

高温・水蒸気環境カプセルの概念設計

仕様書

目 次

〔Ⅰ〕 一般仕様	1
1. 目的及び概要	1
2. 契約範囲	1
3. 業務に必要な資格等	1
4. 提出書類及び提出部数	1
5. 納入場所	2
6. 検収条件	2
7. 契約不適合	2
8. グリーン購入法の推進	2
9. 一般責任事項	2
10. 納期	3
11. 特記事項	3
11.1 一般事項	3
11.2 適用法規及び規格・基準	3
12. 協議	3
13. 検査員及び監督員	4
〔Ⅱ〕 技術仕様	5
1 一般次項	5
2 概念設計	5
2.1 設計の概要	5
2.2 使用条件	5
2.3 設計	5
2.4 解析	6
3 報告書の作成	6

〔Ⅰ〕 一般仕様

1. 目的及び概要

本仕様書は、原子炉安全性研究炉（以下「NSRR」という）で高温・水蒸気環境となる冷却材喪失事故（以下「LOCA」という）模擬試験を実施することを目的としたカプセル（以下「高温・水蒸気環境カプセル」という）を製作するために必要な概念設計に関するものである。

NSRR 原子炉で使用するカプセルは、収納した試験燃料を内部に閉じ込める円筒型の上部フランジ構造の耐圧・密閉容器である。本件では、発電用軽水炉の LOCA 時に燃料が経験すると考えられる温度履歴、雰囲気を適切に模擬し、かつ試験燃料を内部に閉じ込められる機能を有する照射カプセルの概念設計を実施する。

2. 契約範囲

- ・「Ⅱ 技術仕様 2.3 設計」に示す高温・水蒸気環境カプセルの概念設計
- ・「Ⅱ 技術仕様 2.4 解析」に示す設計したカプセルの解析
- ・「Ⅰ 一般仕様 4. 提出書類及び提出部数」に示す書類の作成

3. 業務に必要な資格等

- (1) 同種の解析を実施できる知見・技術力を有していることが証明できる資料を提出すること。
- (2) 本業務に必要な品質保証体制が確立されていることを証明できる資料又は ISO9001 認証登録証明書。

4. 提出書類及び提出部数

受注者は、以下の書類を指定の部数提出すること。

- (1) 品質保証計画書 : 1 部
契約後速やかに提出すること。本製作に必要な品質保証体制が確立されていることを証明できる資料又は ISO9001 認証登録証明書を提出すること。
- (1) 工程表 : 1 部
全体工程表を契約後速やかに提出し、原子力機構の承認を受けること。変更が生じた場合にはその都度提出すること。
- (2) 体制表 : 1 部
契約後速やかに提出すること。
- (3) 委任又は下請負届（機構指定様式） : 1 部
契約後速やかに提出すること。
- (4) 打合せ議事録 : 1 部
打合せの都度、議事録を作成し、打合せ後 2 週間以内に提出すること。
- (5) 中間報告書 : 1 部
納期 3 か月前時点で、進捗を含めた中間報告書を作成し、納期 2 か月前までに提出すること。

- (6) 概念設計及び解析結果報告書…………… : 3部
納入2週間以上前に提出し、原子力機構の承認を受けること。なお、必要に応じてドラフト版を提出し、原子力機構と協議すること。
- (7) 完成図書…………… : 3部
本項に記載した、完成図書を除くすべての書類を合本したものを完成図書として納入時に提出すること。
- (8) その他機構が必要とする書類…………… : 必要部数
- (9) 上記図書類の電子データ…………… : 1式

5. 納入場所

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 NSRR L206

6. 検収条件

以下の項目をすべて満たしていることを原子力機構職員が確認したことをもって検収とする。

- (1) 「I 一般仕様 4. 提出書類及び提出部数」に示す全ての提出図書類が納入されていること。
- (2) その他、本仕様書に定める条件を全て満足していること。

