PS19　同時多発火災リスク評価手法の開発

総合安全評価研究グループ　*三友　信夫
高度運航システム研究グループ　岡崎 忠胤
海上安全研究領域　松岡　猛

1. まえがき

原子力プラント等の大規模システムには高度の信頼性・安全性が求められるとともに、より進んだ安全評価技術も必要となってくる。この評価方法として確率論的安全評価手法（PSA）が原子力の分野に導入され、プラント設計、安全審査等において重要な役割を果たし始めている。PSA としては内的事象に起因するリスク以外に地震、火災等の外的事象に起因するリスクも評価され始めており、内的事象と同等あるいはそれ以上のリスクをもたらすと評価された例もある。また、兵庫県南部地震の例に見られる様に地震によって引き起こされた火災による二次的災害でも大きな被害がもたらされている。機器耐力を大幅には上回らない、発生頻度の比較的大きな小地震でも、火災が各所に発生し安全系統の機能喪失に至ると原子炉事故に発展する可能性も無視出来ないと考えられる。このような背景のもとに海上技術安全研究所では、文部科学省の原子力試験研究として平成 11 年度より 5 ヶ年計画で同時多発火災リスク評価手法の研究を行っている。

本研究開発においては、従来から海上技術安全研究所において開発・整備してきたシステム信頼性解析手法 GO-FLOW[1]、火災リスク評価の経験[2]、火災進展解析コード（COMPBRN）[2]の使用経験等を活用し、地震誘起による同時多発火災リスク評価手法の開発・整備を行うために、以下の 4 項目の研究課題について 5 カ年計画で実施するものである。

（研究項目）

(1)　火災発生シナリオの検討
(2)　地震時火災損傷評価手法の開発
(3)　火災実験による火災進展解析コードの検証
(4)　サンプルプラント評価

この評価手法は、今後、陸上発電炉のみならず、種々の原子力施設あるいは船舶の衝突時の火災リスク評価にも適用可能となる重要な手法と言える。

2. 概　　要

平成 14 年度までに、

項目 1 においては、原子力関連施設で実際に起こった火災例から、本研究で用いることの可能な発火源の候補としては次のようなものをリストアップした。

a. 断線等の発生
b. タービン建屋において過酸化水素水タンクが破損
c. スイッチ類の異物の混入によるショート
d. 電球等の破損
e. 電気機器の制御部の異常の発生
f. 発電機からの燃料漏れ

これらの候補の発生頻度について検討するために、関西電力より火力プラントに関するデータではあるが兵庫県南部地震設備被害記録を入手した。この記録を調査したところ、前述の発火源の候補について、その可能性を認められるもの、また追加候補等が選定された。しかしながら、火力プラントの記録であることから、原子力プラントの設置条件との差を考慮するために、現在も検討中である。

項目 2 においては、2 つの解析コードを開発している。一つは地震時機器損傷解析コードであり、地震による機器の損傷、発火の可能性、また火災による温度上昇のための機器の損傷を評価するものである。地震による機器の損傷評価は、日本原子力研究所で開発した SECOM コード[3]を参考にしている（図 1）。また、火災による機器の損傷については、温度上昇がある設定温度を超えた場合に損傷、もしくは損傷温度に達しなくとも ある時間以上設定温度付近で維持されれば機器が損傷を受けると考えている。火災進展解析コードについては、前述の地震時機器損傷解析コードから複数の火災の発生源が与えられ、本コードにより、その進展を解析するものである。汎用流体解析ソフトである Phoenics を用いて開発を行っている（図 2）。この解析コードについては、従来火災進展解析コードとして用いられてきた COMPBRN との比較も行っている（図 3）。

項目 3 においては、12 年度を予備実験として 14 年度まで項目 2 で作成する火災進展解析コードの実証実験を行った。実験は製品安全評価センターで行った。14 年度は、図 4 に示すように実プラントで用いているものと同じタイプのケーブルと自作したケ

