

重点(プロジェクト)課題 - リスクの最適マネジメントの確立

自然外部事象に対する原子力施設の安全性評価技術の高度化

背景・目的

福島第一原子力発電所の事故により、原子力発電所の安全性確保の取り組みに対する社会の信頼が揺らぎ、原子力発電所が長期間停止している状況にある。原子力発電は、低炭素社会を実現するための有力な発電方式である

とともに、安定供給を支える基幹電源であり、長期停止を回避する必要がある。

本課題では、安全性確保の取り組みに対する信頼回復に向け、自然外部事象に対する原子力発電所の安全性評価技術の向上を図る。

主な成果

1 津波波力の簡易評価手法の開発

設計基準を超える巨大津波に対する施設・設備の健全性を評価するために、津波による波力を合理的に評価する新たな手法を開発した。開発した手法は、津波のエネルギーから津波波力を簡易かつ高精度に推定することが可能で

ある。本手法による推定結果を当所で開発した三次元数値流体解析コードSLOSH-NAGAREを用いた解析結果と比較し、その妥当性を確認した(図1)[N12010]。今後は、幅広い条件下での簡易評価手法の適用性検証を行う。

2 斜面崩壊による影響範囲評価手法の検証解析

安全上重要な建物・構築物および設備に及ぼす斜面崩壊の影響を評価する手法(三次元個別要素法)の開発を行っている。この手法の検証のために、振動台を用いた斜面崩落実験結果の数値シミュレーションを岩塊群のモデル化手法*1および解析パラメーターの設定法を

整備し実施した。岩塊の動摩擦係数と反発係数に基づく解析パラメーターを適切に設定することで、斜面崩落実験の岩塊群の崩落量や影響範囲を良好に再現することができ、評価手法の妥当性が示された(図2)。今後は実斜面の崩落事例の解析を行い、検証を進める。

3 断層の大型ボーリングコア採取装置の開発

基礎地盤および周辺斜面の安定性評価の信頼性を高めるため、乱れの少ないサンプリングにより断層の力学特性等を取得可能な、直径20cmの大型のボーリングコア採取装置を開発した(特許2件出願)。開発した装置の特徴は、コアパレル*2の直上に回転動力を設置して振動を抑制すること、採取したコアを試験装置

にそのまま設置できるようゴム製のスリーブを着けた状態でサンプリングできること、コアの下端を3方向からせり出す根切りビットで切断して回収することにある(図3)。凝灰岩を用いたコア採取を実施し、本装置の性能を確認した。今後は、現場での採取試験を行い、装置の有効性の検証を実施する。

4 降下火山灰評価手法高度化のための噴煙柱数値解析手法の開発

火山噴火に伴い広域的に発生する降下火山灰(降灰)の定量的評価手法を高度化するために、噴煙柱および噴煙・降灰現象の数値解析手法を段階的に開発している。噴煙柱について、多様な噴煙形状を再現するための非定常三次元噴煙柱解析コードを開発し、噴煙形状に及ぼす乱流モデルの影響を評価した。

その結果、実規模の噴煙柱体系では、噴出速度に応じて噴煙形状が変化すること、また、乱流モデルの種類が噴煙柱形状に影響を及ぼすこと(図4)が示された[N12003]。これらの成果を踏まえて、噴煙柱および噴煙・降灰現象の数値解析手法の開発を進める。

*1 数個の球体を剛結することで崩落岩塊の寸法比を考慮できる岩塊モデル。

*2 ボーリング時にコア(試料)を取り込む中空の管。

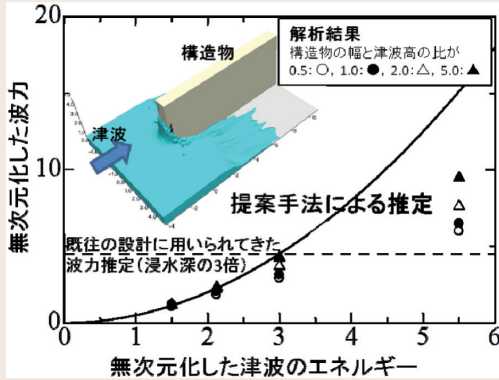


図1 津波波力簡易評価手法と数値流体解析結果の比較
開発した津波波力簡易評価手法の検証のため、構造物の幅と津波高の比を変えて数値シミュレーションを実施した。比較の結果、開発した手法の妥当性が示されたとともに、従来から設計で用いられてきた浸水深の3倍を波力とする評価式は、無次元化した津波のエネルギーが小さい領域では過大に評価される傾向にあることを明らかにした。

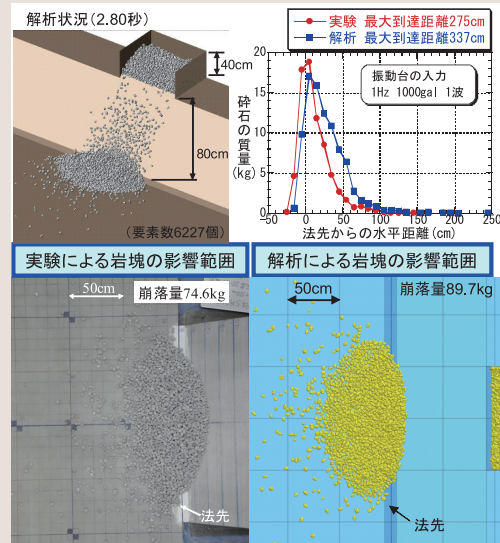


図2 斜面崩落実験の数値シミュレーションによる影響範囲評価手法の検証

斜面崩壊による影響範囲評価手法の検証のため、振動台を用いた斜面崩落実験の本手法による数値シミュレーションを実施した。解析結果は、振動台の加振による崩落量、岩塊群の到達距離や拡がり幅等、斜面崩落実験の結果を良好に再現でき、本手法の妥当性が示された。



図3 開発した大型ボーリングコア採取装置

高品質の断層をサンプリングするため、直径20cmの大型のボーリングコア採取装置を考案(特許2件出願)・試作した。試作した装置を用いて、凝灰岩のサンプリングを行い、下端の切断・回収やゴムスリーブの挿入が正常に機能することを確認した。

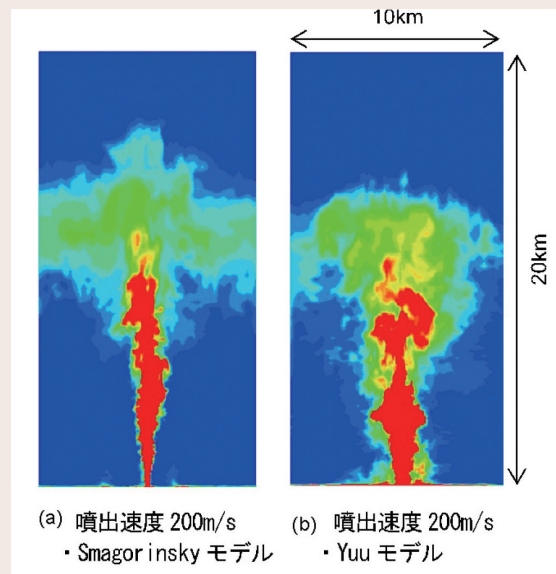


図4 噴煙柱数値解析における噴出速度と乱流モデルの影響

開発した噴煙柱の数値解析手法により評価した、火山灰粒子の濃度(体積分率)を示す。乱流モデルの異なる(a)と(b)の結果を比較すると、噴煙柱の形状が変化しており、噴煙柱解析において、乱流モデルが結果に大きく影響を及ぼすことが明らかになった。