地震フラジリティ評価手法の高度化の提案
（1）概要

Improvement of fragility evaluation method on seismic PRA

(1) Overview

*蛯沢 勝三[1]，山田 博幸[1]，原口 龍将[2]，菊池 和彦[3]

[1]電中研，[2]三菱重工，[3]四国電力

著者等は、地震 PRA における建屋・機器フラジリティ評価手法の一層の高度化の一環として、日米、IAEA 等の最新動向の分析・検討を行い、重要項目を同定した上で、それらの高度化を進めている。

キーワード：地震フラジリティ、不確実さ、断層モデル、入力地震動、建屋の動的非線形応答

1. はじめに

著者等は、地震 PRA における建屋・機器フラジリティ評価手法の一層の高度化の一環として、評価手法に係る日米、IAEA 等の最新動向を分析・検討し、重要項目を同定した上で、それらの高度化を進めている。主な重要項目としては、次の 4 つが挙げられる。① 保守要因の現象論的･認識論的不確実さを考慮したフラジリティ評価の総合的体系の明確化、② 建屋･機器の応答評価用入力地震動の作成に係るサブ応答係数評価の高度化、③ 建屋動的非線形応答特性を考慮した建屋･機器のサブ応答係数の高度化、④ ①～③の定量的適用を考慮した成立性の確認。①については(1)、②、③については(2)、④については(3)で記述する。

2. 日米・IAEA 等における建屋・機器フラジリティ評価に係る最新動向の概要

著者等は、地震フラジリティ評価手法の高度化のため、国内学会、米国の NRC，EPRI 及び IAEA におけるフラジリティ評価に係る関連文献を分析・検討した。日本原子力学会は、地震 PRA 実施基準を 8 年ぶりに改訂した[1]。NRA は、2011 年 3 月の福島第一原子力発電所事故（以下、「1F 事故」という。）を踏まえ、実用発電用原子炉の安全性向上評価に関する運用ガイドを公表した[2]。NRC 及び EPRI は、1F 事故以降、フラジリティ評価を含めた PRA の最新報告書を公表している[3]。IAEA では、断層モデルに係る Safety Report が策定された[4]。このことから、断層モデルの建屋・機器フラジリティ評価への反映が一層重要になると考える。本研究における統合的体系の検討（図 1）では、米国等の最新評価手順を参照した。

3. 日本の建屋・機器フラジリティ評価手法の概要と評価手法の高度化の提案

3-1. 評価手法の概要　地震 PRA 実施基準では、3 つの建屋・機器フラジリティ評価手法が挙げられている（簡易法：Zion 法/原研法、詳細法：応答解析法）。また、これらの組み合わせも明記されている。

3-2. 重要項目①に対する評価手法の高度化　フラジリティ評価における(A)地震 PRA における FT 展開上の構造物・機器(SCs: Structures & Components)の数は約 300-400 個であり、１つ１つの設計仕様を考慮して評価することは、作業量が多くなる。(B)これを効率化する評価手順として、まず、対象 SCs の属性を考慮して分類する。次いで、分類 SC 毎の現実的な耐力及び応答に係るパラメータを設定する方法を検討した。(C)これらのパラメータを用いて、フラジリティ試評価を行い、手法の成立性を確認した。

3-3. 重要項目②～④に対する評価手法の高度化

著者等は、上記評価手法の簡易法及び詳細法の得失を考慮して両者を組み合わせると共に、応答評価に断層モデルを活用する評価手法の高度化等を提案した。この詳細は(2)で示す。①～③の定量的検討と成立性確認の詳細は、(3)で示す。

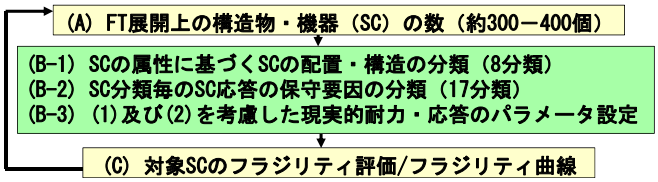

図1　総合的体系の検討

参考文献　[1] 日本原子力学会 (AESJ-SC-P006:2015,2015), [2]NRA(2014), [3]EPRI(TR-3002000709,2013), [4]IAEA(Safety Reports Series No.85, 2015), [5] ERPI (TR-1019200, 2009).

* Katsumi Ebisawa [1], Hiroyuki Yamada[1], Ryusuke Haraguchi[2] and Kazuhiko Kikuchi[3]

[1]CRIEPI, [2]MHI, [3]YONDEN