

埼玉大学

正會員

小田原

埼玉大学研究生

正會員

○ 旗

和美

福田組

中沢 昭典

1. まえがき

風化残積土(マサ土)は、盛土や埋戻し材料等によく用いられているが、盛土や埋戻し後の浸水により著しく沈下を生じやすい。また、風化残積土の斜面の豪雨による崩壊など、風化残積土の強度特性に与える水の影響は重要な問題となっている。そこで、この問題に関する基礎的研究を行なったので、その結果をここに報告する。

2. 実験方法とその結果

試料は、愛媛県今治市と大島で採取したマサエを使用した。各試料の基本的性質は表-1に示したとおりであり、粒度分布

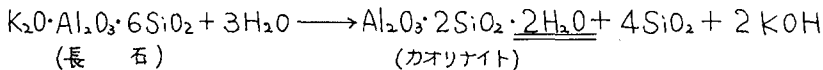
表-1 物理試験結果

表-1 物理試驗結果

色、鉱物組成等から風化が進行していると思われる順に記した。なお、24、26-2はマサ土との	試料番号	比重	粘土分	主要構成鉱物	強熱減量
	27-5	2.61	17.3 %	石英、長石、ハロイサイト、カオリナイト、バーミキュライト。	11.38 %
	27-1'	2.67	—	石英、長石、カオリナイト、バーミキュライト。	9.51 %
	27-3	2.63	4.5 %	石英、長石、黒雲母、カオリナイト、バーミキュライト。	8.90 %
	26-5	2.61	3.7 %	石英、長石、ハロイサイト、カオリナイト。	5.99 %
	26-2	2.68	1.0 %	石英、長石、黒雲母。	2.16 %
	24	2.67	2.0 %	石英、長石、黒雲母。	1.26 %

比較のため新鮮、やや風化した花崗岩をそれぞれ砕いたものである。

まず、マサ土の風化特性を把握するために各種の物理試験を行なった。結果は表-1に示すとおりである。比重試験、粒度試験はそれぞれJIS規格に従って行なったが、マサ土の風化の程度との一義的關係は不明である。しかし、マサ土の風化に伴う細粒化の傾向が見られる。また、試料の鉱物組成を調べるためX線回折試験を行なった。その結果、表-1にその構成鉱物を示した。ここで、一次鉱物である長石・黒雲母が化学的風化を受け、カオリナイト、バーミキュライト、ハロイサイト、ギブサイト等の二次的な粘土鉱物に変化していることがわかる。マサ土の風化に伴ないこれらの粘土鉱物の増加が認められる。この粘土鉱物は、長石・黒雲母が水と反応して化学変化したものであり、長石の場合を考えてみると次のとおりである。



ここで注目したいのは、粘土鉱物中に含まれる水である。これは粘土鉱物中に結晶水、層間水の形で含まれているのであるが、マサ土の風化の程度と密接な関係があると思われる。この水の量は、強熱減量試験により容易に求められるのであるが、今回の試験方法は次のとおりである。まず、水ヒ法により試料から粘土分を取り出しルツボ(W_1g とする)に約 $10g$ 入れる。ルツボを $60^{\circ}C$ の炉に48時間放置し自由水を蒸発させ(この時の重量を W_2g とする)、次に温度を $800^{\circ}C$ に上げ結晶水を取り除く(この時の重量を W_3g とする)。そして $\{(W_2 - W_3)/(W_2 - W_1)\} \times 100(\%)$ で試料の $60^{\circ}C \sim 800^{\circ}C$ の強熱減量を求めた。結果は表-1のとおりであり、粒度分布、色、鉱物組成等から判断したマサ土の風化の程度と良好な対応関係を示している。これまでマサ土の風化度の判定には、長さのみしかけの比重、鉱物組成等いろいろな方法が考えられてきたが、強熱減量は試験方法も簡単であり、マサ土の風化度の判定に有効な手段であるといえる。

次に、マサエの強度特性を調べるために三軸圧縮試験を行った。実験は2mm以下の試料を用い、排水試験、

至速度0.6%/minの制御で実施した。問題となっているのは、風化残積土の浸水による強度特性の変化であるので、水の影響をみるため、それぞれの試料において間ガキ比をほぼ一定とし、含水比の異なる状態（絶乾状態・気乾状態・飽和状態の3通り）で前述の排水三軸圧縮試験を行った。

3. 風化残積土の強度

特性と水との関連性

三軸圧縮試験の結果より、代表的な応力～歪曲線を図-1に示す。それぞれ、前述の強熱減量より、新鮮(24)、やや風化(26-5)、風化(27-1')の各風化段階の試料の実験結果である。

