

Ⅲ-A3

土の物理的性質と残留強度の関係

中 部 地 質 正 米林謙祐 正 阿部廣史

信州大学大学院 学 鈴木素之(現 山口大学工学部)

1. はじめに 土の物理的性質を表す指標には、土粒子の密度、粒度等の一次的なものと、湿潤密度、含水比、コンシステンシー限界などの二次的なものがある。これまで、これらの諸量のいくつかと残留強度の関係が調べられているが、残留強度と土粒子の密度の関係は整理されていない。今回は実際に行った実験結果と、それら既往の研究結果との比較検討すると共に、土粒子の密度 ρ_s と残留強度 ϕ_r との関係について調べている。

2. リングせん断試験 試料は、長野市内の地すべり地から採取した不攪乱状態の泥岩およびシルト岩の2種類であり、リングせん断試験により残留状態の見掛けの内部摩擦角 ϕ_r およびせん断応力最大時における見掛けの内部摩擦角 ϕ_p (以後、それぞれを単に残留強度およびピーク強度と呼ぶ) をそれぞれ求めた(見掛けの粘着力はともにゼロと仮定)。試験の方法と装置の詳細は文献 1) を参照されたい。表-1 に試料の物理特性と残留およびピーク強度定数を示し、あわせて島尻泥岩AおよびBとカオリンのデータ¹⁾も示している。

3. 粘土含有量および塑性指数 図-1 に ϕ_r と粘土含有量 CF ($2\mu\text{m}$ 以下) の関係を示す。この図には前述のカオリンの他に既往の研究²⁾からのデータも加えている。従来、粘土含有量の増加に伴い残留強度は徐々に減少する傾向が指摘されているが、今回の泥岩およびシルト岩の残留強度もその傾向に概略一致している。一方、カオリンの残留強度は幾分高く、これらのデータ群から若干はずれている。図-2 に ϕ_r と塑性指数 I_p との関係を示す。この図には島尻泥岩 A および B のデータを加えている。従来、塑性指数 I_p の増加に伴い残留強度は減少する傾向が指摘されている。今回の試験結果においても、島尻泥岩 A の残留強度は幾分大きい。それ以外の土の残留強度はその傾向に一致している。

4. 土粒子の密度 表-2、表-3 に代表的な土質における土粒子の密度の測定例を示す³⁾。土粒子の密度はその土に含有する鉱物組成によって異なる。また、残留強度の値も、含有する粘土鉱物によって影響を受けることが知られている。図-3(a)および(b)にそれぞれ残留強度 ϕ_r およびピーク強度 ϕ_p と土粒子の密度 ρ_s の関係を示す。図中のデータは矢田部ら⁴⁾の文献から引用したデータを加えている。図-3(a)は ϕ_r と ρ_s についての関係であるが、データは全体的にばらつきが大きい。泥岩とシルト岩の ρ_s はほぼ同じ値であるが、両者の ϕ_r の差は約 20° 以上である。図-3(b)の ϕ_p と ρ_s に関しても、同様のばらつきを示している。今回調べた土の範囲では、 ρ_s と ϕ_r の間には明らかな相関性は見られなかった。しかし、矢田部らのデータは、破碎帯地すべり粘土を対象としたものであり、 ϕ_r と CF、 I_p との相関性がないことはすでに示されている。また、 ρ_s も一般的な土の値(2.60~2.75)より高い値のデータが多い。今後はこれら以外のデータの蓄積が必要であると考えらる。

表-1 試料の物理特性およびピークおよび残留強度定数

試 料	記 号	状 態	土粒子の 密度 ρ_s (g/cm ³)	粘土含有量 CF<2 μ (%)	液性 限界 w_L (%)	塑性 限界 w_P (%)	塑性 指数 I_p	ピーク 強度 ϕ_p (°)	残留 強度 ϕ_r (°)
泥 岩	△	不攪乱	2.690	48	103.0	30.8	77.2	24.2	8.3
シルト岩	□	不攪乱	2.706	20	40.2	23.5	16.7	36	32.0
島尻泥岩 A ¹⁾	○	繰返し	2.799	-	55.2	21.9	33.3	-	22.3
島尻泥岩 B ¹⁾	◇	繰返し	2.797	-	69.8	26.8	43.0	-	10.2
カオリン	▲	繰返し	2.724	70	75.6	37.1	38.5	17.6	11.3

