

III-447 動的載荷履歴を受けた粘性土の非排水せん断特性-1

ー 動的載荷システムの概要 ー

労働省産業安全研究所 ○正会員 玉手 聡

同上 正会員 堀井 宣幸

同上 正会員 豊澤 康男

1. はじめに

現地盤は地震をはじめ、波浪、車両の走行振動などによつて動的な荷重履歴を受ける場合が多く存在する。一般に、砂質土地盤は粘性土地盤に比較して、動的な繰返載荷を受けるとせん断抵抗が低下しやすく、大きなダメージを与えることが多いため、砂質土の動的特性に関する研究は数多く報告されている^{1), 2)}。一方、近年、粘性土に関する動的特性に関する研究もかなり進められており、有用な知見が報告^{3), 4), 5)}されている。とこで、建設現場などで発生する土砂崩壊の発生原因の一つに、このような建設車両の走行振動や作業時の振動などがあると考えられる事例が見うけられる。本報告では、建設現場で発生する建設機械等による走行振動や作業振動による 10Hz 程度の比較的高い周波数⁶⁾の動的載荷履歴が粘性土の非排水せん断特性に及ぼす影響について実験的に検討するための動的載荷システムについて報告する。

2. 実験装置、試料、実験方法

実験に使用した電気・油圧サーボ式 3 軸圧縮試験機の概要を図-1 に示した。軸荷重側圧はそれぞれ油圧サーボアクチュエーター電気・空圧変換器（E/P 変換器）で作用させるシステムとなっている。3 軸セル内には、軸荷重、微小軸変位測定のためのロードセルと非接触型変位計を取り付けている。側圧は高容量差圧計で、供試体の体積変化は電子天秤で測定しており、高精度で計測が可能である。E/P 変換器の制御は 12bit D/A 変換器、RS232C 経由で直接パーソナル・コンピュータにデータ送信する電子天秤を除く各種変換器のデータの収録は 12bit 同時サンプリング A/D 変換器を介してパーソナル・コンピュータで行っている。また、動的載荷時のデータの収録は高速デジタルレコーダーでパーソナル・コンピュータによるデータ収録と並行して行っている。実験に用いた試料は市販のカオリンである。カオリンは含水比 150%のスラリーとし 2 時間攪拌し、その後 2 4 時間真空脱気を行

