

スリーブレス高温ガス炉の核熱計算モデルの作成

仕様書

## 1. 件名

スリーブレス高温ガス炉の核計算モデルの作成

## 2. 一般仕様

### 2. 1 目的及び概要

本仕様書は、日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）高温ガス炉プロジェクト推進室高温ガス炉設計グループが実施するスリーブレス燃料システムの整備において必要な核熱計算モデルの作成を、受注者に請負わせるための仕様について定めたものである。

### 2. 2 作業場所

受注者敷地内

### 2. 3 提出書類

- |                                                         |                                    |     |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------|-----|
| (1) 作業実施計画                                              | 契約締結後速やかに                          | 3 部 |
| (2) 作業報告書                                               | 作業終了後速やかに                          | 3 部 |
| (3) 入出力ファイル説明書                                          | 作業終了後速やかに                          | 3 部 |
| (4) 打合せ議事録※                                             | 打合せの都度                             | 3 部 |
| (5) 以下を収納したメディア<br>(CD-ROM 又は DVD-ROM 又は USB-FLUSH) 納入時 |                                    | 1 式 |
| ・ 作業報告書                                                 |                                    |     |
| ・ 計算入出力                                                 |                                    |     |
| ・ 作業時に作成した入出力ファイル一式と説明書                                 |                                    |     |
| ・ 図表データ一式（数値を含む）                                        |                                    |     |
| ・ 計算に使用した実行モジュール                                        |                                    |     |
| (6) 情報セキュリティに関わる書類                                      | 契約締結後速やかに                          |     |
| ①                                                       | 資本関係及び役員情報                         | 1 部 |
| ②                                                       | 本契約の実施場所                           | 1 部 |
| ③                                                       | 従事者の所属・専門性（情報セキュリティに係わる資格・研修等）     | 1 部 |
| ④                                                       | 実績及び国籍についての情報                      | 1 部 |
| (7) 業務遂行能力に関わる書類                                        | 契約締結後速やかに                          |     |
| ①                                                       | 関連する業務の実績一覧表                       | 1 部 |
| ②                                                       | 品質マネジメント能力を示す書類（社内研修、ISO9001 認定書等） | 1 部 |

（提出場所）

原子力機構高温ガス炉プロジェクト推進室高温ガス炉設計グループ

※ 4 章で示した実施内容の各項目の開始時及び終了時に、原子力機構からの作業指示、原子力機構への作業報告を行うための、打合せを行うこと。

## 2. 4 納期

令和 7 年 12 月 19 日（金）

## 2. 5 検収条件

作成したモデルが、原子力機構が指定する計算機上で正常に実行でき、計算結果が妥当であること、および 2. 3 項に示す提出書類の完納をもって検収とする。

## 2. 6 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) 技術検査 高温ガス炉プロジェクト推進室 高温ガス炉設計グループ員

## 2. 7 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。

## 2. 8 その他

作業の実施において不明な点が生じた場合には、別途協議の上で決定する。受注者は本作業で得られた内容・結果を第三者に漏らしてはならない。また無断で論文等に引用してはならない。さらに受注者は、納入・検査完了後に貸与及び作成したデータ・コード等の電子ファイルを速やかに完全削除するものとする。

## 3. 技術仕様

### 3. 1 スリープレス高温ガス炉の概念設計について

本役務で検討するスリープレス高温ガス炉の炉心の水平断面図、鳥観図を図 1、燃料棒形状を図 2、図 3 に示す。また、仕様を表 1 に示す。

## 4. 実施内容

### 4. 1 スリープレス燃料要素のモデル作成と試計算

#### 4. 1. 1 スリーブレス燃料要素のモデルの SRAC 入力データの作成

原子力機構が貸与する小型実用高温ガス炉の核計算モデルを基に、原子力機構が別途指定する燃料棒の形状・材料組成の情報を反映した SRAC/PIJ と SRAC/COREBN の入力データを作成する。また、全炉心のメッシュ分割の情報を整理した図を作成する。

但し、全炉心計算における高さ方向のメッシュは、燃料コンパクト 1 個につき 1 メッシュ、スパーサー 1 つにつき 1 メッシュの寸法で作成すること。メッシュ分割の仕様を表 2 に示す。但し、原子力機構が別途提示する入力データ例に倣い、図 4 に示すように可燃性毒物含有領域、可燃性毒物非含有領域に分けて均質化を行うこと。

