

山口大学工学部 正員 三浦哲彦

高圧下における砂の応力ひずみ関係を明らかにすることは、砂層中の杭の挙動を説明する上に重要である。このため著者は先に、高圧下の砂と低圧下の正規圧密粘土の挙動の類似性に着目し、後者に対して Roscoe らが導いた応力ひずみ式を前者に適用することを検討した。その結果、Cam-Clay 式またはその修正式¹⁾を用いれば、正規圧密粘土に対するのと同じ程度の精度で高圧≡軸圧縮応力下における密つめ豊浦砂(初期間げき比 $e_0=0.61$)の応力ひずみ関係を予測し得ることを示した。^{2,3)}本報ではゆるめ豊浦砂($e_0=0.83$)に対する検討結果について述べる。

高い等方圧力域におけるゆるめ試料の $e \sim \log_{10} p_i$ 曲線は、図1に見られるように、低圧域における粘土の $e \sim \log_{10} p_i$ 曲線³⁾と類似の特性を示す。すなわち、ある圧力値(本試料では $p_i \approx 100 \text{ kg/cm}^2$)を越えると砂は粒子破砕に起因して不可逆的間げき比変化を生じて硬化するが、これは粘土における正規圧密現象に相当しており、また除荷・再負荷過程(図1, $A \rightarrow B \rightarrow A$, $C \rightarrow D \rightarrow C$ など)は可逆的弾性的であってこれは粘土の膨張曲線に対応していると考えることが出来る。

上述のことから、Roscoe らの応力ひずみ式に用いられている三つの材料定数のうち λ については図1のACEを通る直線に基づいて $\lambda=0.203$ 、また κ については同図AB, CD, EF曲線の平均的勾配に基づいて $\kappa=0.014$ なる値を得る。また他の一つの摩擦特性を表わす材料定数 μ は、排水せん断試験の結果を軸差応力 q ($=\sigma_1 - \sigma_3$)と平均主応力 p ($=(\sigma_1 + 2\sigma_3)/3$)の図上にプロットして得られる限界状態線の勾配(q/p)_{cs}から $\mu=0.130$ の値を得た。これらの値は、本実験試料と比較検討のために用いた宇部力オリンの材料定数³⁾ $\lambda=0.135$, $\kappa=0.027$, $\mu=0.130$ に近い値であることが注目される。

さて等方硬化性の弾塑性モデルに対する応力比とひずみ増分の関係式はCam-Clay式またはその修正式という呼び名でRoscoeらによって与えられている¹⁾。排水せん断試験の場合は応力経路がきまっているのでこれらの式は積分できて応力比 η ($=q/p$)とひずみ(ϵ または ν)の関係を得る³⁾。これらの関係式に先に求めた三つの材料定数を代入し、軸差応力 $\sim$ 軸ひずみ $\epsilon_1 \sim$ 体積ひずみ ν の関係に表わしたものが図2の曲線である。同図の○印は拘束圧一定排水せん断試験で得た応力ひずみ関係を示す。また、 $p_i=200 \text{ kg/cm}^2$ で圧密したのち $p_i(\sigma_3)=100 \text{ kg/cm}^2$ まで圧力低下し(過圧密比OCR=2)、この供試体についてのせん断試験結果および予測値を比較したのが図3である。この図の予測曲線は供試体が降伏曲線に達するまでは等方的弾性的変形のみを生じるとして求めた。

以上の検討と前報で示した結果とから、砂は高い等方圧力の下で硬化する弾塑性材料であるとみなすことができ、その応力ひずみ関係はCam-Clay式または修正式¹⁾によって近似的に表わすことができるといえる。

1) Roscoe & Burland: Engineering Plasticity, 1968. 2) 三浦: オ20回土木工学シンポジウム, 1975. 3) 三浦ほか: 昭51年度土木学会中国四国支部研究発表会, 1976.

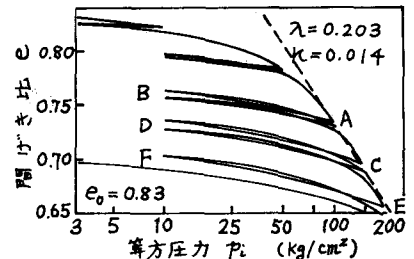
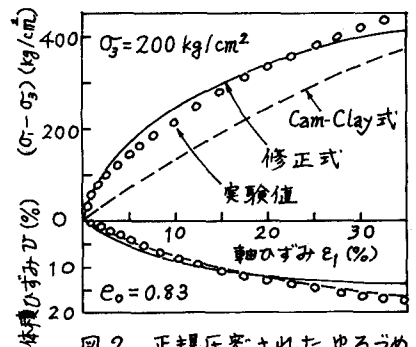
図1 ゆるめ豊浦砂の $e \sim \log_{10} p_i$ 曲線

図2 正規圧密されたゆるめ豊浦砂の応力ひずみ曲線

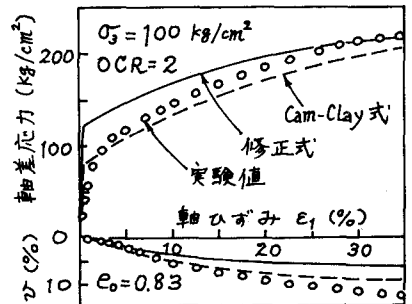


図3 過圧密されたゆるめ豊浦砂の応力ひずみ曲線