

III-A 70

粘性土の繰返し弾粘塑性構成式

岐阜大学
(株)三菱建設
(元岐阜大学大学院)

正会員 岡 二三生
正会員 安田 克博

岐阜大学
岐阜大学大学院
岐阜大学

正会員 八嶋 厚
学生会員 保泉 篤史
学生会員 片岡 基晃

1. はじめに 従来、粘性土の弾粘塑性構成式において降伏関数を正規圧密領域と過圧密領域で、相対応力比 (η_{ij}) と平均有効応力 (σ'_m) の変化に対応する式として別々に考えていた。しかし、正規圧密領域と過圧密領域の両方の領域で η_{ij} と σ'_m の変化に対して同じタイプの構成式を用いる方が、領域の遷移過程の連続性を保つことが可能となりシンプルな構成式となる。またパラメータは少ない方が解析とその応用が簡単となる。本報告では、これを両領域に対応できるように相対応力比と平均有効応力の両方の変化に対応できる式で与え、東大阪粘土を用いた繰返し載荷試験に適用しその有効性について検討した。

2. 非線形移動硬化則を導入した繰返し弾粘塑性構成式

静的降伏関数 f_y

従来の研究においては η_{ij} と σ'_m の変化に対して、別々の式を仮定していたが、これを本研究では (1) 式で定義する。

$$f_y = \{(\eta_{ij}^* - x_{ij}^*) \cdot (\eta_{ij}^* - x_{ij}^*)\}^{1/2} + \tilde{M}^* \left| \ln \left(\frac{\sigma'_m}{\sigma'_{m0}} \right) - y_m^* \right| - R_D = 0 \quad (1)$$

塑性ポテンシャル関数 f_p

$$f_p = \{(\eta_{ij}^* - x_{ij}^*) \cdot (\eta_{ij}^* - x_{ij}^*)\}^{1/2} + \tilde{M}^* |\ln(\sigma'_m/\sigma'_{ma}) - y_m^*| = 0 \quad (2)$$

一般化流れ則を用いると、繰返し非排水三軸応力状態の構成式は次式 (3)(4) のように示す事ができる。

$$\dot{\epsilon}_{11} = \frac{1}{3G} \dot{q} + \sqrt{\frac{2}{3}} C_{o1} \frac{\langle \Phi'_1(F) \rangle \Phi_2(\xi)}{\sigma'_m} \eta \frac{(\eta - x)}{|\eta - x|} \quad (3)$$

$$\dot{\sigma}'_m = -\sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \frac{1+e}{\kappa} \cdot \sigma'_m \cdot C_{o2} \frac{\langle \Phi'_1(F) \rangle \Phi_2(\xi)}{\sigma'_m} \left\{ \tilde{M}^* \frac{\ln(\sigma'_m/\sigma'_{m0}) - y_m^*}{|\ln(\sigma'_m/\sigma'_{m0}) - y_m^*|} - \eta \frac{(\eta - x)}{|\eta - x|} \right\} \quad (4)$$

3. 東大阪粘土への適用 前節で誘導した構成式を用いて東大阪粘土を用いた繰返し載荷試験の解析を行った。実験条件を表.2 に、実験結果を図.1~図.4 に、また解析に用いたパラメータを表.1 に、また解析結果を図.5~図.8 に示す。図.1-図.5 の応力-ひずみ関係より、応力増分方向の反転直後にお

表-1 パラメータ

試験名		TC5-2	TC5-4			TC5-2	TC5-4	
圧密圧力 (kgf/cm ²)	σ_m	0.8	0.5	間隙比	e	1.954	1.762	
応力変化速度 (kgf/cm ² /sec.)	\dot{q}	4.8×10^{-4}	4.8×10^{-4}	材料定数	B_o	50	50	
最大軸差応力 (kgf/cm ²)	q_{max}	0.60	0.23		B_*	20	20	
最小軸差応力 (kgf/cm ²)	q_{min}	-0.50	-0.19		B_i	3.0	3.0	
圧密指数	λ	0.355	0.355		A_2^*	8	8	
膨潤指数	κ	0.0477	0.0477		B_2^*	2	2	
ヤング係数 (kgf/cm ²)	E	240	240		A_3^*	30	30	
破壊時の応力比 (圧縮側) (伸張側)	M_{fc}	1.60	1.60		G_2^*	500	500	
	M_{fe}	1.35	1.55		m_0^7	15.0	15.0	
最大圧縮点の応力比 (圧縮側) (伸張側)	M_{mc}	1.324	1.324		パラメータ	C_{o1}	1.5×10^{-7}	1.5×10^{-7}
	M_{me}	1.200	1.283			C_{o2}	7.5×10^{-8}	7.5×10^{-8}