#### 4. 1. 2 スリーブレス燃料要素のモデルの COREBN コンバータ、FTCC の入力の作成

原子力機構が指定する燃料棒の形状・材料組成の情報を反映した COREBN コンバータ、FTCC の入力を作成する。流量の情報は、別途指示する。

#### 4. 1. 3 スリーブレス燃料要素のモデルの試計算

4.3.1 節、4.3.2 節で作成したモデルを基に、核・熱計算を実施する。

炉心核計算については、燃焼ステップは合計 12 ステップ (0, 10, 30, 60, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 730 EFPD) とし、燃焼ステップ毎に炉心が臨界となるように制御棒位置を変更して、全炉心計算を行うこと。また、その後の燃料温度計算の結果を踏まえて、セル計算の温度条件を更新し、再度全炉心計算と燃料温度計算を実施する。最終的に燃料最高温度が目標値 1400°C を下回ることを確認する。

#### 4. 2 報告書作成

作業報告書、作成した入出力ファイル説明書を作成する。

#### 5. 特記事項

(1) 受注者は、本作業で得られた内容及び結果を第三者に提供してはならない。また、無断で論文等に引用してはならない。但し、予め書面により原子力機構の承認を受けた場合はこの限りではない。

(2) 受注者は、貸与品を本作業以外の目的に使用してはならない。貸与品を原子力機構外への持ち出してはならない。原子力機構の許可無しに貸与品の複製物の作成、改変または翻案を行ってはならない。貸与品は本契約終了時に返却すること。

(3) 変数の配列サイズの不足等、何らかの原因により SRAC コードシステム等が正常に動作しない場合は、正常に動作するように受注者が各ソースファイルの改造を行い、実行モジュールを作成する。ソースファイルの貸与については、別途協議の上で発注者が決定する。

(4) 作業の実施において不明な点が生じた場合には、別途協議の上で発注者が決定する。

## 6. 貸与品

### (1) 品名        SRAC コードシステム

HTR50S 相当の SRAC/PIJ、SRAC/HIST、SRAC/COREBN の入出力データ

COREBN コンバータ及び入力例

FTCC 及び入力例

その他協議の上必要に応じ、参考文献

### (2) 数量        1 式

### (3) 引渡場所   高温ガス炉プロジェクト推進室   高温ガス炉設計グループ

### (4) 引渡時期   契約締結後

### (5) 引渡方法   持込引渡し

表 1 スリーブレス高温ガス炉の仕様

|                                                                            | 本提案                                     | 参考：HTTR                                |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| 原子炉出力                                                                      | 60 MW                                   | 30 MW                                  |
| 平均出力密度                                                                     | 4.2 MW/cm <sup>3</sup>                  | 2.5 MW/cm <sup>3</sup>                 |
| 原子炉入口冷却材温度 /<br>原子炉出口冷却材温度                                                 | 325°C/800°C                             | 395°C/850°C                            |
| 炉心冷却材流量                                                                    | 20.4 kg/s                               | 12.4 kg/s                              |
| 燃焼日数                                                                       | 730 days                                | 660 days                               |
| 平均燃焼度                                                                      | 40 GWd/t                                | 22 GWd/t                               |
| 炉心高さ / 炉心直径                                                                | 3.48 m / 2.3 m                          | 2.9 m / 2.3 m                          |
| 燃料体の数                                                                      | 180<br>(30 columns × 6 layers)          | 150<br>(30 columns × 5 layers)         |
| 燃料体の種類                                                                     | 33 ピン燃料体のみ                              | 31 ピン燃料体<br>及び 33 ピン燃料体                |
| 燃料体の幅 / 高さ                                                                 | 36 cm / 58 cm                           | 36 cm / 58 cm                          |
| 燃料物質                                                                       | UO <sub>2</sub>                         | UO <sub>2</sub>                        |
| 平均燃料濃縮度                                                                    | 検討事項                                    | 5.9 wt%                                |
| 燃料濃縮度の数                                                                    | 検討事項                                    | 12                                     |
| 被覆燃料粒子の直径                                                                  | 0.92 mm                                 | 0.92 mm                                |
| 燃料核の直径                                                                     | 0.60 mm                                 | 0.60 mm                                |
| 燃料コンパクト母材物質                                                                | SiC                                     | Graphite                               |
| 燃料コンパクトの直径（内径<br>/ 外径）<br>燃料コンパクトの半径（内径<br>/ 外径）<br>燃料コンパクトの高さ（内径<br>/ 外径） | 22 mm / 32 mm<br>11 mm / 16 mm<br>39 mm | 10 mm / 26 mm<br>5 mm / 13 mm<br>39 mm |
| 黒鉛スリーブ                                                                     | 無し                                      | 有り                                     |

