

動的物性試験装置による岩盤不連続面の動的せん断変形特性

サンコーコンサルタント株式会社 正会員 ○ 吉田 淳
 埼玉大学 名誉教授 正会員 吉中龍之進
 サンコーコンサルタント株式会社 正会員 佐々木 猛

1. はじめに

本研究では、岩盤不連続面の動的物性を把握することを目的として開発した動的物性試験装置によって、岩盤不連続面を対象とした一連の試験を実施している。本報告では、動的せん断試験によって得られた結果より、岩盤不連続面の動的せん断変形特性について報告する。

2. 動的せん断試験

本研究において使用した動的物性試験装置¹⁾は、いわゆるせん断箱型(shear box type)の一面せん断試験装置であり、せん断荷重において $\pm 50\text{kN}$ の両振幅繰返し载荷、そして垂直荷重において $+50\text{kN}$ の片振幅繰返し载荷が可能なものとなっている。

図-2.1には、垂直応力一定条件のもとで所定のせん断応力振幅を段階的に増加させる段階载荷試験の結果の例を示す。図(a)は载荷せん断振幅波形であり、目標とするせん断強さ(この場合、静的せん断強さ、 τ_s とする)に対して、 $0.1\tau_s$ ずつ増加させたものである。1段階は5波の正弦波からなり、10段階目すなわち50波目で目標せん断強さ τ_s に到達する。図の試験例では、载荷する正弦波は周波数 $=1.0\text{ Hz}$ であり、50secで目標せん断強さ τ_s に到達する(厳密には45波目で τ_s に到達し5波の载荷を行う)。図(a)および図(b)によると、本試験では目標せん断強さ τ_s を超えて14段階目の2波目において負の側において応力の低下とせん断変位の増大が確認されている。図(c)はせん断応力-せん断変位関係(せん断ヒステリシス)であり、図(d)は各载荷段階の5波目を抽出して表示したものである。これによると、せん断応力振幅の増加とともにせん断剛性は低下してゆく傾向が認められる。

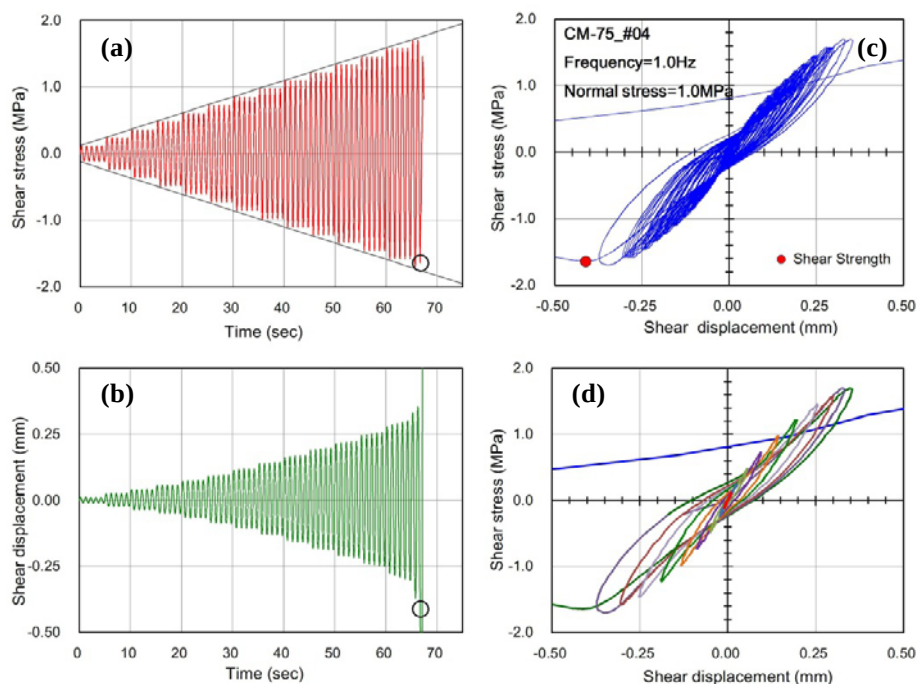


図-2.1 段階载荷試験結果の例(モルタル圧裂破壊面)

3. 動的せん断変形特性について

図-3.1には、動的せん断変形における各種パラメータについて定義する。動的対角せん断剛性(K_{sd})は個々のせん断ヒステリシスについて定義するせん断剛性であり、図中の式によって定義する。なお、対象とする

キーワード：岩盤不連続面，動的せん断試験，動的物性試験装置，せん断剛性

連絡先：〒136-8522 東京都江東区亀戸 1-8-9 サンコーコンサルタント株式会社 Tel 03-3683-7118 Fax 03-3682-3828

せん断ヒステリシスが正負について対称形であるならば、図中に示すようにせん断ヒステリシスの正および負の頂点(peak)を結ぶ直線が動的対角せん断剛性(Ksd)を示す。動的対角せん断剛性(Ksd)は一般の地盤材料に対して実施されている繰返し変形試験方法²⁾において定義されている等価ヤング率(Eeq)と基本的には同等なものである。履歴減衰(h)もやはり繰返し変形試験方法において同様に定義されている。さらに、多段階載荷試験において各载荷段階の初期の立ち上がりについて、図中に示すような動的初期せん断剛性(Ksid)を定義する。これは静的一面せん断試験における初期せん断剛性(Ksi)に対応する。

