

地盤耐震工学における数値解析手法の現状と課題

ーシームレスな解析の実現に向けてー

キーワード：周辺斜面，有限要素法，粒子法，個別要素法，ハイブリッド法 報告書番号：N15011

背景

原子力発電所周辺斜面の地震時安定性評価手法には，連続体解析と不連続体解析の 2 つの解析手法が存在し，独立して知見の蓄積が進められている．一方，複数の解析手法を用いて保守的な評価を行っている現状では，過度に保守的になり，合理性に欠ける場合がある．そこで，連続体解析と不連続体解析を適切にハイブリッドすることで，1 つの解析手法により微小変形から崩落に至る挙動を再現できれば，斜面の地震時安定性評価手法の合理化に資するだけでなく，解析手法の評価精度の向上が期待される（図 1）．

目的

地盤耐震工学分野での数値解析事例を中心に，連続体解析，不連続体解析および両者のハイブリッド解析という 3 つの視点で整理し，今後の研究課題を抽出する．

主な成果

1. 地盤耐震工学における数値解析手法の現状

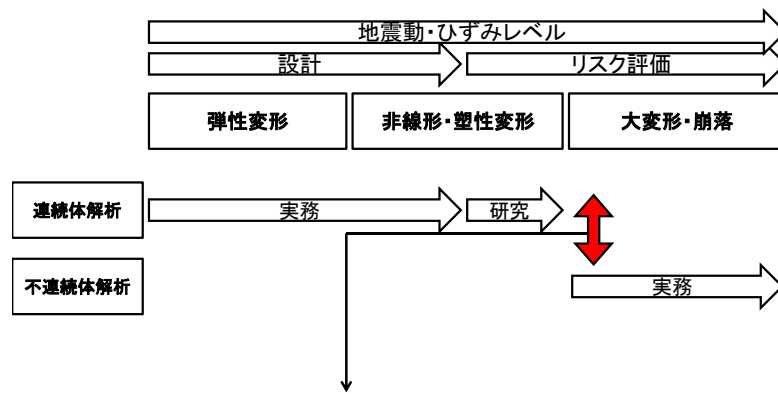
連続体解析では，有限要素法（Finite Element Method，以下，FEM と記載）による評価が主流であるが，最近では，粒子法（連続体の方程式を粒子で離散化する数値解析手法）を用いた例も見られる．FEM の研究としては，非線形解析による地盤の変形量評価に関するものが多い．一方で，粒子法は実証例は少なく，解析手法自体の開発に主眼が置かれている．さらに，解析手法固有のパラメータが複数あり，試行錯誤的に決められている状況である．不連続体解析では，個別要素法（Distinct Element Method，以下，DEM と記載）を用いた例が多いが，パラメータの設定は，粒子法同様，課題が残る．一方，ハイブリッド解析では，FEM，粒子法と DEM をハイブリッドし，力の伝達を計算している解析事例がある．

2. 連続体解析と不連続体解析のハイブリッドにおける課題

- 1) 連続体解析における要素から不連続体解析における要素に変換する（以下，要素変換と記載）条件，それに関する定数の設定方法の標準化である．
- 2) 要素変換後の合理的な DEM 粒子の物性設定である．ばね定数や粘性減衰係数は理論式の適用や材料実験などにより決定している例がある．回転抵抗は，DEM 粒子を用いた解析で，強応力鎖の安定性やすべり面との関係性が指摘されているものの，チューニングパラメータが存在するため，室内試験などから推定する必要がある．

今後の展開

抽出した課題を踏まえて，ハイブリッド解析コードを開発する（図 2）．



- ・複数の解析手法を用いて保守的な評価を行っている
- ・一つの解析手法により、評価手法の合理化や精度向上の可能性有

図1 原子力発電所周辺斜面の地震時安定性評価手法の現状と課題

複数の解析手法を用いて保守的な評価を行っている現状では、解析手法間の結果の整合性がとれないことや過度に保守的になり合理性に欠ける場合がある。

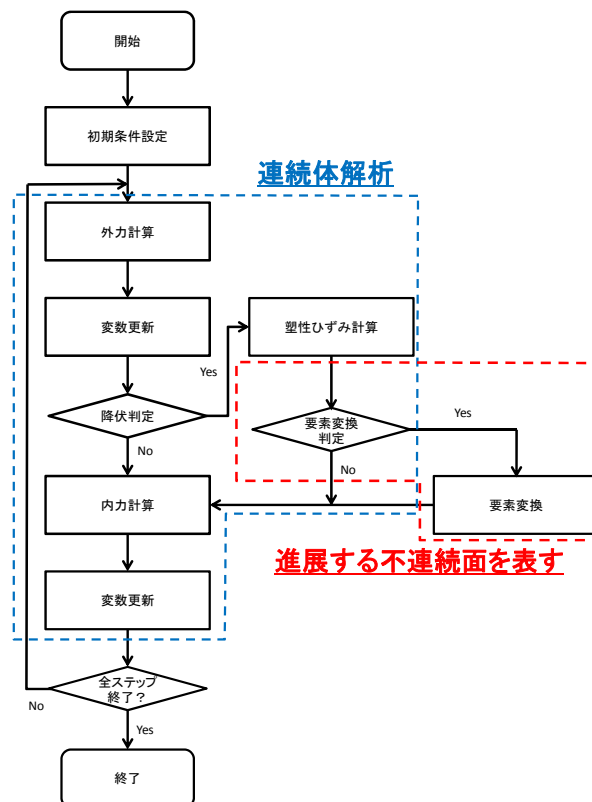


図2 ハイブリッド解析コードの計算フロー

連続体解析に要素変換機能を導入にすることで、地盤材料に進展する不連続面を表せる可能性がある。

研究担当者	吉田 泰基（地球工学研究所 地震工学領域）
問い合わせ先	電力中央研究所 地球工学研究所 研究管理担当スタッフ Tel. 04-7182-1181(代) E-mail : cerl-rr-ml@criepi.denken.or.jp