

Ⅲ-A342

三主応力試験による堆積軟岩の弾性係数の異方性

東京大学生産技術研究所 正 早野 公敏 佐藤 剛司

ハザマ(元法政大学工学部) 嶋 邑 勉

東京大学生産技術研究所 正 古関 潤一

東京大学工学部 フェロー 龍岡 文夫

はじめに 近年、堆積軟岩地盤の変形特性が重要視されている。本研究では三主応力試験装置を用いて、堆積軟岩供試体のヤング率やポアソン比が応力状態に対してどのように異方的に変化するか、検討をおこなった。

用いた試料 神奈川県相模原市の実験空洞内で地下約 50m の深さからブロックサンプリングで採取した、比較的均質な上総層群の堆積軟岩を用いた。室内でブロックから角柱供試体(約 $60 \times 80 \times 160 \text{mm}$)に整形した。供試体は、長軸方向が採取した原地盤に対して鉛直あるいは水平によって V-供試体、H-供試体と区別できる。ただし、円柱供試体を用いた一連の研究^[1]では、初期構造による異方性がヤング率に及ぼす影響はそれほど大きくないことが示されている。

実験装置・方法 三主応力試験装置(図 1)^[2]の三軸セル内にセットした角柱供試体の 1 対の側面に、合計 6 個の LDT(Local Deformation Transducer)を縦・横方向に取り付け、鉛直と水平の一方の主ひずみを計測し、2 対の非接触変位計(Gap sensor)で残る水平方向の主ひずみを測定した。油圧シリンダーを挟んだ拘束板により変位を与えることにより、水平一方向の荷荷が可能である。二重負圧法^[3]を用いて供試体を飽和後、

原位置上載圧($\sigma'_v = 5 \text{kgf/cm}^2$)まで等方圧密を行い、軸荷重を増加させて破壊に至るまでせん断した。せん断中に、様々な軸差応力 $q = \sigma'_v - \sigma'_h$ で、 σ'_v あるいは σ'_h だけを変化させる鉛直方向あるいは水平一方向の微小振幅繰返し荷荷を行った。

弾性係数の求め方 微小振幅繰返し荷荷時の挙動は、図 2(a)(b)に示すように弾性的である。鉛直方向の微小振幅繰返し荷荷から、ヤング率 $E_v = d\sigma'_v / d\varepsilon_v$ 、ポアソン比 $\nu_{vh} = -d\varepsilon_h / d\varepsilon_v$ 、水平一方向の微小振幅繰

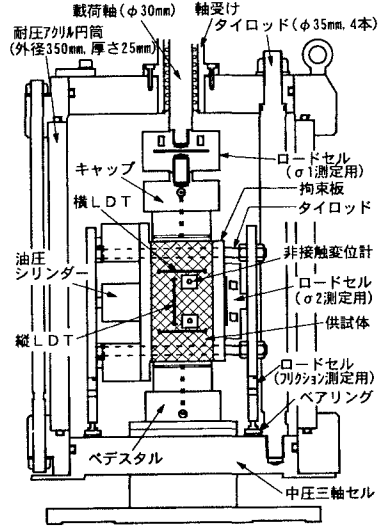


図 1 三主応力試験装置^[2]

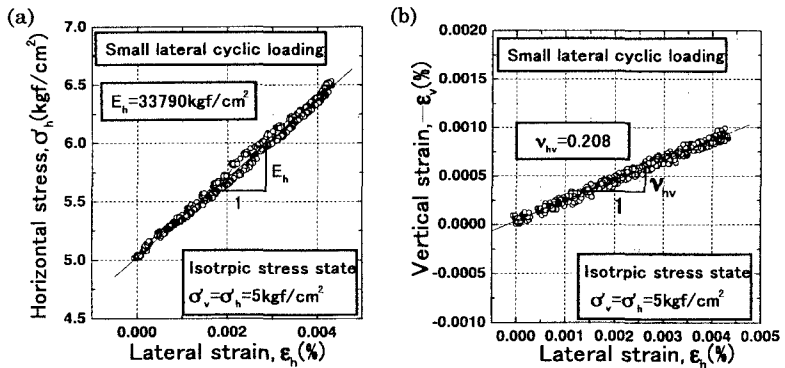


図 2 水平方向の微小振幅繰返し荷荷

キーワード: 堆積軟岩・三主応力試験・弾性係数・異方性

〒106-8558 東京都港区六本木 7-22-1 TEL:03-3402-6231(Ext.2570) FAX:03-3479-0261

返し载荷から、 $E_h = d\sigma'_h/d\varepsilon_h$ 、 $\nu_{hv} = -d\varepsilon_v/d\varepsilon_h$ を異なる q に対し求めた。

