

III-209

個別要素法の不連続性岩盤挙動解析手法への適用性に関する検討

東京電力(株) 正 西脇芳文
 〃 正 井上直洋
 東電設計(株) 三宅俊昭

1. はじめに

地下空間の利用としては、トンネル、地下発電所等の地下構造物に加えてエネルギー貯蔵施設、生活関連諸施設の地下立地等が検討されている。それらの構造物を地下立地するに当たっては、岩盤内の亀裂の影響を考慮した不連続性岩盤としての設計および施工法の確立が必要であるが、従来の解析的検討の中心は連続体解析(FEM)であり、変形が大きい場合の取扱いが困難であるとされてきた。一方、不連続体解析では、連続体解析における弾性論のように理論的体系が整っていないため、解析結果の検証は実験あるいは実際の挙動との対比に頼らざるを得ない。本稿では、解析方法として個別要素法(DEM)を取上げ、剛体ブロックによる模型実験と比較することにより、不連続性岩盤解析手法への適用性について検討した。

2. ブロック実験およびDEMシミュレーション

(1) ブロック落下実験

DEMの機能検証のためにブロック落下実験を実施し、材料試験より得られた物性とDEM特有のパラメータとの関係を考察した。材料試験結果は表-1に、また、実験結果は図-1に示すとおりである。シミュレーションとしては、単位体積重量および垂直バネ定数については材料試験から得られた単位体積重量および静弾性係数を用いることとし、せん断バネ定数および摩擦係数を変化させたパラメータスタディを行った。最も実験結果に近い挙動を示していると思われるシミュレーション結果は図-2に示すとおりである。この時の解析に用いた物性値は表-2に示すとおりである。このシミュレーション結果から、DEMの物性について次のようなことが言える。

- a. 垂直バネ定数および単位体積重量については、これを実験から求められた値に設定しても十分な解が得られていることから、材料試験で得られた値を用いればよいと考えられる。
- b. せん断バネ定数は反発後のブロックの回転に関与しており、アクリルの場合には垂直バネ定数の1/2程度、モルタルでは垂直バネ定数と同程度の値の場合に実験との近似性が高かった。
- c. 摩擦係数は反発後の反発高さおよび距離に関与しており、アクリル、モルタルとも材料実験より大きめの値を用いた場合に実験との近似性が高かった。

(2) 傾斜模型実験

不連続性岩盤挙動解析手法への適用性を検討するため、重力場におけるブロックの崩壊事例を取り上げた。図-3に示す傾斜模型実験装置(平面内に設置したモデルに対して徐々に重力が働くようにしたもの)を用いてアクリルブロックで不連続性岩盤をモデル化し、ブロックの寸法(正方形50×50mm、25×25mm、長方形50×25mm)、空洞の大きさ(幅70.7~212.1mm、高さ106.1~176.8mm)、節理角度(0°, 27°, 45°, 63°)を様々変化した崩壊模型実験およびシミュレーション解析を実施した。図-4, 5は実験結果および解析結果の一例であるが、これらは比較的近似性が高いことを示している。

3. まとめ

模型実験レベルでのDEMの不連続性岩盤挙動解析手法への適用性に関する基礎的な検討を行った。これらの結果に対する考察を現在実施しているところである。この解析手法の適用にあたっては、実岩盤における節理のモデル化、初期地圧の考慮等の問題があり、それら多くの課題を解決する必要がある。

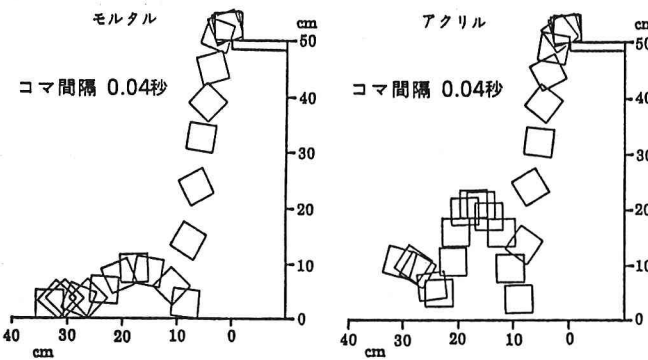
(参考文献) 石田他: 斜面の転倒・滑落破壊に関する個別剛体要素法の適用性について, 第15回岩盤力学シンポジウム, pp. 160~164, 1983

