

自然過圧密粘土の変形特性

○ 岐阜大学工学部 岡二三生

1. はじめに

一般に自然過圧密粘土や軟岩は変形過程においてひずみ硬化及びひずみ軟化を示すことが知られている。すでに、軟岩についてはひずみ軟化挙動を説明しうる構成式を提案しているが¹⁾、本報告では、軟岩と同様に過圧密粘土をひずみ履歴にたいして記憶を持つ弾塑性体とみなして構成式を求め、カナダケベック州のchamplain 粘土の排水三軸試験結果にたいして適用した。その結果、提案された構成式によって過圧密粘土の変形挙動を予測することが可能であることが確かめられた。

2. 構成式の誘導

既に提案されている過圧密粘土の構成式^{2,3)}を記憶を持つ弾塑性体として拡張し、軟岩の示すひずみ軟化現象を説明しているが、本研究においては、やや鋭敏な過圧密粘土にたいして提案式を適用した。

まず、次式で表される過圧密境界面の内部において材料は過圧密であると仮定する。

$$f_b = \eta^* + M_m^* \ln \{ (\sigma_m' + b) / (\sigma_{mb}' + b) \} = 0 \quad (1)$$

ただし、 η^* は 次のような応力比パラメータである。 $\eta^* = (\eta_{ij}^* \eta_{ij}^*)^{1/2}$ 、 $\eta_{ij}^* = s_{ij} / \sigma_m'$ 、 σ_m' ；平均有効応力、 s_{ij} ；偏差応力テンソル、 σ_{mb}' ；圧密降伏応力。

次に、応力履歴テンソル σ_{ij} を単一の核関数を用いて次のように仮定する。

$$\sigma_{ij} = \int_0^z \frac{1}{\tau} \exp \left(- (z - z') / \tau \right) \sigma_{ij}(z') dz' \quad (2)$$

ここで、 σ_{ij} は 応力テンソルである。また、(2) 式中の z は次式で与えられる、ひずみ測度である。

$$dz = (de_{ij} de_{ij})^{1/2} \quad (3)$$

ここで、 de_{ij} は偏差ひずみ増分テンソルである。

(2) 式中の τ はひずみ履歴に対する応力の遅れを示す材料パラメータである。

降伏関数は次式で与えられる。

$$f_v = \eta^* - x_v = 0 \quad (4), \quad \eta^* = (\eta_{ij}^* \eta_{ij}^*)^{1/2} \quad (5)$$

η_{ij}^* は応力比履歴テンソルで $\eta_{ij}^* = s_{ij} / \sigma_m^*$ である。

さらに、ひずみ硬化、軟化関数として、 x_v と 塑性偏差ひずみテンソルの第二不変量 γ^{ps} とのあいだに次の単純な双曲型の関係式を用いた。

$$x_v = \frac{M^* G' \gamma^{ps}}{M^* + G' \gamma^{ps}} \quad (6)$$

塑性ポテンシャル f_p としては、Oka & Washizu²⁾ 及び Adachi & Oka³⁾ に よって用いられたものと同様のものを用いた。

$$f_p = \eta^* + M^* \ln \{ (\sigma_m' + b) / (\sigma_{mb}' + b) \} = 0 \quad (7)$$

$$M^* = - \frac{\eta^*}{\ln \{ (\sigma_m' + b) / (\sigma_{mb}' + b) \}} \quad (8)$$

(1) 式 から (8) 式に弾性ひずみ増分を加えることにより、全ひずみ増分テンソルを得る。

3. 解析結果と実験結果の比較

三軸排水圧縮試験に用いた試料はカナダケベック州の *champlain* 粘土と呼ばれるやや鋭敏な過圧密粘土である。表-1に土質定数を示す。図-1は提案式による結果と実験結果を比較した応力-ひずみ曲線である。図より、提案式で軸ひずみ及び体積ひずみ特性を説明する事が可能であることが明らかになった。他の実験結果及び計算結果は当日発表する予定である。

参考文献 1)岡 二三生, 足立紀尚: 第40回土木学会年次学術講演会概要集 III-338, pp. 675-676., 1985. 2)Oka, F. & Washizu, H., Proc. Int. Conf. on Recent Advances in Geotechnical earthquake Engng. and Soil Dynamics, St. Louis, Vol.1, pp.71-74, 1981. 3) Adachi, T. & Oka, F., Results of the Int. workshop on Constitutive Relations for Soils, Grenoble, p 141-157., 1982.

表-1

E (kpa) Young 係数	G'	Swelling Index	M*	M _m *	τ	σ _{mo} (kpa)
10000	510	0.01	1.5	1.192	0.042	10
b (Kpa)	σ _{mb} (kpa)	e _o 初期間隙比	注) 図-1でqは軸差応力 σ ₁₁ -σ ₃₃ を表わす			
49.2	200	2.00				

