

■-25 動荷重も受ける砂粒子の接触圧変化について

東京大学生産技術研究所、正負、岡本舜三、○伯野元彦

砂の動的性質に関して次のようなミクロ的研究を行つた。

実験装置

この装置のポイントは図-1に示すように砂の表面に電導インクを焼き付け、電導性の砂を作り、これを適当量、普通砂の中に埋設し砂中の応力に変化を与えると電導砂粒間の圧力等もそれに伴って変化し、砂粒全体としての電気抵抗が変化するので、その値を検査することにより砂粒子の挙動を知ろうとしたことにある。

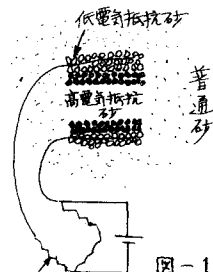


図-1

電気抵抗値と剪断強度の関係

一面剪断試験材により、砂の初期電気抵抗値と剪断強度の関係と求めた。(図-2) その結果、砂の電気抵抗値は剪断強度と比例関係にはなく、砂がゆるく強度が減少すると急激に抵抗値が増える性質を持っていることが知られた。また電導砂粒と原砂との物理的性質の相異としては、前者が剪断強度において約10%の上昇が認められたが、粘性その他には殆んど影響がないうのである。

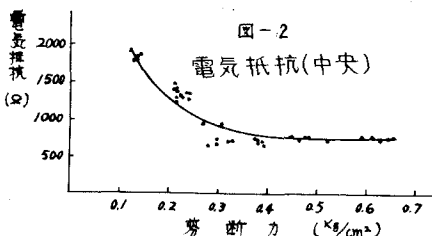


図-2

一面剪断時の砂の挙動

図-3は一面剪断時の(剪断力、電気抵抗、鉛直変位)～(剪断変形)関係の一例を示したものであるが、剪断の初期(剪断ひずみとして0.15%以内)には剪断力が急激に上昇し、その後勾配の急変するものがあることが認められる。

この現象は、剪断時の鉛直荷重、空隙率、砂の粒度に関係なく認められた。電気抵抗変化を見ると、この一種の降伏点までは直線的に急激に増えており、砂粒子間接触圧が減りまさに滑りを始めようとしている段階であることがわかる。その後の電気抵抗は殆んど変化せず、これは砂粒子が相互にすべりを続けようとしていることを示している。

この一次の降伏点において、剪断力を除荷するとその残留変形量は全変形量に対して約20%以内に収まり、これを超えた場合には、その比率が著しく大となる。これらのことから一次降伏点までは砂の骨組の弾性的変形ではないかと推定される。

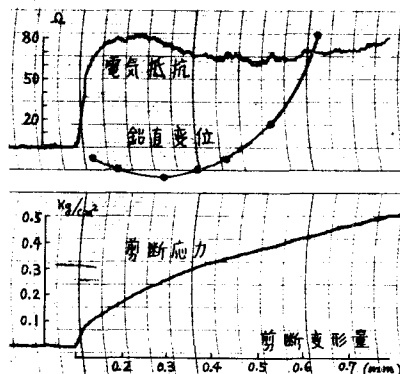


図-3 砂の一面剪断

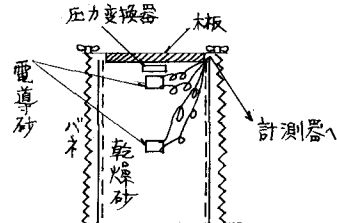


図-4

砂の水平または上下振動に対する性状

電導砂を用いて定常振動を受けた時の砂粒子の挙動を知ることができる。

図-4に示

すような円筒（鋼管、径23cm、高さ30.6cm）の中の上
部および中央部に電導砂を埋設し、他は普通乾燥砂
を充填した。又、この装置は円筒側壁のバネを締
めることにより円筒上部から静圧をかけうるよう
にしてある。これを振動台上にすえ、水平あるいは
上下方向に正弦定常振動を与えた結果の一例が
図-5（水平動）、図-6（上下動）である。