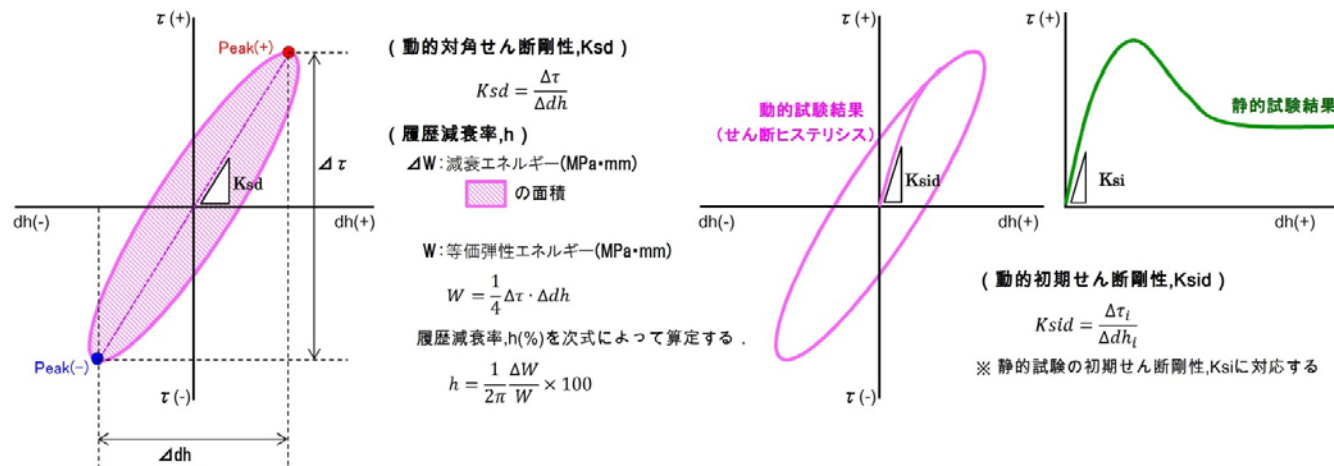


図-3.1 動的せん断試験における各種変形パラメータの定義

図-3.2 には、同一不連続面（石灰岩節理面）を対象として、垂直応力(σ_n)とせん断応力振幅(τ_d)を変化させたときに得られるせん断ヒステリシスより得られた動的対角せん断剛性(Ksd)についてまとめている。これによると動的対角せん断剛性(Ksd)は、垂直応力の増加とともに大きくなり、かつせん断応力振幅の増加とともに小さくなる傾向が認められる。なお、せん断剛性における垂直応力依存性については、静的せん断試験結果についても認められる。動的初期せん断剛性(Ksid)および履歴減衰(h)についても類似した応力依存性が認められている。同様の検討は、自然の不連続面である石灰岩節理面、砂岩節理面そして泥質岩層理面についても実施している。

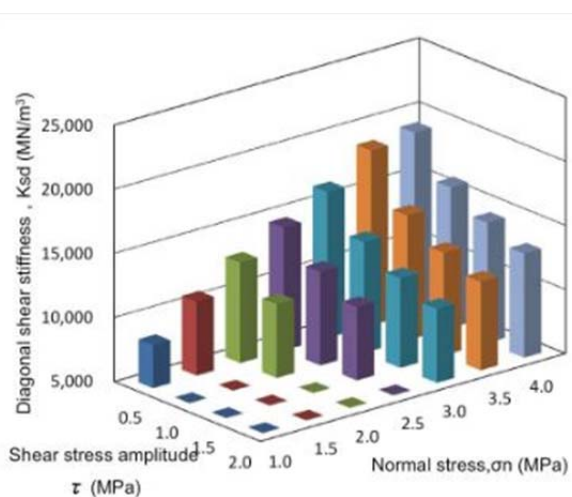


図-3.2 動的対角せん断剛性における応力依存性

4. まとめ

本研究では、新たに開発した動的物性試験装置によって、岩盤不連続面の動的せん断変形特性について検討した。その結果、自然の不連続面において動的対角せん断剛性(Ksd)等に垂直応力依存性およびせん断応力振幅依存性の存在することを確認している。

参考文献

- 1) 吉田淳, 吉中龍之進, 坪田裕至, 岩苔和広, 中嶋正徳: 岩盤不連続面の動的試験装置の開発, 第13回岩の力学国内シンポジウム, 2013.01, 講演 No.34
- 2) 地盤工学会: 地盤材料試験の方法と解説, 「JGS 0542-2009 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験方法」, pp.750~789, 地盤工学会, 2009