

FDS を用いた原子力発電所のケーブル火災の安全評価に関する研究

Study on Safety Assessment of Cable Fire Accidents in Nuclear Power Plants Using FDS

*田中 慎太郎¹, 松田 昭博²

¹筑波大学大学院システム情報工学研究科, ²筑波大学システム情報系

本研究では、原子力発電所の電気ケーブル火災に関する安全性を評価することを目的として、火災解析コードである Fire Dynamics Simulator (FDS) において電気ケーブル火災をシミュレーションするための燃焼モデルを構築し、電気ケーブルの燃焼に酸素濃度が与える影響を解析的に評価した。

キーワード：原子力発電所、火災力学シミュレータ、ケーブル火災、示差熱・熱重量測定

1. 緒言

発電所の電気ケーブルは安全設備への電力供給や機器の制御を担っているため、重要な設備の1つである。そのため、火災時の安全性を評価するにあたり、電気ケーブルの燃焼に関する知見の拡充が求められている^[1]。ケーブル火災により室内の酸素濃度が低下すると、電気ケーブルの燃焼に影響すると考えられるが、酸素濃度の影響を評価した数値解析例は少ない。そこでまず、初期の酸素濃度を変化させることが可能な燃焼チャンバー内で電気ケーブルの試験片を燃焼し、電気ケーブルの燃焼に対して酸素濃度が与える影響について実験的に調査した。次に、2種類の電気ケーブルの素材に対して示差熱・熱重量測定を行い、取得した熱分解特性を FDS の電気ケーブルの燃焼モデルへ適用した。

2. ケーブルの燃焼試験と数値解析の結果

燃焼試験に用いた燃焼チャンバーの容積は 250L (W500mm×D500mm×H1000mm) であり、チャンバー内の初期酸素濃度は、20.6%、15.0%、10.0%とした。実験に用いた電気ケーブルは、高難燃ノンハロゲンケーブルの電力用ケーブルである NH-CE/F 2sq-2C、同じく制御用ケーブルの NH-CEE/F 2sq-2C であり、カートリッジヒーターを用いてケーブル試験片を 850℃まで昇温させた。酸素濃度 20.6%で実施した燃焼試験ではヒーターの温度が 850℃に達するとケーブル試験片は白煙を上げて燃焼した。また、酸素濃度は 20.6%から 19.5%まで減少した。

次に、燃焼試験と同様の 2 種類の電気ケーブルの素材を用いて示差熱・熱重量測定 (TG-DTA) を実施した。それぞれの電気ケーブルを構成するシース、介在物、黒色絶縁体、白色絶縁体に対して試験を行った。試料は各 1mg とし、試料を常温から 500℃まで昇温させ、発熱と重量変化を計測した。取得した熱分解特性を用いて、電気ケーブルの燃焼モデルを構築し、チャンバーを用いた電気ケーブルの燃焼試験を FDS でモデル化した。FDS で計算した NH-CE/F の酸素濃度 20%における温度分布の結果を図 1 に示す。図 1 より電気ケーブル付近の温度は 160 秒で 93℃となった。発熱速度 (HRR) の時間変化は、酸素濃度が 20%と 15%のときは 150 秒から 200 秒の間で上昇しているのに対し、10%ではほぼ変化はなく、チャンバー内での電気ケーブルの燃焼試験と同様の結果が得られた。

3. 結論

原子力発電所のケーブル火災に関する安全評価を目的として、FDS を用いた電気ケーブルの燃焼モデルの高度化を行った。作成した燃焼モデルは、電気ケーブルの燃焼に対する酸素濃度の影響を良く再現した。

本研究は原子力規制庁の平成 30 年度原子力施設等防災対策等委託費（コンポーネント火災時熱劣化評価試験）事業として行われたものである。

参考文献

- [1] 一般社団法人原子力安全推進協会, 原子力発電所のケーブル・電気盤火災実証試験に関する評価報告書, JANSI-SEP-02, 2013

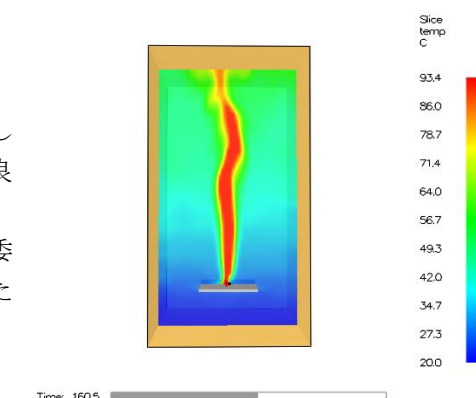


図 1 FDS による解析結果（温度分布）

*Shintaro Tanaka¹, Akihiro Matsuda²

¹Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba, ²Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba