

乱さないまき土のせん断強度に及ぼす節理面の影響

関西大学工学部 正員 西田一彦
 関西大学工学部 正員 青山千彰
 関西大学大学院 学生 富田一則

1. まえがき

まき土斜面における崩壊には、節理面沿いに発生するいわゆる節理型崩壊がある。節理面は一般に粘土化したシームを挟むことが多く、その成因や種類、状態に種々のものがある。そこで今回は、節理面の粘土の種類や状態が異なる不攪乱試料を採取し、三軸圧縮試験により節理面粘土シームが強度に及ぼす影響の違いを検討したものである。

2. 試料および試験法

試料は生駒山系に分布する領家型花崗岩の風化層(試料A,B,C)、および松山市興道後の花崗閃緑岩の風化層(試料D)である。ただし、試料A,Bと試料Cは違う場所で採取したものである。採取試料の基本的性質を表-1に示す。今回採

表-1 試料の基本的性質

取した試料のシームの粘土鉱物はカオリナイト系(試料A,C)、イライト系(試料B)、モンモリロナイト系(試料D)の3種類である。ブロック試料の採取は、既報の方法¹⁾によった。供試体の作製には、ブロック試料から直径8cm、高さ16cmの試料を真²⁾ちゅう管の中に押し抜く方法を用いた。しかし、この方法では密度に約5%の誤差が生じたため、より精度を追求する目的から図-1に示すような新しい方法を考案し、試料Cにこれを採用した。管による方法の誤差は管側面と土との間の摩擦によるものである。したがって、この摩擦を取り除くため、直接ゴムスリーブで試料を拘束し、押し抜く。これによると、密度誤差は1%以内に減少し、直径の変化もほとんど見られ

	試料A	試料B	試料C	試料D
浸透密度 ρ_t (g/cm^3)	2.17	2.13	1.63	1.97
自然含水比 w_n (%)	8.88	8.94	11.21	10.18
乾燥密度 ρ_d (g/cm^3)	1.86	1.86	1.40	1.79
間隙比 e	0.31	0.30	0.62	0.54
飽和度 S_r (%)	79.2	81.1	42.2	52.0
液性指数 $lg. loss$ (%)	2.61	2.23	2.61	2.14
比値 G_s	2.75	2.75	2.66	2.62
シームの平均 厚さ (cm)	1.14	1.15	0.62	1.98
シームの 粘土鉱物	カオリ ナイト系	イライト 系	カオリ ナイト系	モンモリロ ナイト系

なかった。また、押し抜き中および持ち帰り時に試料内部に負圧をかけ、試料を拘束した。

以上のようにして作製した三軸供試体により、ひずみ速度0.78%/minでCD試験を行なった。試料Dについては数量に限りがあったため多段階式三軸試験により行なった。この場合、側圧は0.5, 1.0, 1.5, 2.0 kgf/cm^2 とした。

3. 結果および考察

図-2は多くの試料の中からシーム中にすべり面が生じ、せん断破壊したものを抽出し、モール図からすべり面上の応力状態を算定することによりシームのC, ϕ を求

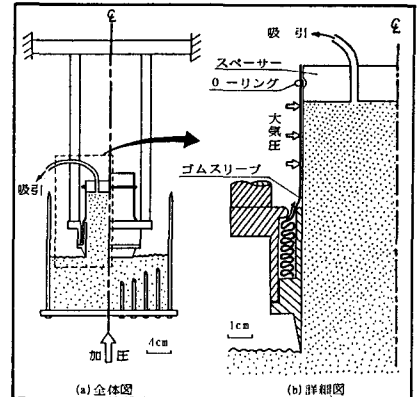


図-1 押し抜き方法

めたものである。図中 β はシームの折軸となす角度であり、この場合すべり面の角度と等しい。モンモリロナイト系試料Dの c, ϕ が非常に小さく、また同じカオリナイト系であっても試料Cの c, ϕ は採取場所の違う試料Aと異なり、むしろA,Bの中間的な値となっている。これは鉱物組成に若干の違いがあったためと思われる。次に試料の含水比の違いを見ると図-3のようになる。これはintact試料を除くすべての試料における含水比の分布を示したものである。シームの含水比に注目すると、試料A,Bはほとんど変わらず、それに対して試料Cは小さく、Dは大きくなっている。試料Dの含水比が大きいのは、モンモリロナイトの保水能力が大きいことによるものと考えられる。

