

（株）大林組技術研究所 正員 鳥井原 誠
正員 平 間 邦 興
正員 齋 藤 二 郎

1. まえがき

飽和粘性土の剛性率（ G ）と減衰定数（ h ）には、極端なひずみ（ γ ）依存性があることは良く知られている。この特性を把握するために、現在まで種々の動的試験装置が開発されてきているが、今回、使用した試験装置は動的三軸試験機（動三）、共振法ねじり振動試験機（共振法）、電磁力を利用した動電型動的三軸試験機（動電型）の3種である。これらの試験機の使用により広いひずみ領域での G 、 h の測定が可能であった。そこで、得られた試験結果をもとに、 G 、 h のひずみ依存性を、近年盛んに用いられるようになったHardin-Drnevich モデル、Ramberg-Osgood モデルで近似することを試みた。

2. 試料

使用した試料は千葉県佐倉市白井で採取した軟弱な沖積粘性土を乱したものであり、その物理的性質を表-1に示す。

表-1 試料の物理的性質

粒度組成(%)			比重	コンシステンシー特性		
砂	シルト	粘土		LL	PL	PI
4.3	26.2	69.5	2.66	73.2	34.8	38.4

3. 実験方法

実験はすべてCU条件で応力制御のステージテストである。振動波形は正弦波で、動三と動電型の振動数は1Hz、一段階の载荷回数は10波である。また、微小ひずみ領域の測定に正確さを増すため、動三に非接触型微小変位計を付加するとともに、今回新たに図-1に示す動電型動的三軸試験機を開発した。これは、永久磁石を内包したリジットマスを供試体上部に固定し、駆動電磁コイルによる電磁力で上下振動を発生させるものである。

4. 結果および考察

図-1は G と γ の関係を示したものである。拘束圧が、1，2，

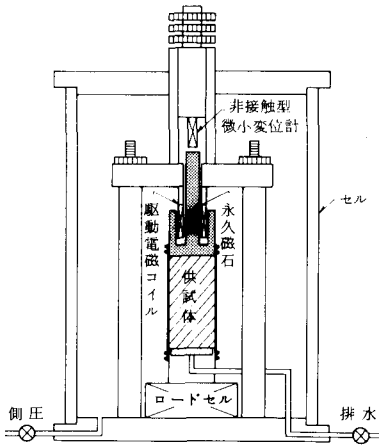


図-1 動電型動的三軸試験機

3，4 kgf/cm^2 の時の結果であるが、3種の試験結果とも実用的にはまずまずの対応を示している。図中の実線は動三の試験結果に(1)式で示すH-Dモデルを適用して求めたものである。

$$G = \frac{G_0}{1 + \gamma/\gamma_r} \tag{1}$$

G_0 : 微小ひずみ時の G
 γ_r : 規準ひずみ

G_0 、 γ_r は(1)式を変形した(2)式より求めることができる。

$$\frac{1}{G} = \frac{1}{G_0} + \frac{1}{G_0 \cdot \gamma_r} \cdot \gamma \tag{2}$$

