

島根県 正員 ○西村 強
島根大学 正員 山本 英郎
同 エ 藤村 尚

1. まえがき 材料定数を検討することを目的として、離散剛要素法(以下DEMとする)を単純せん断試験の数値解析に適用している⁽¹⁾。要素配列、要素間摩擦角 ϕ_u 、剛性定数比 $S(=K_s/K_n)$ と強度定数 C , ϕ の関り合いに注目して数値解析を行ったので報告する。

2. 要素と諸定数 要素として半径1 cmの等粒試料を仮定している。この円形要素にヤング率 $E=750 \text{ kgf/cm}^2$, ポアソン比 $\nu=0.3$ を与え、表1に示すような定数を用いている。なお、 $S=0.25$ として K_s , η_s を決定している。⁽²⁾

3. 解析結果

要素配列と C , ϕ

しく配列した場合の静止状態を表わしている。なお、 $\phi_u=30^\circ$, μ は壁面摩擦角として上下壁 45° , 側壁 5° を仮定している。

これら4配列のうち、11/12配列は最も偏平な配列であり、17/18配列は最も高積みな配列である。

15/16配列の圧密めがせん断中の状態を図2に示す。上載荷重は16 kgfであり、これは供試体重量の約9倍、応力に換算すると 0.4 kgf/cm^2 である。図中の線分は接触力をベクトル表示したものであり、図中の要素直径分の長さ約150個分の要素重量に相当している。また、せん断速度は 0.05 rad/sec という値を用いている。

図3は図2に示した過程から求められた応力比・せん断ひずみ・体積変化曲線を表わしている。

図1は要素を左右対称にして最下段に n 個、その上に $(n-1)$ 個の順に規則正

表1. 諸定数

	要素一要素	要素一壁面
$K_n/\text{cg}(\text{cm})$	3.64×10^4	7.28×10^4
$\eta_n/\text{cg}(\text{cm}\cdot\text{s})$	1.53×10	3.06×10
$K_s/\text{cg}(\text{cm})$	0.91×10^4	1.82×10^4
$\eta_s/\text{cg}(\text{cm}\cdot\text{s})$	0.76×10	1.53×10
$\Delta t(\text{sec})$	1.0×10^{-4}	

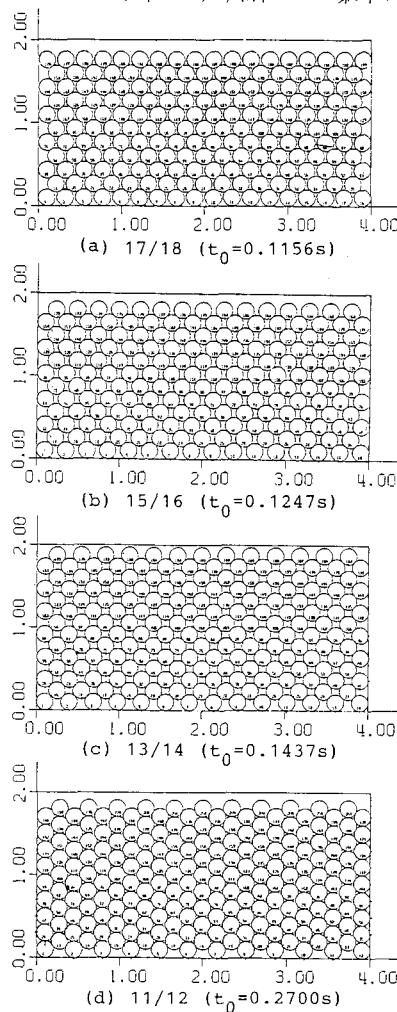


図1. 静止状態

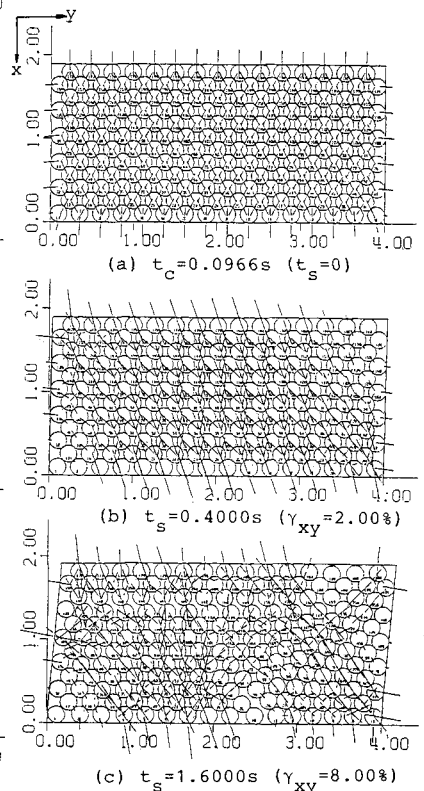


図2. 圧密・せん断

図1に示した4配列について応力比(τ_{xy}/σ_x)ピーク時の $\tau_{xy}-\sigma_x$ 関係を図4に示す。要素配列の変化を表わすパラメータとして要素接触角 α (図5)を用い、 α と ϕ の関係を求めると図6となる。 α の値が大きいく程、配列は偏平なものとなる。図4、図6より、1)配列が偏平になるにつれ、せん断強度が大きくなる、2) α と ϕ はほぼ比例的関係にある、3) C はごく小さい値が生じている、の3点、が明らかとなる。

