

EXPERIMENTAL TESTS OF THE COOLING-WATER SYSTEM FOR 0.1°C TEMPERATURE CONTROL

A.Suyama and *M.Akemoto

Taiyo valve MFG, Co. LTD

Ohta-ku, Tokyo 143, Japan

*KEK, National Laboratory for High Energy Physics

Oho 1-1, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

ABSTRACT

The tests of the cooling-water system for the Accelerator Test Facility at KEK have been performed in order to realize a compact cooling-water system and study the temperature control stability. We present the experimental method and results of the tests.

0. 1°C温度コントロールを実現する為の冷却水システムの実験

1. はじめに

高エネルギー物理学研究所日光実験室の試験加速器施設(ATF)で使用している加速管の冷却水は36.5 ± 0.1°Cの高精度で温度コントロールを行っている。今後、装置を小型化するには、ホールドタンクを小さくすることが必要である。そこで、タンクの容量をどこまで小さく出来るかを見極める実験を行った。又、この装置の制御は、PID制御によって行っている。PIDの定数を変化させた場合の温度制御の安定性についても合わせて試験したのでこれを以下に述べる。

2. 装置の概要

本装置のフローシートを図-1に示す。三方制御弁によりT1温度を、タンクヒーター(HT)によりT2温度を、及びラインヒーター(HL)によりT3温度を、それぞれ目標温度36.0、36.3、36.5°Cに設定し、3段階制御を行っている。¹⁾ 表1にこの装置の主な仕様を示す。

表-1

* 市水流量	200 ℓ / min
* 負荷冷却流量	100 ℓ / min
* HEX 1 及び HEX 2 交換熱量	50685 Kcal/Hr
* ホールドタンク(TA 1)容量	300 ℓ
* ホールドタンク(TA 2)容量	300 ℓ
* タンクヒーター(HT)熱容量	5 KW
* ラインヒーター(HL)熱容量	0.5~2.0 KW(負荷による)
* 負荷総熱量	Total 29.581 KW

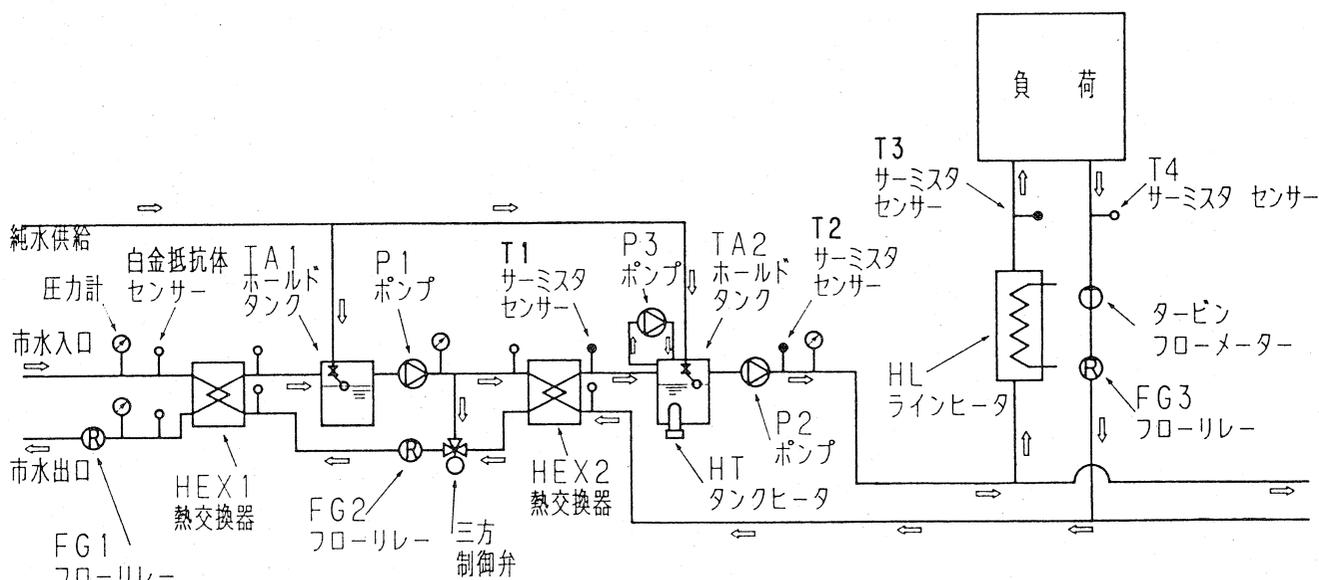


図1 試験加速器施設(ATF)冷却装置フローシート

3. 実験方法

この装置は設計上、負荷(SHB×3, プリバンチャー×2, バンチャー×1, 0.6m加速管×1)は7系統、総熱量29,581KWであるが、今回の実験では、その1系統のみを制御し、他の6系統のラインヒーター(HL)を模擬負荷(Total 12.5KW)としてON-OFFさせることによるT1, T2, T3の各温度時間応答を測定した。模擬負荷をONした時間を0秒として、T3が安定したところでOFFした。

1) ホールドタンク(TA2)の容量を変化させた場合の、温度制御安定性を調べる。

TA2を300ℓ・200ℓ・100ℓと減らしていった。

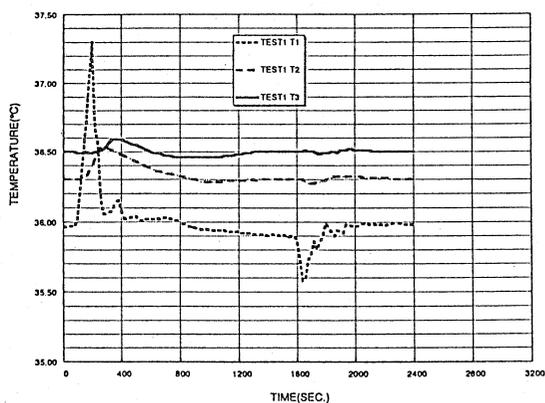
2) 三方弁の制御のPID定数を変化させた場合の、温度制御安定性を調べる。

ホールドタンク(TA2)容量を300ℓとし、通常のPID定数の場合(P=15.0 I=0.50 D=0.12)

