

ITERダイバータ外側垂直ターゲット用 ステンレス鋼の製作（3）

Production of stainless steels
for ITER divertor vertical outer target (3)

仕 様 書

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
那珂フュージョン科学技術研究所
ITERプロジェクト部 プラズマ対向機器開発グループ

目次

1. 一般仕様.....	4
1.1 件名.....	4
1.2 目的.....	4
1.3 契約範囲.....	4
1.4 納入材及び納期.....	4
1.5 納入.....	4
1.5.1 納入場所.....	4
1.5.2 納入条件.....	4
1.6 検査条件.....	4
1.7 製品情報及び一般責任事項.....	5
1.7.1 製品情報.....	5
1.7.2 一般責任事項.....	5
1.8 提出図書.....	5
1.9 品質保証.....	5
1.9.1 一般事項.....	5
1.9.2 品質保証に関する情報の入手.....	6
1.9.3 品質計画書の作成.....	6
1.9.4 トレーサビリティの対象及び実施要領.....	6
1.9.5 立会申請書.....	6
1.9.6 逸脱許可申請書.....	6
1.9.7 不適合報告書.....	6
1.9.8 ホールドポイント及び通知ポイント.....	7
1.9.9 工程表（Progress Sheet）の提出.....	7
1.9.10 月例報告書（Monthly Report）の提出.....	7
1.10 打合せ、立会い、監査.....	7
1.10.1 打合せ.....	7
1.10.2 立会い.....	8
1.10.3 監査.....	8
1.11 適用法規・規格基準.....	8
1.12 知的財産権等.....	8

1.12.1	知的財産権等の取扱い	8
1.12.2	技術情報の取扱い	8
1.13	グリーン購入法の促進	8
1.14	輸出入について	9
1.15	製造作業の記録映像について	9
1.16	協議	9
2.	技術仕様	10
2.1	XM-19 鍛造材の技術仕様	10
2.1.1	一般事項	10
2.1.2	適用規格	10
2.1.3	製造過程	10
2.1.4	熱処理	11
2.1.5	化学組成	11
2.1.6	フェライト含有量と透磁率	11
2.1.7	微視的組織	12
2.1.7.1	結晶粒径	12
2.1.7.2	非金属介在物	12
2.1.7.3	粒界腐食	12
2.1.8	機械特性	12
2.1.8.1	引張特性	12
2.1.8.2	再熱処理	13
2.1.8.3	試験片採取	13
2.1.9	寸法検査	13
2.1.10	非破壊検査	13
2.1.10.1	目視検査 (VT)	13
2.1.10.2	超音波探傷検査 (UT)	13
2.1.10.3	浸透探傷検査 (PT)	14
2.1.11	補修溶接	14
2.1.12	試験検査の頻度	14
2.1.13	受け入れ条件	14
2.1.14	図書	14
2.1.15	梱包、マーキング	15
2.1.16	品質保証と関連した提出図書	15

2.2	316L 鍛造棒の技術仕様.....	16
2.2.1	一般事項.....	16
2.2.2	適用規格.....	16
2.2.3	製造過程.....	16
2.2.4	熱処理、納入条件.....	17
2.2.5	化学組成.....	17
2.2.6	フェライト含有量と透磁率.....	17
2.2.7	微視的組織.....	18
2.2.8	非金属介在物.....	18
2.2.9	機械特性.....	18
2.2.10	再熱処理.....	18
2.2.11	表面検査及び表面状態.....	19
2.2.12	浸透探傷検査（PT）.....	19
2.2.13	超音波探傷検査（UT）.....	19
2.2.14	不適格部分の除去.....	19
2.2.15	寸法検査.....	19
2.2.16	補修溶接.....	19
2.2.17	試験検査の頻度.....	19
2.2.18	受け入れ条件.....	20
2.2.19	図書.....	20
2.2.20	梱包、マーキング.....	20
2.2.21	品質保証と関連した提出図書.....	21

別紙-1 ダイバータ外側ターゲットの鳥瞰図

別紙-2 提出図書一覧表

別紙-3 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

別紙-4 品質分類の等級に基づく要求事項

別紙-5 イーター実施協定の調達に係る情報及び知的財産に関する特約条項

別紙-6 イーター調達に係る貨物の免税輸入について

1. 一般仕様

1.1 件名

ITERダイバータ外側垂直ターゲット用ステンレス鋼の製作（3）

1.2 目的

本件は、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。）が調達する ITER ダイバータ外側ターゲット（別紙-1「ダイバータ外側ターゲットの鳥瞰図」参照）のステンレス支持構造体を構成する「特殊ステンレス鋼 XM-19 ステンレス鋼鍛造材」（以下「XM-19 鍛造材」という。）と冷却水配管の T 字及び L 字型管並びに 316L ステンレス鋼冷却管の接続管に用いる「SUS316L ステンレス鋼鍛造棒」（以下「316L 鍛造棒」という。）の製作を目的とする。

XM-19 鍛造材及び 316L 鍛造棒は、高強度を得るため材料内に窒素を添加した材料であり、また、介在物を低減させるため 2 次溶解処理を必要とし、熱処理条件の選定や熱処理温度の管理が難しい。そのため、本製作は専門知識を必要とする業務であり、受注者は、各種材料の製造方法と検査作業に関する処理方法を十分理解し、受注者の責任と負担において計画立案し、本製作作業を実施すること。

1.3 契約範囲

本契約の範囲は、XM-19 鍛造材及び 316L 鍛造棒の製作・試験検査・品質管理及びそれらに関連した提出図書の作成・提出である。

1.4 納入材及び納期

表 1.1 に XM-19 鍛造材、表 1.2 に 316L 鍛造棒それぞれの納入数量と納期の一覧表を示す。
また、納期ごとに対象の提出図書も合わせて納入すること。

表 1.1 XM-19 鍛造材の納期

納期		納入数量	
		鍛造材 A (1150x400x510mm)	鍛造材 B (750x400x320mm)
第 1 期	2026 年 3 月 31 日 (火)	8 体	8 体
第 2 期	2026 年 4 月 17 日 (金)	8 体	8 体
第 3 期	2026 年 12 月 18 日 (金)	16 体	16 体
第 4 期	2027 年 7 月 16 日 (金)	24 体	24 体
合計		56 体	56 体

表1.2 316L鍛造棒の納入数量と納期

寸法	納入数量	納期
□90x1500 mm	30 本	2026 年 3 月 31 日(火)

1.5 納入

1.5.1 納入場所

〒311-0193 茨城県那珂市向山 801-1

QST 那珂フュージョン科学技術研究所 もしくは

QST が指定する茨城県内の貸倉庫（納期の 1 か月前までに QST から受注者に通知する。）

1.5.2 納入条件

車上渡しとする。

（荷下ろしは QST が実施する。）

1.6 検査条件

1.4 項に示す納入材を納入後、QST 担当者による員数検査・外観検査及び 1.8 項に示す提出図書の提出並びに第 2 章技術仕様を示す試験検査等が合格していることを QST が確認したことをもって検査合格とする。

