

TBM 試作体用低放射化フェライト鋼 F82H
溶接ワイヤの製作

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

TBM 試作体用低放射化フェライト鋼 F82H 溶接ワイヤの製作

1.2. 目的

国際熱核融合実験炉(以下「イーター」という。)にて核融合炉ブランケットの実証試験を行うために国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構(以下「量研」という。)が開発を進めているテストブランケットモジュール(以下「TBM」という。)において、製作性向上に向け、テストブランケットシステムの試作を行う計画である。TBM は低放射化フェライト鋼 F82H を主構造材料とし、様々な形状の部材を溶接にて組み合わせることで製作し、この溶接には F82H を基本組成とする溶接ワイヤが使用される。

本仕様は、TBM 試作体用の低放射化フェライト鋼 F82H 溶接ワイヤの製作について定める。

1.3. 契約範囲

- | | |
|-----------------------------|----|
| 1) 低放射化フェライト鋼F82H溶接ワイヤの製作 : | 1式 |
| 2) 提出図書の作成 : | 1式 |

1.4. 貸与品及び支給品

1.4.1. 貸与品

なし。

1.4.2. 支給品

F82H 板材 (概寸 : 長さ 500mm×幅 250mm×厚さ 30mm) 8 枚

1.5. 納入物

- 1) 表1.1に示す低放射化フェライト鋼F82H溶接ワイヤを指定数量、1.7項の納入場所に納入すること。
- 2) 表1.2に示す提出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。
- 3) 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1.2に示す図書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量研と受注者協議の上、決定するものとする。
- 4) 試験済み試験体及び残材はすべて返却すること。

表 1.1 低放射化フェライト鋼 F82H 溶接ワイヤ（試験検査用溶接ワイヤを除く。）

種類	主要寸法	数量
スプール巻きワイヤ	φ 1.0mm	合計 50 kg 以上
スプール巻きワイヤ	φ 1.2mm	合計 50 kg 以上
スプール巻きワイヤ	φ 1.6mm	合計 50kg 以上

表 1.2 提出図書

図書名称	印刷物 提出部数	提出時期	確認
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
品質計画書(1.91.9 項参照)	1	契約後及び変更の都度速やかに	要
工程表(1.14 項参照)	1	契約後 2 週間以内及び更新の都度	要
作業体制表(1.9 項参照)	1	契約後 2 週間以内及び更新の都度	要
作業要領書	1	契約後速やかに	要
溶接施工要領書	1	作業開始 2 週間前まで	要
試験検査成績書	1	納入時	要
全作業報告書*1	1	納入時	要
打合せ議事録（1.15 参照）	1	打合せ後 2 週間以内	要
質問書	1	協議すべき技術課題が生じた場合直ちに	不要
不適合の報告*2	1	報告すべき事項が生じた場合直ちに	要
逸脱許可*3	1	許可を要求する必要が生じたとき	要

*1 全作業報告書に記載すべき項目は、第 2 章の技術仕様に示す。

*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。

*3 逸脱許可とは、本契約の遂行に関し品質保証の規定を逸脱することが必要と受注者が判断した場合にあらかじめ申請し、許可を得るものであり、量研の確認前に逸脱してはならない。

要確認図書の確認方法は以下とする。量研は、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、当該期限までに審査を完了し、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(量研指定様式)については、量研が確認後、文書にて回答するものとする。

1.6. 納期

令和9年7月5日

1.7. 納入場所

1.7.1. 納入場所

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駒字表館 2 番地 166

量研 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

1.7.2. 納入条件

持込渡し（車上渡しを可とする。）とする。

1.8. 検査条件

1.5 項に示す納入物の完納及び内容確認をもって検査合格とする。実施時期及び判定基準は以下のとおりとする。

時期：納入時

判定基準：報告書の記載内容、納入する試作品の員数及びサイズが第2章に定める技術仕様を満足していること。

1.9. 品質保証

1.9.1. 一般事項

品質保証については別紙-1「イーター調達取決めに係る調達契約の品質保証に関する特約条項」に準ずるものとする。なお、別紙-1において甲は量研、乙は受注者を指すものとする。

1.9.2. 品質計画書の作成

- 1) 受注者は本契約の履行に当たり、受注者が適用する品質計画書を作成し、関連する作業着手前に量研の確認を得ること。量研が指定する品質計画書の様式に則って、必要事項を記載すること。
- 2) 作業に関わる要員が満たすべき資格と力量を有していることが示された作業体制を品質計画書及び作業体制表に記載し、量研の確認を得ること。

