

相似粒度および有効間隙比を用いた高盛土用飽和粗粒材の変形・強度特性

徳島大学工学部 正会員 山上拓男
徳島大学工学部 正会員 鈴木 壽
日本舗道（元学部生） ○坂東秀明

1. はじめに 近年、ゴルフ場の建設が急増しており、大規模な土工が行われている。このような現場では、ロックフィルダムのように材料の選定をすることが経済的に不可能なので、現場の粗粒材をそのまま盛土建設材料として用いなければならないことが多い。それ故に、実際の現場の粗粒材の変形・強度特性を把握することは極めて重要である。この粗粒材の研究^{1)~4)}に関する最大の課題は、現場の状態をいかに室内実験の供試体に再現するかという点である。この点に関するこれまでの研究成果を要約すれば、1) 直径が最大粒径の5~6倍、高さが直径の2~2.5倍程度の供試体を用いるべきこと、2) 相似粒度の概念が現場の粒度構成を有する供試体作成方法に有益なこと、3) 試験間隙比は、粒子間の間隙のみを表す有効間隙比の方が望ましいこと、4) 粗粒材の強度特性には粒子破砕が影響していること、となる。本報告では、粗粒材の研究の手始めとして、1)~4)の内容を考慮した粗粒材の三軸圧縮試験を排水条件下で行う。

2. 土試料の物理的性質と供試体作成方法 用いた土試料は、阿讃山地の北東部に建設中の高盛土の建設材料で、図-1はその土の粒径加積曲線（原粒度）を示している。原材料の最大粒径は25cmである。図に示すように、この土は4.76mm以上のレキ分を85%程度含む粗粒材で、日本統一土質分類法によればシルト混じりレキ（G-M）に分類される。供試体は直径10cm、高さ20cmとしているので、上記1)の条件を満たすには、試料の最大粒径を19.1cmとしなければならない。また相似粒度の供試体の作成に必要な粒度階は、19.1~9.52mm、9.52~4.76mm、4.76~2.00mm、2.00mm以下の4つとした。同図には相似粒度に調整された供試体試料の粒径加積曲線も示しており、この図から残留率 f_{D_i} を求めた。各粒度階ごとの残留率と絶対比重 D_{p_i} の値は表-1に示している。粗粒材の比重と含水比は、合成比重と合成含水比の概念で評価されている。特に、石井ら¹⁾と赤司³⁾はレキ材料自身が有する空隙（レキ表面に開口部を有するもの）もレキ粒子自身の体積の一部であるという考えから、合理的な合成比重 $\bar{D}$ を提案している。この $\bar{D}$ は次式で表される。

$$\bar{D} = \frac{1}{\sum (f_{D_i} / D_{p_i})} \tag{1}$$

合成含水比 $\bar{W}$ は、各粒度階ごとの含水比 Q_i （レキ材料については吸水率）に対する重み付け平均法で求められ、次式で表される。

$$\bar{W} = \sum f_{D_i} Q_i \tag{2}$$

現場で施工された盛土の締固め状態は表-2に示している。表中の含水比 $\bar{W}$ は実際の盛土で直接計測された値であるので

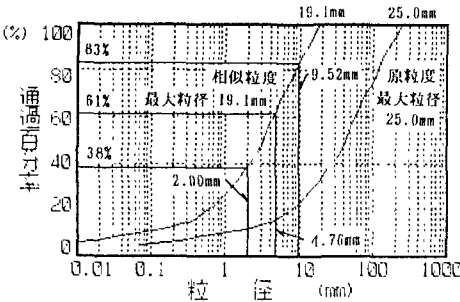


図-1 原粒度と相似粒度の粒径加積曲線

表-1 各粒度階の残留率と絶対比重の値

粒 度 階	f_{D_i}	D_{p_i}
19.1~9.52	0.17	2.425
9.52~4.76	0.22	2.341
4.76~2.00	0.23	2.241
2.00~	0.38	2.673

表-2 現場の盛土の締固め状態

湿潤密度	ρ_t	2.160 (g/f/cm ³)
含水比	$\bar{W}$	7.46 (%)
飽和度	S_r	62.5 (%)
現場の合成絶対比重	$\bar{D}_o$	2.459
現場の有効間隙比	e_o	0.22
乾燥密度	ρ_d	2.01 (gf/cm ³)

