

飛島建設(株) 正会員 ○ 沼田淳紀 正会員 森伸一郎
正会員 境野典夫 染谷 昇

1. はじめに

近年、粗粒土層においても不攪乱試料のサンプリングが行われるようになってきた。しかしながら、実際に採取される試料では、粒度組成が均一であることが少なく、礫や砂が互層状態となっているときには不攪乱試料の採取数量に限りがあるので、地盤の強度評価が難しい場合が多い。

筆者らは、大阪層群明石累層の粗粒土層において大口径（ $\phi=30\text{cm}$ ）トリプルチューブサンプリング¹⁾により採取した、粒度の異なる層の不攪乱試料より、動的強度と物理的性質との関係を検討し、間隙比、平均粒径、礫分含有率と動的強度の相関が高いことを示した²⁾。同様に、不攪乱試料と同じ密度、同じ粒度となるように再構成した試料の動的強度も、間隙比、平均粒径、礫分含有率と相関が高かった。しかしながら、不攪乱試料の動的強度は再構成試料の2～3倍大きく、この観点からは、動的強度を物理的性質のみで評価するのは必ずしも合理的とはいえない。

時松らは、不攪乱試料の乱れの影響を示す一つの指標として、試料の初期せん断剛性を提案している³⁾。ここでは、これと動的強度やせん断剛性が間隙比と相関が高いこと⁴⁾に着目し、物理的性質が異なる不攪乱試料の動的強度の評価方法について述べる。

2. 試料および試験方法

試料を採取した地盤は、第三紀鮮新世～第四紀更新世（約200万年前）にかけて形成された大阪層群明石累層の粗粒土層であり、図-1に示すように、砂{S}と礫{G}とが互層になっている。このような地盤から、深度ごとに礫層、砂層と両者の互層の試料が採取され、①～⑤の層に分類することとした。採取した試料の断面の模式図を図-1に示した。全試料の共通的特徴は、比較的粒度が良く、粘土分およびシルト分の含有率が低く（10%以下）非塑性で、砂分または礫分を主体とし、①の互層の相対密度は70～80%程度であるがその他の層の相対密度は概ね50～60%で比較的低いことである。地盤の推定N値は、礫層で100以上、砂層で60～80である。また、地盤のせん断波速度 V_s は、320m/secである。

動的強度は、 $\phi 30\text{cm} \times h 60\text{cm}$ の繰返し三軸試験機を用いて、供試体を飽和後（背圧 $=2.0\text{kgf/cm}^2$ ）、 2.0kgf/cm^2 の等方圧密を行い、非排水状態で0.05Hzの繰返し载荷を行って求めた。動的強度試験を行う前には、微小ひずみ領域で動的変形試験を行い初期せん断剛性 G_0 を求めた。

また、②～④の層については、各層の平均粒度および平均乾燥密度となるように再構成試料の供試体を作成し、不攪乱試料と同様な繰返し三軸試験を実施した。

なお、詳しくは文献2)4)を参照されたい。

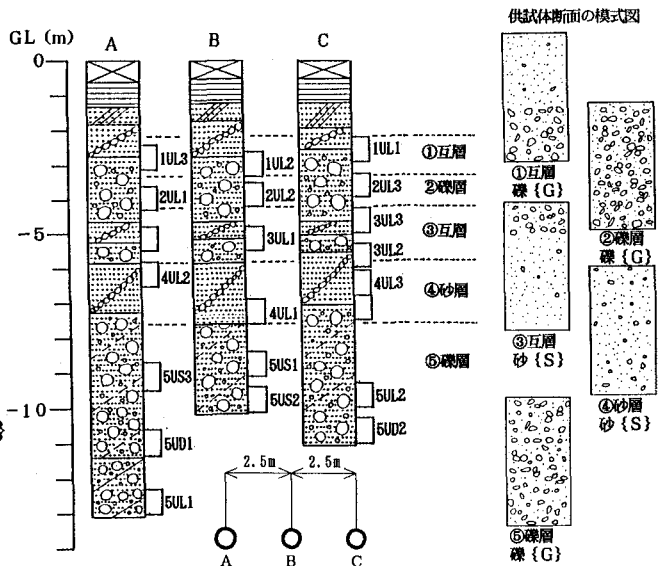


図-1 地盤断面図と試料断面の模式図

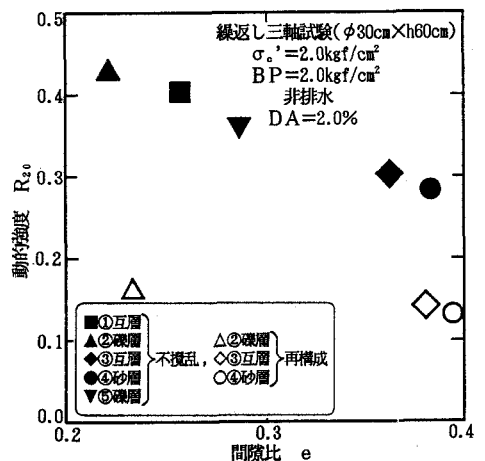


図-2 動的強度と間隙比の関係²⁾

3. 動的強度特性

動的強度曲線より、繰返し回数20回で両振幅ひずみ $DA=2\%$ に至る繰返し応力比 $\sigma_d/2\sigma_c'$ を読み取り動的強度 R_{20} とし、間隙比 e との関係を示したものが図-2である。不攪乱試料と再構成試料のそれぞれについて、一般的にいわれるように、 e と R_{20} とは相関が高く e が小さいと R_{20} が大きくなることがわかる。

