

JT-60SA 容器内コイルフィーダーの構造解析

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
炉工学基盤研究開発部
本体開発グループ

目次

1. 一般仕様.....	1
1.1. 件名.....	1
1.2. 目的.....	1
1.3. 契約範囲.....	1
1.4. 納期.....	1
1.5. 納入場所.....	1
1.6. 検査条件.....	1
1.7. 提出書類.....	1
1.8. 貸与品.....	2
1.9. 契約不適合責任.....	2
1.10. 機密保持.....	3
1.11. グリーン購入法の推進.....	3
1.12. その他.....	3
2. 技術仕様.....	4
2.1. 解析概要.....	4
2.2. 報告内容.....	7
2.3. 特記事項.....	7

1. 一般仕様

1.1. 件名

JT-60SA 容器内コイルフィーダーの構造解析

1.2. 目的

量子科学技術研究開発機構（以下「QST」という。）は、幅広いアプローチ活動の一環として実施されるサテライト・トカマク計画において、JT-60SA のプラズマ加熱実験を実施する。本件では、プラズマ加熱実験時における容器内コイルの運転条件の検討のため、フィーダー部の構造解析を行うものである。

1.3. 契約範囲

JT-60SA 容器内コイルフィーダーの構造解析 一式

1.4. 納期

令和8年10月30日（金）

1.5. 納入場所

QST 那珂フュージョン科学技術研究所 JT-60 制御棟

1.6. 検査条件

受注者が 1.7 項に示す図書を納入し、本仕様書に定めた業務が実施されたことを QST が確認したことをもって、検査合格とする。

1.7. 提出書類

全ての書類は電子化して汎用フォーマットの媒体（CD, DVD）にまとめ、完成図書と併せて納入すること。この電子化媒体は 1 枚でよい。

表 1-1 提出書類

図書名	内容	提出時期	紙媒体	電子媒体※1	確認
議事録	議事録	打合せ後、1週間以内に	3部	要	要
完成図書	報告書・議事録からなる	納期までに	3部	要	要
再委託承諾願	QST 指定様式 (下請け等のある場合に提出すること)	作業開始 2 週間前まで	1部	不要	要

外国人来訪者票	QST 指定様式 (外国籍又は非居住の日本国籍のものが入構する場合に提出すること)	入構 2 週間前まで	不要	要	要
その他 QST が必要とする書類	その都度 (詳細は別途協議)	その都度 (詳細は別途協議)	別途指示	別途指示	別途指示

※1 電子書類は光ディスク (CD または DVD) とする。ただし、外国人来訪者票は電子メールで提出すること。また、資料は Adobe 社製 PDF、Microsoft 社製 Word、Excel とし、図面については Autodesk 社製の AutoCAD 用 DWG 又は DXF 形式、3次元モデルについては IGES 形式とする。

(確認方法)

「確認」は次の方法で行う。

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。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し、修正等を指示しないときは、受理したものとする。ただし、再委託承諾願については、QST が確認後、書面にて回答する。外国人来訪者票については、QST の確認後、入構の可否を電子メールで通知するものとする。

1.8. 貸与品

以下に示す物品を無償にて貸与する。貸与品については、契約条項のとおりとする。なお、QST が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。

表 1-2 貸与品

No.	内容	貸与時期	備考
1	各種製作品の CAD データ	契約後速やかに	CATIA(V5R28)用データを基本とするが、CATIA(V5R28)が利用できない際には QST 側で STEP、IGES などの代表的な CAD 中間ファイルに変換し貸与する。
2	解析に必要な各種技術資料	契約後速やかに	貸与方法については別途協議とする。

※貸与品の No.1 は、作業完了後、受注者側にて消去すること。No.2 については納品時に返却すること。

※解析モデルに用いる CAD データは IGES 形式。

1.9. 契約不適合責任

契約不適合責任については、契約条項のとおりとする。

1.10. 機密保持

- (1) 受注者は、本契約を実施することにより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 の承認を得るものとする。
- (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場合は、両者協議し、受注者の合意の上で、受注者は当該技術情報を QST に無償で提供するものとする。
- (3) QST は、受注者より提供を受けた技術情報について、受注者の同意なく第三者に提供しないものとする。
- (4) 受注者は、本契約に基づき業務の内容及び成果について発表もしくは公開し、または、特定第三者に提供しようとする時は、あらかじめ書面により QST の承認を得なければならないものとする。
- (5) 本作業によって知り得た情報、システムにアクセスするためのパスワード等は第三者に提供してはならない。

1.11. 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) 本仕様書に定める提出図書（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。