1.7 製品情報及び一般責任事項

1.7.1 製品情報

納入品に不具合が生じ、それが受注者の責任でない場合も、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。

1.7.2 一般責任事項

受注者は、QSTが量子科学技術の研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的に求められていることを認識し、QSTの施設を使用する場合、QSTの規程等を遵守し安全性に配慮して業務を遂行し得る能力を有する者を従事させること。

1.8 提出図書

- (1) 提出図書の確認は、作業開始まで十分余裕をもって提出すること。
- (2) 提出図書は再委託承諾願を除いて電子版で提出すること。
- (3) 提出図書・提出時期・和文英文等について、別紙—2「提出図書一覧表」に示すとおりとし、納入材ごとに提出すること。提出図書の表紙には、表題・契約件名・契約管理番号・契約年月日・契約者名を明記すること。さらに、目次とページ数を記載すること。
- (4) 提出図書は、別紙—2「提出図書一覧表」に従い、英語版・和文版・和英併記版のいずれかで提出するものとする。なお、翻訳は受注者の責任で行うこと。英文署名の場合は、英字ブロック体と署名（和英問わず）を併用すること。
- (5) 納入時、提出図書と同じファイル名を付けたPDF又はMS Wordで一式納めた電子記録媒体（CD-ROMまたはDVD）を提出すること。電子記録媒体には、表題・契約件名・契約管理番号・契約年月日・契約者名を明記すること。
- (6) すべての提出図書について、本仕様に逸脱しない範囲で製作中に修正又は改訂が生じた場合は、QST の了解の後に改訂版を提出し、QST の確認を再度得ること。
- (7) 提出図書の記載内容が仕様から逸脱する場合は、事前に逸脱許可申請書を提出して、QSTの確認を得ることとする。当該事項が既に作業を実施した内容である場合は、不適合報告書を提出し、QSTの確認と不適合処理のすべてのプロセスが完了するまで作業を実施してはならないこととする。

(提出場所)

QST 那珂フュージョン科学技術研究所
ITER プロジェクト部 プラズマ対向機器開発グループ

(図書提出・確認方法)

- ① 受注者は別紙—2「提出図書一覧表」に定めたとおり、図書電子版を提出時期までにQST担当者へ電子メール等で提出する。
- ② QST担当者は確認後、期限日を記載した受領印を押印して受注者へ電子メール等で返却する。期限日までにQST担当者からの修正指示がない場合、提出された図書は確認されたものとし、修正指示があった場合は、受注者は図書を修正し、再提出するものとする。
- ③ QSTが確認した図書(QST確認印押印済)を最終納入時に完成図書として提出すること。
- ④ 再委託承諾願（紙媒体1部提出）は、QSTが確認後、書面にて回答する。

1.9 品質保証

1.9.1 一般事項

- (1) 本契約の品質保証に係る要求事項は、別紙—3「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」に定められたとおりとする。
- (2) 本品の品質重要度分類は、別紙—4「品質分類の等級に基づく要求事項の一覧」に定められたとおりとし、品質クラス1とする。
- (3) 受注者は、以下に示す項目を保証するための実施可能な品質保証システムを遂行すること。
 - ① 契約要求事項に実施内容が合致していること。

- ② 規格(社内規格も含む)などに準拠していることを示す証拠が維持/保存されていること。
- (4) 受注者の遂行する上記の品質保証システムは下記を満たすこと。
 - ① 受注者は、ISO9001-2015に準じた品質管理を実施するものとする。
 - ② 契約に基づき実施される製作及び試験検査等のすべての行為を網羅するものであること。
 - ③ 作業の開始に際して、QSTに提出する品質計画書に記載されていること。
- (5) 受注者は、下請業者についても有効な品質保証システムを備えることを確保すること。下請業者がこれを満たさなかった場合、受注者は下請業者の施設等において品質を確立、維持するために必要なすべての活動の責任を負うものとする。

1.9.2 品質保証に関する情報の入手

- (1) 本仕様に関し、QST及びITER機構は受注者(下請業者も含む。)に対し適切な通知を行うことにより、受注者(下請業者も含む。)の施設等において、作業の進捗状況確認及び試験検査に立会う権利を有するものとする。なお、上記を実施する日時については協議の上、決定する。
- (2) 受注者(下請業者も含む。)は、QST及びITER機構に対し、上記作業の進捗状況の確認に必要な情報や文書を利用できるようにすること。

1.9.3 品質計画書の作成

受注者は、本契約の履行に当たり、適用する品質計画書を作成し、契約締結後速やかにQSTの確認・ITER機構の受諾を得ること。品質計画書は納入材ごとに提出し、以下の項目を含むこと。

- (1) 品質目標
- (2) 要求事項
 - ① 仕様書に規定された要求事項
 - ② 適用する法令・規則・規格
(仕様書と異なる法令・規則・規格を用いる場合は、採用する規格基準と要求されている規格基準の整合性及び等価性を実証する書類を作成し、QSTの確認を得ること。)
 - ③ 上記以外で、物納品及び役務の実施に不可欠と思われる要求事項
- (3) 製造計画(製造方法、工程、作業場所を含めること。)
- (4) 試験検査要員等の本契約履行に必要な要員の技能及び資格等
- (5) 試験装置、測定器、治具などの本契約履行に必要な設備の概要及びリスト
- (6) 原材料の調達先リスト
- (7) 空調・ダスト・騒音・振動等の本契約履行に必要な作業環境
- (8) 検証・妥当性確認・監視・検査及び試験の実施時期
- (9) トレーサビリティ実施要領
- (10) 主要な下請業者のリスト

なお、受注者は、提出した品質計画書について、内容を変更する場合は、変更申請を書面にて行うこと。QSTは、変更申請内容を評価し、採用可否の判断を行い、その結果を受注者に通知するものとする。

1.9.4 トレーサビリティの対象及び実施要領

すべての納入材をトレーサビリティの対象とし、刻印又はエッチングによるマークを施すことにより、識別可能となるようにすること。

受注者は、トレーサビリティ実施要領について、1.9.3項に示す品質計画書に記載すること。マークの施工位置及び内容についてはQSTと協議の上決定する。

1.9.5 立会申請書

立会申請書は1.9.8(2)項に示す通知ポイントと同様に扱い、製造検査計画書にWitness Pointとして記載すること。

1.9.6 逸脱許可申請書

必要に応じ、QSTが別途指定するフォーマットで提出し、QSTの確認・ITER機構の受諾を得ること。逸脱許可申請書には、変更理由・提案・その妥当性を含むこと。

1.9.7 不適合報告書

必要に応じ、QSTが別途指定するフォーマットで提出し、QSTの確認・ITER機構の受諾を得ること。不適合報告書には、事象発生の背景・原因・是正措置を含むこと。

1.9.8 ホールドポイント及び通知ポイント

本件履行の品質管理の一環として、以下のホールドポイント及び通知ポイントの管理ポイントを設ける。別紙—2の「提出図書一覧表」に提出図書の管理ポイントを示す。各管理ポイントは製造検査計画書に記載すること。

