

まさ土の模擬不攪乱試料作製に関する基礎的研究

長崎大学工学部 学生会員 石田 純平 長崎大学大学院 正会員 杉本 知史
長崎大学大学院 フェロー会員 蔣 宇静 長崎大学大学院 正会員 李 博

1. 研究の背景・目的

不攪乱状態の地山の土は、室内で模型実験に使用する攪乱状態から再構成した土とは力学的性質が大きく異なる。そのため、研究を行う上で斜面崩壊等を想定した模型実験を行ったとしても、その再現性には不明な点を抱え、より不攪乱状態に近い試料で実験を行うことが望まれる。しかし、実際の地盤での挙動を再現するには、不攪乱状態にある試料を模型地盤として準備する必要があるが、現実には困難である。そこで本研究では、土の力学的挙動を行う上で不攪乱土に近い性質の模擬試料を大量かつ安定的に入手できるよう、攪乱試料に固化材を添加し、粒子間にセメンテーションを付加すること方法について検討した。今回はまさ土を対象とした試料を作製し、一軸ならびに三軸圧縮試験によりこの模擬不攪乱試料の力学的特性を明らかにした。

2. 試験実施方法

一般にまさ土は採取場所によって、母岩の鉱物組織の不均一や風化の度合の差などによって異なった性質を有している。実際に現場に赴いて調査した際も十数メートル場所が異なるだけで、異なった性質のまさ土となっていた。今回は二種類の性質の異なる不攪乱ま



写真-1 まさ土 A



写真-1 まさ土 B

さ土についての強度定数を、攪乱状態のまさ土に石膏を添加することで再現する強度定数の指標とした。不攪乱まさ土の強度定数について庄野ら¹⁾が研究を行って得た強度定数を参考にした。一つは写真-1のような桃色長石が顕著であり風化の著しい部分は細粒分が多く粘性もあるまさ土(以下、まさ土A)で、強度定数である粘着力 c と内部摩擦角 ϕ は、 $c=31.12\text{kN/m}^2$ 、 $\phi=49^\circ$ 程度である¹⁾。もう一つは写真-2のように乳白色を呈しており、風化の進行している部分は粘性がほとんどなく砂状となる俗称オニマサと呼ばれるもの(以下、まさ土B)で強度定数は $c=106.19\text{kN/m}^2$ 、 $\phi=51^\circ$ 程度である¹⁾。

固化材には硬化速度が速く添加量による強度の調整が比較的安易な石膏を用いた。石膏の添加量を決定するためにまず、まさ土の乾燥質量に対して0, 5, 10%の石膏を含水比10%で一定としたまさ土に添加し、直径50mm高さ100mmの供試体を作製して養生した後、一軸圧縮試験を行って石膏による土粒子のセメンテーション付加でどの程度強度特性に変化が現れるのかを調べる。また、石膏の添加量をまさ土の乾燥質量に対して10%一定としてまさ土の初期含水比を10, 12, 15%の三種類とした供試体も作製して、初期含水比の違いによる強度の差異も調べる。いずれも1, 2, 3日の養生期間ごとに試験を行った。次に前述と同じ条件で作製した供試体で三軸圧縮試験のCD試験を行い、それぞれの条件での強度定数を求め、不攪乱試料との比較により、適当な石膏の添加量を検討する。

3. 試験結果および考察

3.1 一軸圧縮試験からの考察

図-1に初期含水比を10%で一定としたときの石膏添加量と一軸圧縮強度の関係を、図-2に石膏添加量を10%で一定としたときの初期含水比と一軸圧縮強度の関係をそれぞれの養生日数ごとに示す。この結果から、石膏の添加による強度増加の程度を知ることができた。また、同じ添加量でも初期含水

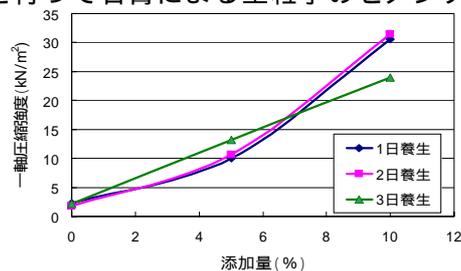


図-1 石膏添加量と一軸圧縮強度の関係

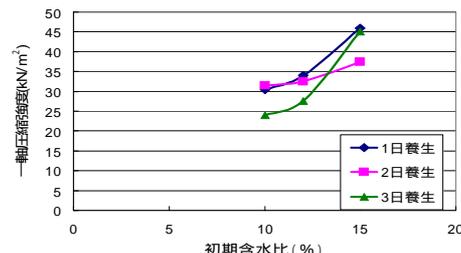


図-2 初期含水比と一軸圧縮強度の関係

比が大きいほど強度が増加していることがわかる。これは水和反応によって焼石膏が二水石膏に変化する量が多いためであると考えられる。養生期間については、1,2,3日養生ごとに大きな変化は見られないことと、石膏の反応速度が速いということから、1日養生で2,3日養生の供試体と同等の強度を得ることを確認した。

