

地震起因火災PRA、重大事故等対処設備を考慮した地震PRA及び多数基立地サイトの地震PRAの試
解析

仕 様 書

1. 一般仕様

1.1 件名

「地震起因火災 PRA、重大事故等対処設備を考慮した地震 PRA 及び多数基立地サイトの地震 PRA の試解析」

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 PRA における屋外操作のリスク低減への寄与の把握を目的とする。

本作業では、主として、地震起因内部火災 PRA の試解析及び地震 PRA への重大事故等対処設備のモデル化と試解析を実施する。

1.3 契約範囲

1.3.1 契約範囲

- (1) 地震起因火災のリスク評価におけるガイドラインの調査・整理
- (2) 地震 PRA モデルへの地震起因火災による故障モードの追加・試解析
- (3) 東京電力福島第一原子力発電所事故時の屋外操作の調査・整理
- (4) 炉心損傷防止に係る重大事故等対処設備の調査・整理
- (5) 重大事故等対処設備を考慮した多数基地震 PRA の試解析
- (6) 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 PRA モデルを含む。） | 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
- ・ 解析コード（SECOM2-DQFM）及びPRAモデル並びにそれらに関する報告書

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 PRA における屋外操作のリスク低減への寄与の把握を目的とする。

本作業では、主として、地震起因内部火災 PRA の試解析及び地震 PRA への重大事故等対処設備のモデル化と試解析を実施する。

- (1) 地震起因火災のリスク評価におけるガイドラインの調査・整理
- (2) 地震 PRA モデルへの地震起因火災による故障モードの追加・試解析
- (3) 東京電力福島第一原子力発電所事故時の屋外操作の調査・整理
- (4) 炉心損傷防止に係る重大事故等対処設備の調査・整理
- (5) 重大事故等対処設備を考慮した多数基地震 PRA の試解析
- (6) 報告書の作成

2.1 地震起因火災のリスク評価におけるガイドラインの調査・整理

地震起因内部火災及び溢水レポート[1]のうち、地震起因内部火災の記載について、調査を行い、A4 で 5 枚の概要書及びスライドで 2 枚程度の説明資料にとりまとめる（いずれも図表を含む。）。その際、レポート内の記載に基づき、発火源のスクリーニング方法や内部事象 PRA、地震（単独）PRA、火災（単独）PRA との差異に注目した整理とする。例として、当該レポートに記載されている発火源のスクリーニング方法に係る表の一部を以下に示す。

表. レポート[1]に記載されている表

| Bin # | Location | Ignition Source Type | Expert Panel Evaluation | Expert Panel Disposition |
|-------|--------------|--------------------------------|---|--|
| 1 | Battery Room | Batteries | Panel finds that there is no credible seismic failure that would lead to a fire. Seismic data in Appendix D indicate that out of the 17 Battery Racks records examined, none of the records were associated with a seismic fire. | Screen out. |
| 2 | Containment | Reactor Coolant Pump | Retain for Lube Oil Fire Potential. Seismic excitation is unlikely to cause conditions that would lead to electrical fire given normal operating vibration (unlikely that an incipient fire condition related to motion would not have revealed itself during previous run times and be "waiting" for an earthquake to put it over the edge). Failure mode of interest is release of lube oil, not the limiting loss of function failure mode. ¹⁶ If no credible seismic-induced oil release exists, can be screened out. See also Bin 38 in this table created to represent lube and fuel oil in system adjacent to but seismically separate from the ignition source. | Retain. |
| 3 | Containment | General Transients and Hotwork | Consider only as unique seismic-fire interaction (Section 2.1.3 and A.4): The general transient treatment used for Fire PRA (assuming a transient fire can occur virtually anywhere) is not appropriate for the case of seismic. The seismically-unique (and potentially important) seismic-fire interactions, which would generally fall into housekeeping or work practices, will be specifically identified during the walkdowns. Seismic data (see Appendix D) identified two instances where seismically-induced transient fires occurred. Both of these instances were the result of unique seismic-fire interactions. | Screen out all such scenarios that were included in the fire PRA, and add in any unique seismic-fire interactions that are identified during the walkdown. |
| 4 | Control Room | Main Control Board | The MCR is continuously occupied. A fire would be promptly detected. Also, a review of the 53 Control Panel records documented in Appendix D yields no seismically induced fires. | Screen out. |

¹⁶ The limiting functional failure mode (the "weak mode" that results in a loss of function) may not be capable of leading to a fire, but there may be a higher capacity failure mode that can. The ignition source type shouldn't be screened out entirely without considering whether this higher capacity failure mode is relevant.

