

遠心力場における砂地盤の弾性波速度の計測

京都大学工学部 正会員 ○北 勝利
同 上 同 柴田 徹
京都大学大学院 下村泰造

1. はじめに 筆者らは、模型地盤物性の面的分布を非破壊的に把握することを目標として、これまでに遠心力場における弾性波速度の計測システムを構築し、乾燥砂地盤中のせん断波速度の計測を試みている¹⁾。本報告では、同システムを用いて乾燥およびシリコンオイルで飽和した砂地盤のせん断波速度を計測し、有効土かぶり圧や間隙比がせん断波速度に及ぼす影響について調べている。

2. 実験方法 弾性波速度計測システムについては、参考文献¹⁾で紹介しているので、ここでは省略する。今回の実験では、前回の実験システムよりハイパスフィルタを省き、データ収録装置としてデジタルストレージスコープを用いた。データサンプリング間隔は、波動伝播速度に応じて $1 \mu\text{sec} \sim 2.5 \mu\text{sec}$ とした。

試料容器として、幅 $45\text{cm} \times$ 奥行き $15\text{cm} \times$ 高さ 21.2cm のアルミ製矩形せん断土槽を用いた。土槽内壁にはメンブレンを貼付している。地盤材料として珪砂 6 号および珪砂 8 号を用い、空中落下法により乾燥砂地盤模型を作成した。作成途中に、円形圧電振動子と加速度センサを静置した。圧電振動子と加速度センサの配置を図-1 に示す。飽和地盤については、負圧（平均 72cmHg 、ヘッド差 5cmHg ）負荷により、脱気したシリコンオイルを乾燥砂模型の底部より浸潤させて作成した。

3. 実験結果

乾燥地盤におけるせん断波計測結果 気乾状態の珪砂 8 号地盤で計測した、せん断波の加速度波形を図-2 に示す。本実験では、地盤の間隙比 $e = 0.93$ 、土かぶり厚 $h = 5.6\text{cm}$ 、センサ間隔 $\Delta L = 6.2\text{cm}$ である。同図中矢印で示したピーク間の時刻差 $\Delta t = 0.535\text{msec}$ より、せん断波速度 $V_s = 116\text{m/sec}$ である。次にピエゾ振動子の初動方向を反転させて計測した加速度波形を図-3 に示す。図-2 と図-3 より、初動の反転に伴い加速度波形が明瞭に反転しており、計測した波動がせん断波であることがわかる。

