

III-110

楕円形要素を用いた

単純せん断試験のDEM解析

鳥取大学大学院 学員○川崎 了

鳥取大学工学部 正員 木山英郎 正員 藤村 尚

正員 西村 強 正員 池添保雄

1. はじめに

Cundallの提案した離散剛要素法(以下DEMと略す)は、砂のような粒状体の変形機構や構成式を微視的観点から明らかにしようとする際に、実験で直接見ることが困難な、粒子間力、微視的変形機構、すべり面の発生機構などについて豊富な情報を引き出すことが可能であると期待される。このような観点から、筆者らは粒状体の粒子形状を楕円形と仮定することにより、これまでの円形では作り得なかった不規則な隙隙を含む供試体の単純せん断試験のDEM解析を試みている。本報告ではその基礎となる規則配列の場合について、円形要素を用いた場合と比較して考察する。

2. せん断モデルの概要

せん断箱の模型として、底辺40cm、高さ20cmの長方形を仮定する。この箱の中に、約300個の楕円形要素(長軸 $a=1.0$ cm, 短軸 $b=0.625$ cm, 長短軸比 $a/b=1.6$)を左右対称にして最下段にS個、その上に(S-1)個の順に規則正しく配列して供試体とする

(以下、(S-1)/S配列とよぶ)。ここでは、13/14配列の解析結果について示す。

本解析に使用した諸定数を表-1に示す。せん断箱の壁面摩擦角として上下壁 45° 、側壁 5° を仮定している。上載荷重は、0.1, 0.2, 0.4 Kg/cm²の3種類である。せん断速度は、側壁が平行を保ちながら、せん断箱の両下端をそれぞれ中心とした0.05 rad/sという値を用いている。なお、壁はすべて剛であ

表-1 解析の諸定数

	particle to particle	particle to wall
$K_n/\rho g$ (cm)	3.64×10^4	7.28×10^4
$\eta_n/\rho g$ (cm/s)	1.53×10	3.06×10
$K_t/\rho g$ (cm)	0.91×10^4	1.83×10^4
$\eta_t/\rho g$ (cm/s)	0.76×10	1.53×10
dt (sec)	1.0×10^{-4}	

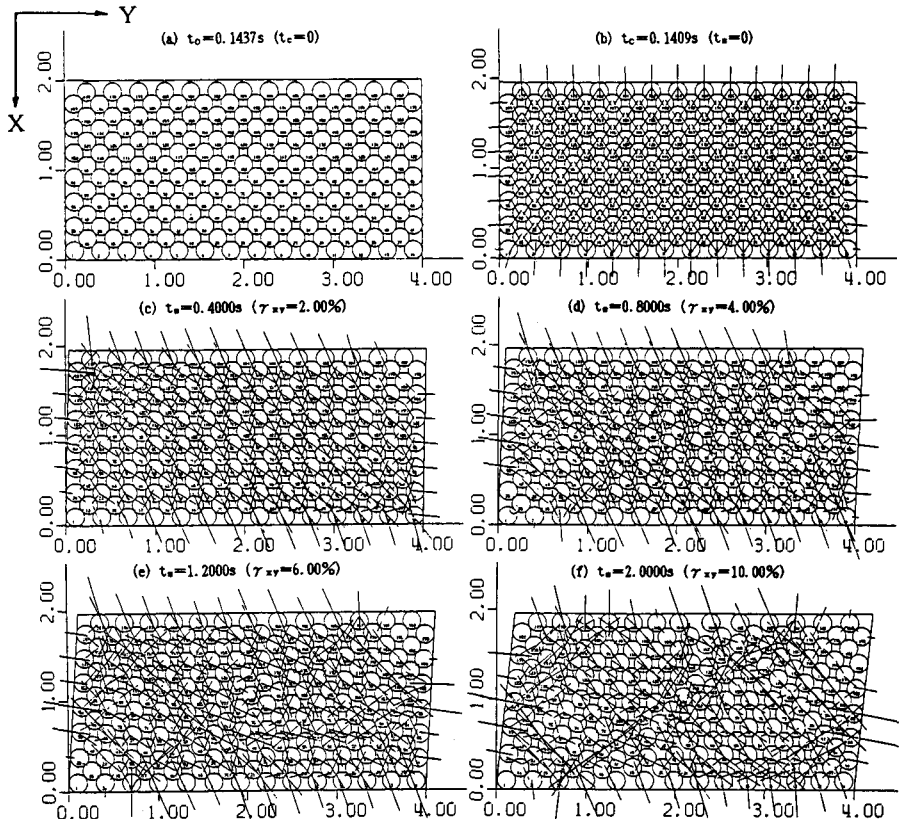


図-1 DEM解析(円形要素)

り、たわみは生じない。また、圧密・せん断時を通じて、上壁は水平方向(定速度)、鉛直方向(定荷重)に可動とし、回転は許さない。

3. 解析結果

図-1, 2に円形および楕円形要素を用いた単純せん断のDEM解析結果を示す。両図において、(a), (b)は、それぞれ静止状態、圧密終了状態を示し、(c)以後はせん断過程を表している。上載荷重は 0.4Kgf/cm^2 である。圧密終了時にはほぼ一様であった接触力分布は、せん断が開始されると、右