せん断ひずみが γ が 1×10^{-6} のときのせん断剛性を初期せん断剛性 G_0 とし、間隙比 e との関係を示したものが図-3である。図には岩崎ら⁵⁾が示した関係式（係数は図に合うように修正した）を示した。不攪乱試料、再構成試料ともに e が小さくなると G_0 が大きくなり、比較的相関も高いことがわかる。

これらは、間隙比が動的強度におよぼす直接的要因の一つであることはもちろんであるが、粒度組成の違いも間隙比に反映されるためと考えられる。図-4に粒度組成と間隙比との関係の一例として礫分（ $D \geq 2.00\text{mm}$ ）含有率 P_0 と間隙比 e の関係を示した。

しかしながら、同じ物理的性質であっても不攪乱試料と再構成試料の動的強度やせん断剛性は異なり、不攪乱試料は約200万年の間に動的強度やせん断剛性が増加したとも考えられる。したがって、このような年代効果を含めた評価をする場合、間隙比や粒度組成などの物理的性質のみで動的強度を評価するのは合理的ではない。

そこで、初期せん断剛性 G_0 と動的強度 R_{20} の関係を求め図-5に示した。図中には物理的性質の異なる不攪乱試料と再構成試料が含まれているが、 G_0 が大きくなると R_{20} も大きくなり相関が高いことがわかる。

4. 結論

以上より、今回検討を行った範囲では、動的強度を不攪乱試料と再構成試料の両者を含めて評価する場合、初期せん断剛性が合理的な方法の一つであると考えられる。

参考文献

- 1) 森, 関, 沼田, 太田, 立花: 大阪層群明石累層の礫質土の不攪乱サンプリング, 第27回土質工学研究発表会発表講演集, pp259~262, 1992.6
- 2) 沼田, 森, 境野, 染谷: 大阪層群明石累層の粗粒土層の動的強度とそれにおよぼす物理的性質, 第28回土質工学研究発表会発表講演集掲載予定, 1993.6
- 3) K.Tokimatsu, Y.Hosaka: Effects of sample disturbance on dynamic properties of sand, Soils and Foundations, Vol.26, No.1, pp53~64, 1986.3
- 4) 境野, 沼田, 森, 染谷: 大阪層群明石累層の粗粒土層の動的変形特性, 第28回土質工学研究発表会発表講演集掲載予定, 1993.6
- 5) T.Iwasaki, F.Tastuoka, Y.Takagi: Shear Moduli of Sands under Cyclic Torsional Shear Loading, Soils and Foundations, Vol.18, No.1, pp39~56, 1978.5

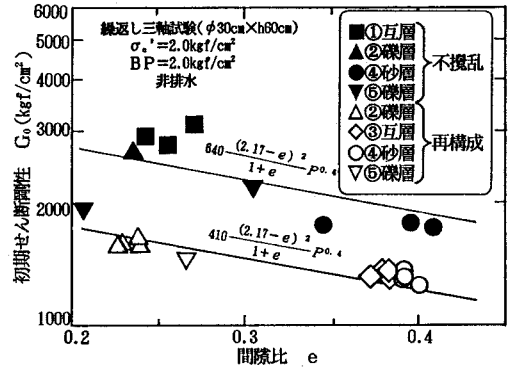


図-3 初期せん断剛性と間隙比の関係⁴⁾

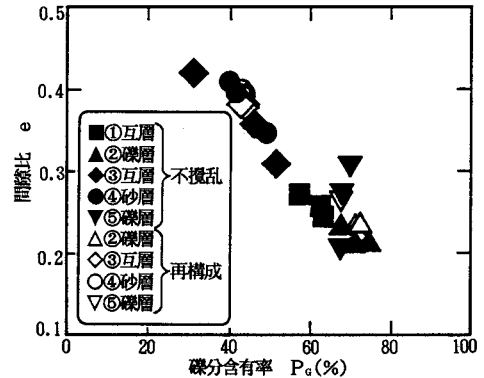


図-4 礫分（ $D \geq 2.00\text{mm}$ ）含有率と間隙比の関係

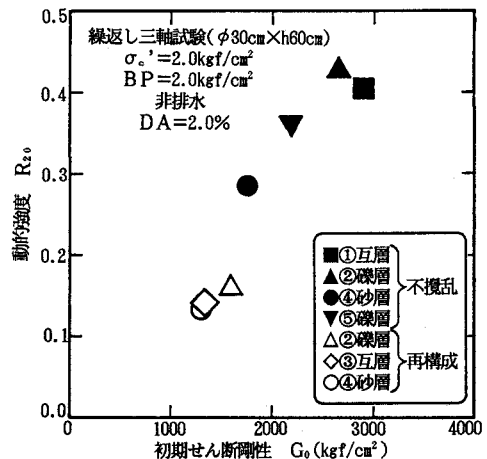


図-5 初期せん断剛性と動的強度の関係