

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メカニズム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に関連したセンサ、システムについては、ほとんど関心が払われていない。

本報告は、土が衝撃的な高速変形を受けたときのメカニズム解明のために、試験装置を試作し、豊浦標準砂を用いて基礎的実験を行った結果と試験装置の問題点等について検討したものである。

2. 試験装置と方法

図-1 は、今回試作した三軸試験装置の概略図である。装置の主な特徴は次のようになっている。

- ① 供試体への載荷荷重の測定はペDESTAL の下に設置したセンサ棒で行う。これは、ロードセルは動的荷重の測定に問題がある³⁾ので周波数が高くなる場合には、2 ゲージ法を用いる構造になっている。
- ② 間隙水圧測定にはニードル型水圧計を用いているが、出来るだけ導管長等の影響⁴⁾を排除するために、圧力計をペDESTAL 直下に設置する構造とした。
- ③ 載荷ピストン、センサ棒の三軸セルとの摩擦を出来るだけ排除するためエアブッシュを採用した。
- ④ 載荷速度を 0.17～1.9m/sec 範囲で無段階に制御できる。

他の部分については、一般に用いられる三軸試験装置と同様となっている。

供試体の寸法は、直径 50mm、高さ 100mm である。実験は、セル圧 1.5kgf/cm²、背圧 0.5kgf/cm²、圧縮量 15mm の条件を基本とし行った。乾燥砂の場合は、相対密度 70%、載荷速度 3 段階(0.2, 0.5, 1.0m/sec)で実施した。飽和砂については、相対密度 70%の場合、載荷速度 3 段階(0.2, 0.5, 1.0m/sec)、Dr=60, 50%に対しては載荷速度 1.0m/sec で圧密非排水試験を実施した。

3. 実験結果と検討

図-2 は、相対密度 70%の乾燥砂を用い、載荷速度を 3 段階と変化させたときの軸差応力-ひずみ関係を示したものである。図から明らかなように、乾燥砂の場合には実験を行った範囲では、強度に与える速度の影響のないことがわかる。ひずみ 15%以降でも、載荷速度が大きいほど強度が落ちないのは載荷ピストンの慣性の影響である。また、載荷速度が大きいほど残留強度が小さくなることもわかる。図の横軸は 15%までがひずみを表し、以降はタイムラグとして示したものである。

図-3 は、相対密度 70%の供試体を用いて、速度を 3 段階と変化させて圧密非排水試験を行ったときの試験結果を示したものである。図(a)は、軸差応力-ひずみ関係であるが、図から明かな

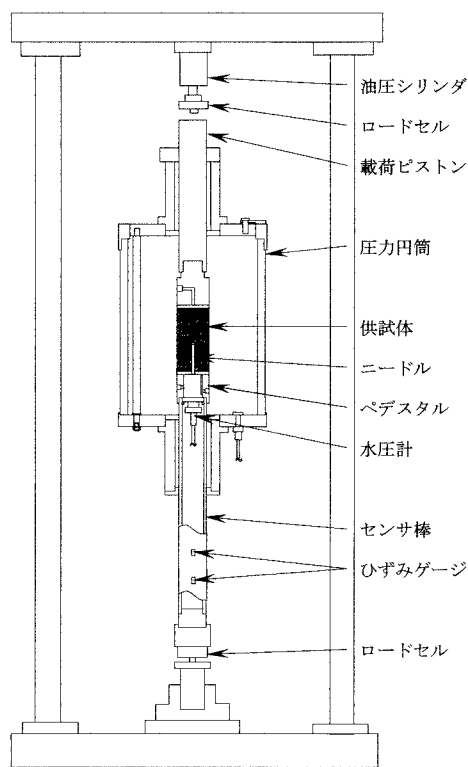


図-1 高速三軸試験装置

キーワード：三軸試験 動的 試験装置 地震

東海大学工学部土木工学科 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117 TEL0463-58-1211

うに、荷重速度が大きくなると軸差応力が大きくなることわかる。また、速度変化による残留強度へ与える影響は、乾燥砂と同様の傾向を示した。図(b)は間隙水圧を示したものであるが、荷重初期に正の間隙水圧が生じ、その後負圧になることがわかる。その負圧の大きさは、荷重速度と比例関係にあるとともに、そのピークが軸差応力のピークから大きく遅れて生じていることもわかる。

