

運輸省港湾技術研究所 正員 梅原 靖文

正員 〇善 功企

学生員 沢田 浩二

1. まえがき

粘土が非排水条件のもとでひずみ振幅 $\gamma=10^3$ 以上の大きな振動を受けると、間げき水圧が発生し平均有効主応力 σ'_m が減少する。このときの剛性率 G は σ'_m に比例することを明らかにした^{1,2)}。ここでは、 G が σ'_m 一定であれば過圧密比および間げき比の影響を受けないことについて若干の考察を行ない、さらに、圧密圧力 σ_c および σ'_m と $G/\sigma'_m \sim \gamma$ (G_0 : 現地弾性波探査による G)の関係について調べた結果を報告する。

2. 実験方法および試料

振動三軸試験装置を用いて、振動数1Hzの正弦波をひずみ制御方式により与えた。試料は川崎市鳥町で深さ20.65~21.75mから採取された不攪乱試料($w_L=87.9\%$, $w_p=48.6\%$, $I_p=57.2\%$)で供試体は高さ12.5cm、直径5.0cm寸法である。バックプレッシャー10kg/cm²、 $\sigma_c=1.0, 2.0, 3.0$ kg/cm²で24時間等方圧密し一次圧密終了確認後、非排水条件で振動実験を実施した。与えたひずみ振幅は 3×10^4 , 7×10^4 , 1.8×10^5 , 4.3×10^5 , 1.1×10^6 , 2.3×10^6 の6段階で各々200回振動を加え、1段階において発生した間げき水圧はそのまゝの状態連続して振動を加えた。また G と過圧密比OCR、間げき比 e との関係を調べる実験には、慣用の三軸圧縮試験装置を伸張側載荷も可能なようにした装置を用い、再圧密した本牧粘土($w_L=96.7\%$, $w_p=41.5\%$, $I_p=55.2\%$)を用いている。

3. 実験結果および考察

3.1. $G \sim OCR \sim \sigma'_m$, $G \sim e \sim \sigma'_m$ の関係 不攪乱川崎粘土の G を調べる前に塑性指数のほぼ等しい繰返し本牧粘土を用いてOCR, $e \sim G$ の関係について調べた。図-1は $G \sim OCR$, $e \sim \sigma'_m$ の関係を調べる方法についての模式図である。圧密終了時において供試体はa-dの点に存在する。非排水状態でこの供試体に振動を加えると間げき水圧の発生により σ'_m が減少し正規状態にある各点は $a \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a'$ のように σ'_m 軸に平行に移動する。 c, b, a' は一種の過圧密状態と考えられ、OCRの異なる d, c, b, a' において $G \sim \sigma'_m$ の関係を求めると図2のようになる。図

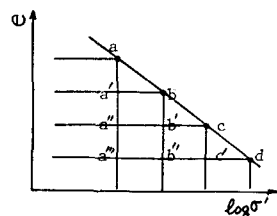
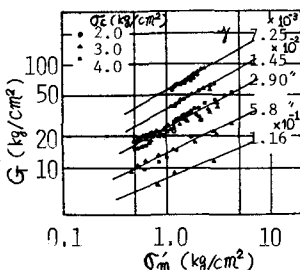
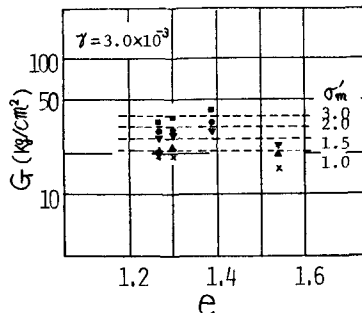


図-1 模式図

-2より $G \propto \sigma'_m$ が得られこの結果は正規粘土について一般にいわれていることと同じである。すなわち、OCRに無関係に G は σ'_m に比例すると考えられる。図-3は b, b', b'' のように σ'_m が一定の状態において e が G に及ぼす影響について調べた結果である。上述のように σ'_m が一定であればOCRの相違による影響はないと考えられるので b, b', b'' の状態における G を図2の

図-2 $G \sim \sigma'_m$ 図-3 $G \sim e$

ように表わしてみると e の影響がほとんどみられない。これらの結果は $\gamma=10^2$ 程度で試験を行なった場合のものであるが、Mardin³⁾らは $\gamma=1.5 \times 10^3$ 以下のひずみ振幅について、OCRの大きな高塑性土を除いて G がOCRに無関係になると述べている。

3.2 $G \sim \sigma_c \sim \sigma'_m$ の関係 不攪乱川崎粘土の実験では $\sigma_c=1.0, 2.0, 3.0$ kg/cm²を用いて試験を行なった。試料の採取深さに対応する有効土被り圧は20kg/cm²であるので、 $\sigma_c=1.0$ kg/cm²の場合OCR=2、他の2つは正規状態であ

るが、3.1の結果から G がOCRの影響を受けないことが明らかにされたので、以後は川崎粘土についてもOCRの影響がないものとして整理を行なった。図-4は動的応ひ-ひずみ曲線(乙)の骨格構造のみを表わしたもので、 $N=10, 200$ における乙 $\sim\gamma$ 曲線は1つの試体に段階的に γ を与えることにより求めているので、各段階における N の影響が含まれている。しかし、これを γ 一定のときの乙 $\sim\gamma$ 曲線に描き直すと図-4中の実線のように N の相違による差がみられなくなる。図-5は G と σ'_m の関係について調べたものである。不攪乱川崎粘土も本牧粘土と同様に G/G_0 に比例している。図-6は各々の σ'_m に対して $N=10, 200$ における G および γ 一定条件での G を求めたものである。

