

1. 緒言

地盤の動的変形特性を求めるための実験的方法は、原位置試験と室内試験に大別される。前者は、動的孔内水平応荷試験等の特殊なものを除くと、主に地球物理学的方法即ち弾性波の伝播を利用するものであり、当然原位置そのままの状態における測定が可能であるが一般に励起される歪は微小で、またその制御は困難である。一方、後者では様々な応荷(測定)原理が利用されているが、いずれの場合でも拘束圧を任意に設定でき、直接的もしくは間接的に歪のコントロールが可能であるということが一般的特徴と言えよう。

さて、実際にある土の動的変形特性を求める必要が生じたときは、これら両者の試験結果をそれぞれの特徴を考慮して総合的に判断決定するという作業が行なわれるが、これを合理的にかつ十分な信頼性を持つて行なうためには、両者即ち原位置試験と室内試験の関係を明らかにし、総合的判断の規準となるものを持つてことが必要となる。このための一つの実験的方法として、ある条件下における両試験結果の対比ということが考えられるが、様々な条件下で両者を直接対比できるようなデータを得ることは意外に困難である。

筆者等は、これまでに共振法土質試験機を用いて土の微小歪領域における剛性率の測定を行なってきたが、これら土のサンプルを採取した地点ではPS検層を同時に実施する場合が多い。今回はこれらのデータに基づいて、微小歪レベルの土の剛性率という点について原位置試験と室内試験の比較を行なった。

2. 試験方法

(1)原位置試験 原位置において実施したPS検層より求まるS波速度 V_s から次式を用いて剛性率 G_{ps} を算出した。ただし、式中 γ_1 及び g は、それぞれ単位体積重量及び重力の加速度である。

$$G_{ps} = \frac{\gamma_1}{g} V_s^2$$

(2)室内試験 原位置より不攪乱採取した試料に対し共振法土質試験を行なった。サンプリングは、粘性土については固定ピストン式シンウォールサンプラー又はデニソンサンプラー、砂質土についてはツイストサンプラーを用い、運搬中に乱れる恐れのあるものは凍結して運搬した。供試体寸法は $\phi 50 \times L 100$ で中実円柱形である。拘束圧は、原位置有効上載圧に等しい等方圧とし、圧密時間は、粘性土24時間、砂質土1時間程度とした。図-1は、室内試験結果の一例である。図中に示すように、GRCは共振法土質試験より定めた $\gamma = 10^{-6}$ における剛性率であり、PS検層より求めた剛性率 G_{ps} との比較に用いた。

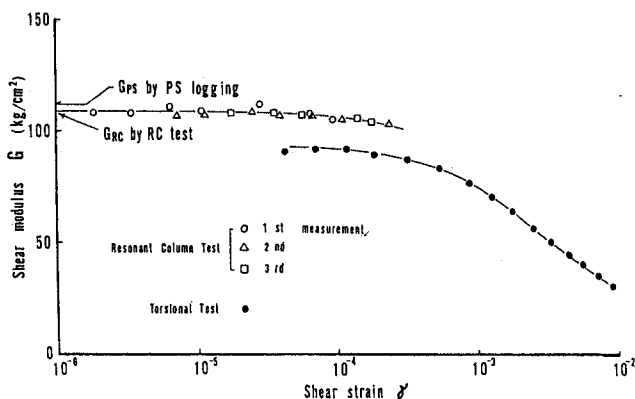


図-1 室内土質試験結果例

3. 比較

(1)データ概要 調査は関東地方を中心に8つのsiteについて行なったものである。サンプリング地点数は12であり、ほぼ同数の検層孔において実施したPS検層結果より定められた速度(V_s)層は20層である。一方、室内試験に用いた試料は総数33個(粘性土22個、砂質土11個)であり、沖積土の他に7箇の洪積粘性土を含んでいる。有効上載圧即ち拘束圧は0.20~2.10%の範囲にある。

(2)GRCと G_{ps} の比較 先にも述べたように、様々な条件について完璧に対比可能な試験を行なうことは困難であり、本試験においてもその点は完全ではないが、ここでは一旦、それらを無視して両者を対比し、

