

立命館大学理工学部 正員 島山直隆

三井共同建設コンサルタント 正員 大村光俊

乾燥砂の振動性状については多くの研究がなされているが、振動中の砂の中に測定器を挿入するとこの測定器の周辺の砂の動きが変化し正確な測定が行なわれないことに多大の困難を感じられる。筆者らは振動中の砂の中に細い電極を挿入し、電極に影響されない砂中の電気比抵抗と測定することによってある程度正確に砂の動きを把握したいと考え若干の実験を行なってきた。ここでは低圧三軸装置（負圧を砂にかける方法）を用いて銀メッキを施した電導性の砂と混合した試料を上下加振したときの電気比抵抗を測定して砂の動きを調べた結果について述べる。砂の粒度加積曲線、砂の詰め込み方法、三軸装置などについては昭和42年度関西支部講演会において発表したのを省略し、実験方法について簡単に述べるにとどめる。

(1) 実験方法概略：混合電導砂と直径7mmのゴムスリーブの中につめ込み、これに負圧を加えて側圧を加えたのと同じ効果を生ぜしめ、これを振動台よにのせて上下加振する。このゴムスリーブの中央の1部分にさらにゴム膜と接着させ、このゴム膜とスリーブを通して細い電極を4本差込む。このウェンナーの四極系によつて振動中の砂の電気比抵抗を測定する。一方向一定容積の容器の中に試料を入れ試料の単位重量と比抵抗の関係を測定しておき、さらに間隙比と比抵抗の関係に換算しておく。試料の有効径 $D_{10}=0.190\text{mm}$ 比重は2.84である。側圧 $\sigma_3=0.09, 0.15, 0.20, 0.30\text{ kg/cm}^2$ とし、加振加速度は200, 300, 400, 500 galとす。

(2) 実験結果について：(a) $\sigma_1 = \sigma_3$ の場合の加速度と間隙比(e)の時間的变化について；図-1に $\sigma_1 = \sigma_3 = 0.30\text{ kg/cm}^2$ のときの1例を示した。側圧をかけた直後のeはかなり注意してもバウソクので加振による砂の動きにかなりの影響があると考えられるが、加速度の小さいときは不規則に膨脹、収縮をくりかえしながら次第に試料のeは減少してゆく傾向を示し、加速度が大きくなるとeは増大、減少をくりかえしかなり不安定な状態を示して全体としてeは減少しないように思われる。この例では400 gal程度になると不安定の度合いが大きくなるが、側圧がさらに大きくなるとさらに大きな加速度を加えなければならない不安定にならないことが想像される。(b) $\sigma_1 \neq \sigma_3$ の場合の加速度とeの時間的变化について； $\sigma_1/\sigma_3 = 1/4$ のとき(σ_3 は静的

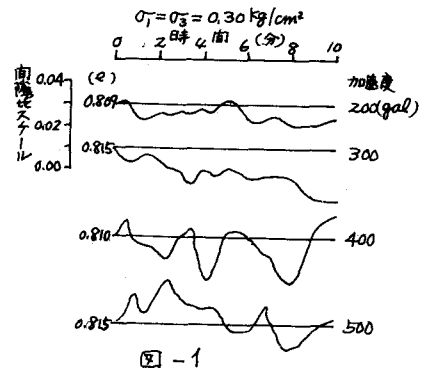


図-1

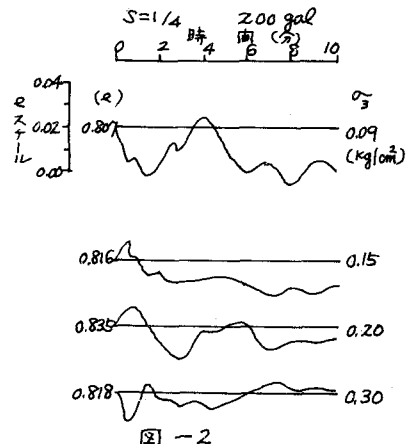


図-2

破壊強度)加振加速度が 200, 400 gal の場合 σ_3 の変化によって ϕ がどのように変化するかを図-2, 3 に示した。

図-2 の加振加速度 200gal のときは σ_3 が小さいと初期に間隙比が減少してその後はわづかづつ間隙比が減少する。しかし乍ら σ_3 が大きくなると不規則な間隙比の増大, 減少をくり返して全体としてあまり間隙比は変化しないようである。図-3 の 400 gal の場合は σ_3 が小さいと初期に著しく ϕ を減少するが, 再び ϕ の増大が行われる。 σ_3 が大きくなると初期の ϕ の減少は少しなるがやはり時間とともに ϕ の増大が行われることが知られる。このとき

の ϕ はピストン内の空気圧によって加えられたのびピストンと加圧板自体の影響が考えられるが, ϕ を加えることによって砂は加圧度が大きくなると却つて ϕ を増大し流動化する傾向を示すように思われる。(C) 破壊強度と間隙比について; 軸差応力と歪の関係を図-4 に示した。一定の軸差応力に対して加圧度

が大きくなるほど歪は大きいことが知られる。また破壊強度は加圧度が大きいほど小さくなることが知られる。図-5 は軸差応力と間隙比の関係を示した。軸圧の増大につれて間隙比は一旦減少してから増大を始め静的試験と動的試験の傾向はあまり変らないが, 動的試験では曲線の凹凸が著しい。このことは図-2, 3 に示された振動中の砂の不安定化を示すものと考えられる。図-6 はこれらの試験結果からモール図を画いて求めた $\tan \phi$ の値と加圧度との関係を示したものである。図中に Barkan が求めた線と併記したが, この傾向と実験の傾向はよく一致しており, 加圧度の増大とともに $\tan \phi$ が減少することを示している。

(3) 結言: グムスリーブ中につめ込んだ電導砂を用いて電気抵抗を測定することにより振動中の砂の状態を調べた結果, 振動中の砂はかなり不安定であることが知られたが, なお多くの問題点が残っておりさらに研究を進めたいと考えている。

