

III-90

飽和砂の動的変形定数に及ぼす供試体作製法と異方圧密履歴の影響

北海道大学工学部 正会員 山下 聡
同 上 正会員 土岐 祥介
東北電力(株) 飯塚 雅之

1. まえがき 室内試験から動的変形定数を求める場合、得られる結果は種々の因子の影響を受ける。本研究では、特に供試体の構造異方性と応力履歴が動的変形定数(G , h)に及ぼす影響を三軸試験と中空ねじり試験によって調べた。具体的には、3種類の作製法による供試体に種々の異方圧密履歴を与え、 $\gamma = 10^{-6}$ から 10^{-2} 程度までのひずみレベルにおける砂の G および h を求めて比較した。

2. 試験方法 豊浦標準砂を用い、3種類の方法¹⁾で供試体を作製した。(1)多重ふりい落打法(MSP法)(2)パイブレータ法(VIB法): 試料をパイブレータによって、モールド側面から締固めて作製する方法。(3)遠心力法(CE法): モールドを回転させ、試料を遠心力によってモールド側面に堆積させた後、凍結させ所定の寸法に供試体を作製する方法。ただし、この方法では中空供試体しか作製できない。これらの作製法を用いることによって、構造異方性が非常に異なる供試体を作製できる。供試体寸法は、 $H = 20\text{cm}$, $D_i = 6\text{cm}$, $D_o = 10\text{cm}$ の中空供試体および $H = 17\text{cm}$, $D = 7\text{cm}$ の中実供試体である。供試体の間隙比は $e = 0.688$ ($D_{rc} = 80\%$)である。

供試体作製後、図-1に示すように有効拘束圧 $\sigma'_c = 0.3\text{kgf/cm}^2$ ($B.P. = 2.0\text{kgf/cm}^2$)のA点から所定の主応力比 K ($K = \sigma'_h / \sigma'_v$, $K = 0.5, 2.0$)を一定に保ち平均主応力 $p' = 1.0\text{kgf/cm}^2$ (B' 点)まで異方圧密を行い、同じ経路で $\sigma'_c = 0.3\text{kgf/cm}^2$ の等方状態まで戻した後、 $\sigma'_c = 1.0\text{kgf/cm}^2$ (B 点)で等方圧密を行うことによって異方圧密履歴を与えた。

試験は振幅一定、周波数0.1Hzの正弦波を11サイクル与えた後、再び圧密し荷重を増加させて変形定数を求めるstage loadingによって行った。繰返し载荷は、三軸試験においては非排水状態で、中空ねじり試験においては排水状態で与えた。なお、試験結果は10サイクル目の G および h で整理した。

3. 供試体作製法の影響 図-2(a), (b)は、MSP, VIB, CE法で作製した供試体について、三軸試験(中空供試体)と中空ねじり試験によって得られた G および

h を示したものである。図より、 G は微小なひずみレベルにおいて作製法によってやや差が認められ、試験法によらずMSP供試体の G が低く、VIB供試体の G がやや高くなっている。しかし、ひずみレベルが大きくなるとその差は小さくなっている。 h に及ぼす供試体作製法の影響は、両試験においてほとんど認められないようである。特に中空ねじり試験においては全く認められない。

また、図-2(b)に示すように三軸試験と中空ねじり試験によって得られた G および h の関係は異なっている。 G はどのひずみレベルにおいても三軸試験による方が低くなっている。

h は $\gamma = 10^{-3}$ 以上で三軸試験による方が低くなっている。これは、三軸試験の場合ひずみレベルが大きくなると履歴曲線の形状が非対称になるとともに、圧縮側よりも伸張側の変形量が大きくなり閉合性が低くなるため h が低く計算されたものである²⁾。

4. 圧密履歴の影響 図-3, 4は等方圧密および $K = 0.5, 2.0$ の異方圧密履歴を与えたMSPおよびCE供試体に対して、三軸試験と中空ねじり試験を行った結果を示している。

