

ITER ダイバータ高温ヘリウムリーク試験用溶接型 延長管の製作

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 炉工学基盤研究開発部

プラズマ対向機器開発グループ

1. 一般仕様

1.1 件名

ITER ダイバータ高温ヘリウムリーク試験用溶接型延長管の製作

1.2 目的及び概要

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。）は、ITER ダイバータ外側垂直ターゲット（以下「OVT」という。）の製作において、最終受入検査として高温ヘリウムリーク試験を実施する。当該試験で使用する高温ヘリウムリーク試験装置（以下「HHeLT 装置」という。）と OVT の母管は、溶接及び真空用継手(以下「VCR 継手」という。)で接続しているが、HHeLT 装置と OVT 全ての接続を溶接とすることでリークの発生リスクを低減する。

本件では、高温ヘリウムリーク試験装置と OVT が取り合う溶接型延長管、溶接に必要なガス導入系及び HHeLT 装置との取り付け部分を検討・製作する。これにより OVT の調達活動の円滑な遂行に資することが可能となる。

1.3 業務内容及び製作数量

本件の業務内容は以下のとおりである。詳細は「2. 技術仕様」を参照すること。

- | | |
|----------------------------|------|
| (1) 溶接型延長管の製作（試作品含む） | 24 式 |
| (2) 溶接用ガス給排気口の検討及び製作 | 5 式 |
| (3) HHeLT 装置と OVT の接続配管の製作 | 10 式 |
| (4) 装置全体のリーク検査 | |
| (5) 図書作成 | |

1.4 提出図書

表 1 に提出図書の一覧を示す。

表 1 提出図書

No.	図書名	提出期限	部数	確認
1	確認図	製作着手前	1 部	要
2	製作報告書・完成図	納入時	1 部	不要
3	打合せ議事録	打合せ、協議を行った場合。打合せ等実施後速やかに	電子版のみ	不要
4	その他 QST が必要と判断する書類	QST が別途指示する。	1 部	要

1.4.1 提出図書の要求事項

提出図書の要求事項を以下に示す。

- (1) 提出図書は全て電子版とし、電子メール等で提出すること。
- (2) 表紙には表題、契約件名、契約番号、契約年月日、契約者名を明記すること。
- (3) 提出図書内で使用する単位は、国際単位系(SI 単位系)で記すこと。

1.4.2 提出図書の確認方法

1.4.3 「確認」は次の方法で行う。

- (1) 受注者から QST へ提出図書(電子版)を電子メール等で提出。
- (2) 提出図書を QST が審査。
- (3) QST は提出後 10 暦日までに審査を完了し、修正を指示する場合には受注者へ修正を指示し、修正等を指示しないときは確認したものとする。
- (4) QST の確認後、確認印を押印して QST から受注者へ電子メール等で返却。
- (5) QST の確認印が押された提出図書(電子版)を受注者から QST に提出。

1.4.4 提出場所

QST 那珂フュージョン科学技術研究所
第一工学試験棟付属建家

1.5 納期

令和 9 年 2 月 19 日(金)

作業実施期間に係る具体的な日程は、契約締結後 QST と協議の上決定する。

1.6 支給品及び貸与品

(1) 貸与品

Swagelok 社製円周自動溶接機、ヘリウムリークディテクター

(2) 支給品

- ① 2 項「技術仕様」の表 2 に支給品の一覧を示す
- ② 検査に必要なヘリウムガス、窒素ガス、水及び電力を無償支給する。
- ③ 支給品及び貸与品については、契約条項のとおりとする。なお、QST が支給品及び貸与品の所在等の確認を求めた場合には、受注者はこれに協力するものとし、紛失等の異常時には速やかに報告することとする。

1.7 適用法規・規程等

- (1) 日本産業規格（J I S）
- (2) その他関係法令・基準・規格及び那珂フュージョン科学技術研究所内規程・規則等

1.8 納入条件

1.3 項に示す業務内容が完了し、1.4 項の提出図書に記載されている図書が納入され、仕様書に定める内容を満たしていると QST が認めたことをもって合格とする。

