

熱負荷試験体の製作性検証作業
仕様書

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
六ヶ所フュージョンエネルギー研究所
ブランケット研究開発部ブランケット工学研究グループ

1. 一般仕様

1.1. 件名

熱負荷試験体の製作性検証作業

1.2. 目的

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「QST」という。）では、発電用ブランケットの開発のため、各種材料分析装置の整備に加えて、大面積熱負荷試験施設の増強、安全実証試験装置の増強や、強磁場環境下での性能試験に向けた技術開発を進めている。本件は、ブランケット工学試験棟の大面積熱負荷試験装置の熱負荷能力の増強のため、高熱負荷に耐える試験体の製作性を検証するものである。

1.3. 契約範囲

- 1) 熱負荷試験体の設計及び試作要領の検討
- 2) 熱負荷試験体の製作性検証
- 3) 全作業報告書の作成
- 4) 提出図書の作成

1.4. 支給品及び貸与品

1.4.1. 支給品

熱負荷試験体の構造材料として、表 1 に示す低放射化フェライト鋼 F82H が支給可能である。

表 1 支給可能な F82H 鋼材

ID	形状	製品サイズ	数量
C1	円筒	外径 ϕ 108.4 mm $\times$ 長さ 450 mm (肉厚 15 mm)	3
HS1	半球	外径 ϕ 102.4 mm (肉厚 3.7 mm)	4
HS2	半球	外径 ϕ 91 mm (肉厚 3.7 mm)	4
P1	板材	110mm $\times$ 110mm $\times$ 75mm	2
P2	板材	800mm $\times$ 305mm $\times$ 100mm	1
T1	管材	外径 ϕ 8mm $\times$ 1000mm (肉厚 1mm)	1
—	溶接材料	自動 ϕ 1.2 $\times$ 12.5kg $\times$ 2 巻 手棒 ϕ 1.0 $\times$ 5kg $\times$ 1 巻 手棒 ϕ 1.6 $\times$ 5kg $\times$ 1 巻 手棒 ϕ 2.0 $\times$ 5kg $\times$ 1 巻	—

1.4.2. 貸与品

- 1) QST における既往の設計等の検討結果
- 2) Swagelok 社 円周溶接機 M200 パワー・サプライ : 員数 1
- 3) Swagelok 社 円周溶接機マイクロ・ウェルド・ヘッド シリーズ 8 : 員数 1

1.5. 納入物

- 1) 表 2 に示す図書を指定された時期に指定部数、1.7 項の納入場所に納入すること。
- 2) 提出図書は指定部数の冊子体の他に電子版を提出すること。表 2 に示す図書及び最終的に採用した設計データファイルを格納した電子媒体も提出すること。電子版のファイル形式は QST と受注者協議の上、決定するものとする。
- 3) 表 3 に示す製作性検証のための試作体を 1.7 項の納入場所に納入する。

表 2 提出図書

図書名称	印刷物 提出部数	提出時期	確認	識 別 記号
再委託承諾願	1	契約後速やかに (下請負がある場合に提出のこと。)	要	-
作業体制表	1	契約後 2 週間以内及び更新の都度	要	WS
工程表	1	契約後 2 週間以内及び更新の都度	要	WS
試作要領書	1	試作開始前	要	NP
全作業報告書*1	1	納入時	要	DE
打合せ議事録	1	打合せ後 2 週間以内	要	MI

*1 全作業報告書に記載すべき項目は、第 2 章の技術仕様を示す。

*2 不適合の報告とは、本契約に関する品質保証及び技術仕様の不適合が生じた場合の報告であり、報告すべき事項が生じた場合は直ちに報告すること。

要確認図書の確認方法は以下とする。QST は、確認のために提出された図書を受領したときは、期限日を記載した受領印を押印して返却する。また、当該期限までに確認を完了し、受理しない場合には修正を指示する。修正等を指示せず受理する場合、その旨通知するか当該期限をもって受理したものとする。この確認は、確認が必要な図書 1 部をもって行うものとする。

ただし、再委託承諾願(QST 指定様式)については、QST が確認後、文書にて回答するものとする。

表 3 試作体一覧

No.	試作体	員数
1	模擬モジュール半球部 外半球	4
2	模擬モジュール半球部 内半球	4
3	模擬モジュール円筒部 ガンドリル加工試作体	4
4	模擬モジュール裏蓋 冷却流路試作体	4