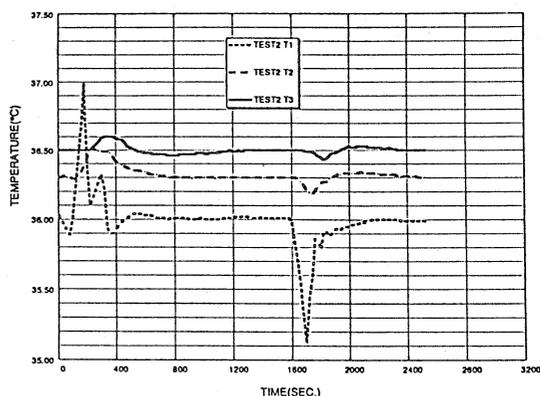
と、それより応答性を早くした時(P=12.6 I=0.21 D=0.05) 及び、遅くした時(P=22.7 I=0.80 D=0.20)の3通りを行った。

4. 結果と考察

4-1) ホールドタンク(TA2)容量を変化させた場合

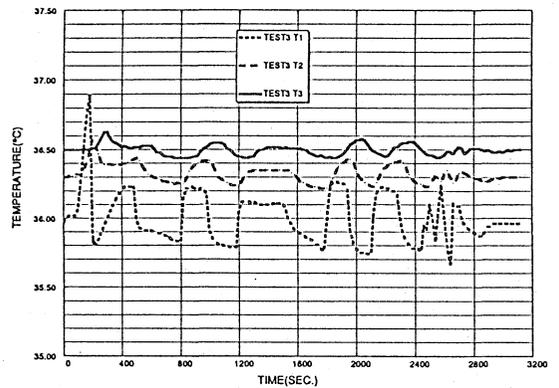


ホールドタンク(TA2); 300ℓの場合



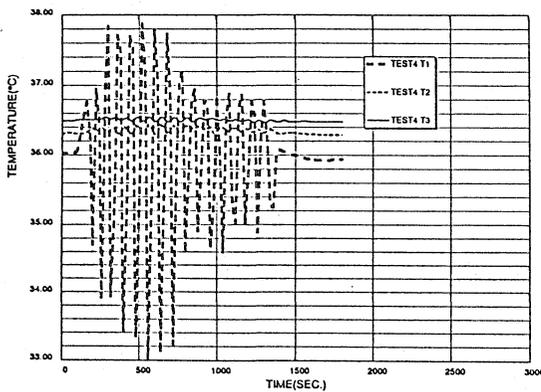
ホールドタンク(TA2); 200ℓの場合

* タンクが200ℓ迄は安定した制御が出来ている。100ℓの場合も振幅が繰り返されるが、初期変動時のみ+0.1℃を越えているがそれ以降は±0.1℃以内に納まっている。

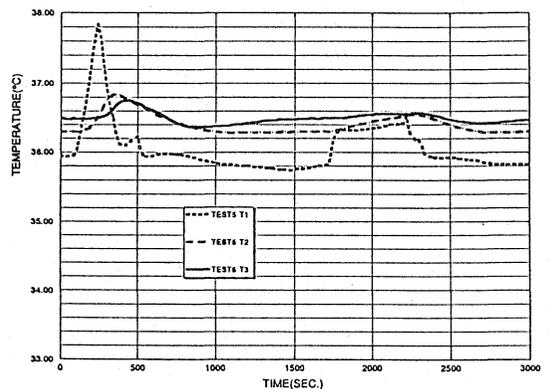


ホールドタンク(TA 2); 100ℓの場合

4-2) T1温度制御のPID定数を変化させた場合



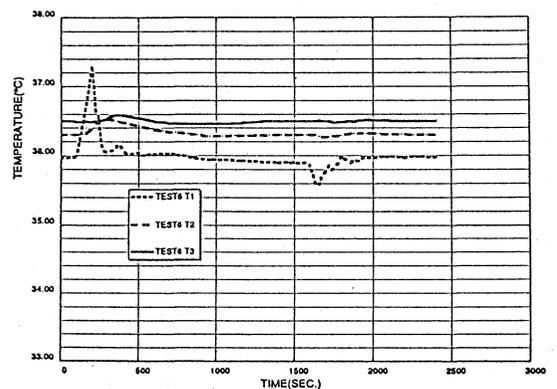
PID; 早くした場合



PID; 遅くした場合

* PID応答を早くした場合、初期変動に対する応答が一番良い結果となっている。しかし一方では、三方制御弁の動きが激しいと機械的な磨耗の問題が生じる。

* 何れの結果もT1温度変化がT2, T3に与える影響は大きい。三方制御弁の動作は、全開から全閉まで約60秒かかる。この動作を高速化すればT1温度振れ幅が小さくなり、このシステムは負荷12.5KWのステップ動作に対しホールドタンク(TA 2)容量を100ℓ(現在の1/3)にしてもT3の安定化は充分に可能であると思われる。



PID; 通常の場合

5. まとめ

三方制御弁の高速化とPID応答を速くする事により、装置の小型化が可能になる。
高速化三方制御弁は現在検討中である。

Reference:

1) M. AKEMOTO, Y. NISINOMIYA, & A. SUYAMA

Proc. 15th Linear Accelerator Meeting in Japan (1990) 190-192.