1.9 検査条件

以下に定める検査の合格をもって検査合格とする。

- (1) 1.3 項(1)に示す溶接型延長管が、QST による員数検査及び、2.1.2 項に定める試験検査に合格すること。
- (2) 1.3 項(2)に示す溶接用ガス給排気口が、QST による員数検査及び、2.2.2 項の試験検査に合格すること。
- (3) 1.3 項(3)に示す HHeLT 装置と OVT の接続配管が、QST による員数検査及び、2.3.2 項の試験検査に合格すること。
- (4) 2.4 項に示す試験検査に合格すること。

1.10 品質管理

本件では要求事項を実現するための効率よい実施体制、品質及びリスク管理体制を整え、十分な品質管理を行うこと。QST が実施体制等に問題があると判断した場合は作業を中断し、改善の確認をもって再開すること。

1.11 打合せ

- (1) QST と受注者は、常に緊密な連絡を保ち、本仕様の解釈及び作業に万全を期すものとする。また、必要に応じて適宜打合せを行うものとし、QST 又は受注者の施設等において打合せを実施する。なお、日時については協議の上、QST 側担当者の指示に従うこと。打合せの形態は、テレビ会議、電話会議も含めるものとする。
- (2) QST からの質問には速やかに回答すること。

1.12 知的財産権等

1.12.1 知的財産権の取扱い

知的財産権等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。

1.12.2 技術情報の取扱い

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。

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 契約不適合責任

契約不適合責任については、契約条項の通りとする。

1.14 グリーン購入法の推進

- (1) 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。

1.15 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。

2 技術仕様

本件では、HHeLT 装置と OVT との接続方法を VCR 継手から溶接に変更することで、リークのリスクを低減することを目的とする。この目的を達成するために、溶接型延長管の製作と、溶接用ガス導入口（給排気口）を設置する。既存の接続方法と溶接による接続方法の参考図を図 1-1、図 1-2 に示す。なお、本件を遂行するために必要な部材・部品は QST から支給する。表 2 に支給品一覧を示す。