1.6. 納期

令和 9 年 3 月 31 日

1.7. 納入場所

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字表館 2 番地 166

QST 六ヶ所フュージョンエネルギー研究所

ブランケット工学試験棟実験室 B

(納入条件) 車上渡し

1.8. 検査条件

表 2 に示す提出図書の完納、表 3 に示す試作体の納入並びにそれらが第 2 章に定める技術仕様及び要求事項を満足していることを QST が確認したことをもって検査合格とする。

1.9. 品質保証

本業務における品質保証は、ISO 9001:2015 の品質マネジメントシステムの考え方および要求事項に準拠して実施すること。

1.10. 保証

- 1) 第 2 章の技術仕様に定める仕様及び機能要求を満足すること。
- 2) 納入品に不具合が生じ、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。

1.11. 適用規格及び基準

圧力容器となる場合、設計は仏国 RCC-MRx 2018 Edition に準拠すること。

1.12. 知的財産権、技術情報及び成果公開等の取り扱い

- 1) 知的財産権の取扱いについては、別紙-1「知的財産権特約条項」に定められたとおりとする。
- 2) 受注者は業務を実施することにより取得した当該業務及び作業に関する各データ、技術情報、成果その他のすべての資料及び情報を QST の施設外に持ち出して発表若しくは公開し、又は特定の第三者に対価を受け、若しくは無償で提供することはできない。ただし、あらかじめ書面により QST の承認を受けた場合はこの限りではない。

1.13. 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。

1.14. 工程管理

本件の履行に当たり、作業の工程表を作成する。提出図書の提出日及び確認までに必要な最大日数も記載すること。工程表のファイル形式は QST と受注者が協議の上、決定するものとする。工程表を変更する必要がある場合は、改訂版を提出し、QST の確認を得ること。工程の遅延が発生する可能性があるとして受注者が判断した場合は、直ちに QST に報告し、遅延を解消するための対策を提案すること。

1.15. 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、QST と協議の上、その決定に従うものとする。

打合せの実施に当たっては、以下の要領に従うものとする。

- 1) QST と受注者は、常に緊密な連絡を保ち、本仕様書の解釈及びシステムの設計に万全を期すものとする。必要に応じ、オンライン会議又は対面で打合せを行うものとする。
- 2) 打合せをした場合、打合せ後 2 週間以内に受注者は打合せ議事録を作成し、QST に提出する。確認の方法は、1.5 項に従うものとする。
- 3) アクションリストを作成し管理すること。打合せごとにアクションリストを更新すること。アクションリストは打合せ議事録と合わせて提出すること。
- 4) 打合せ議事録を含む技術的な連絡は文書（技術連絡シート）をもって行うものとする。
- 5) 受注者は QST からの質問事項に対しては速やかに回答すること。回答は書面によることを原則とし、急を要する場合については、あらかじめ口頭で了承を得て、1 週間以内に正式に提出し、QST の確認を得ること。所定期日以内に回答書面の提出がない場合は、QST の解釈を優先する。

2. 技術仕様

2.1. 作業対象

QST では原型炉向け炉内機器開発のため、六ヶ所フュージョンエネルギー研究所に保有する大面積熱負荷試験装置を用いた熱負荷試験を行っている。本作業では、炉内機器であるブランケットモジュール（図 1）の形状を模擬した熱負荷試験用の試験体を設計する。