残留強度, リングせん断試験, 粘土含有量, 塑性指数, 土粒子の密度

〒381-0022 長野県長野市大豆島 4199 株式会社 中部地質 Tel 026-221-4728 Fax 026-221-5052

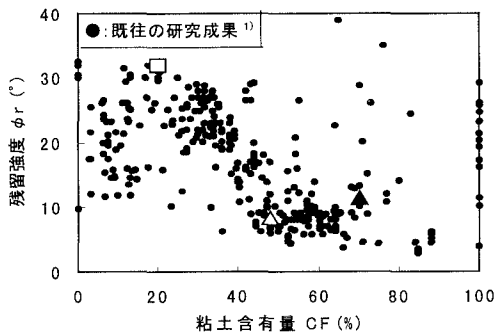


図-1 粘土含有量 CF と残留強度 ϕ_r

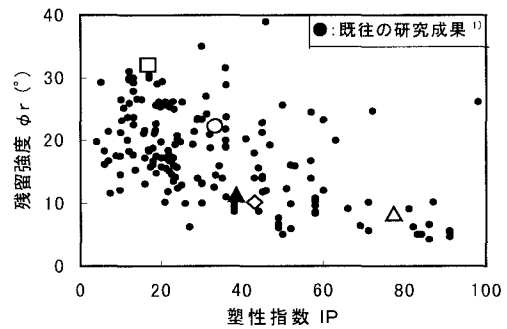


図-2 塑性指数 I_p と残留強度 ϕ_r

表-2 土粒子の密度の測定例

土質名	密度 (g/cm ³)	土質名	密度 (g/cm ³)
沖積世 粘土	2.65	関東ローム	2.78
砂	2.70	まさ土	2.60
洪積世 粘土	2.67	しらす	2.38
砂	2.65	山砂	2.79
豊浦標準砂	2.64	泥炭	1.50

表-3 土を構成する主な鉱物の密度

造岩鉱物	密度 (g/cm ³)	粘土鉱物	密度 (g/cm ³)
石英	2.7	カオリナイト	2.6
正長石	2.6	モンモリロナイト	2.5
斜長石	2.7	イライト	2.8

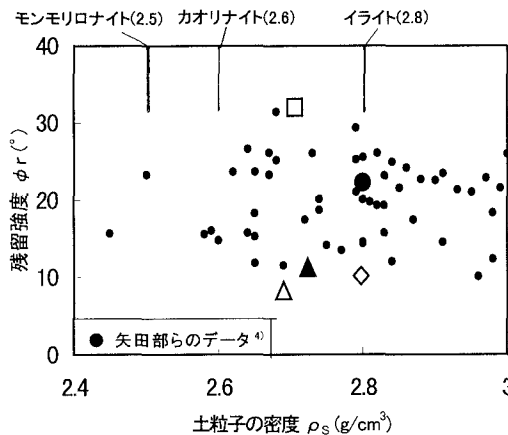


図-3(a) 土粒子の密度と残留強度 ϕ_r

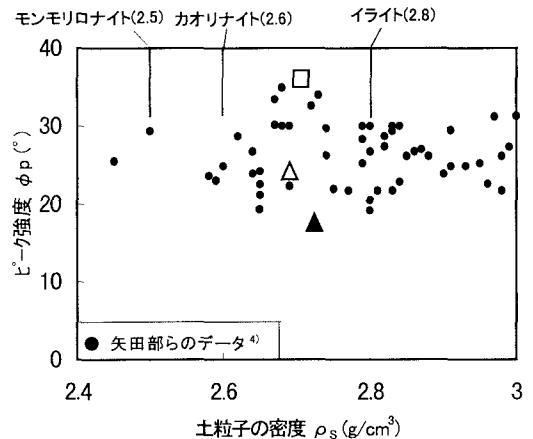


図-3(b) 土粒子の密度 ρ_s とピーク強度 ϕ_p

5. まとめ 今回は実際の地すべり地から採取された不攪乱試料の残留強度を求め、それらと土の物理的性質との相関性について調べた。その結果、粘土含有量 CF および塑性指数 I_p については従来指摘されている傾向にほぼ一致したが、土粒子の密度 ρ_s については明らかな相関性はなかった。しかし土粒子の密度と残留強度が共に含有する粘土鉱物に影響を受けることは既往の研究で述べられており、今後のさらなるデータの蓄積を目指したい。

【謝辞】本研究に対して、信州大学 川上 浩 教授には懇切丁寧な御指導を頂きました。ここに記して謝意を表します。なお、リングせん断試験機は信州大学地盤工学研究室のものを使用したことを付記します。

【参考文献】 1) 鈴木素之ほか：土木学会論文集 No575、/Ⅲ-40, pp. 141-158, 1997.

2) 鈴木素之ほか：日中ジョイントシンポジウム発表論文集, pp. 57-62, 1997.

3) 土質工学会編：土質試験の方法と解説, 土質工学会, p. 46, 1990.

4) 矢田部龍一・八木則男・榎 明潔：土木学会論文集 No436/Ⅲ-16, pp. 93-101, 1991.