

低拘束圧下の粘性土の動的変形特性

愛知工業大学 ○(正) 奥村哲夫 (正) 成田国朝 (正) 大根義男

1. はじめに

軟弱粘土地盤、飽和砂地盤、河川堤防などの地震時挙動を把握するために振動解析が行なわれるが、この場合、入力物性値(せん断弾性係数 G 、減衰定数 h)は低い拘束圧のもとで得られた結果が必要となる。しかし、低い拘束圧下の G 、 h の測定は実験上の困難さなどにより実施例はほとんどなく、解析のための物性値は通常の拘束圧範囲($0.5 \sim 5 \text{ Kg}/\text{cm}^2$ 程度)で得られた結果の外挿によって推定しているのが現状である。

従来の研究から、粘性土の G を支配する重要な因子は、過圧密の度合いおよび時間の効果であることが知られている(文1)。ここでは粘性土の G に及ぼす過圧密履歴の影響に着目し、低拘束圧下($\sigma_v' = 0.04 \sim 0.17 \text{ Kg}/\text{cm}^2$)の実験は振動台、高拘束圧下($\sigma_c' = 0.5 \sim 4 \text{ Kg}/\text{cm}^2$)の実験は繰返し三軸試験機を用いて行ない、両状態における物性値の特性の相違について調べた。

2. 試料と実験方法

試料はカオリンナイトとベントナイトを重量比 4:1 に配合した粘土である。液性限界 76.2%、塑性指数 54.2、 $G_s = 2.67$ である。低拘束圧下の実験は、振動台上に作製した供試体土層上面に慣性力を与え、これによって土層内部に生ずる繰返しせん断応力 τ_d とせん断ひずみ γ の測定から G と h を算出する(図-1)。実験手順は次のようである。まず、液性限界付近の含水比で練り混ぜた試料を振動台上の供試体土層作製モールドにつめ所定の荷重で圧密する。一次圧密終了後、加振方向の両端部をこう配 1:1.25 の斜面に成形し台形の供試体土層を作製する。この後、振動数 8Hz 一定、波形は正弦波として加振加速度振幅一定の条件で約 7 秒間

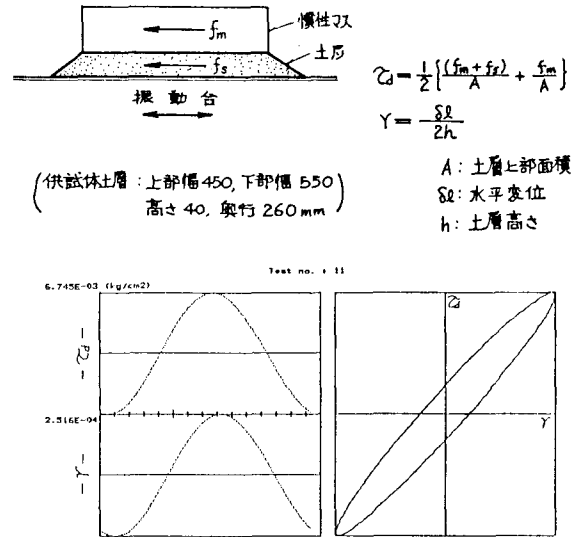


図-1 振動台実験の測定例

供試体土層を加振し、応答加速度、水平および垂直変位を測定する。加振加速度を数段階変化させて一連の実験とした(詳細は文2)。一方、高拘束圧の実験は $0.25 \text{ Kg}/\text{cm}^2$ で予圧密したサンプルから、直径 50mm、高さ 100mm の寸法に成形した円柱供試体を三軸セルにセットし、所定の圧密圧力で圧密し、一次圧密終了後動的試験を行なった。振動数 8Hz で段階的に γ を増加させるステージテストである。なお、 γ はボアソン比を 0.50 として軸ひずみ振幅から求めている。

3. 実験結果と考察

図-2 および図-3 は低拘束圧および高拘束圧状態の G 、 h のひずみ依存性を示している。これ

らの結果は正規圧密供試体のものであり、実験時の拘束圧は両者とも平均有効主応力 σ_m' で示している。また、 G についてはそれぞれのひずみレベルにおける G を $\gamma = 1 \times 10^{-5}$ の G で除して正規化している。両図において、 $G/G_{\gamma=10^{-5}} \sim \gamma$ 関係に σ_m' の差による大きな違いはなくほぼ同一の傾向を示していることが認められ、さらに低拘束圧と高拘束圧の $G/G_{\gamma=10^{-5}} \sim \gamma$ 関係の結果は似かよっている。従って G のひずみ依存性は σ_m' の影響を受けず一義的に表わし得ると考えられる。 h については低拘束圧実験の方が高拘束圧実験

