

1. まえがき

粒状体は粒子の集合体であり、粒子を結合させるような力（ここでは結合力と呼ぶ）が必要であるが、この結合力には初期状態から働いているもの p_0 と、外的に加えられる平均応力 p_1 とがある。 p_0 と p_1 とは結合力としての作用には差別がないと考え

$$p = p_0 + p_1 \quad (1)$$

とおき、この（全）結合力 p の粒状体の性質に与える影響について考察する。

なお、 $p \rightarrow \infty$ の場合、間隙を無視できれば、金属のような材料からなる連続体の性質に近づくものと考えられる。

2. 結合力の影響に関する解析

3 主応力を、 $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$ 、L o d e のパラメーターを $\mu (= (2\sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3))$ とし、最大・最小の主応力差を固定して

$$\sigma_1 - \sigma_3 = 2 \quad (2)$$

とおく。応力の原点を結合力 0 の点にとれば、

$$\sigma_1 = p + 1 - \frac{\mu}{3}, \quad \sigma_2 = p + \frac{2}{3}\mu, \quad \sigma_3 = p - 1 - \frac{\mu}{3} \quad (3)$$

と記すことができ、従って 3 個の不変量は

$$\left. \begin{aligned} J_1 &= 3p, & J_2 &= 3p^2 - \left(1 + \frac{\mu^2}{3}\right) \\ J_3 &= p^3 - p\left(1 + \frac{\mu^2}{3}\right) - \frac{2}{3}\mu\left(1 - \frac{\mu^2}{9}\right) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

となり、松岡ら¹⁾によって与えられた降伏条件関数は

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \frac{9J_3}{J_1J_2}} = \sqrt{2 \cdot \frac{p\left(1 + \frac{\mu^2}{3}\right) + \mu\left(1 - \frac{\mu^2}{9}\right)}{p\left\{3p^2 - \left(1 + \frac{\mu^2}{3}\right)\right\}}} \quad (5)$$

と記すことができる。従って

(i) 軸対称圧縮の場合 ($\mu = -1$)

$$\sin \varphi = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3p(3p+2)}} \quad (6)$$

(ii) 軸対称引張の場合 ($\mu = 1$)

$$\sin \varphi = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3p(3p-2)}} \quad (7)$$

(iii) 平面ヒズミの場合

$\sigma_2 = \sqrt{\sigma_1 \sigma_3}$ の条件²⁾から、式(3)を用いて

$$\mu = \sqrt{3(3p^2 - 1)} - 3p \quad (8)$$

$$\sin \varphi = 2 \sqrt{\sqrt{1 - \frac{1}{3p^2}} - \left(1 - \frac{1}{3p^2}\right)} \quad (9)$$

などが得られる。図-1 に式(8)のグラフを示す。とくに、(iii)の場合について、

$$\left. \begin{aligned} \sqrt{1 - \frac{1}{3p^2}} &= d \text{ とおけば,} \\ \sin \varphi &= 2 \sqrt{d - d^2} \\ \cos \varphi &= 2d - 1 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

であるから、図-2 において、P を S M P を示す点とすれば、

$$\overline{O_2 Q} = \frac{1}{\sqrt{3}}(1 + 4d) \sqrt{\frac{1-d}{1+d}} \quad (11)$$

$$\overline{P Q} = \frac{2}{\sqrt{3}}(2d - 1) \sqrt{\frac{d}{1+d}} \quad (12)$$

などが得られる。明らかに

$$p \rightarrow \frac{2}{3} \text{ に対して} \quad \overline{O_2 Q} \rightarrow 1, \quad \overline{P Q} \rightarrow 0 \quad (13)$$

$$p \rightarrow \infty \text{ に対して} \quad \overline{O_2 Q} \rightarrow 0, \quad \overline{P Q} \rightarrow \sqrt{\frac{2}{3}} \quad (14)$$

図-1 には $\overline{O_2 Q}$ 、 $\overline{P Q}$ の変化も図示してある。

3. あとがき

本文では、松岡らによって与えられた降伏関数を中心に、結合力 p の粒状体に及ぼす影響を調べた。粒状体の性質には p のみでなく間隙の考慮も必要であると思われるが、上述のような考察にこれをどういう形で取り入れて行くかは今後の研究課題と思われる。

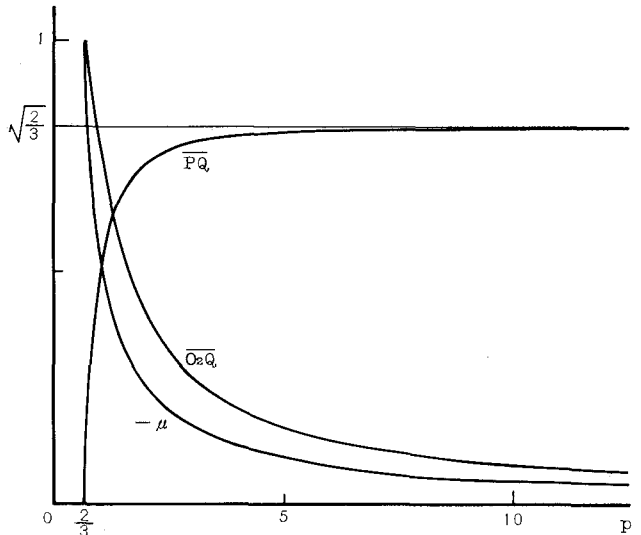


図 - 1

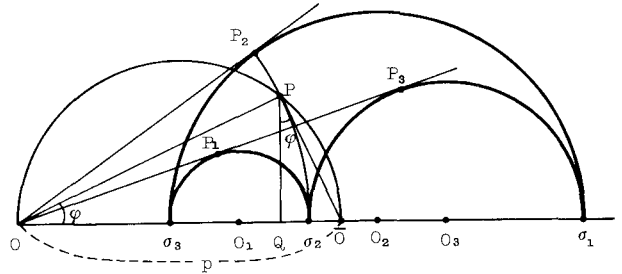


図 - 2

参 考 文 献

- 1). Matsuoka, H. and Nakai, T.: Stress Deformation and Strength Characteristics of Soil under Three Different Principal Stresses, Proc. JSCE No. 232 (1974), p. 59 - 70
- 2). 佐武 正雄: 粒状体の平面ヒズミ状態に関する考察, 第10回土質工学研究発表会昭和50年度発表講演集(1975), p. 137 - 140