

地盤材料の構成式に関する若干の考察

鹿児島大学工学部 学生員 北園 哲也
 元鹿児島大学工学部 香山 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種々の構成式が提案されてきている¹⁾。そして、1980年代に入り、1つの区切がついたような感がある。しかし、砂質土および粘性土、正規および過圧密粘土の単調載荷、くり返し載荷での力学的挙動を統一的に表現できる構成式はいまだ確立されていない。著者らは、このような認識のもとに、もう一度実験にたちもどり、より一般的な構成式を確立するため、広範囲な圧力下での砂質土、粘性土の圧縮・せん断特性に関する実験的研究を行ってきている^{2), 3), 4), 5), 6), 7), 8)}。本研究は、これらの一連の研究に属しているが、少し立場をかえ、過去に提案された構成式の中から Lade⁹⁾ のものをとりあげ、北村が数値実験用に作製したプログラムを用い、しらすの広範囲な圧力下で得られた三軸実験結果と数値実験結果との比較を行っている。

2. モデルの構成式と三軸実験

Lade の構成式、およびその数値計算用のマトリックス表示形に関する記述は参考文献 9), 10) を参照されたい。

三軸実験に用いた試料は鹿児島市内で採取されたしらすであり、その中の 2000 μ フルイを通過し、74 μ フルイに残留する部分を用いた。その比重は 2.41、最大間隙比 1.86、最小間隙比 0.94 である。等方圧縮・膨潤実験を行った後、側圧一定排水条件のもとでひずみ制御型のせん断実験を行った。表-1 は、供試体をセットした時の初期間隙比、せん断開始時の間隙比、せん断時の側圧、および過圧密比(OCR) を示している。実験に関する詳しい記述は、参考文献 4) を参照されたい。

表-1 実験条件

側圧 (kgf/cm^2)	過圧密比 (OCR)	初期間隙比	せん断 開始時間隙比
100	1	1.433	0.553
50	1	1.680	0.977
30	1	1.339	0.910
15	1	1.353	1.061
6	1	1.633	1.445
2	1	1.335	1.221
15	2	1.391	0.963
6	5	1.494	1.016
2	15	1.457	1.033

表-2 Lade モデル の パラメータ

パラメータ	
ν (ボアソン比)	0.17
n	1.51
K (体積弾性係数)	4000 (kgf/cm^2)
c	0.0026
p	0.89
m	0.207
s	0.44
R	-1.02
t	-4.3
α	1.8
β	-0.006
γ	42
k	0.57
l	0.94

3. 数値実験結果と三軸実験結果

Lade の構成式には14個のモデルパラメータがある。表-2にそれらをまとめて示してある。表において、体積弾性係数 K 以外のパラメータの値は、表-1に示された OCR = 1でのせん断実験より求められたものである。また、 K は圧縮・膨潤実験より求めた値である。三軸実験よりこれらのパラメータを決定する手順、および図面は、発表会当日に示す。

図-1~6には、表-2に示された値を input data 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(OCR=1)、△印(OCR>1)で示されている。図中の q は軸差応力、 p は平均有効主応力、 ϵ_a は軸ひずみ、 ϵ_v は体積ひずみ、また、 σ_r はせん断中の側圧を意味している。図-1~6の数値実験結果と三軸実験結果を比較すると次のようなことがわかる。

- 1) 側圧 σ_r が 2 kgf/cm^2 での $q/p \sim \epsilon_a$ 関係では、数値実験が OCR = 1での三軸実験とよく一致している。

- 2) 側圧 σ_r が 6 kgf/cm^2 での $q/p \sim \varepsilon_a$ 関係では、数値実験は、 $\text{OCR}=1$ と 5 の三軸実験の間に入っている。
- 3) 側圧 σ_r が 15 kgf/cm^2 での $q/p \sim \varepsilon_a$ 関係では、数値実験は、 $\text{OCR}=2$ の三軸実験とよく一致している。
- 4) 側圧 σ_r が 6 kgf/cm^2 以上での $q/p \sim \varepsilon_a$ 関係では、数値実験は $\text{OCR}=1$ での三軸実験と一致していない。
- 5) 体積変化挙動については、数値実験結果はすべて三軸実験結果より過大な圧縮傾向を示している。

6) 数値実験は $\text{OCR}=1$ での三軸実験結果を表現できるべきであるが、拘束圧が大きくなるにつれて一致の度合は少なくなる。

数値実験結果と三軸実験結果のこれらの差異の原因としては、三軸実験の精度、パラメータの決定法、そして構成式自体に含まれる欠点などが考えられる。これらについては今後の検討事項である。

