

広島型不攪乱マサ土の強度・変形特性

広島大学大学院	学生員○奥宮 英治
広島大学大学院	学生員 瀬戸 一法
基礎地盤コンサルタンツ（株）	正会員 服部 隆行
広島大学	正会員 日下部 治
復建調査設計（株）	正会員 低引 洋隆

1. はじめに

マサ土に関する研究は活発に行われ、乱さないマサ土の応力ひずみ挙動が、風化度、含水状態及び拘束圧の違いによって著しく変化するということが指摘されている。しかし、豪雨時のマサ土地帯での斜面崩壊は現在でも多発しており、破壊時のマサ土の挙動をより詳しく検討する必要がある。そこで本研究では三軸試験を用いて、広島型マサ土の破壊時の挙動を実験的に調べた。

2. 実験方法

試料は広島県安佐南区の現場より「ロックアップリソ」法により採取した。表-1に本研究で用いた広島型マサ土の物性値を示す。これは岩盤区分でいうDL級に相当し、かなり風化の進行した典型的な広島型マサ土である¹⁾。この試料を用いて凍結法²⁾により直径5cm、高さ10cmの不攪乱供試体作成し、3種類の拘束圧（ $\sigma_3 = 49\text{kPa}, 98\text{kPa}, 196\text{kPa}$ ）によって拘束圧一定の圧密非排水条件と圧密排水条件で三軸圧縮試験（CU試験，CD試験）を行った。なお本試験では背圧を245kPaとし、これによりB値 ≥ 0.95 をほぼ満足した。また軸圧縮時の軸ひずみ速度は0.1mm/minとした。

表-1 試料の物性値				
比重	湿潤密度 (kN/cm^3)	乾燥密度 (kN/cm^3)	含水比 (%)	間隙比
2.66	17.7	14.7	20.7	0.76~0.87

3. 実験結果及び考察

図-1はCU試験より得られた主応力差 $q = \sigma_1 - \sigma_3$ と間隙水圧 u をそれぞれ拘束圧 σ_3 で除して無次元化したものと軸ひずみ ϵ_a の関係である。図のように $\epsilon_a = 1\%$ までの区間Ⅰ、 $\epsilon_a = 6\%$ までの区間Ⅱ、 $\epsilon_a = 11 \sim 12\%$ までの区間Ⅲに分けるとそれぞれの区間では次のような形状を示す。区間Ⅰでは q 、 u ともに急激な立ち上がりを示す。区間Ⅱでは q の勾配は緩やかになり、 u はピークに達しほぼ安定する。区間Ⅲでは q は勾配が区間Ⅱに比べ大きくなり、 u はやや減少する。全体的に見ると主応力差と軸ひずみの関係は明確なピークを持たず、ひずみ硬化型で柴田³⁾のデータとよく似た形状を示す。また $\epsilon_a = 7\%$ 前後までは $\sigma_3 = 98, 196\text{kPa}$ の q 及び u はほぼ一致し、正規化の傾向がある。図-2はCD試験より得られた $q - \epsilon_a$ の関係と体積ひずみ ϵ_v と ϵ_a の関係である。 $q - \epsilon_a$ の関係はCU試験の結果とは対照的に各拘束圧ともピークを示し、拘束圧が大きくなるほどピークが右にシフトする傾向にあり、正規化の傾向は見られない。一方、 ϵ_v も拘束圧が大きくなるほどピークは左側にシフトする。この試験結果は村田⁴⁾らの研究結果と類似している。

