

オンライン試験によるランダム地震波載荷時のせん断挙動と累積損傷度

東北学院大学 学生 ○高野敦史
東北学院大学 非会員 三村祐輝
東北学院大学 会員 山口晶

1. はじめに

本研究では、液状化強度曲線から計算した累積損傷度と、地震動を入力したオンライン試験の結果を比較し、過剰間隙水圧比・体積ひずみ・残留せん断ひずみの関係性を調べることを目的とした。まず液状化強度試験を行った後、オンライン試験を行った。

2. 実験条件

試験装置は、日下部ら¹⁾が開発した簡易型単純せん断試験機を使用した。写真-1に使用した試験機の写真を示す。試料は、豊浦砂を用いた。供試体の直径は約60mm、高さは約20mmである。本研究では厚さ0.3mmのゴムスリーブを用いた。豊浦砂の粒径加積曲線を図-1に、豊浦砂の密度、最大・最小密度を表-1に示した。せん断試験中の排水条件は非排水とした。ステッピングモータを用いた一定ひずみ速度のため、周波数制御はしていない。

供試体は空中乾燥落下法で作製し、相対密度は65～70%の範囲とした。通水と飽和は2重負圧法で行い、B値は0.7以上とした。

液状化試験は、拘束圧として等方圧を49kPaとした。両振幅ひずみDA=5%で液状化したと判定した。

オンライン試験で想定した地盤は図-2で示す。入力波として用いたランダム地震波(A～D)4種類を図-3に示す。なお、これらの波形の最大加速度を100gal, 200gal, 300galと設定し12波形で実験を行った。オンライン試験は、等方圧を24.9kPaとした。

3. 実験結果及び考察

液状化強度曲線を図-4に示す。曲線の近似式として、龍岡ら²⁾の提案式を適用した。この提案式からランダム波の累積損傷度を計算した。

図-5に累積損傷度と過剰間隙水圧比の関係を示す。図のように損傷度が1.0に達したとき、過剰間隙水圧比が0.8以上になっている。液状化における損傷度の定義に沿った結果となった。ただし、ランダム波の種

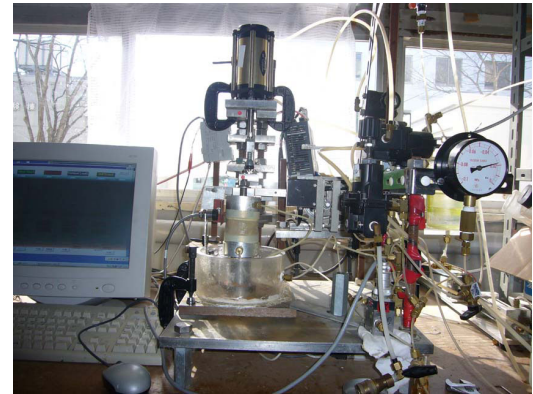


写真-1 試験機の写真

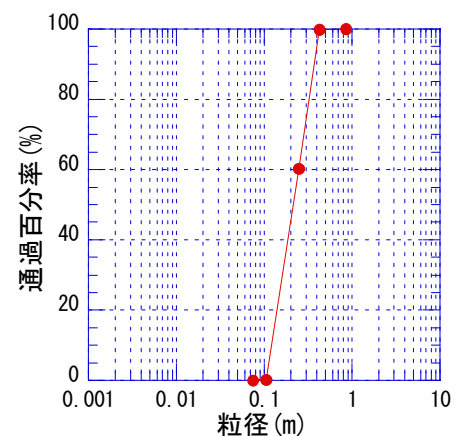


図-1 豊浦砂の粒径加積曲線

表-1 豊浦砂の物理特性

豊浦砂の密度	$\rho_s = 2.637 \text{ g/cm}^3$
最大密度	$\rho_{d\max} = 1.653 \text{ g/cm}^3$
最小密度	$\rho_{d\min} = 1.36 \text{ g/cm}^3$

類によって異なる関係となっている。

図-6に累積損傷度と体積ひずみの関係を示す。図から、累積損傷度と体積ひずみに明確な関係性はみられない。

図-7に累積損傷度の偏りと残留せん断ひずみとの関係を示す。累積損傷度の偏りとは、せん断応力プラス側の波の損傷度はプラス、マイナス側の損傷度はマイナスとし、その累積値を求めたものである。これは、最終値がプラスであればプラス側の、マイナスであれ

ばマイナス側の損傷が多かったと考えることができる。図をみると、明確な傾向が見られないが、損傷度がマイナス側のときに、プラス側の残留せん断ひずみが発生する傾向にある。

4. まとめ

本研究では、地震時の累積損傷度と過剰間隙水圧比、体積ひずみ、残留せん断ひずみの関係を調べた。その結果、入力波によらず、累積損傷度が 1.0 のとき過剰間隙水圧比が 0.8 以上となった。しかし、累積損傷度と体積ひずみ、残留せん断ひずみとの関係には明確な傾向が見られなかった。今回考えた累積損傷度は、波の履歴に関係なくせん断応力の大きさのみで決まっている。損傷度を考えるにあたり、せん断履歴の影響を考慮する必要があると思われる。

参考文献

- 1) 日下部伸, 森尾敏, 岡林巧, 藤井照久, 兵動正幸 : 簡易単純せん断試験装置の試作と種々の液状化試験への適用, 土木学会論文集, No.617/III-46, pp.19-304, 1999.
- 2) 龍岡文夫・安田進・岩崎敏男・常田賢一 : Normalized Dynamic Undrained Strength of Sands Subjected to Cyclic and Random Loading, 土木工学会論文報告集 Vol.20. No.3, pp.1~16, 1980.

