

## 原子力土木構造物の耐震裕度評価

## 背景・目的

平成18年の原子力発電所耐震設計審査指針改訂以降、国民の耐震安全性に関する不安や懸念に応えるために「耐震安全性の再評価（バックチェック）」、「耐震裕度評価」、「残余のリスク評価」等の実施が事業者に要請されている。耐震裕度評価は、地震入力に対して構造物がどの程度の余裕を有するかを定量的に示すことにより、原子力発電所の耐震安全性に対する国民の理解を促進することを目指している。

本課題では、原子力土木構造物の耐震裕度の評価法を確立するために、「どこまで大きな地震が生じるのか」、「どこまで構造物は地震に耐えられるのか」、「どのように得られた結果を説明していくのか」について明らかにする。

## 主な成果

## 1. 活断層の連動性評価 ーどこまで大きな地震が生じるのか

活断層の連動性は、設計用地震動の大きさを決める上で重要であるため、1891年濃尾地震（M8.0）時の二つの活断層の連動区間について、地形・地質調査及び微小地震観測等の地球物理学的調査を行った（図1）。その結果、二つの活断層が並走する区間の長さ、二つの活断層を連結する断層の有無、弾性波速度構造の急変が連動性指標となる可能性があることが明らかとなった。

## 2. 岩盤の引張および動的物性評価 ーどこまで構造物は耐えられるのか

大きな地震動を受けると原子炉建屋の基礎地盤や周辺斜面では引張力が発生する。従来は、信頼性の高い岩盤の引張強度を現地で測定出来ない等の理由により、引張強度がないと仮定して評価が行われてきた。そこで、従来想定していた地震動よりも大きな揺れに対しても耐えることを明らかにするために、原位置で岩盤の引張強度が測定できる一軸引張試験装置（図2）を世界に先駆けて開発・製作した。

## 3. 斜面の耐震性評価フローの構築 ーどこまで構造物は耐えられるのか

設計用地震動を大きく超える地震動で岩盤斜面が崩壊したとしても、原子炉建屋等の重要構造物に影響を及ぼすとは限らないため、崩壊後の影響を考慮できる新たな評価フロー（図3）を提案した。また、斜面の安定性及び滑り安全率（フロー①、②）の合理的な評価法の提案 [N09030]、岩塊到達距離評価（フロー③）のための基礎的データの取得 [N09029] を行った。

## 4. 耐震裕度評価およびリスクコミュニケーション手法の構築 ーどのように得られた結果を説明していくのか

国の安全目標が確率論に基づくリスクによって定量的に示される可能性があるため、構造物の耐震裕度とリスクとの対応関係を明らかにすることが重要となっている。そこで、構造物の耐震裕度（限界値と設計値の差）と地震リスク（残余のリスク）との関係を示すダイアグラム（図4）を提案し、耐震裕度からリスクを推定することを可能にした。

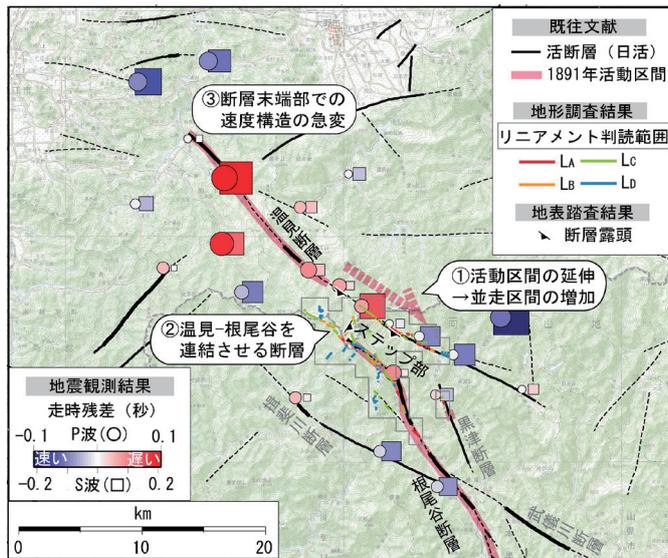


図1 濃尾地震断層系における調査結果（暫定）

1891年の地震で連動破壊した温見断層・根尾谷断層間のステップ部に注目し、地形・地表調査、微小地震観測等を実施した。その結果、断層の連動性を示す可能性のあるいくつかの指標を見出した。

