

## 冷却水装置タイマー運転システムの構築

# CONSTRUCTION OF THE TIMER OPERATION SYSTEM FOR THE COOLING SYSTEM

古川和弥#, 岡田宥平, 磯山悟朗

Kazuya Furukawa #, Yuhei Okada, Goro Isoyama

ISIR, Osaka University

### Abstract

A timer operation system for the cooling water system of an electron linac is developed to expand its utility time. The cooling system consists of a primary cooling system, precise and general cooling systems on the secondary side, and they were operated manually at two local sites. The control panels of the three systems are modified to be manually operated at the local sites and to be connected to a PLC there. To detect leakage of the cooling water, two leakage alarms with cable-like sensors are set in three rooms where cooling water is used. One is connected to the PLC for the cooling system and the other to another PLC in the control room. The PLCs are connected to a PC in the control room using Ethernet. A timer program with a calendar and timer is written in LabVIEW to start the cooling water system at a specified time and day, to start or to stop it manually, and stop it when water leakage is detected.

## 1. はじめに

阪大産研量子ビーム科学研究施設は、最大エネルギー40 MeV の L バンド電子ライナックと、40 MeV フォトカソード RF 電子銃ライナック、150 MeV S バンド電子ライナック、およびコバルト 60  $\gamma$  線照射装置の学内共同利用施設である。

L バンドは、パルスラジオリシスを用いた物質・材料研究とテラヘルツ自由電子レーザーの利用研究等に利用されており、週末を除き毎日運転されるが、連続ではなく、毎朝立ち上げて実験終了後に停止する。ライナックの立ち上げ後、冷却水の温度が安定するまで1~2時間程度かかり、これが利用を開始する時間を決める。

L バンドの冷却水装置は、2 次側冷却水装置として加速管などの RF 空洞を高い温度精度と安定性で冷却する精密系冷却水装置(精密系と略す)と、電磁石などを冷やす一般系冷却水装置(一般系)があり、その両者から発生した熱を外部に捨てる1次冷却水装置(1 次系)の3 系統がある。従来、担当職員が朝 8 時 30 分過ぎに L バンドを立ち上げる際に 3 系統の冷却装置をそれぞれの現場制御盤で操作していた。立ち上げ時間を短縮して L バンドの利用時間を拡大するため、制御室の PC での運転・停止と、タイマーによる早朝の予約運転を可能にする冷却水装置制御系(タイマー運転システム)を構築した。さらにタイマー運転時などの運転者不在時の冷却水の漏水にも対応できるように、漏水検知器を設置してタイマー運転システムに組み込み漏水時に自動で停止するようにした。

本年会ではタイマー運転システムの構成や稼働状況に関して報告する。

## 2. タイマー運転システムの開発

### 2.1 制御盤の改造

ライナック棟地下1階の冷却装置室に1次側冷却装置

(1 次系)のクーリングタワー用ファンと循環ポンプの制御盤(集中制御盤)と、2 次側冷却水系の精密系冷却水装置(精密系)の制御盤があり、同階クライストロン室にはもう1 台の2 次側冷却水装置である一般系冷却水装置(一般系)の制御盤がある。1 次系の制御盤にはクーリングタワーと循環ポンプの連動入切りスイッチがあり、精密系冷却装置の制御盤は液晶タッチパネルである。Figure 1 に改装後の集中制御盤の回路図を示す。本改装では、1 次系制御盤の連動スイッチに対して手動と遠方切換スイッチと遠方操作リレーを新たに設けると共に、精密系の運転入切りスイッチを設け、精密系本体内部にある制御用 PLC の入切入力接点から中央制御盤に制御ケーブルを配線して遠隔制御用リレーに接続した。更に一般系の制御盤を改造して遠方制御モードを追加し、そこに隣室の集中制御盤から制御用ケーブルを配線した。集中制御盤に一般系の制御場所切換スイッチ(手動/現場/遠方)と運転入切スイッチ、遠隔操作リレーを設けた。

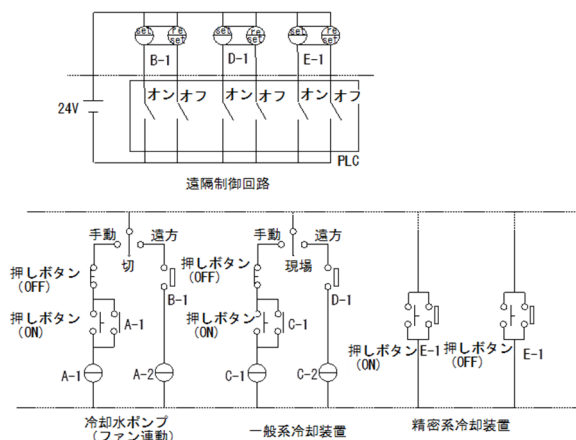


Figure 1: Circuit diagram of the integrated control device.

