

# 中性子イメージング実験用高温高压セルの製作 仕様書

総合科学研究機構 産学連携推進室

## 1. 概要

本件では、中性子イメージング実験において、高温・高压環境下における試料のその場観察を行うための高温高压セルを製作する。

本装置は、反応容器、加熱部、温度測定部、圧力測定部、安全機構および温度制御部等から構成され、高温・高压条件下において安全に試料を加熱するとともに、中性子による反応容器内部の観察が可能な構造とする。

## 2. 仕様

### 2.1 基本仕様

- ・員数：一式
- ・最高使用温度：500℃
- ・最高使用圧力：50 MPa
- ・中性子イメージング測定が可能な構造とすること。
- ・反応容器周辺には、中性子の入射および透過を妨げないための開口部を設けること。
- ・装置の詳細な構造および寸法は、別途承認する製作図面によること。

### 2.2 反応容器

- ・反応容器は、総合科学研究機構（CROSS）からの支給品とする。支給品は、R-Tube 9/16” 6.4（高压システム株式会社製）または同等の材質・寸法のものとする。
- ・反応容器の使用条件は、温度 500℃、圧力 50 MPa とすること。
- ・反応容器内部にシース熱電対を挿入し、試料温度を直接測定できる構造とすること。
- ・シース熱電対は 1 本とし、その先端が反応管底面から 20 mm の位置となるように設置できること。
- ・安全弁、圧力センサーおよびシリンジポンプを接続するためのクロスを備えること。なお、シリンジポンプ本体は本仕様の範囲外とする。
- ・接続継手には、1/16” もしくは 1/4” 継手を使用すること。

### 2.3 加熱部

- ・反応容器を 500℃まで加熱できること。
- ・ヒーターブロックを用いて反応容器を加熱する構造とすること。
- ・ヒーターブロックの側面に 3 本の熱電対を設置し、反応容器の長手方向における温度分布を測定できること。
- ・ヒーターブロックおよび断熱材等の構造については、別途承認する製作図面によること。
- ・ヒーターブロックの材質は SUS304 とすること。
- ・反応容器の長手方向を広範囲に加熱し、反応容器内の温度分布が可能な限り均一となる構造とすること。

- ・中性子の入射方向および透過方向には、中性子測定に必要な開口部を設けること。
- ・加熱実験終了後に反応容器および加熱部を冷却できる空冷機構を備えること。
- ・断熱材にはロスリムボード（ニチアス株式会社製）、または相当品を使用すること。
- ・加熱中における装置外面への接触による火傷を防止するため、適切な断熱または接触防止対策を施すこと。
- ・加熱部本体の外形寸法は、幅 250 mm、奥行 180 mm、高さ 350 mm 以内とすること。
- ・加熱部本体は、人力による持ち運びが可能な重量および構造とすること。

## 2.4 温度測定および温度制御

- ・反応容器内部に挿入した熱電対により試料温度を測定できること。
- ・ヒーターブロックに設置した 3 本の熱電対により、各位置の温度を測定できること。
- ・温度制御は反応容器内部に挿入した熱電対で測定した温度で制御すること。
- ・加熱温度を設定し、自動制御できる温度調節機能を有すること。
- ・反応容器内部に挿入した熱電対の測定温度が設定温度を 30℃以上上回った場合には、インターロックが作動し、ヒーターへの電力供給を停止すること。
- ・インターロック作動後は、意図しない自動復帰をしない構造とすること。
- ・昇温速度を 1 分あたり 5～15℃の範囲で制御できること。

## 2.5 圧力測定および安全機構

- ・反応容器内部の圧力を測定するための圧力センサーを備えること。
- ・圧力センサーの測定範囲は 0～50 MPa とすること。
- ・圧力センサーの測定精度は±0.5 %FS 以内とすること。
- ・測定圧力が 52 MPa を超えた場合には、インターロックが作動し、ヒーターへの電力供給を停止すること。
- ・設定圧力 55 MPa の安全弁を備えること。
- ・圧力センサーおよび安全弁は、反応容器から配管を介して別置きできる構造とすること。
- ・圧力センサーおよび安全弁を安全かつ安定して設置できる構造とすること。

## 2.6 制御ボックス

- ・制御ボックスは、幅 450 mm、奥行 350 mm、高さ 320 mm 以内とすること。
- ・制御ボックスは、人力による持ち運びが可能な重量および構造とすること。
- ・加熱ヒーターの温度設定、温度表示および制御が可能であること。
- ・反応容器内部およびヒーターブロックに設置した熱電対の温度を確認できること。
- ・圧力を確認できること。
- ・制御ボックスの前面に、温調器、圧力表示器、ヒーターブロックに設置した熱電対の温度表示器（3 器）、インターロック表示灯としての LED ランプ、アラームリセットボタン、ブザーオフボタン、電流表示器、押しスイッチ式非常停止ボタン、ヒーターON ボタン、ヒーターOFF ボタン、およびブレーカーを設置すること。
- ・制御ボックス背面には、温度出力、圧力出力、ヒーター出力および警報出力用の端子台（カバー付き）、ならびに温調器通信用の LAN コネクタポートを設けること。
- ・漏電遮断機能を有すること。

