

Takio Tomimasu, Hidemaru Funatsu*, Kouji Tsukamoto* and Shigeo Okabe⁺

Electrotechnical Laboratory

Nihon Architects, Engineers and Consultants Inc.*

Okabe Keisoku Kougyosho⁺

ABSTRACT

The outline of the temperature control system for the ETL electron linac is described. The injector and accelerating sections are cooled and maintained to be their designed temperature of $40 \pm 0.1^\circ\text{C}$ by the temperature control system. The system circulates deionized and temperature controlled water at a pressure of 5 kg/cm^2 in the closed loop. Hot water of about 60°C provided for the air conditioning system is used as the main heat source through a heat exchanger to warm up in fifteen minutes and control water temperature in the main closed loop composed of three sub-closed loops, that is, low, medium and high energy loops. A 19-kW and a 49-kW heaters are inserted in the medium and high energy loops to enable fast electrical control of water temperature during the thinned out operation of the pulse klystrons for the medium and high energy sections in accordance with the thinned out operation of the pulse deflection coils at the low and medium energy sections.

1. はじめに

電総研リニアックではその特徴の一つである多目的高効率利用方式を実現するため、低・中・高エネルギー部を加速されたビームをパルス偏向コイルによって間引き振り分けをおこない、それに応じて中・高エネルギー部の加速管へのrf入力も間引かれる。

このとき中・高エネルギー部の加速管へのrf入力は $100\% \rightarrow 50\%$, $100\% \rightarrow 25\%$ と変動するが、低・中・高全部の加速器が $40 \pm 0.1^\circ\text{C}$ になるように工夫されている。ここには温度制御系の概略と動作特性について述べる。制御系の構成図を第一図に示す。

2. 各装置について

装置はポンプ、熱交換器、電気ボイラー、膨張水槽、制御機器、純水装置より構成される。

a. ポンプ

1. P-SCWA-1は二次冷水循環用ポンプで、うす巻き形 920 l/min の容量がある。

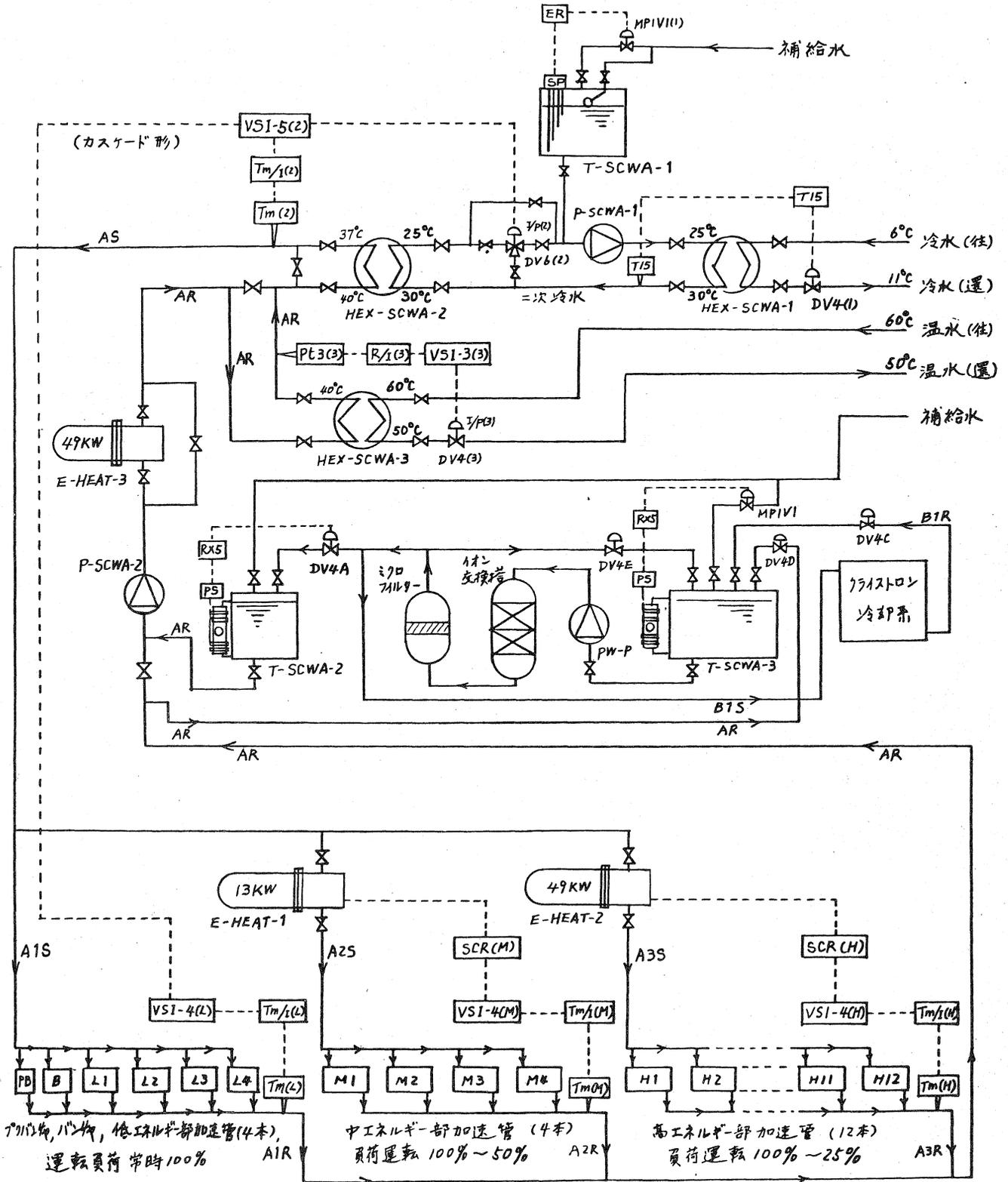
2. P-SCWA-2は加速管冷却水を循環させるためのポンプで、うす巻き形 15020 l/min の容量がある。

