

六ヶ所再処理施設を対象とした内的事象 PRA に係る人間信頼性解析の検討

Examination of human reliability analysis for internal event PRA at Rokkasho Reprocessing Plant

*山本 将寛¹, 武部 和巳¹, 芳賀 弘樹¹, 岸本 和也², 水野 義信³, 小玉 貴司¹, 早海 賢¹

¹日本原燃株式会社, ²三菱重工業株式会社, ³MHI NS エンジニアリング株式会社

再処理施設における事故の特徴として、起因事象発生後に事象が顕在化するまでの進展は緩慢である。本稿では、このような特徴を踏まえた人的過誤確率への影響について検討した。

キーワード：確率論的リスク評価（PRA）、人間信頼性解析（HRA）、再処理施設

1. 緒言

安全性の向上に資することを目的として、六ヶ所再処理施設の重大事故を対象に内的事象の確率論的リスク評価（PRA）のモデル整備を進めている。人間信頼性解析については、これまで日本原子力学会標準で推奨されている THERP 手法を使用してきたが、今回、人間信頼性解析手法の高度化の一環として、米国電力中央研究所が開発したソフトウェア「HRA Calculator」を適用し、人的過誤確率（HEP）の試評価を実施した。

2. 人間信頼性解析の評価対象ケース

評価対象ケースとして、高レベル濃縮廃液貯槽の冷却停止に伴う沸騰事象に係るシナリオを対象とした。高レベル濃縮廃液貯槽の冷却系は、独立2系統（内部ループ A,B）が設置されており、通常時には、内部ループ A,B それぞれに設置している2台の高レベル濃縮廃液貯槽冷却水ポンプのうち1台が運転しており、もう1台が予備機として待機状態にある。内部ループ A,B それぞれの運転中の冷却水ポンプが故障により運転できなくなった場合には、運転員が手動で予備機を起動する。本シナリオでは、イベントツリーの起因事象として内部ループ A の機能喪失、緩和系として内部ループ B の機能喪失をモデル化する。具体的には、内部ループ A のポンプ A（運転中）の機能喪失後にポンプ B（待機中）の手動起動に失敗することにより起因事象が発生した後に、内部ループ B のポンプ A（運転中）の機能喪失後にポンプ B（待機中）の手動起動に失敗することで緩和系が機能喪失となる。

3. 評価結果

今回の評価対象ケースに HRA Calculator の適用した結果を表1に示す。なお、内部ループ A のポンプ B 手動起動の HEP と比較して、内部ループ B のポンプ B 手動起動の HEP が高い理由は、当該操作に失敗した場合にはポンプが全て停止になることを考慮して内部ループ A のポンプ B 手動起動操作よりストレスレベルを高く設定したためである（操作 HEP は THERP 手法により評価）。

診断 HEP および操作 HEP については、高レベル濃縮廃液の沸騰に至るまでの余裕時間が長いため、Total HEP（Total HEP=診断 HEP+操作 HEP）のうち操作 HEP が支配的である。ここで、診断 HEP（CBDTM）については、余裕時間が長いことで多数の要員によるリカバリーに期待できることや手順書等の整備状況を反映したことで数値が小さくなった。一方で、診断 HEP（HCR/ORE）については、余裕時間の長さが直接評価に反映されて数値が小さくなった。

今回の評価対象ケースでは、再処理施設は原子力発電所と比較して事象進展が比較的緩慢であるという特徴が表れた。しかし、重大事故対応等において短い余裕時間での対応が求められる場合もあることから、再処理施設を対象とする PRA においても人間信頼性解析の重要性は高いと考えられ、引き続き最新知見の適用を検討する。

表1 HRA Calculator の適用結果

運転員操作 ^o	Total ^o HEP ^o	内訳 ^o		
		診断 HEP (CBDTM) ^o	診断 HEP (HCR/ORE) ^o	操作 ^o HEP ^o
内部ループ A ^o ポンプ B 手動起動 ^o	9.2E-06 ^o	9.7E-10 ^o	5.6E-16 ^o	9.2E-06 ^o
内部ループ B ^o ポンプ B 手動起動 ^o	2.3E-04 ^o	9.7E-10 ^o	5.6E-16 ^o	2.3E-04 ^o

*Masahiro Yamamoto¹, Kazumi Takebe¹, Hiroki Haga¹, Kazuya Kishimoto², Yoshinobu Mizuno³, Takashi Kodama¹ and Satoru Hayami¹

¹JNFL, ²MHI, ³MHI NS ENG