1.12. その他

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 と協議のうえ、その決定に従うものとする。

2. 技術仕様

- JT-60SA の真空容器内には、銅製の導体を巻いたコイルを設置する。真空容器内に設置されたこのコイルに対し、大気側から冷却水と電流を供給するために、電流導入部（コイルフィーダー）がついている。本件は、本コイルフィーダーに発生する応力について解析するものである。
- このコイルフィーダーは Mineral Insulated Cable (MIC) と呼ばれる同軸二重管、かつ長さ 1 メートルを超える長尺の配管である。内管は銅製配管、外管はステンレス製配管であり、内管の中には冷却水を流し、内管と外管の間には電気的な絶縁を取るための絶縁材 (MgO) を充填している。
- コイルフィーダーに対する負荷条件は、運転時に突発的に発生する電磁力、ベーキング時の熱応力、また地震時の応力である。受注者は、本解析においては、汎用構造解析プログラム ANSYS を用い、上記負荷条件下でコイルフィーダーに発生する応力を解析すること。また、解析結果を報告書にまとめて提出すること。
- 解析モデルに用いる 3D-CAD(IGES 形式)は QST より提供するため、IGES 形式のモデルを利用できる環境を用意すること。

2.1. 解析概要

- 図 1 に JT-60SA の真空容器（以下「容器」という。）の内部、並びにコイルフィーダーの概要を示す。容器の内壁全面に沿って安定化板という金属板が張り巡らされており、その上にプラズマに面する第一壁というタイルが装着される。この安定化板と真空容器には多数の開口部（ポート）が設けられている。容器内コイルは、これら多数のポートの開口部外周に沿って装着されている。コイルフィーダーは、容器内コイルに電流を供給するものであり、容器内コイルからポートのフランジに繋がり、そこから大気側に引き出される。
- 受注者は、QST が提供するコイルフィーダー並びに固定点を初期条件として構造解析を行い、発生応力を求め、許容値と比較・検証すること。実際のコイルフィーダーの敷設においては、固定点が理想位置よりずれる、あるいは運転時に変位する可能性があるため、本件では、固定点を初期条件から少し移動した場合の解析も行うこと。

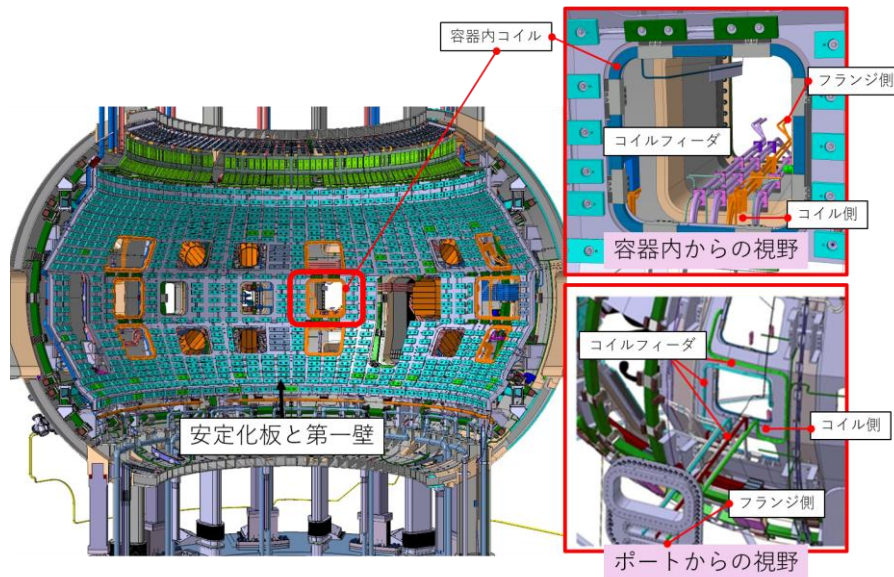


図1 JT-60SA 真空容器内とコイル、及びコイルフィーダー

2.1.1 解析モデル

- 図2に解析モデルの1例を示す。図中には、1つのポートに3本のコイルフィーダーが入っている。そのうちのひとつのコイルフィーダーの形状を見ると、容器内コイルの口出し部に繋がる端部、並びに大気側の取出口となるフランジに繋がる端部、またポートの内壁に対する固定点がある。
- それを解析モデルで表した例が図2の右図である。
- コイルフィーダーは銅とステンレスで構成されている長さ1メートルを超える長尺の配管であり、構造解析では、銅とステンレスの部材それぞれに発生する最大応力を確認すること。