表2 z 軸方向のメッシュ分割仕様

| メッシュ幅 (cm) | 可燃性毒物含有領域 | 可燃性毒物非含有領域 |
|------------|-----------|------------|
| 0.4        | 黒鉛領域      | 黒鉛領域       |
| 3.9        | 燃料領域      | 燃料領域       |
| 3.9        | 燃料領域      | 燃料領域       |
| 3.9        | 燃料領域      | 燃料領域       |
| 3.9        | 燃料領域      | 燃料領域       |
| 3.9        | 燃料領域      | 燃料領域       |
| 0.8        | 黒鉛領域      | 黒鉛領域       |
| 3.9        | 燃料領域      | 燃料領域       |
| 3.9        | 燃料領域      | 燃料領域       |
| 3.9        | 燃料領域      | 燃料領域       |
| 3.9        | 燃料領域      | 燃料領域       |
| 0.8        | 黒鉛領域      | 黒鉛領域       |
| 3.9        | 燃料領域      | 燃料領域       |
| 3.9        | 燃料領域      | 燃料領域       |
| 3.9        | 燃料領域      | 燃料領域       |
| 3.9        | 燃料領域      | 燃料領域       |
| 3.9        | 燃料領域      | 燃料領域       |
| 1.1        | 黒鉛領域      | 黒鉛領域       |

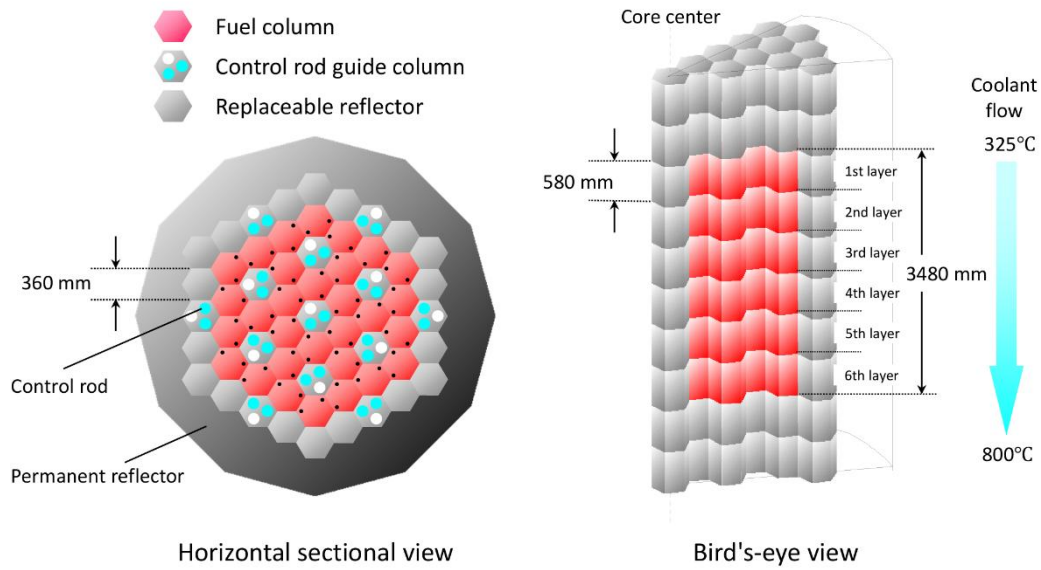


図1 全炉心水平断面、鳥観図

#### 暫定形状・組成

- ✓ 燃料ブロックの形状は、HTTRと同じ。燃料棒（下図）、冷却孔の形が異なる。
- ✓ 冷却孔直径：41 mm (HTTR) → 36 mmに変更
- ✓ 被覆燃料粒子の充填率30%、母材密度：理論密度60%

