燃料デブリの臨界管理技術の開発
（36）福島第一原子力発電所 1 号機の PCV ｶﾞｽ管理ｼｽﾃﾑ測定値を用いた中性子源増倍係数の推定 (II)

Criticality Control Technique Development for Fukushima Daiichi Fuel Debris

(36) Neutron Multiplication Factor Estimation using Measured Data from PCV Gas Control System at Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Unit 1 (II)

*赤池 正則[1,2]，森本 裕一[1,2]，竹生 諭司[1,2]，丸山 博見[1,2,3]，鳥谷部 祐[1,2]，松本 英朗[4]
[1]IRID，[2]日立 GE，[3]現ナイス，[4]東京電力ﾎｰﾙﾃﾞｨﾝｸﾞｽ

福島第一原子力発電所1号機のPCV ｶﾞｽ管理ｼｽﾃﾑの測定エネルギー範囲を3MeVまで拡張し、Kr-87、Kr-88の高エネルギーピークを約7か月間に渡り測定した。遅れ時間及び中性子源増倍率は従前の結果と整合すること、Kr-88の放射能濃度に対する誤差割合が半減することが分かった。

キーワード：福島第一原子力発電所事故，臨界安全，中性子増倍率，測定遅れ時間，PCV ｶﾞｽ管理ｼｽﾃﾑ

1. 緒言

炉内の情報が得にくい状況にある現在、PCV ｶﾞｽ管理ｼｽﾃﾑで測定される FP ｶﾞｽ放射能濃度は炉内の状況を知る手掛りとなる貴重なデータである。今回、1 号機の PCV ｶﾞｽ管理ｼｽﾃﾑの測定エネルギー範囲を 3MeV まで拡張し、Kr-87、Kr-88 の高エネルギーピークを用いて放射能濃度を評価した。従来から測定している Xe-135 に加えて、これら核種の放射能濃度比を用いれば測定遅れ時間と中性子源増倍係数が推定できる可能性があり [1、2)]、上記データを用いて推定を試みた。

2. 測定遅れ時間と中性子源増倍係数の推定方法と結果

2-1 高エネルギーピーク測定の効果

表 1 に着目核種の崩壊ガンマ線のエネルギーと放射能濃度を示す。Kr-87 では低エネルギー側、Kr-88 では高エネルギー側ピークが誤差が小さく測定に適し、Kr-88 では、誤差が半減することがわかった。ガンマ線エネルギーにより評価値が異なるのは従来の校正曲線を高エネルギー側に外挿していることによると考えられる。

表1 放射能濃度の測定値

核種	γ 線エネルギー (keV)	放射能濃度 (Bq/cm^3)
Xe-135	250	$(1.111 \pm 0.003) \times 10^{-3}$
Kr-87	403	$(6.00 \pm 0.49) \times 10^{-5}$
	2555	$(8.36 \pm 1.17) \times 10^{-5}$
Kr-88	196	$(1.92 \pm 0.08) \times 10^{-4}$
	2392	$(1.63 \pm 0.04) \times 10^{-4}$

表2 中性子源増倍率の推定値

系統	デブリ組成	遅れ時間推定値 (h)	中性子源増倍係数(k)
B系	平均組成	2.9	0.69
	最低燃焼度組成	2.9	0.54

2-2 測定遅れ時間と中性子源増倍係数の推定

炉内での発生から PCV ｶﾞｽ管理ｼｽﾃﾑに希ｶﾞｽが到達する時間（測定遅れ時間）は、Kr-87 と Kr-88 の半減期の違いから推定できる。今回の放射能濃度結果から推定した遅れ時間は約 3 時間となり、以前の結果と同程度の値である [2)]。また、今回の放射能濃度比から推定した中性子源増倍係数は、0.54～0.69 となった。

2-3 まとめ

以上の結果から、測定エネルギー範囲を従来の 2MeV から 3MeV へ拡張し、Kr-88 の高エネルギーピークを測定することにより放射能濃度の測定値の誤差を半減できることが分かった。また、校正値の精度向上により評価値の信頼性が向上することが分かった。今後は、検出器大型化による早期検知の検討、外部有識者から意見のあった取り出し方法に対応したｶﾞｽ取り込み方法等の検討を進める。

謝辞　本件は、資源エネルギー庁『平成 26 年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金（燃料デブリ臨界管理技術の開発）」』の成果の一部を取りまとめたものである。

参考文献　[1]中村正則他「核分裂生成ガスを測定して未臨界を監視する方法(Ⅱ)」2014 年春の年会 O28（2014）
[2]丸山博見他「福島第一原子力発電所 1 号機の PCV ｶﾞｽ管理ｼｽﾃﾑ測定値を用いた中性子源増倍係数の推定」2016 秋の大会 2H14（2016）

*Masanori Akaike[1,2], Yuichi Morimoto[1,2], Satoshi Takeo[1,2], Hiromi Maruyama[1,2,3],Yu Toriyabe[1,2], Hideaki Matsumoto[4]
[1]IRID, [2]Hitachi-GE, [3]Present affiliation is NAIS, [4]Tokyo Electric Power Company Holdings