

2K GM/JT 冷凍機自動制御システムの制御安定性

Control Stability of a Small 2K GM/JT Cryocooler

NIMS 段塚知志、佐藤明男、前田実

NIMS T. Dantsuka, A. Sato, M. Maeda

E-mail: DANTSUKA.Tomoyuki@nims.go.jp

1. はじめに

我々は2Kで1Wの冷凍能力を持つ小型GM/JT冷凍機を開発し、17.3Tを発生する超伝導マグネットを伝導冷却することに成功している。しかし、長期運転を行う場合、冷凍機の自動制御システムにいくつかの問題があることが明らかになった。特に瞬間的な熱入力に対する応答性は実用のレベルにない。そこで自動制御プログラムのパラメータの変更を行い、連続運転における自動制御システムを再検証した。

2. 制御安定性

本冷凍機は2段のJT弁により高効率を実現している。しかし、2段のJT弁を制御する運転では、長時間運転で制御不能になることがあり、パラメータの変更だけでは必ずしも対応できないことが分かった。原因として、V1、V2の2つのJT弁を同時に制御することができないためJT流量を安定して制御できない状態になることが挙げられる。

そこで、各JT弁の稼働域の見直しや動作タイミング等を根本的に見直し、1段のJT弁による制御で長期運転時に安定した運転ができるよう改善を試みた。

3. 実験結果

本冷凍機は圧力制御を基本としている。そのため瞬間的な熱負荷に対して制御圧力が変動するまで時間がかかる場合があり、この間制御が行われなためにタイミング的に少し遅れた制御になってしまうことが判明した。運転しながらJT弁の自動駆動機構の最適化を行った結果をFig. 2に示す。以前の運転と比較してJT弁の動きに呼応した圧力と

温度の短期的な変化幅が格段に小さくなった。

Fig. 3は今回測定した冷凍能力の特性である。前回の測定と比較すると2Kのときの冷凍能力は1Wから2Wへと大幅に増加した。さらに流量の最適化を行った結果、以前の運転時よりも流量を抑えて運転することができた。

参考文献

- 1) 高橋政彦 他：第68回春季低温工学・超伝導学会概要集, p.264
- 2) 佐藤明男 他：第68回春季低温工学・超伝導学会概要集, p.263

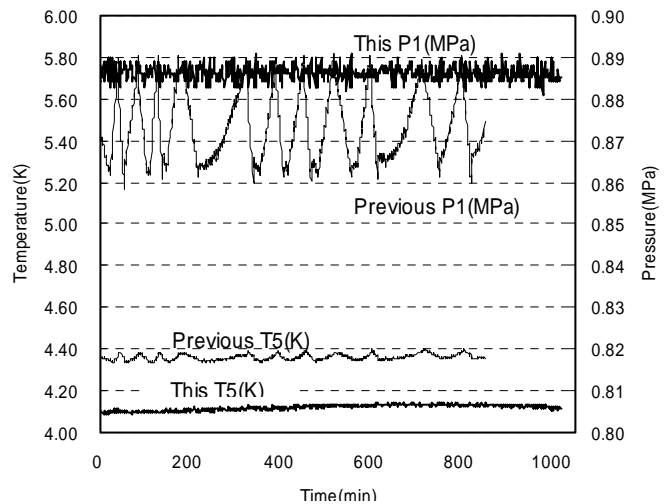


Fig.2 制御安定性の比較

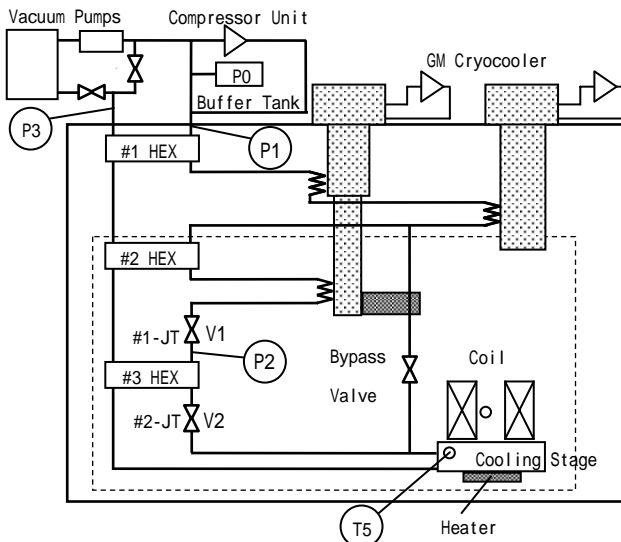


Fig.1 冷凍機のフロー図

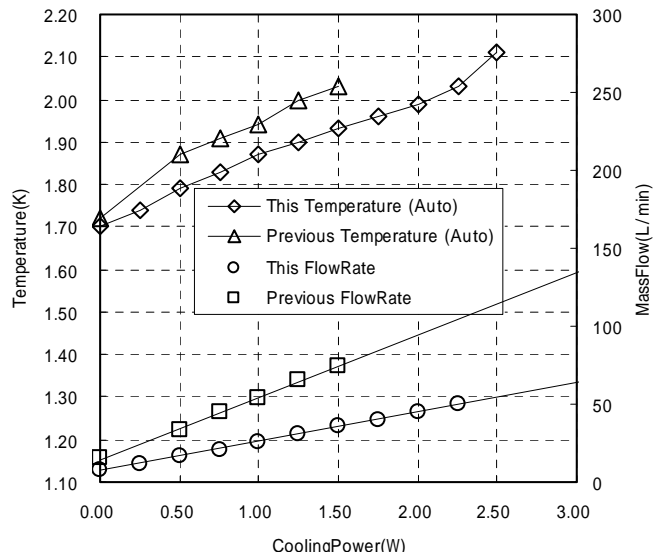


Fig.3 最適化による冷凍能力の改善