7. 契約不適合

検収後 1 年以内に提出物中の契約不適合が発見された場合、無償にて速やかに修正、再設計、再解析、納品物の再提出を行うものとする。

8. 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）が適用される環境物品（事務用品、OA機器等）が発生する場合には、これを採用すること。
- (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。

9. 一般責任事項

施設の機器・装置の安全性・信頼性の向上のために、次の方針で適切な品質保証活動を実施すること。

- (1) 品質保証に参画する組織・業務分担及び責任を明確にし、確実に品質保証活動を遂行すること。
- (2) 確認を必要とする項目については、事前に発注者と協議し、確実に実施されることを確認すること。
- (3) 文書・図面・仕様書・図書・資料・記録などについては、処理手順及び管理

方法を明確にし、確実に保管すること。

10. 納期

令和7年2月28日（金）

11. 特記事項

11.1 一般事項

- (1) 本作業においては、核物質防護上の管理情報を扱うことから、受注者は業務履行上知り得た情報の秘密を保ち、第三者に漏えいせぬよう、適切な処置を講ずるものとする。
- (2) 受注者は業務履行上知り得た情報を、本契約の目的以外のために使用しない、若しくは第三者に使用させぬものとする。
- (3) 受注者は業務履行上知り得た情報を、外部に発表、公開、若しくは開示せぬものとする。
- (4) 受注者が委任又は下請負により外注作業を実施する場合は、上記(1)～(3)を外注先まで適用させること。
- (5) 本仕様書記載内容等について疑義のある場合、及び、原子力機構の確認が必要な書類等の提出前には、その都度必要に応じて原子力機構担当者及び受注者間で打合せを実施し、本契約内容を遅滞なく遂行すること。
- (6) 保証期間は検収後1年間とし、概念設計に技術的な不備が確認された場合、協議の上、受注者の責任において無償で対応し、図書類も必要に応じて改訂すること。
- (7) 本件は、原子力規制庁から原子力機構が委託を受けて実施するものであり、実施体制を変更する場合、原子力機構は原子力規制庁の承認を得る必要がある。従って、受注者は、合併又は分割等により本契約に係る権利義務を他社へ承継しようとする場合には、事前に原子力機構（契約請求元）へ照会し、了解を得るものとする。

11.2 適用法規及び規格・基準

本設計については、以下の法規及び規格・基準等を適用する。

- (1) 日本機械学会 発電用原子力設備規格 設計・建設規格(JSME S NC1-2012)
- (2) 日本機械学会 発電用原子力設備規格 材料規格(JSME S NJ1-2012)
- (3) JIS 規格
- (4) その他関係する法令※契約後、法規等が改正された場合は、可能な限り改正されたものに従うこと。但し、規格類の改訂への対応については原子力機構と協議すること。

12. 協議

本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、原子力機構と協議の上、その決定に従うものとする。

13. 検査員及び監督員

検査員

- (1) 一般検査 管財担当課長

監督員

- (1) 作業全般 安全研究センター 燃料安全研究Gr

〔Ⅱ〕 技術仕様

1 一般次項

1.1 打合せ

月に1回以上機構担当者との打合せを行い、進捗報告を行うこと。

2 概念設計

2.1 設計の概要

NSRR で使用するカプセルは、実験中に発生する熱や圧力に耐え、カプセル内部に配置される試験燃料等を内部に閉じ込める円筒型・上部フランジ構造の耐圧・密閉容器である。本件では、発電用軽水炉の LOCA 時に燃料が経験すると考えられる温度履歴、雰囲気を適切に模擬できるような照射カプセルを設計する。設計したカプセルについて、熱流体解析及び構造解析を実施し、設計仕様を満足していることを確認するとともに、使用上の負荷に耐えうることを検証する。検証結果を元に、設計の見直しを繰り返し、上記条件を満足するカプセルを提案する。

本設計は、原子炉の変更に係る設計及び工事の計画の認可申請書に記載されることを前提とし、実現可能且つ核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律、その他関係法令、所内規則等に適合した設計を行うこと。

