

CS1-11〔Ⅲ〕 ひずみ軟化型構成式を用いたひずみの局所化解析

岐阜大学工学部 岡 二三生 岐阜大学工学部 ○八嶋 厚
京都大学工学部 足立紀尚 元岐阜大学学生 久野和範

1. はじめに

過圧密粘土や軟岩を用いて三軸圧縮試験などを実施すると、しばしばひずみ軟化現象が観察される。この現象の解釈には、材料固有の力学的性質であるという考え方と、せん断帯の生成をとまなう構造的（境界値問題の解として求まる）性質であるとする考え方がある。実際の現象は、両者の相互作用によるものと考えられる。本研究では、ひずみ軟化現象を材料力学的性質として捉え、足立・岡¹⁾によって提案されたひずみ軟化型構成式を用いて、三軸排水試験をFEMにより数値解析する。そして、変形過程における塑性ひずみ増分、せん断応力成分の供試体内での分布を示すことにより、変形の局所化現象を説明する。

2. 数値解析手法と結果

解析に用いた構成式については文献1)に詳しいのでここでは省略する。このモデルの特徴は、降伏関数が現在の応力ではなく、現在までの変形履歴に基づいた（記憶効果をもつ）履歴応力によって記述されていることである。1 kgf/cm² で圧密された軟岩供試体の材料定数を表-1に示す。三軸圧縮試験をシミュレートするため、供試体の対称条件から、供試体の1/4の部分を200要素に分割して、軸対称解析した。実験時における供試体とキャップとの間の摩擦を考慮するために、キャップとの接触部に位置する各節点には、水平方向の変形を抑制するためにバネを接続した。バネ定数として、本解析では 1,000kgf/cm を用いた。せん断は、ひずみ制御条件とし、供試体端部の節点に強制変位量を与えた。

得られた軸差応力～偏差ひずみ関係を図-1に示す。軸差応力は、強制変位量を与えた節点の反力を求め、その総和を初期断面積で除した見かけの応力から計算した。ひずみについても同様に、供試体端部の変位量を初期高さで除した見かけの値としてプロットした。図から明らかなように、応力～ひずみ関係は典型的なひずみ硬化～軟化過程を示している。

図-1に示した応力～ひずみ関係図の点A～Eにおける塑性せん断ひずみ増分 $\Delta \gamma^p$ と $(2J_2)^{1/2}$ を図-2、3に示す。図-2においては、増分を各ステップのみかけの軸ひずみ増分で除している。解析は供試体の1/4について行われたが、図-2、3のプロットにおいては、得られた結果の対称性を利用して、供試体全体における分布を示した。両図より、ピーク強度までのひずみ硬化過程においては、ひずみ・応力とも供試体全体にわたって平均的に分布していることがわかる。しかし、ピーク強度を越えた付近から、供試体端面の摩擦による影響のため、ひずみ・応力とも局所的な分布が卓越してくる。特に、ひずみや応力が集中している以外の部分では、除荷過程が観察される。本解析では、ひとたび局所化した増分塑性ひずみ分布も、残留強度近く

では再び均一的分布となっている。この現象の解釈については今後の研究課題としたい。

参考文献

足立・岡：土木学会論文集、No. 445/Ⅲ-18、9-16、1992.

表-1 材料定数

E (kgf/cm ²)	13,500
K (kgf/cm ²)	3,700
b (kgf/cm ²)	40
σ_{mb} (kgf/cm ²)	150
G'	1,000
M_f^*	1.97
τ	0.09