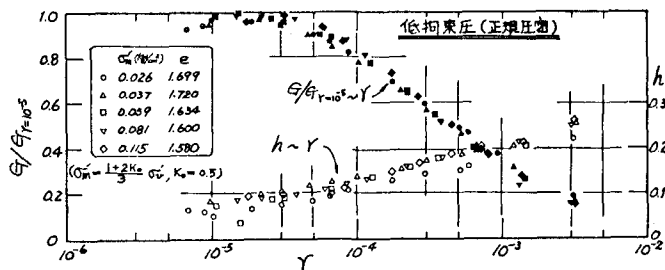


図-2 $G/G_{\gamma=10^{-5}}, h \sim \gamma$ 関係 (振動台実験)

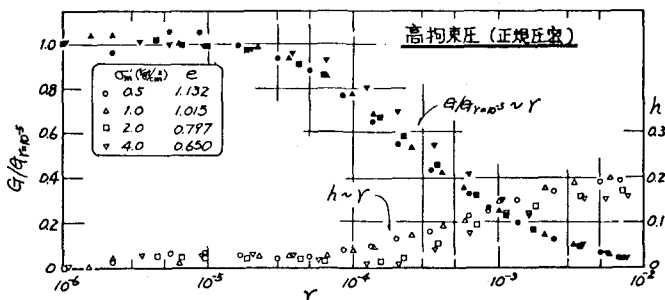


図-3 $G/G_{\gamma=10^{-5}}, h \sim \gamma$ 関係 (繰返し三軸試験)

より全体的に高い結果となっている。図-4は正規圧密および過圧密状態の G を γ をパラメータとし σ_m' に対してデータをプロットしている。縦軸は G を $F(e)$ で除して間隙比の影響を補正した値で示している。なお、過圧密試料の圧密応力は低拘束圧実験で $\sigma_v' = 0.172 \text{ kgf/cm}^2$ 、高拘束圧実験で $\sigma_c' = 4.0 \text{ kgf/cm}^2$ である。図より、過圧密状態の G の値は正規圧密状態よりはるかに大きくなることが明らかである。この G の増加度合いを正規圧密供試体の値 G_{nc} と過圧密供試体の値 G_{oc} の比で表わし、過圧密比との関係で整理すると図-5が得られる。低拘束圧および高拘束圧の実験値は図中の直線に集まっており、 $G_{oc} = G_{nc} \cdot (OCR)^k$ 、ただし $k=0.44$ 、の関係が得られる。一般に $Ip > 40$ では $k \approx 0.5$ として用いられるが本試料 ($Ip \approx 54$) もこれに近い結果となっている。

4. まとめ 広範囲の拘束圧のもとで、 G におよぼす過圧密履歴の影響および G のひずみ依存性に特に差のないことが知られた。

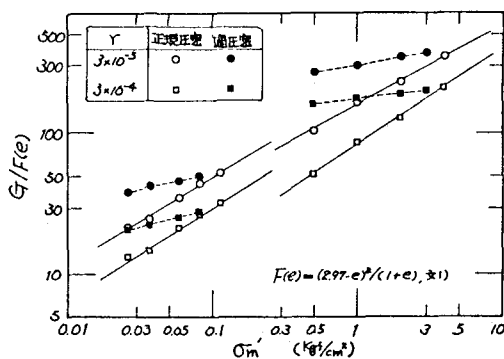


図-4 $G/F(e) \sim \sigma_m'$ 関係

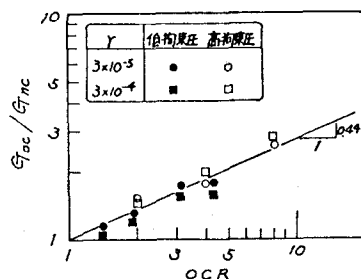


図-5 $G_{oc}/G_{nc} \sim OCR$ 関係

(参考文献) 1) B.O.Hardin et.al.; Vibration Modulus of Normally Consolidated Clay, proc. of ASCE, Vol.94, No.SM2, 1968. 2) 奥村・成田・大根; 低拘束圧下の粘性土の動的変形特性、第20回土質工学研究発表会、1985. 3) 奥村・成田・大根; 低拘束圧下における砂質土の動的変形特性、土木学会論文集 No.364, 1985.