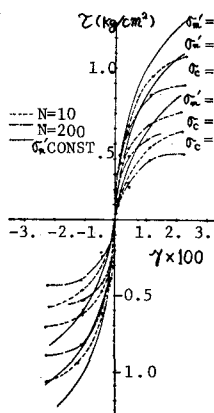


図-4 乙 $\sim\gamma$ 曲線

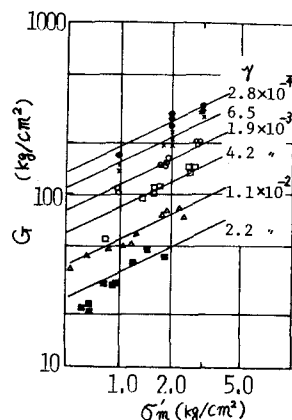


図-5 $G \sim \sigma'_m$

$N=10, 200$ における両者の値は $\gamma=10^{-3}$ 以上ではひずみ振幅が大きくなる程差が大きくなる。これは振動中の湧き水圧の増加により σ'_m が変化することによるものと考えられ、各々の点における湧き水圧から σ'_m を求め、 $\sigma'_m=0.5, 1.0, 2.0, 3.0 \text{ kg/cm}^2$ における G を外挿により推定すると図-6中の破線のように $N=10$ および $N=200$ における両者の相違はみられなくなる。図-7は図-6より $\gamma=10^{-4}$ における $G=G_0$ を推定し、 σ'_m 又は σ'_m について $G/G_0 \sim \gamma$ の関係を求めたものである。

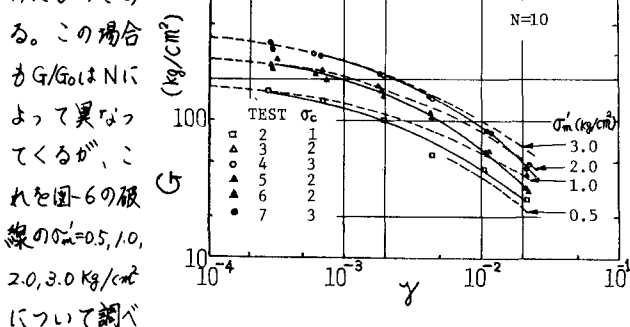


図-6(a) $G \sim \gamma \sim \sigma'_m$

この場合も G/G_0 は N によって異なってくるが、これを図-6の破線の $\sigma'_m=0.5, 1.0, 2.0, 3.0 \text{ kg/cm}^2$ について調べると G/G_0 は σ'_m の値に無関係に図-7の実線のように一義的に決まってくる。この結果は繰返し本牧粘土、川崎粘土について得られた結果と一致している⁴⁾。なお、 $G/G_0=0.903$ とした理由は $\sigma'_m=2.0 \text{ kg/cm}^2$ に対応する深さの現地弾性波探査の結果より得られた $G_0=310 \text{ kg/cm}^2$ より $G/G_0=0.903$ になることより定めたことによる。

4. まとめ 以上の実験より次の結果が得られた。(1)繰返し本牧粘土($I_p=55.3\%$)の G は σ'_m が一定であればOCR、 e の影響を受けない。(2)不攪乱川崎粘土の G/G_0 の関係は σ'_m の値にかかわらず一義的に決まる。これらの結果が塑性指数の相違によってどのように変化するかを調べることを今後の課題としたい。

5. 参考文献 1)梅原、他(1976)；繰返し載荷を受ける粘性土のひずみ依存性について、第31回土木学会年次学術講演会 2)梅原、他(1976)；繰返し載荷を受ける海成粘土の変形特性、第11回土質工学会 3)Hardin, B.O. et al. (1969)；Vibration Modulus of Normally Consolidated Clay, closure, ASCE, SM6. 4)梅原、他(1977)；粘性土の非排水強度と動的変形特性について、第12回土質工学会 5)運輸省、川崎市(1973)；川崎海底トンネル

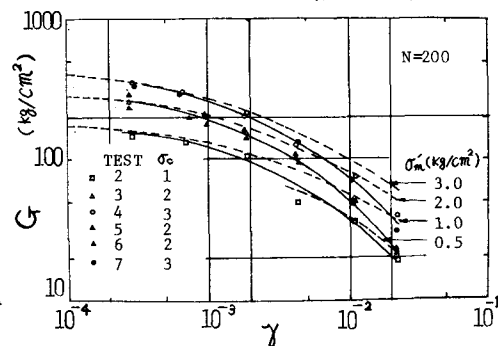


図-6(b) $G \sim \gamma \sim \sigma'_m$

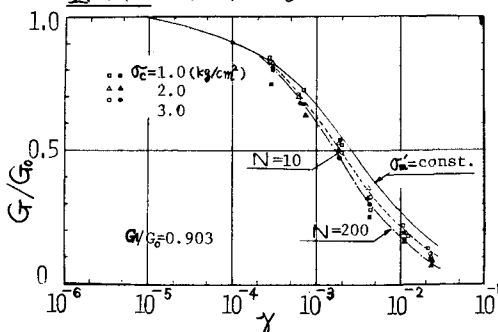


図-7 $G/G_0 \sim \gamma \sim \sigma'_m$