3.2 三軸圧縮試験からの考察

図-3に初期含水比を10%で一定としたときの石膏添加量と粘着力の関係を示す。図-4に石膏添加量を10%で一定としたときの初期含水比と粘着力の関係を示す。図からわかるように粘着力は石膏添加量が大きくなるほど増加していき、初期含水比が大きくなるほど減少している。このことから、石膏添加量と初期含水比との間に固化作用への依存関係があることがわかった。図-5に初期含水比を10%で一定としたときの石膏添加量と内部摩擦角の関係を示す。図-6に石膏添加量を10%で一定としたときの初期含水比と内部摩擦角の関係を示す。図-6より、初期含水比が大きくなるほど内部摩擦角も大きくなっていることがわかる。これは初期含水比が10%で二水石膏に変化しなかった分の焼石膏が初期含水比を大きくすることでより多く二水石膏に変化したため土粒子同士が接着した後、せん断によって元の粒度とは異なる粗さで破壊したためであると考えられる。

この結果から、より不攪乱状態のまさ土を再現するための石膏添加量と初期含水比について検討する。前述の二種類のまさ土の不攪乱試料の強度定数を比べると、内部摩擦角には大きな違いは見受けられないのに対し、粘着力に大きな差があることがわかる。つまり、まさ土の不攪乱状態を再現するためには、内部摩擦角を50°程度に保ちながら、粘着力を変化させられるような添加方法を考える必要がある。石膏の添加量が多いほど粘着力が大きくなることから、まさ土Aのような性質を再現するには石膏の添加量を少なく、まさ土Bのような性質のまさ土を再現するには石膏の添加量を多くするという方法で粘着力を変化させるのが望ましいと考えられる。また、内部摩擦角は石膏による接着面が広がるほど大きくなることから、石膏添加量が大きくなるにつれて水和反応するのにより多くの水が必要になることが予想されるので、石膏添加量と比例するように初期含水比を大きくしていく必要があると考えられる。

4 おわりに

本研究では代表的な二種類のまさ土の不攪乱状態の再現について考えることとしたが、実際には、まさ土という土の特殊性を考慮し、より多くの性質を再現できるように様々な添加方法を検討する必要があると考えられる。また、模擬不攪乱試料を作成する際に使用する攪乱試料の粒度分布によっても強度定数に違いが出ると思われ、粘性のある試料に比べ粗い粒子の多い試料は粘着力が大きくなると思われるため、試料の粒度調整を行うことも検討すべきであると考えられる。

[謝辞] 今回の研究については、試料採取に関し(株)姥原運輸様の御協力を頂いたことに謝辞を申し上げます。

参考文献 1)庄野久人ら: "乱さない風化花崗岩試料の特性について", 土と基礎, 第23巻, 昭.50, pp.19-24.

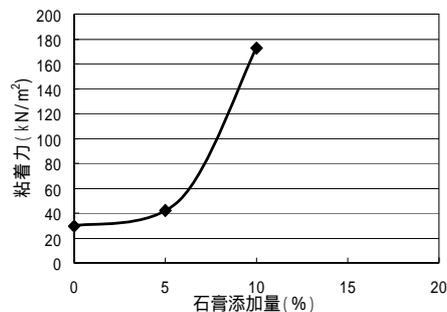


図-3 石膏添加量と粘着力の関係

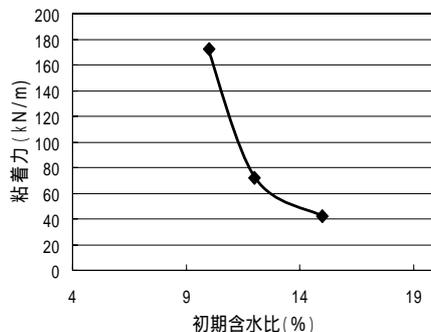


図-4 初期含水比と粘着力の関係

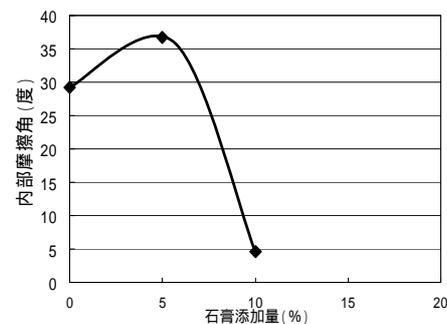


図-5 石膏添加量と内部摩擦角の関係

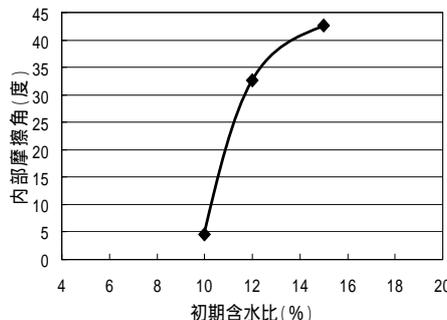


図-6 初期含水比と内部摩擦角の関係