

令和6年度原子力施設等防災対策等委託費（実機材料等を活用した経年劣化評価・検証（原子炉圧力容器の健全性評価研究））事業に係る入札可能性調査実施要領

令和5年12月22日
原子力規制委員会原子力規制庁
長官官房技術基盤グループ
システム安全研究部門

原子力規制庁では、令和6年度原子力施設等防災対策等委託費（実機材料等を活用した経年劣化評価・検証（原子炉圧力容器の健全性評価研究））事業の受託者選定に当たって、一般競争入札（価格及び技術力等を考慮する総合評価方式）に付することの可能性について、以下のとおり調査いたします。

つきましては、下記1. 事業内容に記載する内容・条件において、的確な事業遂行が可能であり、かつ、当該事業の受託者を決定するに当たり一般競争入札（価格及び技術力等を考慮する総合評価方式）を実施した場合、参加する意思を有する方は、2. 登録内容について、4. 提出先までご登録をお願いします。

1. 事業内容

1. 1 概要

原子力発電所機器の中で最も重要な機器の一つである原子炉圧力容器（以下「RPV」という。）において、原子力発電所の高経年化に伴い中性子照射脆化（以下「照射脆化」という。）が進行することが知られている。

照射脆化は、RPV が長期間中性子照射を受けることによって脆くなる現象である。RPV の照射脆化の程度は、運転期間中 RPV 内に設置された母材、溶接金属及び溶接継手の熱影響部（以下「HAZ」という。）の監視試験片で実施するシャルピー衝撃試験結果から求めたシャルピー遷移温度（RPV 材料のねばり強さを表す指標（以下「 T_{41J} 」という。)) から予測される。

RPV の健全性評価では、加圧状態のまま RPV 内壁が急冷され、RPV を構成する鋼材（以下「RPV 鋼」という。）内部に温度勾配が生じる加圧熱衝撃（以下「PTS」という。）条件下において、RPV 内面に想定した半楕円形状の亀裂（以下「仮想欠陥」という。）の応力拡大係数の時刻歴を表す曲線を求め、これが RPV 鋼の破壊靱性値の温度依存性を表す曲線（以下「破壊靱性遷移曲線」という。）を常に下回っていれば破壊に至らないとしている。一方、照射脆化により破壊靱性値が変化するため、RPV の健全性評価では、照射脆化に係る最新知見等を適切に反映した破壊靱性遷移曲線を用い、健全性評価法の保守性を担保することが重要である。

本事業では、 T_{41J} の照射前後の変化量（ T_{41J} 移行量：以下「 ΔT_{41J} 」という。）に係る RPV 鋼の照射脆化予測方法を含む、RPV 健全性評価方法の保守性、及び RPV 健全性評価対象部位の代表性の確認を行い、RPV 健全性評価に関する知見を拡充する。

なお、実施にあたっては、平成31年度まで行った「原子力施設等防災対策等委託費（軽水炉照射材料健全性評価研究）事業」の内容や成果^{*1、*2}及び令和5年度までに行った「原子力施設等防災対策等委託費（実機材料等を活用した経年劣化評価・検証（原子炉圧力容器の健全性評価研究））事業」の内容や成果^{*3}を十分に考慮すること。

※1: 原子力施設等防災対策等委託費(原子力発電施設等安全性実証解析等(軽水炉照射材料健全性評価研究))事業報告書参照

※2: 原子力施設等防災対策等委託費(軽水炉照射材料健全性評価研究)事業報告書参照

※3: 原子力施設等防災対策等委託費(実機材料等を活用した経年劣化評価・検証(原子炉圧力容器の健全性評価研究))事業の内容等については、原子力規制庁担当官から引継ぎを受けることができる。

1. 2事業の具体的内容

(1) RPV 健全性評価方法の保守性に係る研究

RPV の健全性評価の実施時期における破壊靱性遷移曲線は、「シャルピー衝撃試験結果から求めた ΔT_{41J} が、中性子照射による破壊靱性値の遷移温度の変化量(以下「破壊靱性遷移温度」という。)に等しい」という考え方に基づいて予測される。

本研究では、監視試験片や試験炉で高照射量領域まで照射された RPV 鋼を用いて ΔT_{41J} と破壊靱性遷移温度移行量を比較する事で、現状の評価方法で用いられている破壊靱性遷移曲線の予測方法の保守性を検証する。加えて、PTS 条件下の仮想欠陥には軸方向と周方向の 2 軸の荷重が付与され、この条件は 1 軸方向の荷重が付与される破壊靱性試験用試験片と比べて亀裂先端の応力状態が異なることを考慮して、仮想欠陥に相当する亀裂に対する破壊試験結果と破壊靱性試験結果の比較に基づき現状の破壊力学評価方法の保守性を検証する。

