

東京理科大学「火災安全科学研究拠点」

■ 研究成果概要報告書

研究課題		施設の火災防護に関する 安全対策の研究	実施年度
			平成23年度
研究代表者	所属	株式会社 東芝	
	氏名	正木 嘉一	
1. 研究の背景および目的 <p>原子力発電所の火災防護対策は、火災により原子炉施設の安全性が損なわれる事を防止する為、安全機能の重要度に応じて火災発生防止、火災検知及び消火、並びに火災の影響の軽減の3方策を適切に組み合わせた措置を講じている。このうち火災の影響の軽減では、想定される火災によって及ぶ悪影響の範囲の特定が重要であり、電気盤火災については昭和50年代に試験を実施し影響伝播範囲等を確認している。</p> <p>電気盤の基本的な設計仕様は上記試験当時から大幅な変更は無いものの、盤内用品へのデジタル装置の採用等、試験以降に部分的な改良が図られており、用品を構成する材質の相違が軽微であっても、電気盤全体での設計火源としての態様について机上検討のみで特定する事は困難であった。</p> <p>以上の背景から、火災防護設計の高度化・最適化の為、電源盤及び制御盤について、火災規模の特定、火災影響の伝播並びに損傷程度等の知見を収集し、火災安全対策の充実を図る事を目的とする。</p> <p>試験により得られた知見を火災防護設計に反映する事により、安全機能を担う制御系及び電源系の火災による損傷程度を軽減する事で、人身災害防止・財産保護等を図り、産業界の発展に寄与するものである。</p>			

2. 研究成果および考察（申請時の計画に対する達成度合いも含む）

※継続課題の場合は、前年度との関係性、進展度合いについても記載すること。

(1) 試験体とした電気盤の種類

原子力発電所にて使用している電源盤全3種類及び制御盤1種類を対象とし、高圧閉鎖配電盤(M/C)、低圧閉鎖配電盤(P/C)、コントロールセンタ(C/C)及び中央制御室自立型制御盤(制御盤)を試験体とした。いずれも隣接する電気盤を併設し、一方から出火させ、出火側燃焼性状、並びに隣接側の延焼性状を確認する事とした。

(2) 加熱（出火）シナリオ

電気回路の保護協調設計では、保護継電器、MCCB及びヒューズ等の保護装置が動作し過電流を遮断する事から、発生エネルギーが長時間に亘って継続的に供給される事はなく、且つ盤内用品が不燃性、難燃性材料である事から電気盤全体に影響を与えるような火災規模には至らないと考えられる為、下記の通り試験条件の保守性を考慮した過電流による発熱量の算出等を行った。

①過電流発生箇所の直上の保護装置が動作せず（単一故障）、その上流の保護装置が動作した場合の過電流値及び過電流継続時間とする。

②過電流値を意図的に大きく算出する為、電路恒長を極力短距離としたインピーダンスを用いる。

③過電流継続時間は、保護協調動作曲線より特定される時間を保守的に2倍に設定する。

各電気盤の加熱条件（発熱速度量及び継続時間）を表1に示す。この発熱量は、通常の保護協調下における発熱量に比べ、M/C及びP/Cでは約10,000倍、C/Cでは約730倍、制御盤では約5,000倍であり、極めて保守的な条件となった。

表1 加熱条件（発熱速度及び継続時間）

電気盤種類	発熱速度(kW)	継続時間(sec)	総発熱量(MJ)	発熱要因
M/C	19.0	1,000	19.0	制御ケーブル短絡
P/C	19.0	1,000	19.0	制御ケーブル短絡
C/C	21.0	1,100	23.1	電動機の過負荷
制御盤	55.0	500	27.5	制御ケーブル短絡

