

PSIII-15 粘性土の動的変形係数に及ぼす 異方圧密履歴の影響

京都大学大学院 学生会員 辻 泰志
京都大学工学部 正会員 赤井浩一
京都大学大学院 新 一真

1. 序 K_0 圧密によって形成された正規圧密粘性土が等方圧密試料のものとは異なったせん断特性を示すことは周知であり、それが K_0 圧密という異方圧密過程で発生する構造の異方性によるものとする説明がなされている。本研究では、粘性土の動的定数に及ぼす異方圧密履歴の影響を偏差ひずみの先行効果という観点からとらえ、これを実験的に究明する。特に、動的定数の拘束圧依存性について検討を行うことにする。

2. 動的定数の拘束圧および間隙比依存性 土の動的変形係数 G および減衰比 h に影響を及ぼす要因のうち重要なものとして拘束圧・間隙比・ひずみ振幅のレベルが挙げられ、粘性土の場合には、応力履歴や時間効果も G に影響を及ぼすことが知られている。これまでに粘土については、次のような形で実験式が提案されている。

$$G = A(t) \cdot (OCR)^K \cdot f(e) \cdot p^n \quad (1)$$

この式の中で、間隙比 e の関数 $f(e)$ については

$$f(e) = \frac{(B - e)^2}{1 + e} \quad (B: \text{定数}) \quad (2)$$

なる形が、また $n=1/2$ が一般的である。Hardinら¹⁾は、Lawrenceがカオリンとボストン青粘土の等方圧密試料に対して行なった実験結果に対して式(3)を与え、図-1の実線で示した。しかし必ずしも十分に合っているとは言えない。実線よりも図中の破線の方がより適していると思われる。破線は式(4)で与えられる。このようにLawrenceの実験結果に対しては $n=1/2$ よりも $n=2/3$ が適当であろう。

3. 実験結果および考察 試料は徳山市で採取された海底面直下の沖積粘性土で、 $G_s=2.65$, $LL=100\sim130\%$, $PI=80\sim90\%$, $LI \approx 1.0$ の正規圧密状態のものである。実験の手順としては、振動三軸装置の中で等方または K_0 圧密した後、一定の軸差応力振幅、3Hzの振動数で2時間繰返し载荷を行い、引続き非排水せん断を行なった(CIRU, CK_0RU)。さらに比較のため、等方圧密について非排水せん断経路の途中で2時間の繰返し载荷を行い、その後非排水せん断する試験(CIURU)もあわせて行なった。なお、ひずみ振幅は 10^{-4} のレベルにある。

実験の全過程を通じての応力経路と応力～ひずみ関係を図-2(a)(b)に、繰返し载荷中の応力～ひずみループを図-3(a)(b)に示す。これより、ほぼ同一の p に対して減衰比 h は大差はないが、動的変形係数 G は等方または K_0 圧密試料の間で約1.5倍の相違があり、 K_0 圧密履歴が変形係数を著しく増大させていると考えられる。

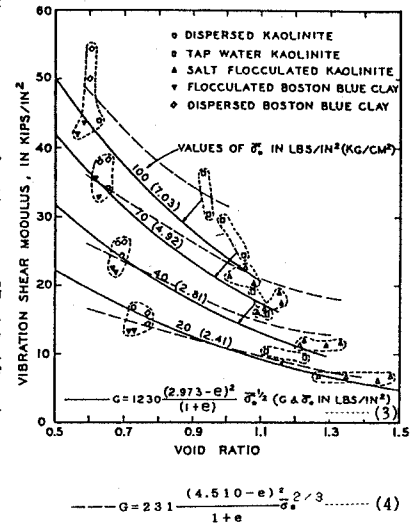


図-1 Hardin-Blackによる図

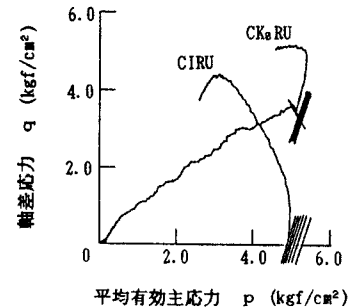


図-2(a) 応力経路

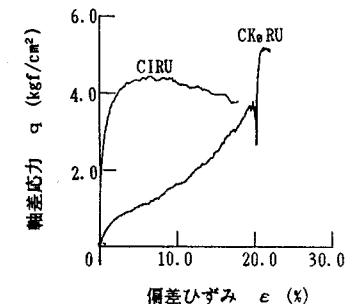


図-2(b) 応力～ひずみ

実験結果から動的変形

係数 G を拘束圧 p に対してプロットしたものが図-4である。等方, K_0 圧密試料とも p と G は比例関係にあり、同一の拘束圧に対して後者は前者の約1.5倍となっている。次に、泉北沖積粘土に対して実施した同様な振動三軸実験の結果²⁾を合わせて、