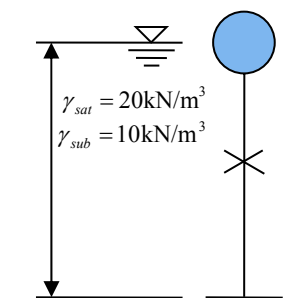


図-2 想定した地盤

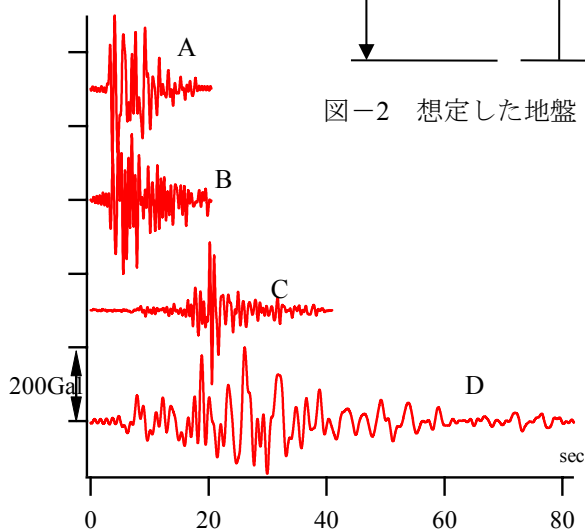


図-3 入力地震波

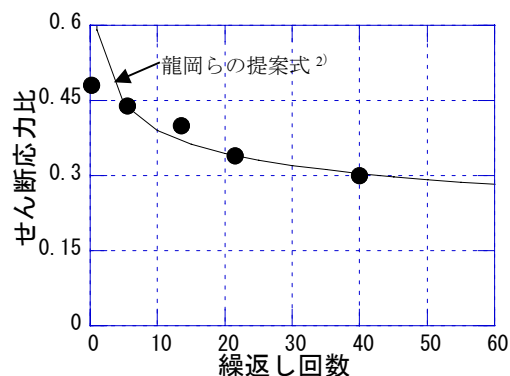


図-4 液状化強度曲線

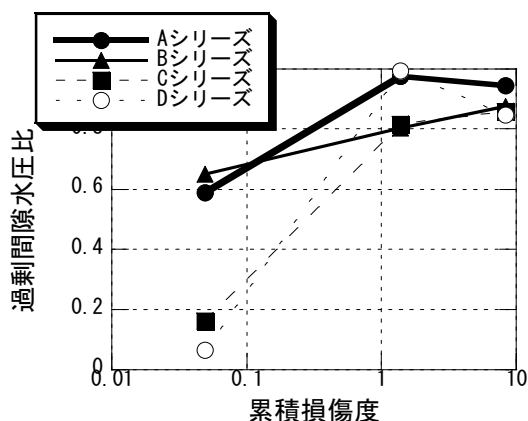


図-5 累積損傷度と過剰間隙水圧比

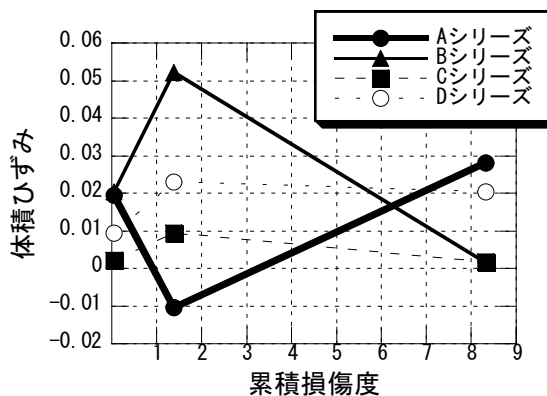


図-6 累積損傷度と体積ひずみの関係

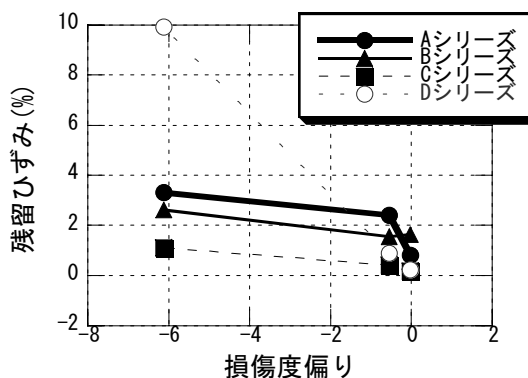


図-7 損傷度の偏りと残留ひずみ