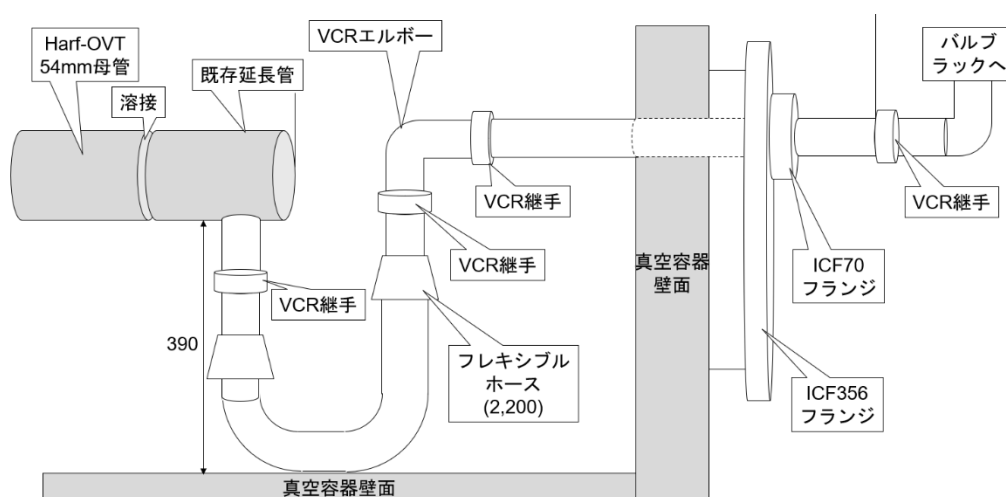


図 1-1 既存の HHeLT 装置と OVT 接続 参考図

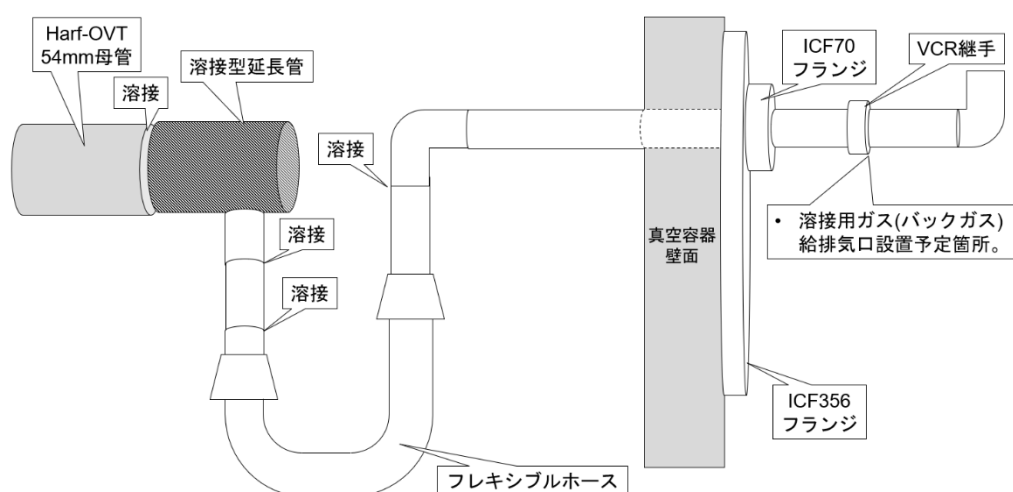


図 1-2 溶接による HHeLT 装置と OVT 接続 参考図

表2 支給品一覧

品名	型式	数量
VCR 継手めすナット VCR1/2	SS-8-VCR-1	80
VCR 継手おすナット VCR1/2	SS-8-VCR-4	50
VCR 継手めすスプリット・ナット・アッセンブリー VCR1/4	SS-8-VCR-1-SN	40
VCR 継手チューブ突合せ溶接用ショートグラウンド VCR1/2×1/2	6LV-8-VCR-3S-8TB7	94
VCR 継手チューブ突合せ溶接用ショートグラウンド VCR1/2×1/4	6LV-8-VCR-3S-4TB7	44
VCR 継手チューブ突合せ溶接用ショートグラウンド VCR1/4×1/4	6LV-8-VCR-3S-4TB2	44
VCR 継手ガスケット 1/2	SS-8-VCR-2GR-VS	80
VCR 継手ガスケット 1/4	SS-4-VCR-2GR-VS	50
スプリングレス・ダイヤフラム・バルブ回転型おす VCR1/4	6LVV-DPHRMR4-P	20
VCR 継手ユニオン・ティー VCR1/2	SS-8-VCR-T	10
クイック・コネクツ・ボディ	SS-QC4-B-400(QS4,SWG1/4)	10
クイック・コネクツ・ステム(バルブ付)	SS-QC4-D-400(QS4,SWG1/4)	10
チューブ継手レデューサー 1/2×1/4	SS-810-R-4	10
インサート 1/4×0.17 インチ	SS-405-170	10
BA チューブ SUS316 OD:12.7mm T:1.24mm L:2m	SS-T8-S-049-2M チューブ 1/2	6
BA チューブ SUS316 OD:6.35mm T:0.89mm L:2m	SS-T4-S-035-2M チューブ 1/4	2
メタル・ホース チューブ突合せ溶接 1/2×チューブ突合せ溶接 1/2	SS-FM8TB8TB8-500CM-H7N3	10