(1) ホールドポイント (Hold Point (以下「HP」という。))

HPでは受注者は作業を停止し、次のステップに進む前に発注者にHP解除を求めなければならない。

- ① QSTは、受注者のHP解除申請の特定されたHPに関して、解除に必要な図書・納入物をすべて受領した日から16暦日以内に受注者に対してHP解除の是非を判断し、受注者に連絡するものとする。
- ② HP解除申請が否決された場合、受注者は是正処置計画又は修正等の対策を講じるものとする。QSTは、受注者からHP解除を再申請された場合、解除に必要な図書・納入物をすべて受領した日から13暦日以内に受注者に対してHP解除の是非を判断し、受注者に連絡するものとする。なお、再申請が否決された場合、受注者は、12暦日以内にQSTに対して是正処置計画又は修正等の方針を回答することとする。

(2) 通知ポイント (Notification Point (以下「NP」という。))

NPでは、当該作業実施の14暦日以上前にQSTに作業実施について立会申請書を提出するものとする。

- ① QSTは、通知を受領した日から6暦日以内に当該作業に立ち会うか判断し、受注者に連絡するものとする。
- ② QSTからNPに対して回答が無かった場合、受注者は作業を継続することは可能（NPで作業を停止させる必要はない。）である。

1.9.9 工程表 (Progress Sheet) の提出

- (1) 本件の履行に当たり、工程表には製作作業だけでなく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。
- (2) 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場合と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。

1.9.10 月例報告書 (Monthly Report) の提出

以下の内容を含めて毎月最終週の月曜日までに提出すること。

- (1) 前回の報告書からの作業内容・状況・経過報告を記載すること。
- (2) 1.9.9項に示す工程表を毎月の進捗状況が分かるように記載し、月例報告書に添付すること。

1.10 打合せ、立会い、監査

1.10.1 打合せ

- (1) QSTと受注者は、常に緊密な連絡を保ち、本仕様の解釈及び製作に万全を期すものとする。
- (2) 必要に応じて適宜打合せを行うものとする。打合せ場所は、QST那珂フュージョン科学技術研究所構内、受注者施設内及び実作業実施場所とし、別途協議の上、打合せ内容と場所を決めるものとする。打合せの形態は、テレビ会議や電話会議も含めるものとする。打合せに関しては、少なくとも下記項目の報告・協議を行うものとする。
 - ① 製作スケジュールの状況
 - ② 製造工程説明書及び試験検査要領書などの要確認文書の内容
 - ③ 製作及び試験状況
 - ④ 材料調達・加工・鍛造・熱処理・試験・検査状況等
 - ⑤ 本契約に関わるその他の報告
- (3) QSTは、必要に応じて、受注者（下請業者を含む）に対し打合せへの出席を要請することがある。この場合、受注者は可能な限りその要請に協力すること。
- (4) これらの打合せには、ITER機構の代表者又はITER機構から委託された要員が参加できるものとする。

- (5) 打合せをした場合は、受注者は打合せ議事録を作成し、1週間以内にQSTの確認を得ること。打合せにて1.9.10項に示す内容を報告した場合、その議事録は該当月の月例報告書と兼用としてよい。
- (6) 受注者は、打合せでのQSTからの質問事項に対しては速やかに回答すること。
回答は打合せ議事録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、後日、打合せ議事録を提出し、確認を得ること。回答文書の提出がない場合には、QSTの解釈を優先するものとする。

1.10.2 立会い

- (1) 受注者は、本仕様書に記載された業務を実施するすべての場所をあらかじめ品質計画書で通知するものとする。立会いはそれらの指定された場所で行う。
- (2) 受注者は、原則として立会いの14暦日以上前に、立会申請書を提出するものとする。
- (3) QSTは必要に応じて作業に立会うことができるものとする。
- (4) 立会いには、必要に応じてITER機構の代表者又はITER機構から委託された要員が参加できるものとする。
- (5) QSTは、ITER機構の代表者又はITER機構から委託された要員が立会いに参加する場合は、その参加者を事前に受注者に通知するものとする。

1.10.3 監査

- (1) QSTは、本契約締結後1年以内に受注者の品質保証に係る監査を行う。
ただし、IS09001未認証の受注者に対しては、契約締結後速やかに行う。
- (2) 上記(1)の監査から14月以内に再度監査を実施する。
- (3) 2回目以降の監査では、対象分野を限定して実施する。
- (4) 受注者が品質に係る重要業務をアウトソースする場合は、必要に応じて当該業務のアウトソース先の業務の実施状況の確認も本監査に含むことができるものとする。
- (5) 監査の時期及び実施する範囲は、監査を実施する少なくとも14暦日より前にQSTから受注者に通知されるものとする。

1.11 適用法規・規格基準

適用法規・規格基準に関しては、以下に示す法令・規格・基準に準拠すること。

なお、詳細はQST担当者と協議の上、決定する。

- (1) 労働基準法
- (2) 労働安全衛生法
- (3) QST内諸規程
- (4) その他関係する諸法令、諸規格、基準
- (5) 技術仕様に適用される規格については、第2章において示す。これらの規格に代えて、それと同等の国内規格・国際規格を採用する場合、採用する規格と要求されている規格の整合性及び等価性を実証する書類を逸脱許可申請書として作成し、QSTの確認を受けた上で採用すること。

1.12 知的財産権等

1.12.1 知的財産権等の取扱い

知的財産権等の取扱いについては、別紙-5「イーター実施協定の調達に係る情報及び知的財産に関する特約条項」に定められたとおりとする。

1.12.2 技術情報の取扱い

- (1) 受注者は、本契約を実施することによって得た技術情報を第三者に開示しようとするときは、あらかじめ書面によるQSTの承認を得なければならないものとする。
- (2) QSTが本契約に関し、その目的を達成するため受注者の保有する技術情報を了知する必要があるが生じた場合は、QST側担当者と受注者の協議の上、受注者は当該技術情報を無償でQSTに提供するものとする。

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 輸出入について

- (1) 本件の輸入免税に関しては、別紙-6「イーター調達に係る貨物の免税輸入について」を参照し、QSTと十分に協議の上、その適用の有無についてはQSTの決定に従うこと。
- (2) 納品後にQSTが製作物を輸出する場合は、最新版のパラメーターシートを含む該非判定書を再提出する等の協力をすること。

1.15 製造作業の記録映像について

受注者とQSTが合意した製造作業については、QSTによる記録映像の撮影を許可すること。この場合、QSTが伴う撮影者の立入り及び撮影も許可すること。また、撮影後に編集された映像の使用については、事前に受注者とQSTの間で取り扱い等について協議することとする。

1.16 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。

2. 技術仕様

2.1 XM-19 鍛造材の技術仕様

本技術仕様は、ITERダイバータ外側垂直ターゲットのステンレス支持構造体を構成するXM-19 (UNS S20910, FXM-19 in ASTM standards)鍛造材について定めたものである。

