

III-91 動的変形定数に及ぼす載荷波形とステージ数の影響

清水建設(株) 正会員 武田 哲伸
 北海道大学工学部 正会員 土岐 祥介
 同上 正会員 山下 聡
 同上 三好 健夫

1. まえがき

三軸試験によって動的変形定数(G , h)を求める場合、1つの供試体に振幅一定の正弦波荷重を段階的に増加させて求める方法が一般に用いられている。しかし、繰返し載荷の波形やステージ数が試験結果にどの程度影響を及ぼすのかは明らかにされていない。そこで本研究では、正弦波と三角波で繰返し載荷を与えた試験と、ステージ回数を変化させた試験を行い、得られる動的変形定数に及ぼす載荷波形とステージ数の影響を調べた。

2. 試験方法

試料は豊浦標準砂で、供試体はバイブレータ法¹⁾で作製した。供試体寸法は $H=17\text{cm}$ 、 $D=7\text{cm}$ である。

試験の方法は、有効拘束圧 $p_c'=1.0\text{kgf/cm}^2$ の下で振幅一定、周波数 0.1Hz の正弦波または三角波を非排水状態で11サイクル与えた後、再び圧密して次の段階に荷重を増加させて変形定数を求めるいわゆる"stage loading"によって行った。波形の影響を調べる試験では間隙比 $e=0.791$ の緩詰め供試体に対して、ステージ数の影響を調べる試験では正弦波を用いて $e=0.690$ の密な供試体に対して試験を行った。なお、試験結果は各ステージの10サイクル目で求めた G および h で整理した。

3. 試験結果

3.1 載荷波形の影響

三軸試験から動的変形定数を求める場合、一般に正弦波が用いられている。しかし、実際の地震波形を考えると正弦波よりも三角波に近い波形ではないかと考えられる。そこで、載荷波形として正弦波と三角波を用いて試験を行い、得られる G および h を比較した。

図-1, 2は、せん断弾性係数 G および減衰定数 h と片振幅せん断ひずみ γ との関係を示している。図より、どのひずみレベルにおいても、波形による差は G および h に認められない。

また、図-3には各ステージの10サイクル終了時における過剰間隙水圧比 u/p_c' と γ との関係を示している。非排水状態で繰返し載荷を与えた場合、 $\gamma=5 \times 10^{-5}$ 程度から間隙水圧が発生している。しかし、載荷波形の影響は間隙水圧にも認められない。Silverら²⁾は、載荷波形として正弦波、矩形波および疑似矩形波を用いて液状化強度に及ぼす影響を調べ、矩形波を用いると他の波形を用いるよりも液状化強度が低下

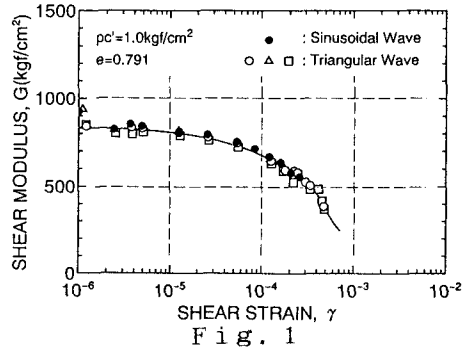


Fig. 1

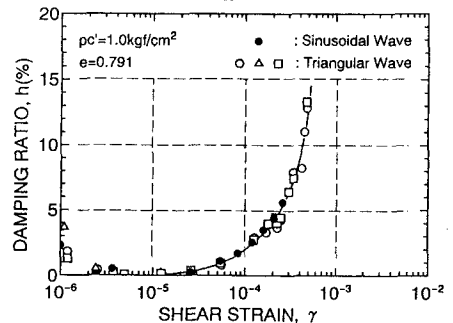


Fig. 2

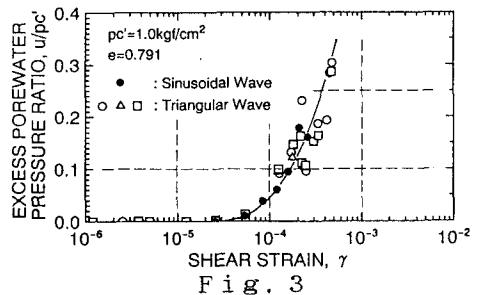


Fig. 3

することを示した。このことは、波形によって発生する間隙水圧が異なることを意味している。しかし、今回試験を行ったひずみの範囲においては、波形による差は認められなかった。