1.9.3. ホールドポイント

品質保証の一環として、ホールドポイントを設ける。ホールドポイントでは、受注者は作業を停止し、後続タスクの開始前に量研にホールドポイントの解除を求めなければならない。量研は当該ホールドポイントに関して、受注者から適切な文書を全て受領した日から 14 曆日以内に、受注者に対して、ホールドポイントの解除の是非を判断するものとする。本件におけるホールドポイントを表 1.2 に示す。

表 1.2 ホールドポイント

番号	ホールドポイント	後続タスク	解除の条件
1	作業要領書作成	作業開始	作業要領書の確認
2	試験検査要領書作成	試験検査開始	試験検査要領書の確認
3	試験検査成績書作成	出荷開始	試験検査成績書の確認

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～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. 適用法規

本件に関しては原則として、以下の法令、規程等に準拠すること。なお、詳細は量研と協議の上、その決定に従うものとする。

- 1) 労働基準法
- 2) 労働安全衛生法
- 3) 量研内諸規程等
- 4) その他関係する諸法令

1.12. 産業財産権、技術情報及び成果公開等の取り扱い

産業財産権の取扱いについては、別紙－2「知的財産権特約条項」に定められたとおりとする。ただし、秘密保持について、イーター機構が原子力事業者としての義務を果たすために、その安全性、品質保証、信頼性のための目的で情報及び知的財産の伝達を要求した場合、量研により当該情報及び知的財産をイーター機構に伝達するものとする。当該情報及び知的財産の伝達について、量研は実施した日から 1 ヶ月以内に受注者に通知する。伝達された情報及び知的財産が秘密なものであって、イーター協定と情報及び知的財産に関する附属書に従って秘密を保持し続けられなくてはならない場合、量

研はその旨をイーター機構に通知するものとする。

1.13. グリーン購入法の促進

- 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量研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、量研の確認を得ること。工程の遅延が発生する可能性があると受注者が判断した場合は、直ちに量研に報告し、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、量研と協議の上、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) 量研と受注者は、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、テレビ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、量研に提出する。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) 受注者は量研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、量研の確認を得ること。所定期日以内に回答書面の提出がない場合は、量研の解釈を優先する。

2. 技術仕様

本技術仕様は、TBM 試験体用低放射化フェライト鋼 F82H 溶接ワイヤの製作と付隨する作業について定める。

2.1. 作業条件

2.1.1. 全体

- 受注者は、次項以降に示す要求事項を満足するように作業の仕様を指定する責任を負う。
- 本作業は、以下に示す工程からなる。
 - 1) F82H 鋼材の製作
 - 2) 溶接ワイヤの製作
 - 3) 溶接ワイヤの検査
 - 4) 全溶着金属評価のための継手の製作
 - 5) 全溶着金属の検査
 - 6) 報告書の作成

各工程の詳細は事項以降に示す。なお、全工程中で特別な取り扱いをする場合は、トレーサビリティの確保をするため、受注者はその内容を量研に報告しなければならない。

2.1.2. 参照規格

受注者は、次項以降に示す規格（特に指定がない限り最新版とする。）を参照すること。なお、受注者は量研の了解がある場合に限り、本仕様に記載された規格に代えて、それと同等の国内規格・国際規格を使用できるものとする。その場合、受注者が提案する他の国内規格及び国際規格と本仕様で記載された仕様との比較、同等性の評価及び証明を受注者が実施し、事前に量研の了解を得るものとする。

2.2. TBM 試験体用低放射化フェライト鋼 F82H 溶接ワイヤの製作

2.2.1. F82H 鋼材の製作

- 溶解：表 2.1 及び表 2.2 に示す化学組成の低放射化フェライト/マルテンサイト鋼を製作すること。なお 1 鋼塊から同一形状の溶接ワイヤのみを製作することとし、1 回の溶解量は 100-200kg を目安とする（合計 3 回の溶解を想定する。）。溶解において、表 2.1 に示す合金元素を対象に Ladle 分析による化学組成評価を実施すること。なお Al については、Total Al、Sol. Al それぞれについて分析を実施すること。報告書には、適用した分析方法を記載すること。

- 鋳造：真空上注ぎで鋳造すること。その際、必ず押し湯を行うこと。
- 均質化処理・鍛造・加工：鋳塊は均質化処理を行った後、鍛造すること。参考均質化処理条件は $1180 \pm 25^{\circ}\text{C}$ で 72 時間以上とする。均質化処理後に一端冷却（空冷）した後に鍛造する場合、鍛造前に $1150 \pm 25^{\circ}\text{C}$ （炉内雰囲気温度での管理）まで再加熱して鍛造すること。ただし、均質化処理条件及び鍛造条件は別途量研と協議の上、その決定に従うものとする。熱処理過程の温度履歴について、全て記録し報告すること。

