

次にSMP上のひずみ増分成分 $d\epsilon_{SMP}^*$, $d\sigma_{SMP}^*$ は以下のようになる。²⁾

$$\left. \begin{aligned} d\epsilon_{SMP}^* &= \bar{\alpha}_x d\epsilon_x + \bar{\alpha}_y d\epsilon_y + \bar{\alpha}_z d\epsilon_z \\ d\sigma_{SMP}^* &= \sqrt{(\bar{\alpha}_x d\epsilon_x - \bar{\alpha}_y d\epsilon_y)^2 + (\bar{\alpha}_z d\epsilon_y - \bar{\alpha}_y d\epsilon_z)^2 + (\bar{\alpha}_x d\epsilon_z - \bar{\alpha}_z d\epsilon_x)^2} \end{aligned} \right\} (3)$$

SMP上の応力比とひずみ増分およびひずみの間に等方性土と同じ関係が成立し、主応力と主ひずみ増分の方向が一致すると仮定すると、応力比・主ひずみ増分関係式は次式となる。

$$d\epsilon_i = \frac{\bar{\gamma}_0^*}{\mu^* - \mu^{**}} \left(\frac{\mu^* - \bar{X}}{\lambda^*} \bar{\alpha}_i + \bar{\epsilon}_i \right) \exp\left(\frac{\bar{X} - \mu^*}{\mu^* - \mu^{**}}\right) d\bar{X} \quad (4)$$

$i = X, Y, Z$

ここで、 λ^* , μ^* , μ^{**} は土の種類が決まれば一定値をとるパラメータである。 $\bar{\gamma}_0^*$ は粒子構造や拘束応力の影響を表すパラメータであるが、応力径路に依存するようで、正八面体面(Oct面)上の放射応力径路 θ (θ は σ_2 軸となす角)では次式で表わされると仮定する。

$$\bar{\gamma}_0^* = \bar{\gamma}_0^* \theta=0^\circ + \frac{\theta}{180^\circ} (\bar{\gamma}_0^* \theta=180^\circ - \bar{\gamma}_0^* \theta=0^\circ) \quad (5)$$

2. 平面ひずみ下の応力径路

図-5 に示すような $\delta=0^\circ, 90^\circ, \delta'=90^\circ$ (δ は図-2 で Z 軸が $\sigma_2 \sim \sigma_x$ 面で回転した時の角度)の異方性土および等方性土の平面ひずみ ($\epsilon_x=0$) 下の応力径路を図-6 に示す。パラメータは $\lambda^*=0.9, \mu^*=0.27, \mu^{**}=0.41$ とした。図-6 において、 $\delta=0^\circ, 90^\circ, \delta'=90^\circ$ の順で応力径路の勾配が小さくなっているが、これは同じ σ_1/σ_3 下では $\delta=0^\circ, 90^\circ, \delta'=90^\circ$ の順で中間主応力 $\sigma_2 (= \sigma_x)$ が大きくなることを表わしている。このことは、最大主応力が σ_2 の場合 $\delta=0^\circ$ は X 方向に膨張しにくいため、X 方向の変位を 0 にするには小さな応力 $\sigma_2 (= \sigma_x)$ であるが、 $\delta'=90^\circ$ は X 方向に膨張しやすいため $\sigma_2 (= \sigma_x)$ は大きくなるかと考えられると理解できる。

3. 平面ひずみ下の応力・ひずみ関係

図-6 の $\delta=0^\circ, \delta'=90^\circ$ の応力径路を Oct 面上で表わすと、大体 $\theta=20^\circ, 140^\circ$ になる。 $\bar{\gamma}_0^* \theta=0^\circ = 0.06\%$, $\bar{\gamma}_0^* \theta=180^\circ = 0.10\%$ とし $\bar{\gamma}_0^* \theta=0$ を(5)式より求め、主応力比・主ひずみ関係を計算し図-7 に示す。また、 $\sigma_1/\sigma_3 \sim \epsilon_1, \sigma_2/\sigma_3 \sim \epsilon_1$ 関係を図-8 に示す。Green⁴⁾ は、 $\delta=0^\circ, \delta'=90^\circ$ の $\sigma_1/\sigma_3 \sim \epsilon_1$ と $\sigma_2/\sigma_3 \sim \epsilon_1$ 曲線の上下関係が逆転することを報告しているが、図-8 では $\sigma_2/\sigma_3 \sim \epsilon_1$ 曲線はほとんど同じとなっている。これは、 $\bar{\gamma}_0^*$ の値に影響されるためであるが、 $\bar{\gamma}_0^*$ は土の剛性に関係するものであるから、異方性土の応力・ひずみ関係ではパラメータ α_1, α_2 とともに異方性を表現するパラメータと思われる。

謝辞 公私ともにお世話になっている名古屋工業大学中井照夫助手に謝意を表します。

参考文献 1). Matsuoka & Nakai (1974) Proc. of JSCE, No. 232

2). 松岡中井, 石崎 (1979) 第14回土質工学研究発表概要集

3). 石崎, 松岡 (1980) 第15回土質工学研究発表概要集 4). Green et al (1975) Geotechnique Vol. 25, No. 2

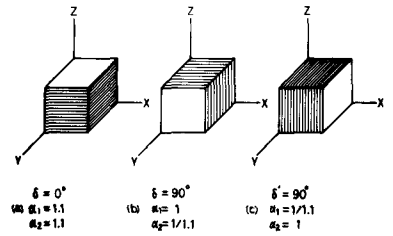


図-5 δ, δ' と α_1, α_2 の関係

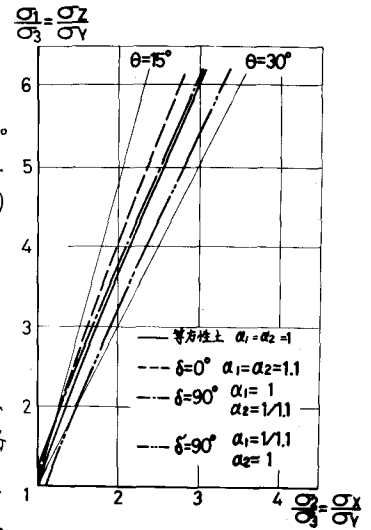


図-6 平面ひずみ下の応力径路

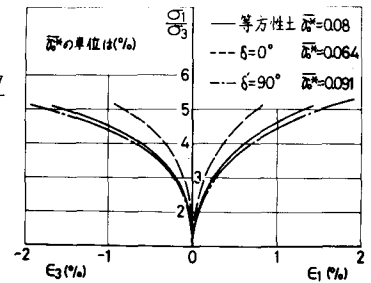


図-7 $\sigma_1/\sigma_3 \sim \epsilon_1 \sim \epsilon_3$ 関係

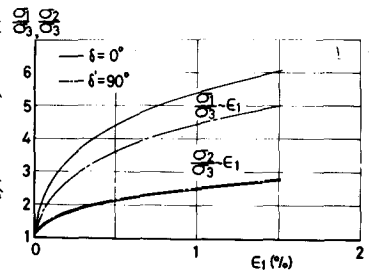


図-8 $\sigma_1/\sigma_3 \sim \epsilon_1, \sigma_2/\sigma_3 \sim \epsilon_1$ 関係