

ストレス・ダイレイタンスー関係の逆算方法に関する一考察

鹿児島大学 工学部 正 三隅 浩二

正 北村 良介

池田 雄一

石田 元一

1. はじめに 正規圧密粘土の平均有効主応力一定条件における排水試験結果から得られる応力・ヒズミ曲線より、ストレス・ダイレイタンスー関係を逆算するために、簡便法として増分 Δ を利用する方法を採用し、その解析結果のバラツキについて考察した。ここでは、特に、測定データの有効数字と増分 Δ のとりかた($\Delta\eta'$ の大きさ)に着目して、その実用性(逆算精度)を吟味した。

2. 増分 $\Delta = (\quad)_{i+1} - (\quad)_i$ による整理方法 ここでは、 $p' = p_0' = \text{const.}$ のもとに q' を単調に載荷して $\varepsilon_v, \varepsilon_s$ を測定する応力制御型の排水セン断試験を考えている(ここに、 $p' = p_0'$: 平均有効主応力, q' : 軸差応力, ε_v : 体積ヒズミ, ε_s : セン断ヒズミ)。図1に示すように、ある応力比 $\eta' = q/p_0' = (\eta'_{i+1} + \eta'_i)/2$ での接線勾配 $d\varepsilon_v/d\varepsilon_s$ を、 η'_{i+1} と η'_i におけるヒズミの測定値の増分を用いて計算した割線係数 $\Delta\varepsilon_v/\Delta\varepsilon_s$ で代用する方法を、ここでは単に、増分 Δ 法と呼ぶことにする。なお、それぞれの解析において $\Delta\eta' = \eta'_{i+1} - \eta'_i$ は一定にとっている。

3. 理論(カムクレイモデル)の $p' = \text{const.}$ 排水セン断試験 整理方法が妥当的であるかどうかは、予め答えがわかっている粘土に対して適用すればはっきりする。今回は、カムクレイモデルの $p' = \text{const.}$ 排水セン断試験の応力・ヒズミ曲線(図2)を解析の対象とした。逆算すべきカムクレイモデルのストレス・ダイレイタンスー関係(答え)は図3～図6に太いラインで示した。用いた弾塑性パラメータの値は、 $M = 1.2$, $D = 0.0326$, $\Lambda = 0.478$, $\nu' = 0.2$ である¹⁾。図2の応力・ヒズミ曲線のデータの有効数字と $\Delta\eta'$ の大きさを種々に変えて増分 Δ 法を試み、逆算したストレス・ダイレイタンスー関係を答えと比較して、その逆算精度について吟味したので以下で報告する。なお、比較図、図3～図6にはセン断ヒズミに弾性成分がないと仮定($\varepsilon_s^e = 0$, $\nu' = -1$)したライン²⁾も描いてある。

4. 解析結果の考察 1) 有効数字が十分にある場合には、 $\Delta\eta'$ の大きさにかかわらず精度よく答えが逆算できた。しかし、たとえば有効数字が2つしかない場合は $\Delta\eta'$ が大きくても図3のようにバラツキが生じた。2) セン断応力レベルによって有効数字が次第に増えて行く場合(Fortran F12.4 表示)では、低応力レベルでのバラツキが大きく、 η' が大きくなるにしたがって次第により逆算結果が得られた。3) 解析結果のプロットは $\Delta\eta'$ を比較的大きくとした方が答えによくフィットした。4) セン断中に $\varepsilon_s^e = 0$ と仮定したラインはカムクレイモデルの塑性ヒズミ増分比 $d\varepsilon_v^p/d\varepsilon_s^p \sim \eta'$ 関係であるが、 $d\varepsilon_v/d\varepsilon_s \sim \eta'$ 関係と比べると低応力レベルでかなりのズレを生じていることがわかる。

5. おわりに 解析結果より、ストレス・ダイレイタンスー関係の整理に際し、増分 Δ 法は有効数字のたくさんある場合には有効だが、実際の三軸試験の事情を考えると、低応力レベルにおいてバラツキを生じさせないためには、よほど慎重に精度よくヒズミを測定しなければならないことがわかる³⁾。また、塑性ヒズミ成分に対して線形なストレス・ダイレイタンスー関係が成立するとすれば、三軸試験の整理にあたっては弾性ヒズミ成分を考慮する必要があることがわかる。最後に、日頃からお世話になっている名古屋大学、浅岡顕助教授、図面の作製に協力していただいた鹿児島大学、山城徹助手に感謝致します。