図-4は、相対密度を3段階、荷重速度1m/secで、圧密非排水試験を行ったときの試験結果を示したものである。図(a)はそのときの、軸差応力-時間関係であるが、図から明らかなように、相対密度が大きくなると軸差応力が大きくなることわかる。図(b)は間隙水圧を示したものであるが、相対密度が小さくなると負の間隙水圧も小さくなり、一般的な静的試験と同様な傾向がみられる。ピーク値の位置については、相対密度が小さくなると時間が早まるものの、図-3と同様に軸差応力のピークから大きく遅れて生じていることがわかる。また、横軸は荷重計と水圧計の遅れを比較するため、時間で示した。

図-5は、間隙水圧の透水を調べるために、厚さ3mmのゴムスリーブ内に水を入れて荷重試験を行ったときの結果を示したものである。図-3, 4(b)と同様、荷重速度が大きくなると、出力が遅れることがわかるが、圧密非排水試験と比べると約半分となった。

4. まとめ

高速三軸試験装置を試作し、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. 乾燥砂の場合、荷重速度(0.2~1.0m/sec)の違いによる、軸差応力の差は見られなかった。
 2. 中密の飽和砂(相対密度70%)の場合、荷重速度が大きくなると軸差応力も大きくなり、荷重速度が0.2m/secから1.0m/secになると、軸差応力が約2倍となった。
 3. 飽和砂での間隙水圧は負圧となり、その値は荷重速度に比例して大きくなるが、軸差応力に比べるとタイムラグが大きく出ることがわかった。これは、間隙水圧計の問題も含まれるが、土の動的挙動にも影響を受けているようである。
- 今後、さらに試験装置を改良して、このメカニズム解明に努めたい。

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) 滝沢進, 木村修一, 近藤博; ロードセルの固有振動数計算法に関する一考察, 第28回関東支部技術研究発表, pp.60~61,
- 4) 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/VI-37, 161-165, 1997.12

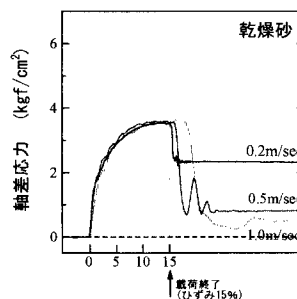


図-2 軸差応力-ひずみ関係

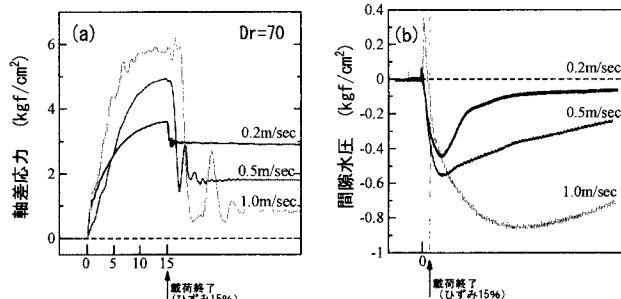


図-3 荷重速度と軸差応力

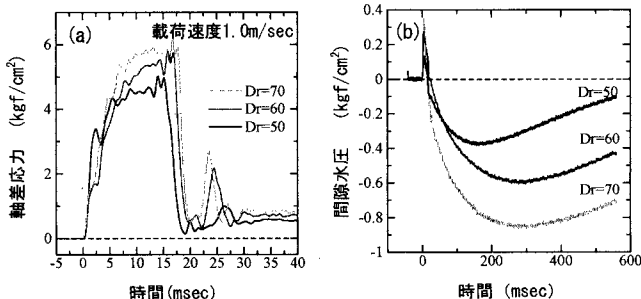


図-4 相対密度と軸差応力

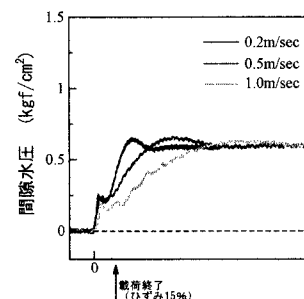


図-5 水による荷重試験