

同一母岩を有する乱さないまき土の強度特性と指数性の性質の関係

山口大学工学部 ○正員 安福 規之
 山口大学工学部 正員 村田 秀一
 山口大学工学部 正員 兵動 正幸
 山口大学工学部 正員 山本 修三

1. まえがき

乱さないまき土の力学特性は、風化度に依存して著しく変化することが知られている。このため、まき土地帯における切土斜面の合理的かつ精度のよい安定解析を行うためには風化度に着目した乱さないまき土の変形・強度特性を理解することが重要となる。本報告は、このような観点から母岩が同一であると判断できかつ深さ方向に風化度がかなり変化しているような切土斜面を対象に、深さごとに指数性の性質と強度特性について調べ、それらの関連性について報告するものである。また、強度特性を調べるために行った多段階三軸圧縮試験の有用性についても報告する。

2. 調査地点の特性と調査項目

調査地点は、山口市郊外の採土場内の切土斜面で、高さ約45m、幅100mの法面内に、断層などの切れ目や母岩の異なる層は存在しない。その断面形状を図1に示す。斜面は5つの小段を有し、各切土面の平均的な高さは約7m、平均的な勾配は約50度程度である。図中に白まるで示した位置より試料を採取し、比重 G_s 、修正強熱減量 $l_m^{(1)}$ 、自然含水比 w_{nat} 、単位体積重量 γ_t 、および粒度の測定を行った。また、同位置において釘打込法によりサンプリングを実施し、乱さない三軸供試体の作成に供した。なお、供試体の具体的な作成方法については、参考文献 1) に詳しく述べている。

3. 多段階三軸圧縮試験

乱さないまき土の力学特性を調べる場合、同一条件（間隙比、含水比など）の供試体を得にくいことから、力学試験結果のパラツキに悩まされることが多い。このため、強度定数を得るために、十数本の試験を行うこともまれではない。そこで、より簡便に強度定数を求める方法として、“多段階三軸圧縮試験”を採用した。この方法は、図2(b)の応力経路図に示すように数サイクルの圧密・載荷・除荷試験を、圧密圧力を変えることにより行い、一本の供試体から破壊包絡線を求めようとするものである。図2は側圧一定の条件で行った多段階的応力経路試験の結果を模式的に示したものであるが、この図においてB, D, F 点に対応する軸差応力は、それぞれA, C, E 点の圧密圧力に対応する最大軸差応力を表わしている。今回A, C, E 点に対応する圧密圧力としてそれぞれ50kPa, 100kPa, 150kPa を採用した。また載荷は、ひずみ速度0.10~0.07%/min のひずみ制御方式で行い各圧密圧力に対応する最大軸差応力の値を求めた。なお、載荷中軸差応力にピークの現われない場合には、 $\Delta \epsilon_1 = 0.5\%$ に対して q の増加率($\Delta q/q$)が1%以内になった時点の軸差応力を便宜上最大軸差応力とした。試験は、不飽和土用三軸セルを用いて、排水・排気の条件の下で、自然含水比状態の供試体を対象にして行った。ここで、 $q = \sigma_1 - \sigma_3$ 、 $p = (\sigma_1 + 2\sigma_3)/3$