図 1 地震時機器損傷解析コードの例

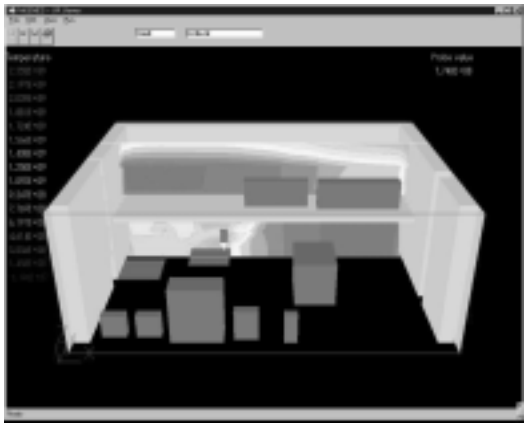

図 2 火災進展解析コードの計算結果の例

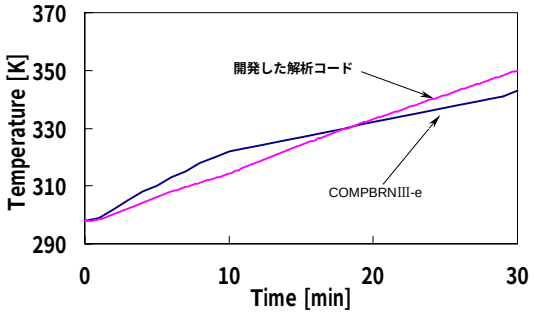

図 3 開発コードと COMPBRN の比較

ーブルトレイ、測定器を模擬した CPU 等を配備し、実プラントに近い環境を作成し実験を行った。図 5 に実験時の様子を示す。

項目 4 においては、現実的な解析実施にとって必要となる原子力プラント情報の収集を行った。具体的には、情報収集のための文献調査(4)、また現実のプラント（東京電力 福島原子力発電所、柏崎刈羽原子力発電所）を訪問すること等により、項目 1 で述べた点について可能な限り調査を行った。また、火災が発生した後に損傷を受ける可能性の有る候補としてケーブル類が考えられている。

3. 結　　言

本研究所では、平成 11 年度より 5 ヶ年計画で同時多発火災リスク評価手法の研究を行っている。その結果 これまでに、以下の結果が得られた。

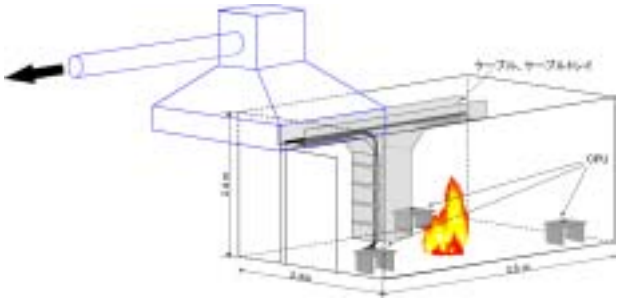

図 4 火災実験装置

図 5 火災実験の様子

① 火災シナリオについては、入手した兵庫県南部地震時の火災プラントにおける機器等の被害状況のデータについて整理検討を行った。その結果、発火源となり得るものとして発電機等が考えられた。

② 地震時機器損傷解析コードについては、評価に利用できるレベルにあると思われる。

③ 火災実験については、実験結果と火災進展解析コードでの解析結果との比較を行った。その結果、比較的良い一致が得られ、解析コードの検証を行うことが出来た。

④ サンプルプラント評価実施の際に用いるプラント評価方法については、イベント・ツリーと GO-FLOW 手法を組み合わせた実施方法とした。

謝　辞

本研究は、原子力委員会の評価に基づき、文部科学省原子力試験研究費により実施されたものである。

参考文献

(1)松岡 猛：確率論的安全評価のためのシステム信頼性解析手法 GO-FLOW、（株）CRC 総合研究所（1996 年）

(2)松岡 猛他：火災リスク評価手法に関する検討（I）～（III）、運輸省船舶技術研究所成果報告書（1992 年 3 月、1993 年 3 月）

(3)日本原子力研究所：モデルプラント地震 PSA 報告書（1998 年）等

(4)実務テキスト（プラント・システム）編集委員会：軽水炉発電のあらまし、財団法人 原子力安全研究協会（1984 年）