

逆解析により三軸供試体の端面摩擦の影響を除去する方法

鹿児島大学工学部 学○原 康介 正 三隅浩二
同 上 学 佐藤 清 学 後藤国彦

1. はじめに 三軸供試体とキャップとの間に生じる端面摩擦の影響を軽減するために、接触部にグリースを塗る方法が一般に普及しているが、この方法では、破壊時の三軸供試体の形状を見てもわかるように、完全にその影響を除去することはできない。そこで今回、三軸供試体の端面摩擦の影響を除去する全く新しい方法を開発したので報告する。ただし実験は端面を完全に拘束した状態で行う。

2. 三軸試験データより端面拘束の影響を除去するテクニック 図1は、三軸供試体の縦断面の4分の1を表している。左側半分は供試体成形時のもので上端部に剛なキャップが取り付けられている。供試体の寸法は直径5cm、高さ8cmである。この場合、通常の寸法比(高さ/直径=2倍強)と異なりわざと端面拘束の影響を生じやすくさせるために高さを幾分低くしている。以下、フローチャートの順番にしたがって提案手法を説明していく。

(イ) 図1(左)の要領で、供試体の両端面を完全に拘束した三軸試験を実施する。すなわち、等方圧密($p' = 2.0 \text{ kgf/cm}^2$) 修了後に平均主応力一定排水条件でせん断する。今回は、手法の有効性を調べるために、カムクレイモデルを組み込んだ有限要素法²⁾による数値シミュレーション実験を行っている。

(ロ) 端面拘束の影響を受けた三軸試験結果、すなわち、破壊に至るまでの体積ひずみとせん断ひずみが図2、図3の白丸のプロットのように得られる。また、図1(右)に破壊時の供試体形状を示すが、典型的なたる形変形を呈していることがわかる。なお、同図中の M^* は破壊時の応力比を表すが、*は端面拘束の影響を受けているパラメータであることを意味する。

(ハ) 図2の体積ひずみの変化は体積ひずみが状態量であるために比較的端面拘束の影響を受けにくい(文献1参照)ので、接線勾配 $d\varepsilon_v/d\eta'$ を求めるために、実験公式を図2の白丸データにあてはめて、パラメータ a , b , c を決定する。これより、限界状態 $\eta' = M^*$ における接線勾配 D^* が決まる。

(ニ) さて、ここで確からしい M の値 ($M < M^*$) を適当に仮定すると、 $\eta' = M$ における ε_v ラインの接線勾配 $d\varepsilon_v/d\eta'$ をはかって D が求められる。さらに、せん断中線形的に端面拘束の影響が増加すると考えて、図3の白丸のせん断ひずみのデータを修正する。修正されたせん断ひずみデータより Λ と N' からなるパラメータの値 $f(\Lambda, N')$ が得られるが、確からしい Λ の値を適当に仮定して N' を求めておく。

(ホ) (ハ) 結局、(ハ) と (ニ) より、順解析に必要なすべての弾塑性パラメータが揃うので、これらを入力値として、(イ) と全く同じ試験条件で三軸試験の数値シミュレーションを実施して、端面拘束の影響を受けた解析結果を求める。

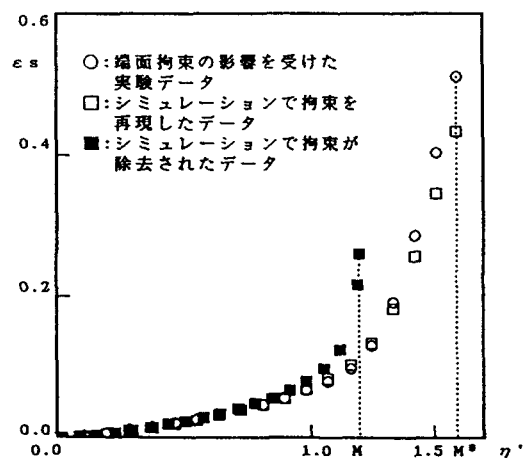
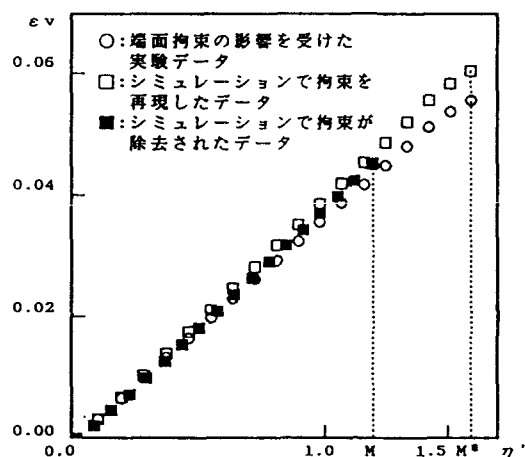
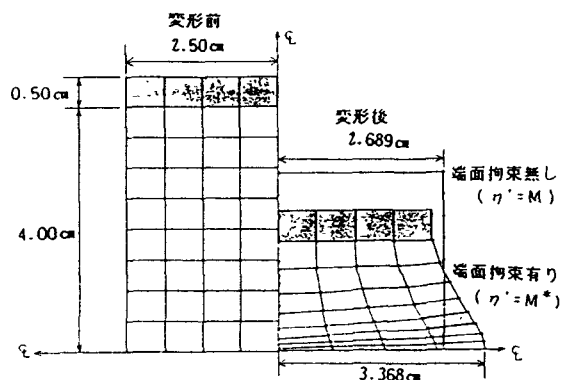
(ト) 端面拘束の影響を入れた三軸試験の数値シミュレーション結果(ハ) と、端面拘束の影響を受けた本当の三軸試験結果(ロ) を比較して、うまくフィットしてない場合には(ニ)に戻り、 M もしくは Λ の値を決め直す。図2、図3の白四角のプロットのように白丸のプロットにフィットしている場合には、(ホ) で得られた M , D , Λ , N' を端面拘束の影響が除去されたパラメータであるとする。

(フ) 結局、これらより図2、図3の黒四角のプロットで示す端面拘束の影響を除去した応力ひずみ曲線を得ることができる。図1(右)に参考のため、端面拘束の影響を受けないときの供試体の破壊時の形状を示している。

3. おわりに 標準圧密試験が、側方変位が拘束された条件で圧密係数etc.を決定する逆解析の問題であると同様に、本アプローチも三軸試験において両端面拘束という境界条件がシビアに決められているときの降伏曲線と土質パラメータの逆解析の問題となっている。しかしながら、提案手法は逆解析手法だけでなく、順解析手法(有限要素解析)との相互補完によって完成されたものであることを最後に付け加えておく。

参考文献 1) 佐藤, 三隅, 原, 後藤: 限界状態より wet な粘土のせん断挙動の解明, 平成3年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 1992

2) H.Ohta, A.Iizuka: MANUAL OF DACSAR F.E.M. PROGRAM, Kanazawa University, 1986



解析手順のフローチャート

