

飽和砂の高速変形特性

東海大学大学院 学生員 ○松村謙造
東海大学大学院 学生員 木村修一
東海大学工学部 正会員 近藤 博

1. はじめに

兵庫県南部地震では、地動の継続時間が約 13 秒で地盤の最高変位速度は約 1.3m/sec と言われている。土がこのような高速変形を受けた場合のメカニズム解明の試みは、動圧密工法の挙動解明に関連した研究^{1,2)}が行われている。しかし、これらの研究で用いられている試験装置は、基本的には静的試験装置の載荷部のみ変えただけで、荷重計や間隙水圧計等のセンサや計測システムについては、ほとんど関心が払われていない。動的試験では間隙水圧計に及ぼすポーラスプレートや導管のフィルタ効果の影響が無視できないことを以前報告³⁾した。

本研究は、飽和砂の高速変形時のメカニズム解明のために必要となる、動的間隙水圧計の改良を目的として種々の実験を行った。また改良したニードル型間隙水圧計を用いて、標準砂供試体による基礎的な高速三軸圧縮試験を行い、検討を加えたものである。

2. 試験装置と方法

図-1 は、ペDESTAL部の断面図とニードル部の写真を示したものである。ニードルの外径は 4.9mm、内径は 3.3mm である。動的間隙水圧の測定の観点から、太めのニードルを採用した。ニードルの先端部に 3 種のポーラスプレートを設置し、厚さ 3mm のゴムスリーブを用いて水の実験（以下、水実験と記す）により、間隙水圧測定に及ぼす影響等を調べた。また、載荷量は 15mm を基本とした。

ニードルのせん断強度に及ぼす影響を調べるために、乾燥した標準砂を用いた高速三軸圧縮試験（以下、乾燥砂実験と記す）を、相対密度 70%、載荷速度 3 段階(0.2, 0.5, 1.0m/s)、側圧 3 段階(1.0, 2.0, 3.0kgf/cm²)で行った。さらに、飽和した標準砂を用いた圧密非排水試験（以下、飽和砂実験）を、相対密度 70%、載荷速度 3 段階(0.2, 0.5, 1.0m/s)、側圧 3 段階(1.0, 1.5, 2.0kgf/cm²)で行った。

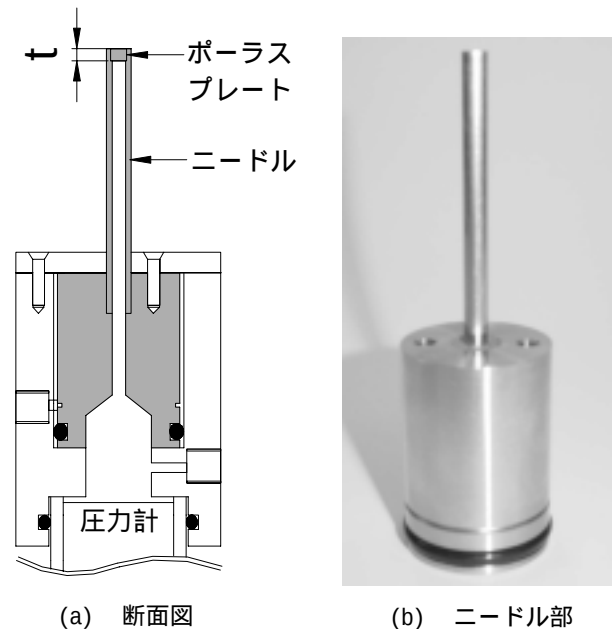


図-1 ペDESTALの概略

3. 実験結果と検討

水実験 図-2(a)は、ニードル部を付けずに、載荷試験を行ったときの、水圧比 - 時間関係を、水圧の収束値を 1 として示したものである。図中の黒丸は圧縮の終了時点を表している。載荷速度 0.2, 0.5m/sec の場合は、圧縮の終了時点で水圧比 1 に到達しているが、載荷速度 1m/sec の場合には水圧比 0.8 を示し、タイムラグが生じている。しかし、その後ほぼ直線的に水圧比が増加しているので、遅れを修正すれば間隙水圧測定に利用できるようである。また、載荷速度 1m/sec の場合の水圧比の最大は約 2.8 を示すが、これは載荷速度とピストンの慣性の影響が入るものと考えている。

図-2(b)は、ニードル部なし(*), ニードル部付き(N), ニードルに厚さ 3mm のポーラスディスク付き(PD3: 目寸法 70 μ m), ニードルに厚さ 1mm のポーラスディスク付き(PD1: 目寸法 40 μ m), ニードルに厚さ 1mm のポーラスストーン付き(PS1: 目寸法 40 μ m)の 5 種の条件で、載荷速度 1.0m/sec での水圧比 - 時間関係である。図からわかるように、

キーワード 動的 三軸圧縮 間隙水圧

N, PS1 の場合は, ニードル部なしとほぼ同様な波形を示した。しかし, PD1 の場合には, やや波形がなまり, PD3 では指数関数的に水圧が上昇している様子がわかる。そこで, 飽和砂実験には, 精度よく製作できる PD1 を採用した。

乾燥砂実験 図-3 は相対密度 70%の乾燥砂を用い, 載荷速度を 3 段階, 側圧 3 段階と変化した載荷実験の結果を示したものである。図(a) は側圧 1.0kgf/cm^2 , 図(b)は側圧 3.0kgf/cm^2 の軸差応力 - ひずみ関係示しているが, 図から明らかなように 乾燥砂の場合には強度に与える速度の影響のないことがわかる。また図(c)は, その結果を基にモールの応力円を描いたものであるが, せん断抵抗角は 39.2° となり, この値は標準砂の静的試験結果とほぼ一致した。よって, 今回用いたニードルの太さでも, 強度に与える影響は無いと考えられる。