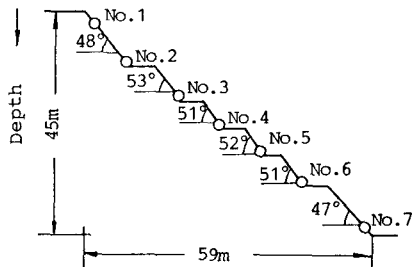


図1 切土斜面の模式的断面

図3は、図1に示した切土斜面から採取した試料の指数性の性質と深さの関係を示したものである。なお、ここで用いている深さは斜面頂部からの深さであり、

4. 実験結果と考察

図3は、図1に示した切土斜面から採取した試料の指数性の性質と深さの関係を示したものである。なお、ここで用いている深さは斜面頂部からの深さであり、

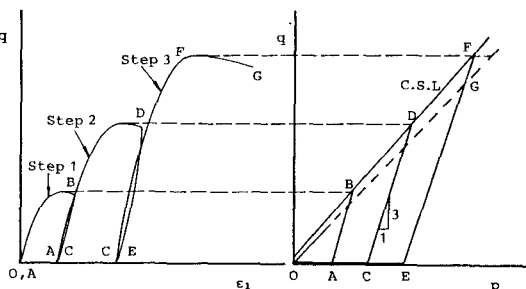


図2 多段階三軸圧縮試験

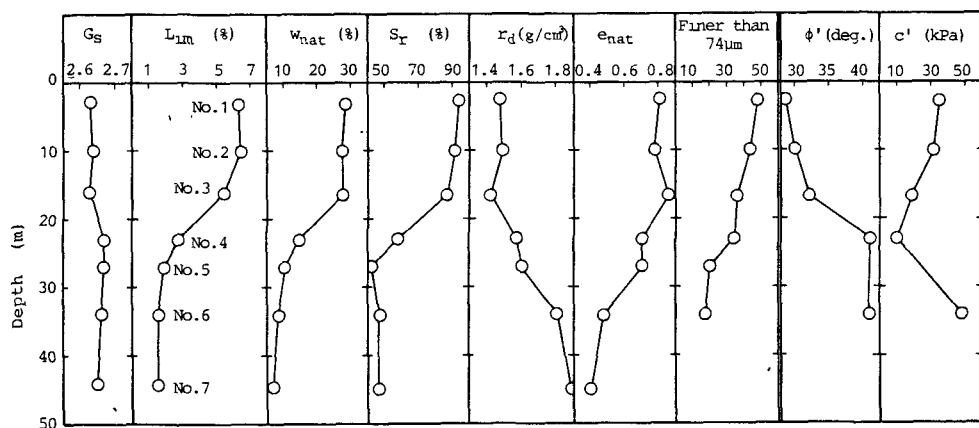


図3 指数的性質と深さの関係

各採取地点での深さが以前あったであろう地表面からの深さを表わしているとは限らない。この図から、深さと共に L_{im} , w_{nat} , 飽和度 S_r は、それぞれ約8%-1%, 30%-7%, および95%-50%の範囲で変化し、間隙比 e_{nat} は0.8-0.4程度まで減少することが分る。また各指数間には比較的良好な相関が見受けられ、この斜面では、20m前後の深さにおいて L_{im} , w_{nat} , S_r などが大きく変化している。従来の L_{im} に関する検討結果を考慮すれば1)、No.1-No.3は、中程度に風化したものであり、No.4-No.7は新鮮なまき土に属すると言える。さらに、No.1-No.3の試料のように細粒分を40-50%も含んでおり、見掛け上は粘性土の感じを受けるにもかかわらず、間隙比が0.8程度とかなり小さいこともこの斜面の特徴であろう。図4は、代表的な試料（No.1, 4, 6）の多段階応力径路試験の結果を示している。図中のStep.1, 2, 3は、それぞれ側圧50kPa, 100kPaおよび150kPaの結果を示している。No.1($L_{im}=6.4\%$)の試料は、せん断過程においてつねに体積ひずみ v は収縮を示し、軸差応力に明瞭なピークは見られず、粘性土の特性を示す。一方、No.6($L_{im}=1.4\%$)の試料は、せん断中体積膨張をきたし、また軟化の傾向も著しく、最大軸差応力はNo.1のそれに比べて2-3倍となっている。次に図5には、図4の結果に基づいて描いた各試料の破壊包絡線（直線近似）をまとめて示している。図中に示したモールの円は、No.1試料に対するものである。そして、この図を基に内部摩擦角 ϕ' および見掛けの粘着力 c' を求め、これらの値と L_{im} （風化度の判定指標）の関係を示したものが図6である。 ϕ' は、41度~28度のかなり広範な値を示し、 L_{im} が大きくなるにつれて ϕ' は低下する傾向にある。しかし、その値には上限値（約41度）、下限値（約28度）が存在するようである。また、 c' はほぼ10kPa-50kPaの範囲で変化し、No.1~No.3の試料に比べればそれほど風化の進行していないNo.4の試料が最も小さい c' 値を示しているのが特徴である。さらに、図3には強度定数 ϕ' , c' と深さとの関係も示しているが、 ϕ' は深さと共に増加し、No.4以深ではほぼ一定値を示すようになる。また、 c' はNo.4地点までは徐々に低下し、No.4以深では再び増加の傾向となることがわかる。

参考文献：1) 村田他：不攪乱まき土供試体の作成方法とその力学特性，土質工学会，サンプリングに関するシンポジウム発表論文集（1986）。

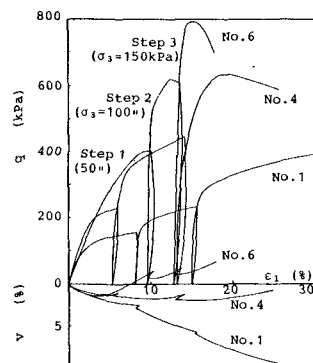


図4 代表的な試験結果

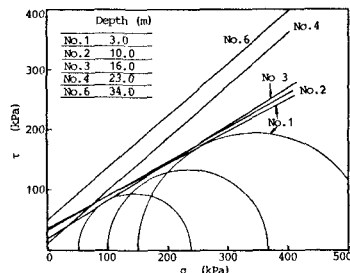


図5 モールの応力円

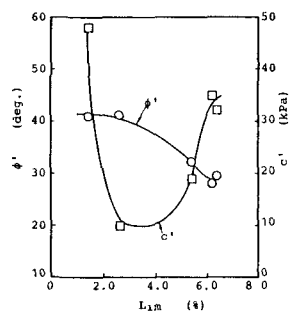


図6 強度定数と風化度の関係