

建設省土木研究所 正員 龍岡文夫
 学生員 〇吉田精一
 応用地質調査事務所 正員 横田耕一郎

§ はじめに

沖積砂層、埋込砂層については、PS検査による $\bar{p}_s$ から求められる G の値と現地から採取した乱した砂について行った共振法土質試験によって得られる $\gamma=10^{-6}$ での G の値とは、大抵一致することが判明している。⁽¹⁾⁽²⁾一方洪積砂層においては、乱した試料による共振法土質試験による $\gamma=10^{-6}$ での G は、 $\bar{p}_s$ から求めた G よりも相当小さくその差は地質年代が古いほど著しい。⁽³⁾その原因として洪積砂層は、長期間の圧密、過圧密を受けているため試料を乱すことによって、粒子構造が全く変化してしまうことが考えられる。一方既に室内実験においてその粒径が小さい程、長期間圧密あるいは過圧密による間隙比の減少では説明のつかないせん断変形係数 G の増加が生ずることが示されている。⁽⁴⁾そこで今回は、乱した空気乾燥試料について過圧密の影響がどの程度あり、又室内において洪積砂と同程度の剛性を持つ供試体を作ることかできるかどうかを試みたので、その結果を報告する。

§ 実験方法

実験装置は、 Φ 外径10cm、内径6cm、高さ25cmの中空供試体を用いるDrmatic型の共振法土質試験機である。実験に用いた試料は、図-1に示すように豊浦標準砂と名古屋市金城埠頭の洪積砂層から採取した金城砂4である。⁽³⁾供試体は、いずれも空気乾燥状態でモールドの中に注ぎ込み、モールドを木槌でたたくことによって密詰めとした。採用した応力経路を図-2に示す。実験はまず、 $\sigma_1/\sigma_3=1.0$ の正規圧密状態で $p=0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 \text{ kg/cm}^2$ の各拘束圧で $\gamma=10^{-6}$ から 10^{-4} までの G は測定する。次に $p=4.0 \text{ kg/cm}^2$ で24時間圧密した後、 p を 0.2 kg/cm^2 に下げて $\gamma=10^{-6}$ から 10^{-4} の G の測定を繰返す。以降図-2を参照されたい。ここでは、(2)(3)(4)(5)(6)(12)が正規圧密状態での測定、(8)(10)が過圧密状態での測定である。実験中の間隙比の変化は、
$$e = e_L - \frac{\epsilon_a}{\epsilon_{af}}(e_L - e_f) \quad \begin{array}{l} e_L: (1) \text{の状態での間隙比(初期間隙比)} \\ e_f: (13) \text{の状態での間隙比(最終間隙比)} \\ \epsilon_a: \text{測定時の軸歪} \\ \epsilon_{af}: \text{供試体解体時の軸歪} \end{array}$$

§ 実験結果

図-3, 4, 5に細粒か含まず粒度分布の悪い「きれいな砂」の豊浦砂の正規圧密時、過圧密時の G の比較を示す。筆者らの研究によれば、すべての砂においても $G = A \cdot f(e) \cdot P^m$

(A と m は歪の関数、 $f(e)$ は間隙比の関数、 P は平均圧応力)で表されるが、⁽⁵⁾図-3, 4, 5のアロット方法は、図-2の各状態で $\gamma=10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}$ の値を讀取り、その値を $f(e)$ で除して間隙比の影響を消去した $G / \frac{(2.17 - e)^2}{1 + e}$

を縦軸に P を横軸にとった。この図

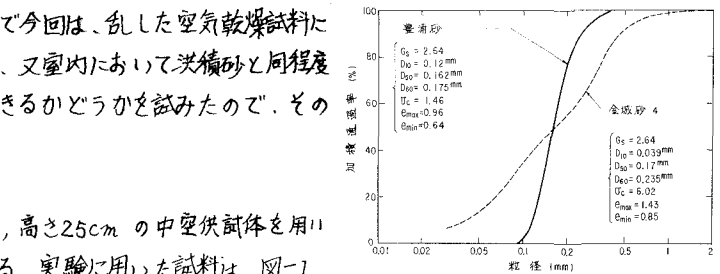
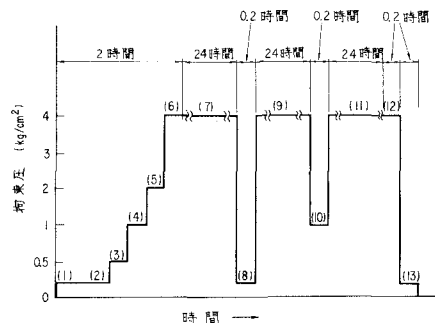


図-1 粒径加積曲線



- (1) 0.2 kg/cm²のサクションで供試体自立 (e_1)
- (2) 0.2 kg/cm²の拘束圧で $\gamma=10^{-6} \sim 10^{-4}$ の G の測定
- (3) 0.5 kg/cm² " "
- (4) 1.0 kg/cm² " "
- (5) 2.0 kg/cm² " "
- (6) 4.0 kg/cm² " "
- (7) 4.0 kg/cm²の拘束圧で24時間圧密
- (8) 0.2 kg/cm²の拘束圧で $\gamma=10^{-6} \sim 10^{-4}$ の G の測定
- (9) 4.0 kg/cm²の拘束圧で24時間圧密
- (10) 1.0 kg/cm²の拘束圧で $\gamma=10^{-6} \sim 10^{-4}$ の G の測定
- (11) 4.0 kg/cm²の拘束圧で24時間圧密
- (12) 4.0 kg/cm²の拘束圧で $\gamma=10^{-6} \sim 10^{-4}$ の G の測定
- (13) 0.2 kg/cm²のサクションで供試体自立 (e_f)

