含有する試料ほど、せん断抵抗角が小さくなる事が分かる。

4. 膨潤性クロライトが粘性土の強度特性に与える影響

今回の試料として、三波川帯の緑色片岩を用いた。また、エチレングリコール処理時に表れる膨潤性クロライトの回折強度高と、そのときのクロライトの回折強度高との比（図-4：D/(D+E)）をクロライト膨潤比と定義する。また、粉末法で得られた 6° 近辺の回折強度高（図-4：C）にこのクロライト膨潤比を乗じたものを膨潤性クロライトの算定回折強度と定義し、検討した。

図-5 に、せん断抵抗角とクロライト膨潤比の関係を示す。これより、クロライト膨潤比の大きな試料、すなわちクロライトに比べ膨潤性クロライトが多い試料ほど、せん断抵抗角が小さくなる事が分かる。また、図-6 にせん断抵抗角とクロライトの算定回折強度の関係を示す。これより、クロライトの算定回折強度が大きい試料、すなわち膨潤性クロライトが多く含まれる試料ほど、せん断抵抗角が小さくなる事が分かる。

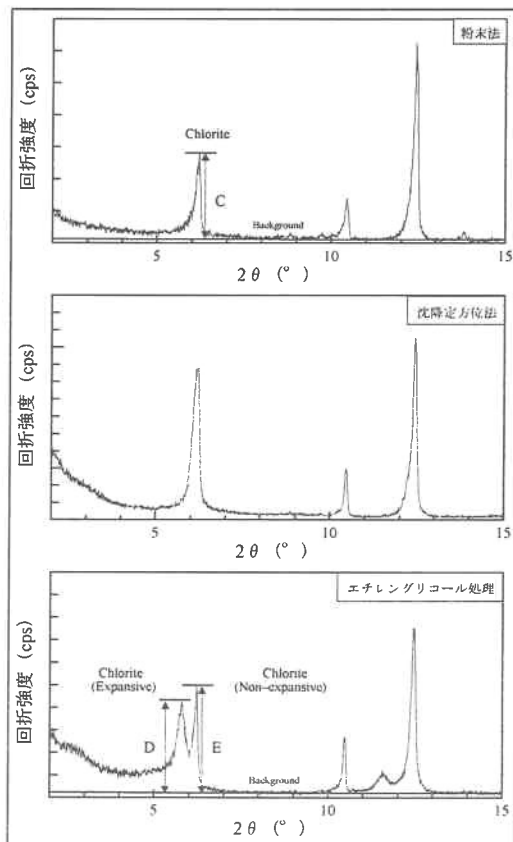


図-4 クロライト膨潤比

5. おわりに

スメクタイトや膨潤性クロライトなどの膨張性粘土鉱物（含水鉱物）は、風化や熱水変質などによって生成され、水の存在下においては膨張性を示し、せん断強度の小さい性質を持つ。

これらの含水鉱物は、自ら膨張している。したがって、乾燥状態より粒径が大きい。このことから、膨潤圧と膨潤量が膨張性鉱物の量と間隙の大きさに依存すると考えられる。間隙中の水は、粒子内に吸着した膨潤水など（半自由水）

と、自由水に分けられる。自由水のみが、間隙水である。膨張した鉱物は、間隙の量を減少させ、透水を悪くする。また、膨潤水は金属イオン結合しているため、層間からの排出に時間がかかり、間隙圧を増す。このため、間隙水圧の上昇により有効応力の減少が生じると考えられる。

このことから、降雨時に多量の地下水が供給されれば、弱面となりうる。また、一度吸水膨張すると、水が抜け難い。したがって、切土直後は安定していても、降雨時等の影響を受けて、不安定になりその状態が続く可能性が高い。以上のことから、弱面になりうる場所が発見された場合、早急な対策を行う必要がある。

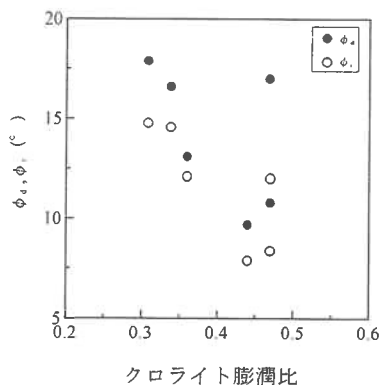


図-5 せん断抵抗角とクロライト膨潤比

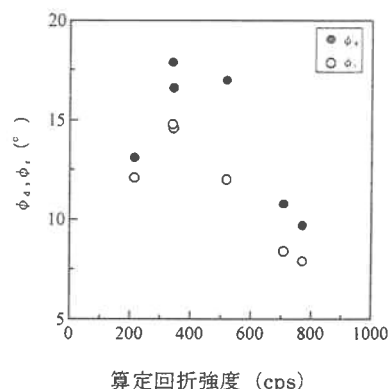


図-6 せん断抵抗角とクロライトの算定回折強度