

東京大学工学部 正員 最上 武雄

砂のような粒から出来ているもの。つまり粒状体の力学は弾性体の力学とか流体力学とか云うもののほどの体系を持つてはいない。今まで数年間に亘つて講演会で報告してきた鋼球を用いた粒状体に関する実験の上に立つて、一つの理論を作つて見た。その根本になる考え方を説明すると、粒状体の力学において基本的な考察要素は、その平均的間隙比とその間隙分布であると云うことである。粒状体に力を加えて変形していく場合に生ずるものは、作用点附近から締つていくような圧縮現象の伝播である。そして然るべき領域内の間隙比の分布が一様になるまでそれが続くのである。つまり粒状体が“落ち付く”と云う現象が起る。それを過ぎてからが粒状体の破壊または降伏と云う訳であるがそれは再び間隙比分布が一様でなくなることを意味する。四方八方からの圧力は平均間隙比を減少させることに役立つが、せん断は間隙比分布を一様でなくする作用をする。従つて粒状体が破壊するまでには、初めの状態から落ち付くまでの“過渡的変形”がある。過渡的変形に対しての理論はなかなか難かしくて未完成であるが、極く簡単な場合については考察ができ実験結果を良く説明することが出来た。破壊時の理論は比較的簡単で、理論を一般的に構成することが出来た。要領を示すとある容器にいくつかの粒を間隙比分布をいろいろにして詰めることが出来る。それぞれの詰め方が生じるのはある確率を以つて起る訳であるが、前述の詰め方の数はその確率に対する *weight* の役をする。この考え方は統計力学の考え方を借りて来ているのであるが、それによると、ある詰め方の可能な数の対数をとると熱力学に於ける *Entropy* に対応するものになる。従つてある詰め方の可能な数を求めることが出来れば、熱力学の第一法則に依つて、圧力と変形との関係が求められることになる。この時破壊時に於ては、せん断応力は間隙比分布を再び一様でなくする働きをするものだと云うことを利用するのである。

この様にして、いわゆる内部摩擦角 ϕ と平均間隙比 e との関係が、いろいろの場合に対して求められる。例えば (i) 三軸圧縮

対称軸の方向を軸 1 とし、その方向の主応力を σ_1 とする。平均間隙比を e 、 k_3 、 K をある係数とすると、

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= -K \{1 + e + 2k_3\} \log w \\ \sigma_3 &= -K \{1 + e - k_3\} \log w \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

但し $w = \log \frac{1+e}{e}$

が得られるから

$$\sin \phi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3} = \frac{3k_3}{2(1+e) + k_3} \quad (2)$$

となる。

(ii) 平面歪

$\epsilon_3 = 0$ とし、 K , k_3 を (i) の場合と必ずしも一致しない二つの係数として。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= -\frac{1}{2} \{ 2(1+e) + 3k_3 \} K \log w \\ \sigma_2 &= -\frac{1}{2} \{ 2(1+e) - 3k_3 \} K \log w \\ w &= \log \frac{1+e}{e} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

が得られる故

$$\sin \phi = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2} = \frac{3k_3}{2(1+e)} \quad (4)$$

となる。

この理論が正しいかどうかの一つの検証は実験的に求められた中と e とを(2)または(4)式に入れて逆に k_3 の値を求めたとき、 k_3 がほぼ一定となるかどうかを調べて見る事である。数多くある実験結果を用いてこのことを実行して見ると、 k_3 の一定性は可成り良い。

この理論は粒状体の理論を粒子性を根底として作ったもので未完成ではあるが一つの試みとして無意味ではないと思っている。

本文では紙面の関係でほんの梗概を示したに止まるが土木学会論文集の4月、5月両月号に出る原論文、去年の土質工学会の *Soil and Foundation* および近く発刊の東大工学部紀要の論文を参照されれば幸である。

なお以上の諸論文では粒子の大きさが一様な場合を論じたが、いろいろの大きさの粒子が混合している場合も同様に論じられることが分つて居り、近く論文の形にまとめるつもりである。