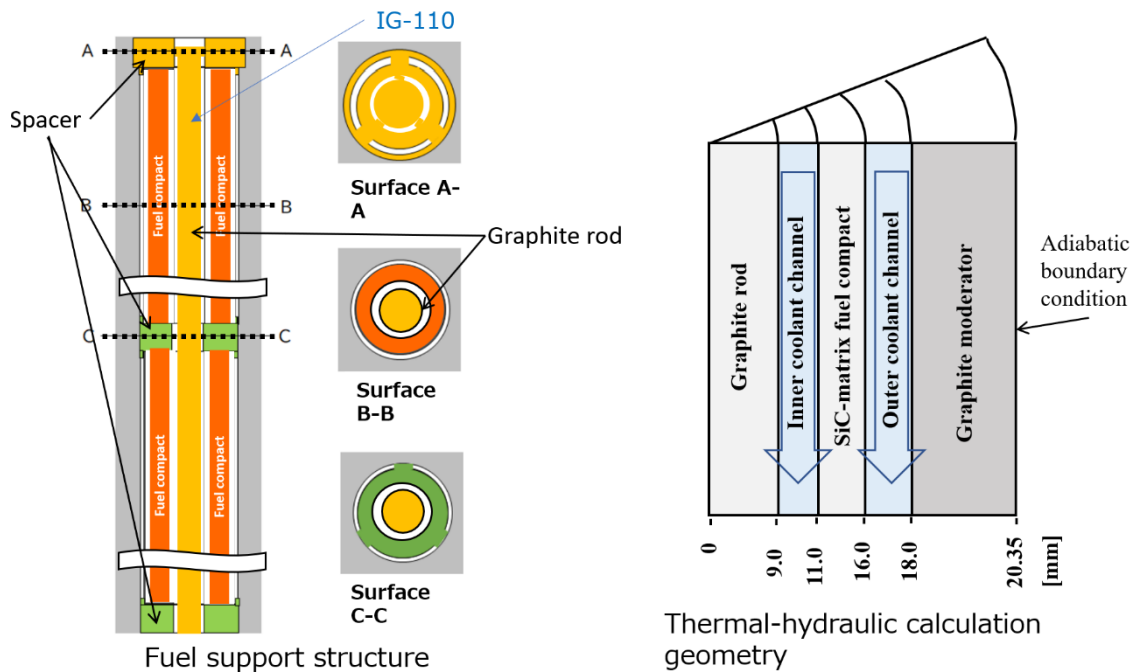


図2 燃料棒の形状



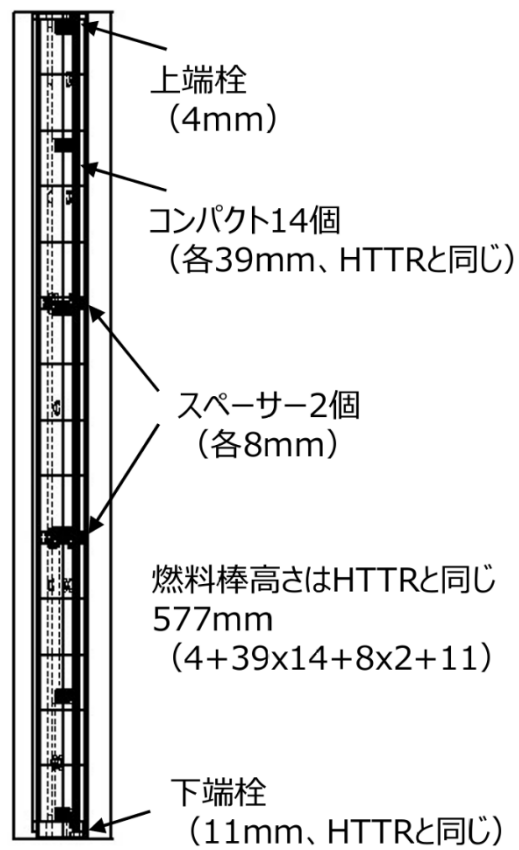


図3 燃料棒の長軸方向の寸法

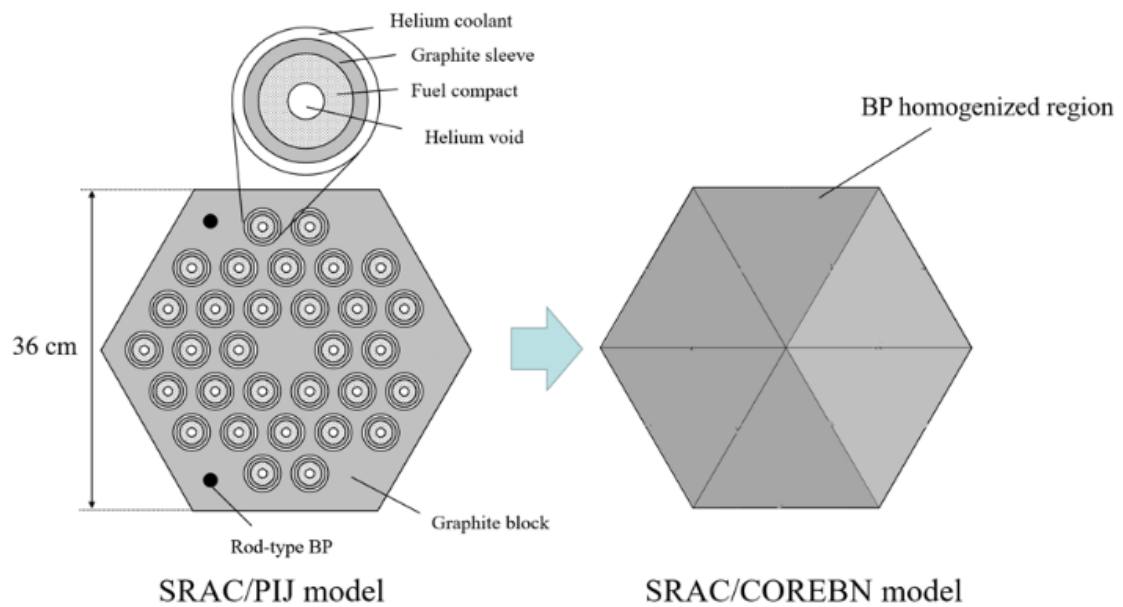


図4 燃料ブロックの均質化の方法

以上