(3) 実験概要

実験は、火災科学研究センター実験棟内の燃焼熱量測定用フード(5m×5m)下にて実施した。

加熱方法は、過電流に伴なう盤内用品の発熱を模擬する為、一定の熱量を継続する必要がある事から、火源としてLPGガスバーナを使用した。電源盤には矩形ガスバーナを、制御盤には盤内配線の過電流による発熱箇所を模擬する為に線状ガスバーナを使用した。

測定項目は、酸素消費法による発熱速度(HRR)、電気盤の内外に設置した熱電対による温度、電気盤外への放射熱流束、及びビデオカメラによる映像を記録した。

(4) 実験結果

測定した HRR 及び放射熱流束の最高値を表 2 に、各電気盤の燃焼状況等を以下に示す。

表 2 HRR 及び放射熱流束 (注 1)

電気盤種類	HRR(kW)	放射熱流束(kW/m ²)
M/C	7 (注 2)	0.1
P/C	27	0.25
C/C	200	11.5
制御盤	92	0.5

(注 1) 大凡の値を示す。

(注 2) 酸素濃度計の不調が考えられる。

①M/C 及び P/C

バーナ炎により直接加熱された極一部の可燃性盤内用品のみが燃焼し、その周囲は煤等により変色したが有意な延焼は生じなかった。

②C/C

非常に高い燃焼性を示し、バーナ停止後も燃焼が継続、正面扉に設置された MCCB スイッチ部、表示ランプ及び扉ツマミ等の樹脂製用品が溶融して扉が開放し炎が噴出、盤内可燃物はほぼ全焼し、隣接盤への延焼は生じなかったものの部分的な熱影響が確認された。

③制御盤

バーナ炎近傍及びその上部の可燃性盤内用品が燃焼したが、バーナ炎から離れた部位への延焼は生じなかった。

(5) まとめ

以上、施設に設置される電源盤及び制御盤について、火災規模の特定、火災影響の伝播並びに損傷程度等の知見を収集する事ができた。これにより、施設の火災安全対策の充実を図る事が可能となった。

(6) 前年度との関連性

本研究は、平成 22 年度から 2 年間の継続研究として計画し、平成 22 年度の年次計画では東京電力(株)福島第二原子力発電所第 1 号機に設置された電気盤のうち、リプレース工事で廃却される旧製作仕様の MBB 型メタルクラッドスイッチギアを試験体とした燃焼試験により各種データを取得、平成 23 年度に取得する現行製作仕様電気盤の燃焼試験データと比較検討する事としていた。

しかし、試験実施前に東北地方太平洋沖地震が発生し、上記試験体の輸送経路の一般道が損壊、また発電所事故により避難指示が発令され試験体の輸送が不可能となった事から、平成 22 年度の燃焼試験は中止した。

3. 経費の使用状況

消耗品費・会議費・印刷費等		旅 費		人 件 費	
事 項	金額(円)	事 項	金額(円)	事 項	金額(円)
実験用継手	9,329 円	—	—	—	—
鉄パイプ運搬	1,700 円				
フレキシブルチューブ他	212,625 円				
配電盤ガスバーナー	73,500 円				
計	297,154 円	計	—	計	—

4. 今後の展望（今後の発展性、見込み等についても記述）

本試験結果を踏まえ、比較的激しい燃焼状態に至った C/C 及び制御盤について、その要因を明らかにする為、詳細な分析を実施し、更に再実験についても検討する予定である。

5. 成果の公表状況（学会への発表、学術誌への投稿等を記述。予定も含む）

日本火災学会において、平成24年度研究発表会に向け、概要集原稿の投稿を実施した。

※上記5に記載された成果公表については、別刷1部を研究事務課まで提出願います。PDFファイル等の電子データでも構いません。

※本成果報告概要書に記載された内容は、本拠点の成果報告として Web 等で公開されることをお含み置き下さい。

※本成果報告概要書と併せて、研究報告書を提出頂いても構いません。（フォーマットは問いません。）

※後日開催予定の成果講評会で使用されるプレゼンテーション用の電子ファイルについても提出願います。（学内での報告に使用）