

火災伝播及び影響評価手法の高度化

(5) FDS を用いたケーブルトレイ火災解析モデルの検討

Development of Methodology for Fire Propagation and Effect Analysis

(5) Investigation of Analysis Model for Cable Tray Fire Using FDS

*加藤 敬輝¹, 笠原 文雄¹, 梶島 一¹

¹原子力規制庁長官官房技術基盤グループ

火災伝播及び影響評価手法の高度化として、Fire Dynamics Simulator (FDS) を用いて、多段のケーブルトレイ火災解析を行った。解析結果と試験結果の比較から、多段のケーブルトレイ火災の火災伝播については、ケーブル間の隙間による鉛直方向への高温空気伝播が重要であることが分かった。

キーワード：原子力施設、火災防護、火災影響評価、FDS

1. 緒言 原子力施設における、大多数のケーブルは鋼製、ステンレス製等の不燃性の多段トレイにて敷設されており、OECD/NEA PRISME-2 Project においては、その燃焼挙動を把握するために多段のケーブルトレイを用いた火災試験が実施されている[1]。本解析では、試験を参考に火災解析コード FDS にて 5 段のケーブルトレイに敷設されたケーブル束を直方体の物体及び多孔性の物体でモデル化し解析を行い、同コードの多段ケーブルトレイ火災への適用性の検討を行うとともに、火災伝播に関する知見を得た。

2. 解析体系 本解析では、大型のフードカロリーメータを用いたケーブルトレイ火災試験を対象に、長さ 2.4 m、幅 0.45 m の 5 段ケーブルトレイの各トレイにビニル絶縁ビニルシースケーブルを敷設した多段ケーブルトレイ火災を模擬した。トレイはラダー型とし、底面の大部分は開放されているものとした。トレイ間の幅は 0.3 m とし、1 段目ケーブルトレイ中央下部に、着火源として 80 kW の熱源を解析開始時から 80 秒間配置し、一定の熱量をケーブルに与えた。また、ケーブル伝熱モデルについては、外部被覆、介在物、内部被覆の 3 層からなる固体としてモデル化した。

2-1. 直方体モデル ケーブル束を直方体の物体でモデル化した。図 1 に解析開始後 100 秒における発熱速度 (Heat Release Rate: HRR) が 200 kW/m² 以上の領域を示す。1 段目のケーブルトレイでは、水平方向には延焼しているが、2 段目以降のケーブルトレイには延焼していないことが見て取れる。これは、隙間が存在しない直方体では、バーナー及びケーブルの燃焼による高温空気が鉛直方向へ対流しづらいためであり、トレイ端からの回り込みだけでは延焼しにくいと考えられる。

2-2. 多孔性物体モデル 実際に敷設されているケーブルには、ケーブル間にある程度の隙間が存在し、ラダー型のケーブルトレイにおいては底面が開放されている。直方体モデルの結果を参考にすれば、その隙間から高温の空気が鉛直方向へと対流し、上部のケーブルトレイへの延焼が進展すると考えられる。このことから、ケーブル間の隙間を模擬するために、ケーブル束を水平及び鉛直方向に多数の孔が存在する物体でモデル化した。図 2 に解析開始後 100 秒における HRR の分布を示す。直方体モデルの図 1 と比べて、孔を設けることにより、水平方向のみではなく試験で見られた鉛直方向への延焼が模擬できているのが見て取れる。

3. 結論 FDS におけるケーブルトレイ火災解析モデルの検討を行った結果、多段のケーブルトレイをモデル化する際は、主な延焼メカニズムである鉛直方向への高温空気の対流を考慮する必要があることが分かった。多孔性の物体にてケーブルを適切にモデル化することで、鉛直方向への高温空気の対流の模擬が可能である。今後、多孔性物体モデルについては、透過率、孔を通過する際の抗力等による影響を評価し、より実現象に即したモデルを検討する。また、直方体モデルの使用は、解析時間短縮の点で有利であることから、一様な直方体ではなく、一部空間を設けるモデル化を検討する。

参考文献 [1]OECD/NEA, "Investigating Heat and Smoke Propagation Mechanisms in Multi-Compartment Fire Scenarios" NEA/CSNI/R(2017) 14, August 2017

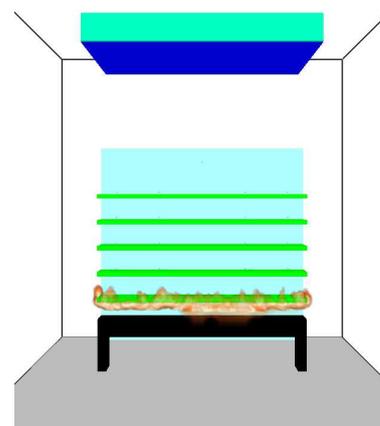


図 1 直方体モデルにおける HRR の分布図

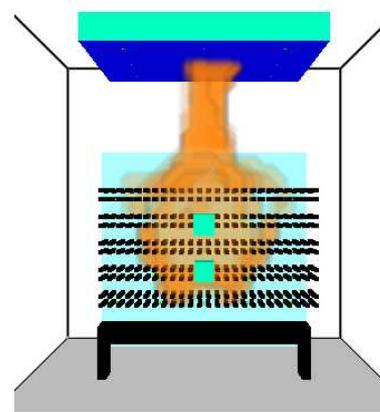


図 2 多孔性物体モデルにおける HRR の分布図

*Takaki Kato¹, Fumio Kasahara¹ and Hajime Kabashima¹

¹Regulatory Standard and Research Department, Secretariat of Nuclear Regulation Authority(S/NRA/R)