2.2 地震 PRA モデルへの地震起因火災による故障モードの追加・試解析

2.1 にて調査したレポートの記載に基づき、原子力機構が提供する BWR-5 の地震 PRA モデル[2]に地震起因火災による故障モードを追加する。これら故障モードの取り扱いについて、10 件程度感度解析により、炉心損傷頻度、事故シーケンスの発生頻度等の変化について、確認する。10 件程度の条件については、原子力機構と協議の上、決定する。

なお、地震 PRA モデルは、SECOM2-DQFM コード[3]の入力として提供し、起因事象として原子炉圧力容器破損、大・中・小破断 LOCA、外部電源喪失の 5 つが考慮されており、基事象としては約 150 がモデル化されている。

2.3 東京電力福島第一原子力発電所事故時の屋外操作の調査・整理

東京電力福島第一原子力発電所事故時に運転員が試みた屋外操作について、報告書 [4]を調査・抽出する。抽出した操作について、その操作を困難とさせた要因（例えば、余震、瓦礫の散乱、放射線量等）について、報告書内の記載に基づき下表のように整理する。

表. 整理例

| 運転員が試みた操作 | 操作目的 | 操作場所 | 困難とさせた要因 | 操作の正否 |
|-----------|------|------|----------|-------|
| ... | ... | ... | ... | ... |

2.4 炉心損傷防止に係る重大事故等対処設備の調査・整理

BWR で実施される炉心損傷防止のための重大事故等対処設備について調査を行う。調査対象は、公開されている審査資料等とし、具体的な操作手順と併せて下表のように整理・抽出する

加えて、抽出した設備及び操作手順について、原子力機構が提供する地震 PRA モデル[2]に追加するために、既存の緩和設備との依存関係、人的過誤確率等について、原子力機構が提供する地震 PRA モデルと整合するように整理する。ここで、原子力機構が提供する地震 PRA モデルに整合しない操作については、その理由について記載する。なお、設備のうち、屋外で操作を要する物については、それが容易に判別できるように特殊な基事象 ID を設定する。

表. 整理例

| 操作名 | 操作の概要 | 操作場所 | 既存設備との依存関係 | 地震 PRA モデルへの整合（整合しない場合はその理由） | 基事象 ID |
|-----|-------|------|------------|------------------------------|--------|
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |

2.5 重大事故等対処設備を考慮した多数基地震 PRA の試解析

2.4 にて調査・整理した重大事故等対処設備について、地震 PRA モデルに追加することにより、炉心損傷頻度、事故シーケンスの発生頻度の変化を確認する。加えて、上記 PRA モデルを 2 基の BWR-5 に対する多数基 PRA モデルに改変した上で、以下の 3 条件で、少なくとも 1 基が炉心損傷する頻度及び 2 基が同時に炉心損傷する頻度の解析を行う。

- ・屋外操作に期待しない（すなわち、屋外操作に必ず失敗する）条件
- ・屋外操作に期待できる条件
- ・屋外操作が必ず成功する条件

2.6 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] EPRI-3002012980, “Methodology for Seismically Induced Internal Fire and Flood Probabilistic Risk Assessment”, Electric Power Research Institute, 2018.
- [2] Risk Analysis Laboratory, “Summary Report of Seismic PSA of BWR Model Plant”, JAERI-Research 99-035, JAERI, Japan, 1999.
- [3] 内山 他、「地震時システム信頼性解析コード **SECOM2** の使用手引」、JAEA-Data/Code 2008-004 (2008).
- [4] 日本原子力技術協会、「東京電力（株）福島第一原子力発電所の事故の検討と対策の提言」、2011.

以上