図-3は両試験から得られた有効応力パスである。拘束圧196kPaの非排水パスについては図-1の区間Ⅰ、Ⅱ、Ⅲに対応するよ

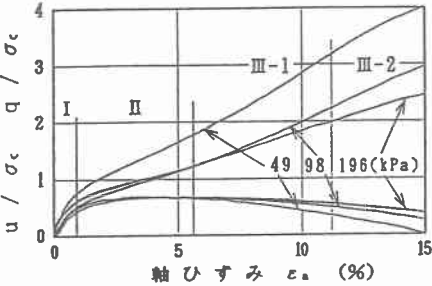


図-1 正規化した q 、 u と ϵ_a の関係

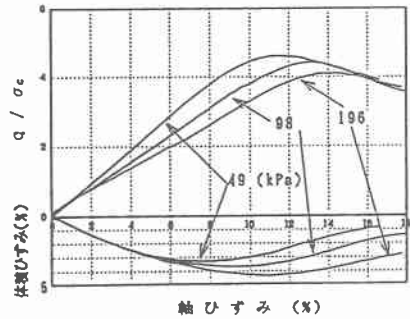


図-2 q/σ_3 、 ϵ_v と軸ひずみの関係

うに区間分けを行ったが、軸ひずみが 11%あたりからパスが q/p すなわち M のラインから離れ出すため、ここを境に新たに区間ⅢをⅢ-1, Ⅲ-2 と分けた。各区間では次のような状態にある。区間Ⅰで非排水パスが立ち上がる。区間ⅠからⅡに移る時期に降伏が開始する。区間Ⅱで降伏した後、区間Ⅲ-1では限界状態線をたどる。区間Ⅲ-1から、Ⅲ-2へ移る過程では限界状態線から右側にはずれ摩擦角が減少していると解釈される。Ⅲ-2の領域は沖積粘土には見られない挙動であり、粒子破碎の影響を受け次第に材料特性が変化していると考えられる。

次に排水パスに着目すると各拘束圧とも傾き3の割合で立ち上がるが、図-2の q に対応するようにピークに達した後に q は少し減少する。ピーク時に $M=1.8$ 、 q が減少し、残留時には $M=1.65$ となる。前者の値は非排水パスにおける区間Ⅲ-1の傾きと一致する。

図-4 は $\bar{C}U$ 試験と CD 試験の軸圧縮時の間隙比 e と $\log p'$ の関係である。この図から不攪乱供試体の初期状態に差異があるが、 CD 試験の圧縮過程での $e - \log p'$ 勾配は圧縮曲線とほぼ平行である。ただし、それ以後等方圧縮曲線より右側に出る挙動は沖積粘土のそれとは異なる。図-3でのⅢ-2領域で粒子破碎に起因して材料特性が変化したことを考えあわせると、圧縮後期には圧縮性も変化していると類推されるが、これについてはさらなる検討が必要である。

以上のようにマサ土の挙動はせん断時にで段階的に異なる挙動を示し、沖積粘土などの均質材料と異なる挙動を示すことが随所に見られる。マサ土が石英、斜長石、カリ長石、黒雲母等によって構成されることを考えあわせると、各段階ごとに力学的挙動に影響を及ぼす岩石成分が異なると類推される。また各段階における粒子破碎量も力学的挙動を支配する要因の一つと考えられる。

4. まとめ

本研究によりマサ土の段階的挙動が確認された。これはマサ土が複数の岩石成分を含むため不均質であるうえに、各段階で力学的挙動に影響を及ぼす岩石成分が異なるためであると考えられる。また、圧縮後期に粒子破碎に起因する材料特性の変化と考えられる段階の存在も確認された。以上のような研究結果より、今後のマサ土の力学的挙動の把握の課題は微視的要因の定量的な評価であると考えられる。

参考文献

- 1) 青山千影他：乱さないマサ土の工学的分類、風化残積土に関するシンポジウム発表論文集, pp. 101~104, 1988.
- 2) 馬越茂他：異なるサンプリング法による風化花崗岩の不攪乱試料の品質、土木学会年次学術講演会講演概要集第3部(A), pp. 438~439, 1994.
- 3) 柴田徹他：三軸試験による不攪乱マサ土の強度・変形特性、京大防災研究所年報 第25号B-2, pp. 114~129.
- 4) 村田秀一他：等方硬化モデルによる風化残積土の力学挙動の評価について、風化残積土に関するシンポジウム発表論文集, pp. 167~172, 1988.

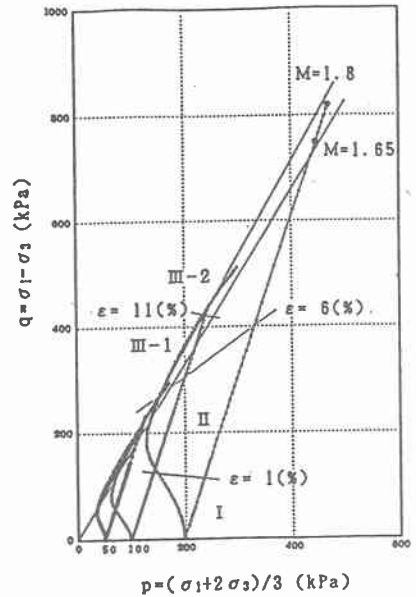


図-3 $p' - q$ 曲線

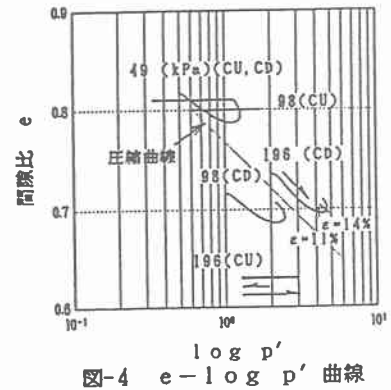


図-4 $e - \log p'$ 曲線