

Ⅲ-235

各種室内試験による粘性土地盤の G_{max} の測定

(株)大林組 正員 三野秀作
 北海道大学工学部 正員 澁谷啓
 北海道大学工学部 正員 三田地利之
 北海道大学大学院 学生員 伊藤晋

1. 研究の目的

原地盤のせん断ひずみ $\gamma < 0.001\%$ での弾性せん断剛性率(以下, G_{max})を室内で求める方法として, $G_{max} = \rho_s V_s^2$ を求めることができる。繰返し三軸あるいはねじり試験がある。しかし繰返し試験においては、試験装置が複雑であったり、実験にもかなりの熟練と時間を要する。そこで、室内において簡単に原地盤に近い応力/変形状態を再現してせん断波速度および K_0 の測定を行うことのできる室内せん断波測定試験装置(以下、BE試験装置)を製作し、不攪乱試料を用いた実験から、原位置弾性波試験と室内試験結果の違いに及ぼす諸要因の影響について検討した。

2. 試料と試験装置

(2-1)実験試料 (表1)不攪乱試料の物性値

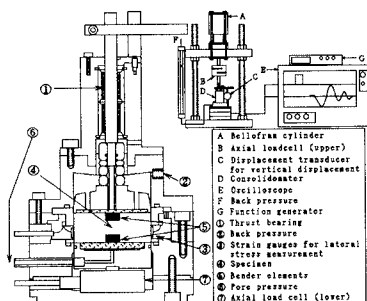
神奈川県川崎市東扇島においてシウォールサンプリングされた不攪乱	Depth(m)	w _L (%)	I _p	ρ _s
	20.4	55.6	30.6	2.684
	28.4	97.6	57.7	2.678
	34.4	67.4	37.8	2.684

試料を用いた。表1に試料の物性値を示す。

(2-2)BE試験装置

本研究において製作したBE試験装置の概略を図1に示す。この試験装置の特徴として、次の3点が挙げられる。

1. 圧密リングを用いて供試体の側方向変形を強制的に拘束することにより、簡単に K_0 状態での圧密特性が把握できる。
2. 圧密リングの一部が薄くなっており、その部分にひずみゲージを取り付けてある。これにより供試体に鉛直応力を載荷した際に生じる圧密リングの微小変形を測定し、供試体の側方応力を測定する。
3. ベンダーエレメント(圧電素子)を用いて簡単にせん断波の発信および受信を行うことができ、せん断波



(図1)

速度 V_s を求めることができる。また、微小ひずみ領域において土が等方弾性体であると仮定して、 $G_{max} = \rho_s V_s^2$ を求めることができる。

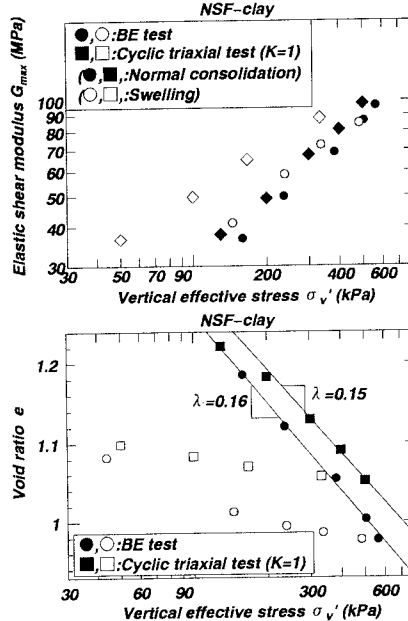
(2-3)ベンダーエレメント(圧電素子)

ベンダーエレメントは、2枚の薄いピエゾセラミック板を電導板で挟み込んだものである¹⁾。各セラミック板の極性と電気配線は、エレメントに電圧をかけた時、セラミック板がそれぞれ伸張及び圧縮方向に変形して、エレメント全体に曲げ変形が生じるように組み合わせられている。また、これとは逆に外部よりエレメントに曲げ変形が与えられた時は、各セラミック板がそれぞれ伸張及び圧縮方向に変形して、エレメント内に電荷を生じる。これらをマイクロVで読みとる。

3. 結果及び考察

(3-1)室内繰返し試験との比較

室内で再構成したNSF-Clay($I_p=26$)供試体を用いて等方圧密/膨潤繰返し三軸(CTX)及びBE試験(BET)を行い、得られた G_{max} を有効鉛直応力に対してプロットした(図2)。CTXでのひずみレベルは0.00

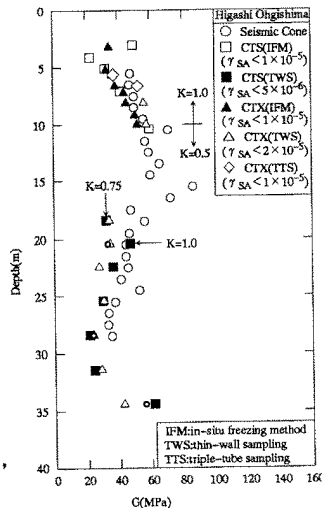


上:(図2)下:(図3)