表 2.1 合金元素量 (mass%)

元素	目標値	基準範囲
C	0.070	0.060 – 0.080
Mn	0.45	0.40 – 0.50
P	≤ 0.005	≤ 0.01
S	≤ 0.001	≤ 0.01
Si	0.10	0.05 – 0.15
Cr	7.5	7.4 – 7.6
V	0.17	0.16 – 0.18
Ta	0.02	0.01 – 0.03
W	2.0	1.9 – 2.1
Ti	Lap.	≤ 0.005
Al	Lap.	≤ 0.025
N	0.005	≤ 0.01
B	≤ 0.001	≤ 0.003
O	Lap.	≤ 0.005
Fe	Bal.	Bal.

Lap.: できる限り低く

表 2.2 不純物元素量 (mass%)

元素	目標値	基準範囲
Co	Lap.	≤ 0.01
Ni	Lap.	≤ 0.10
Cu	Lap.	≤ 0.05
Mo	Lap.	≤ 0.05
Nb	Lap.	≤ 0.001
Ag	Lap.	≤ 0.001

Sn	Lap.	≤ 0.004
As	Lap.	≤ 0.005
Sb	Lap.	≤ 0.004

Lap.: できる限り低く

2.2.2. 溶接ワイヤの製作

- 製作した F82H 鋼材を圧延、延伸、鍛造等により引き伸ばし、溶接ワイヤを作成すること。なお、製作において割れ等が生じる場合、焼鈍等の熱処理により割れを回避すること。詳細については、量研と受注者との協議の上、その決定に従うものとする。

2.2.3. 溶接ワイヤの検査

- 製作した溶接ワイヤについて、以下の検査を実施すること。なお、いずれの場合も抜き取り検査とする。
- 1) 外観検査：ロット毎に外観検査を実施すること。表面が滑らかで、使用上有害な欠陥がないことを確認すること。
 - 2) 寸法検査：ロット毎に寸法計測を実施すること。測定値は ISO 544 に示す溶接ワイヤの寸法及び許容差を満足しなければならない。
 - 3) 化学組成分析：ロット毎に表 2.3 に示す全ての元素を対象に化学組成分析を実施すること。なお Al については、Total Al、Sol. Al それぞれについて分析を実施すること。分析に当たっては、難溶性の介在物になっている可能性に留意しつつ実施するものとする。報告書には、適用した分析方法を記載すること。

表 2.3 化学組成分析の対象元素と測定精度（単位：重量%）

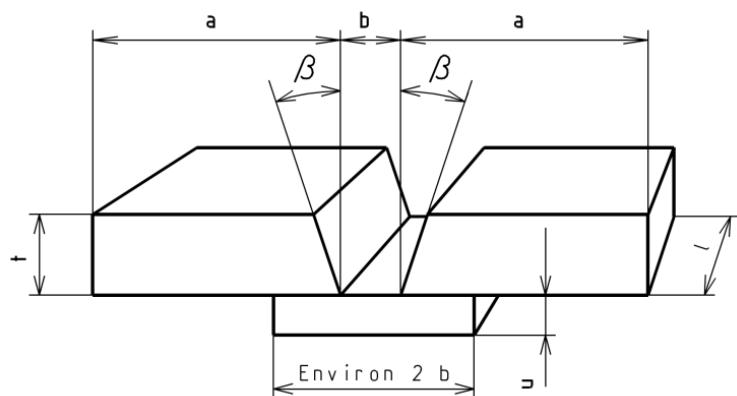
元素	測定精度
C, B, N, O, Ti, Al, P, S, Nb, Co, Mo, Ag, Sn, As, Sb	小数点以下3位
Cr, W, Mn, Si, V, Ta, Ni, Cu	小数点以下2位

2.2.4. 全溶着金属評価のための継手の製作

- 製作した溶接ワイヤと支給する F82H 鋼板を用いて、ティグ溶接により全溶着金属の試験検査のための継手をロット毎に作製すること。なお、継手は複数個に分けて製作しても良いものとする。継手に用いる板材は、支給する鋼板から受注者が準備するものとする。この板材は、面加工と長辺に開先加工を予め施すものとする。その際、製作する継手の形状及び寸法は、図 2.1 に

