

QUEST 実験装置用真空排気系におけるクライオポンプ制御盤の製作

東島 亜紀, 川崎 昌二

九州大学応用力学研究所技術室

1. はじめに

九州大学応用力学研究所高温プラズマ力学研究センターでは、平成 20 年 3 月にプラズマ境界力学実験装置（以下、QUEST）が完成し、プラズマの定常運転を目指して実験を行っている。図 1 に QUEST 装置図、表 1 に QUEST 装置のパラメーターを示す。

図 1 QUEST 装置

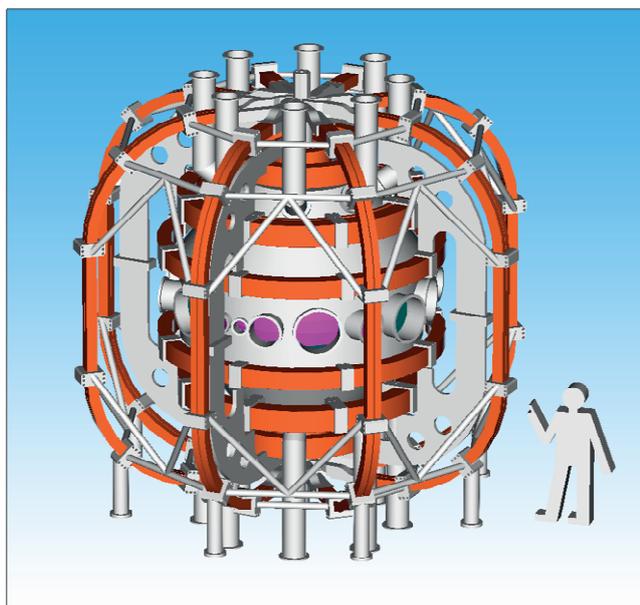


表 1 QUEST 装置パラメーター

	第 1 期	第 2 期 (定常)	第 2 期 (パルス)	第 3 期
プラズマ大半径	0.68m			
プラズマ小半径	0.40m			
アスペクト比 (大半径/小半径)	1.70			
真空容器半径	1.4m			
真空容器高さ	2.8m			
磁場 (T)	0.25	0.25	0.5	0.25
電流 (MA)	0.02	0.1	0.3	0.5
入射電力(MW)	0.45	1	3	3

QUEST の真空容器は球状でその容積は約 10 m³あり、この大型の真空容器を超高真空に保つには大容量の真空排気設備が必要である。QUEST の真空排気設備には真空容器を超高真空に保つための主排気系と、ダイバーター部を排気する粒子排気系がある。ダイバーター粒子排気系は平成 19 年度にターボ分子ポンプ 2 台、並びにクライオポンプ 1 台を設置した。また、平成 22 年 10 月、ダイバーター粒子排気系に 2 台目のクライオポンプを増設した。

このクライオポンプの 1 台目の制御盤には、QUEST 以前の小型 PWI 実験装置(CPD)のクライオポンプ用に製作した制御盤（九州大学応用力学研究所技術レポート Vol.10¹⁾）を改造し使用した。2 台目のクライオポンプ用制御盤は、1 台目の運転実績をもとに設計を行った。そして、今後も、さらにクライオポンプの増設が予定されている。

そのため、今回増設の制御盤にて、3 台のクライオポンプが制御できるように、これまでのリレーシーケンス回路から、制御部を PLC (*programmable logic controller*) に移行し、入出力のみリレーを使用した。また、操作部にはタッチパネルを採用し、制御盤設置場所等の省スペースを図った。また、制御部に PLC を用いることで、修正・変更に伴う作業効率の向上も予想される。

今回のクライオポンプ増設における制御盤製作は、同技術室の川崎昌二氏と行った。私が行った PLC によるシーケンスプログラム作成とタッチパネル画面設計について報告する。

2. 制御盤内システム構成

PLC には、高温プラズマ力学研究センター内の設備にて、よく使用されている三菱電機製シーケンサを用いた。シー

ケンサタイプは MELSEC-L シリーズを、操作部のタッチパネルには、三菱電機製表示器 GOT(Graphic Operation Terminal)を採用した。

既存のクライオポンプ制御回路図により、クライオポンプ制御に必要な入出力点数を見積った。今回は、1 台の制御盤で 3 台のクライオポンプを制御するので、下記のような構成にした。