図-2 応力経路パターン

から供試体の作り方及び応力比の影響は別にして $\gamma = 10^{-6} \sim 10^{-4}$ の範囲で豊浦砂では、応力履歴によらず P , e , γ などによって G の値は決定されると言えてよさそうである。一方、細粒分を 23.8% を含む粒度分布の良い金城砂 4 の 2 本の供試体の正規圧密状態と過圧密状態での G の比較を図-6, 7, 8 に示す。明らかに過圧密比 $OCR > 1.0$ の状態で $P = 0.2, 1.0 \text{ kg/cm}^2$ では、間隙比の減少では説明のつかない G の増加が現れ、 $OCR = 1.0$ の状態では圧密時間による増加が現れる。ここで興味深いことは、正規圧密状態の金城砂 4 の G の値が $P = 4.0 \text{ kg/cm}^2$ の過圧密を受けると、きれいな砂に対して成り立つ実験式を表す実験線に近づく。このことは、細粒分を含む粒度分布の良い砂であっても過圧密すればきれいな砂と同等な G の値を示すことを意味している。恐らく過圧密によって粗さ構造が、きれいな砂に似てくるのであろう。又、実際の決積砂層における PS 検層と共振法の G を比較すると金城埠頭の場合、深さ 20m で 1.7 倍, 50m で 1.5 倍, 65m では、3 倍であり、図-6 に示してある正規圧密砂と過圧密砂の G の差より大きい。この結果から、3 日程度の過圧密だけでは決積砂と同様な剛性を示す供試体を室内で再現することはむずかしいと言える。

まとめ

- (1) きれいな砂の G は、過圧密によって増加しない。
- (2) 細粒分を含む粒度分布の良い砂の G には、過圧密によって e の減少で説明のつかない増加が生じる。
- (3) 乱さない決積砂と同じ剛性を持つ供試体を室内で、過圧密だけで再現することはむずかしい。今後は、乱さない決積砂の実験が必要であり、乱した試料との比較を行ない決積砂層における G の推定法の他の要因である静止土圧係数 k_0 , 相対密度 D_r との関連を調べていきたい。

本研究を進めるにあたり、振動研究室室長(本研究所)岩崎敏男氏、(株)東亜建設工業の伊藤裕氏の御協力に感謝します。

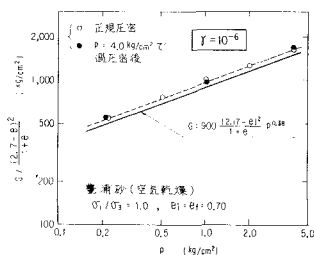


図-3 豊浦砂 $G \sim P$ 関係 (10^{-6})

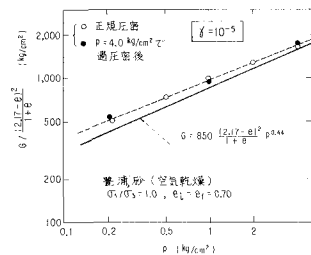


図-4 豊浦砂 $G \sim P$ 関係 (10^{-5})

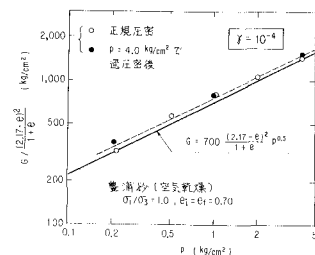


図-5 豊浦砂 $G \sim P$ 関係 (10^{-4})

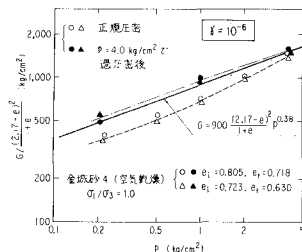


図-6 金城砂 $G \sim P$ 関係 (10^{-6})

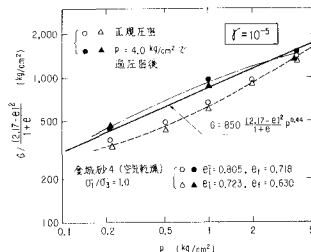


図-7 金城砂 $G \sim P$ 関係 (10^{-5})

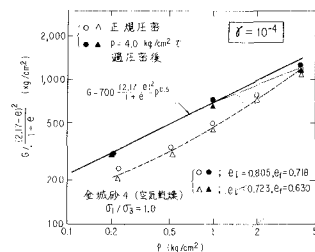


図-8 金城砂 $G \sim P$ 関係 (10^{-4})

参考文献

- (1) 栗林淳一・岩崎敏男・龍岡文夫・高木義和・吉田精一・土の動的変形特性の現場測定と室内実験 1975; 工基礎 12月号
- (2) 岩崎敏男・龍岡文夫・高木義和・吉田精一・土の動的変形特性に関する室内実験結果 1976, 第14回土木学会地震工学研究発表会
- (3) 吉田精一・岩崎敏男・龍岡文夫・砂層の動的変形特性の室内実験と現場測定と比較 1976, 第13回土木学会年次学術講演会第Ⅲ部
- (4) Attifi, S.S. and Richart, H.E. Jr 1973. "Stress-history Effects on Shear Modulus of Soils" Soil and Foundations, Vol. 13, No. 1
- (5) 高木義和・吉田精一・地盤の動的変形特性の測定法 1976, 第15回土木研究所研究発表会