



原子力発電

HEAF
(High Energy Arcing
Fault)
高エネルギーアーク故障。

ZOI
(Zone of Influence)
熱的影響範囲。

アークエネルギー
アーク電圧とアーク電流
のそれぞれの瞬時値の積
をアーク継続時間にわた
り積分した値。

HEAF評価試験による熱的影響範囲評価手法を構築

- 原子力発電所のHEAFに係わる安全性向上対策を支援

背景

原子力発電所の電気機器等で発生するHEAFについては、アークにより溶融・蒸発した導体材料を含む高温ガスが発生することから、HEAFのZOIは導体材料により変化する可能性が指摘されています。当所では、これまでに銅導体を対象としたHEAFのZOI評価手法を提案してきましたが、銅以外に電気機器で頻繁に使用されているアルミニウム導体を対象とした場合のHEAFのZOI評価手法を構築する必要があります。

成果の概要

◇導体材料とアークエネルギーのZOIに及ぼす影響を解明

アルミニウムおよび銅の棒導体を用いて、同一材料の導体間にアークを発生させる試験を実施しました(図1)。その結果、アルミニウムを用いた場合のアーク近傍の瞬間的な熱エネルギーは銅に比べて最大で約1.8倍となり、HEAFのZOIに対する導体材料の影響を実験的に確認することができました。

◇HEAFの導体材料依存性を考慮したZOI評価手法を構築

HEAF発生時のアークエネルギー、導体材料の種類、アーク発生位置からの離隔距離、ケーブル等の損傷基準をパラメータとしたZOI評価式の概念を提案し、実機評価シナリオに適用可能なZOI評価手法を構築しました。



図1 アーク試験実施状況

アーク試験では、アークの発生と同時に強い閃光が生じ、アークの発生位置の周囲に対しては、金属蒸気を含む高温ガスが球に近い形状で拡がる挙動を確認しました。また、アルミニウムについては、アーク発生時の化学反応に起因する放出エネルギーが銅に比べて大きいことから、周囲に対する熱的影響も大きくなることを明らかにしました。

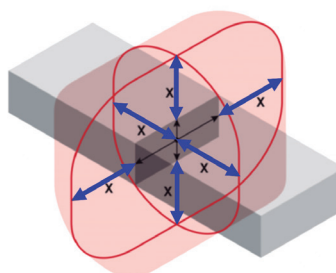


田坂 光司(たさか こうじ)
原子力リスク研究センター リスク評価研究チーム

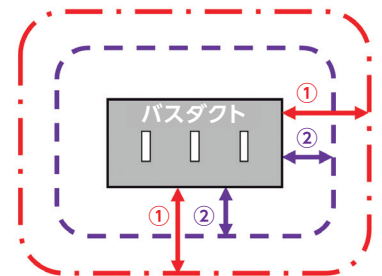
宮城 吏(みやぎ つかさ)
グリッドイノベーション研究本部 ファシリティ技術研究部門

大容量電力短絡試験設備 送電線や配電線の短絡故障など大電流を伴う事故発生時の安全性および短絡性能の評価・検証を行う設備です。

↔ 高温ガスZOI設定距離



バスダクトZOI模式図(立体図)



①Al高温ガスZOI:0.41m
②Cu高温ガスZOI:0.24m
バスダクト周囲方向のZOI比較

相非分離バスダクトのHEAFシナリオZOI評価結果
(アークエネルギー:25MJ、評価対象:熱可塑性樹脂被覆ケーブル)
国内において、相非分離バスダクトのHEAFのZOIに関する知見が十分ではなかったため、内部アーク試験を実施しました。その結果、従来の画一的なZOI評価手法と比べて、電気盤のHEAF火災対策の設計条件(HEAF発生時のアークエネルギーや導体材料)に応じた実用的かつ合理的なZOI評価が可能となりました。

成果の活用先・事例

国内原子力事業者に実践的なHEAFのZOI評価手法を提供することにより、内部火災PRAにおけるHEAFシナリオ評価手法としての活用が見込まれます。また、導体材料がZOIに及ぼす影響を定量的に示すことができ、アルミニウムを使用した機器について、HEAFに係わる安全性向上対策の実施を支援します。

参考 田坂ほか、電力中央研究所 研究報告 NR22009 (2023)
田坂ほか、電力中央研究所 研究報告 O20008 (2021)
白井ほか、電力中央研究所 研究報告 O20009 (2021)