表 2 制御・操作部シーケンスシステム構成

構成	型名×数量	用途
電源ユニット	L61P ×1	外部からの入力電源を他のユニットに供給
CPU ユニット	L26CPU-BT ×1 (内蔵 I/O,CC-Link)	シーケンスプログラムの演算、信号の入力・出力処理
表示ユニット	L6DSPU ×1	
RS-232 アダプタ	L6ADP-R2 ×1	GOT との接続
入力ユニット	LX42C4(64 点) ×1	外部機器から入力した電気信号を CPU ユニットに渡す
出力ユニット	LY10R2(16 点) ×2	CPU ユニットから信号の出力指令を受けて、外部機器に電気信号を出力する
END カバー	L6EC-ET ×1	ユニット終端に装着
GOT1000	GT1562-VNBA ×1	サイズ 640x480 のタッチパネル

3. 制御シーケンスプログラム開発と操作タッチパネル画面設計

シーケンサプログラム開発および画面設計には、三菱電機シーケンサ設計保守ツール GT Works2 および画面設計ツール GT Designer3 を使用した。開発環境、シーケンサおよびタッチパネルの接続は、図 2 のようにした。(GOT とシーケンサ CPU を RS-232 ケーブルにて接続し、開発環境端末との接続は、タッチパネル前面部からの USB 接続を行う。) これにより、制御盤に設置後でも、GOT 前面に USB を接続するだけで、GOT の画面修正等はもちろんのこと、盤内に設置してある PLC のラダープログラムも修正・変更ができる。

図 2 開発環境、PLC および GOT 接続



シーケンサプログラムはラダーで作成した。ラダー側の使用デバイスと画面上の操作ボタン、表示ランプ等のデバイスを一致させることにより、双方の信号状態は反映しあう。また、画面設計においては、既存のクライオポンプ制御盤操作部の操作ボタン・表示器を参考に、設計を行った。そして、操作画面とは別に、入力信号状態表示画面も作成した。これは、クライオポンプを運転する際のトラブル時に、信号状態を画面から確認できるようにするためである。

GX Works2 と GT Designer3 両方のシミュレート機能を使用することにより、開発環境上でデバッグテストを行い、既存のクライオポンプ制御リレー回路と同様の動作を確かめた。

4. 制御盤組み込みとテスト

川崎氏が製作した制御盤に PLC および GOT を組み込んだ。入力リレーにテスト信号を送り、タッチパネルによる操作部および出力リレーより信号出力の模擬テストを行った。そのテスト等で、一部シーケンスの自己保持回路を追加・修正を行った。

5. まとめ

既存クライオポンプ制御盤と増設した新規クライオポンプ制御盤を、図 3、4 に示す。現在、増設したクライオポンプは、QUEST 装置で稼働している。今回の制御盤製作で、あと 2 台分のクライオポンプ増設が容易になる。

また、制御シーケンスの修正もリレーシーケンス回路より手軽に行えるようになった。また、タッチパネル画面に、操作画面以外の信号状態表示画面を加えることによって、クライオポンプ運転の現状把握が行いやすくなった。

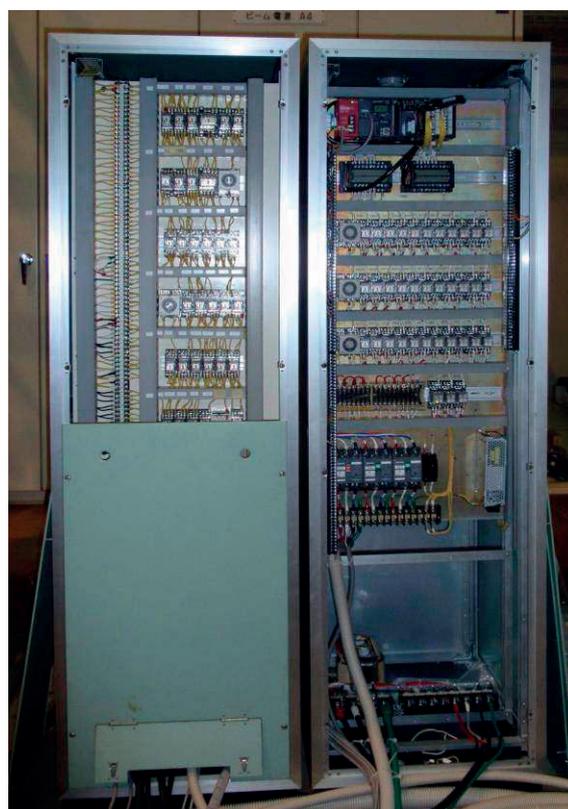
図 3 クライオポンプ制御盤

(奥) 既存クライオポンプ制御盤
(手前) 新規クライオポンプ制御盤



図 4 クライオポンプ制御盤裏側

(左) 既存クライオポンプ制御盤
(右) 新規クライオポンプ制御盤



参考

1)川崎昌二, 小型 PWI 実験装置(CPD)用真空排気系におけるクライオポンプ制御盤の製作, 九州大学応用力学研究所技術レポート Vol.10,pp183-194