振動台の振動数を一定に保ち、振幅のみを変え
ることによって砂に与える加速度を変え、その際の
電導砂抵抗の変化を記録した。同様な実験が振
動数、円筒上部にかかる静圧を $0 \sim 29 \frac{g}{cm^2}$ に変えて
行われた。

砂の衝撃時の挙動

前述の円筒に衝撃的外力を加えると、外力の大きさは定常振動時に比し微小であっても、容易に砂は滑りを起こす。図-7はダイヤモンドに半導体ゲージを貼付した圧力変換器（固有振動数約1800 cps）を砂の上部に埋め込み、円筒上部から重錘を落下させた時の砂に加わる衝撃圧と円筒中心部の電導砂粒の抵抗変化を示したものである。衝撃が急峻になると砂は一時的に締めり、次いでゆるむ。これは反射波による影響かとも思われるが、このゆるんだ時、すなわち砂粒子同士の摩擦力が減少した時に滑りを起こすものと推定される。

実験結果から得られた事柄

以上の他にも電導砂による研究はフリーゾの材料その他に
他に応用の分野は開けると思われるが、一応まとめると、
(i) 砂の剪断初期に弾性限とも言うべき点を実測した。

この範囲内では、砂粒子相互の滑りは認められない。

(ii) 砂に定常正弦振動を与えると、その方向の如何を問わず、10gal
以下の微小振動に対しても砂は全体的なゆるみの状態を示し、こ
れは振動数が高い程（2~35 cpsの範囲で）激しく、上下動の場合には
これに加速度に比例した振動的接触圧変化が重なり、水平動にお
いては加速度に無関係。そしてある振動の大きさに急に滑り
を起こす。その振動の大きさは、加速度のみでなく振動数に関係有。

(iii) 円筒内に拘束された砂に衝撃を加えると、一瞬ユルミの現象を起
こすが、これは反射波の影響かもしれないので、砂の衝撃力に対す
る挙動としては、実際に地下に電導砂を埋設し実験しなければならぬ。

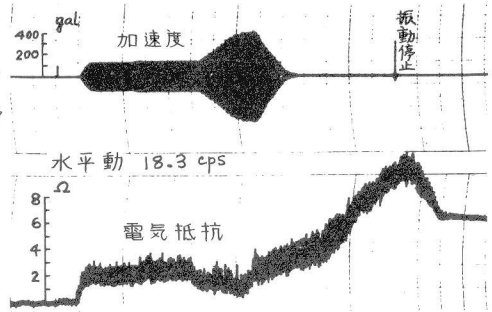


図-5 水平加速度と砂の性質

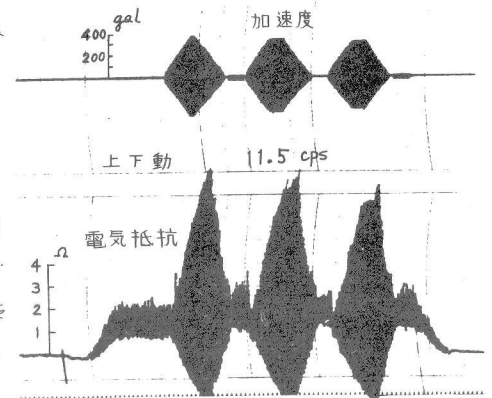


図-6 上下加速度と砂の性質

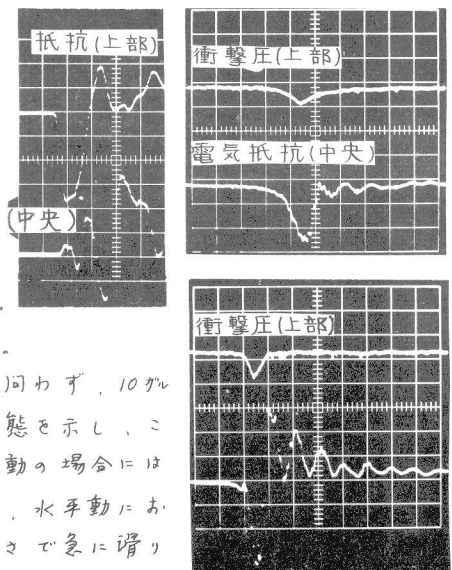


図-7 衝撃力と砂の挙動

横軸: 1目盛 10ms