

# 再エネ調和型原子炉用安全性試験装置の最適化設計

## 引合仕様書

## I. 一般仕様

### 1. 概要

日本原子力研究開発機構（原子力機構）では、民間企業等が実施する安全性・経済性・機動性に優れた原子力技術の高度化に資する技術開発に必要となる共通基盤技術に関する研究及び開発を実施している。

本作業では、民間事業者の熱貯蔵及び熱利用を含む再エネ調和型原子炉システム概念における異常状態の安全評価技術の開発に資することを目的として、発電設備や熱利用・貯蔵設備を組み込み可能な再エネ調和型原子炉用安全性試験装置の最適化設計を行う。

### 2. 作業内容

- (1) 試験装置の最適化設計
- (2) 事故模擬解析評価
- (3) 報告書の作成

### 3. 提出図書

- |   |              |     |
|---|--------------|-----|
| (1) 工程表                                 | 契約後速やかに      | 1 部 |
| (2) 委任先又は中小受託事業者等の承認について<br>(原子力機構指定様式) | 作業開始 2 週間前まで | 1 部 |
| (3) 報告書                                 | 期間内          | 3 部 |
| (4) 報告書、入力データ及び試算結果を収めた CD-R            | 期間内          | 1 式 |

提出先：原子力機構 大洗原子力工学研究所 プラント技術イノベーショングループ

### 4. 貸与品及び支給品

#### 4.1 貸与品

なし

#### 4.2 支給品

なし

### 5. 作業実施場所

受注者側実施施設

### 6. 納期

令和 9 年 3 月 5 日（金）

## 7. 納入場所

茨城県東茨城郡大洗町成田町 4002 番地 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
大洗原子力工学研究所 F セルボ内指定場所

## 8. 検収条件

3.に定める提出品が全て提出され、仕様書に従い作業が実施されていることを原子力機構が確認した時をもって検収とする。

## 9. 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。

## 10. その他

- ・ 受注者は発注者と緊密な連絡を取りつつ作業を行うこと。発注者が必要と認めた場合には随時技術打ち合わせを行うこと。
- ・ 受注者は業務上知り得た情報を原子力機構の許可無く第三者に口外してはならない。
- ・ 受注者は発注者から貸与される技術資料、情報を第三者に提供するときには、予め書面による許可を求め、発注者の承認を得なければならない。
- ・ 本作業による成果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。
- ・ 貸与品（使用許可品）に関しては本契約以外での使用は、受注者が予め書面による許可を求め、発注者の承認を得なければならない。
- ・ 発注者は、この契約に関して知り得た情報を発表し、公開し、又は他の目的に供しようとするときは、予め書面により受注者の承認を得なければならない。
- ・ 仕様書に関して疑義が生じた場合は、双方協議の上、発注者が指示する。

## II. 技術仕様案

### 1. 試験装置の最適化設計

#### 1.1 系統設計

系統要求条件や図1と図2に示す系統を参考に設備構成や系統仕様を検討するとともに、熱物質収支や熱損失、系統圧力損失を評価し、以下を作成する。1次ガス系統には、He80%・Xe20%の混合ガスを適用する。また、発電モード時とコジェネモード時で、加熱器の熱出力を同一とした条件で系統設計を実施する。さらに、発電モード時及びコジェネモード時で、発電効率が各々高効率となるように系統設計を実施する。加えて、試験装置の設置面積を低減させることを目的として、1.2項で実施する試験装置の構成機器のコンパクト化及び配管設計を反映した系統設計を実施する。系統構成の検討に当たっては、試験装置の試験目的及びこれまでの関連試験装置の開発経験より、装置コスト等の観点から、設備容量及び2次系/3次系の模擬範囲等を検討し設定する。

熱損失及び系統圧力損失評価に当たっては1.2章の機器設計結果を反映すること。

- 系統仕様書
- 全体系統図
- 設備系統図
- 熱物質収支図
- 熱損失計算書
- 圧力損失計算書

また、3次系以降の下流側設備について、システム構成を明らかにし、具体的に系統・主要機器の検討を行うこと。

(系統要求条件)