4. あとがき

これまでに提案されている弾・塑性論に基づく地盤材料の構成式のうち、ここでは Lade の構成式をとりあげ、広範囲な圧力下でのしらすの三軸実験結果との比較を行った。現在、豊浦砂を用いた広範囲な圧力下での三軸実験結果との比較のための作業を行っている。発表会ではこれらの結果を含め、Lade の構成式の長所・欠点について論ずる予定である。

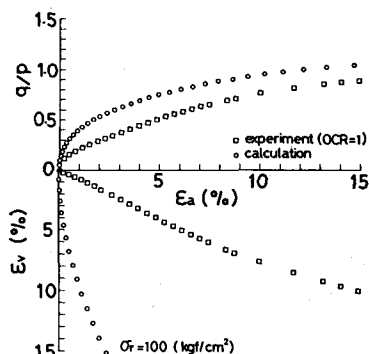


図-1 側圧 100 kgf/cm^2 での応力～ひずみ関係

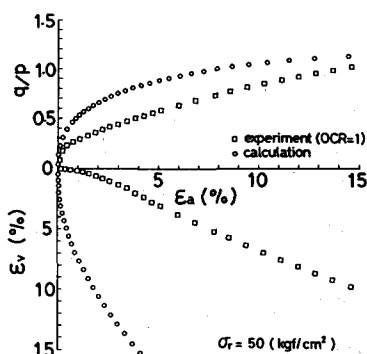


図-2 側圧 50 kgf/cm^2 での応力～ひずみ関係

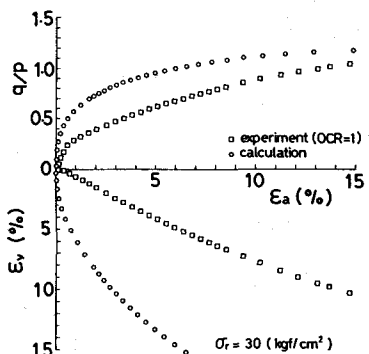


図-3 側圧 30 kgf/cm^2 での応力～ひずみ関係

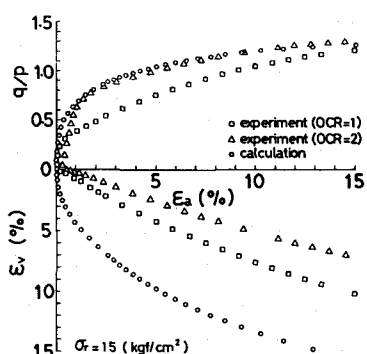


図-4 側圧 15 kgf/cm^2 での応力～ひずみ関係

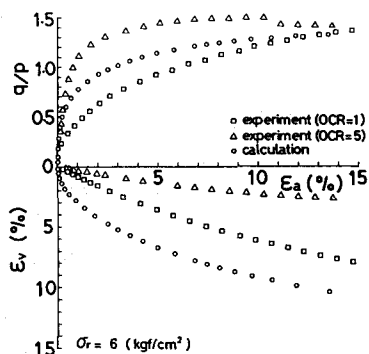


図-5 側圧 6 kgf/cm^2 での応力～ひずみ関係

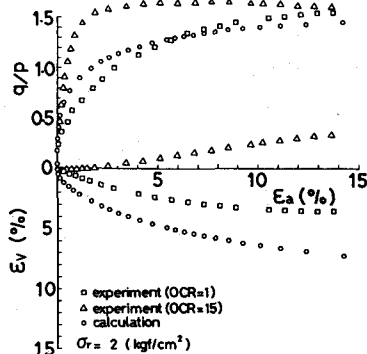


図-6 側圧 2 kgf/cm^2 での応力～ひずみ関係

—参考文献—

- 1) Murayama, S.; Constitutive laws of soils, 第11回国際土質基礎工学会議, 1985.
- 2) 北村, 春山, 三隅; 土と基礎, Vol. 3, No. 2, 1984, pp. 17-21.
- 3) 春山, 北村, 入船; 昭和59年度土木学会西部支部研究発表会, 1985.
- 4) 春山, 北村, 入船; 第20回土質工学研究発表会, pp. 347-350, 1985.
- 5) 春山, 北村, 入船, 斎藤; 第10回海洋開発シンポ, pp. 148-150, 1985.
- 6) 新地, 北村, 入船; 第40回土木学会年次講演会, 第3部, pp. 413-414, 1985.
- 7) 富田, 春山, 北村, 森園; 昭和60年度西部支部研究発表会, III-18, 1986.
- 8) 森園, 春山, 北村, 富田; 昭和60年度西部支部研究発表会, III-19, 1986.
- 9) Lade, P.V.; Report to National Science Grant No. GK37445, 1975.
- 10) 昭和57年度科研費研究成果報告書(総合A) (代表: 柴田 徹).