

III-126

地盤材料の構成式に関する若干の考察(その2)

鹿児島県庁 正 員 北 菌 哲也
 元鹿児島大学工学部 春山 元寿
 鹿児島大学工学部 正 員 北 村 良介

1. まえがき

地盤材料の構成式に関する研究は、1960年前後の Cambridge学派による Cam-clay モデル、Modified Cam-clay モデルの提案以来、多くの研究者により行われてきており、種々の構成式が提案されてきている¹⁾。北村らは、それらの構成式のいくつかをとりあげ、それらのパソコンプログラムを作成し、数値実験を行っている^{2), 3)}。本報告では前報⁴⁾に引き続き Mroz ら⁵⁾の提案している two-surfaceモデルをとりあげ、三軸実験結果とそれらより決定されるモデルパラメータを用いた数値実験結果を比較することにより若干の考察を加える。

2. 三軸実験装置と数値実験の概略

三軸実験に用いた試料は豊浦砂である。そして、許容側圧が 30kgf/cm^2 の中圧セルと 300kgf/cm^2 の高圧セルを用い、 $2 \sim 100\text{kgf/cm}^2$ という広範囲な拘束圧下での等方圧縮・膨潤実験、および、側圧一定排水三軸圧縮せん断実験を行った。表-1はせん断時の側圧、過圧密比(OCR)、等方圧縮・膨潤過程でのくり返し回数、初期間隙比、せん断開始時の空隙比がまとめて示してある。

表-1 三軸実験条件

側 圧 (kgf/cm^2)	過圧 密比	くり返 し回数	初期 空隙比	せん断時 空隙比
2	1	0	0.730	0.770
100	1	0	0.770	0.670
2	1.5	1	0.750	0.660
2	1.5	5	0.770	0.460
1.5	2	1	0.750	0.630
5.0	2	1	0.750	0.660

3. 三軸実験結果と数値実験結果の比較

表-2は、two-surface モデルに含まれるモデルパラメータと数値実験で用いたそれらの具体的な値を示している。表中の $C_c, C_s, a/a_0, K_{po}$ は等方圧縮・膨潤過程での $e \sim \log p$ 関係より、また、 ν, ϕ は、それぞれせん断過程での弾性ひずみ成分、破壊時の応力状態より求められる。図-1~6には、表-2に示された値を入力データとして行った数値実験結果が○印で、また、三軸実験結果が□印で示されている。図中の p は平均有効主応力、 q は軸差応力、 ε_a は軸ひずみ、 ε_v は体積ひずみ、 σ_r はせん断過程での側圧を意味している。

図-1,2をみると、どちらも計算値は実測値をあまりよく表現できない。しかし、両図を比較すると側圧が 100kgf/cm^2 の場合の方が一致の度合はよい。OCR が1の場合、two-surface モデルは正規圧密粘土のせん断挙動を比較的よく表現できる Modified Cam-clay モデルとその構成が同じになる。一方、豊浦砂は拘束圧 100kgf/cm^2 では正規圧密領域に達していないが、 2kgf/cm^2 の場合に比べるとより近くなっている。このことが、図-1,2における実測値と計算値の一致の度合の差として出てきたものと考えられる。

図-3,4は、同じ側圧、同じOCRであるが、等方圧縮・膨潤過程でのくり返し回数が異なる場合の実験結果を示している。両図の実測値を比較すると、くり返し回数が増えるると $q/p \sim \varepsilon_a$ 関係における初期接線勾配が大きくなり、体積ひずみは膨潤傾向が著しくなる。このような等方圧縮過程での応力履歴の差異にもとづくせん断挙動の差は、two-surfaceモデルでは表現できない。

表-2 モデルパラメータ

内部摩擦角 ϕ	0.42
圧縮指数 C_c	0.320
膨潤指数 C_s	0.027
2つの降伏曲面の 大きさの比 a/a_0	1.0
硬化関数 K_{po} ($1/(\text{kgf/cm}^2)$)	2.4×10^{-5}
フィッティングパラメータ γ	1.5
ポアソン比 ν	0.27