2.1.1 一般事項

- (1) 納入材の納期は、第1期から第4期に分割されている。
- (2) 納入材は、鍛造材A及び鍛造材Bとし、納入数量及び製品寸法は表1.1に示すとおりとする。
- (3) 各材料が適切に確認できるよう、材料ごとに識別コード付けをする等の方法により、すべての製作段階においてトレーサビリティを維持すること。
- (4) すべての製造工程に関する仕様を記載した製造工程説明書を契約締結後速やかに提出し、QSTの確認を得ること。
- (5) 製造工程説明書に基づき製造検査計画書を作成し、QSTの確認・ITER機構の受諾を得ること。
- (6) 2.1.5項から2.1.10項に示す試験検査・特性評価を実施すること。
なお、試験検査・特性評価試験前に試験検査要領書を作成し、QSTの確認を得ること。試験検査用の試験片は製作したXM-19素材から受注者が製作すること。
- (7) 試験検査・特性評価試験の結果を記した試験検査報告書と材料証明書及びそれらをまとめたXM-19鍛造材の材料適合報告書を作成し、QSTの確認・ITER機構の受諾を得ること。
材料適合報告書は、納期ごとに提出すること。
- (8) 納入材と材料証明書が相互参照できるように、XM-19鍛造材の材料適合報告書にはトレーサビリティ文書を含むこと。
- (9) 寸法に関する公差は、特に指定がない限りJIS B 0405: 1991の"e"を満足するものとする。

2.1.2 適用規格

下記の規格は年版の指定がない場合は本契約締結時の最新版を参照するものとする。

(1) ASTM規格

A 182/A 182M	Specification for Forged or Rolled Alloy Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, Valves and Parts for High-Temperature Service
A 965/A 965M	Specification for Steel Forgings, Austenitic, for Pressure and High Temperature Parts
A 484/A 484M	Specification for General Requirements for Stainless and Heat-Resisting Bars, Billets, and Forgings
A 788/A 788M	Steel Forgings, General Requirements
A 751	Test Methods, Practice, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products
E 112	Standard Test Methods for Determining Average Grain Size
E 45	Standard Test Methods for Determining the Inclusion Content of Steel
A 262	Standard Practice for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack of Austenitic Stainless Steel
A 370	Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products
E21	Standard Test Methods for Elevated Temperature Tension Tests of Metallic Materials
A342	Standard Test Methods for Permeability of Feebly Magnetic Materials

(2) EN規格等

EN 10204:2004	Metallic products: Type of inspection documents
EN 10228-4	Non-destructive testing of steel forgings, Part 4: Ultrasonic testing of austenitic and austenitic-ferritic stainless steel forgings
EN 10228-2	Non-destructive testing of steel forgings, Part 2: Penetrant testing
ISO 2768-1	Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications
JIS B 0405: 1991	普通公差—第1部：個々に公差の指示がない寸法及び角度寸法に対する公差
JIS Z 2305	非破壊試験技術者の資格及び認証

2.1.3 製造過程

- (1) 電気炉又は技術的に同等な工程を用いて製造すること。
- (2) 鍛造材は、真空境界で使用されるものであり介在物を低減するため、鋼材の溶解はAOD(Argon-Oxygen Decarburization)もしくはVOD (Vacuum Oxygen Decarburization) 工程で溶解し、さらにESR (Electro-Slug Remelted)もしくはVAR (Vacuum Arc Remelted)工程の再溶解処理を行うこと。
- (3) 鍛造比は、すべての鍛造材について5以上とすること。

- (4) 全製造工程を含む詳細な製造過程について記載した製造工程説明書を契約締結後速やかに提出し、QSTの確認を得ること。
- (5) 製造工程説明書には確認図を入れ、鍛造後の形状寸法と試験検査用の試験片形状と採取位置、機械加工後の最終形状が分かるようにすること。

2.1.4 熱処理

- (1) すべての鍛造材は溶体化熱処理状態で納入し、溶体化熱処理は材料の1065°C±15°Cを目標として行うものとし、その後、水冷による急冷を行うこと。
溶体化熱処理の時間については、材料寸法に応じ受注者の経験から決定し、製造工程説明書に記載したものでQSTの確認を得ること。
- (2) 溶体化熱処理の温度分布を確認するため、溶体化熱処理中の鍛造材の実体温度をシース熱電対で測定すること。
その方法は、鍛造材Aについて、最低温度部・最高温度部と思われる3箇所シース熱電対を取付け、均熱及び時間変動を測定すること。その後の鍛造材は、最低温度部1箇所にのみ熱電対を取付け測定すること。
- (3) これらの溶体化熱処理中の実体温度と制御温度の履歴を記録して、試験検査報告書に記載すること。

2.1.5 化学組成

- (1) 材料の化学組成は、表2.1に示す内容を満たすこと。
- (2) 化学組成分析は、ASTM A 751に基づいてヒートごとに溶鋼分析及びロットごとに製品分析を行うこと。その際、機械試験用の試験片や残材を使用することも可とする。
- (3) 「ロット」は以下の定義に従うものとする。
 - ① 下記を満足する形状は、同一のロットとする。
(最大直径)/(最小直径) < 1.1、(最大板厚)/(最小板厚) < 1.1、(最大断面)/(最小断面) < 1.25
 - ② ロットの合計重量は、6トン以下とすること。
また、納入材の重量が1トン以上の鍛造材は、1ロットとすること。

表2.1 XM-19鍛造材の化学組成

元素	化学組成 (重量%、最小値)	化学組成 (重量%、最大値)
Fe	balance	balance
C	-	0.06*1
Mn	4.0	6.0
Si	-	1.00
Cr	20.5	23.5
Ni	11.5	13.5
P	-	0.040
S	-	0.030
Mo	1.5	3.00
N	0.20	0.40*2
V	0.10	0.30
Nb	0.10	0.30
Ta	-	0.02
Co	-	0.050

*1:溶接部の粒界腐食を避けるため、炭素含有量の最大値は0.04%以下であることが望ましい。

*2:窒素の気泡生成による割れを避けるため、窒素含有量の最大値は0.30%以下であることが望ましい。

2.1.6 フェライト含有量と透磁率

- (1) すべての鍛造材のフェライト含有量は、PryceとAndrewsによる修正Schaeffler線図(Figure RMC 1341.2, Section 3, RCC-MR 2007)で評価し、0.5%以下であること。
- (2) ASTM A342に基づいて測定した溶体化処理後の鍛造材の室温での透磁率が、1.03以下であること。
ただし、測定はASTM A342の試験法3及び5とする。透磁率計(FoersterやFerromasterなど)を使用