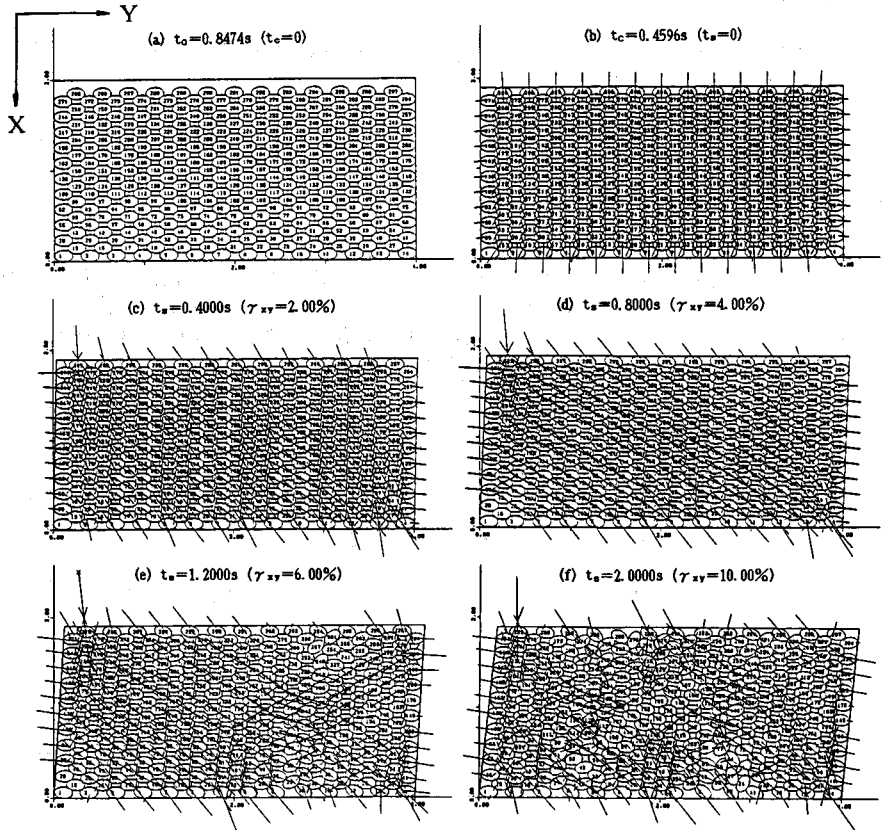


図-2 DEM解析(楕円形要素)

上と左下の隅角部に接触力の小さな領域が生じるなど、分布が一様でなくなっている。要素の挙動について見ると、楕円形要素の場合、底壁面上の要素が立ち上がろうとするなど、せん断の進行に伴い規則的であった配列が乱されていく様子が観察できる。図-3, 4に $\sigma_x = 0.1, 0.2, 0.4\text{Kgf/cm}^2$ に対する応力比・ひずみ・体積変化曲線を示す。図-3

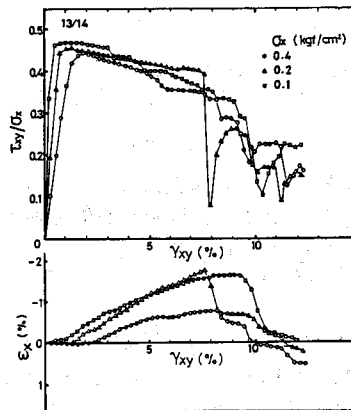


図-3 応力比・ひずみ・体積変化曲線(円形要素)

σ_x , τ_{xy} は、要素間の全接触点における接触力の水平方向(Y方向)、鉛直方向(X方向)成分を用い、供試体全体の平均値を求めている。図-3, 4を比較してみると、せん断強度に関しては楕円形要素の方が円形要素よりもかなり大きくなっている。また、体積変化量では、楕円形要素の方は $\gamma_{xy} = 6\%$ 付近から急激な体積減少の傾向に転ずるのが特徴である。

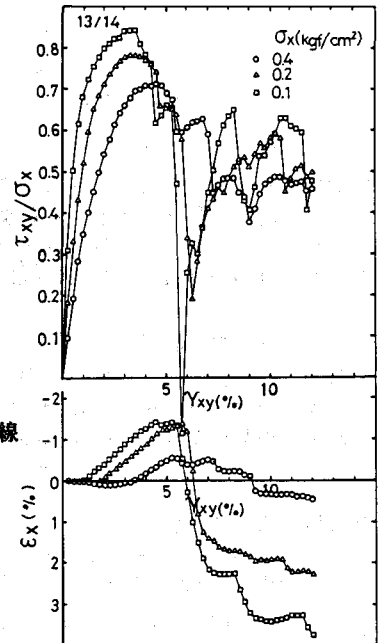


図-4 応力比・ひずみ・体積変化曲線(楕円形要素)