2.1 溶接型延長管の製作

SUS304 管材に閉止キャップと高温ヘリウムリーク試験装置と取り合うフランジを溶接し、OVT 延長管を製作すること。延長管の参考図を図2に示す。また、製作した OVT 延長管に対する各種検査を実施すること。2.1.1 項に OVT 延長管の技術要件を、2.1.2 項に検査項目を記載する。これらの内容を確認図並びに検査要領書に記載し、製作開始前に QST の確認を得ること。2.1.3 項に示す内容を網羅した製作報告書を作成し、QST の確認を得ること。

2.1.1 溶接型延長管の技術要件

- (1) 延長管は SUS304 管材（外径 54mm×内径 48mm）を使用すること。
- (2) OVT 延長管は 2.1.2 項に示す耐圧及びリーク検査の要求があるため、溶接部はそれらを満たすこと。溶接は、JIS の有資格者が作業すること。
- (3) 真空中で使用するため、OVT 延長管の表面は電解研磨により滑らかに仕上げること。加えて 100℃以上で、2 時間以上のベーキングを行うこと。
- (4) 高温ヘリウムリーク試験装置と取り合い部は 1/2 シームレスチューブとし、延長管中心からの距離を 77mm、チューブの中心からキャップの端面部までの距離は 50mm、チューブの中心から開口側の端面までの距離は 85mm とすること。それぞれの機械加工部の寸法公差は、JIS 0405(1991)-m(中級)とする。
- (5) 前項(4)でチューブ中心からキャップ端部まで 50mm とした場合、パイプカッターの切り代 11mm を考慮の上、切断後のキャップ長さは $100 \leq \ell \leq 135$ とし、最低 2 回の再利用ができるよう設計すること。切断後の延長管長さの参考図を図 3 に示す。
- (6) キャップの材質は SUS304 相当とし、製作報告書にはミルシートを含めること。
- (7) 2.1.2 項に示す耐圧検査及びリーク検査のため、耐圧治具及び耐圧キャップを製作し、取り付けること。ただし、試験完了後に切断し、切断面はシャープエッジとすること。
- (8) 上記(1)～(7) の要件を満足する延長管を 24 個(試作品含む)製作し、納入すること。
- (9) 納入品は真空機器であるため、極力大気に触れないように養生、梱包すること。

