

Ⅲ-405 CEMによる斜面の連続体・不連続体統一解析

近畿大学理工学部 正会員 久武 勝保
 近畿大学理工学部 正会員 中野 坦
 近畿大学大学院 学生会員 久保 敏治
 近畿大学大学院 学生会員 松山 雅彦

1. はじめに

地盤の解析手法として、有限要素法や境界要素法などの地盤を連続体と考慮して解析する手法がある。これらの手法は、地盤が連続体としての特性を保持し続けている破壊までの解析には十分対応し得るが、破壊した後の地盤挙動の解析には困難が伴う。これに対して、個別要素法は地盤を土砂や岩石といった個々の不連続な要素からなる不連続体と考慮して解析

表-1 用いたパラメーター

する手法であり、不連続体としての経過を連続的に解析することができるが、連続体としての解析には十分ではない。

法線方向の剛性定数 減衰係数	K_n (dyn/cm ²) ζ_n	1.00×10^7 1.00
接線方向の剛性定数 減衰係数	K_s (dyn/cm ²) ζ_s	0.25×10^7 1.00
摩擦係数	μ	0.0
粘着力	c (dyn/cm/cm)	1.00×10^7

そこで本研究では、接触により生じる力を要素間に仮定した接触面上での分布力として取り扱うと同時に、接触要素間に粘着力を導入したCEM(Contact Element Method)^{1)~3)}を用いて、斜面の2次元解析を行い、連続体挙動からすべり面発生・崩壊といった不連続体挙動に至るまでの過程を追ひ、CEM解析の妥当性について検討した。

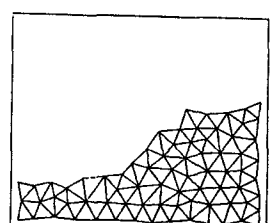
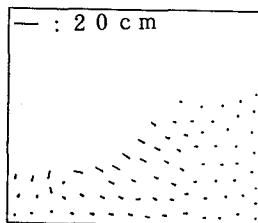
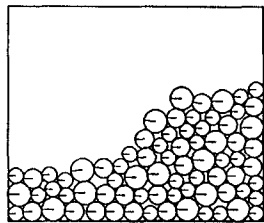
2. 解析結果と考察

解析に用いたパラメータを表-1に示す。

(A) 掘削による挙動

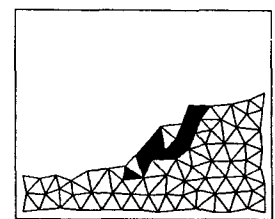
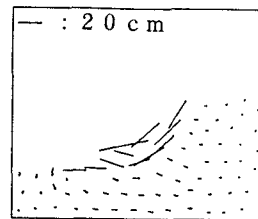
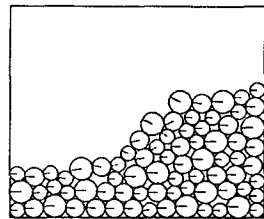
CEM要素を乱数発生により配置させ、重力により自由落下させた後に粘着力 C を導入し、高さ11.4m、幅20.0mの初期モデルを作成する。

<t=0.65 s>

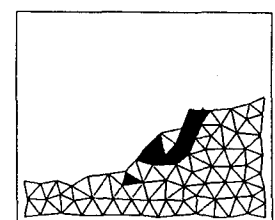
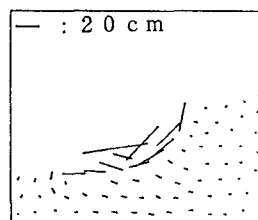
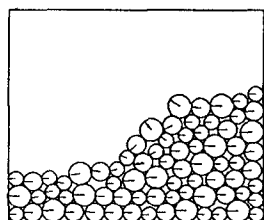


■ : せん断ひずみ 10%以上

<t=1.25 s>



<t=1.75 s>



(A) 地盤モデル

(B) 変位ベクトル

(C) せん断ひずみ分布

図-1 斜面挙動の解析結果

次に、初期モデルの不要な要素を消去することにより掘削をシュミレートし、斜面高さ6.5m、傾斜角50°の斜面を作成し、その後の地盤挙動を追跡した。

掘削開始時を基準($t=0$)にした各時刻での(A)地盤モデル、(B)粒子中心の変位ベクトル、(C)粒子中心点を結んで作成した3角形領域の最大せん断ひずみ分布を図-1に示す。ただし、変位ベクトルは各要素中心の掘削前の位置座標と現時刻での位置座標をベクトル表示したものである。

