

土の動的変形係数の測定とその適用例

東北大学工学部 正員 柳沢栄司
同 学生員 矢作文敏

1 まえがき

地盤や土構造物の耐震性を検討するためには、地盤 盛土等の材料の動的特性を求め、応答解析を行なう必要がある。動的特性を調べる現場試験および室内試験の二種類があるが、室内試験には共振法および振動三軸法がある。本報告は 1978年宮城県沖地震で被害を受け、手摺干拓堤防を例にとり、共振柱試験による、測定した地盤材料の動的試験結果とその簡単な適用例をとりまとめたとする。なお、手摺干拓堤防は、おほれ谷の地形をなす凝灰岩の基盤の上に厚く堆積した軟弱な粘土層の上に敷砂を行ない、その上に砂質土をもつて構築したもので、圧密沈下解析のための調査が行なわれており、地盤の土質条件が比較的よく知られているものがある。

2. 実験方法および試料

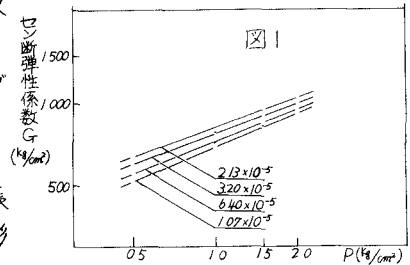
実験方法 供試体は、直径5cm、高さ12.5cmの中実円柱供試体で、上端に振動コイルでねじり振動を与え、そのときの共振振動を圧電素子型のピックアップにより計測するように設計されたものである。砂の場合は空気乾燥状態で実験を行ない、粘土の場合はそれぞれの拘束圧で十分(48時間)圧密を行ない、そのうち共振実験を行なう。

砂	粘土
比重 2.683	含水比 14.5%
現場密度 1.79 g/cm ³	間隙比 3.68
間隙比 1.25	

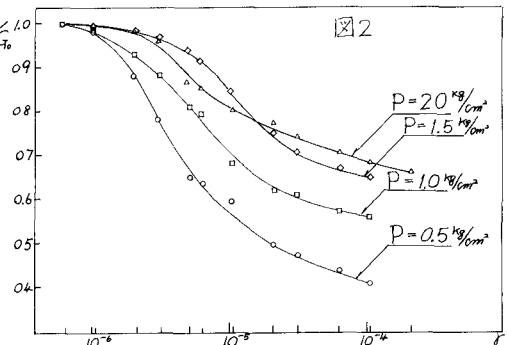
試料 試料は松島海岸手摺地区より採取した砂、およびボーリング採取した不攪乱粘土である。砂、粘土の諸定数は右のとおりである。

3. 実験結果

(1) 砂のせん断弾性係数Gについて、図1を見ると同じひずみ振幅に対して、GはPに比例している。しかし、図をよく見るとその影響を若干与える様で、 δ の増加に伴い、Pで表わしたmが大きくなる。



これは供試体の作製誤差によるものと思われる。図2は、各ひずみ振幅において得たGを $\delta = 6.4 \times 10^{-7}$ で得たGで除した値を示したものである。G/G₀の値は、 δ の増加に伴ってかなり減少しており、減少の割合は拘束圧の大きい程小さいのがわかる。P=2.0%では31.5%減少しているが、P=0.5%では59.4%も減少している。以上の様にこの砂の場合、ひずみ振幅の影響を大きく与えることがわかる。その要因の一つは、砂中に貝殻が含まれているためと考えられる。



(2) 不攪乱粘土のGについて、図3は、各ひずみ振幅CのGを $\delta = 5.2 \times 10^{-6}$ のGで除した値であるが、いずれの拘束圧の場合もひずみ振幅の増加に伴い、Gの減少が明確にみられる。ひずみ振幅の小さいと、その急激な減少し $\delta = 10^{-4}$ 以上になるとそれほど減少しなくなる。また、拘束圧の影響もみられ、拘束圧の大きい程減少割合が大きくなる。この点、砂の場合と反対の傾向があらわれている。とくに P=2.0%では、 $\delta = 5.2 \times 10^{-6}$ のときと比較して、 $\delta = 5.33 \times 10^{-4}$ のとき82%の減少がみられる。図4では、拘束圧の違いによりGの値が大幅に違っており、Gの拘束圧依存性が顕著である。また、 $\delta = 10^{-4}$ を越えすと、各拘束圧ごとのGはほぼ一定である。

