

Ⅲ-232

粗粒材料の初期せん断剛性測定法の比較

竹中技術研究所 正会員 ○内田明彦 畑中宗憲

1. はじめに

粗粒材料の変形特性は、粒径が大きいために大型繰返し三軸試験装置を用いて求める方法が一般的である。その際、粗粒材料の端面整形において、不攪乱試料の場合は大きな粒子を実際に切断することを意味し、そのため整形が非常に困難となり、方法によっては端面の凹凸や供試体の軸に対する傾斜ができやすい。そのような供試体端面でのベッディングエラーのために、変位の測定法によって微小ひずみレベルにおけるせん断剛性の値が大きく異なる場合があることが指摘されている(文献1)。

本報告は、粗粒材料の微小ひずみレベルにおける初期せん断剛性を3種類の方法によって測定した結果を比較したものである。実験は大型繰返し三軸試験装置を用いて1つの供試体に①加速度計(SWV)、②局所ひずみ測定装置(LDT)²⁾、③非接触型変位計(SSG)の3種類の測定装置をセットし、微小ひずみでの初期せん断剛性の測定を行った。なお、実験試料には原位置凍結サンプリングによって採取された不攪乱礫試料を用いた。原位置凍結サンプリングによる不攪乱礫試料の採取方法については文献3)を参照されたい。

2. 実験方法および実験試料

初期せん断剛性の測定に用いた大型繰返し三軸試験装置の模式図を図1に示す。供試体の大きさは直径30cm、高さ60cmである。加速度計は圧電型で防水加工されたもの(重量3g、直径9mm、高さ13.5mm)を供試体の側面に15cm間隔で3つ取り付け付けた。また、LDTは長さ50cmのゲージを供試体の側面に180度離して2か所に取り付けた。非接触型変位計は供試体上部のキャップに2か所設置した。

加速度計によるS波速度測定において、S波は載荷ロードに取り付けてある水平治具を水平にハンマーで打撃して発生させた。なお、S波の判定は水平治具を相反する方向から打撃して、観測波の反転で確認している。また、供試体に微小な繰返し軸差応力を加え、それによって生じた軸変位をLDTと非接触型変位計で測定した。凍結試料は三軸セルにセットして解凍させ、CO₂、脱気水およびバックプレッシャーで飽和させた。実験は1つの試料に拘束圧を小さい方から順次上げながら各拘束圧での初期せん断剛性を測定した。

実験に用いた試料の物理特性は表1に示す通りである。礫A1と礫B1は同一地盤の異なる深さから採取した試料である。なお、試料の端面の整形はダイヤモンドカッターを用いて行っている。

表1 試料の物理特性

	最大 粒 径 (mm)	細粒分 含有率 (%)	乾 燥 密 度 (g/cm ³)
礫 A 1	125	0.5	2.11
礫 B 1	125	0.6	2.23

3. 実験結果

図2は礫B1試料にセットした加速度計で計測されたS波波形を示したものである。図中の実線は表側からたたいた波形、点線は裏側からたたいた波形であり、両者が反転していることがわかる。S波速度は図(a)(b)(c)の初動の波の山と山との時間差より算定した。図2における加速時計1と3の初動到達の時間差は0.00065秒であり、測定器は30cm離れているので、S波速度 $V_s = 0.3 / 0.00065 \approx 460 \text{ m/s}$ となる。なお、初期せん断剛性は V_s を用いて(1)式により計算して求めた。

$$G_0 = \left(\frac{\gamma_t}{g} \right) V_s^2 \quad (1)$$

ここに、 γ_t は土の単位体積重量、 g は重力加速度である。

図3、図4は3種類の測定方法によって得られた初期せん断剛性の値を示したものである。LDTとSSGの結果は $\gamma = 10^{-5}$ 付近のひずみレベルで測定したものである。図よりLDTとSSGでは得られた初期せん断剛性の差は10%程度以下と小さい。このことは、ダイヤモンドカッターを用いて整形された不攪乱礫試料の端面はは

