

振動を受ける粒状体。一面セ断強さについて

東北大学工学部 (正) 河上 房義

柳沢 栄司

(学) 長井 正明

1. まえがき

砂のような粒状体が動的セ断変形を受けると、内部マサツ角、間テキ比、セ断弾性係数等の変化が生ずることが報告されているが、粒子形状、粒径、表面マサツ、初期間テキ比等がどのように影響しているが明らかでない。そこで本実験では粒状体としてガラスビーズ、開上砂を用い、鉛直圧、初期間テキ比、粒子形状等が動的セ断変形に与える影響を調べることを目的とした。

2. 実験装置及び試料

実験装置は振動台上に載せた直持セ断試験機を用い、振動台を振動させることにより水平振動を与えた。セ断箱の内径は60mm、試料の厚さは20mm、振動数は30/sと1振中を0~1.6mmに変化させて振る振動加速度を作り出した。また振動方向はセ断方向と直角方向であり、セ断速度は毎分10mmである。用いた試料は、0.420~0.690mmのふるい分けした平均粒径 $d_m=0.505$ mmのガラスビーズと開上砂である。ガラスビーズについては、初期間テキ比 $e_0=0.63$ 、鉛直圧 $\sigma=0.5, 1.0, 2.0$ kg/cm²、開上砂については $e_0=0.86$, $A_{PI} 0.96$ 、 $\sigma=1.0$ kg/cm²の条件下で実験を行った。

3. 結果及び考察

振動時におけるガラスビーズの応力-ヒズミ曲線と体積変化-ヒズミ曲線を示す図-1のようになる。ここで η は振動加速度と重力の加速度的比であり、鉛直圧は1 kg/cm²である。図に示れた応力比と水平変位の初期勾配は振動により減少している。つまり振動によりセ断弾性係数は減少する。またダイレイタンス-水平変位の初期勾配は振動を加えることにより減少し、ダイレイタンス-総量も減少している。

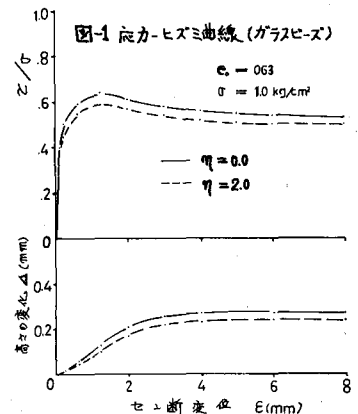
次は内部マサツ係数 $\tan \phi$ と η の関係を図-2, 3に示す。 ϕ が増大するにつれて $\tan \phi$ の値は減少している。これについてはBarkanの砂の内部マサツ係数と加速度比の間に式が成立すると考えた。

$$\tan \phi = \tan \phi_0 + (\tan \phi_{st} - \tan \phi_0) e^{-\beta \eta}$$

$\tan \phi_0$: 限界における内部マサツ係数

η : 砂の粒径による振動の効果と表わす係数

本実験においては η の範囲が0.0~2.1であるために $\tan \phi_0$ の正確な値が求められず β の求め方については、きりきりとした。さらに振動時における内部マサツ係数の各成分の変化についてみれば、振動により、ピーク強度時の内部マサツ係数 $\tan \phi_m$ 、マサツ成分 $\tan \phi_s$ 、体積変化成分 $\tan \phi_v$ のいずれも減少しているが、体積変化成分の減少は2~3割であり、マサツ成分の減少が大きい。この理由としては、加えられる振動エネルギーがある値以下であればピーク強度時における構造が静的な場合と動的な場合のちがいでいるためと考えられる。しかしながらガラスビーズの場合鉛直圧が小さいと体積変化成分の減少が明らかに見られることより、振



動エネルギーがさらに大きくなれば粒子間相互の摩擦力やせん断力によるみ体積変化成分も減少するものと思われる。
また鉛直圧が小さい程内部マサツ係数に与える振動の影響は大きい。したがって、 ρ は砂の種類だけでなく鉛直圧によっても変化するものと考えられる。

振動時の最終間ゲキ比の変化は図4.5に示されているが振動により最終間ゲキ比は必ずしも減少している。つまりダイレイタニエー総量は減少している。

閉上砂を用いて3種類の間ゲキ比について実験を行な、その結果に図4.5に示すが最終間ゲキ比に及ぼす振動の影響は初期間ゲキ比の差によらずほとんど同様の傾向を示しガラスビーズの場合と同様の傾向にある。強度に及ぼす振動の影響は初期間ゲキ比 $e_0 = 0.63, 0.91$ の場合、ガラスビーズとはほとんど同様の傾向を示すが $e_0 = 0.96$ の場合には強度変化はほとんど見られなかつた。

初期間ゲキ比 $e_0 = 0.63$ のガラスビーズと $e_0 = 0.96$ の閉上砂について $\eta = 1.0 \text{ kg/cm}^2$ とした振動の影響を調べてみると次のようになる。そこで内部マサツ係数とダイレイタニエー総量による振動の影響を表す量として次の2つの無次元量を考へる。

$$\delta = \frac{\tan \phi_{stf} - \tan \phi_{st}}{\tan \phi_{st}}$$

$\tan \phi_{stf}$: 静的試験における $\tan \phi$

$\tan \phi_{st}$: 動的試験における $\tan \phi$

$$\gamma = \frac{\Delta \sigma_m - \Delta \sigma_m}{\Delta \sigma_m}$$

$\Delta \sigma_m$: 静的試験における最終ダイレイタニエー量

$\Delta \sigma_f$: 動的試験における最終ダイレイタニエー量

δ, γ と η の関係を図-7に示すが粒の形状、すなわち表面形状の差による振動効果の差はほとんど見られなかつた。これは鉛直圧の大きさとも関係しているものと思われる。

3. まとめ

振動によりせん断弾性係数は減少し、内部マサツ係数のうちマサツ成分の減少が大きい。ガラスビーズに同じく、鉛直圧が小さい程振動の影響は大きい。閉上砂では間ゲキ比の差による振動の影響の差は明確ではないが振動加速度がさらに大きくなれば粒の構造がくずれ、間ゲキ比の違いによる振動効果の差が現われると思われる。粒の形状、表面形状の異なるガラスビーズと閉上砂の間に振動効果の差はほとんど見られなかつたがこれは鉛直圧の大きさとも関係していると思われる。

