

中央制御室における複数の火災源を考慮した居住性影響解析

Habitability analysis considering multiple fire sources in a main control room

*久保 光太郎¹, 玉置 等史¹, 柴本泰照¹

¹ 日本原子力研究開発機構

本研究では、原子力発電所の中央制御室において、複数の制御盤火災が同時に発生した場合に運転員の居住性に対しどのような影響があるのかを解析により分析した。これにより、火災源となる制御盤の台数と運転員の退避時間の関係性を明らかにした。

キーワード：火災進展解析、Fire Dynamics Simulator (FDS)、中央制御室、制御盤火災

1. 緒言

原子力発電所における火災は、主要な炉心損傷リスクの要因の一つである。そのため、原子力規制委員会のガイド[1]では、単一の火災源による最も過酷な火災を想定し、その影響を評価することが推奨されている。しかしながら、共通原因故障等を考慮する場合、複数の機器が同時に火災源となる確率は必ずしも低いとは言いきれない。そこで本研究では、原子力発電所の中央制御室において複数の制御盤が同時に火災を起こした場合の運転員の居住性への影響を解析により評価した。

2. 方法

火災解析の手法は、対象に応じて簡易手法、ゾーンモデル、フィールドモデルと分けられる。本研究では、最も空間解像度の高いフィールドモデルに分類される FDS (Fire Dynamics Simulator) [2]を用いた。中央制御室領域の体系は先行研究[3]を参照し、図 1 に示すような 10 個の制御盤に対して発火の有無を想定した。結果の評価指標には、居住性の観点から運転員の視認性に関係する煙の光学密度 (OD: Optical Density) を採用し[3]、OD を評価する上での保守的な仮定として換気空調系には期待しないこととした。

3. 結果

図 2 に運転員の目線高さ(1.8 m)での OD の時間変化を示す。台数が増加するごとに OD 上昇の開始が早まり、傾きや最大値も大きくなるものの、発火源が 5 台以上は飽和し結果に大きな差が無いことが分かる。運転員退避時間算定の OD 基準値は 3 m^{-1} とされており[4]、その値と比較すると、1 台発火の場合約 700 秒で基準値に達するところ、複数台発火の場合には最短で 300 秒程度に早まる。

4. 結論

中央制御室内の制御盤火災を対象とした数値解析を行い、発火する制御盤の台数と煙の光学密度に基づく退避時間の関係性を示した。この成果は、火災防護対策の強化や火災 PRA の高度化に資するものである。

本研究成果は、日本原子力研究開発機構のスーパーコンピュータ「HPE SGI8600」を利用して得られたものである。

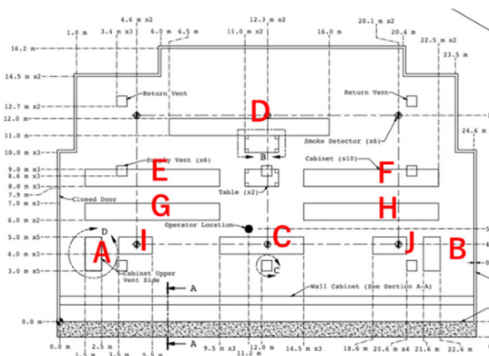


図 1. 中央制御室領域の体系及び発火制御盤の位置(A~J)

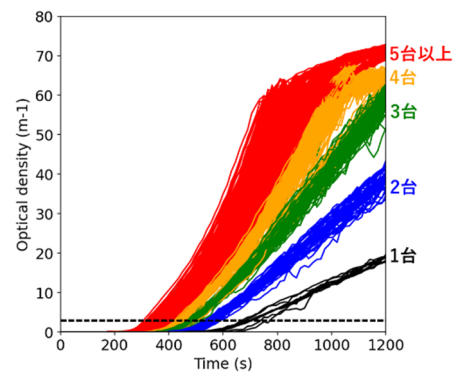


図 2. 光学密度の時間変化

参考文献

- [1] 原子力規制委員会. (2013). 原子力発電所の内部火災影響評価ガイド.
- [2] McGrattan, K. et al. (2024). Fire Dynamics Simulator User's Guide. NIST Special Publication 1019 Sixth Edition.
- [3] Salley, M., & Wachowiak, R. (2012). Nuclear Power Plant Fire Modeling Application Guide (NPP FIRE MAG). NUREG-1934.
- [4] Najafi, B., & Nowlen, S.P. (2005). EPRI/NRC-RES Fire PRA Methodology for Nuclear Power Facilities: Detailed Methodology, Final Report, (NUREG/CR-6850, EPRI 1011989, Volume 2)

* KUBO Kotaro¹, TAMAKI Hitoshi¹, SHIBAMOTO Yasuteru¹

¹ Japan Atomic Energy Agency (JAEA)