- ・ブザーを設置し、非常停止時にはこれを鳴動させること。ブザーはブザーオフボタンで停止できること。ただし、非常停止中に新たなインターロック条件が追加で発生した場合は鳴動を再開すること。
- ・反応容器内部に挿入した熱電対の測定温度が設定温度を 30℃以上上回った場合、または測定圧力が 52 MPa を超えた場合に、ヒーターへの電力供給を停止するインターロック機能を備えること。
- ・持ち運びを容易にするため、制御ボックス底面にはゴム足を設けること。
- ・電気回路については、別途承認する電気回路図によること。
- ・温調器には UT55A-042-00-00/DR（横河電機株式会社製）、または相当品を使用すること。
- ・温度、圧力およびヒーター電流値を外部のデータロガーで記録できるよう、出力端子を備えること。
- ・温度または圧力の異常発生時に、異常信号を外部出力できること。

## 2.7 製作図面の確認

- ・製作に着手する前に、セル本体および制御ボックスの設計図面を総合科学研究機構担当者に提出すること。
- ・総合科学研究機構担当者による図面の確認を受けた後、製作に着手すること。
- ・設計変更が生じた場合には、必要に応じて総合科学研究機構担当者と協議の上、製作を進めること。

## 3. 検収条件

- (1) 第 2 項に記載した仕様を満たす機器一式が納入されること。
- (2) 第 6 項に記載する試験・検査に合格すること。
- (3) 完成図面、電気回路図および検査成績書等の提出書類が納入されること。

以上のすべての項目が満足されたことをもって検収とする。

## 4. 納入場所および納入条件

- (1) 納入場所

茨城県那珂郡東海村白方 162-1

いばらき量子ビーム研究センター

総合科学研究機構 中性子科学センター

- (2) 納入条件

持込み・調整後渡し

## 5. 納期

令和 9 年 2 月 26 日

## 6. 試験・検査

受注者は出荷前に下記の項目の試験・検査を実施すること。

- (1) 外観検査

目視により、実用上有害な傷、変形、その他の欠陥がないことを確認すること。

- (2) 員数検査

各機器の員数が仕様書に記載された員数と相違ないことを確認すること。

### (3) 寸法検査

巻尺、定規、ノギス等の適切な測定器により、各機器が承認された製作図面どおりの寸法であることを確認すること。

### (4) 加熱性能検査

昇温試験を行い、500℃まで加熱できることを確認すること。到達温度および到達時間を確認し、その試験結果を文書にて報告すること。

### (5) 高温高压保持試験

反応容器を 500℃、50 MPa の条件とし、1 時間以上保持できることを確認すること。試験結果を記録し、その結果を報告書として提出すること。

### (6) 制御ボックス動作試験

温度および圧力に対するインターロック機能が正常に動作し、ヒーターへの電力供給が停止することを確認すること。また、インターロック条件が解除された場合においても自動復帰しないことを確認すること。非常停止ボタン、ブザー、ブザーオフボタンおよびアラームリセットボタンが正常に動作することを確認すること。

### (7) 安全弁確認

安全弁が設定圧力 55 MPa で作動するよう設定されていることを確認すること。

各検査結果について、検査成績書を提出すること。

## 7. 現地調整作業

受注者は納入時に下記の項目および試験を実施すること。

### (1) 機器の組み上げ

現地にて中性子イメージング用高温高压装置を組み上げること。

### (2) 員数・外観確認

各機器の員数が仕様書に記載されている員数と相違なく、実用上有害な傷、変形、その他の欠陥がないことを確認すること。

### (3) 高温高压動作確認

現地において 500℃、50 MPa の条件まで昇温・昇圧し、10 分間以上保持できることを確認すること。

### (4) 取扱説明

納入・立ち上げ時に、本装置の安全な操作方法、一般的な取扱方法および保守方法について説明を行うこと。

## 8. 提出書類

- |                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| (1) 出荷前試験・検査成績書                       | 納入時 1 部 |
| (2) 取扱説明書                             | 納入時 1 部 |
| (3) 完成図書（セル本体および制御ボックスの完成図面、電気回路図を含む） | 納入時 1 部 |
| (4) (1) ～ (3) の文書を収めた電子媒体             | 納入時 1 部 |

## 9. 保証およびアフターサービス

(1) 保証期間は検収後 1 年間とする。保証期間内に受注者の責任と認められる故障または欠陥が生じた場合は、速やかに補修または新品との交換を行うこと。

(2) 放射線による材料の変質に起因する故障は受注者の責としない。

- (3) 製品納入後、不具合により改造または部品交換を行った場合の保証期間は、改造または部品交換を行った時点から再起算するものとする。
- (4) 製品に不具合が発生し、それが受注者の責でない場合も、問題解決のための協議へは積極的に参加し、情報の照会には可能な限り対応すること。

#### 10. 特記事項

本仕様書に記載のない事項および本契約に疑義が生じた場合は、総合科学研究機構担当者と受注者が協議の上決定する。

以上