参考文献 1) J.H. Atkinson, P.L. Bransby : The Mechanics of Soils, McGRAW-Hill, 1978

2) A. Schofield, P. Wroth : Critical State Soil Mechanics, McGRAW-Hill, 1968

3) 北村, 春山, 三隅 : 中低圧下におけるしらすの力学特性, 土質工学会誌, 土と基礎, Ser. No. 313, Vol. 32, No. 2, pp. 17-21, 1984

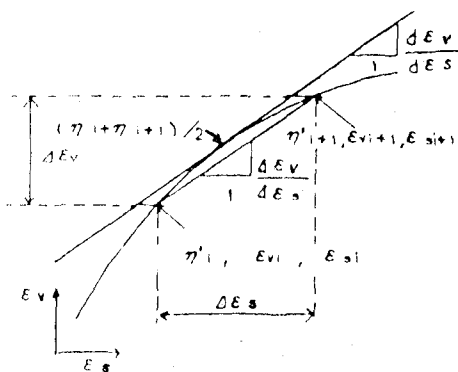


図1 増分△法の概要

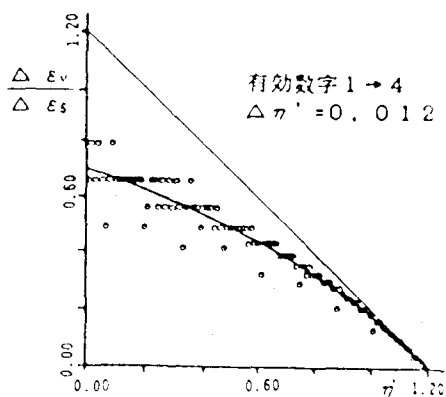


図4 低レベルでの
バラツキ顯著

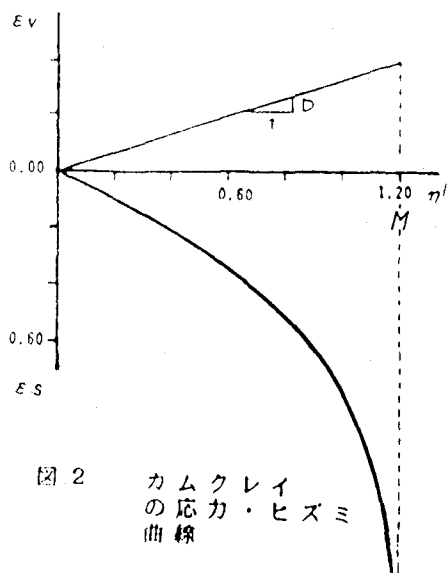


図2 カムクレイ
の応力・ヒズミ
曲線

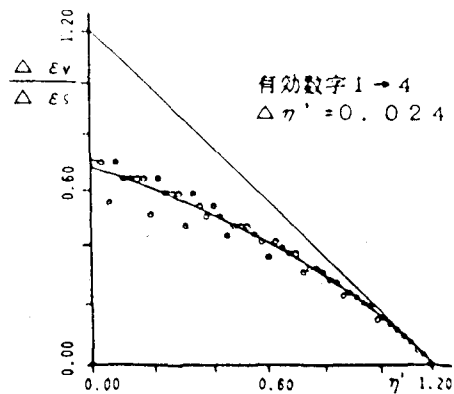


図5 低レベルでの
バラツキ中くらい

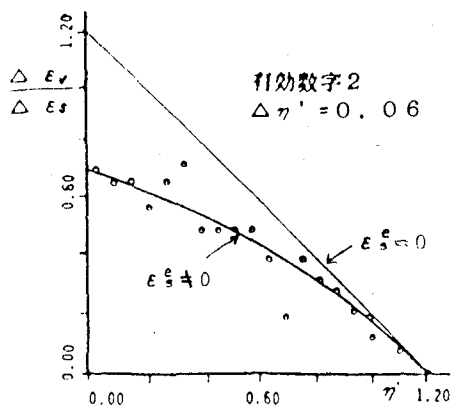


図3 逆算精度悪い例

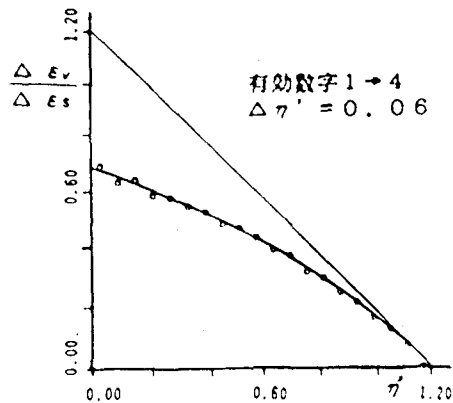


図6 逆算成功例