- 高温ガス炉コジェネレーションプラント GTHTR300C の運転制御方式の確証のための模擬試験を可能とすること。
- 原子力機構より提示された熔融塩による蓄熱設備の性能の確認試験を可能とすること。

#### 1.2 機器設計

系統設計で設定した設備構成を対象に、主要機器の基本仕様に基づき、1次混合ガス冷却設備、2次ヘリウム冷却設備、前置冷却器冷却水設備、水素製造施設模擬冷却設備、熔融塩設備、ナトリウム設備について、機器の仕様や構造を検討すること。各機器の検討の際には、プラント動特性の模擬性を十分考慮すること。また、1.1項で示した通り、設置面積を低減させるため、構成機器のコンパクト化及び配管の最適化設計を実施する。さらに、ターボマシンについては、発電モード時及びコジェネモード時で、発電効率が各々高効率となるよう

に設計検討を実施し、空力設計及びスラスト力評価も実施すること。以下を作成すること。

- 機器設計仕様書（仕様設定根拠書を含む）
- 機器構造図
- ターボマシン配置外形図
- 圧縮機性能マップ
- タービン性能曲線

（主要機器の基本仕様）

(1) 加熱器

- 形式 黒鉛ヒータ方式
- 出口運転温度 約 880°C
- 交換熱量 系統の要件により算出
- 基数 1 基

(2) 圧縮機

- 形式 遠心式
- 入口温度 (平均) 30°C程度
- 出口圧力 TBD

(3) タービン

- 形式 遠心式
- 入口温度 約 750°C

(4) 抵抗器／起動用電動機及びインバータ

- 電動機出力 系統の要件により算出

(5) 再生熱交換器

- 型式 プレートフィン型
- 基数 1 基
- 主要材質 ステンレス鋼

(6) 前置冷却器

- 型式 シェル&チューブ型
- 基数 1 基
- 主要材質 炭素鋼

(7) 中間熱交換器

- 型式 プレートフィン型
- 基数 1基
- 主要材質 ステンレス鋼

(8) ヘリウムガス配管

- 型式 単管
- 主要材質 ステンレス鋼及び炭素鋼

(9) 蓄熱熱交換器（ヘリウムー熔融塩）

- 型式 スタティックミキサー内蔵シェル&チューブ型
- 主要材質 ステンレス鋼

(10) 熱貯蔵設備（熔融塩）

- 型式 タンク型
- 主要材質 ステンレス鋼

(11) 水素製造模擬冷却器（高中温）

- 基数 1基

(12) 水素製造模擬冷却器（中低温）

- 基数 1基

(13) 蓄熱熱交換器（ナトリウムー熔融塩）

- 型式 スタティックミキサー内蔵シェル&チューブ型
- 主要材質 ステンレス鋼

(14) SG 模擬冷却器（熔融塩ー空気）

- 基数 1基

(15) Na 炉 IHX 模擬熱交換器（ナトリウムー水）

- 基数 1基

2. 事故模擬解析評価

2.1 評価に使用する解析コード

本作業での評価は、原子炉システム解析コード RELAP5 を使用すること。

## 2.2 再エネ調和型原子炉用安全性試験装置のプラント動特性解析モデルの作成

原子力機構が提示する既往検討結果及び 1 次ガス系統に混合ガスを適用し、ターボマシンの発電効率が高効率となる設計を反映した 1 章の設計結果を用いて、再エネ調和型原子炉用安全性試験装置のプラント動特性評価モデルを作成すること。1 次混合ガス設備、2 次ヘリウム冷却設備、熔融塩設備、Na 設備について、各設備モデルの連結を実施すること。モデル構築に当たっては、機器や配管の熱容量や放熱量を考慮可能とすること。さらに、代表的な熔融塩であるソーラーソルト（硝酸ナトリウム 60%、硝酸カリウム 40%）の物性を RELAP5 コードに組み込むこと。

## 2.3 再エネ調和型原子炉用安全性試験装置の事故模擬解析評価

2.2 章で構築した再エネ調和型原子炉用安全性試験装置のプラント動特性評価モデルの妥当性を確認するために、代表事象の試解析を実施する。代表事象については、原子力機構と協議の上、決定すること。解析評価においては、制御系の動作を確認するとともに、各プロセス値の過渡挙動に係るデータを取得すること。代表事象の試解析の結果より、試験装置の試験計画と運転手順の検討を実施すること。