# furukawa@sanken.osaka-u.ac.jp

## 2.2 漏水検知器の設置

冷却水装置のタイマー運転時などの無人時に冷却水が漏れた場合に備え、新たに漏水検出システムを設けタイマー運転システムに組み込んだ。今回はタツタ電線(株)のケーブル状漏水センサー(AD-RS)を冷却水の使用室である地下2階の加速器本体室と地下1階のクライストロン室と冷却装置室それぞれの床に冷却水配管に沿い敷設した。同社製の漏水検知器(AD-AS-5DRM)を地下1階と2階に1台ずつ設置し、漏水センサーを接続した。漏水センサーの先端には断線検知用の終端抵抗(20 kΩ)を取り付け、センサーに水が吸収されて抵抗が下限値未満になった時に漏水、終端抵抗値以上になった時に断線として、検知器より警報音を出すと共に外部接点をONにする。

## 2.3 PLCとLabVIEWプログラムの作成

集中制御盤内にPLC(横河電機製 FA-M3シリーズ)を設け、遠隔制御用のリレー接点とPLCの出力モジュールを接続した。また地下1階の漏水検知器の信号も同じPLCに接続した。地下2階の漏水検知器の横にPLCをもう一台設け検知器と接続した。これら2台のPLCと制御用PCをイーサネット接続した。地下1階の漏水検知器の外部出力接点は集中制御盤のPLCと直接接続し、漏水や断線の信号を検知した場合、制御PCを介さず、直接3台の冷却装置の運転を停止する。制御PCの遠隔制御用のプログラムはNational Instruments社のLabVIEWを用いて作成した。システムの構成図をFig. 2に、作成した遠隔制御プログラムのフロントパネルをFig. 3に示す。作成したLabVIEWプログラムはイーサネット経由でPLCに信号を送り、指定時刻に3台の冷却装置を指定の順番で運転する。また2台のPLCの漏水、断線の情報を常時監視し、フロントパネルに状態を表示すると共に、地下2階のPLC経由で漏水・断線を検出した場合、このプログラムから集中制御盤のPLCに3台の冷却水装置の停止命令を送る。

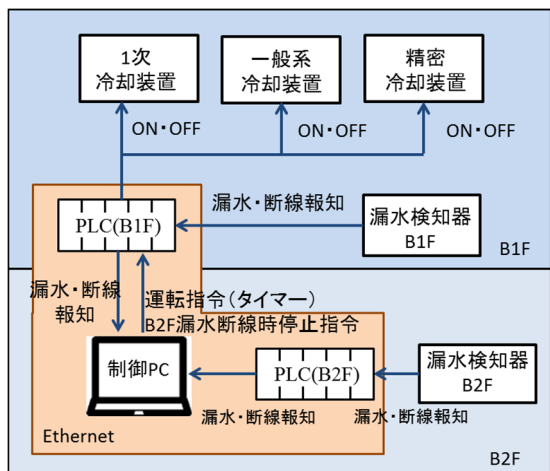


Figure 2: Construction of the timer operation system.



Figure 3: Front panel of the timer operation system.

## 3. 運転状況

製作したタイマー運転システムを用いて、冷却装置を運転した。その際、精密系で冷却する加速管と、一般系で冷却するサブハーモニックバンチャーに熱電対を取り付けて温度変化を測定した。温度変化グラフをFig. 4に示す。ヒーター容量の大きい精密系の温度は、温度勾配を数回変えながら設定温度である38.8℃に約50分で達する。対して、ヒーター容量の小さい一般系の温度は精密系に比べて緩やかな温度勾配で、設定温度である36.5℃に約1時間50分で達する。職員の出勤時間は朝の8時半であり、そこから他の機器を立ち上げ、電子銃やクライストロンのヒーターが安定するまでに30分程度かかることから朝の7時に冷却水のタイマー運転を開始することで、朝9時から運転を開始できるようになった。

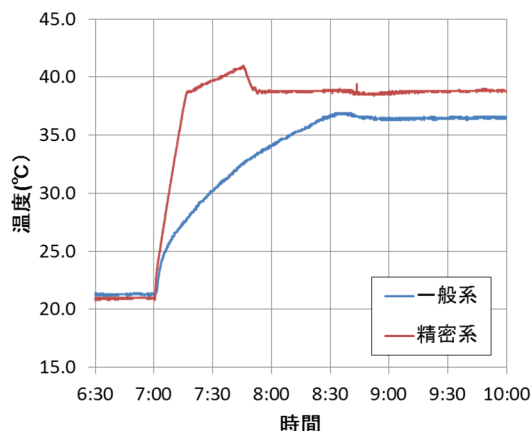


Figure 4: Temperature transition of the normal cooling device and precision cooling device.

#### 4. まとめ

Lバンドライナックの3系統の冷却装置を指定時間に運転を開始するタイマー運転システムを構築した。従来個別に操作していた3系統の運転スイッチを集中制御盤に集約するとともに、遠隔制御用のリレースイッチを設けた。また運転者不在時の漏水にも対応できるように漏水センサーを冷却水使用室の床に敷設し、漏水検知器と接続した。遠隔制御スイッチと漏水検知器をPLCに接続し、LabVIEWを用いて製作した制御プログラムからイーサネット経由で冷却装置の運転・停止を行う。

このシステムを用いて朝の7時に冷却装置の運転を開始することで、運転者が立ち上げを行い、電子銃やクライストロンヒーター温度が安定する朝9時頃にLバンドの運転を開始できるようになった。