アルバニー硅砂の低拘束圧領域における動的変形特性

- 東京電機大学理工学部 フェロー会員 安田 進 東京電機大学大学院理工学研究科
 - 学生会員 齋藤盛文
 - 東京電機大学理工学部 非会員 鈴木秀明

1.はじめに

液状化に伴う構造物の挙動や変形量を調べる目的で模 型振動台実験がよく行われる。この実験結果について詳 細な評価を行うとなると1m程度の浅さから数mの深さ までの拘束圧下の物性が必要となる。土の力学的性質は 拘束圧に依存するためこの範囲の、特に低拘束圧領域で の物性把握が必要である。そこで、10kPa 程度の低拘束圧 領域でも精度良く試験できる繰返しねじりせん断試験機 を用い、動的変形特性を求め、拘束圧の違いについて比 較検討した。

2.供試体作製方法

試料には E - ディフェンスの実験で用いられているア ルバニー珪砂を用いた。粒径加積曲線を図1に示す。供 試体は空中落下法によってロートから落下する方法で作 製した。そして供試体に2時間以上二酸化炭素を通した 後、12時間かけて通水した。その後2時間圧密してから、 B値が0.96以上であることを確認してから載荷を行った。 拘束圧は 10、20、50kPa とした。

3.動的変形特性試験方法および結果

動的変形特性試験は相対密度 D₁=70%とし、非排水状 態にして一定振幅の繰返しせん断応力を加えた。ただし、 広いひずみ範囲での動的変形特性が必要であるため、一 つの供試体でひずみレベルを段階的に上げていく方法を とった。一つの段階では一定の振幅の正弦波せん断応力 を11波与えた。そして、次の段階に移る時は過剰間隙水 圧を消散させるため、一旦排水状態にし、再び非排水状 態にして次の段階の載荷に移った。

各段階の10波目におけるヒステリシスループを描き、 ループから等価せん断剛性率 G と減衰定数 h を求めた。 各拘束圧に、各ひずみ時におけるGとh、せん断ひずみ 片振幅に対してプロットしたものを図2に示す。まず、 等価せん断剛性率 G は各拘束圧とも、せん断ひずみ振幅 が10⁻⁵程度より小さい場合は、Gの値はほぼ一定の値と なった。その値は拘束圧が大きいほど大きくなった。せ ん断ひずみ振幅が10-5より大きくなると等価せん断剛性 率Gは急激に低下した。そして 10⁻³ 程度のせん断ひずみ





図2. せん断ひずみ振幅と等価せん断剛性率、減衰定 数の関係



図3. せん断剛性比とせん断ひずみ振幅との関係

キーワード:繰返しねじりせん断試験,低拘束圧,動的変形特性 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL 049-296-2911



振幅になるとその低下割合が少なくなった。一方、減衰 定数はひずみ振幅が10⁻⁵程度より小さい場合はほぼゼロ であり、それより大きくなると徐々に大きくなった。10⁻³ 程度のひずみでは拘束圧の影響はあまり見られなかった。

次にせん断ひずみ振幅 10⁻⁶の等価せん断剛性率 G を G₀ とし、等価せん断剛性比 G / G₀ とせん断ひずみ振幅の関 係をまとめたものを図 3 に示す。拘束圧で比較してみる と拘束圧が小さい程、せん断剛性比の低下しはじめるひ ずみ振幅が小さくなっていることがわかる。これは過去 の龍岡らによって行われた研究⁽¹⁾と同様の傾向となった。

図4に各せん断ひずみ振幅のオーダー毎に等価せん断 剛性率Gと有効拘束圧の関係を示す。Gと。´の関係は 両対数グラフ上でほぼ直線関係が見られ、せん断ひずみ





の増加に伴い傾きは大きくなる結果となった。このことからせん断ひずみが大きくなると拘束圧の影響が大きくなることがわかる。こちらも先ほどの龍岡らの過去の研究⁽¹⁾と同様の傾向が確認できた。

E-ディフェンスの大型土槽内の試料で、深さ方向の S 波の分布も測定されている⁽²⁾。この S 波速度から せん断剛性を計算された結果を図 5 に示す。図 5 の S 波測定の結果と動的変形試験のせん断剛性率との比 較したものを図 6 に示す。Dr=70%の両試験を比較してみると近い値となった。S 波測定と今回の動的変形 試験では乾燥状態と飽和状態の差があるため厳密な比較は出来ないが、S 波測定の Dr=60%の乾燥・飽和と Dr=70%の S 波測定と動的変形試験の結果は同様の傾向となっているので妥当性はあるものと思われる。

6.まとめ

アルバニー珪砂の低拘束圧下での動的変形特性について、繰返しねじりせん断試験を行ったところ、以下 のことがわかった。

- ・ 拘束圧が大きくなるとせん断剛性が大きくなる傾向となった。
- ・ せん断剛性比は拘束圧が小さい程、早く落ち始める。
- せん断ひずみが大きいほど等価せん断剛性率Gは拘束圧の影響を受ける。
- 繰返しねじりせん断試験とS波測定で求められた等価せん断剛性率Gは概ね一致した。

[参考文献](1)龍岡文夫、足立紀尚:土木学会編 新体系土木工学 18 土の力学()-圧密・せん断・動的解析

(2)大都市大震災軽減化特別プロジェクト 震動台活用による構造物の耐震性向上研究 成果報告書(平成 17 年度)