する場合、装置の商標及び型式を装置とその校正に関する情報とともに試験検査報告書に記載すること。

(3) 上記試験をロットごとに行うこと。

2.1.7 微視的組織

(1) 光学顕微鏡による組織観察を実施し、均質な材料となっていることを確認すること。
試料は、機械試験用試験片の採取位置近傍から採取すること。

(2) 撮影した金属組織写真を試験検査報告書に添付すること。

2.1.7.1 結晶粒径

(1) 組織観察における鍛造材の結晶粒径の測定はASTM E112に基づいて実施すること。

(2) すべての鍛造材の結晶粒径はASTM粒度番号で3以上とする。

(3) 上記測定をロットごとに行うこと。

2.1.7.2 非金属介在物

(1) 非金属介在物の量と定義はASTM E45に従うものとする。

なお、非金属介在物に対する組織観察法は、以下に示すとおりとする。

① 非金属微細介在物（微視的検査によって検出可能な原料由来のもの）：

ASTM E45に規定される方法Dを使用する。

重度番号は、タイプA、B、Cの場合には1以下、タイプDの場合には1.5以下とする。

② 非金属粗大介在物（スラグや耐熱性物質の混入による外因性のもの）：

含有することは厳禁とし、これが含まれる場合、受入れできないものとする。

(2) 測定はロットごとに試料を採取して実施すること。

2.1.7.3 粒界腐食

(1) 粒界腐食の影響があってはならないため、ASTM A 262 Practice Eに規定される方法によって粒界腐食感受性の評価を行うものとする。

(2) 使用する材料は溶体化熱処理後、675°Cで1時間保持する熱鋭敏化処理した材料を使用すること。

(3) 上記測定をロットごとに行うこと。

2.1.8 機械特性

2.1.8.1 引張特性

(1) ASTM A 370及びE21規格に規定される方法に従って引張試験を実施すること。

試験を行う材料は溶体化熱処理状態のものとする。

(2) 引張試験は、室温及び250°Cについて実施し、試験数はロット重量が500kgを超える場合はロットごとに2試験、500kg以下についてはロットごとに1試験とすること。

なお、試験数が2試験の場合は、試験片の採取位置は離れた2か所より採取すること。

(3) 引張試験では表2.2のデータを取得し、試験検査報告書に記載すること。

これらのデータは表2.2に示す値を満足すること。

(4) 引張試験片の欠陥や試験の操作ミスで引張特性要求値を満足しない場合は、引張試験の再試験を行い表2.2に示す値を満足した時に合格とする。

また、材料が原因で引張特性要求値を満足しない場合でも、不合格の試験片を採取した近傍から2本の引張試験片を採取し、2本とも引張特性要求値を満足した場合は合格とする。

表2.2 引張特性要求値

引張特性	試験温度	
	室温	250°C
降伏応力 (0.2%オフセット耐力)	≧380 MPa	≧270 MPa
降伏応力 (1%)	参考値	参考値
引張強度	≧690 MPa	≧561 MPa
全伸び (ゲージ長さ 50mm*)	≧35 %	参考値
絞り	≧55 %	参考値

*ゲージ長さは24mmとしてもよい。

ただし、ゲージ長さは本契約におけるXM-19鍛造材の製作を通して統一すること。

2.1.8.2 再熱処理

- (1) 上記の強度試験の結果に基づき不合格となった鍛造材は、再度の熱処理（溶体化熱処理）を実施し、再び強度試験を実施することも可とする。その場合、再度実施した熱処理の条件を材料証明書に記載すること。
- (2) 上記(1)のような再度の熱処理を実施した鍛造材の強度試験において、結果が再び不合格となった場合、その鍛造材の受け入れは不可である。

2.1.8.3 試験片採取

- (1) 引張試験片は、鍛造材自体又は余長部分から採取し、試験片の軸方向が主鍛造の方向と直交するように採取するとともに、試験片中心軸と最も近い鍛造表面との距離が以下に示す値を満たすこと。
 - ① 板厚が 40mm を超える場合：20mm
 - ② 板厚が 40mm 以下の場合：板厚中央値
- (2) 引張試験片の採取領域と他の表面との距離は下記を満たすこと。
 - ① 板厚が 40mm を超える場合：40mm
 - ② 板厚が 40mm 以下の場合：板厚と同値
- (3) 引張試験は、試験片採取後に熱処理した試験片に対して実施してはならない。降伏応力の測定は伸び計を試験片に取付け測定すること。
- (4) 上記の試験に用いる試験片は、円形断面を有するものとし、その直径は 10mm 程度とすること。

2.1.9 寸法検査

- (1) 寸法検査は、確認図に基づいて実施すること。
- (2) 主な寸法を試験検査報告書に記載すること。
- (3) 計測された寸法は、確認図に記載された許容範囲（JIS B 0405 “c”）内とすること。

2.1.10 非破壊検査

2.1.10.1 目視検査 (VT)

- (1) 材料の健全性を確認するために、製造及び機械加工の各段階において表面の検査を行うものとする。
- (2) 表面は平滑かつ均質であり、シワやゆがみ、気泡、裂け目、き裂及び介在物がないものとする。

2.1.10.2 超音波探傷検査 (UT)

- (1) EN10228:Part 4 規格に基づき、各鍛造材の全体に対して超音波探傷検査を実施する。
- (2) 超音波探傷検査の判定基準は、板厚に応じて、EN10228:Part 4 規格にて定義されたものとし、品質クラスは 3 を適用する。
- (3) UT は、鍛造材の形状が十分な UT 検査性能を示す場合に実施するものとし、溶体化熱処理後、最終機械加工後に行うこと。
- (4) 各鍛造材の全体に対して UT を実施するものとする。
具体的には、EN 10228:Part 4 規格の 12.4 項において定義される"100% scanning coverage"に対して UT がなされること。
- (5) 検査される鍛造材の板厚に依存する UT の範囲と判定基準は、EN 10228:Part 4 規格の"normal probe"に対するものが適用されるとともに、該当する品質クラスが適用される。また、3mm 以上かつ 5mm 未満のサイズの欠陥については、欠陥の検出場所を記録に残すこと。

- (6) UTの詳細に関しては、検査要領を試験検査要領書に記載して提出し、QSTが確認した上で実施するものとする。なお、この検査要領書には、UT校正用ブロックの詳細（校正用リフレクタの形式や位置・サイズ・深さ等を示す図面を含む）を含むものとする。

2.1.10.3 浸透探傷検査 (PT)

- (1) EN 10228-2の要求事項に従い各鍛造材について100%浸透探傷検査を実施すること。
PTの合格基準はEN10228-2の品質クラス3に従うこと。
- (2) 浸透探傷検査に用いる探傷剤は、真空機器の出ガス特性の制限からITER機構が承認している以下に示すいずれかの探傷剤を用いること。
- ① Sherwin Inc. USA: NDT Europa BV:
Developer: D100, Cleaner: DR62, Penetrant: DP51
 - ② CGM CIGIEMME
Developer: Rotrivel U (R2.82) 02011200, Cleaner: Velnet / Solnet (R2.60) 02011000
Penetrant: Rotvel Avio B (R2.72) 02021800
 - ③ GS CHEM Co LTD
Developer: DA (P101017D), Cleaner: RA (P101015C), Penetrant: PA (P101016P)
 - ④ EISHINKAGAKU corp. Japan
Developer: R-1S (NT) Special, Cleaner: R-1M (NT) Special, Penetrant: R-1A (NT) Special