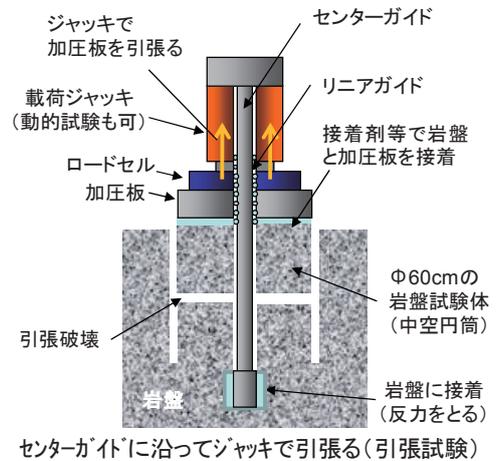


図2 原位置岩盤引張試験装置

発電所の建設現場において、岩盤の引張強度を測定するために開発した装置。

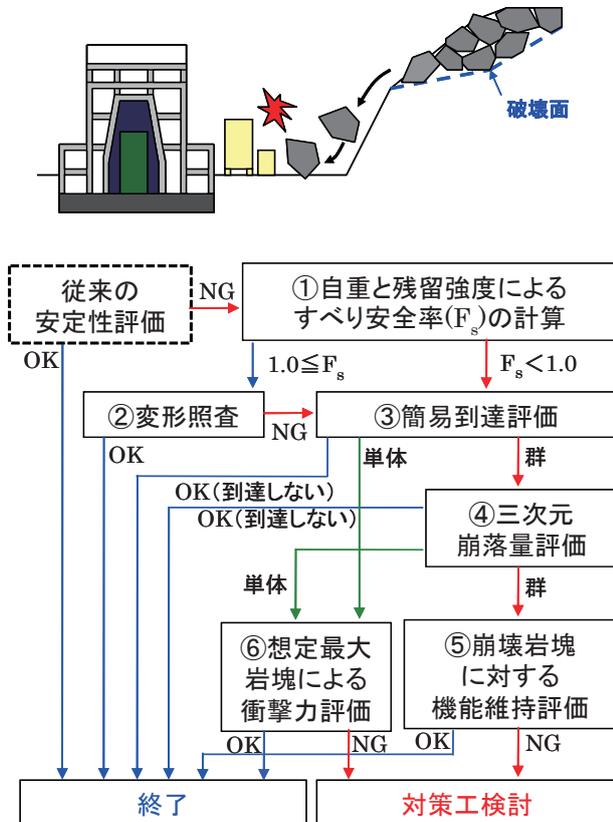


図3 斜面の耐震性評価フロー

従来の力の釣り合いによる安定性評価手法を拡張し、斜面の滑落や対策までカバーする評価の枠組みを提案した。

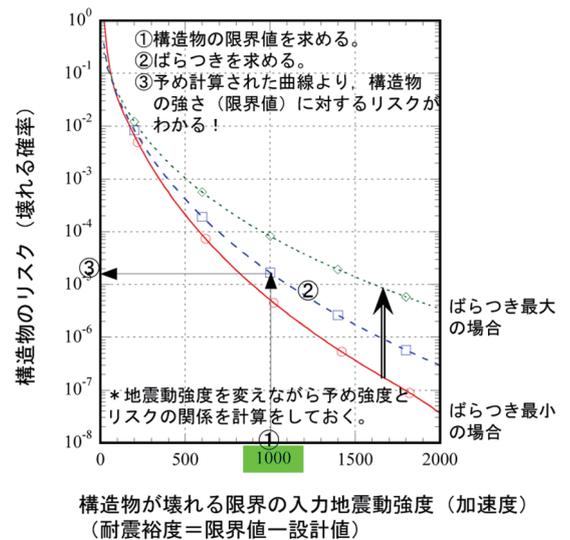


図4 構造耐力（限界加速度）～リスクの関係  
対象地点の地震ハザード曲線と構造物の損傷度曲線より、構造耐力（限界加速度）で定義した耐震裕度とリスク（年損傷確率）を関係付けることが可能である。