

名古屋大学工学部 正会員 杉村昌広
名古屋大学工学部 正会員 松澤 宏

1. まえがき

筆者らは、排水条件を考慮した砂の動的構成式の提案を目的とした研究を進めており、排水状態での繰返し三軸圧縮状態への適用についてはすでに報告済みである¹⁾。今回は、提案式を非排水状態についても適用可能なものに拡張するために、非排水時の間隙水圧変化が、排水時の応力変形特性、特にせん断による体積変化と如何なる関連を持つかについて、繰返し三軸圧縮試験により調べ、間隙水圧変化の評価方法について検討したので、ここに報告する。

2. 静的三軸圧縮状態の排水時体積変化と非排水時間隙水圧変化との関係

非排水状態でのせん断に伴う間隙水圧の変化は、排水時の体積変化を生じせしめないような有効応力の減少と解釈されることが多い。ここでは、静的三軸圧縮試験の結果より、非排水時間隙水圧変化と排水時体積変化の関係を調べ、非排水時の間隙水圧変化の評価について検討する。

諸戸²⁾は、粒状体のせん断変形に関するパラメータとして、次式のような、平均応力で正規化された塑性仕事 S_s を提案した。

$$dS_s = \frac{dW^p}{p} = d\varepsilon_v^p + \frac{2}{3} \cdot \frac{q}{p} d\gamma^p \quad (1)$$

dW^p : せん断による塑性仕事増分,

ε_v^p : ダイレイタンスによる塑性体積ひずみ,

p : 平均応力, $q = \sigma_1 - \sigma_3$, $\gamma^p = \varepsilon_1^p - \varepsilon_3^p$

この S_s は、 $dS_s = \lambda d\gamma^p$ なる線形関係で表すことができ、式(1) は次のように書き表される。

$$d\varepsilon_v^p = \left(\lambda - \frac{2}{3} \cdot \frac{q}{p} \right) d\gamma^p \quad (2)$$

λ : 材料パラメータ

図-1 に、排水三軸圧縮試験における $(q/p) \sim \varepsilon_v$ 関係および非排水三軸圧縮試験における $(q/p') \sim u$ 関係を示す。图中、 ε_v および u の極値、また両者がそれぞれ 0 となる応力比等に注目すると、同一応力比 (q/p') における ε_v および u の間に密接な関係があると考えられる。そこで、同じ試験条件における排水時の体積ひずみ ε_v と非排水時の

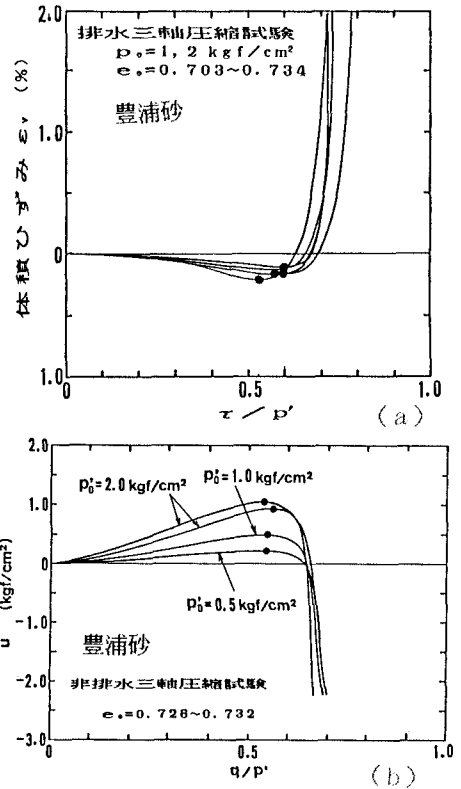


図-1

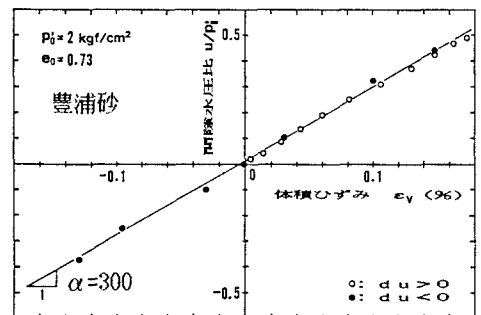


図-2

間隙水圧比 u/p'_0 （ここに、 p'_0 は初期有効拘束圧）の関係の一例を示したのが、図-2である。各データ点はそれぞれ、同一応力比 q/p' での ε_v および u/p'_0 の値を表しているが、 ε_v と u/p'_0 の間には良好な線形関係があると考えられる。いま両者の関係を単純に、

$$d(u/p'_0) = \alpha \cdot d\varepsilon_v \quad (3)$$

とおくと、式(2)より、間隙水圧変化を表す式として次式が得られる。

$$d(u/p'_0) = \alpha \left(\lambda - \frac{2}{3} \cdot \frac{q}{p} \right) d\gamma^p \quad (4)$$

