Ⅳ — 14　不飽和粒状体における間ゲキ圧算定について

九州大学工学部　正員　山内豊聡
同　上　学生員　○大村啓一

1. まえがき

土の応力状態を考えると、Bishopらがとなえた有効応力の概念は、一般的なものとなってきている。我々は、不飽和な状態における有効応力を求めるべく、実験及びモデル化して計算などを行なってきている。ここには、不飽和な砂をモデル化したものとして、粒状体と水との関係を述べるものである。

2. 界面現象について

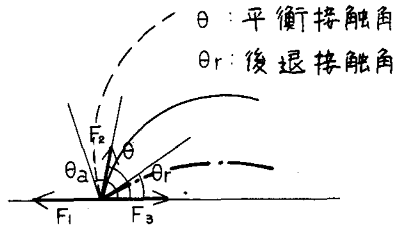
不飽和な粒状体では、気体・液体・固体の三相系よりなる。この三相系の関係を図－1に示す。

接触角には、接触角のヒステレシスがある。それぞれの物質に対する水の接触角を表－1に示す。

故に、液体の移動及び粒子の移動の際には、平衡接触角(θ)とは異なってくる。この事は、セン断変形を受ける粒状体では考慮しなければならない。この状態を図－2に示す。しかし、表－1からわかるように、水と砂の主成分であるSiO_2の場合には、$\theta \fallingdotseq \theta_a \fallingdotseq \theta_r$である。但し、この値は清浄な面においてである。

界面現象の応力関係については、次の式で表わされる。$F = F_{SL} + F_{GL}$　ここに、F_{SL}＝固液界面の力、F_{GL}＝気液界面の力である。

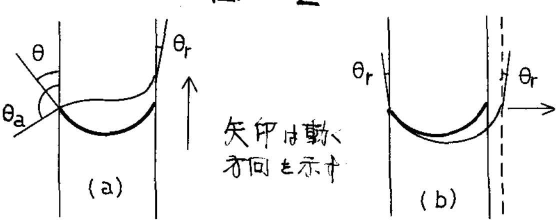
図－1



表－1

物質＼接触角	θa	θ	θr	備考
SiO_2	0~10		0	へき開面
$CaCO_3$	0~10		0	
ガラス	1~4		0	赤熱した面
Fe		0		

図－2



つまり、前者は固液界面現象に関係するぬれであり、後者は気液界面現象（表面張力）である。では、ぬれと表面張力は分離できるかというとそうでもない。ぬれには a)拡張ぬれ b)浸漬ぬれ c)付着ぬれ があり、液体の表面張力は a)の場合、小さいほど固体面をぬらしやすく、b) ではぬれに関係なく、c) では大きいほどぬれは大きい。ここで、毛管上昇は液体の表面張力で決定されるかのように思われているが、実際には図－1を参考にして、$F_1 - F_3 = F_2 \cos\theta$ で、$\theta = 0$ のとき $F_1 - F_3 = F_2$ となって、表面張力が測定できるのである。

まの大きさと形状

等粒径の粒状体

つり合い式を我々は，次のように表わすことにする。　$F = F_c + F_s$　ここに，F_cは毛管圧による力，F_sは表面張力による力である。

等粒径の粒状体では，図－3を参考にして

$$F_c = \pi R^2 \sin^2\alpha \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right) \times \gamma$$

$$F_s = 2\pi R \sin\alpha \sin(\alpha+\delta) \times \gamma$$

となる。　F_cは反発力として働くところがある。

粒径が0.02 cmのときの一例を図－4に示す。（$\delta = 0$としている）　セン断による変形では，図－2のことを考慮すると，F_c，F_sが変わる。粒状体の挙動が正確にはわからないが，体積変化からある程度の推測ができる。

3－2，非均一粒径の粒状体

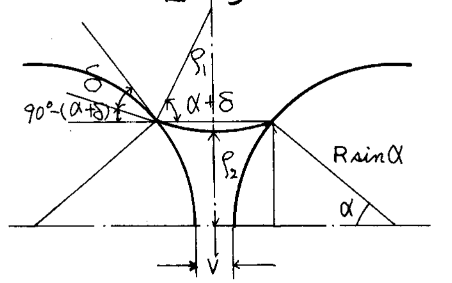
地盤の砂などは，ある粒度分布を持っているのでこれに適用する為に非均一粒径のものを考えた。

基本式は前と同様であるが，F_c，F_sを図－5を参考にして考えると，ρ_1，ρ_2などが決定しにくいので，円の中心を与えてやり，それぞれの数値を決定する方法をとっている。

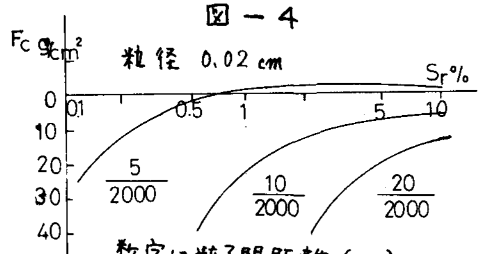
3－3，非球形の粒状体

Yu. V. Naidich は，粒子の接触点を円すい頂点と平面との接触と考え，図－6のような関係を，次の式に表わしている。

図－3

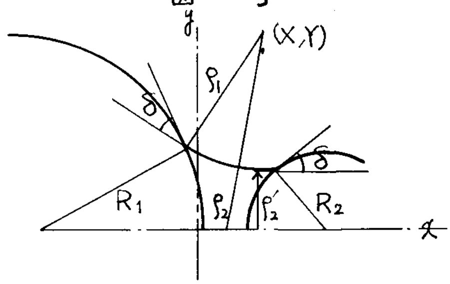


図－4

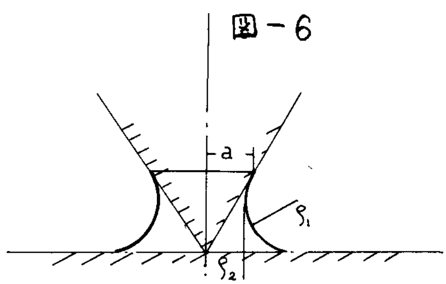


数字は粒子間距離（cm）

図－5



図－6



$$F = \pi a^2 \gamma \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right) + 2\pi a \gamma \cos\alpha$$

$$\rho_1 = \frac{a}{\tan\alpha \cdot (1+\sin\alpha)}$$

$$\rho_2 = a\left[1 - \frac{1-\cos\alpha}{\tan\alpha\,(1+\sin\alpha)}\right]$$

3－4，粒状体の形状

N. W. F. Kossen と P. M. Heertjes らは，粒子の非球性及び粒径が不均一であっても接触角に変化はみられないし，間ゲキ率にも影響されないと述べている。

4，あとがき

現在，確率論を用いて構造を決め，計算中である。その結果は，別の機会に報告する予定である。

参考文献

1) 佐々木恒孝　実験化学講座 7.
2) 日本化学会編　化学便覧
3). 山内，大村　第7回 土質工学会 発表概要集
4) 表面　Vol. 6 No. 1
Vol. 4 No. 12