

# PRESENT STATUS OF THE COOLING SYSTEM AT TOHOKU LINAC

Shigenobu TAKAHASHI, Masayuki OYAMADA, Shigekazu URASAWA, Akira KURIHARA,  
Yoshinobu SHIBASAKI

LABORATORY OF NUCLEAR SCIENCE, TOHOKU UNIVERSITY

## ABSTRACT

The cooling system for the 300 MeV electron linac involves water of three different qualities: pure water, chilled water and the water used in the cooling tower. Although the cooling system at Kakuriken is now 25 years old, it is still working reliably. In this paper I will discuss some of the problems encountered over this period, and solution developed. Some reference to future plans will be made.

## 300 MeV電子ライナック冷却系の現状

### 1. はじめに

300MeV電子ライナックは多目的マシンで冷却系は主に純水系、冷水系、タワー冷却水系に分かれる。核理研の設備は設置以来25年を経過しているが現在でも順調に稼働している。この間に起こった故障及び修理状況並びにこれからの冷却系のあり方に付いてのべたいと思う。

### 2. 配管部品の経年変化

1) 純水循環系〔ACC系(加速管), WG系(導波管), BF系(Beamduct, Focuscoil)]  
主配管がSUS304で細管路は銅配管で構成される。放射線の強い場所(数十~数百R/30SEC)では銅配管が硬化してくるので注意が必要である。放射線レベルの低い所でシンプレックス管、耐圧ゴム管も一部使用しているが1~2年で交換するようにしている。また接液部材の純水への溶け出しとしてはSUS配管フランジの波型アルミ製パッキンが20年を経過して腐食しはじめ水漏れの発生があった。核理研ではフラップ式流量計が多数使われているが放射線によるガラスの変色、鉛パッキンやフラップの溶け出しにより計測不能になっているものがある。またSUS真空ダクトと銅配管の銀ロウ溶接部の剝離による水漏れがあるが2液性接着剤で修理。

加速管検流計はパドル型であるがよく破損することがあり2枚重ねにして使っている。細管路の閉塞による故障は皆無である。

### 2) タワー水循環系

主配管が鋳鉄で細管は鉄と銅配管である。またタワーは大気と直接熱交換をするため系内に粉塵が混入し流速の低くなる場所(ヘッダや熱交換器)で泥が堆積し熱交換効率を低下させている。このため、クライストロンコレクタ冷却装置は毎年分解洗浄している。またパルサー内のCHARGING CHOKE, PULSE TRANSに接続する配管は1インチの鉄管で錆、コブが発生し閉塞してきているため温度上昇には注意が必要である。現在タワーは設備更新申請中です。できれば、密閉型冷却塔を設置したいと思う。

タワー水系は泥が入るため、圧力式FLOW SWITCH等、死に水ができるような所に泥が溜りやすい。フラップ式流量計はガラス内面が汚れて見えなくなる。

### 3) 冷水循環系

タワー系と同様の配管材を使っているが閉回路であるため粉塵の影響はない。工事日などで1週間程度停止すると鉄錆による濁りが生じるため定期的に系内の水を全量置換している。

冷水系ではストレーナーの蓋にピンホールがあく事故があった。鉄サビが渦流によって蓋を削り取ったものと思う。

#### 4) その他

銅配管口径は設置時はミリサイズ管で統一してあったが、一部インチ管を使っている為、多種類の継ぎ手を在庫しておかなければならない不都合がある。現在はミリサイズ管を使うようにしている。

また、接続方法もフレア接続からSWEAGELOCK, や算盤玉継ぎ手に変更している。

#### 5) 制御関係

KLYSTORON室に制御盤が設置してあり、制御盤は100V, 200Vで結線されている。NFB, 電磁接触器の端子のネジの緩み、リレーコイルのうなり、接点の不良の故障がある。

故障表示回路は順調に稼働している。この表示回路の設置により冷却系の故障を早期発見できるので重大故障に陥ることがなくなった。現在は30点記録計から各部の温度データを取り込むことができる。

### 3. 各水系水質の現状

水系名	導電率 $\mu S$
ACC	2
WG	0, 75
BF	10-1
純水製造	1以下
VAPODINE装置	180-1 (コレクタ冷却水)
冷水	100以上
タワー水	300以上

純水循環系は純度低下をきたしたときは樹脂再生(通常は3カ月に1回)を行い純度維持管理をしてきた。しかし、最近、加速管ポンプやヘッダーフランジからの水漏れ、実験装置のバルブ操作のミスなどにより純水使用量が増えて再生回数が多くなっている。

冷水系、タワー水系は以前は薬品を投与してきたが最近では定期的にドレインして新しい市水と置換している。(2カ月に1回)

### 4. 温度管理

冷水製造装置、加速管ヒータ制御盤の設置による冷水温度( $10 \pm 1^\circ C$ )の安定化、及びタワー三方弁の設置によるタワー水温( $26 \pm 1^\circ C$ )の季節、時間変動の抑制によりACC, WG, BF系温度が安定した。

ACC, WG ( $40 \pm 0, 1^\circ C$ ) ----- 冷水温度による。

BF ( $26 \pm 1^\circ C$ ) ----- タワー水温度による。

マクロ的には安定しているが、個々の部品のミクロ的視野から見た温度分布については今後の課題としたい。

### 5. これからの予定

#### 1) きれいな水を流す。

##### ① 純度管理をする。

純水循環系にはDEMINERALIZERがあり循環水の数%を分流している。純度低下すると故障表示回路に警報が出る。

タワー水、冷水循環系、コレクタ冷却系は電気伝導度を計測してある値になったら自動的にブローするようにすれば、濃縮を避けることができる。

##### ② ターゲット冷却系の設置。

常時、強放射線に曝されるターゲットの冷却水系は水漏れや汚染物質の拡大を最小限度にとどめるため別水系とした方がよい。

#### 2) 放射線作業量の低減のため

##### ① 流量計、温度センサー等は放射線量の低いところに付ける。

##### ② 被冷却部の継ぎ手や配管を簡単にする。

##### ③ 配管部品は接液部材質を良く吟味する。

耐放射線材の使用

純水溶出の少ない材質(電蝕)

水圧、WATER-HAMMERによる破損防止

3) 消費電力の低減

核理研の電力契約は最大1000KW/hなので冷却系の消費電力の低減に努力する必要に迫られている。

①導波管ヒータの利用を最小限にする。

KLYSTRON室空調温度は20～25℃であり導波管は40℃で約20℃の温度差があり、殆ど空調負荷になっていると思われる。現在はヒータは(25KW)常時ONなので断熱と制御を考慮して見直す必要がある。

②電動機は同じ性能でも1, 2割消費電力が少なく小型になっているのでポンプ類は設備更新すべきである。

4) できるだけ空冷方式にする。

水冷却は効率がよいが水質悪化による水路の閉塞、これによる温度上昇、結露による短絡、水漏れによるピット内の電線の絶縁低下などの悪影響がある。

5) 制御系の見直し

現在の制御盤をOMRON製のプログラマブルシーケンサーに変更中である。また故障表示回路の充実を計る。

6) 人為ミスの防止

①DOCUMENTの整理、充実

②冷却系の運転、停止の操作性の向上及び簡素化

部分運転、停止はUSERにお願いしているので改造するときにはUSERの意見とMAINTENANCEの容易性を考慮していきたいと思う。

7) エネルギーの有効利用の検討