簡易燃料デブリ臨界性解析ツール HAND の開発

Development of a handy criticality analysis tool HAND for fuel debris retrieval

*多田 健一[1]、崎野 孝夫[1]
[1]原子力機構

東京電力福島第一原子力発電所事故で生じた燃料デブリの臨界性の高速な解析を可能とするため、燃焼度、含水率等をパラメータとして簡易に燃料デブリの臨界性を解析する計算ツール HAND を開発した。

キーワード：HAND，燃料デブリ，臨界性解析，SWAT4.0，MVP

1. 緒言

燃料デブリの臨界管理は東京電力福島第一原子力発電所の廃炉作業にとって重要な研究課題の一つである。燃料デブリはその幾何形状や平均燃焼度、含水率などが不明なため、燃料デブリの臨界性の不確かさは大きい。そのため廃炉作業計画を作成するには、この不確かさを考慮するために非常に多くの条件を検討する必要がある。また、廃炉作業計画作成の効率化のためには、炉物理の専門家以外も容易に臨界性を解析できることが望ましく、既存の臨界性解析コードでは不十分である。そこで本研究では、高速かつ誰でも簡易に燃料デブリの臨界性解析を可能にするため、Excel のマクロプログラムを用いた簡易臨界性解析ツール HAND (Handy criticality ANalysis tool for fuel Debris)を開発した[1)]。HAND は誰もが容易に燃料デブリの臨界性を解析できるように非常にシンプルな GUI 入力となっている。また直感的に理解できるように、計算結果は数値だけでなくグラフでも表示される。本発表では、この HAND の概要とその計算例について紹介する。

2. HAND の概要

HAND は燃料デブリの臨界性解析結果のデータベースであり、事前に様々な条件で解析しておいた燃料デブリの実効増倍率を Excel に保存している。HAND では、Excel のマクロプログラムを用いてこれらの結果を出力することで、高速な燃料デブリの臨界性解析を実現している。HAND では

① 無限均質体系における燃料デブリの k_∞ が 1.00、0.98、0.95 となるパラメータ範囲の解析

② 球体系及び無限円柱体系において燃料デブリの k_{eff} が 1.00、0.98、0.95 となるパラメータ範囲の解析

の二つの解析を取り扱うことができる。現在の HAND では、実効増倍率が最も高くなる燃料と水の混合体の解析しか出来ないが、今後はより現実的な条件下での解析を可能とするため、構造材が混合した体系の解析にも対応する予定である。HAND で用いる燃料の組成は OECD/NEA の Phase 3C で用いられた 9×9 Type B 燃料を用い、燃焼計算には SWAT4.0 を用いた。また、燃料デブリの臨界性解析には MVP を用いた。

3. HAND の計算例

図 1 に HAND の計算例を示す。図 1 に示す通り、HAND では入力画面において燃料のボイド率、燃焼度、冷却期間、核分裂生成物の有無、含水率などを設定するだけで、自動的に燃料デブリの臨界性の解析や結果のグラフ化を行うことができる。HAND を用いることで、炉物理の専門的な知識を持たない廃炉作業の計画立案者や作業者が容易に燃料デブリの臨界性解析が可能となる。HAND を用いることにより、燃料デブリの臨界性解析に必要な時間が短縮されることから、廃炉作業の効率化が期待できる。

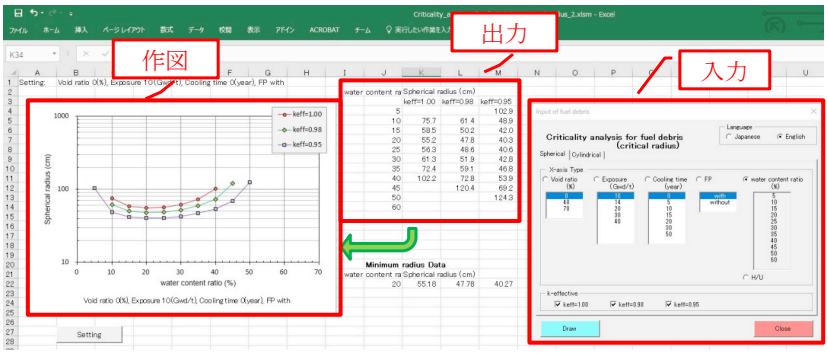

図1 HANDの解析例

参考文献

[1] K. Tada, “Development of a handy criticality analysis tool for fuel debris,” *Proc. ICONE27* (2019).

*Kenichi Tada[1], Takao Sakino[1] [1]JAEA