表ー1 材料試験結果

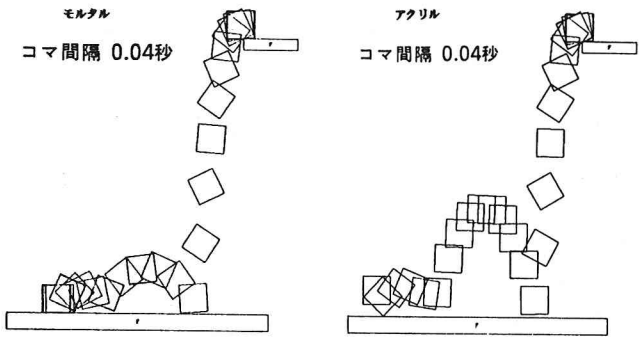
	単位体積重量 (gf/cm ³)	静弾性係数 (kgf/cm ²)	摩擦係数
アクリル	1.18	36500	0.5
モルタル	2.13	195000	0.4

表ー2 解析に用いた物性値

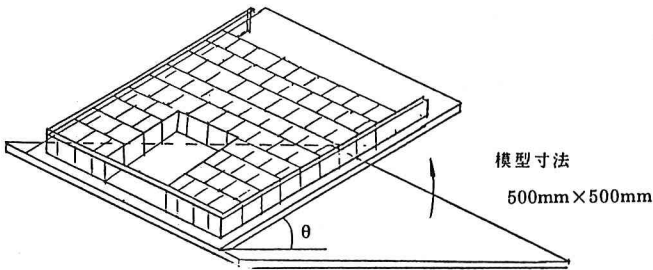
	単位体積重量 (gf/cm ³)	垂直バネ定数 (kgf/cm ²)	せん断バネ定数 (kgf/cm ²)	摩擦係数
アクリル	1.18	36500	17500	0.62
モルタル	2.13	195000	195000	0.60



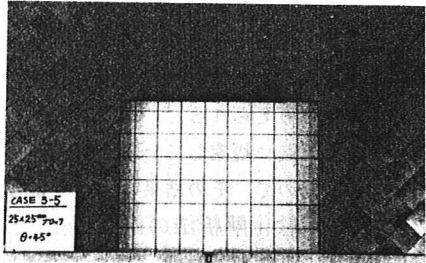
図ー1 落下実験結果



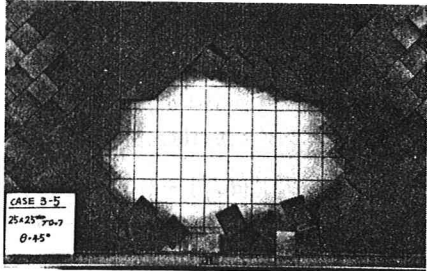
図ー2 シミュレーション結果



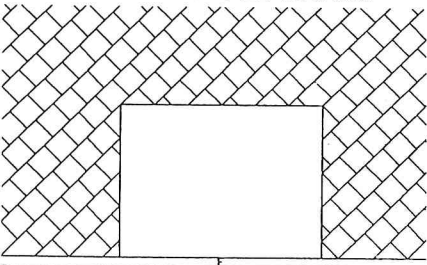
図ー3 傾斜模型実験の概念



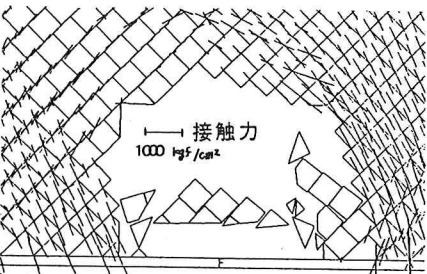
図ー4.1 傾斜模型実験（傾斜前）



図ー4.2 傾斜模型実験（傾斜後）



図ー5.1 シミュレーションモデル



図ー5.2 シミュレーション結果