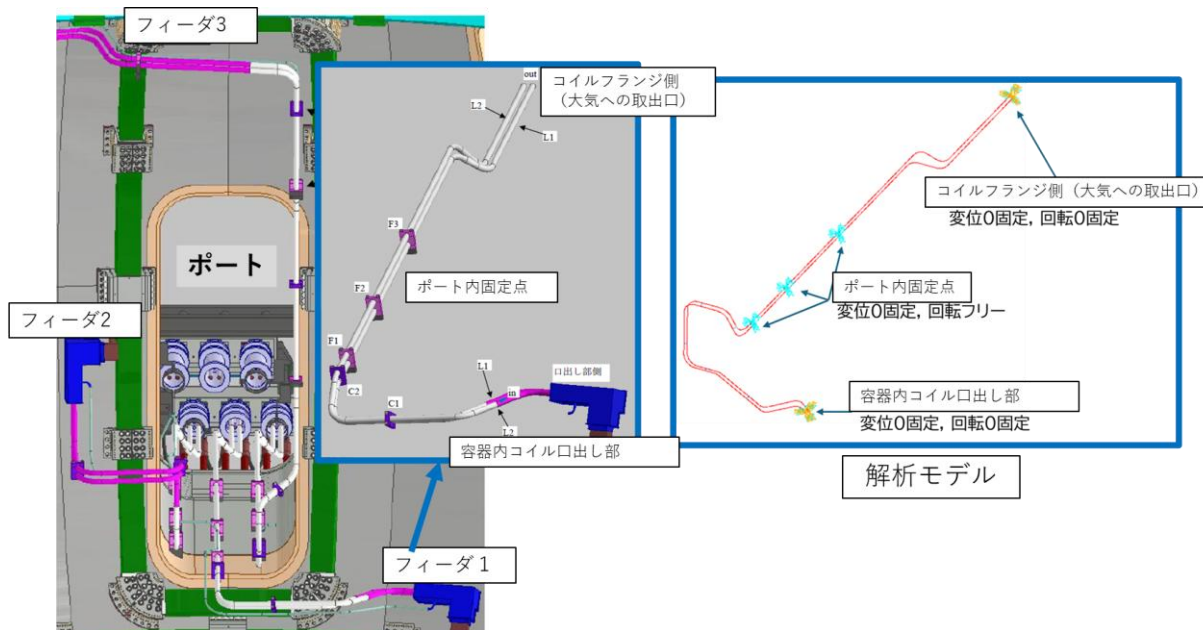


図2 コイルフィーダーのモデル例

CATIA モデル上のポートとコイルフィーダ群 (左図)、解析モデルの1例 (右図)

2.1.2 荷重条件

表 2-1 に本解析に使用する荷重条件をまとめる。電磁力はディスラプション時を想定、熱は真空容器のベーキング時を想定している。

表 2-1 計算条件

No	条件	ケース数
(1)	電磁力 (固定点フリー)	2
(2)	電磁力 (固定点拘束)	2
(3)	熱 (強制変位)	1
(4)	地震荷重 (固定点フリー)	8 (表 2-2)
(5)	地震荷重 (固定点拘束)	8 (表 2-2)
(6)	熱 + 地震荷重 (強制変位)	8 (表 2-2)
	計	29

表 2-2 地震荷重

No.	地震加速度[G]		
	X	Y	Z
1)	0.6	0	1.4
2)	0.6	0	0.6
3)	-0.6	0	1.4
4)	-0.6	0	0.6
5)	0	0.6	1.4
6)	0	0.6	0.6
7)	0	-0.6	1.4
8)	0	-0.6	0.6

a) 電磁力

電磁力を求めるための磁束密度や電流は、別途指示する。

b) 熱

コイルが設置されている真空容器側 200°C、コイルフィーダーの取り出し部であるフランジ側は 20°C であるが、本件では温度変化を加えるのではなく、ベーキング時の変位量をコイルフィーダー端部に強制変位として与える。個別の数値については別途指示する。

2.1.3 解析内容

- QST が提示する固定点ごとに解析を行い、解析結果から、コイルフィーダーを構成する銅部とステンレス製部に発生する最大応力を求め、それを許容値と比較すること。許容値については別途指示する。
- 解析対象となるコイルフィーダーは 5 種類である。基本構造はすべて同じであるが、形状、長さ、また固定点がそれぞれ異なるモデルである。

- 各コイルフィーダーの形状や固定点などの解析モデルの初期条件は QST が指示する。その初期条件において、表 2-1 に示す計 29 ケースの解析を実施すること。また、固定点を変えたモデル（モデル数 3 個）について、同様の解析を行うこと。
- 初期条件の解析では、すべての応力が許容値以下となるべきであるが、仮に許容値を超える結果が出た場合は、その原因を調査すること。
- 固定点を変えるモデルについて、具体的な変更位置は QST が指示する。殆どにおいて、コイルフィーダーの長さ方向に沿って数センチ～10センチ程度移動させるものである。固定点の移動時、急激に発生応力が高くなる場合については、その原因に対する考察を報告書に加えること。

2.2. 報告内容

表 2-3 に報告書に記載する主な項目を示す。

表 2-3：報告書の主な項目

1)	解析概要	
2)	モデル	要素タイプ、材料物性
3)	荷重条件	荷重、境界条件
4)	解析結果	変形、応力
5)	結論	結果と考察を含む

2.3. 特記事項

- 1) 本解析で用いる技術資料は、契約後速やかに QST が提供する。
- 2) 本仕様書の詳細等については別途打合せにて協議及び決定するものとする。受注者は、議事録を作成の上、打合せ後 1 週間以内に QST に提出すること。

以上