

地震起因火災を想定した火災進展解析

仕 様 書

1. 一般仕様

1.1 件名

「地震起因火災を想定した火災進展解析」

1.2 目的及び概要

本仕様書は、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という。）、原子力安全・防災研究所安全研究センター耐震・構造健全性評価研究グループが行う作業について記述するものである。

本作業は、地震に付随する複合事象 PRA 手法の試験的な評価と地震起因の火災影響の把握を目的とする。

本作業では、主として、評価モデルの調査と地震を想定した火災進展解析を実施する。

1.3 契約範囲

1.3.1 契約範囲

- (1) 原子力発電所の火災進展評価に係る調査・整理
- (2) スイッチギア室におけるモーターコントロールセンター火災の改変
- (3) 基本解析
- (4) 感度解析
- (5) 報告書の作成

1.3.2 契約範囲外

なし

1.4 納期

令和 9 年 1 月 29 日（金）

1.5 納入場所及び納入条件

1.5.1 納入場所

原子力機構 安全研究・防災支援部門 安全研究センター
耐震・構造健全性評価研究グループ
(原子力科学研究所 安全研究棟 西 417 号室)

1.5.2 納入条件

持込渡し、郵送等

1.6 検収条件

1.7 で定める提出物が全て納入され、員数及び内容が本仕様書の記載事項に合致している事を原子力機構が確認した時をもって、検収合格とする。

1.7 提出物

1.7.1 提出図書等

- | | | |
|-----------------------|------------|-----|
| (1) 工程管理表（予定記入版） | 契約後速やかに | 1 部 |
| (2) 工程管理表（実績記入版） | 納入時 | 1 部 |
| (3) 作業報告書（MS Word 文書） | 納入時 | 1 部 |
| (4) 打ち合わせ議事録 | 打ち合わせ後速やかに | 1 部 |

- (5) (1～4)を格納した上記資料の電子媒体（本作業で作成した入力を含む。）
納入時 1式
- (6) 情報セキュリティ等に関する書面※契約後速やかに 1部
- (7) その他機構が必要とする書類

※資本関係・役員の情報、委託事業の実施場所、委託事業従事者の所属・専門性(情報セキュリティに係る資格・研修等)・実績及び国籍についての情報。なお、提出した内容に変更が生じた場合は、その都度提出すること。

1.7.2 提出場所

原子力科学研究所 安全研究棟 西 417 号室

1.7.3 報告書

報告書はワードプロセッサ (MS Word) 形式、A4 サイズとする。

1.7.4 提出物に関する特記事項

原子力機構は、1.6 に定める検収前においても、必要がある場合は製作目的物の全部または一部を受注者と協議のうえ使用することができる。

1.7.5 検査員及び監督員

検査員：一般検査：管財担当課長

監督員：

- (1) 技術検査：安全研究センター 耐震・構造健全性評価研究グループ
グループリーダー
- (2) 技術検査：安全研究センター 耐震・構造健全性評価研究グループ
研究員

1.8 貸与品

本作業の実施にあたり、原子力機構から受注者に以下のものを無償で貸与する。

- ・ 本作業の実施にあたり原子力機構が必要と認めた資料及びデータ類

なお、受注者はこれら貸与品を本作業の実施以外の目的には使用せず、また、本作業終了時には、速やかに原子力機構に返却すること。

1.9 機密保持

受注者及び作業担当者は、本作業に関する情報を第3者に漏らしてはならない。

1.10 グリーン購入法の推進

- (1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達法の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様書に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

1.11 協議

本作業を的確に実施するために、原子力機構および受注者は必要に応じ密接に協議を行う。本仕様書に関して疑義が生じた場合、または仕様書に規定されていない事項については、相互合意に基づき協議を実施する。

1.12 特記事項

1.12.1 成果物の帰属等

この業務により作成された目的物に係わる著作権その他この目的物の使用、収益及び処分（複製、翻訳、翻案、変更、譲渡 貸与及び二次的著作物の利用を含む）に関する一切の権利は原子力機構に帰属するものとする。

1.12.2 守秘義務

受注者は、本業務を実施することにより取得した各データ、技術情報、成果、その他の全ての資料及び情報を発表もしくは公開すること、または、第三者に評価を受けることもしくは提供してはならない。