三軸試験において、 $K = 2.0$ の伸張の圧密履歴を受けたMSP供

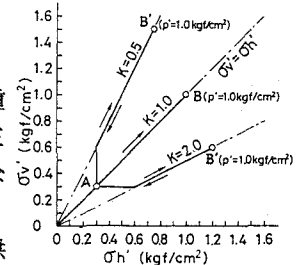


Fig. 1

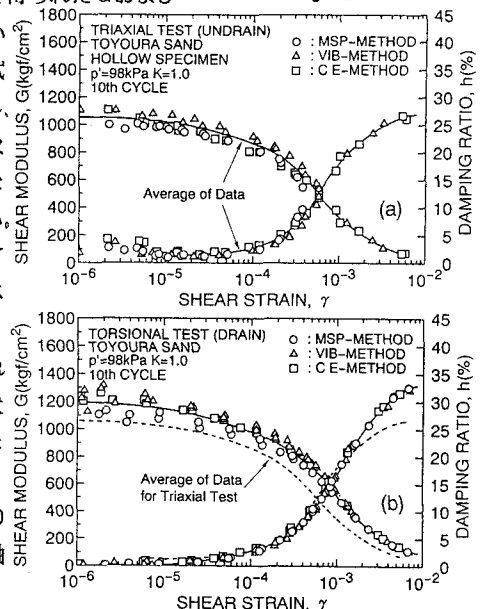


Fig. 2(a), (b)

試体(中実)の場合、微小ひずみレベルでGが低くなっているが、CE供試体(中空)では顕著な差は認められない。また、 $\gamma = 2 \times 10^{-4}$ 以上になるとK=2.0の異方圧密履歴を受けたMSP供試体のGは逆にやや高くなりhは低くなっている。なお図には示していないがVIB供試体はMSP供試体とほぼ同様な傾向を示している。

このように、供試体作製法によって応力履歴の影響の現れ方が異なるのは、構造異方性の相違によると考えられる。圧縮または伸張方向に同じ主応力比の異方圧密を行った場合、MSP供試体は三軸伸張条件の異方圧密による変形量の方が大きい供試体である¹⁾。したがって、圧縮時と伸張時での骨格曲線が異なると考えられると、繰返し載荷時のヒステリシスループは、圧縮履歴よりも伸張履歴を受けた方が、圧縮時に比べフラットな伸張時での骨格曲線の形状の影響を受け、Gが低くなったと考えられる。それに対し、CE供試体は比較対称な変形特性を示すため¹⁾、異方圧密履歴の影響を顕著に受けなかったと考えられる。

また、ひずみレベルが大きいところでMSP供試体のGおよびhに差が認められたのは、図-5(a),(b)に示す繰返し載荷10サイクル終了時での過剰間隙水圧比と γ との関係から、伸張履歴を受けることによって間隙水圧の発生量がMSP供試体ではK=2.0の時のみ低いため、Gが高くhは低くなったと考えられる。それに対し、CE供試体においては同じひずみレベルでの有効拘束圧が等しいため差が生じなかった。

一方、中空ねじり試験においては図-4に示したように、Gおよびhに異方圧密履歴の影響は、どの供試体作製法においても全く認められない。これは、異方圧密履歴を与えた際の主応力方向と繰返し載荷時の主応力方向が一致していないため、三軸試験のような明確な応力履歴の影響を受けなかったと考えられる。

5. 結論 (1) 構造異方性の相違は試験法によらず、 $\gamma = 10^{-4}$ 以下の微小ひずみレベルのGに影響を与える。しかし、ひずみレベルが大きくなるとその影響は現れなくなる。また、hにはほとんど影響を及ぼさない。
(2) 異方圧密履歴の影響は、三軸試験において現れるが、中空ねじり試験には現れない。また、ひずみレベルが大きいところで三軸試験によるGおよびhに差が生じるのは、間隙水圧の発生に伴う有効応力の相違によるものである。

【参考文献】

- 山下・土岐(1991): "繰返し三軸試験と～" 第26回土質, 725-728.
- 山下・土岐・飯塚(1992): "広範なひずみレベル～" 第27回土質