2.1.11 補修溶接

原則として、鍛造材に対する補修溶接を行ってはならない。

2.1.12 試験検査の頻度

試験検査の頻度は表2.3のとおりとする。

表 2.3 試験検査頻度

試験検査項目		頻度	備考
化学組成		ヒートごとに1回 ロットごとに1回	溶鋼分析 製品分析
フェライト含有量の評価		ヒートごとに1回 ロットごとに1回	化学組成検査の結果から Schaeffler 線図より計算すること。
透磁率		ロットごとに1回	引張試験片採取位置の近傍にて実施すること。
組織観察	写真撮影	ロットごとに1回	引張試験片採取位置の近傍にて実施すること。
	結晶粒径	ロットごとに1回	引張試験片採取位置の近傍にて実施すること。
	非金属介在物	ロットごとに1回	引張試験片採取位置の近傍にて実施すること。
粒界腐食		ロットごとに1回	鋭敏化処理後に実施すること。
VT		鍛造材ごとに1回	
PT		鍛造材ごとに1回	
UT		鍛造材ごとに1回	合否判定基準以下の欠陥(3mm以上かつ5mm未満)についても記録を残すこと。
寸法検査		鍛造材ごとに1回	確認図に基づき実施すること。
引張試験	室温での試験	ロットごとに1回	鍛造材重量が500kg以下の場合
	250℃での試験	ロットごとに1回	
	室温での試験	ロットごとに2回	鍛造材重量が500kgを超える場合
	250℃での試験	ロットごとに2回	

2.1.13 受け入れ条件

- (1) 試験検査報告書は、検査終了後速やかにQSTに提示し、QST確認後に出荷すること。
- (2) 材料適合報告書は、本仕様に合致するものとする。
- (3) 本仕様に合致しない材料は受け入れない。

2.1.14 図書

(1) 受注者は、EN 10204 の Inspection certificate type 3.1 に相当する材料証明書と試験検査報告書を納期ごとに提出すること。

試験検査報告書には少なくとも下記情報を記載すること。

- ① 商標材料の記号、等級及びマーキング
- ② ヒート番号及び製品の識別番号
- ③ 材料供給者
- ④ 発注番号
- ⑤ 溶解方法
- ⑥ 製造方法
- ⑦ 熱処理記録
- ⑧ 寸法検査
- ⑨ 化学組成検査結果
- ⑩ フェライト含有量の評価結果及び透磁率の測定結果
- ⑪ 金相(ミクロ)観察及び結晶粒径測定結果
- ⑫ 非金属介在物の試験結果
- ⑬ 粒界腐食感受性試験結果
- ⑭ 引張試験結果
- ⑮ 試験試料及び試験片の採取位置
- ⑯ 非破壊検査結果

(2) 上記(1)に示す材料証明書と試験検査報告書、QST 指定様式の表紙及び改訂履歴、サマリーシートからなる XM-19 鍛造材の材料適合報告書を作成し提出すること。

なお、書類はすべて英文とし、単位は SI 系を使用すること。図書は PDF 形式で提出すること

2.1.15 梱包、マーキング

(1) 納入鍛造材は、ビニールシート等で保護した上で、木箱に梱包し、鍛造材表面の損傷を避けるための措置を講じた状態で納入すること。

(2) 木箱表面には、内容物の情報（ロット番号・鍛造材分類（A 又は B）・数量等）を表示すること。

(3) 各鍛造材は、下記の内容が判別できるように刻印等でマーキングすること。

- 製造者名又は商標
- 材料のグレード
- 寸法：厚さ・幅・長さ
- 鍛造材番号又は履歴を特定する識別番号
- 溶解番号

(3) マーキングの写真を材料証明書に添付すること。

2.1.16 品質保証と関連した提出図書

この材料を製作する受注者は、ISO9001と同等の品質保証システムを有し、QSTとITER機構の承認のため品質計画書及び製造検査計画書並びに材料適合報告書を提出するとともに、逸脱許可申請書及び不適合報告書も必要な場合は提出し、最低5年間これら文書を保持すること。

2.2 316L 鍛造棒の技術仕様

本技術仕様は、ITERダイバータ外側垂直ターゲットに使用する冷却水配管のT字及びL字型管並びに316Lステンレス鋼冷却管の接続管に用いる316L鍛造棒について定めたものである。

2.2.1 一般事項

- (1) 納入数量及び製品寸法は、表1.2に示されるとおりとする。
- (2) 316L鍛造棒は機械加工後、冷却水配管の構成要素として真空境界で使用されるものである。
- (3) 各材料が適切に確認できるよう、材料ごとに識別コード付けをする等の方法により、すべての製作段階においてトレーサビリティを維持すること。
- (4) すべての製造工程に関する仕様を記載した製造工程説明書を契約締結後速やかに提出し、QSTの確認・ITER機構の受諾を得ること。
- (5) 製造工程説明書に基づき製造検査計画書を作成し、QSTの確認・ITER機構の受諾を得ること。
- (6) 2.2.5項から2.2.15項に記載する試験検査・特性評価を実施すること。
試験検査・特性評価試験前に試験検査要領書を作成し、QSTの確認・ITER機構の受諾を得ること。
試験検査用の試験片は製作した316L鍛造棒から受注者が製作すること。試験検査・特性評価試験後、QSTによる立会検査を実施するため、立会検査前に社内検査を行っておくこと。
- (7) 試験検査・特性評価試験の結果を記した試験検査報告書・材料証明書・それらをまとめた316L鍛造棒の材料適合報告書を作成し、QSTの確認・ITER機構の受諾を得ること。
- (8) 納入材と材料証明書が相互参照できるように、316L鍛造棒の材料適合報告書にはトレーサビリティ文書を含むこと。
- (9) 寸法に関する公差は、特に指定がない限りJIS B 0405: 1991の"c"を満足するものとする。

2.2.2 適用規格

本仕様書では下記の準拠規格を参照するものとする。

受注者が提案する他の国内規格及び国際規格は、すべての基準に対する適合性評価が満たされているという条件のもとで、逸脱許可申請書によるQST及びITER機構の承認により受け入れられるものとする。下記の規格は本契約締結時の最新版を参照するものとする。

