

弾・粘塑性モデルを用いた飽和粘土の挙動解析

広島大学工学部 正会員 網千 寿夫
 同上 正会員 森脇 武夫
 同上 学生員 紀 淳

1. まえがき

土の構成式（応力～ひずみ～時間関係）に関する研究は、従来土の時間依存性と弾塑性挙動の両面からアプローチされてきたが、より一般性を有する構成式は、面特性に立脚して確立されたものでなければならない。そこで、¹⁾閉口は二次圧密時性ならびにダイレイタンスの時間依存性を考慮して、正規圧密粘土の弾粘塑性構成式を提案した。現在、盛土地盤等の変形解析も行なう際には、いくつかの弾粘塑性モデルのうちで、地盤の異方性を考慮できるなどの点から、閉口モデルが用いられることが多い。しかし、このモデルが実際の粘性土の挙動どの程度忠実に表現できるか否か、また粘性土の種類の違いをどの程度反映しているか否かは、あまり研究されていない。本研究は、二種類の飽和粘土を用いて定ひずみ速度せん断試験、クリープ試験を行い、各々の実験結果と閉口モデルによる解析結果とを比較し、モデルの実際面への適用性を検討したものである。

2. 試料及び試験方法

試験に用いた試料は、広島粘土（沖積粘土）、福山粘土（沖積粘土）である。広島粘土、福山粘土を420μmふるいを通して大型圧密箱に入れ十分脱気した。そして、0.5 kg/cm²の水圧によって一次元的に3ヵ月間圧密を行なう。供試体の寸法は直径50mm高さ100mmを標準とした。試料の物理的性質を表-1に示す。

	L.L.(%)	P.L.(%)	I.P.(%)	比重	分類
広島	77.4	37.9	39.5	2.68	粘土質シルト
福山	80.6	28.7	51.9	2.67	粘土

表-1 試料の物理的性質

定ひずみ速度せん断試験は、圧密終了後非排水条件下で種々のひずみ速度を用いて行なう。試験中は軸荷重鉛直変位および間げき水圧を一定時間ごとに測定し、軸ひずみが約18%になるまで行なう。

クリープ試験は、圧密終了後非排水条件下で所定の軸差応力を同時に載荷して行なう。また、断面積の増加に応じて荷重補正を行い、常に応力が一定に保たれるようにする。

	広島粘土	福山粘土
λ	0.1802	0.2562
K	0.0259	0.0825
M	1.75	1.55
α	0.0037	0.0019
G_0	100 kgf/cm ²	150 kgf/cm ²
$\dot{\epsilon}_0$	3.0×10^{-4} %/min	1.0×10^{-5} %/min

3. 実験結果および考察

閉口モデルで用いられるパラメータは、 λ （圧縮指数）、 K （膨潤指数）、 M （Critical State lineの傾き）、 α （2次圧縮指数）、 G_0 （初期せん断弾性係数）、 $\dot{\epsilon}_0$ （初期規準体積ひずみ速度）である。表-2に広島粘土、福山粘土のパラメータを示す。

表-2 試料のパラメータ

図-1は広島粘土、福山粘土について行なった定ひずみ速度せん断試験における軸差応力～ひずみ関係を、ひずみ速度をパラメータにして表わした図で、図-2は同試験における有効応力経路を表わした図である。又、各々の図には、閉口モデルを用いた解析結果を実線で示してある。

まず図-1において実験値を見ると、広島粘土は軸ひずみの増加と共に軸差応力も増大しており、ひずみ硬化を示していることがわかる。一方、福山粘土は軸ひずみが約3～4%で軸差応力が最大となりその後軸ひずみの増大と共に減少しており、ひずみ軟化を示すことがわかる。各々の粘土の実験値と計算値の比較を何なうと、広島粘土では実験値がひずみ硬化を示すのに対し、計算値はひずみ軟化を示す形状が一致しないことがわかる。福山粘土では、実験値と計算値はほぼ一致すると評価できる。

次に図-2において広島粘土を見ると、ひずみ速度が0.5(%/min)の場合、破壊線を越えてから破壊しているように見えるが、これは端面拘束による間げき水圧の不均一が影響していると思われる。実験値と計算値を比較