式(2)、(4)において、 $d\varepsilon_v/d\gamma^p = 0$ 、 $d(u/p'_0)/d\gamma^p = 0$ の場合を考えると、ともに $q/p' = (3/2) \cdot \lambda$ なる関係式が得られるが、これは、 $p'-q$ 面において、排水時には zero dilatancy line、非排水時には変相線を表す。今回は、式(4)を用いて、非排水状態での静的三軸圧縮状態および繰返し三軸圧縮状態の間隙水圧変化の予測を試みた。

3. 非排水時の静的三軸圧縮状態および繰返し三軸圧縮状態への式(4)の適用例

図-3は、式(4)を用いた静的三軸圧縮状態での間隙水圧変化の計算例である。計算は、式(4)を差分形に直し、(a)図の $(\sigma_1 - \sigma_3) \sim \varepsilon_1$ 関係の実測値を式に代入して行った。図-4は、動的軸方向応力を作用させつつ、静的軸ひずみを加えた場合への適用例であり、動的成分が0となったときの値についてプロットしてある。計算方法は、図-3の場合と同様である。図-3および4より、式(4)は、初期拘束圧による間隙水圧変化の差異あるいは動的载荷を伴う場合の間隙水圧をかなり良く表現できることがわかる。

4. あとがき

式(4)による非排水時の間隙水圧変化の計算値は、実験値の傾向をかなり満足することがわかった。式(4)における λ の値は、排水状態の静的三軸圧縮試験により、簡単に求めることができるが、このパラメータは、非排水時の間隙水圧変化の予測に対しても有用であると考えられる。

<参考文献>

- 1) 杉村, 松澤: ひずみ履歴を考慮した砂の繰返し応力～ひずみ関係、土木学会第42回年次学術講演会、pp.242-243.
- 2) Moroto: A NEW PARAMETER TO MEASURE DEGREE OF SHEAR DEFORMATION OF GRANULAR MATERIAL IN TRIAXIAL COMPRESSION TESTS, S & F, Vol.16, No.4, pp.1-9.

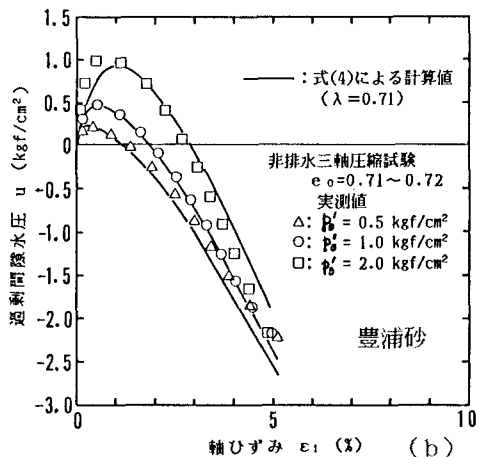
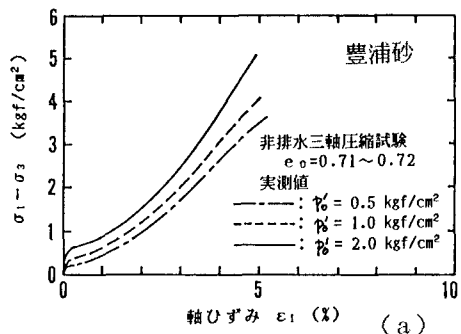


図-3

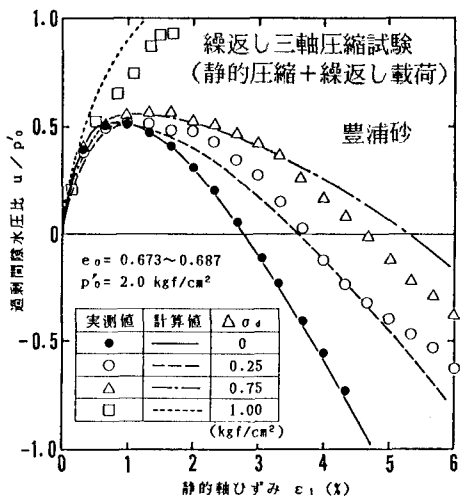


図-4