式(2)の $\bar{w}$ の値と見なすことができる。現場の合成絶対比重 $\bar{D}_v$ は、表-1に示した各粒度階ごとの絶対比重 D_{vi} と残留率 f_{vi} を式(1)に代入して求めた。計算された現場の合成絶対比重 $\bar{D}_v$ は2.459である。また、有効間隙比 e_v は次式で求められる⁴⁾。

$$e_v = (\rho_v / \rho_d) \bar{D}_v - 1 \quad (3)$$

したがって、現場の e_v は表-2の ρ_d と $\bar{D}_v$ を上式に代入すれば求められる。この場合 e_v は0.22と計算される。

所定の e_v となる供試体は、内径10cm、高さ20cmの2つ割りモールドで動的に突固めることによって作成した。目標湿潤密度 $\rho_v = 2.205 \text{ gf/cm}^3$ で e_v を管理した。

3. 試験結果 試験は、側圧 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 kgf/cm^2 の4種類で実施した。これらの初期有効間隙比 e_{v0} および等方圧密終了後の有効間隙比 e_{v1} はそれぞれ0.25~0.27, 0.23~0.25となっており、現場の状態に近い値となった。図-2は、これらの応力~ひずみ関係を示したものである。また、図-3は、せん断中の体積変化を示したものである。図に示すように、側圧が0.5 kgf/cm^2 の場合、軸ひずみが1.5%までは供試体は収縮しており、その後せん断の進行と共にダイレイタンスが発生して体積は膨張している。この傾向は、拘束圧の増大と共に減少し、側圧3.0 kgf/cm^2 では体積は単調に減少している。図-4は、せん断終了後の試料の粒度分布を調べたものである。この図からせん断による粒子破碎はほとんどないと言える。なお、強度係数は、 $c_d = 0.42 \text{ kgf/cm}^2$, $\phi_d = 33.6^\circ$ と求められた。

4. おわりに 本報告は、直径10cm、高さ20cmの供試体を用いた三軸圧縮試験を実施して、高盛土用粗粒材の変形・強度特性を調べたものである。今後、供試体の完全な飽和方法、不飽和状態における力学特性などへと言及していきたい。最後に、土試料の採取などで多大なるご協力を賜りました日本国土開発(株)の方々に深甚なる謝意を表します。

参考文献 1)石井・大迫：締固めた粗粒材の合成比重と間隙比，土質工学会論文報告集，Vol.21，No.3，1981。
2)土質工学会：粗粒材の変形と強度，1986。3)赤司：ロック材料の密度管理と強度確認試験，土と基礎，Vol.33，No.4，1985。4)石井：多孔質な岩片や土塊を締固めたときの飽和度，土と基礎，Vol.36，No.12，1988。

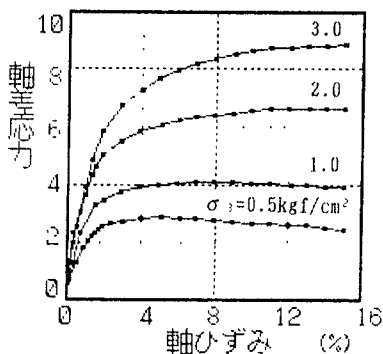


図-2 応力~ひずみ関係

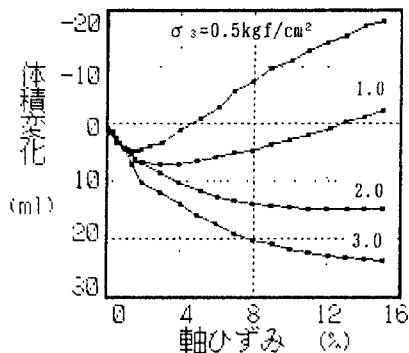


図-3 せん断中の体積変化

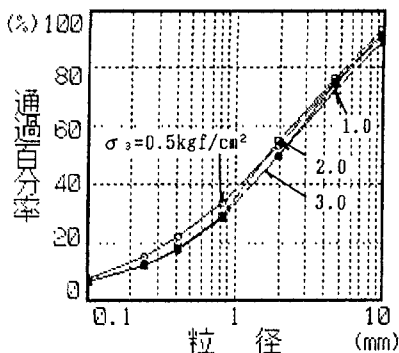


図-4 せん断による粒子破碎