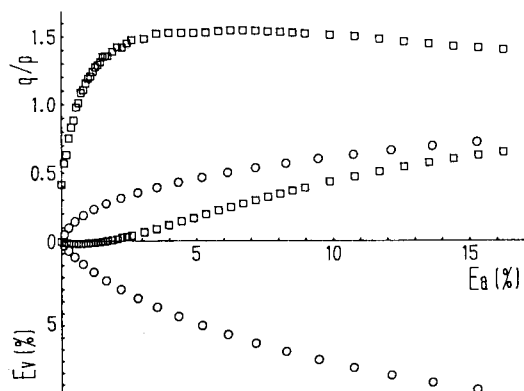


図-1 OCR=1, 側圧=2 kgf/cm²

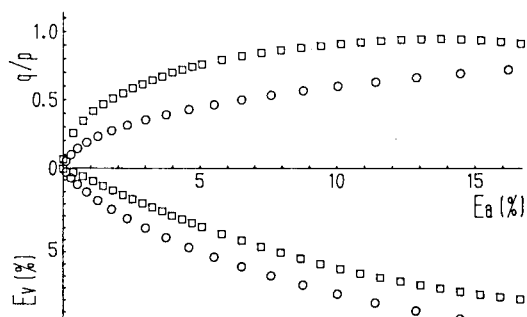


図-2 OCR=1, 側圧=100 kgf/cm²

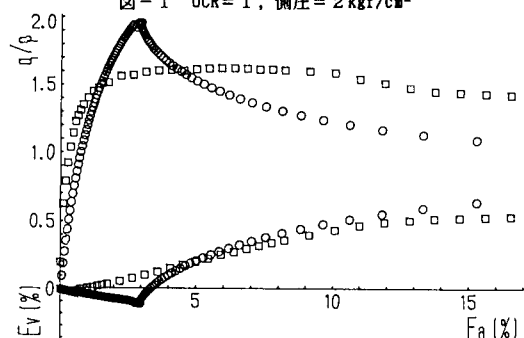


図-3 OCR=15, 側圧=2 kgf/cm², くり返し回数=1

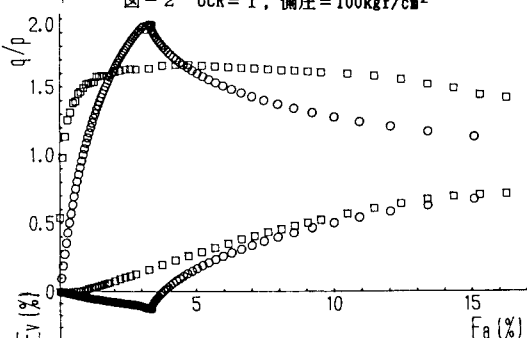


図-4 OCR=15, 側圧=2 kgf/cm², くり返し回数=5

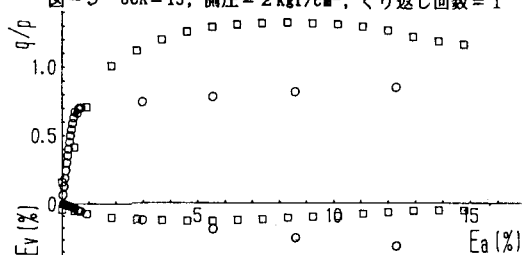


図-5 OCR=2, 側圧=15 kgf/cm², くり返し回数=1

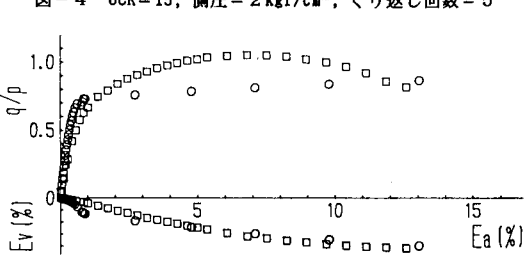


図-6 OCR=2, 側圧=50 kgf/cm², くり返し回数=1

図-5,6は、ともにOCR=2、くり返し回数が1回であるが側圧が異なる場合の結果を示している。両図の実測値を比較すると同じOCR、同じくり返し回数でも拘束圧の大きさが異なると、その変形挙動が異なることがわかる。two-surfaceモデルではそのような変形挙動の差異は表現できない。

4. あとがき

本報告では、Mrozらが提案している two-surfaceモデルをとりあげ、三軸実験結果と数値実験結果を比較することにより若干の考察を加えた。構成式に関する研究は一段落の感もあるが、過圧密領域での拘束圧、応力履歴等に依存した変形挙動の差異を表現できるまでには至っていない。今後は、精度のよい実験結果が汎用性の高い地盤材料の構成式を確立するための理論展開に必要であると考えられる。

最後に、本研究は昭和60年度科研費(一般(c))の補助を受けたことを記し、謝意を表します。

参考文献

- 1) 村山編著: Constitutive Laws of Soils, 第11回国際土質基礎工学会議, 1985.
- 2) 春山、北村、川原: 第38回土木学会年次講演会、pp. 35-36, 1983.
- 3) 北村、春山、高橋: 第39回土木学会年次講演会、pp. 5-6, 1984.
- 4) 北園、春山、北村: 昭和40年度土木学会西部支部研究発表会、pp. 380-381, 1985.
- 5) Mroz, Z., Norris, V.A. and Zienkiewicz, O.C.: Geotechnique, Vol. 29, No. 1, pp. 1-34, 1979.