(3) 不攪乱粘土の減衰定数Dにノック：図3に減衰定数の分布を示す。この粘土の場合、ほとんど拘束圧の影響があらわれず、 $\delta=10^{-4}$ ほどの γ で14~15%と割合入る値を示している。図中、線はとくに意味とし、点線はない。

4 適用例

上記の変形係数Gを用いて、手標干拓堤防の応答特性を試算してみた。但し、堤体は高さ3mの三角形断面と仮定し、密度 $\rho_s=1.80 \text{ g/cm}^3$ 、 $V_s=250 \text{ m/sec}$ とし。ここで用いた砂、および粘土の動的せん断弾性係数Gおよび諸定数は上記試験の結果のうち、ひずみの特に小さい時の値と、比較的入る時の値である。計算は、正弦的な波が鉛直下へ入射するものと仮定している。計算手法の詳細については文献を参照されたい。

砂層は5mの厚とし、粘土層の厚が変化し、この堤体・地盤系の固有周期を記したものが図6である。図中の2本の直線は、それぞれひずみ振幅の小さい場合($\delta=10^{-6}$)と大きい場合($\delta=10^{-4}$)の固有周期を示し、粘土層の厚いと γ は固有振動数が入る。図中の白抜きの三角印および丸印は、同地盤における常時微動の卓越周期である。この図からも明らかのように常時微動の卓越周期は粘土層厚に比例する傾向がある。かりに地震時に地表変位が10cmあったとすれば、岩盤より上の土のひずみは 10^{-3} のオーダーになるのだから、地震時には、かなりの剛性の低下があるのと考えられる。なお、この図から見て常時微動のひずみレベルは 10^{-5} 程度と考えられる。

参考文献

柳沢栄司「多層地盤上の堤体の地震応答特性について」
日本地震工学シンポジウム

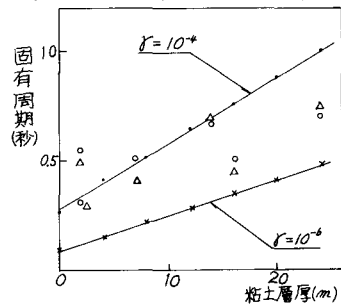
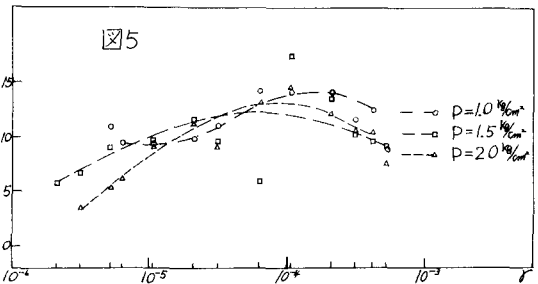
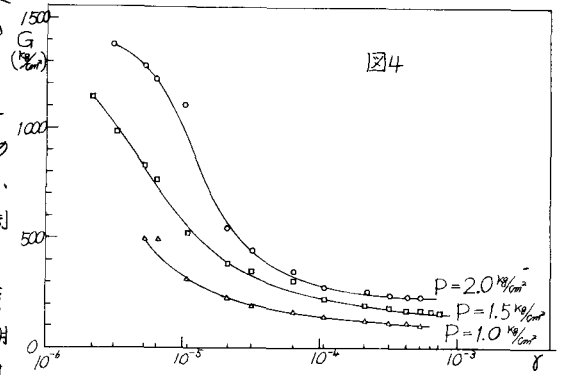
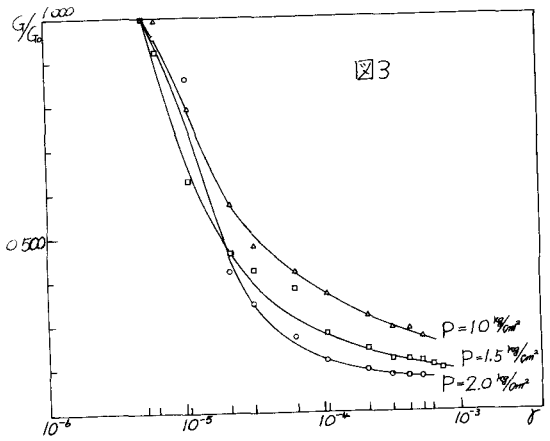


図6 固有周期の歪依り性