

原子力プラントの包括的安全性向上のための地震時クリフエッジ回避技術の開発 その6：クリフエッジの定義と表現方法

Development of seismic counter measures against cliff edges
for enhancement of comprehensive safety of nuclear power plants

Part6: Definition and representation of cliff edges

* 高田毅士¹, 糸井達哉¹, 肥田剛典¹, 村松健², 牟田仁²,
山野秀将³, 西田明美³, 皆川佳祐⁴, 古屋治⁵

¹東京大学, ²東京都市大学, ³原子力研究開発機構, ⁴埼玉工業大学, ⁵東京電機大学

原子力プラントの地盤－建屋－設備機器－安全系－人間システム全体系を各分野領域横断的に取り扱い、全体系および各部の要求性能を明確化した後、それに係るクリフエッジを各分野において特定・定量化し、プラント挙動を俯瞰的に把握しつつ、これらを回避する技術を開発することを目的とする。

キーワード：地震時要求性能、クリフエッジ、プラント地震時挙動、人間挙動、SSCH

1. 緒言 2011年東北地方太平洋沖地震の発生により、福島第一原子力発電所は強い地震動と津波の襲来により全電源喪失を経て大事故に発展した。この事故は、地盤・構造物・システム・設備機器・人間に関する様々な要因が重なって生じたものであり、プラント全体がいわゆるクリフエッジ状態となって大事故に発展したものである。原子力発電所プラントは、周辺環境、建屋や機器、それらを操作・制御する人間を含めた、複雑で巨大な系であり、それぞれの要素においてクリフエッジが存在することから、地震時のクリフエッジを特定し、それらを回避する技術の開発が必要である。

2. クリフエッジの定義 クリフエッジを大きく二種類に分類・定義する。一つは、物理的クリフエッジであり、もう一つは知識起因クリフエッジとする(図1, 2参照)。物理的クリフエッジは、入力の変化が少し変わることで、事故の影響が大きく増加する状態を指す。構築物・システム・機器(SSC)の機能に加えて人員(H)や組織の機能が同時喪失することで顕在化すると考えられる、また、非可逆的な状態に移行する場合もこの分類である。例えば、地震共通原因による炉心損傷の発生、免震建物の擁壁への衝突等が挙げられる。一方、知識起因クリフエッジは、想定外事象の発生や入力地震動の増大に伴う解析対象範囲を超えた未知領域あるいは想定対象外領域への突入をいう。即ち、これまでの経験からでは想定出来ないような未知領域への突入や、用いた理論を超えた範囲の挙動の発生などを言う。例えば、弾性解析範囲から強非線形挙動への逸脱、簡易モデル化の前提条件外の領域などである。

3. 結論 まずは、これらのクリフエッジを各構成要素毎に特定し深層防護の考え方を利用してクリフエッジ回避技術の検討を行う。

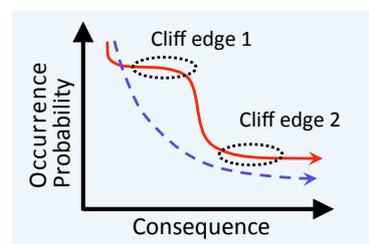


図1 物理的クリフエッジ

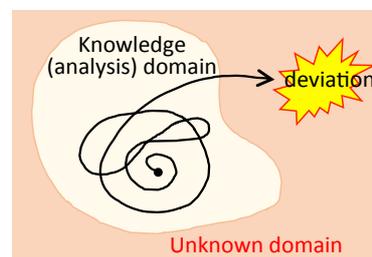


図2 知識起因クリフエッジ

*T. Takada¹, T. Itoi¹, T. Hida¹, K. Muramatsu², H. Muta², H. Yamano³, A. Nishida³, K. Minagawa⁴, O. Furuya⁵

¹University of Tokyo, ²Tokyo City University, ³JAEA, ⁴Saitama Institute of Technology, ⁵Tokyo Denki University