山口大学大学院	学生会員			後田	真里
山口大学大学院	正会員	中田 幸男	兵動 正幸	吉本	憲正

1.はじめに

2009 年 7 月 21 日未明からの豪雨により、山口県防府市周辺では例を見 ない大規模かつ多数の土砂災害が発生した。過去の降雨記録をはるかに上 回る雨が短時間に集中的に降ったこと、この地域の地盤は比較的災害の起 こりやすいとされる花崗岩から成り、表層がその風化残積土であるまさ土 に覆われていたことも特徴であった¹⁾。まさ土の特徴は、風化の程度によ って著しく異なる物理・化学、力学的性質を示すことである。本研究は、 防府市下右田地区の土石流災害箇所から採取したまさ土を用いて、物理・ 化学、力学試験を行い、この地区の地盤材料特性について考察した。

2. 試料採取および方法

試料は、防府市下右田地区(国道262号沿線の西側の西目山東斜面)か ら採取した(写真-1)。採取場所は、元の地表面からおよそ0.5m~2.0mの 深さである。不撹乱試料は、写真-2 に示すように内径60mm高さ20mm のリングを用いて採取した。撹乱試料は、不撹乱試料と同一地点の試料を 採取した。なお、参考として防府市内の別の土石流発生場所である玉泉溜 池付近から採取した試料の結果も示している。



写真-1 防府市下右田の土石流の様子



写真-2 リングを用いた不撹乱試料

の採取

3.採取したまさ土の物理・化学的性質

物理・化学的性質を調べるため、持ち帰った不撹乱試料を用いて現場密 度の測定 増乱試料を用いて含水比試験 十粒子の密度試験 粒度試験 風化

度の測定、撹乱試料を用いて含水比試験、土粒子の密度試験、粒度試験、風化度の指標として用いられる強熱減 量試験を行った。図-1に乾燥密度と土粒子の密度の関係を既往の研究結果²⁾と共に示す。既往の研究では、乾燥密

度が増加すると、土粒子の密度も増加 するが、今回採取した試料の土粒子の 密度は乾燥密度によらず、概ね 2.62 程度で、乾燥密度は 1.1~1.7g/cm³であ った。同一地点から複数の不撹乱試料 を採取したため、乾燥密度に幅が見ら れた。最も低い密度だったのは、地表 面から 0.5m 付近で採取した下右田 C、 最も高い密度だったのは、地表面から 2.0m 付近で採取した下右田 D であっ た。つまり、乾燥密度は採取地点の深 さにも因ると考えられる。図-2 に乾燥 密度と強熱減量の関係を示す。一般的 に風化が進行すると強熱減量が増加 するといわれている。この図から乾燥 密度が増加すると、強熱減量は減少す る傾向を示している。図-3 に強熱減量



と細粒分含有率の関係を示す。強熱減量の増加とともに、細粒 分含有率が増加し、風化の進行とともに粒度分布の変化が認め られる。ただし、下右田 D については、この傾向から大きく外 れる結果となった。図-4 に安息角と細粒分含有率の関係を示す。 安息角は、乾燥状態の試料を用いて測定を行い、18°程度とな った。細粒分の増加に伴い、安息角はやや増加する傾向を示し ている。

4.採取したまさ土の力学的性質

力学的性質を調べるため、不撹乱、撹乱試料をそれぞれ用い て、一面せん断試験を行った。不撹乱試料は、リングにより採 取した試料をそのまま試験に用い、撹乱試料は、それぞれの不 撹乱の乾燥密度を目標に締固めた供試体を用いた。試験条件は、 圧密過程を1時間とし、上下せん断箱の隙間は0.2mmであり、 せん断速度 0.2mm/s 一定とし、せん断変位 7mm まで測定するこ ととした。 図-5 に下右田 D の撹乱、不撹乱試料の一面せん断 挙動を示す。不撹乱試料は撹乱試料に比べせん断初期の傾きが 緩く、低い剛性を示している。また、せん断応力にはピークが 見られ、その時のせん断応力は、不撹乱、撹乱試料ともに鉛直 応力に依存しているが、不撹乱試料のほうが高い結果となった。 ピーク時のせん断変位は、不撹乱試料のほうが撹乱試料よりも 倍以上大きい。体積変化をみると、不撹乱、撹乱試料ともに膨 張挙動を示しているが、不撹乱に比べて高い膨張挙動を示した。 一般的に膨張挙動が強いと、砂質土ほど高い強度を示すことが 知られているが、今回はこれに反して不撹乱試料のせん断強度 は撹乱試料のそれに比べて大きい結果となった。これらは、不 撹乱試料の粒子間にまだ固結力が残った構造であることを示唆 している。図-6に採取場所による一面せん断挙動の違いを示す。 採取場所の違いによって、強度にも大きな違いが見られる。最 も低い乾燥密度だった下右田 C はせん断応力が徐々に増加し、 収縮挙動を示しているのに対し、最も高い乾燥密度だった下右 田Dは、明確なせん断応力のピークが見られ、明確な膨張挙動 を示している。図-7,8 に垂直応力と最大せん断応力比、残留せん 断応力比の関係を示す。採取場所によらず、最大せん断強度は、 不撹乱と撹乱に差があり、不撹乱試料のほうが高い強度を示す。 残留強度は、不撹乱も撹乱もほぼ等しい値に収束している。不 撹乱試料と撹乱試料の残留強度比の差は1.0程度であった。

今回の研究では、土石流災害の発生した地域からまさ土を持



5.おわりに

ち帰り、一連の試験を行った。その結果から、この地域のまさ土は比較的低い乾燥密度で、細粒分含有率、強熱減量も低く、また不撹乱試料は撹乱試料に比べて剛性は低いが、強度は高いことが明らかとなった。 参考文献:1)地盤工学会2009年7月豪雨による山口県土砂災害緊急調査団,2009年7月21日豪雨による山口県防府地区での斜面災害,地盤工 学会誌,第57巻,第12号,pp.39-42,2009 2)村田秀一,安福規之,浦口泰弘,第19回土質工学研究発表会講演集,pp497-498,1984