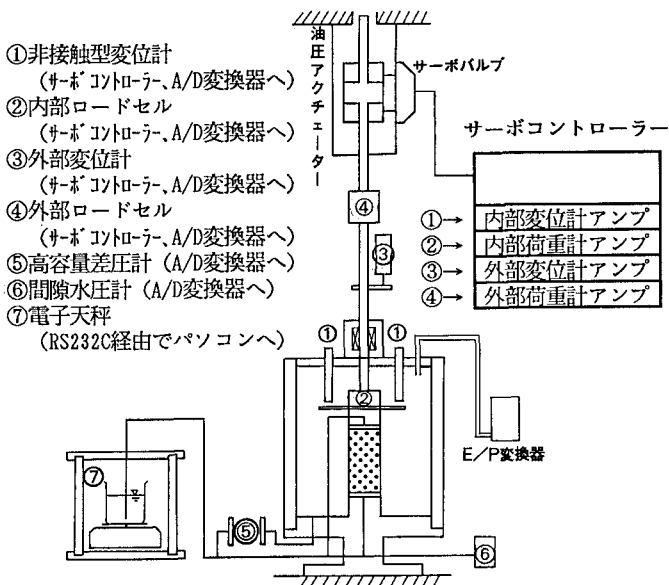


図-1 試験機の概要図

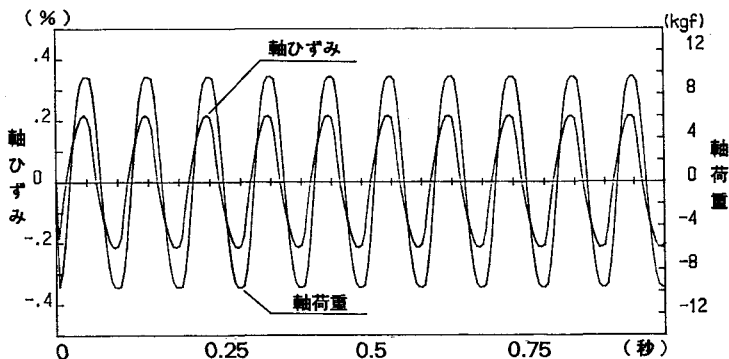


図-2 動的載荷時の軸ひずみと軸荷重

い予圧密圧力 1.5kgf/cm^2 で1次元的に予圧密した。このようにして作製した予圧密試料から直径 50mm 、高さ 100mm の供試体を成形して3軸セル内にセットした。3軸セル内での圧密時の排水は供試体の上下および側面から行っている。圧密は応力制御で行っており、圧密速度 $0.02\text{kgf/cm}^2/\text{min}$ で有効圧密圧 2kgf/cm^2 まで等方圧密した。圧密の終了は3t法によって決定した。圧密終了後、供試体を非排水状態とし、載荷周波数 10Hz 、繰返し回数500回のひずみ振幅一定の動的載荷を行い、その後ひずみ速度 $0.02\%/ \text{min}$ で静的非排水せん断を行った。供試体の飽和度を上げるため圧密開始段階から 2.0kgf/cm^2 の背圧を負荷しており、B値はすべての実験で 0.96 以上であった。また、実験は温度 $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ に制御された恒温槽で行っている。

3. 実験結果

図-2に周波数 10Hz 、ひずみ振幅 0.38% で正弦波で動的載荷を行った時の軸ひずみと軸荷重を示したが、きれいな正弦波形が再現されている。今回採用したような比較的高い振動数(一般的な動的載荷試験に比較して)による動的載荷試験では測定系の応答性と供試体の変形の一様性が問題となる。変形の一様性を調べるため供試体の上部および下部で別々に間隙水圧を測定した結果を図-3に示した。

これによると上部および下部の間隙水圧は若干の位相差はあるがほぼ一致した挙動を示しており、供試体はほぼ一様に变形しているようであるが、さらに供試体にひずみゲージを貼り変形の一様性を確認する予定である。図-4に、1波目、60波目および400波目のヒステリシスループを示した。今回採用したひずみ振幅(0.38%)では、一波目からすでに非線形性が現れている。また、載荷波数の増加とともにせん断応力が減少するが、一定の波数で定常状態に達するようである。

<参考文献>1) Seed, H. B. and Lee, K. L. : Liquefaction of Saturated Sands During Cyclic Loading, Proc. ASCE, Vol. 92, No. SM6, 1966. 2) 石原研而, 土質動力学の基礎, 鹿島出版会, 1976. 3) 松井保他, 飽和粘土の力学的特性に及ぼす動的応力履歴の影響, 土木学会論文報告集, 第257号, 1977. 4) 大原資生他, 飽和粘土の動的強度について, 土木学会論文報告集, 第274号, 1978. 5) 安原一哉他, 繰返し荷重を受けた飽和粘土の非排水せん断特性, 土木学会論文報告集, 第364号, 1985. 6) 長 研次他, 建設振動の発生機構及び影響予測に関する研究, 環境庁総合研究プロジェクト別環境保全研究成果集, 1988

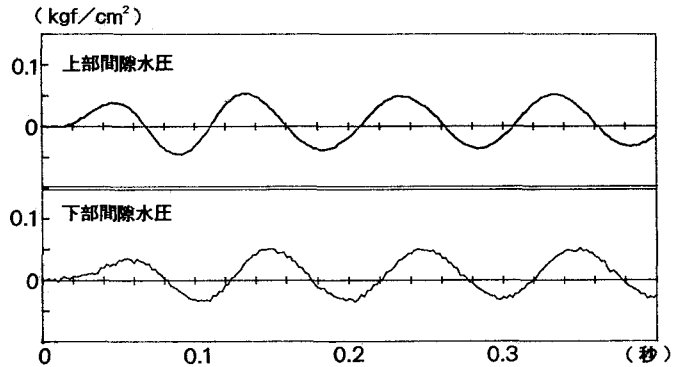


図-3 動的載荷時の上部と下部の間隙水圧

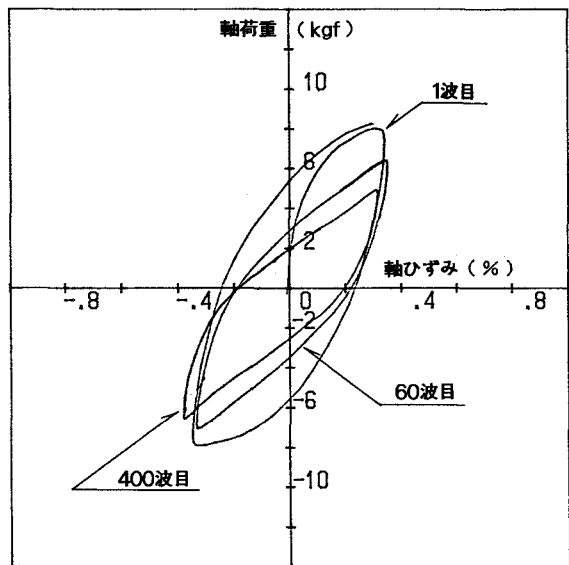


図-4 動的載荷にともなう
ヒステリシスループの変化