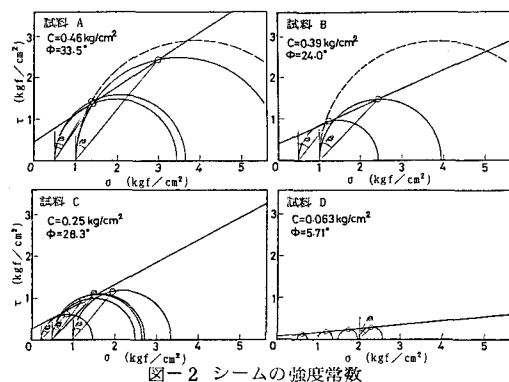


図-2 シームの強度常数

以上のような性質をもつ4試料について β と $(\sigma_1 - \sigma_3)$ の関係を見たのが図-4(a),(b),(c)である。図中の実線および破線は、ジェーガーの理論式より求めた理論曲線である。試料A,B,Cについて比較してみると $\beta = 30 \sim 40^\circ$ で強度が最低になっていることは共通しているが、強度低下率に差が見られる。これはシームの粘土鉱物の違いによるもので、同一場所で採取したA,Bについて見ると、カオリナイト系よりイライト系の方がシームの強度に及ぼす影響が大きいと思われる。しかし、採取場所が異なり、intact強度の違う試料Cは同じカオリナイト系でも強度低下率がAより大きくなった。試料Dについてはintact強度がないためはっきりしたことは言えないが、強度低下は他試料より大きいと推定できる。次に残留強度を見ると試料A,B,Cは β に関係なく、側圧 0.5 kgf/cm^2 のとき 2.0 kgf/cm^2 付近でほとんど変わらない。つまり、intactの残留強度以下には強度低下しないということで、pre-cutによる試験と大差がないということになる。

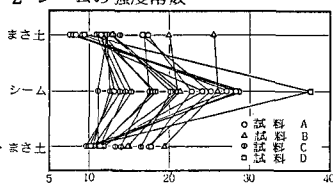


図-3 含水比分布

しかし、試料Dに注目すると、intactの残留強度が $\sigma_3 = 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ のとき 1 kgf/cm^2 以下になることは間隙地から見ても考えられず、 β のかなり広い範囲でintactの残留強度以下になっているものと思われる。以上4試料の強度特性の相違にはシームの粘土鉱物や厚さ、そして界面の状態などが重なり合って影響していると考えられる。そして、節理面を単なる1つの既存せん断破壊面として考えてよい場合と、それ以上にシームの強度が決定的に地盤の強度を支配する場合があることが明らかとなった。

参考文献 1) 西田一孝, 青山千彰, 富田一則; 不攪乱まき土のせん断強度に及ぼす不連続面の影響, 第19回土質工学研究発表会講演集
2) 西田一孝, 青山千彰; 乱さないまき土のせん断強度に及ぼす節理面の影響, 第18回土質工学研究発表会講演集, 第3部, pp.563~564, 1993

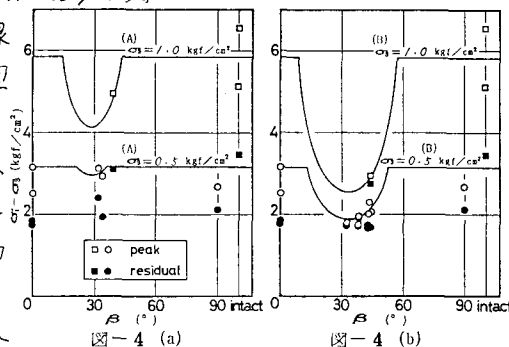


図-4 (a)

図-4 (b)

図-4 (c): A graph showing the relationship between the angle beta and the difference in principal stresses (sigma1 - sigma3) for sample D. The x-axis is beta (degrees) from 0 to 90. The y-axis is sigma1 - sigma3 (kgf/cm²) from 0 to 6. Solid lines represent theoretical curves, and dashed lines represent experimental data. The data points for sample D are clustered at low values of sigma1 - sigma3, indicating a significant reduction in strength compared to the other samples.

図-4 (c)

以上4試料の強度特性の相違にはシームの粘土鉱物や厚さ、そして界面の状態などが重なり合って影響していると考えられる。そして、節理面を単なる1つの既存せん断破壊面として考えてよい場合と、それ以上にシームの強度が決定的に地盤の強度を支配する場合があることが明らかとなった。

参考文献 1) 西田一孝, 青山千彰, 富田一則; 不攪乱まき土のせん断強度に及ぼす不連続面の影響, 第19回土質工学研究発表会講演集
2) 西田一孝, 青山千彰; 乱さないまき土のせん断強度に及ぼす節理面の影響, 第18回土質工学研究発表会講演集, 第3部, pp.563~564, 1993