<準拠規格>

EN 10222-1: 2017	Steel forgings for pressure purposes, Part 1: General requirements for open die forgings
EN 10222-5: 2017	Steel forgings for pressure purposes - Part 5: Martensitic, austenitic and austenitic-ferritic stainless steels
EN ISO 6892-1:2009	Metallic materials, Tensile testing, Part 1: Method of test at room temperature
EN ISO 6892-2:2011	Metallic materials, Tensile testing, Part 2: Method of test at elevated temperature
EN 10228-4: 2016	Non-destructive testing of steel forgings, Part 4: Ultrasonic testing of austenitic and austenitic-ferritic stainless steel forgings
EN 10228-2: 2016	Non-destructive testing of steel forgings, Part 2: Penetrant testing
EN 10204: 2004	Metallic products: Type of inspection documents
EN ISO 643: 2012	Steels – Micrographic determination of the apparent grain size
ASTM A342-14	Standard Test Methods for Permeability of Feebly Magnetic Materials
ASTM A 370	Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products
ASTM E21	Standard Test Methods for Elevated Temperature Tension Tests of Metallic Materials
ASTM E45-10	Standard test methods for determining the inclusion content of steel
ASTM E 112	Standard Test Methods for Determining Average Grain Size
JIS B 0405: 1991	普通公差—第1部：個々に公差の指示がない寸法及び角度寸法に対する公差
JIS Z 2305	非破壊試験技術者の資格及び認証

2.2.3 製造過程

- (1) 熱処理炉は、電気炉又は技術的に同等な工程を用いて製造すること。

- (2) 316L鍛造棒は、機械加工後水冷却用配管部品の真空境界で使用されるものであり介在物を低減するため、鋼材の溶解はAOD(Argon-Oxygen Decarburization)もしくはVOD (Vacuum Oxygen Decarburized) 工程で溶解し、さらに ESR (Electro-Slug Remelted)もしくはVAR (Vacuum Arc Remelted)工程の再溶解処理を行うこと。
- (3) 鍛造は、高速四面鍛造機等を用い、鍛造比はすべての鍛造材について5以上とすること。
- (4) 全製造工程を含む詳細な製造過程について記載した製造工程説明書を契約締結後に提出し、QSTの確認を得ること。製造工程説明書には以下の内容を含むこと。
- 溶解工程の説明
 - 鍛造方法・熱処理方法・非破壊検査・納入状態の説明
 - 鍛造材図面と試験検査に用いる試験片の採取位置
- (5) 製造工程説明書には確認図を入れ、鍛造後の形状寸法と試験検査用の試験片形状と採取位置・機械加工後の最終形状が分かるようにすること。
- (6) 熱処理温度が妥当であることを確認するため、試作を行い要求される材料組織、引張特性が得られることを確認すること。
- (7) 「ロット」は以下の定義に従うものとする。
- 下記を満足する形状は同一のロットとする。
- (最大直径) / (最小直径) < 1.1、 (最大板厚) / (最小板厚) < 1.1、 (最大断面) / (最小断面) < 1.25
- ロットの合計重量は、5トン以下とすること。
- また、納入材の重量が1トン以上の鍛造材は、1ロットとする。

2.2.4 熱処理、納入条件

- (1) すべての鍛造棒は溶体化熱処理状態で納入し、溶体化熱処理は1050℃-1150℃で行うものとし、その後、水冷による急冷を行うこと。
溶体化熱処理の時間については、材料寸法に応じ受注者において決定するものとし、製造工程説明書に処理時間を記載し、QSTの確認を得ること。
- (2) 上記(1)の溶体化熱処理中の実体温度と制御温度の履歴を記録して、試験検査報告書に記載すること。
- (3) 鍛造材は、溶体化熱処理後納入形状に機械加工し、その表面粗さRaは6.3μm以下であること。

2.2.5 化学組成

溶鋼分析及び製品分析により確定される化学組成は表2.4に示される要求値に従うものとする。

表 2.4 316L 鍛造棒化学組成

元素	合金成分と不純物含有量、wt. %.	
	min	max
C	-	0.030
Mn	-	2.00
Si	-	1.00
P	-	0.02
S	-	0.01
Cr	16.50	18.50
Ni *1	10.00	13.00
Mo	2.0	2.50
N	-	0.11
Co *2	-	0.20
Nb *2	-	0.10
Ta *2	-	0.05
B *3	-	0.0018

*1:高温での加工性の観点からデルタフェライト含有量の低減又は透磁率の低減のため、Ni含有量は1.50%増加させることも可とする。

*2:放射線防護からの追加要求である。

*3:RCC-MR 2007からの追加要求である。

2.2.6 フェライト含有量と透磁率

- (1) すべての鍛造材のフェライト含有量は、PryceとAndrewsによる修正Schaeffler線図(Figure RMC 1341.2, Section 3, RCC-MR 2007)で評価し、0.5%以下であること。
- (2) 溶体化処理後の室温において鍛造材の比透磁率を測定すること。
- (3) ASTM A342に基づいて測定した溶体化処理後の鍛造材の室温での透磁率が、1.05以下であること。
- (4) 透磁率計(Foerster, Ferromasterなど)を使用する場合、型式・商標・機器情報及び校正記録を含む証明書を提出すること。
- (5) 透磁率測定は、1ロット当たり1試験とする。

2.2.7 微視的組織

- (1) 光学顕微鏡による組織観察を鍛造材の主鍛造方向と平行の方向に対して実施し、均質な材料となっていることを確認すること。試料は、機械試験用試験片の採取位置近傍から採取すること。
- (2) 撮影した金属組織写真を試験検査報告書に添付すること。
- (3) 結晶粒径の測定は、EN ISO 643に従って行い、粒度番号3以上であること。

2.2.8 非金属介在物

非金属介在物の量と定義はASTM E45に従うものとする。

なお、非金属介在物に対する組織観察法は下記のとおりとする。

- (1) 非金属微細介在物（微視的検査によって検出可能な原料由来のもの）：
ASTM E45に規定される方法Dを使用する。重度番号は、タイプA、B、Cの場合には1以下、タイプDの場合には1.5以下とする。
- (2) 非金属粗大介在物（スラグや耐熱性物質の混入による外因性のもの）：
含有することは厳禁とし、これが含まれる場合、受入れできないものとする。
測定は1ロットごとに端部から試料を採取して実施すること。

2.2.9 機械特性

- (1) 引張試験は、室温においてはEN ISO 6892-1もしくはASTM A370に、250°CではEN ISO 6892-2もしくはASTM E21に従って実施すること。
- (2) 引張特性は、表2.5に示す値を満足すること。
- (3) 機械特性試験は、ロット毎に行うものとする。
- (4) 引張試験片の採取は、鍛造材自体又は余長部分から採取し、試験片の軸方向が主鍛造の方向になるように採取するとともに、試験片中心軸と最も近い鍛造表面との距離が下記を満たすものとする。
 - ・板厚が40mmを超える場合：20mm
 - ・板厚が40mm以下の場合：板厚中央値
 引張試験片の採取領域と他の表面との距離は下記を満たすこと。
 - ・板厚が40mmを超える場合：40mm
 - ・板厚が40mm以下の場合：板厚
 上記の試験に用いる試験片は、円形断面を有するものとし、その直径は10mm程度とする。

