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 日末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<sup>1)</sup>。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。

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

## 3.採取したまさ土の物理・化学的性質

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<sup>2)</sup>と共に示す。既往の研究では、乾燥密

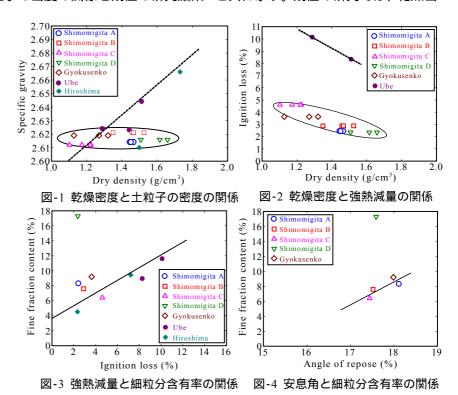
度が増加すると、土粒子の密度も増加 するが、今回採取した試料の土粒子の 密度は乾燥密度によらず、概ね 2.62 程度で、乾燥密度は 1.1 ~ 1.7g/cm<sup>3</sup> であ った。同一地点から複数の不撹乱試料 を採取したため、乾燥密度に幅が見ら れた。最も低い密度だったのは、地表 面から 0.5m 付近で採取した下右田 C、 最も高い密度だったのは、地表面から 2.0m 付近で採取した下右田 D であっ た。つまり、乾燥密度は採取地点の深 さにも因ると考えられる。図-2 に乾燥 密度と強熱減量の関係を示す。一般的 に風化が進行すると強熱減量が増加 するといわれている。この図から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



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



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。

#### 5.おわりに

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

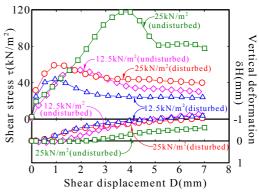


図-5 不撹乱と撹乱試料の一面せん断挙動

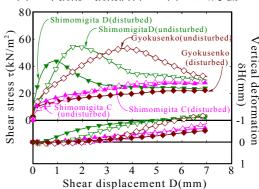


図-6 採取場所による一面せん断挙動の違い

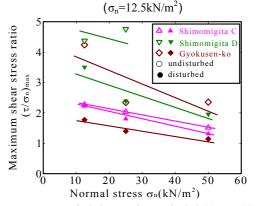


図-7 垂直応力と最大せん断応力比の関係

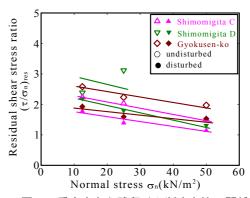


図-8 垂直応力と残留せん断応力比の関係

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