

III-A 63

水のマイグレーションが起こすモードスイッチングに注目した応力緩和試験の解釈

名古屋大学 正会員 浅岡頭、中野正樹、野田利弘
 名古屋大学 学生会員 金田一広、山口陽英
 関西電力 蒲池孝夫

1. はじめに

正規圧密粘土の非排水3軸圧縮試験を側圧一定で実施すると、軸ひずみ速度が速いほど強度は大きく、遅いと弱くなる。また図1に示すように非排水せん断強度が変化する軸ひずみ速度レンジは、部分排水せん断強度が変化するレンジとほぼ同じで、さらに速い载荷では2次モード、遅い载荷では1次モードで壊れた(図2)。このことから非排水せん断強度の軸ひずみ速度依存性は、水のマイグレーションの程度による供試体の壊れ方の違いが原因であると考えられる。本報告では、粘土の時間依存特性の一つである応力緩和現象についても、やはり水のマイグレーションにより、低次の変形・破壊モードへと供試体の変形するために起こることを、3軸試験とその数値解析により示す。

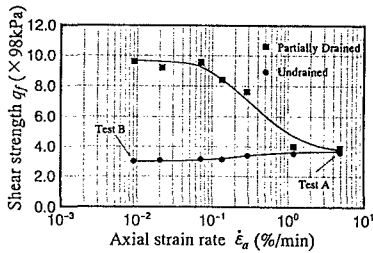
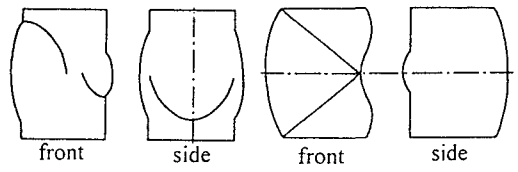


図1 部分排水・非排水せん断強度の载荷速度効果



(a)遅い载荷(1次モード) (b)速い载荷(2次モード)

図2 非排水試験での破壊モード

2. 非排水条件下での応力緩和試験

非排水条件のもと、速い軸ひずみ速度で载荷し、軸ひずみ約6%で変位を固定し、その後の応力緩和を観察する。「速い载荷」とは、そのまません断を続けると2次モードで破壊するというもので、軸ひずみ速度は1.6%/minである。軸変位を固定すると、図3に示すように約11時間で、軸差応力は313.6kPaから165.6kPaまで減少した。なお応力緩和中に過剰水圧は増加する(図4)。供試体の変形モードの観察からは、対称性がまだそれほど喪失していない。従来の応力緩和試験はここで終了だが、その後、遅い速度で再载荷すると、供試体は対称性を失い始め、1次モードへと変形し破壊した(図5)。応力緩和後の遅い载荷過程の荷重～変位関係は、図6に示すようにはじめの荷重～変位関係とは異なり、単調の遅い载荷の荷重～変位関係にはほぼ一致する。

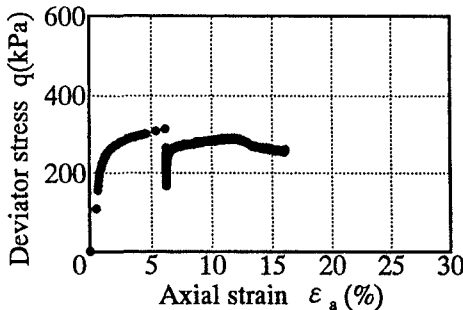


図3 応力緩和(軸差応力～軸ひずみ関係)