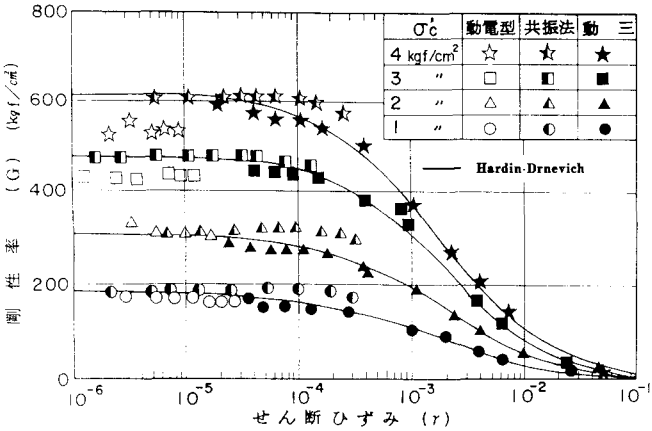


図-2 G と γ の関係

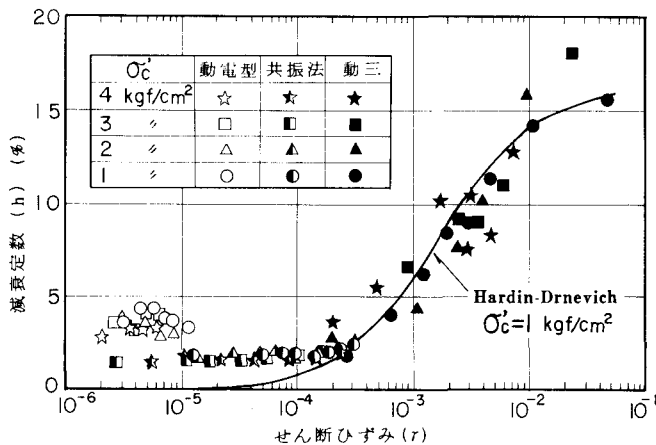


図-3 h と r の関係

(2)式はH-Dモデルでは $1/G$ と r の間に直線関係があることを示している。そこで、今回の動三の試験結果より $1/G$ と r の関係を示したのが図-4である。両者の間には、ほぼ満足すべき直線関係があり、これらの直線の切片より G_0 が、勾配より r_r が求まる。こうして得られた G_0 は共振法の試験結果より推定できる G_0 と良い一致を示している。

図-3は全拘束圧での h と r の関係を示したものである。拘束圧の影響は顕著にはみられないが、共振法と動三の試験結果は良い対応を示している。図中の実線は拘束圧が 1 kgf/cm^2 の動三の試験結果に(3)式で示すH-Dモデルを適用して求めたものである。

$$h = h_0 \left(1 - \frac{G}{G_0} \right) \quad (3)$$

h_0 : 最大減衰定数

h_0 は図-5に示す h と G の直線関係より求まる。こうして得られたH-D曲線は微小ひずみ領域での試験結果との対応はあまり良くないようである。

図-6は $G-r$ 関係について、前述したH-Dモデルに加えて(4)式によるR-Oモデルを示したものである。

$$G = \frac{G_0}{1 + K \left| G \cdot r / G_0 \right|^{R-1}} \quad (4)$$

K, R : 定数

図中の一点鎖線は動三の試験結果より求まる定数 K, R を使って示したR-Oモデルであるが、あまり良い対応があるとはいえない。そこで、(5)式より $R=3$, $K=1 \times 10^6$ と仮定して求めたのが点線である。

$$R = \frac{1}{3} \log K + 1 \quad (5)$$

図-7は $h-r$ 関係についてH-DモデルとR-Oモデルを合せて示したものである。 h の場合、R-Oモデルでも(3)式を用いている。

参考文献 1) 杉本, 畑中, 辰己:「海底軟弱粘土の動力学的特性と動的解析のためのモデル化」第5回地震工学シンポジウム(1978)

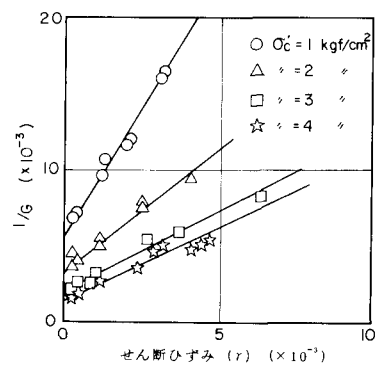


図-4 $1/G$ と r の関係 (動三)

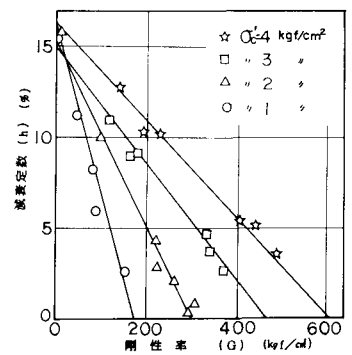


図-5 h と G の関係 (動三)

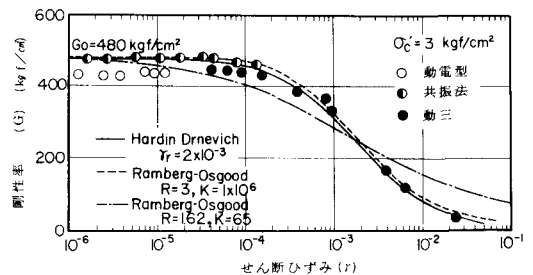


図-6 $G-r$ 関係のモデル曲線

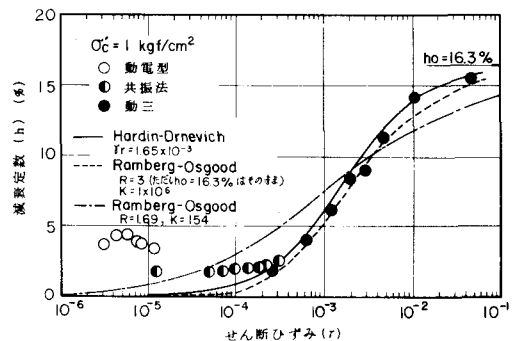


図-7 $h-r$ 関係のモデル曲線