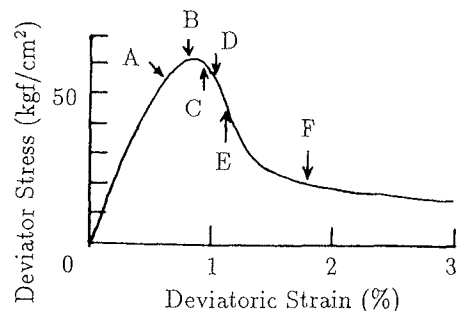


図-1 軸差応力～偏差ひずみ関係

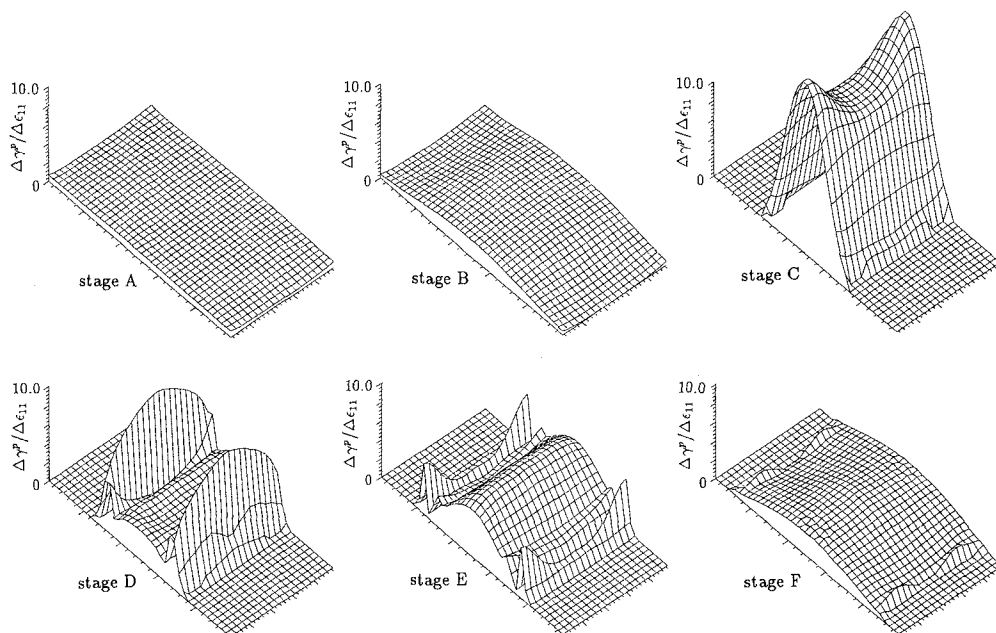


図-2 塑性せん断ひずみ増分 $\Delta\gamma^p$ の分布

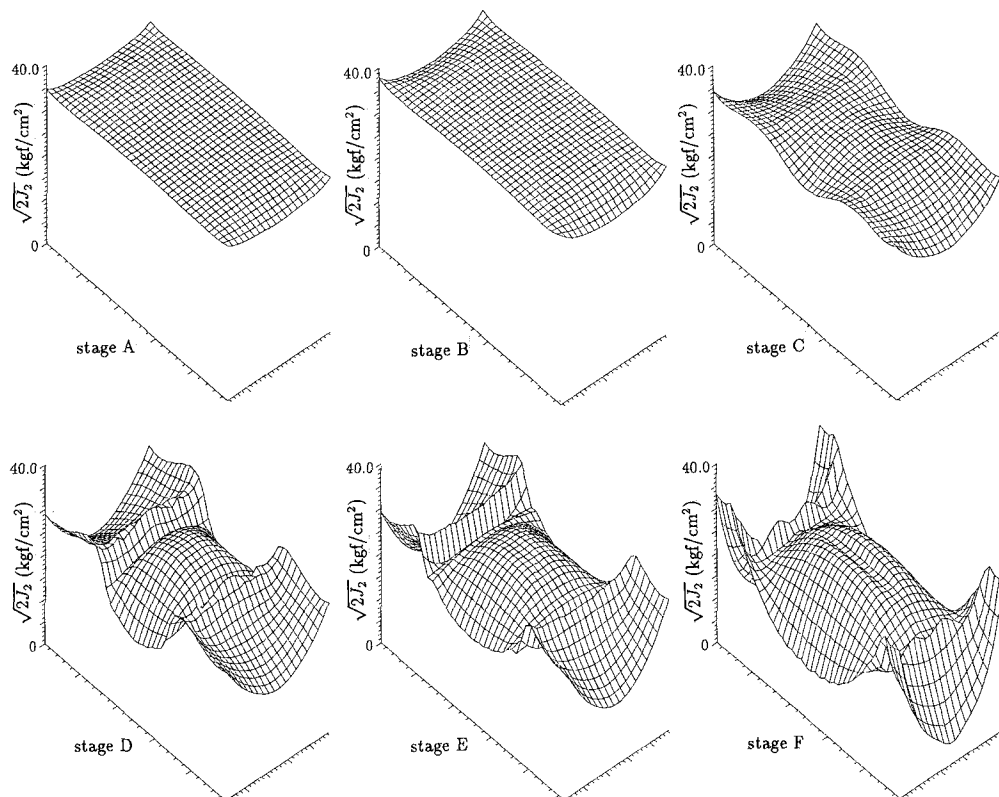


図-3 $(2J_2)^{1/2}$ の分布