いて、ひずみ増分方向が一時的に反転前の応力増分方向に一致する現象や、繰返し回数が増すにつれてひずみの発生量が増加する現象が表現できている。また図.2 図.6 の有効応力径路より、繰返し回数が増すにつれて平均有効応力の減少の幅が小さくなっていくことが表現されている。参考文献 [1]Oka, F. (1990) 4th Int Symp. Num. Models in Geomech. Balkema, 105-114. [2] 岡二三生ら (1996) 粘性土の繰返し弾粘塑性構成式の定式化、第31回地盤工学研究発表会。

試験名	圧密応力 (kgf/cm ²)	軸差応力変化速度 (kgf/cm ² /min)	最大・最小軸差応力 (kgf/cm ²)	
TC5-2	0.8	4.80×10^{-4}	0.5	-0.5
TC5-4	0.5	4.80×10^{-4}	0.2	-0.2

表.2 実験条件

TC5-2 (実験結果)

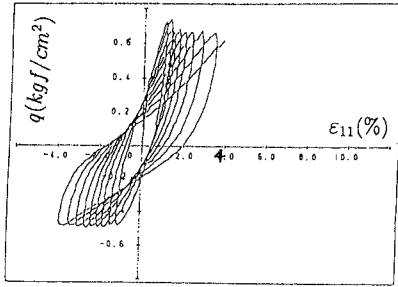


図.1 応力-ひずみ関係

TC5-2 (実験結果)

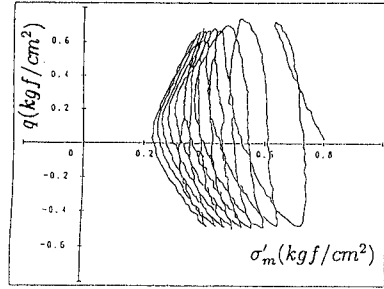


図.2 有効応力径路

TC5-4 (実験結果)

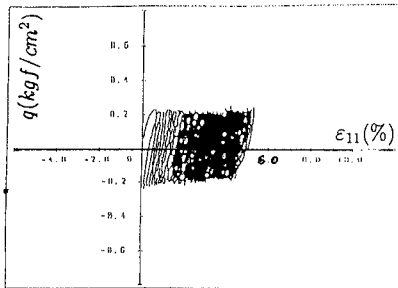


図.3 応力-ひずみ関係

TC5-4 (実験結果)

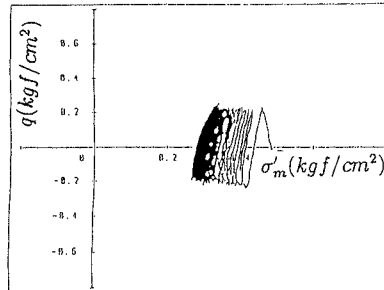


図.4 有効応力径路

TC5-2 (解析結果)

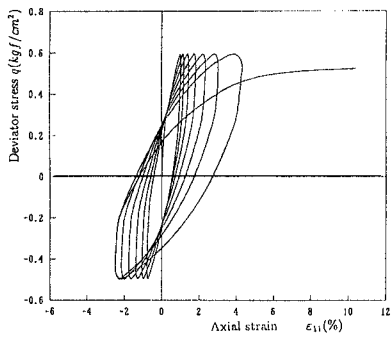


図.5 応力-ひずみ関係

TC5-2 (解析結果)

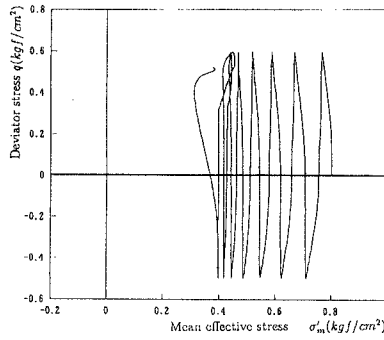


図.6 有効応力径路

TC5-4 (解析結果)

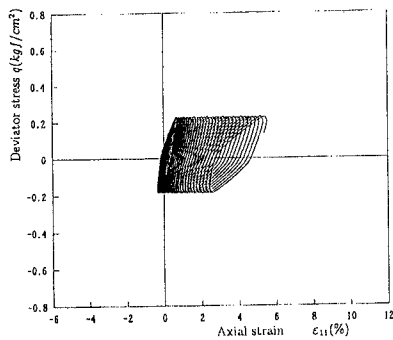


図.7 応力-ひずみ関係

TC5-4 (解析結果)

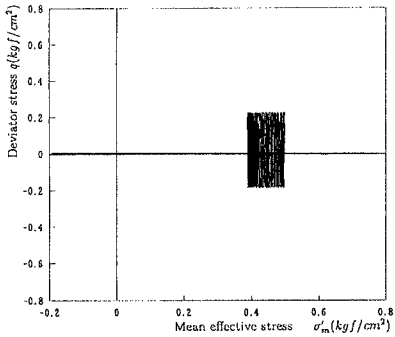


図.8 有効応力径路