初期状態では既に重力が作用しているので、掘削終了直後 $t=0.65$ 秒では、掘削による応力解放が生じ、残った領域の応力分布は変化し、地盤が掘削領域方向に動いているのが分かる。また、この時点では地盤は連続体としての特性を保持している。 $t=1.25$ 秒では、斜面の右上から左下にかけてすべりの発生していることが変位ベクトルの結果、及び最大せん断ひずみの分布形状から理解できる。また、これらの結果と共に、要素の動きからも地盤が不連続体挙動を示していることが理解できる。

(B) 強度低下による斜面挙動

ここでは、初期の地盤強度が雨などの外的要因により低下した場合を想定して斜面解析を行った。この解析では粘着力の効果を上げるために要素を自由落下させた後に上壁により圧縮パッキングを行い、初期粘着力 C を導入している。地盤の大きさは高さ14.6m、幅22.0mであり、掘削により高さ7.3m、傾斜角50°の斜面を作成する。掘削により斜面を作成($t=0.55$ 秒)しても、初期粘着力が発揮されている状態では、地盤に破壊現象は生じず、連続体としての特性を保っていたが、粘着力を低下させる事により、斜面は崩壊した。掘削終了直後において互いに接触していた要素の中心を直線で結ぶ事により、地盤挙動を追跡した結果が図-2である。 $t=3.35$ 秒において強度を低下させると、4.2秒においては斜面上部は沈下し、低部は膨らみを示しているが、しかし要素は互いに接触し、連続体として挙動している。しかし5.6秒においては、互いに接触していた要素の一部が分離し、不連続体挙動を示す様になるが、その分離位置をたどる事によりすべり位置を見いだす事が可能である。

3. 結 論

斜面のCEM解析を行うことにより、以下に示す結論が得られた。

- 1) 粒子の変形及び粒子間の粘着力を考慮したCEMを用いることによって、当初連続体挙動を示していた斜面にすべり面が発生し、それが崩壊して不連続体挙動を呈するまでの解析を連続的に行うことができた。
- 2) 変位ベクトル、せん断ひずみ分布から、斜面内部の崩壊挙動の発達状況をとらえることができ、また要素の挙動がはっきり分かれている部分、すなわちすべり面の位置を明確に捉える事ができた。

参考文献：1)久武・村上・森；CEMにおける定数決定、第27回土質工学研究発表会, 1992.

2)久武・村上・森；CEMによる連続体・不連続体の統一解析の試み、第24回岩盤力学に関するシンポジウム, 1992.

3)久武・村上；個別要素法の地盤工学適用に関する二、三の考察、日本応用地質学会, 1990.

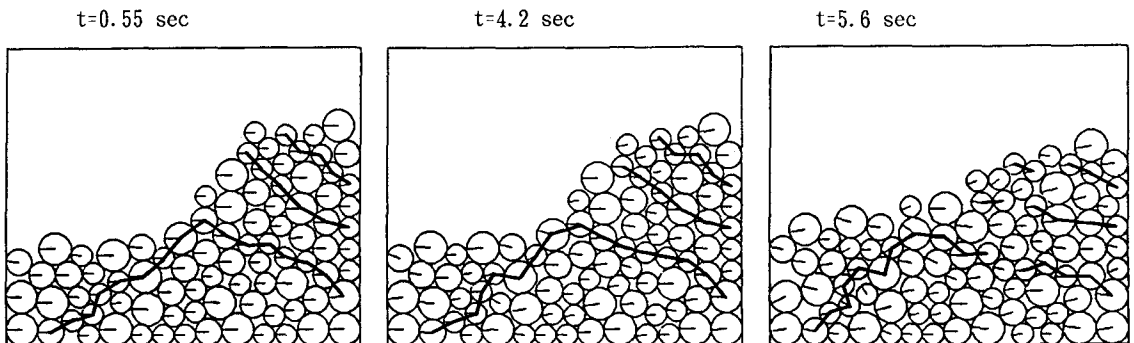


図-3 強度低下による斜面の崩壊挙動