応力状態誘導異方性 せん断応力レベル q/q_{max} (q_{max} は最大軸差応力)の増加に伴い、 E_h/E_v は減少する(図 3a)。これは、 E_v が σ'_v と共に増加するのに対し、 E_h がほとんど変化しない、もしくは減少するというヤング率が直応力の依存性を示す⁽⁴⁾からである(図 4a)。一方、 ν_{hv}/ν_{vh} は、 q/q_{max} の増加につれ低下する(図 3(b))。これは ν_{vh} が徐々に増加するのに対し、 ν_{hv} は、わずかに低下するためである(図 4b)。従って、ヤング率とポアソン比は、せん断応力レベルが増加するにつれ、応力状態による異方性を示すようになる。図 5 に ν_{hv}/E_h と ν_{vh}/E_v の比を q/q_{max} に対してプロットした。弾性マトリックスの対称性が成り立てば、この比は 1 である。バラツキがあるが、V-供試体では $q/q_{max}=0.4$ 付近まで、H-供試体では $q/q_{max}=0.7$ 付近まで 1 に近い。破壊に近づくにつれ、この比は低下し、対称性が成り立たなくなることを示めている。

まとめ 角柱供試体を用いた三主応力試験による堆積軟岩の弾性係数による基礎的検討を行った結果、弾性ひずみに対して定義したヤング率とポアソン比はせん断応力レベルが増加するにつれ、応力状態による異方性を示す。また、せん断応力レベルが大きくなると弾性マトリックスの対称性が成り立たない傾向を示した。

参考文献 (1) 王: 三軸試験による堆積軟岩の原位置変形特性に関する研究, 東京大学学位論文, 1996.9. (2)

佐藤, 早野, 嶋邑, 古関, 龍岡: 軟岩の三主応力制御試験装置の開発, 第 33 回地盤工学研究発表会(投稿中), 1998. (3) Ampadu, S. K. and Tatsuoka, F.: Effects of setting method on the behaviour of clays in triaxial compression from saturation to undrained shear. Soils and Foundations 33, No.2, 14-34. (4) 早野, 佐藤, 嶋邑, 古関, 龍岡: 三主応力試験装置を用いた堆積軟岩の変形係数の基礎的検討, 第 33 回地盤工学研究発表会(投稿中), 1998.

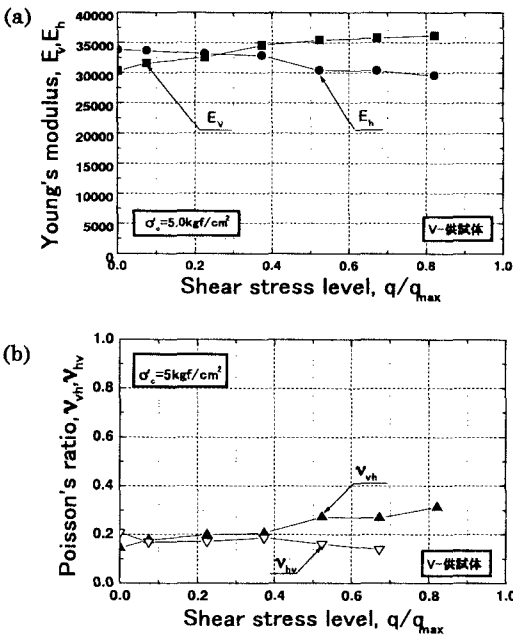


図 4 (a) E_v, E_h と q/q_{max} (b) ν_{vh}, ν_{hv} と q/q_{max}

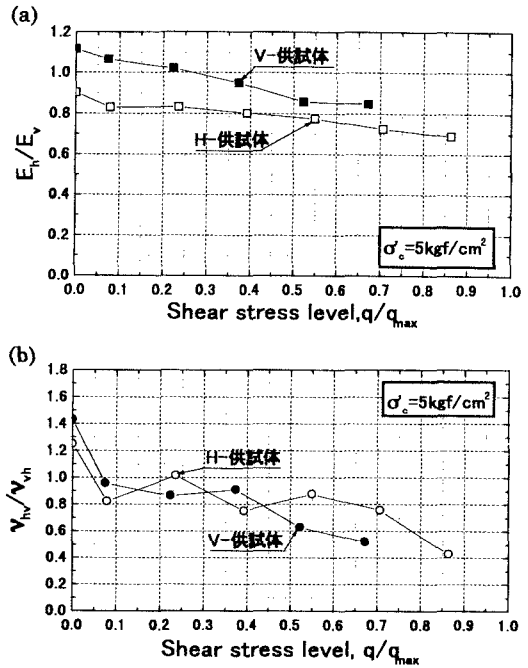


図 3 (a) E_h/E_v と q/q_{max} (b) ν_{hv}/ν_{vh} と q/q_{max}

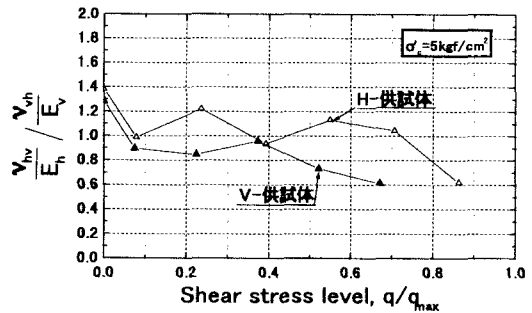


図 5 $(\nu_{hv}/E_h)/(\nu_{vh}/E_v)$ と q/q_{max}