

神戸大学都市安全研究センター 正会員 田中 泰雄  
前田建設工業（株） 前田 和亨  
西日本旅客鉄道（株） 正会員 川嶋 篤司  
神戸大学大学院 学生員 ○松本 正暁

## 1. はじめに

砂質土の液状化強度を検討する手法として、非排水繰返し三軸試験が広く普及しているが、近年では中空ねじり試験装置を用いる場合が多くなってきた。神戸大学都市安全研究センターにおいても AE 計測が可能な中空ねじり試験装置を用いて、砂の液状化の研究を行っているが、本装置は基準よりも内径・外径比が小さい 0.5 の値を持っており、三軸試験結果との液状化強度の差がどの程度であるかを検討する必要があった。このため、珪砂を用いて空中落下法で作製した供試体について、中空ねじり試験装置と三軸試験装置により液状化強度を測定し、両試験装置により得られた液状化強度の違いについて検討した。その結果、両試験方法による強度差は、山下・土岐<sup>1)</sup>が報告しているように、土粒子構造とせん断応力の作用方向との関係によって大きく影響を受け、両者の関係を整理する上で三軸試験の軸ひずみ比の値が重要であることが分かった。

## 2. 試験概要

試料には珪砂の 6 号と 7 号を等重量混合した後、0.075 mm 以下の細粒分を除去したものをを用いた。粒度調整後の珪砂の物理的性質を表-1 に示す。供試体は、空中落下法によって相対密度が 50% になるように作製した。両試験とも等方応力  $p' = 4.0 \text{ kgf/cm}^2$  で正規圧密された供試体を、拘束圧一定で、所定のせん断応力を非排水繰返し载荷した。三軸試験では  $0.8 \times 10^{-2} \text{ Hz}$  程度の周波数でペロフラムシリンダーにより軸応力を変化させ、中空ねじり試験ではねじりせん断力を  $0.35 \times 10 \sim 1.1 \times 10^{-2} \text{ Hz}$  の周波数でメガトルクモーターによって与えた。三軸供試体の寸法は直径 5 cm × 高さ 10 cm であり、中空供試体の寸法は内径 5 cm × 外径 10 cm × 高さ 20 cm である。AE 計測併用の中空ねじり試験装置の概略図を図-1 に示す。

両試験とも過剰間隙水圧比が 0.95 に達したときの繰返し载荷回数  $N_{0.95}$  を用いて液状化強度を整理した。

表-1 珪砂の物理的性質

|                 |          |                |       |
|-----------------|----------|----------------|-------|
| 最大粒径            | 0.85 mm  | 均等係数           | 2.034 |
| D <sub>60</sub> | 0.24 mm  | 曲率係数           | 1.114 |
| D <sub>50</sub> | 0.22 mm  | G <sub>s</sub> | 2.62  |
| D <sub>30</sub> | 0.18 mm  | $\rho_{dmax}$  | 1.565 |
| D <sub>10</sub> | 0.118 mm | $\rho_{dmin}$  | 1.254 |