ば平滑でベッディングエラーによる変位の測定誤差が小さいことを示唆する。一方、加速度計により測定されたS波速度から計算した初期せん断剛性は他の測定方法で求めた値よりかなり大きくなっている。

4. まとめ

原位置凍結サンプリングによって採取した不攪乱礫試料(直径30cm、高さ60cm)を用いて、1つの供試体に加速度計(SWV)、局所ひずみ測定装置(LDT)、非接触型変位計(SSG)の3種類の測定装置をセットし、初期せん断剛性の測定を行った。その結果、加速度計を用いて測定したS波速度より計算された初期せん断剛性は局所ひずみ測定装置や非接触型変位計により求めた初期せん断剛性よりかなり大きいことがわかった。また、局所ひずみ測定装置と非接触型変位計による測定結果に大きな差は見られなかった。

【参考文献】

- 1) 董、中村、龍岡、木幡(1994):「単調および繰返し载荷による粗粒材料の三軸せん断特性」、地盤および土構造物の動的問題における地盤材料の変形特性-試験法・調査法および結果の適用-に関する国内シンポジウム、発表論文集、pp. 211-216
- 2) Goto, S., Tatsuoka, F., Shibuya, S., Kim, Y. S. and Sato, T. (1991): "A simple gauge for local small strain measurements in the laboratory", S&F, Vol. 31, No. 1, pp. 169-180.
- 3) Hatanaka, M., Suzuki, Y., Kawasaki, T. and Endo, M. (1988): "Cyclic undrained shear properties of high quality undisturbed Tokyo gravel", S&F, Vol. 28, No. 4, pp. 57-68.

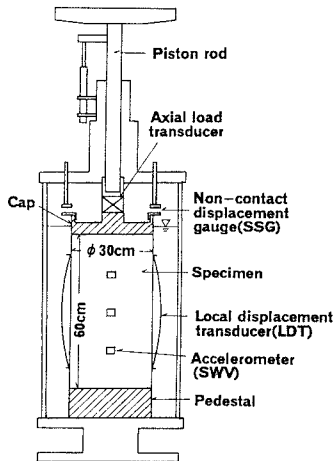


図1 大型繰返し三軸セルの模式図

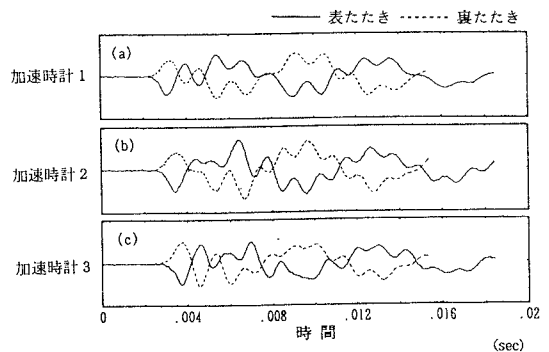


図2 礫B1におけるS波波形

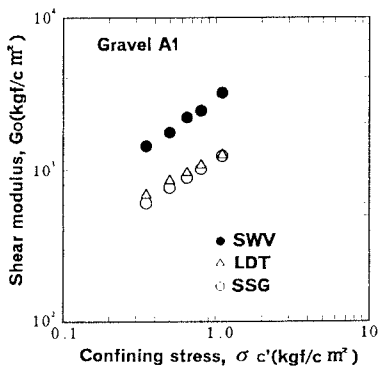


図3 G_o に及ぼす測定法の影響(礫A1)

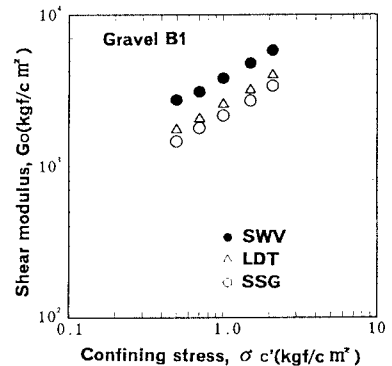


図4 G_o に及ぼす測定法の影響(礫B1)