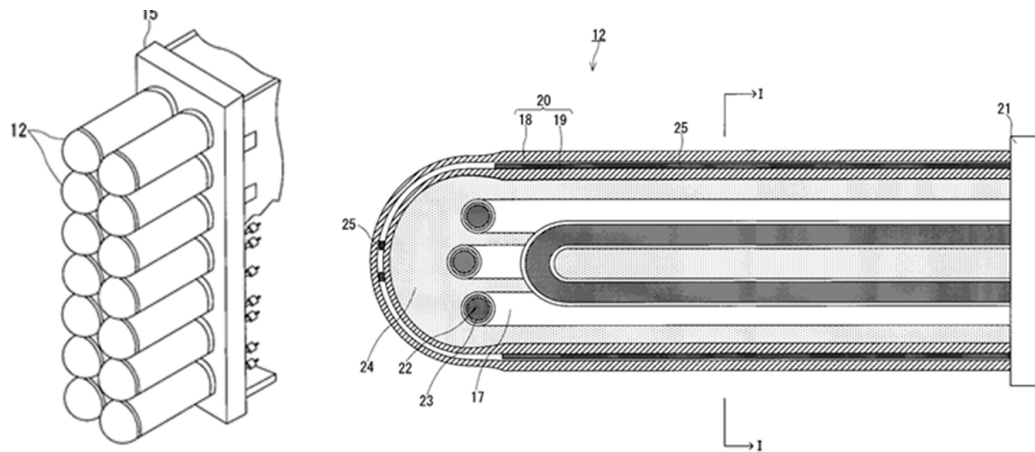


図 1 ブランケットモジュールの模式図¹

本作業で設計する熱負荷試験体の概念図を図 2 に示す。熱負荷試験装置にはブランケットモジュールを模擬した熱負荷試験体を 4 本水平に設ける。熱負荷試験体は支持板に取り付けられる。4 本の熱負荷試験体は冷却水配管で接続され、内部に高温高压水が流入する。また熱負荷試験体の間から電子ビームが支持板に入射しないように、熱負荷試験体の半球部付近には遮蔽板を設置する。冷却水の条件は表 4 の通り。

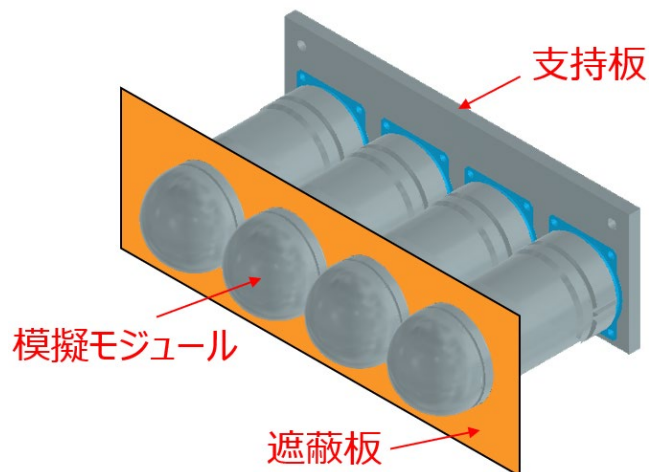


図 2 熱負荷試験体の概念図

表 4 冷却水条件

	冷却水条件
運転温度	325 °C
運転圧力	15.5 MPa (abs)

¹ 特許第 6702546 号

2.2. 作業項目

- 1) 熱負荷試験体の設計及び熱負荷試験体の試作要領の検討
- 2) 熱負荷試験体の製作性検証
- 3) 全作業報告書の作成
- 4) 提出図書の作成

2.3. 作業内容

2.3.1. 熱負荷試験体の設計及び試作要領の検討

以下の設計要求に基づいて熱負荷試験体を設計する。また、熱負荷試験体の製作性検証に必要な試作内容を整理し、試作要領書にまとめる。最低限実施が必要な検証内容は表5の通り。検証に際して溶接が必要な場合、溶接施工法及び溶接士資格の新規取得は不要とする。

- 1) 熱負荷試験体の半球部は TBM サブモジュールの構造を踏襲する。
- 2) 熱負荷試験体の円筒部は TBM サブモジュールを模擬した構造とするが、円筒軸方向の長さは支給品で4本の熱負荷試験体を製作することを考慮して検討し、QST と協議のうえ決定する。
- 3) 熱負荷試験体の裏蓋は TBM サブモジュールの構造を踏襲する。ただし試験体としての運用を考慮した変更は QST と協議のうえ反映する。
- 4) 熱負荷試験体への中性子増倍材、トリチウム増殖材、および模擬材の充填は行わない。
- 5) 4本の熱負荷試験体に直列に高温高圧水を流すための接続配管を設ける。
- 6) 支持板は4本の熱負荷試験体を支持できる構造とする。
- 7) 支持板には回転アイボルト等の吊り具を設ける。
- 8) 支持板は熱負荷試験装置の真空フランジ上にあるタップにスタッドボルト等を用いて支持する構造とする。
- 9) 遮蔽板を設ける。現状ビーム仕様が不明確であるため慣性冷却(冷却水は用いない)方式とする。使用条件は表面熱負荷 0.3MW/m^2 、遮蔽板初期温度 293K として入射時間 100 秒以下、Duty は 2000 秒として表面の温度上昇量を 100K 以下にすることを見込む。遮蔽体はほぼ常温であるが、模擬体は冷却水温度 325°C と高温になるため膨張する。遮蔽板-模擬体間は接触しない構造とし、ギャップ間隔は熱負荷試験体の熱伸びを考慮して決定する。
- 10) 高温高圧水系統および常温常圧水系統との取合は Swagelok 継手や VCR 継手などの継手を設ける。
- 11) 使用材料は以下の通りとする。これら以外の部品に使用する材料については、QST との協議のうえ決定する。
 - i. 熱負荷試験体： F82H (支給品)
 - ii. 支持板： オーステナイトステンレス鋼
 - iii. 遮蔽板： 銅もしくは銅合金