示すタイプ 1.3 の要件を満足する必要がある。予熱・後熱はなしとする。パス間は 220°C (Mf 点) 以下まで冷却すること。継手の製作条件の詳細は、溶接施工要領書に定めること。本検討において予備溶接試験を実施しても良いものとする。その際、必要な検査は受注者の判断で実施すること。溶接継手の製作に関する技術的な問題が生じた場合は、量研と協議の上、その決定に従うものとする。

- 継手製作後、溶接後熱処理を 720°C+15°C/-0°C で 60 分間行うこと。また、炉冷 (FC) とする。



Type	t (mm) ⁽²⁾	a (mm)	b (mm) ⁽²⁾	u (mm)	β (degree)	l (mm)
1.3	20^{+1}_{-1}	≥ 100 ⁽¹⁾	16^{+1}_0	≥ 6	$10^{+2.5}_0$	≥ 150

⁽¹⁾ the width (a) of filler metal acceptance test plates shall be increased to at least 150 mm for gas welding processes

⁽²⁾ Tolerances are extracted from NF EN ISO 15792-1

図 2.1 試験体の形状及び寸法要件

2.2.5. 全溶着金属の検査

- 製作した継手の全溶着金属部について、以下の試験を実施すること。

 - 1) 引張試験：表 2.4 に示す引張試験を行うこと。

表 2.4 引張試験の概要

試験片長手方向	試験温度	試験片形状	数量	測定項目	参照規格基準
溶接線に平行	室温	φ 10mm丸棒	1	引張強さ 0.2%耐力 一様伸び 全伸び 絞り 破断位置	ISO 5178
	450°C	φ 10mm丸棒	2		

2) 衝撃試験：表 2.5 に示すシャルピー衝撃試験を行うこと。

表 2.5 シャルピー衝撃試験の概要

試験温度	数量	測定項目	参照規格基準
0°C	3	吸収エネルギー	ISO 9016
-20°C	3		ISO 148-1

3) 化学組成分析：表 2.3 に示す全ての元素を対象に化学組成分析を実施すること。なお Al については、Total Al、Sol. Al それぞれについて分析を実施すること。分析に当たっては、難溶性の介在物になっている可能性に留意しつつ実施するものとする。報告書には、適用した分析方法を記載すること。

2.2.6. 提出図書の作成

- 受注者は、以下に示す図書を提出すること。
 - 1) 作業要領書：全ての作業行程について、その内容を詳述した書類を作成すること。特に、本仕様に記した全試験検査に適用する規格において要求されている項目に加え、下記の全ての項目をそれぞれの試験検査に関して記すこと。
本図書は、作業開始前に量研の確認を得ること。
 - ◆ 試験検査手順及び方法、試験機器の較正（又は「校正」）の方法。
 - ◆ 試験位置、試験片個数、その他必要な情報。
 - ◆ 検査記録シートのサンプル。
 - 2) 溶接施工要領書：継手の製作条件の詳細は、溶接施工要領に定めること。要領書には、溶接条件（電流、電圧、送り速度等）及び溶接後熱処理条件を記載すること。詳細は量研と受注者と協議の上、その決定に従うものとする。
 - 3) 試験検査成績書：全試験検査を実施し、試験検査の適用規格にて要求されている項目に加え、下記の全ての項目をそれぞれの試験検査に関して、試験検

査成績書に記すこと。なお、量研フォーマットの「Conformity of Material」のシートを試験検査成績書の表紙に添付すること。また、使用した検査機器の校正記録を、「Traceability of Material」と題して、試験検査成績書の巻末に Appendix-1 として含めて提出すること。なお、本成績書には、以下に示す検査データシート及び検査証明書を添付すること。

- 4) 検査データシート：供給者が発行する検査データシートを提出すること。以下に検査データシートの記載内容の例を示す。記載内容の詳細については、量研と受注者と協議の上、その決定に従うものとする。
 - ◊ 供給者名及び工場名
 - ◊ 溶接ワイヤの種類、銘柄及び指定基準
 - ◊ 溶接ワイヤの幾何学的、物理的及び化学的特性
 - ◊ 全溶着金属の機械的及び化学的特性
 - ◊ 使用条件に関する制限
 - ◊ ロットの定義
 - ◊ 包装、梱包及び表示
 - ◊ 試験検査成績書の参照
- 5) 検査証明書：受注者が発行する検査証明書には、標準試験片を用いた試験の実施条件、得られた結果、または手順の適格性について示さなければならぬ。また、前述の検査データシートを参照し、検査データシートに定義された範囲内で溶接ワイヤの検査の有効性について適用範囲を示さねばならない。
- 6) 全作業報告書：全ての作業内容について、その詳細を記す報告書を作成すること。記載内容の詳細については、量研と受注者と協議の上、その決定に従うものとする。

以上