表 2.5 引張特性

引張特性	試験温度	
	室温	250°C
0.2%耐力	≥ 190 MPa	≥ 127 MPa
1%耐力	参考値	参考値
引張強度	490 – 690 MPa	≥ 385 MPa
全伸び (ゲージ長 50mm)	≥ 40 %: L* ≥ 35 %: T*, Tr*	参考値
絞り	参考値	参考値

L*: 主鍛造方向、 T*: 接線方向、 Tr*: 主鍛造方向の直角方向

2.2.10 再熱処理

- (1) 機械特性試験において不合格となった鍛造材に対して再熱処理を行うことは可能とする。再熱処理条件を材料証明書に記載すること。

(2) 再熱処理は、2回以上行ってはならない。

2.2.11 表面検査及び表面状態

- (1) 材料の健全性を確保するため、製造及び機械加工の各段階において表面の検査を行うこと。
- (2) 表面は、平滑かつ均質であり、シワ・ゆがみ・気泡・裂け目・き裂・介在物がないようにすること。

2.2.12 浸透探傷検査 (PT)

- (1) EN 10228-2の要求事項に従い各鍛造材について100%浸透探傷検査を実施すること。PTの合格基準はEN10228-2の品質クラス3に従うこと。
- (2) 浸透探傷検査に用いる探傷剤は、真空機器の出ガス特性の制限から、ITER機構が承認している以下いずれかの探傷剤を用いること。

① Sherwin Inc. USA: NDT Europa BV:

Developer: D100, Cleaner: DR62, Penetrant: DP51

② CGM CIGIEMME

Developer : Rotrivel U (R2.82) 02011200, Cleaner: Velnet / Solnet (R2.60) 02011000

Penetrant: Rotvel Avio B (R2.72) 02021800

③ GS CHEM Co LTD

Developer: DA (P101017D), Cleaner: RA (P101015C), Penetrant: PA (P101016P)

④ EISHINKAGAKU corp. Japan

Developer: R-1S (NT) Special, Cleaner: R-1M (NT) Special, Penetrant: R-1A (NT) Special

2.2.13 超音波探傷検査 (UT)

- (1) EN10228:Part 4規格に基づき、各鍛造材のUTを実施する。
- (2) UTの判定基準は、板厚に応じて、EN10228:Part 4規格にて定義されたものとし、品質クラスは3を適用する。
- (3) UTは、鍛造材の形状が十分なUT検査性能を示す場合に実施するものとし、溶体化熱処理後、最終機械加工後に行うこと。
- (4) 各鍛造材の全体に対してUTを実施するものとする。
具体的には、EN 10228:Part 4規格の12.4項において定義される"100% scanning coverage"に対してUTがなされること。
- (5) 検査される鍛造材の板厚に依存するUTの範囲と判定基準は、EN 10228:Part 4規格の"normal probe"に対するものが適用される。
- (6) UTの詳細に関しては、検査要領を試験検査要領書に記載して提出し、QSTが確認した上で実施するものとする。なお、この検査要領には、UT較正用ブロックの詳細（較正用リフレクタの形式や位置、サイズ、深さ等を示す図面を含む）を含むものとする。

2.2.14 不適格部分の除去

鍛造材の納入寸法の許容範囲内であれば、表面欠陥は研削等で削除してよい。

ただし、研削後PT検査を実施し、傷等がないことを確認すること。

2.2.15 寸法検査

すべての鍛造材に対し寸法検査を実施し、確認図に記載された主要寸法を測定し、記録すること。

2.2.16 補修溶接

原則、鍛造材に対する補修溶接を行ってはならない。

2.2.17 試験検査の頻度

試験検査の頻度は表2.6のとおりとする。

表 2.6 試験検査頻度

試験検査項目		頻度	備考
化学組成		ヒートごとに1回 ロットごとに1回	溶鋼分析 製品分析
フェライト含有量の評価		ヒートごとに1回 ロットごとに1回	化学組成検査の結果から Schaeffler 線図より計算すること。
透磁率		ロットごとに1回	引張試験片採取位置の近傍にて実施すること。
組織観察	写真撮影	ロットごとに1回	引張試験片採取位置の近傍にて実施すること。
	結晶粒径	ロットごとに1回	引張試験片採取位置の近傍にて実施すること。
	非金属介在物	ロットごとに1回	引張試験片採取位置の近傍にて実施すること。
VT		鍛造材ごとに1回	
PT		鍛造材ごとに1回	
UT		鍛造材ごとに1回	
寸法検査		鍛造材ごとに1回	確認図に基づき実施すること。
引張試験	室温での試験	ロットごとに1回	鍛造材重量が 500kg 以下の場合
	250℃での試験	ロットごとに1回	
	室温での試験	ロットごとに2回	鍛造材重量が 500kg を超える場合
	250℃での試験	ロットごとに2回	

2.2.18 受け入れ条件

- (1) 試験検査報告書は、検査終了後速やかにQSTに提示し、QSTが確認した後に出荷すること。
- (2) 材料証明書及び試験検査報告書は、本仕様に合致するものとする。
- (3) 本仕様に合致しない材料は一切受け入れない。

2.2.19 図書

受注者は、EN 10204のInspection certificate type 3.1に相当する材料証明書と試験検査報告書をロットごとに提出すること。試験検査報告書には少なくとも下記情報を記載すること。

- (1) 商標材料の記号、等級及びマーキング
- (2) ヒート番号及び製品の識別番号
- (3) 材料供給者
- (4) 発注番号
- (5) 溶解方法
- (6) 製造方法
- (7) 熱処理記録
- (8) 寸法検査
- (9) 化学組成検査結果
- (10) フェライト含有量の評価結果及び透磁率の測定結果
- (11) 金相(ミクロ)観察及び結晶粒径測定結果
- (12) 非金属介在物の試験結果
- (13) 粒界腐食感受性試験結果
- (14) 引張試験結果
- (15) 試験試料及び試験片の採取位置
- (16) 非破壊検査結果

上記材料証明書と試験検査報告書からなる316L鍛造棒の材料適合報告書を作成し、提出すること。
なお、すべて英文とし単位はSI系を使用すること。さらに、PDF形式で提出すること

2.2.20 梱包、マーキング

- (1) 納入鍛造棒は、鍛造棒表面の損傷を避けるため木箱に梱包し納入すること。
- (2) 各鍛造棒は、下記の内容が判別できるように刻印等でマーキングすること。
 - ・ 製造者名又は商標
 - ・ 材料のグレード

- ・ 寸法：厚さ、幅、長さ
 - ・ 鍛造材番号又は履歴を特定する識別番号
 - ・ 溶解番号
- (3) マーキングの写真を材料証明書に添付すること。

2.2.21 品質保証と関連した提出図書

この材料を製作する受注者は、ISO9001と同等の品質保証システムを有し、QSTとITER機構の承認のため品質計画書・製造工程説明書・製造検査計画書・試験検査要領書・材料適合報告書を提出するとともに、逸脱許可申請書・不適合報告書も必要な場合は提出し、最低5年間これら文書を保持すること。

以上