具体的には、以下の項目を実施する。

- ① 監視試験片や既往事業等において長期間中性子照射を受けた RPV 鋼を想定して作製された試験炉照射材等について、 ΔT_{41J} と破壊靱性遷移温度移行量の比較に資するデータの取得を目的とした機械試験を行う。また、監視試験片の返却に向けた検討を実施する。取得したデータを用いた統計学的な検討を実施し、令和 5 年度までに得られた知見と合わせて現状の RPV 健全性評価法の保守性を検証する。
- ② 現状の破壊力学に基づく健全性評価方法の保守性を確認するため、R5 年度までに整備した 2 軸荷重による破壊靱性試験装置等に用いる試験体を作製する。また、実際の原子炉で想定される 2 軸方向の力が加わる破壊試験の破壊挙動と 1 軸方向の力が加わる一般的な破壊靱性試験の結果の比較を行うためのデータを取得する。令和 5 年度までに得られた知見と合わせて監視試験結果に基づく破壊靱性遷移曲線と実際の原子炉で想定されている 2 軸の引張応力による破壊靱性遷移曲線について評価し、現状の評価方法の保守性を検証する。

(2) RPV 健全性評価対象部位の代表性に係る研究

RPV の健全性評価においては、母材及び溶接金属を対象とした監視試験データが取得されているが、HAZ に対しては、未照射材の HAZ の破壊靱性は母材と比較して同等以上であり、加えて HAZ の ΔT_{41J} はデータのばらつきが大きいものの母材と同等であると考えられていることに基づき、中性子照射を受けた HAZ の破壊靱性は確認されていない。

本研究では、RPV の健全性評価対象部位として HAZ を母材で代表させることの技術的妥当性を確認するため、試験炉等で高照射量領域まで照射された RPV 鋼を活用し、RPV の継手溶接やステンレスオーバーレイクラッド溶接(以下「クラッド」という。)施工に伴い形成される HAZ の照射前後の破壊靱性値を取得し、母材の破壊靱性と比較することにより、HAZ の破壊靱性を母材で代表する現状の評価方法の保守性を検証する。

具体的には、以下の項目の試験を実施する。

- ① 既往事業等において長期間中性子照射を受けた RPV 鋼 HAZ を想定して作製された試験炉照射材等について、母材の機械特性や微細組織変化と比較する事を目的とした各種の機械試験や微細組織分析を行う。また、取得したデータを用いた統

計学的な検討を実施する。令和5年までに得られた知見と合わせて、母材データの代表性について評価し、現状の評価方法の保守性を検証する。

(3) 最新知見の調査

契約期間内に開催される国際会議（American society of mechanical engineers of Pressure Vessels & Piping）等に参加し、照射脆化等、RPVの健全性評価に関する意見交換を行うとともに、最新動向を調査する。

1. 3事業進捗の管理と成果総括に係る活動の実施

受託者は、委託事業開始時における研究実施計画の説明のためのキックオフ会合を開催する。また、第三者有識者（5名程度）を招聘し、事業進捗状況の報告を行うとともに、報告内容に対する意見聴取を行い、この結果を研究内容や成果のとりまとめの参考とするための会合（2回程度）を開催する。なお、この第三者有識者を招聘する会合の開催や報告書の作成に当たっては、原子力規制庁と相談の上で進める。

受託者は、事業の途中段階において、原子力規制庁からの要請があった場合、原子力規制庁担当官による試験現場等の立会を受け入れるとともに、調査、分析により取得した必要なデータを集約し原子力規制庁担当官に報告する。

なお、事業を実施するに当たっては、本事業の前年度までに実施された関連事業の結果等について、原子力規制庁担当官から引継ぎを受けることができる。

1. 4納品物

- (1) 事業報告書（CD-ROM等の電子媒体）4式
- (2) 試験データ（数値を含む、CD-ROM等の電子媒体）1式

1. 5事業期間

令和6年4月1日から令和7年3月31日まで

*事業開始日（契約締結日）は本事業に係る令和5年度予算（暫定予算を含む。）が成立した日以降とする。

1. 6事業実施条件

（研究機材の使用）

- ・本事業は、原子力規制庁からの貸与品（別添参照）を用いて行うこと。
- ・別添研究機材の貸与は無償とするが、移転費用は全額受託者が負担すること。

（情報セキュリティの確保）

受託者は、下記の点に留意して情報セキュリティを確保するものとする。

- (1) 受託者は、本事業の開始時に、本事業に係る情報セキュリティ対策とその実施方法及び管理体制について原子力規制庁担当官に書面で提出すること。
- (2) 受託者は、原子力規制庁担当官から要機密情報を提供された場合には、当該情報の機密性の格付けに応じて適切に取り扱うための措置を講ずること。
また、請負業務において受託者が作成する情報については、原子力規制庁担当官からの指示に応じて適切に取り扱うこと。
- (3) 受託者は、原子力規制委員会情報セキュリティポリシーに準拠した情報セキュリティ対策の履行が不十分と見なされるとき又は受託者において本事業に係る情報セキュリティ事故が発生したときは、必要に応じて原子力規制庁担当官の行う情報セキュリティ対策に関する監査を受け入れること。
- (4) 受託者は、原子力規制庁担当官から提供された要機密情報が業務終了等により不要になった場合には、確実に返却し又は廃棄すること。