3.2 ステージ数の影響

次に、繰返し载荷のステージ数が変形定数に及ぼす影響を示す。図-4, 5は1つの供試体に対して、10回程度と40数回のステージ数で試験を行った結果を比較したものである。図より、 $\gamma = 10^{-4}$ 以下のひずみレベルではGおよびhに差は認められないが、 $\gamma = 10^{-4}$ 以上ではステージ数が多くなると、Gは高くhは低くなっている。図-6には各ステージにおける間隙比を示しているが、広い範囲のひずみでステージ数の大小による間隙比の変化に有為な差は認められない。したがって、ステージ数の相違による変形定数の差は、間隙比の変化に起因したものではないことが分かる。

図-7は、図-3と同様に繰返し载荷の10サイクル終了時における過剰間隙水圧比と γ との関係を示したものである。ステージ数が少ない試験における間隙水圧の発生量が高くなっている。すなわち、ステージ数が多くなると少ないステージ数で試験を行った場合よりも、以前のステージで受けた繰返し履歴によって生じる硬化の程度が高くなる。このため、間隙水圧の発生量が低く有効拘束圧が高いため、Gが高くhが低いと考えられる。

このように、三軸試験から動的変形定数を求める場合、非排水状態で試験を行うと、ひずみレベルが大きいく所ですてージ数の影響を受けることが分かった。

4. 結論

- (1) 正弦波と三角波の载荷波形を用いて試験を行った結果、Gおよびhに载荷波形の影響は認められなかった。
- (2) ステージ数を多くすると、ひずみレベルが大きいく所でGは高くhは低くなった。これは、以前のステージで受けた繰返し履歴による硬化の程度が、ステージ数の大小によって異なり、間隙水圧の発生量に相違が生じたためである。

5. 謝辞

本研究を実施するにあたり、北大工学部 三浦均也 助教授に種々の貴重な意見を伺った。ここに記して謝意を表します。
[参考文献]

1) 山下・土岐 (1991) : " 繰返し三軸試験と中空ねじり試験による液化強度の比較,"

第26回土質工学研究発表会, pp.725-728.

2) Silver et al. (1976) : " Cyclic Triaxial Strength of Standard Test Sand,"

Journal of the Geotechnical Engineering Division, Vol.102, No.GT5, pp.511-523.

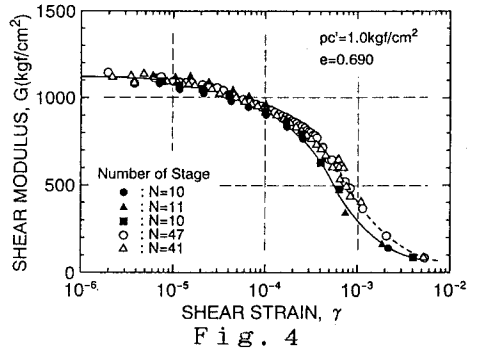


Fig. 4

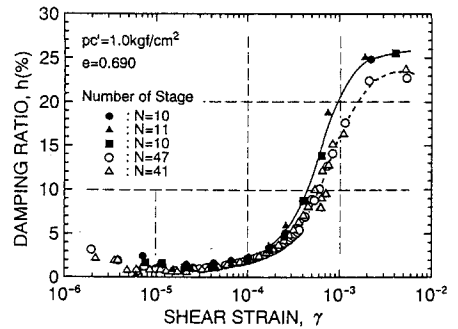


Fig. 5

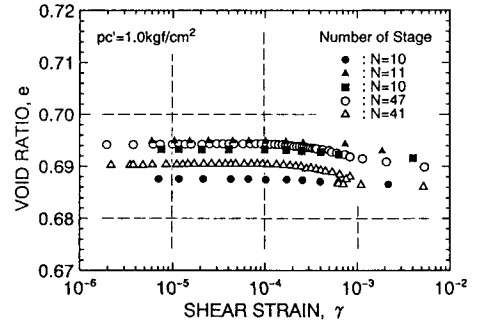


Fig. 6

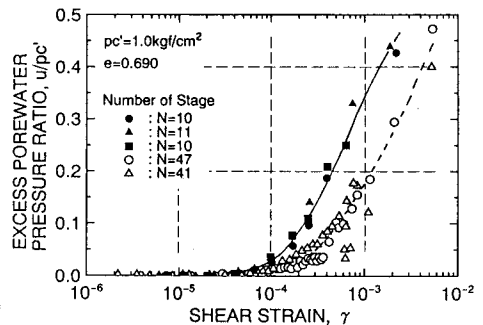


Fig. 7