動的変形係数と間隙比・ 図-3(a) 応力～ひずみループ (K_0)

拘束圧との関係の定式化を行なった。まず、正規圧密沖積粘土の等方圧密試料に対して

$$G = 0.37 \frac{(33.1 - e)^2}{1 + e} p^{2/3} \quad (5)$$

が得られる。すなわち、間隙比に対して正規化した動的変形係数 $G/f(e)$ は拘束圧の2/3乗に比例することになる(図-1内の式(4)参照)。また、 K_0 圧密試料では、上式で正規化した後も p にほぼ比例する(図-5)。

このように、動的変形係数は圧密履歴による影響が非常に大きいことがわかるが、これは K_0 圧密という応

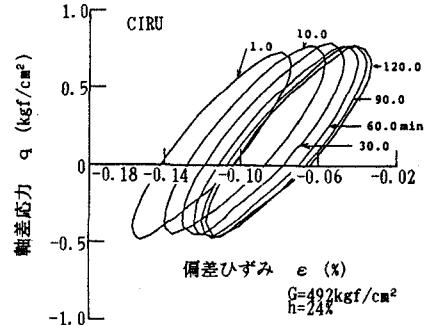
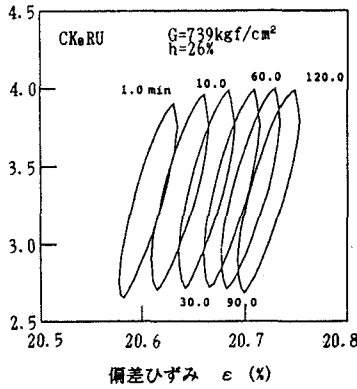


図-3(b) 応力～ひずみループ(等方)

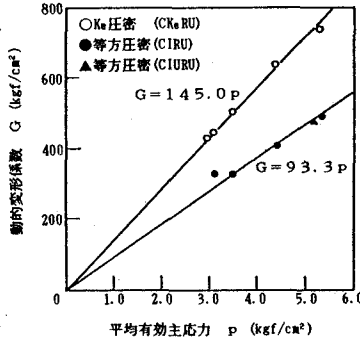


図-4 動的変形係数と平均有効主応力の関係

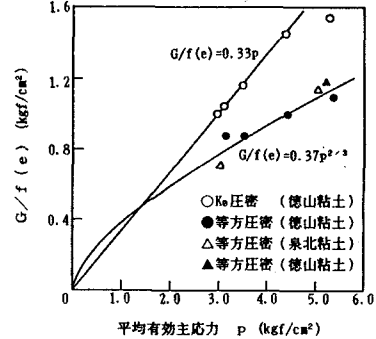


図-5 $G/f(e)$ と平均有効主応力の関係

力比のかなり大きい異方圧密の間に生じた偏差ひずみが生ずる一種の先行効果によるものである。一方、図-6は減衰定数 h を p に対してプロットしたものである。 h については、圧密履歴の影響や拘束圧依存性も少ないと結論される。

4. おわりに 本研究により、粘性土がうける異方圧密履歴が動的変形係数に大きい影響を与え、粘性土地盤の動的応答を評価する上でこれが重要な因子となることがわかった。本研究の実験について、京都大学工学部矢野隆夫技官の助力によるところが大きい。付記して、感謝の意を表する。

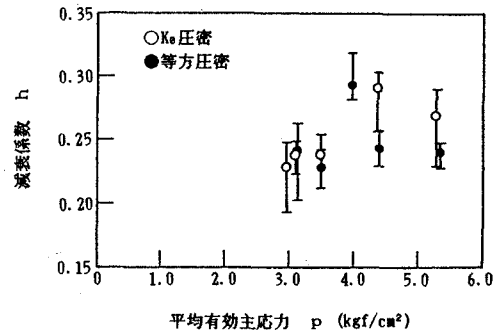


図-6 減衰定数と平均有効主応力の関係

参考文献 1) Hardin, B.O. & Black, W.L.: Variation Modulus of Normally Consolidated Clay, Proc. ASCE, SM2, pp. 353-369, 1968; Closure - SM6, pp. 1359-1373, 1969 2) 赤井浩一, 辻泰志: 沖合い海底地盤の動的応答と護岸構造物の安定性について, 海洋開発論文集(土木学会海洋開発委員会), Vol. 4, pp. 15-19, 1988