小破断 LOCA 時高圧注入系不作動事象への統計的手法の適用
(15) 実機統計解析 その２

Application of the statistical method to the small break LOCA with high pressure injection failure

(15) Statistical Safety Analysis in a PWR, Part2

*木下 郁男 [1]，鳥毛 俊秀 [1]，山田 実 [2]

[1] 原子力安全システム研究所，[2] MHI ﾆｭｰｸﾘｱｼｽﾃﾑｽﾞ・ｿﾘｭｰｼｮﾝｽﾞ ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ

小破断 LOCA 時 HPI 不作動事象のアクシデントマネジメント(AM)策「2 次系強制冷却による低圧注入」の信頼性向上のため、実機プラントを対象とした本 AM 策の解析に統計的安全評価手法を適用し、PCT 評価の不確かさの定量化を検討した。

キーワード：小破断 LOCA，統計的手法，RELAP5，PCT

1. 緒言　小破断 LOCA 時 HPI 不作動事象におけるアクシデントマネジメント策「2 次系強制冷却による低圧注入」の RELAP5 解析に対し、統計的手法の適用を進めている。解析コードには RELAP5/MOD3.2 を用いる。本報では、国内代表 4 ループ PWR プラントを対象に、これまでに定量化した不確かさ分布に基づき、重要現象に係る解析モデルのパラメータを統計的に扱った解析を実施し、被覆管表面最高温度(PCT)評価の不確かさの定量化を検討した。

２．解析方法　統計解析のベースケースとして、2 次側強制減圧の条件は、「炉心出口温度が 350℃に達してから 2 分後に主蒸気逃し弁を全開にする」とした。また、破断口の条件は、破断サイズ、向き、位置を振った感度解析の結果から PCT が最も高くなった「低温側配管、下向き、3 インチ破断」とした。不確かさパラメータの母集団からのサンプリングには、ランダムサンプリング法を採用した。計算結果の評価法には、順序統計法を用いた。単一の評価パラメータ(PCT)に対し、95%信頼水準 95%累積確率値を満足するよう、統計解析のケース数は Wilks の式に基づき 59 ケースとした。

３．解析結果　PCT の時間進展を図 1 に示す。統計解析を行った全ケースにおいて、PCT 等の主要パラメータの時間進展は定性的に同様であり、かつベースケースとも定性的に同様であった。全ケースの PCT の累積頻度を図 2 に示す。PCT の平均値は 1239K であり、ベースケースと同程度になった。PCT の最大値は 1383K、最小値は 1128K となった。PCT の 95%信頼水準 95%累積確率値は 1473K 以下となり、RELAP5 コードの解析モデルの不確かさを含めても、炉心健全性の指標を満足する結果となった。PCT と重要現象との相関を表 1 に示す。露出炉心熱伝達が特に相関係数が大きく、顕著な負の相関が認められた。

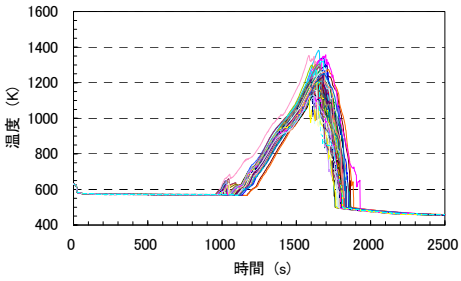

図 1　PCT の時間進展

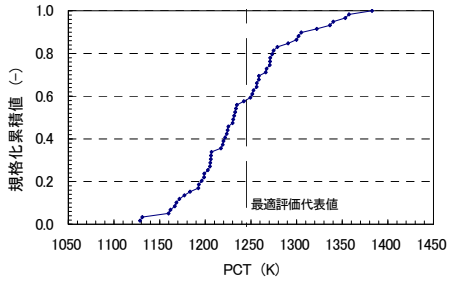

図 2　PCT の累積値

表 1　PCT と重要現象の相関

重要現象	相関係数
被覆管酸化	0.06
崩壊熱	0.19
被覆管変形	0.03
露出炉心熱伝達	-0.68
炉心内相間摩擦	0.28
伝熱管入口 CCFL	0.15
伝熱管凝縮熱伝達(Nusselt)	0.07
伝熱管凝縮熱伝達(Shah)	-0.08
低温側配管水平層状化	0.08
ダウンカマ相間摩擦	0.14

*Ikuo Kinoshita[1], Toshihide Torige[1] and Minoru Yamada[2]

[1]INSS, [2]MHI NSENG