要素間摩擦角 ϕ_u と C , ϕ 配列を15/16配列に固定して、 ϕ_u と ϕ の関係を求めた。結果を図7に示す。この図から ϕ_u が小さくなるにつれ、 ϕ も小さくなる傾向にあることがわかる。しかし、前項の配列の変化にくらべ、その影響は小さい。また、 C の値は前項同様であり、ごく小さい値であった。

図3(C)では、上から3層目の要素がすぐ隣りの要素を乗り越える挙動を観察することができる。この挙動も ϕ_u の値が小さくなるにつれ、顕微してゆく傾向がみられた。これは、 ϕ_u が小さくなるにつれ、接点でのすべりが生じやすくなるためと思われる。

剛性定数比 S と C , ϕ 配列を15/16配列に固定して、解析を行った。得られた ϕ と S の関係を図8に示す。この図から、 S の変化は ϕ に大きな影響を及ぼさないことがわかる。また、 C は S の変化に対しても前項同様に、ごく小さい値しか生じなかった。

4. あとがき 以上のDEM解析の結果をまとめると次の2点となる。1) C はごく小さい値しか生じない。2) ϕ は要素配列によって決められ、要素間摩擦角、剛性定数比の影響は小さい。

—参考文献—

(1)西村・不山・藤村; 離散剛要素法による C , ϕ の算定と要素定数 K , γ の検討, 土木学会講演概要集II, 1983.

(2)不山・藤村; カンドルの離散剛要素法を用いた岩質状体の重力流動の解析, 土木学会論文報告集, 第333号, PP137~

146, 1983年5月.

図3. 応力比・せん断ひずみ・体積変化曲線

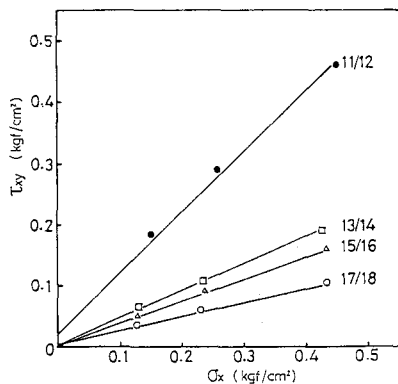
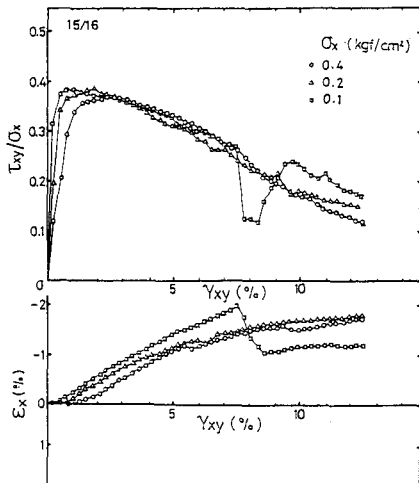


図4. $\tau_{xy}-\sigma_x$ 線

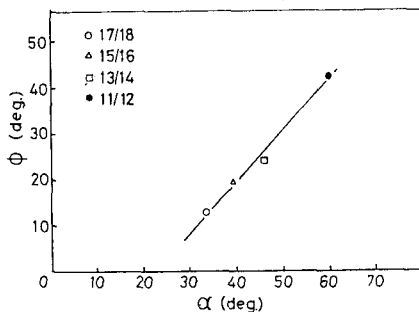


図6. α と ϕ の関係

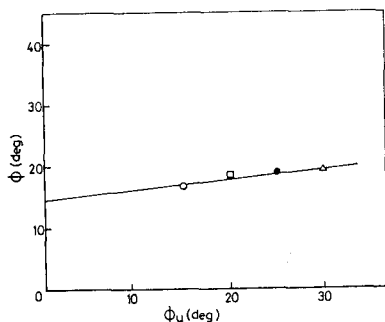


図7. ϕ_u と ϕ の関係

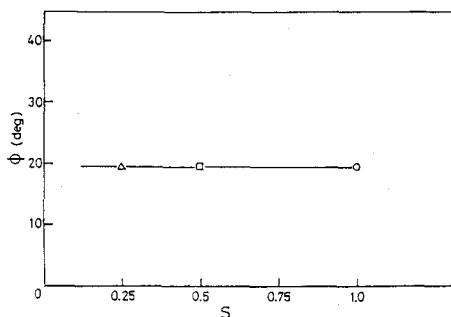


図8. S と ϕ の関係