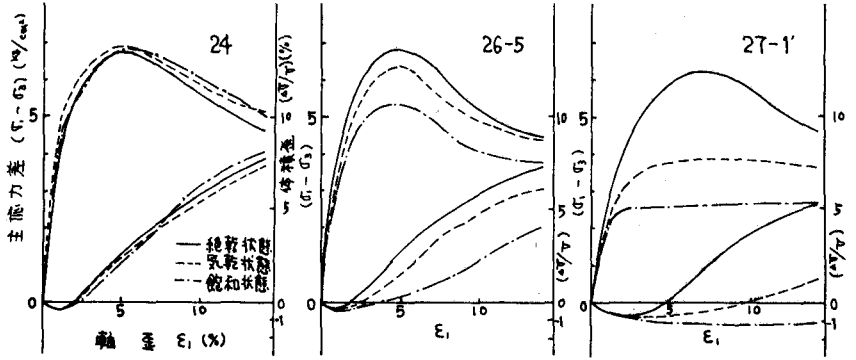


図-1 応力～歪曲線

これを比較すると、絶乾状態の最大主応力差 $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ にはあまり風化の影響はみられないうが、飽和状態の $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ は、風化が進んでいるマサ土ほど小さくなっている。つまり、密に締め固められたマサ土において、絶乾状態では風化度に関係なくほぼ同じ強度を示すのに対し、いったん吸水すると風化度の影響が大きく表われ強度の低下がみられるということである。

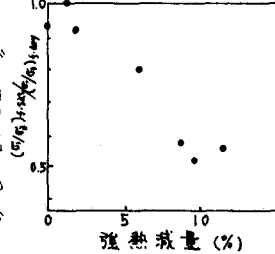


図-2 強熱減量と応力比の関係

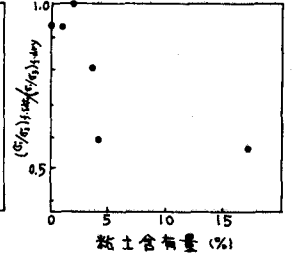


図-3 粘土含有量と応力比の関係

さらに、同一試料について、絶乾状態の破壊時の主応力比 $(\sigma_1/\sigma_3)_{dry}$ と飽和状態の破壊時の主応力比 $(\sigma_1/\sigma_3)_{sat}$ の比 $(\sigma_1/\sigma_3)_{sat}/(\sigma_1/\sigma_3)_{dry}$ を考える。この応力の比は、強度低下の程度を示し、値が小さい程強度低下が大きいということである。そして、図-1からも明らかなように、風化が進む程小さくなる。そこで、風化度の判定に用いた強熱減量との関係をもてみると、図-2に示すとおり強い相関がみられる。図-3は粒度試験結果の粘土との関係を示したものであるが、強い相関はみられないう。すなわち、強度低下はマサ土の粘土含有量に關係するのではなく、むしろその粘土鉱物の性質

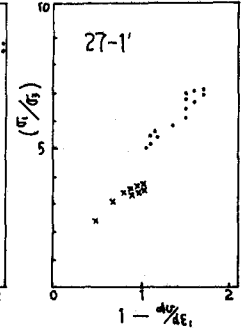
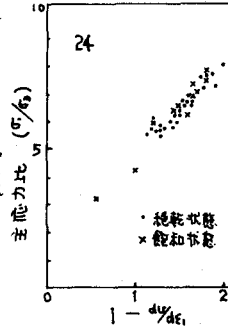


図-4 応力～ダイレイタンスの關係

によるものであるといえる。図-4は図-1より計算した応力～ダイレイタンスの関係をプロットしたものである。Rowe (1962)³⁾を参考にすれば、粒子間マサツ角 α は風化の影響も水の影響もあまり受けていない。マサ土のような粒状物質の強度特性は、粒子間マサツ角 α によるところの抵抗成分と、ダイレイタンスによる抵抗成分からなるものとするれば、吸水によるマサ土の強度低下は、風化により増加した粘土分の脆弱化により、ダイレイタンスが小さえられる傾向にあるためと思われる。

4. まとめ

- (1) 強熱減量は試料の二次鉱物(カオリナイト、ハロサイト、...)の増加と関係し、マサ土の風化度判定に有効である。
- (2) 強度の低下は、試料の強熱減量と強い相関がある。
- (3) 強度低下は、粘土分の吸水による脆弱化、あるいは流動化によるものと思われる。

参考文献 1) 大八木 規夫, 他, (1969): "加茂・大東地方花崗閃緑岩地帯における風化帯の粘土鉱物", 国立防災科学技術センター研究報告, 甲

21-43. 2) Lumb, P.: "The properties of Decomposed Granite," Geotechnique. 3) Rowe, P.W. (1962): "The stress-dilatancy relation," Proc. Roy. Soc. A 262