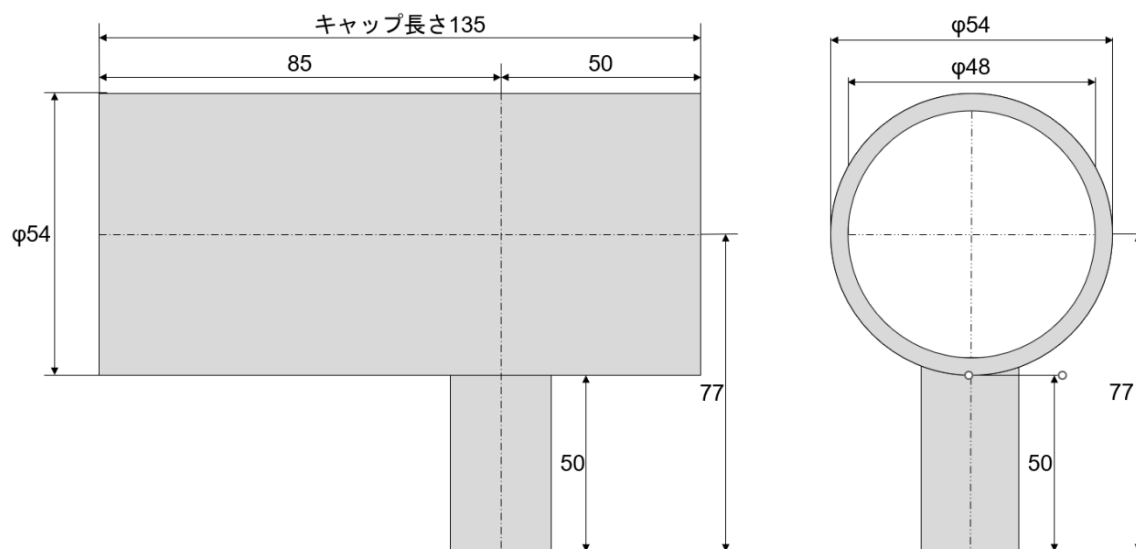


図 2 参考図 溶接型延長管

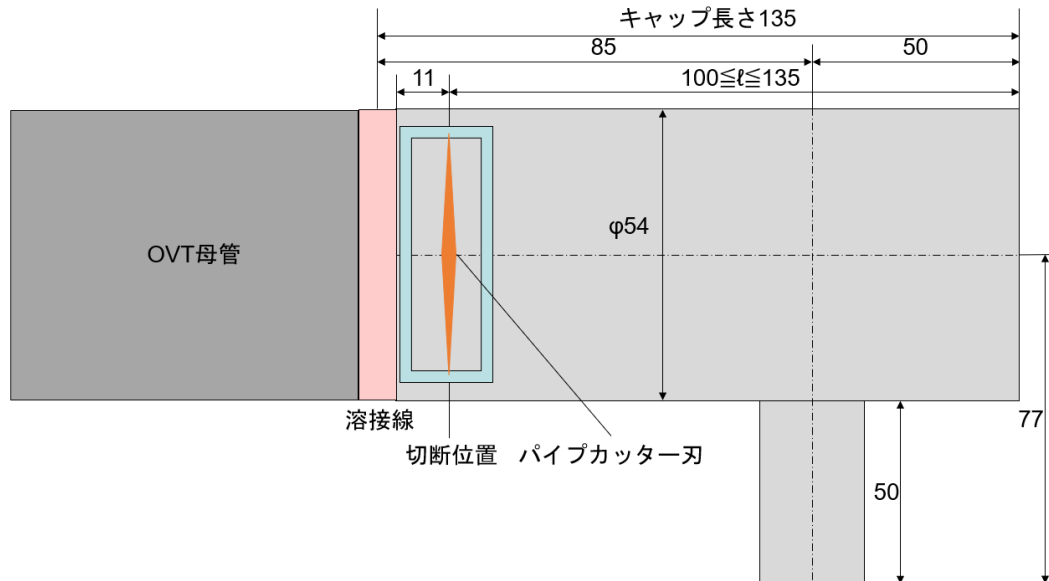


図3 参考図 溶接型延長管切断後の長さ

2.1.2 検査項目

(1) 外観検査

凹み、汚れ、溶接部のスパッタ等がないこと。

(2) 寸法検査

確認図に規定された寸法を満たすこと。機械加工部の公差は JIS B0405(1991)-m (中級)とし、延長管の内径については JIS G3459(2016)で合否判定を行うこと。

(3) 浸透探傷検査

溶接部について JIS などに則り浸透探傷検査を実施し、キズの指示がないこと。

(4) 耐圧検査

OVT 延長管に 7.5 MPa の水圧を掛け、水漏れ及び表面の異常がないこと。

(5) 室温リーク検査

既設配管に溶接後、ヘリウムをトレースガスとし真空フード法によりリーク試験を行うこと。リーク量は $1 \times 10^{-8} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 未満とし、試験温度は室温（約 22～25℃）とする。

2.1.3 製作報告書

製作報告書には以下の内容を含むこと。

- ・ OVT 延長管のミルシートもしくは成績書
- ・ 2.1.2 項に示す検査記録

2.2 溶接用ガス給排気口の検討及び製作

従来の VCR 継手を用いた延長管から、2.1 項で製作する溶接型延長管に変更する場合、溶接用ガスの通気が不可となる。しかし、溶接時にはガスの通気が必須である。そのため、既存配管を流用して新たな溶接用ガスの給排気口を設けることにより、溶接ガスの通気が可能な構造を検討すること。