1%である。正規圧密領域において、両試験から得られた G_{max} はよく一致している。また、過圧密領域では、BE試験から得られた G_{max} が繰返し三軸試験から得られた G_{max} に比べ低くなる傾向が見られた。これはBE試験の膨潤段階における間隙比の増加が、繰返し三軸試験の膨張段階における間隙比の増加に比べ、大きいためと考えられる(図3)。

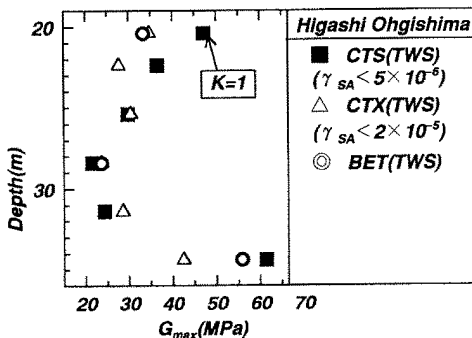
(3-2)原位置弾性波試験との比較

東扇島において実施された原位置弾性波試験から得られた疑似弾性せん断剛性率 G_t と、同地点でソナー・ルサフターにより採取した不攪乱試料を用いた繰返し三軸試験(CTX)及び中空ねじり試験(CTS)から得られた G_{max} とを比較した²⁾(図4)。深さ18m以下の粘土層において、両試験から得られた疑似弾性せん断剛性率の比は $G_{max}/G_t=0.6\sim0.8$ の範囲にあった。この原因としては、室内繰返し試験の G_{max} は 1×10^{-5} レベルのひずみ、一方 G_t は 1×10^{-6} レベルのひずみに対応しているため、ひずみレベルの違いによる G の相異、さらに、室内繰返し試験においては $K=$



(図4)

0.5として実験を行っているため、両試験の応力状態が異なる可能性があることが考えられた。そこでBE試験装置を用いて、不攪乱試料を原位置の有効土被り圧まで一次元圧密させ、原地盤と類似な応力/変形状態を再現して疑似弾性せん断剛性率の測定を行い、室内繰返し試験結果と比較した



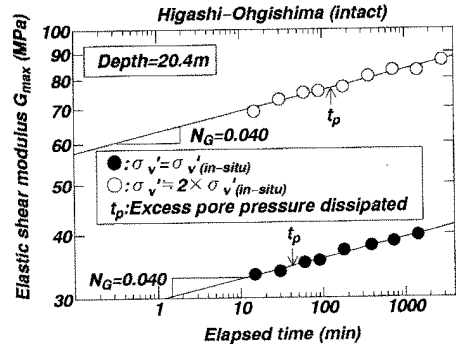
(図5)

(図5)。室内繰返し試験と 1×10^{-6} のひずみレベルにおけるBE試験から得られた G_{max} はよく一致しており、またBE試験で測定された K 値も0.4~0.5の範囲にあった。このことからひずみレベル及び応力状態の違いが、原位置弾性波試験と室内繰返し試験から得られる G_{max} の違いの要因とはなっていないことが分かった。

次に不攪乱試料供試体の乱れを評価するために、原位置の有効土被り圧の2倍まで有効鉛直応力を載荷してBE試験を行い、得られた G_{max} を圧密時間に対してプロットした(図6)。また G_{max} に及ぼす二次圧密の影響を式1により定量的に評価した。

$$G_t = G_{t-t_p} + N_G \log \left[\frac{t}{t_p} \right] \quad \text{---(式1)}$$

G_t : 任意の時間 t における G_{max}
 t_p : 一次圧密終了時の時間
 N_G : G_{max} に及ぼす二次圧密の影響を表す指数



(図6)

不攪乱試料は原地盤において長期に亘って圧密されており、二次圧密はほぼ終了していると考えられる。それにも拘わらず、原位置の土被り圧まで不攪乱試料を再圧密した場合と、土被り圧の2倍まで圧密した場合での N_G の値はほぼ同じ値を示している。よって実験に用いた不攪乱試料はかなりの乱れを受けていることが推測される。

4. 結論

1. 製作したBE試験装置を用いて、不攪乱及び室内再構成粘性土試料の K_0 値と疑似弾性剛性率を簡単に求めることができた。
2. 原位置弾性波試験と各種室内試験から得られる G_{max} の違いの最大原因は、供試体の乱れである。

<参考文献>

- 1) C. Madhus (1985): Lab measurements of G_{max} using bender elements, Advances in the art of testing soils under cyclic condition, P186-189
- 2) 澁谷ら (1995): サンプル方法が地盤材料の微小ひずみでの変形特性に及ぼす影響, サンプルに関するシンポジウム発表論文集, P71-78