2.2 使用条件

燃料周辺温度 : 1000℃以上

雰囲気 : 水蒸気

圧力 : 大気圧以上※

状態維持時間 : 20 分以上

※加熱した際昇圧する場合は、昇圧後の圧力にて試験を実施する。

2.3 設計

照射カプセル内で、発電用軽水炉の LOCA 時に燃料が経験すると考えられる温度履歴、雰囲気を模擬した試験を、商業用軽水炉で照射済みの燃料（以下「照射済燃料」という。）及び未照射燃料を対象として、NSRR 原子炉内で実施できるような設計とする。

(1) 設計仕様

LOCA カプセルの設計仕様の一部を下記に示す。

- ・二重のカプセルを有する構造とすること。また、それぞれのカプセルは密閉構造とすること。
- ・内カプセル側部は、厚さ 5.5mm 以下とすること。
- ・外カプセル側部の内、内カプセル近辺は、厚さ 3mm 以下とすること。
- ・カプセル内にある燃料試料周囲を水蒸気雰囲気にすることができるとような装置を設けた構造とすること。また、水蒸気雰囲気は 20 分程度維持することが

可能なこと。

- ・カプセル内に配置した燃料を試験前に約 1000℃まで加熱できる装置を設け、加熱時は外部から出力等の制御が可能な設計とすること。
- ・熱や圧力等の実験中に発生する負荷により、カプセルに大きな変形や破損が生じることがない設計とすること。
- ・照射済燃料を取り扱うことを想定した設計とすること。
- ・一番外側のカプセルは NSRR 実験孔に装填できるサイズとすること。
- ・オフセット装填管から装荷できる構造とすること。
- ・照射済み燃料を取り扱うことを考慮し、マニプレータ等の操作により取り扱うことを想定した構造とすること。
- ・燃料棒、被覆管、蒸気発生用の水等の温度、圧力等に関するデータが測定できるように、計装類を装着可能な構造とすること。また、測定したデータをカプセル外で収録することを想定した構造とすること。
- ・本カプセルの耐震重要度分類はBクラスとする。
- ・試験で使用する燃料試料は径（ $\phi 7\sim 12\text{mm}$ 程度）、長さ（ $\sim 50\text{mm}$ 以上）とする。
- ・材料の選定を含め、可能な限り中性子の吸収を抑える構造とすること。
- ・中性子を十分に減速させるため、内カプセルの内部に $\phi 120\text{mm}$ 以上の空間を設け、燃料側部、隣接しない位置に水の層を設けること。
- ・製作が可能であること。

2.4 解析

(1) 解析手法

2.3 設計仕様を満たすと考えられるカプセルを作成し、熱流体解析及び構造解析を行うことで、設計仕様を満足しているか確認すること。解析時に NSRR 照射による燃料の温度上昇を考慮すること。上記を満足していない場合は、設計を再度修正し、解析を実施すること。設計したカプセルについては、解析を実施する前に原子力機構に確認すること。

(2) 結果出力の整理

以下の内容を満たす概念設計を3案提出すること。

- ・使用条件を作り出す手法が3案それぞれで異なること。

例：1000℃まで加熱する手法、水蒸気による昇圧を抑えるための冷却手法等

- ・カプセル内で使用条件を満足すること。

3 報告書の作成

本件において実施した設計及び解析について、以下のように内容を取りまとめ報告すること。

- ・進捗及び内容の確認を行うため、中間報告書を作成すること。
- ・解析対象となったカプセルについてその条件にした理由を報告書に記載する

- こと。また、概念設計を進める上で検討した内容を報告書に記載すること。
- ・報告書の図表については、写真、図面等を除きベクトル形式を使用すること。
 - ・設計仕様を満足することを証明する資料を報告書に含めること。
 - ・本解析で対象とした構造物材料、負荷特性に鑑みて、解析結果に信頼性が期待できることを示す資料を添付、もしくは、公開文献情報を記載すること。
 - ・概念設計を進める際に確認された課題や課題解決に必要となる確認試験、モックアップ構造等の提案について報告書に記載すること。
 - ・その他報告書の体裁等については、機構担当者と協議の上決定するものとする。

以上