また、以下を作成すること。

- 計算ノード図
- 計算入力データ（設定根拠書）
- 解析コード及び入力と出力データリスト（IoT : Internet of Things や原子力機構が計画するその他ツール等との取合いを想定）
- 解析コード運用説明書
- 解析モデル説明書

## 3. 報告書の作成

前項までの作業内容をまとめた報告書を作成する。報告書の文章は Microsoft Word、図面については Microsoft Excel（いずれも Windows 版）、あるいは同等互換のあるソフトで作成すること。

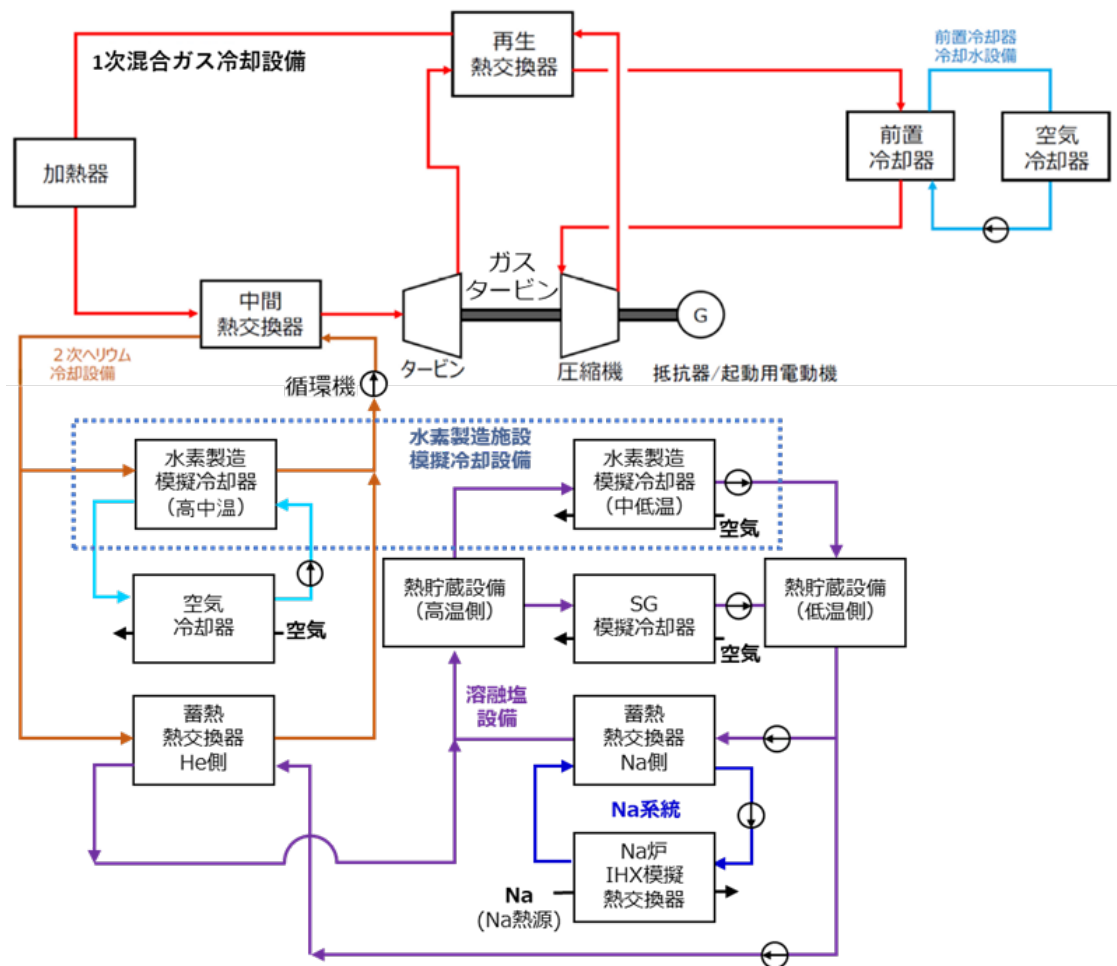


図1 再エネ調和型原子炉用安全性試験装置の基本構成

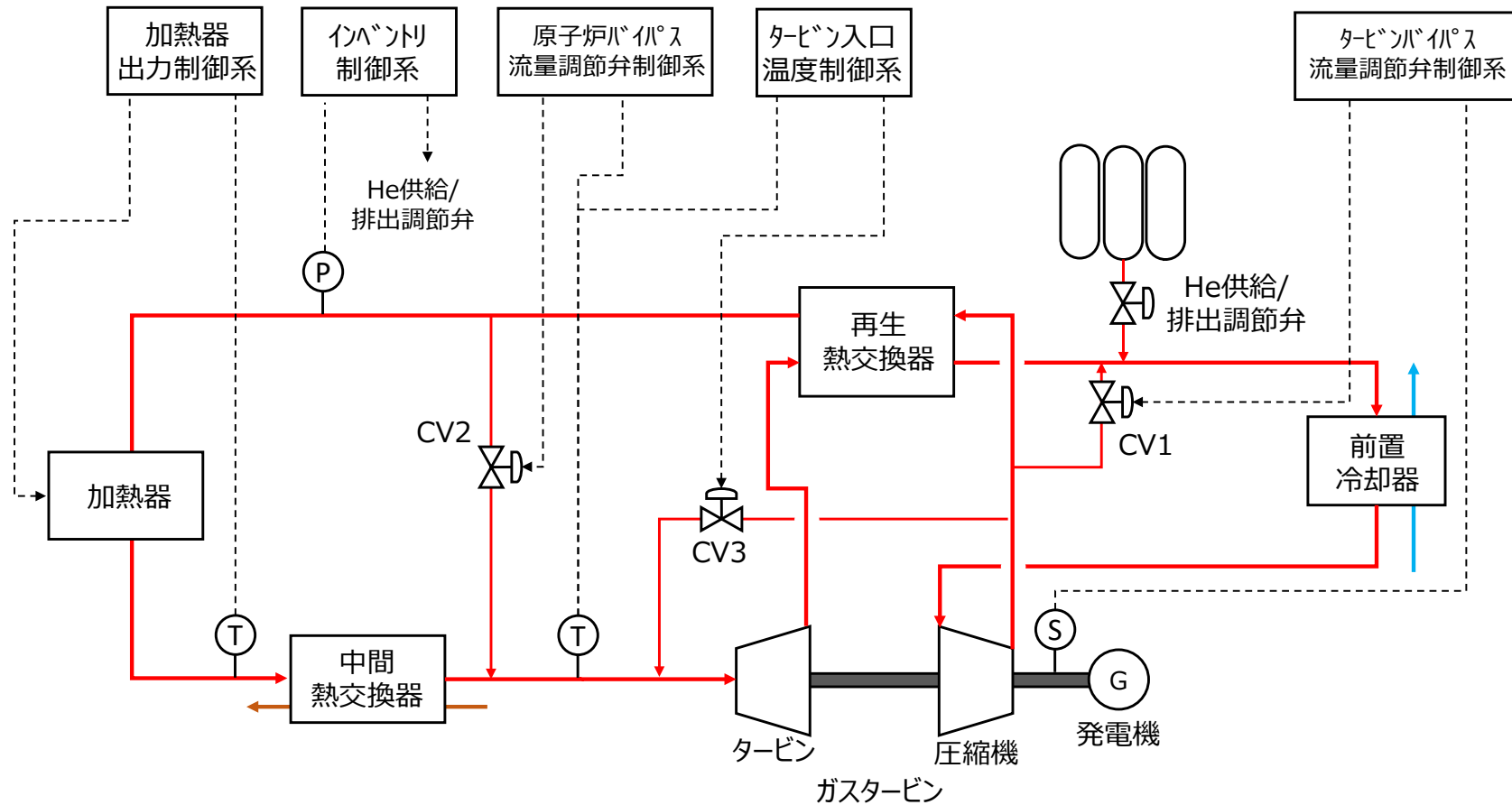


図2 再エネ調和型原子炉用安全性試験装置の制御系基本構成