

JT-60SA真空排気設備のコミッショニング Commissioning for vacuum exhaust system on JT-60SA

神永敦嗣、西山友和、柳生純一、芝間祐介、松永 剛

Atsushi KAMINAGA、Tomokazu NISHIYAMA、Junichi YAGYU、Yusuke SHIBAMA、Go MATSUNAGA

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
National Institutes for Quantum Science and Technology

量子科学技術研究開発機構では日欧協力により幅広いアプローチ活動の一環としてサテライト・トカマク装置 (JT-60SA) を建設した。統合試験運転中の、特に真空排気設備について報告する。

1. 設備の概要

JT-60SA 真空排気設備は、真空容器とクライオスタットの排気系で構成される大型の排気設備である。

真空容器排気系は、真空容器 (VV) 内部を大気圧から超高真空状態 (10^{-6} Pa) まで排気する。真空を維持するため、磁気浮上型ターボ分子ポンプ (TMP) 8 台をメインポンプとし、窒素換算で $6.6 \text{ m}^3/\text{sec}$ の排気速度を有している。JT-60 で使用した設備を整備して再利用している。

新規に整備したクライオスタット排気系は、クライオスタット (CV) 内部を大気から超伝導コイルを冷却開始できる 10^{-3} Pa 台まで排気して真空断熱することで超伝導コイルを極低温に保つ系統である。TMP2 台とクライオポンプ2台をメインポンプとし、窒素換算で $6.1 \text{ m}^3/\text{sec}$ の排気速度を有している。本構成機器の一部は JT-60SA 本体装置の近傍に設置されているため、磁場強度が最大 50 mT の環境で運転を行う。このため、磁気シールドとしてケイ素鋼板等が設置されている。

2. 統合試験運転

真空排気を令和2年9月14日から開始、リーク試験をVVで9月15日から8日間、CVで9月17日から8日間行った。

(1) ヘリウムリーク試験

① VV

令和2年9月15日から10月2日の間に計測器フランジ等の261か所のリーク試験と2回の大気操作を伴う補修を行った。VVの許容リーク量 $4 \times 10^{-6} \text{ Pam}^3/\text{sec}$ 以下に対し、 $3 \times 10^{-8} \text{ Pam}^3/\text{sec}$ のリークを確認した。200°Cベーキングを行った後では、ベーキングにより温度変化を認めた箇所での試験を行い、 $5 \times 10^{-7} \text{ Pam}^3/\text{sec}$ のリークを確認した。いずれも許容リーク量を下回ると判断して統合試験運転を継続した。

② CV

大気と境界になるフランジを含む269か所について、コイル冷却開始前の令和2年9月17日から24日に試験を行った。一箇所の許容リーク量 1×10^{-6}

Pam^3/sec に対し、1か所でリークを確認したが、補修によりリークがないことを確認した。ベーキング後では、ベーキングによる温度変化が認められないため試験対象箇所はない。

(2) 真空排気

図1にVVとCV圧力と経過時間の関係を示す。

① VV

10^{-6} Pa 台の圧力を目標に真空排気を開始し、ヘリウムリーク試験、200°Cベーキングを行い、令和3年3月に 1.7×10^{-5} Pa の圧力に到達した。

② CV

CV内でVVとの間で差圧を利用した真空リークを確認するため、超伝導コイル冷却開始前に 10^{-3} Pa 台の圧力を目標に排気を開始した。ヘリウムリーク試験を行いリークが無いことを確認し、超伝導コイル冷却開始前には 3.2×10^{-3} Pa の圧力に到達した。超伝導コイルが極低温まで冷却されると圧力が 4.3×10^{-6} Pa に到達した。

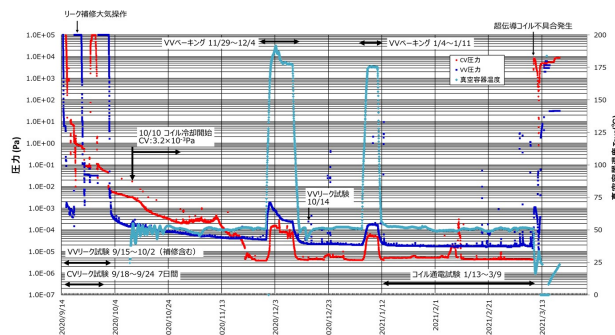


図1 VVとCVの圧力

(3) 磁場中での動作機器動作確認

TFCの1kA通電及びTMPに最も近いEF1、6の-5kA通電試験で発生した磁場により、影響を受けた機器は確認されていない。

3. まとめ

・VVとCVに許容されるリーク量を超えずに真空を維持し、到達圧力が目標を達成している。今後は、試験の進捗に伴う磁場強度が上がるため、継続して機器を監視する。