2. 技術仕様

本作業は、地震に付随する複合事象 PRA 手法の試験的な評価と地震起因の火災影響の把握を目的とする。

本作業では、主として、評価モデルの調査と地震を想定した火災進展解析を実施する。

- (1) 原子力発電所の火災進展評価に係る調査・整理
- (2) スイッチギア室におけるモーターコントロールセンター火災の改変
- (3) 基本解析
- (4) 感度解析
- (5) 報告書の作成

2.1 原子力発電所の火災進展評価に係る調査・整理

原子力発電所の火災進展評価に係る報告書である NUREG-1934[1]のうち、Appendix D について、評価の内容、前提条件、損傷判定基準、評価結果等を A4 で 2 枚程度に整理する。加えて、当該モデルを活用した先行研究である文献[2]及び[3]について、同じく A4 で 2 枚程度に整理する。なお、地震を前提とした火災を考慮すべき事項（例えば、換気系が地震損傷する可能性等）についても上記文書内に整理すること。

参考として、NUREG-1934 Appendix D に掲載されている体系を下図に示す。



Figure D-9. FDS/Smokeview representation of the MCC/SWGR scenario.

図. NUREG-1934 Appendix D の評価対象 [1]

2.2 スイッチギア室におけるモーターコントロールセンター火災の改変

2.1 にて調査したレポートの記載に基づき、火災進展解析コード FDS[4]の入力のうち、発火源である Moter Control Center について、高エネルギーアーク損傷 (HEAF) で発生したものに改変する。HEAF のモデル化は、NUREG-2262[5]の記載及びモデルを参考とする。改変に際して、不足する情報については、原子力機構と協議の上、決定する。

2.3 基本解析

2.2 で改変した FDS の入力ファイルを用いて、地震起因 HEAF を想定した火災進展解析を行う。その結果について、NUREG-1934 のままの入力を用いた解析結果と比較して、地震起因 HEAF を考慮したことによる火災影響の差異を下表のとおり整理する。

表. 整理例

損傷機器	損傷時刻		最高到達温度	
	NUREG-1934	HEAF に 改変	NUREG-1934	HEAF に改 変
Cabinet
Cable A
Cable B
Cable C

2.4 感度解析

2.3 で実施した基本解析について、地震を想定して条件を変更した状態とした感度解析として、換気系の損傷や劣化を想定したり、ケーブルの延焼状態や HEAF の発生規模を変化させた条件での解析を約 20 件実施する。詳細は、原子力機構と協議の上、決定する。

2.5 報告書の作成

本作業で行った内容を以下に従い報告書に取りまとめる。

- ・ 報告書は、背表紙、および、表示を付けてファイリングする。
- ・ CD-R または、DVD-R 等にもラベルを付けて、ファイリングに格納する。
- ・ 報告書の内容については、指示された作業の途中経過がわかるようにグラフや図表を用いて図表番号の対応関係をわかりやすくまとめるものとし、データの羅列にならないように留意すること。
- ・ 本作業の参考資料として原子力機構から貸与された図面や資料を参照できるようにするため、報告書に含め、納品時に報告書で作業内容を報告書 1 冊で全て確認できるようにすること。
- ・ 報告書には、契約期間内の打合せ等の議事録を含めること。

参考文献：

- [1] Salley, M., & Wachowiak, R. (2012). Nuclear Power Plant Fire Modeling Application Guide (NPP FIRE MAG). NUREG-1934.
- [2] Sakurahara, T., Mohaghegh, Z., Reihani, S., Kee, E., Brandyberry, M., & Rodgers, S. (2018). An integrated methodology for spatio-temporal incorporation of underlying failure mechanisms into fire probabilistic risk assessment of nuclear power plants. *Reliability Engineering and System Safety*, 169(August 2017), 242–257. <https://doi.org/10.1016/j.res.2017.09.001>
- [3] Sakurahara, T., Mohaghegh, Z., Reihani, S., & Kee, E. (2018). Methodological and practical comparison of integrated probabilistic risk assessment (I-PRA) with the existing fire PRA of nuclear power plants. *Nuclear technology*, 204(3), 354-377. <https://doi.org/10.1080/00295450.2018.1486159>
- [4] McGrattan, K., et al. (2021). Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide Volume 1: Mathematical Model (6th ed.). NIST Special Publication 1018-1.
- [5] MH. Salley, A. Lindeman & M. Randelovic, “High Energy Arcing Fault Frequency and Consequence Modeling,” NUREG-2262, EPRI 3002025942 (2023).

以上