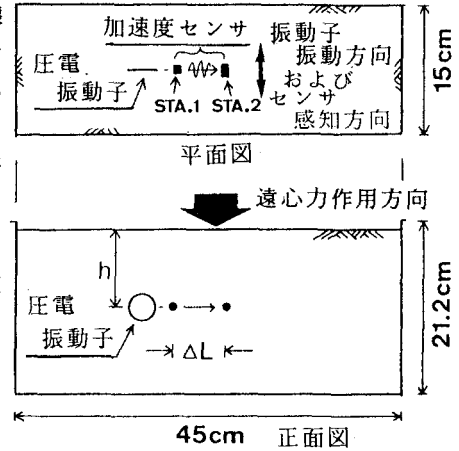


図-1 圧電振動子と加速度センサの配置

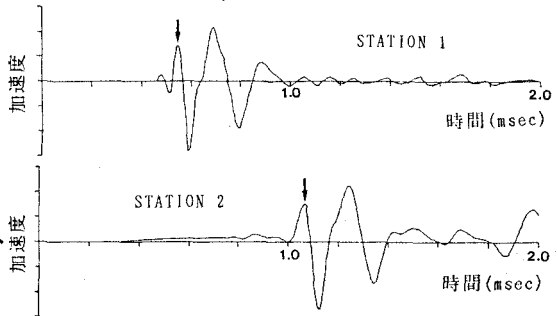


図-2 計測加速度波形（乾燥，50 g 場）

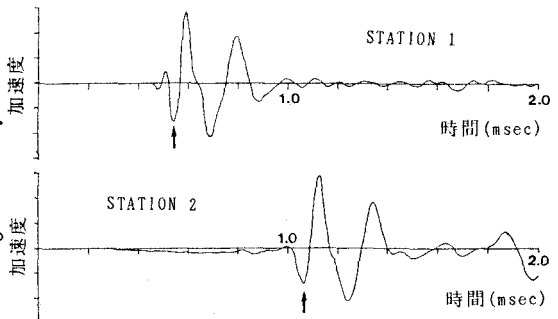


図-3 計測加速度波形（反転，乾燥，50 g 場）

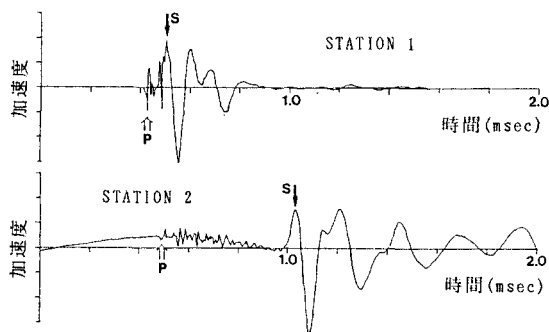


図-4 計測加速度波形（飽和，50 g 場）

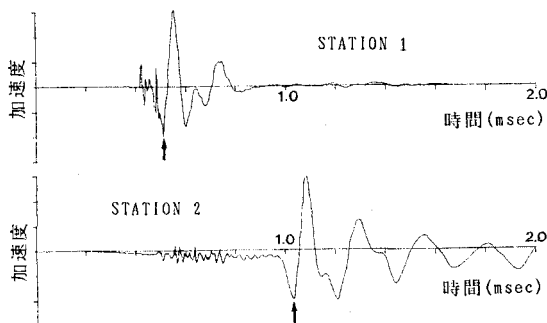


図-5 計測加速度波形（反転，飽和，50 g 場）

飽和地盤におけるせん断波計測結果 シリコンオイル

で飽和した珪砂 8 号地盤で計測した、せん断波の加速度波形を図-4 に、また振動子の初動極性を反転させた場合の加速度波形を図-5 に示す。地盤の間隙比 $e = 0.85$ 、土かぶり厚 $h = 11.7\text{cm}$ 、センサ間隔 $\Delta L = 7.1\text{cm}$ である。図-4、図-5 とともに初期に P 波に起因すると考えられる高周波のじょう乱が見られるが、その後の低周波の揺動に着目すると両図で加速度波形の位相が明確に反転していることより、低周波振動はせん断波であることがわかる。

有効土かぶり圧、間隙比とせん断剛性の関係 気乾状態の珪砂 8 号地盤における実測せん断波速度 V_s および地盤密度 ρ より計算したせん断剛性 $G = \rho V_s^2$ と、有効土かぶり圧 $\sigma'v' = \rho N g h$ ($N g$: 遠心加速度) の関係を図-6 に示す。有効土かぶり圧 $\sigma'v'$ の増加に伴いせん断剛性 G が増加していることがわかる。また同じ有効土かぶり圧では、間隙比 e が小さいほどせん断剛性 G が大きくなっている。次にせん断剛性 G と有効土かぶり圧 $\sigma'v'$ の間に $G = A(\sigma'v')^B$ なる関係を仮定し、回帰分析を行った。回帰式より計算した $\sigma'v' = 0.2\text{kgf/cm}^2$ におけるせん断剛性 G と実測平均間隙比 e の関係を図-7 に示す。同図中には、岩崎らの提案による微小ひずみ域でのせん断剛性 G_{max} の算定式²⁾に、 $\sigma'v' = 0.2\text{kgf/cm}^2$ 、 $K_0 = 0.4$ を代入した関係を併記している。今回の実験結果は、この関係と良い対応を示している。

4. おわりに 乾燥地盤および飽和地盤において、振動子の初動極性の反転による加速度波形の反転を確認し、本実験手法で計測している波動がせん断波であることがわかった。また有効土かぶり圧の増加、もしくは間隙比の減少に伴い、初期せん断剛性が増加することを確認した。

参考文献 1) 北、小林、柴田、八嶋：第24回土質工学研究発表会講演集，pp.905-906，1990. 2) Iwasaki and Tatsuoaka: S & F, Vol.17, No.3, pp.19-35, 1977.

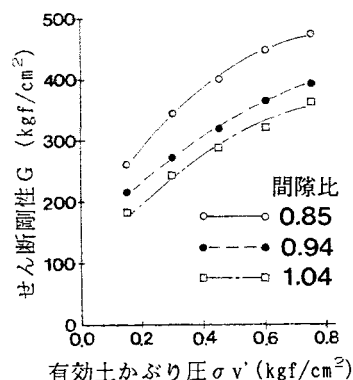


図-6 せん断剛性と有効土かぶり圧の関係（50 g における圧縮履歴あり）

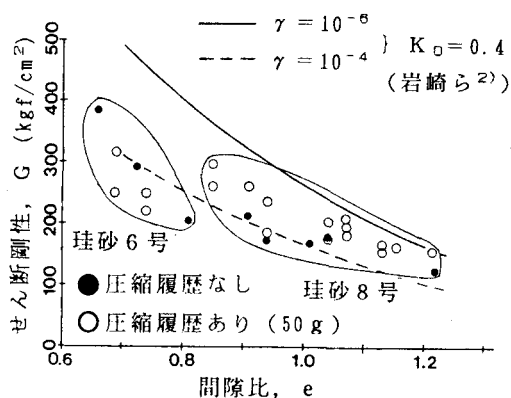


図-7 せん断剛性と間隙比の関係（有効土かぶり圧 $\sigma'v' = 0.2\text{kgf/cm}^2$ ）