溶接用ガス給排気口の導入方法の参考図を図 4 に示す。

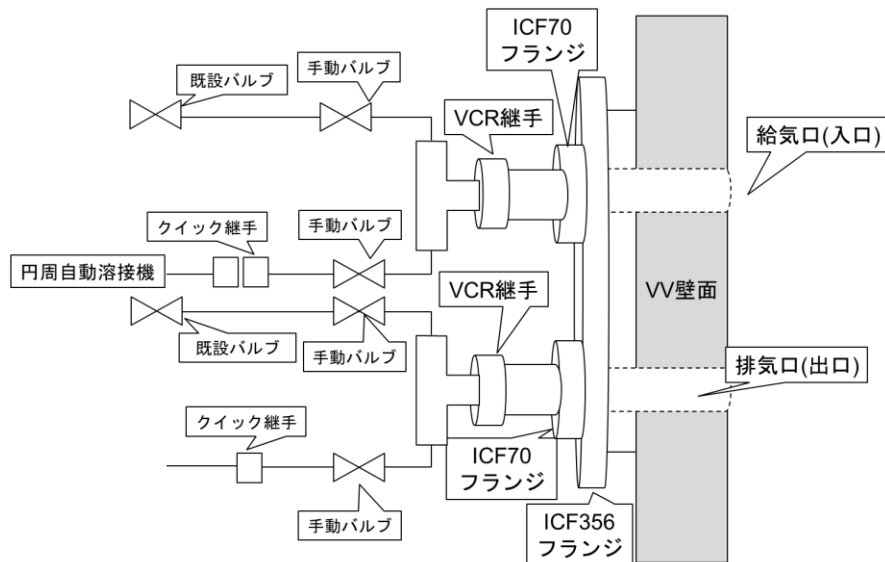


図 4 参考図 溶接用ガス給排気導入イメージ

2.2.1 技術要件

- (1) 既設の加圧排気系 SUS 製配管を切断若しくは既設 VCR 継手を流用し、ユニオン・ティー継手を取り付けること。配管径は SUS 製の 1/2 配管又は 1/4 配管とし、既設配管及び溶接用ガス給排気側配管には手動バルブを設置すること。設置場所は QST と協議により決定すること。
- (2) 溶接用ガス給排気側配管の手動バルブの先には、円周自動溶接機の溶接用ガス供給ホース（ナイロンチューブ等）が容易に接続できるよう、 $\phi 6\text{ mm}$ チューブ用のクイック継手等を取り付けること。
- (3) 上記(1)～(2)で構成された部材・部品を 5 式（予備 1 式を含む）組み立て、そのうち 4 式を現地で既設配管と接続すること。予備 1 式は組み立てた状態で納入すること。

2.2.2 検査項目

- (1) 外観・員数検査
確認図の通りに部材・部品が設置されていること。
- (2) 浸透探傷検査
溶接部について JIS などに則り浸透探傷検査を実施し、キズの指示がないこと。

納入前に組み立てを実施し、組立品単体で 7.5 MPa の水压を掛け、水漏れ及び表面の異常がないこと。

既設配管に溶接後、ヘリウムをトレースガスとし真空フード法によりリーク試験を行うこと。リーク量は $1 \times 10^{-8} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 未満とし、試験温度は室温（約 22～25℃）とする。

製作報告書には以下の内容を含むこと。

- ### 2.3 HHeLT 装置と OVT の接続配管の製作

[illegible]

図5 HHeLT 装置と OVT 接続 参考図

- (1) 溶接型延長管とフレキシブルホースは、SUS 製チューブを溶接で接続する構造とすること。SUS 製チューブの長さは $131 \pm 2\text{mm}$ とする。
- (2) フレキシブルホースは、支給する Swagelok 社製フレキシブルホース FM シリーズ・メタル・ホース「SS-FM8TB8TB8-500CM-H7N3」（エンドコネクション突合せ溶接用・ホース径 1/2）とし、ホースの長さについては 5m とする。
- (3) 溶接型延長管とフレキシブルホースを接続するための SUS 製配管を支給する。SUS 製チューブは Swagelok 社製 1/2 チューブ「SS-T8-S-049-2M」とする。