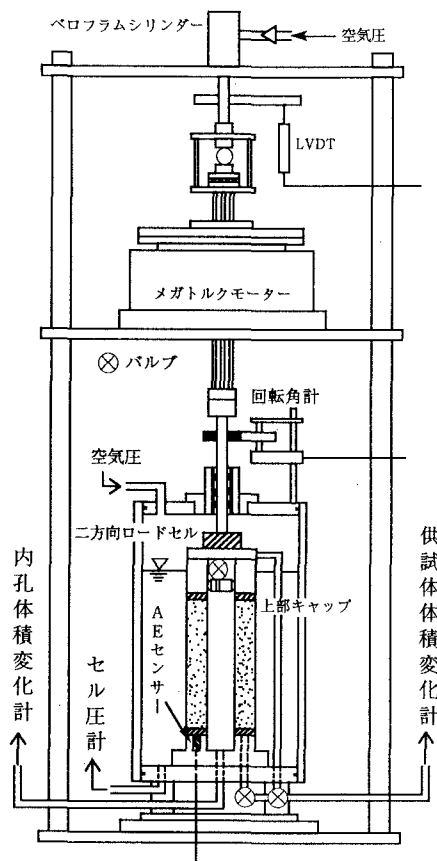


図-1 中空ねじり試験装置概略図

### 3. 試験結果

両試験によって得られた液状化強度曲線を図-2 に示す。

山下、土岐<sup>1)</sup>は軸ひずみ比( $\epsilon_{a, comp.}/DA$ )を供試体の構造異方性の程度をあらわす指標として用いることによって、三軸・中空両液状化強度のあいだに定量的な関係を見いだした。軸ひずみ比とは、図-3 に示すように、三軸試験において液状化を起こした時の両振幅軸ひずみに対する、圧縮側での軸ひずみの比のことであり、異方性の程度を示す指標として考えられている。本実験の結果を整理すると、表-2 のようにほぼ一定の約 0.24 の値が得られており、三軸供試体の粒子構造はほぼ一定な構造を示していると考えられる。一方、本研究の三軸試験と中空ねじり試験より得られた強度の比を検討すると、図-2 の破線に示すように、三軸・中空両試験間の繰返し強度比( $\tau_{cy}/\sigma'_c$ )/( $\sigma_d/2\sigma'_c$ )は約 1.2 の値で近似できるようである。上記のようにして得られた軸ひずみ比=0.24 と、繰返し強度比( $\tau_{cy}/\sigma'_c$ )/( $\sigma_d/2\sigma'_c$ )=1.2 の関係を、山下・土岐<sup>1)</sup>の結果と比較したものが図-4 である。本実験の結果は、山下、土岐<sup>1)</sup>が示した曲線にほぼ一致しているのが分かる。

従って、今回検討した中空ねじり試験装置は、基準よりも小さな内径・外径比を持つが、得られた液状化度は三軸試験と整合するものであると考えられ、本装置から得られる液状化強度はあまり内径・外径比の影響を受けないと判断される。

表-2 三軸試験での軸ひずみ比

| 試験名   | DA(%) | $\epsilon_{a, comp.}(\%)$ | 軸ひずみ比 |
|-------|-------|---------------------------|-------|
| 三軸試験A | 4.8   | 1.5                       | 0.238 |
| 三軸試験B | 6.2   | 2                         | 0.244 |
| 三軸試験C | 7.7   | 2.5                       | 0.245 |
| 三軸試験D | 7.6   | 2.4                       | 0.24  |

### 4. まとめ

本研究では、珪砂を試料として空中落下法で供試体を作製し、三軸試験と中空ねじり試験から液状化強度を求め、両者の相違を検討した。その結果、山下・土岐<sup>1)</sup>によって示された軸ひずみ比-繰返し強度比曲線に沿った結果が得られることが分かった。また内径・外径比の相違による液状化強度の違いはあまり無いと考えられる。

### 参考文献

- 1) 山下聡，土岐祥介：繰返し三軸試験と中空ねじり試験による液状化強度の比較，第 26 回土質工学研究発表会，pp725-728，1991

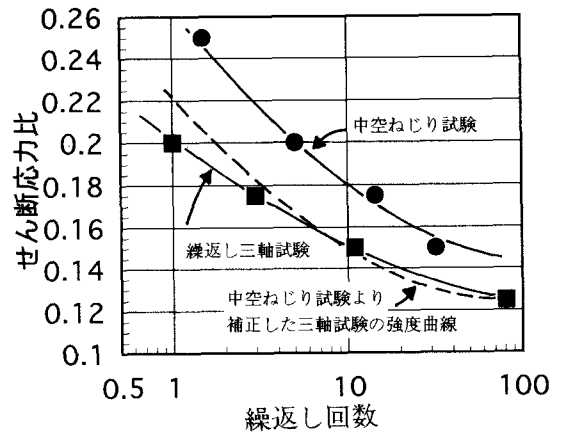


図-2 Nu95 による液状化強度曲線

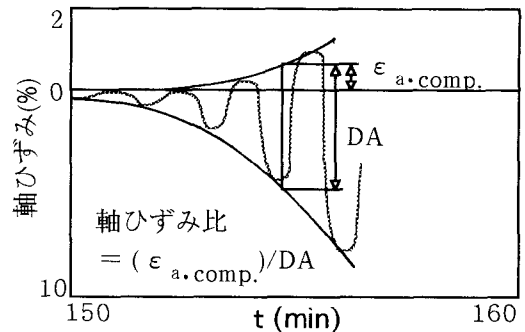


図-3 軸ひずみ比の算定 ( $\sigma_d/2\sigma'_c = 0.125$ )

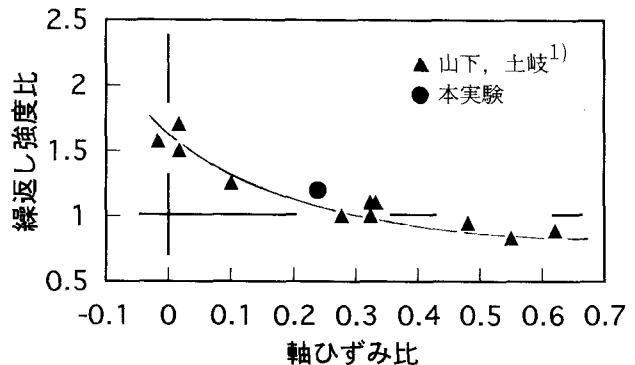


図-4 軸ひずみ比-繰返し強度比曲線 (文献 1 に加筆)