

破壊時の間げき水压係数 A_g に関する一考察

文部大学 工学部 正員 島 昭治郎

同 学生員 大田 秀樹

1. まえがき

前報では正規圧密粘土をせん断した場合、有効応力が、

$$(1 - C \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_m}) \Delta \sigma'_m + C \Delta (\sigma_1 - \sigma_3) = 0 \quad \dots \dots (1)$$

に従って変化し、間げき水压の変化量が、

$$\Delta u = B [\Delta \sigma_3 + A' (\Delta \sigma_1 - \Delta \sigma_3)] \quad (2)$$

によって与えられることを示した。ここで、 B は Skempton の間げき水压係数 B であり、 A' は、

$$A' = \frac{1}{\frac{1}{C} - \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_m}} + \frac{1}{3} \quad (3)$$

で与えられる。ただし、 C はある定数である。今回は(1)式からストレスパスを与える式を導き、 $(\sigma'_1 - \sigma'_3)_{\max}$ で破壊を規定したときの正規圧密粘土の φ' パラメータと破壊時の間げき水压係数 A_g を求めた。

2. 正規圧密粘土のせん断時のストレスパス

$\sigma'_1 / \sigma'_3 = r$ とおいて(1)式を整理すると、

$$\left(\frac{1}{3C} - \frac{r-1}{r+2} \right) \left(\frac{d\sigma'_1}{d\sigma'_3} + 2 \right) + \left(\frac{d\sigma'_1}{d\sigma'_3} - 1 \right) = 0 \quad (4)$$

なる微分方程式が得られる。(4)式を解き、初期条件として σ'_{3i} で等圧圧密されていることを入れると、ストレスパスを与える式として次式が求められる。

$$\frac{\sigma'_3}{\sigma'_{3i}} = \frac{3}{r+2} e^{-3 \frac{r-1}{r+2} C}, \quad \frac{\sigma'_1}{\sigma'_{3i}} = r \sigma'_3 / \sigma'_{3i} \quad (5)$$

extension Test に対しては C 値の符号を負にとることによって(5)式をそのまま用いることができる。(5)式で与えられるストレスパスは図-1 のようであり、同じ C 値に対して compression と extension で異なった形のカーブとなる。

3. $(\sigma'_1 - \sigma'_3)_{\max}$ で規定した場合の破壊点

土の破壊を $(\sigma'_1 - \sigma'_3)_{\max}$ と $(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{\max}$ のいずれで規定するかによって、強度パラメータが異なる下の、いずれを採用するかは重要な問題点であるといえる。ここでは $(\sigma'_1 - \sigma'_3)_{\max}$ による破壊強度と破壊時の主応力比 $(\sigma'_1 / \sigma'_3)_f$ を(5)式から計算した。(5)式から、 $(\sigma'_1 - \sigma'_3) / \sigma'_{3i}$ は

$$(\sigma'_1 - \sigma'_3) / \sigma'_{3i} = 3 \frac{r-1}{r+2} e^{-3 \frac{r-1}{r+2} C} \quad (6)$$

となり、(6)式を微分して0とおくことにより、破壊時の主応力比と破壊強度がそれぞれ、

$$r_f = \frac{3C+2}{3C-1} \tag{7}$$

$$(\sigma'_1 - \sigma'_3)_f / \sigma'_{3L} = 1/Ce \tag{8}$$

と与えられる。C'パラメータが0であるとは定すれば、

$$\varphi' = \sin^{-1} \left(\frac{r_f - 1}{r_f + 1} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{3}{6C+1} \right) \tag{9}$$

でφ'パラメータが求められる。

4 破壊時の間げき水圧係数A_f

側圧を変化させない場合、破壊時の間げき水圧係数A_fは次式で与えられる。

$$A_f = \frac{u_f}{\sigma'_{3f} - \sigma'_{3f}} = \frac{1}{r_f - 1} \left(\frac{r_f + 2}{3} e^{3 \frac{R-1}{R+2} C} - 1 \right) = C(e-1) + \frac{1}{3} \tag{10}$$

5 計算結果に対する考察

C値に対する(σ'₁-σ'₃)_{max}の大きさとそれに対応するφ'パラメータ、A_fは図-2のように計算される。このことは(σ'₁-σ'₃)_{max}で破壊を規定するならば、せん断中の有効応力の履歴と破壊とは一対一に対応していることを示している。このことに留意すれば実験で求められる強度パラメータの信頼度を高めることができるであろう。comp. とext.を比較すると同じC値に対して(σ'₁-σ'₃)_{max}は一致するが、ストレスパスやφ'パラメータ、A_fが異なる。すなわち全応力表示では両者の強度パラメータは同じになるが、有効応力表示では異なる値をとらねばならない。図式はcomp.の実験値とよく一致するが、ext.に対しては未確認である。しかし、これらの計算結果が土の強度パラメータのとり方や、安定解析法と新しい立場から検討する必要性を示唆しているといえる切れないと思われる。

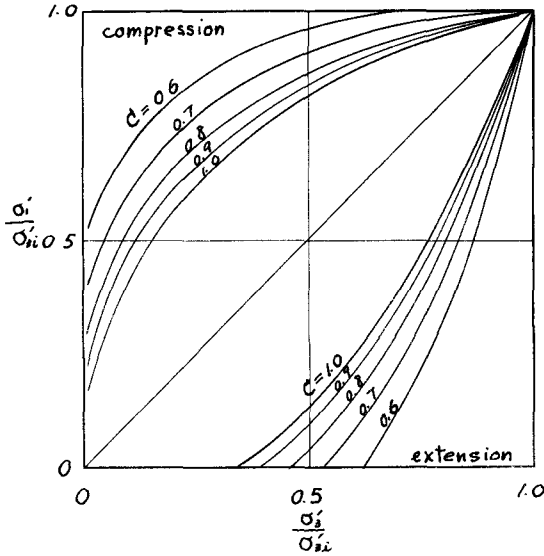


図-1 ストレスパス

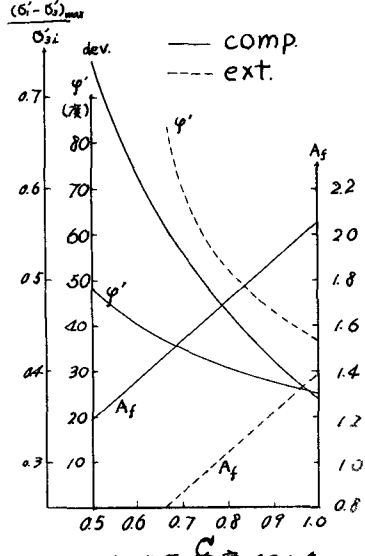


図-2 C-φ'-強度パラメータ