- (4) HHeLT 装置の真空容器貫通部は、ICF70 フランジに SUS 製 1/2 配管を貫通させ、その貫通部を溶接し閉止すること。真空容器内部側の貫通配管長さは、真空容器壁面より $51\text{mm} \pm 2\text{mm}$ とする。
- (5) 上記(4)の構成品を 10 式（予備含む）準備し、納入すること。
- (6) 真空容器貫通配管と溶接用ガス給排気配管を、1/2VCR 継手で接続する構造であること。

2.3.2 検査項目

(1) 外観・員数検査

確認図の通り部材・部品が準備されていること。指示した部品・部材の数量が納品されていること。

(2) 浸透探傷検査

図 5 に示す溶接部について JIS などに則り浸透探傷検査を実施し、キズの指示がないこと。

(3) 耐圧検査

図 6 に示す検査範囲の配管、フレキシブルホースに 7.5MPa の窒素ガスを加圧し、変形・割れ等がないことを確認すること。

(4) 室温リーク検査

既設配管に溶接後、ヘリウムをトレースガスとし真空フード法によりリーク試験を行うこと。リーク量は $1 \times 10^{-8} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 未満とし、試験温度は室温（約 $22 \sim 25^\circ\text{C}$ ）とする。検査範囲を図 6 に示す。