また、本事業において受託者が作成した情報についても、原子力規制庁担当官からの指示に応じて適切に廃棄すること。

- (5) 受託者は、本事業の終了時に、本事業で実施した情報セキュリティ対策を報告すること。

2. 登録内容

- ① 事業者名
- ② 連絡先（住所、TEL、E-mail、担当者名）

3. 留意事項

- ・登録後、必要に応じ事業実施計画等の概要を聴取する場合があります。
- ・本件への登録に当たっての費用は事業者負担になります。
- ・本調査の依頼は、入札等を実施する可能性を確認するための手段であり、契約に関する意図や意味を持つものではありません。
- ・提供された情報は庁内で閲覧しますが、事業者に断りなく庁外に配布することはありません。
- ・提供された情報、資料は返却いたしません。

4. 提出先

郵送またはE-mailにてご提出願います。

【提出先】〒106-8450 東京都港区六本木1-9-9
原子力規制委員会原子力規制庁長官官房技術基盤グループ
システム安全研究部門 渡辺宛て

【TEL】03-5114-2223

【E-mail】watanabe_aiki_j6k@nra.go.jp

(登録例)

令和〇年〇月〇日

原子力規制委員会
原子力規制庁長官官房技術基盤グループ
システム安全研究部門

令和4年度原子力施設等防災対策等委託費（実機材料等を活用した経年劣化評価・検証（原子炉圧力容器の健全性評価研究））事業について

令和〇年〇月〇日付、標記実施要領に従い、以下の事項を登録致します。

登録内容

① 事業者名 ○○

② 連絡先

住所 ○○

電話 ○○

Mail ○○

担当者名 ○○

(別添)

研究機材の品名と設置場所

1. 研究機材一覧

品名	規格・品質	数量 (式)	設置 場所
走査型オージェ電子分光分析装置	PHI710	1	1
BNP 法に基づく統計解析プログラム	株式会社ヴィジブルインフォメーションセンター製	1	2
試験片保管用デシケータ	三商製 HM-1002	1	2
破壊靱性試験機	①疲労試験機 ②データ処理装置 ③伸び計 ④恒温槽 ⑤ロードフレーム付属品	1	2
動ひずみ測定器	東京測器製 ①動ひずみ測定器 DA-36A ②校正証明書	1	2
加圧式液体窒素容器	大陽日酸製 DLS-100B	1	2
試験機本体及び制御装置	Instron E10000 型試験機	1	2
データ処理装置	2490-640D1 ハードウェア (PC, Windows 7, Office, 液晶 22", OCI-GPIB I/F)	1	2
液体窒素冷却式恒温槽	3119-407D 恒温槽本体および温度調節器	1	2
試験治具	2750-016D 小型 CT 試験治具 (0.16T)	1	2
放電加工装置	三協エンジニアリング(株)製	1	2
NC フライス盤	(株)井上高速機械製	1	2
画像寸法測定器	VR-3000	1	2
表面粗さ測定器	JS-411/0.75mN	1	2
十字動付載物台		1	2
ヒーターコントロールユニット	EM-08170HCU	1	1
連続傾斜走査像取得ユニット	EM-05860STM	1	1
測定データ解析ソフト	EM-05840RECD	1	1
試料分析装置	テレダイン・レクロイ・ジャパン (株) 製デジタルオシロスコープ	1	1
レーザーマーカー卓上型印字装置	サンエム精機 MD-X1000C	1	2
ホットセル仕様精密切断機	サブテック社製 SAPC-200	1	2
ホットセル用放電加工装置	三菱電機製 MV1200S D-CUBES	1	2
非均質性材料用局所物性評価	Frontics 社製 Micro-AIS	1	2

品名	規格・品質	数量 (式)	設置 場所
装置			
局所物性評価用温度制御装置	リンカム社製 10083L	1	2
照射後試験用シャルピー衝撃試験機	(株)米倉製作所製	1	2
6軸垂直多関節ロボット	安川電機 MOTOMAN-GP7	1	2
エンドミル研磨機	YN-03A 田中インポートグループ(株)製	1	2
既存照射材	「原子カプラント照射材安全補修溶接技術」事業において実施した溶接部特性評価試験の残材	1	2
既存照射材	「原子カプラント機器高度安全化対策技術」事業において実施したシャルピー試験の破断材	1	2、4
既存照射材	「溶接部等熱影響部信頼性実証試験」事業において実施したシャルピー試験の破断材	1	2、4
大型平板試験を実施するための試験設備	三菱重工業株式会社製	1	3

2. 研究機材の設置場所

- 1 : 茨城県東茨城郡大洗町成田町 2145-2
東北大学金属材料研究所附属量子エネルギー材料科学国際研究センター
- 2 : 茨城県那珂郡東海村大字白方 2 番地 4
国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所
- 3 : 兵庫県高砂市荒井町新浜 2-1-1
三菱重工業株式会社 総合研究所 高砂地区
- 4 : 茨城県那珂郡東海村舟石川 622-12
ニュークリア・デベロップメント株式会社

以上