後でその要因について考えることにする。

先ず図-2は、ボーリング孔別に GRC と Gps を比較したものの一例である。定性的にも定量的にも良く一致している。図-3 は、全試料について GRC と Gps の関係をプロットしたものである。ばらつきはあるが、その中心は $GRC = Gps$ 直線に近く、図に示すように、直線 $GRC = 1.3 Gps$ と直線 $GRC = 0.7 Gps$ の間、即ち $GRC \pm 30\%$ には、全 34 箇のうち 30 箇が含まれている。同様に $GRC \pm 20\%$ には 22 箇のデータが含まれる。これらのことから、両者は完全に一致するとは言えないまでも、少なくとも $GRC \ll Gps$ (あるいは $GRC \gg Gps$) というような関係はないと言える。

4. 差違をもたらす要因

両試験結果に差違を生ずる要因としては、一般測定上の誤差の他に次のようなものが考えられる。

(1) サンプリングを始めとする一連の試験工程上での試料の乱れは、一般には GRC を低下させると考えられる。

(2) 室内試験では拘束圧を有効上載圧に等しい等方圧としたが、実際には静止土圧係数 $K_0 < 1$ の場合が多いと考えられ、GRC を大きく見積っている可能性がある。

(3) 圧密時間の影響があるとすれば、原地盤が地質学的時間を経過しているのに対し、室内試験ではせいぜい数 10 時間のオーダーであり GRC は小さく評価されよう。

(4) 原位置の S 波速度は数 m の層の平均値であるのに対し、サンプルは 10 cm 程度と極めて小さく、地盤が不均質な場合には 1 箇のサンプルに数 m の層を代表させることに無理があろう。

(5) 動的載荷波形、速度あるいはせん断方向の相違は測定結果に影響を与える可能性があるが、共振法と P S 換層という比較では、この影響は少ないと考えられる。

(6) GRC はせん断歪 $\gamma = 10^{-6}$ における値として定義したが、 $\gamma = 10^{-6}$ において歪依存性を示すものもあり、P S 換層で励起される歪が 10^{-6} よりもかなり小さい場合には、 $GRC < Gps$ という関係になる。

5. 結言

共振法土質試験と P S 換層のデータをもとに、微小歪領域における土の剛性率について、原位置と室内試験の比較を行ない、両者の間に差違を生ずる要因について考えた。これらの要因が及ぼす影響については、今回は定性的な評価にとどまったが、今後は、一つ一つの要因について分析し、定量的に評価できるようにしてゆきたい。それは、原位置と室内試験の関係という問題を考える上で、一つの大きな手がかりとなるであろう。

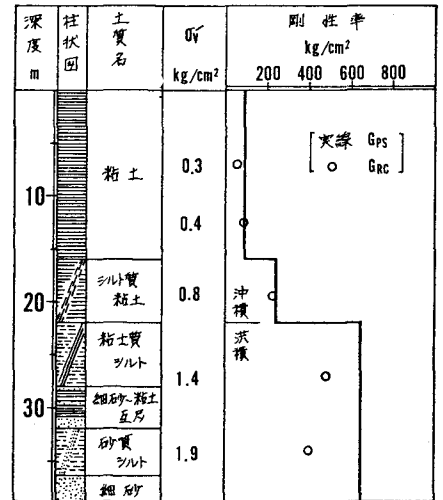


図-2 ボーリング孔別比較例

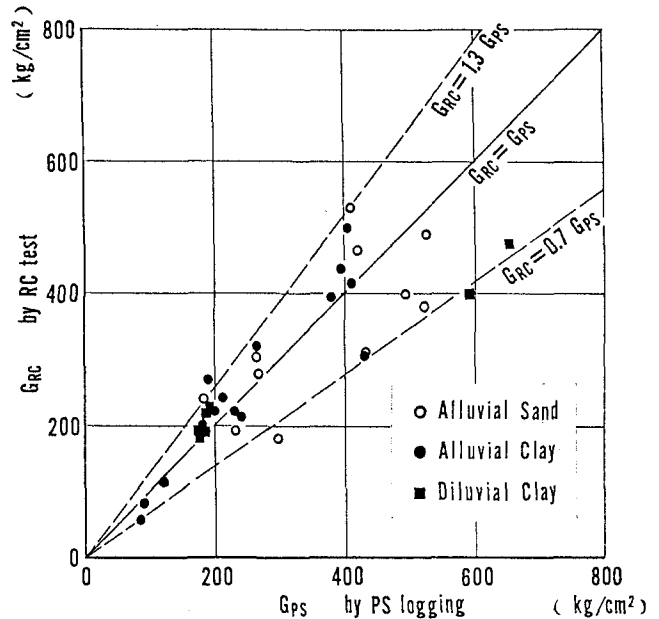


図-3 GRC と Gps の比較