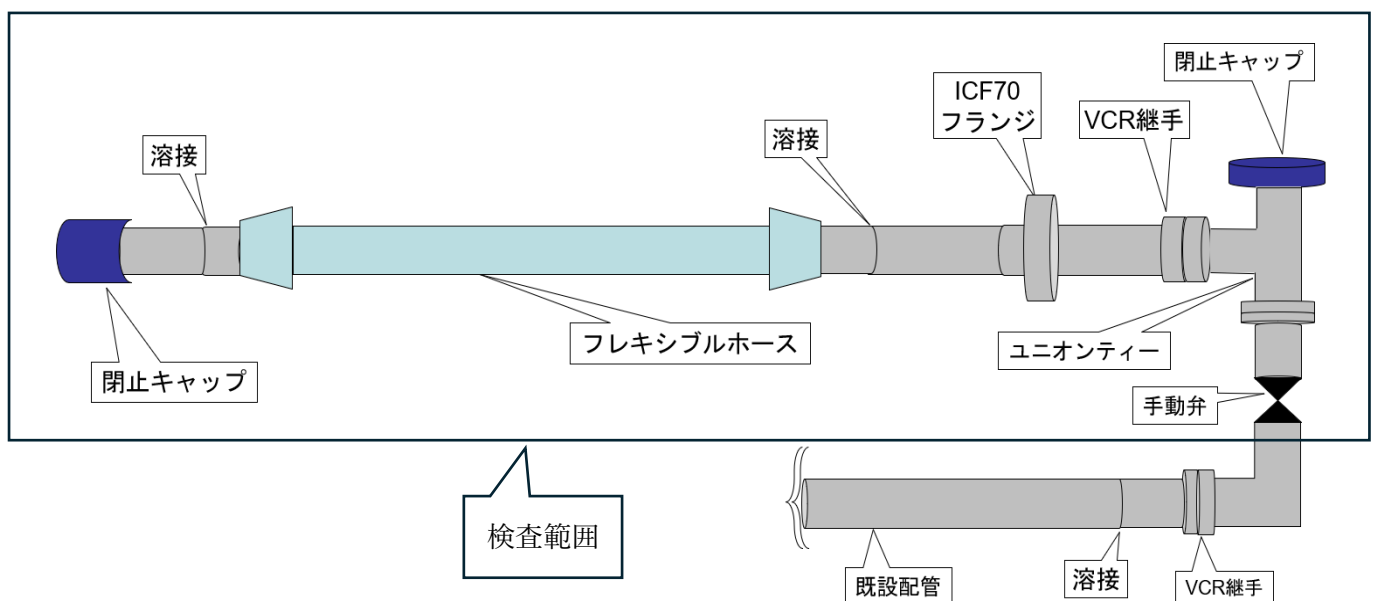


図 6 溶接型延長管及びフレキシブルホースのリーク試験範囲

2.3.3 製作報告書

製作報告書には以下の内容を含むこと。

- ・ 使用する部品・部材のメーカー、仕様、数量を記載したリスト
- ・ 2.3.2 項に示す検査記録

2.4 装置全体のリーク検査

前項 2.1、2.2 及び 2.3 項で製作した各部材を HHeLT 装置に組み合わせて、室温及び昇温した状態でリーク試験を実施する。試験温度については、室温（約 22～25℃）、昇温時（延長管部約 150～160℃）とする。

2.4.1 検査方法

- (1) ヘリウムガスをトレースガスとし、真空スプレー法及び真空容器法によりリーク試験を行うこと。各部材組み合わせ後の HHeLT 装置の操作は QST が実施する。
- (2) 加圧圧力は 5.0MPa とし溶接部及び VCR 継手からリークが無いことを確認すること。リーク量は $1 \times 10^{-10} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 未満であること。

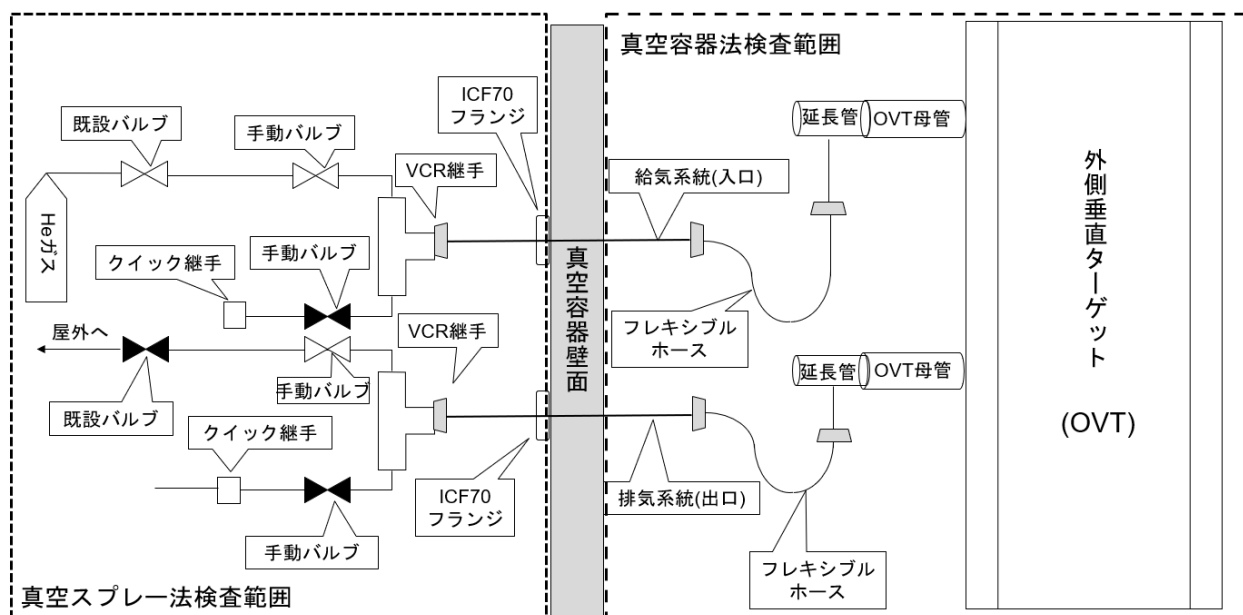


図7 全体リーク検査 参考図

2.4.2 検査報告書

2.4.1 項の検査記録を作成し提出すること。

以上