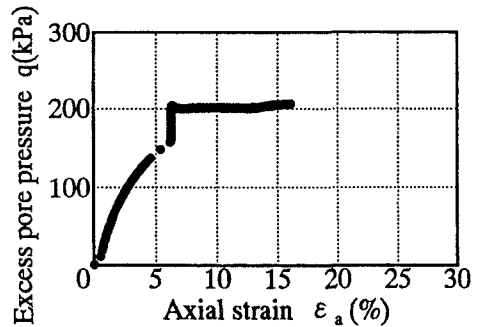


図4 過剰水圧～軸ひずみ関係

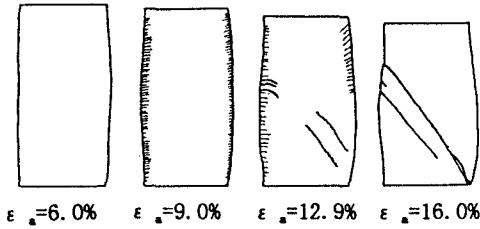


図5 破壊モード

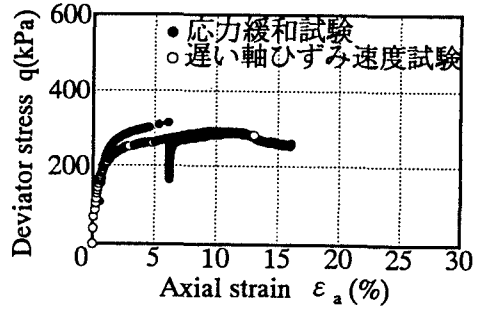


図6 単調載荷試験との比較（軸差応力～軸ひずみ関係）

3. 応力緩和試験の数値解析

図7にこの応力緩和の数値計算結果を示す。図中には基本経路と1,2次の分岐経路も示している。計算条件は文献1)に譲るが、あらかじめ平面ひずみ矩形供試体に2次の初期不整（コサインモード）を忍ばせている。そのため境界非排水で供試体内部で水のマイグレーションが起こらないほど速く载荷すると、2次の分岐経路の下側の近似曲線を示し、仮にこのまません断を続ければ、供試体は2次モードで破壊する。軸ひずみ2.35%で軸変位を固定すると、間隙水のマイグレーションとともに応力緩和が起こった。応力緩和が十分に起こった後軸変位を与えると、1次の分岐経路を越え上側から1次の分岐経路に漸近してゆく。供試体は1次モードへ変化し破壊に至った。すなわち軸変位固定の間とその後の再载荷によって供試体は2次から1次へモードスイッチングを起こしていた。

4. おわりに

荷重～変位関係において基本経路から内部の経路へ移動させる方法は、大きく2つある（図8）。一つは軸変位を固定する方法（図8中のA→C）と、もう一つは荷重を一定放置する方法である（図8中のB→C）。これは飽和粘土が水～土骨格の2相系材料であるがゆえ可能となる挙動である。軸変位を固定している間、あるいは荷重を一定放置している間に供試体内に水のマイグレーションが起こり供試体はモードスイッチングして1次モードに変化する。いずれも1次の分岐経路への上からの近似曲線である²⁾。1次モードに変形すると、支えることのできる荷重が小さくなり、軸変位固定の場合は軸荷重が下がり、一定荷重放置の場合は破壊に至る。土質力学では粘土の時間依存特性として、前者を応力緩和、後者を非排水クリープと呼んでいる。

5. 参考文献

- 1)Asaoka,A. et al(1995): "Imperfection-sensitive bifurcation of cam-clay under plane strain condition with undrained boundaries" S&F. 2)浅岡他(1996):「飽和土の「非排水クリープ」の1考察」第31回地盤工学研究発表会

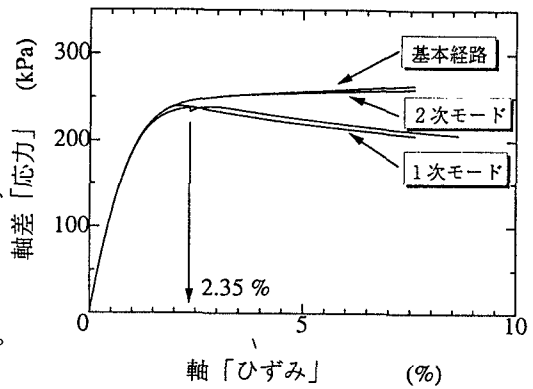


図7 荷重～変位関係（数値計算）

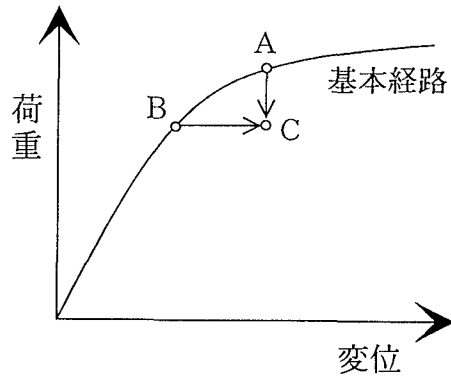


図8 2つの経路