すると、広島粘土では初期において比較的一致しているが、だいに差が現われることがわかり、福山粘土では一部一致しない所もあるが、全体的にほぼ一致するといえる。

図-3は、非排水クリープ試験における軸ひずみ～時間関係を、軸差応力をパラメータにして表わした図である。実験値と計算値の比較を行なうと、広島粘土では軸差応力 σ_a/P_0 が 0.85, 0.97 の場合ひずみが 2 ~ 3% までは、計算値が実験値よりかなり小さいが、それを越えると急速に大きくなり、破壊に至っている。さらに破壊するまでの時間は、実験値と計算値の間にかなりの差があることが

認められる。次に福山粘土を見ると、軸差応力の大小にかかわらず、ひずみが小さい時は計算値のひずみの方が実験値より大きく、ひずみが大きくなると、実験値のひずみの方が計

算値より大きくなることがわかる。しかし、実験値、計算値はほぼ一致していることが認められる。

4. あとがき

広島粘土と福山粘土を用いて定ひずみ速度せん断試験、クリープ試験を行ない、得られた結果と閉ロモデルによる解析結果を比較して次の結論を得た。

① 定ひずみ速度せん断試験における応力～ひずみ関係を比較すると、広島粘土の実験値はひずみ硬化を示すが、計算値はひずみ軟化を示し一致しない。一方、福山粘土は実験値と計算値は共にひずみ軟化を示し、ほぼ一致する。又、有効応力も比較すると、福山粘土では実験値と計算値はほぼ一致するが、広島粘土では一致しない。

② クリープ試験でのひずみ～時間関係は、福山粘土で実験値と計算値はほぼ一致するが広島粘土では一致しない。

以上の結果より、閉ロモデルは、福山粘土のようにひずみ軟化を示す粘土に対しては適用できるが、広島粘土のようにひずみ硬化を示す粘土に対しては適用できないことが明らかとなった。

参考文献

- 1) Sekiguchi, H: Rheological characteristics of clays, Proc. 9th ICSMFE, Vol. 1 p. 289 ~ 292, 1977

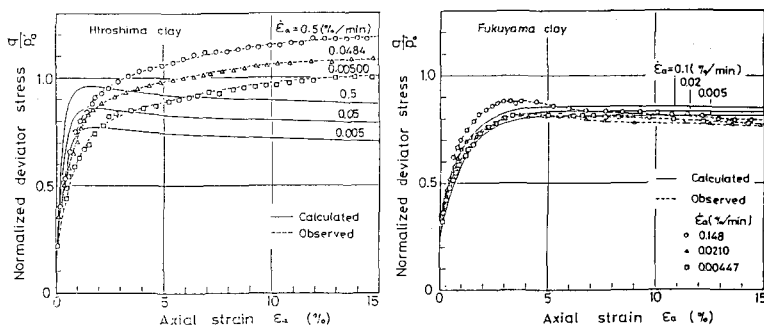


図-1 定ひずみ速度試験 応力～ひずみ関係

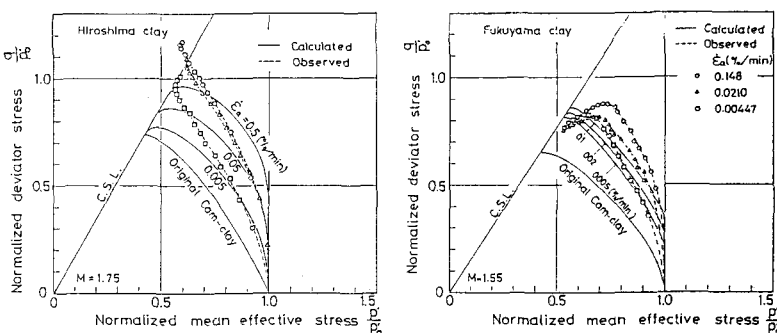


図-2 定ひずみ速度試験 有効応力経路

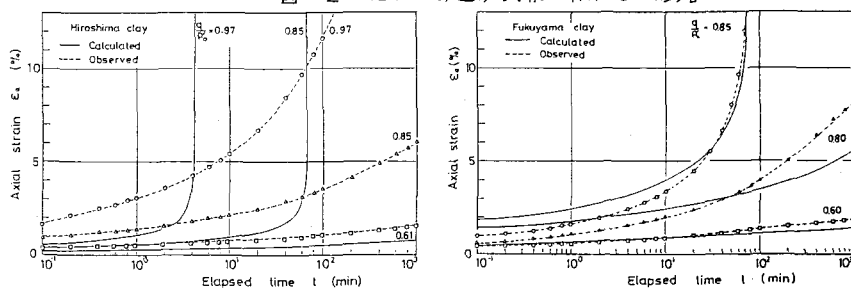


図-3 非排水クリープ試験 軸ひずみ～時間関係