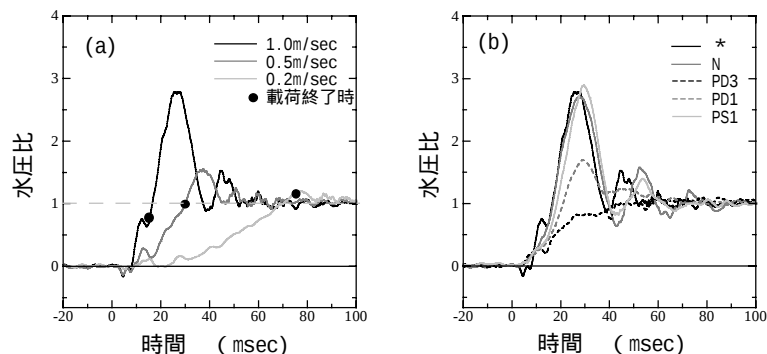


図-2 間隙水圧の検証実験

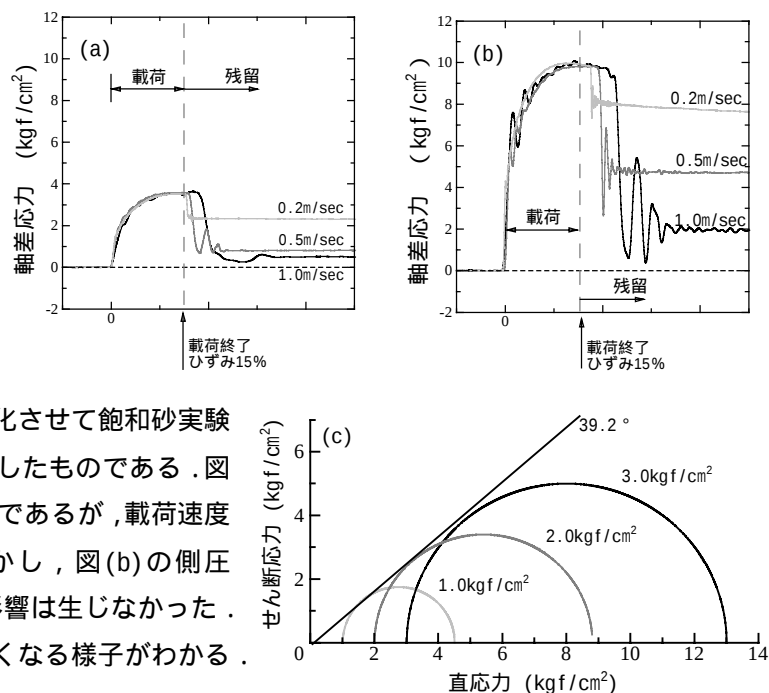


図-3 乾燥砂による載荷試験

4. まとめ

高速三軸試験装置を改良し, 豊浦標準砂を用いて基礎的実験を行い以下の事が明らかになった。

1. 高速変形時の間隙水圧測定は, PD1 を利用した測定波形を修正することによって対応可能である。
2. 乾燥砂では, 載荷速度の違いによる軸差応力に与える差は見られない。また, $\phi 5\text{mm}$ 程度のニードルでも使用可能である。
3. 中密の飽和砂(相対密度 70%)の場合, 側圧 1.0kgf/cm^2 では載荷速度に比例し軸差応力, 間隙水圧は大きくなるが, 側圧が 2.0kgf/cm^2 まで大きくなると載荷速度の影響は見られなかった。

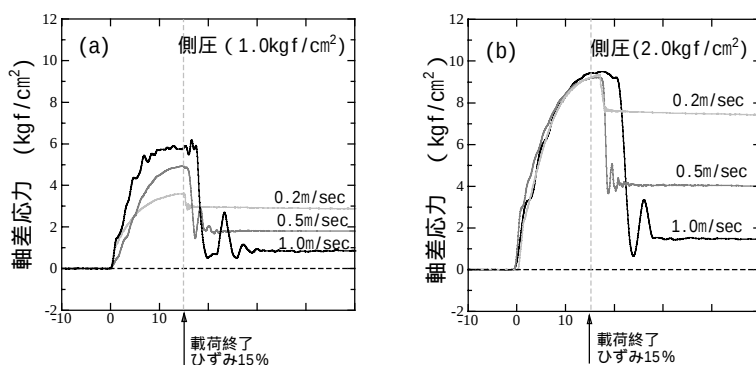


図-4 飽和砂による載荷試験

参考文献

- 1) 鈴木正人, 石原研而, 浅見郁樹; 衝撃力を受けた粘性土の挙動, 第 17 回土質工学研究発表, pp.1741 ~ 1744,
- 2) 朝日秀定, 沢田義男, 岡田努; 衝撃力の粘性土に及ぼす影響, 第 17 回土質工学研究発表, pp.1745 ~ 1748,
- 3) 近藤博, 飯沼孝一, 沢田純, 浦丸剛; ニードル型間隙水圧計のインパルス応答, 土木学会論文集 No.581/ -37, 161-165, 1997.12
- 4) 松村謙造, 石井督, 近藤博; 土の高速三軸試験装置の試作, 第 29 回関東支部技術研究発表会講演概要集, pp.522 ~ 523