表 5 熱負荷試験体と検証内容

No.	熱負荷試験体	検証内容	員数
1	熱負荷試験体半球部 外半球	F82H を切削で球殻形状に加工する際の加工性を 検証する。 検討した試作要領に基づき、適切な余肉量を持った ニアシェイプとする。	4
2	熱負荷試験体半球部 内半球	F82H を切削で球殻状に加工せねばならず、その 加工性を検証する。 また、冷却水の流配を考慮した形状への加工性を 検証する。	4
3	熱負荷試験体円筒部 ガンドリル加工試作体	円筒部の冷却流路を構成するためガンドリル加工 が必要でありこの検証を行うため $\phi 3\text{ mm}$ の貫通穴 を 36 個加工する。 また、溶接組立性を考慮した形状とする。	4
4	熱負荷試験体裏蓋 冷却流路試作体	複雑な形状の冷却水流路を構成するため穴加工と 円筒部との溶接組立性を考慮した形状への加工を 行う。	4

2.3.2. 熱負荷試験体の製作性検証

試作要領書に基づいて試作を実施する。試作結果を踏まえて熱負荷試験体の製作方法や手順、
検査方法に関する課題を抽出・整理する。

2.3.3. 全作業報告書の作成

2.3.1 及び 2.3.2 項の検討結果を全作業報告書にまとめる。全作業報告書には以下を含む。

- i. ブランケットモジュール構造を模擬した熱負荷試験体の計画図
- ii. 製作に必要な検証項目と検証方法、及びその検証結果

以上

選定理由書

1. 件名	熱負荷試験体の製作性検証作業
2. 選定事業者名	株式会社東芝
3. 目的・概要等	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「QST」という。）では、発電用ブランケットの開発のため、各種材料分析装置の整備に加えて、大面積熱負荷試験施設の増強、安全実証試験装置の増強や、強磁場環境下での性能試験に向けた技術開発を進めている。本件は、ブランケット工学試験棟の大面積熱負荷試験装置の熱負荷能力の増強のため、高熱負荷に耐える試験体の製作性を検証するものである。
4. 希望する適用条項	政府調達に関する協定その他の国際約束に係る物品等又は特定役務の調達手続について第 25 条第 1 項第 2 号② (特許権等の排他的権利に係る物品等又は特定役務)
5. 選定理由	本件は、特許第 6702546 号に係る株式会社東芝が保有する技術を適用した熱負荷試験体の製作性を検証するものである。当該特許は核融合炉ブランケットにおいて熱負荷が最も集中する球殻部の除熱性能を向上させる技術であり、筐体外壁と筐体内壁からなる二重壁構造の間に冷却水を流通させて除熱を行う構造を採用している。また、当該特許の中核技術は、二重壁間に設けたリブによって冷却水流路を形成し、特に球殻部において冷却水の流速を高め、又は乱流を発生させることで熱伝達率を向上させる点にある。本件で対象とする試験体は、この冷却流路及びリブ構造を含む特許技術の成立性を前提として、その製作性を検証するものである。高熱負荷環境下で必要となる除熱性能は当該構造によって実現されるため、単なる形状模擬では本件の検証目的を達成できず、特許に基づく冷却構造を正確に再現した試験体の製作が不可欠である。したがって、本件は特許第 6702546 号に係る技術の実施を伴うものであり、その設計条件、構造仕様及び製作ノウハウを保有する株式会社東芝でなければ同一条件での試験体設計及び製作性検証を実施することができない。当該特許の実施権は株式会社東芝に専属していることから、本契約相手先として株式会社東芝を選定する。