3. PW-Pは純水製造用のポンプがある。

b. 熱交換器

1. HEX-SCWA-1は冷水熱交換器で、二次冷水を 6°C の一次冷水を 25°C に冷やす

図1 加速管温度制御系の構成図



ためのもの、冷却能力は 301000 Kcal/Hr である。

- . HEX-SCWA-2 は加速管冷却水と HEX-SCWA-1 と 25°C に冷やされた二次冷水により 37°C に冷やすもの、冷却能力は 301000 Kcal/Hr である。
- ハ. HEX-SCWA-3 は温水熱交換器、加熱能力 300000 Kcal/Hr あり、 80°C 温水を用いて加速管冷却水を 40°C に加熱する。

c. 電気ボイラー

- 1. E-HEAT-1 は 13 KW のヒーター容量を持ち、中エネルギー加速管の出口温度をパルス偏向コイルによる間引き振り分けによる負荷変動を補正して 40°C に加熱する。
- . E-HEAT-2 は 49 KW のヒーター容量を持ち、高エネルギー加速管の出口温度をパルス偏向コイルによる間引き振り分けによる負荷変動を補正して 40°C に加熱する。
- ハ. E-HEAT-3 は焼出し専用、 49 KW のヒーター容量を持つ。

d. 膨張水槽

二次冷水系、加速管冷却水系は、それぞれ閉回路循環型となっており、冷却水温度の上下による冷却水の膨張収縮を吸収するために膨張水槽を持つ。

又、純水系は、純水を一時貯溜する水槽を持つ。

- 1. T-SCWA-1 は二次冷水用、 100 l の容量である。
- . T-SCWA-2 は加速管冷却水用、 100 l の容量である。
- ハ. T-SCWA-3 は純水貯溜用、 10 m^3 の容量である。

e. 自動制御機器

自動制御機器は温度検出端 (Pt3, T_m)、温度変換器 (R/I, T_m/I)、指示調節計 (VSI-3, VSI-4, VSI-5)、記録計 (RI)、電空ポジショナー (I/P)、アイソレータ (IS)、SCR 電力調節計 (SCR)、空気用三方電磁弁 (SV)、空気式二方弁 (MPIV1)、空気式二方弁 (DV4)、空気式三方弁 (DV6)、電極リレー (ER)、空気式設定器 (SP3) 等より構成されている。

3. 温度自動制御

- 1. 二次冷水はポンプ P-SCWA-1 により循環され、冷水熱交換器 HEX-SCWA-1 内で冷凍機で作られた 6°C の一次冷水により冷却されるが、二次冷水の温度は二次冷水出口に設置された $T15$ を温度検出端として、PID 温度指示調節計 $T15$ により一次冷水の流量を空気式二方弁 DV4-1) を制御して加減することにより 25°C に保たれる。二次冷水は T-SCWA-1 を膨張水槽とし、液面は液面電極 SP 及び電極リレー ER により上限下限間に保たれている。
- . 加速管冷却水はポンプ P-SCWA-2 により循環され、温水熱交換器 HEX-SCWA-3 内で 80°C の温水により加熱されるが、出口に設置された Pt3(3) 温度検出端、R/I(3) 温度変換器、VSI-3(3) 指示調節計により電空ポジショナー I/P 付空気式二方弁 DV4(3) を制御して温水の流量を加減する事により出口温度を 40°C に保つ。尚、冷水熱交換器 HEX-SCWA-2 内で 25°C の二次冷水により冷却されるが、その出口温度は出口に設置された $T_m(2)$ 温度検出端、 $T_m/I(2)$ 温度変換器、VSI-5(2) 指示調節計に

より電空ポジショナー 1/p付空気式三方弁 DV6(2) を制御して二次冷水の流量を加減する事により 37°C にされるが、VSI-5(2) 指示調節計は低エネルギー加速管の出口に設置されている $T_m(L)$ 温度検出端、 $T_m/I(L)$ 温度変換器、VSI-4(L) 温度調節計により低エネルギー加速管出口温度が $40^\circ\text{C} \pm 0.1^\circ\text{C}$ となるようにカスケード制御されている。

中エネルギー加速管及び高エネルギー加速管冷却水は、パルス振り分けにより負荷が低エネルギー加速管を 100% とすると、中エネルギー加速管部は 100~50%、高エネルギー加速管部は 100~25% に減少するので、E-HEAT-1 (13kW)、E-HEAT-2 (49kW) 電気ボイラーを補助加熱される。

中エネルギー加速管冷却水 (A2S) は、加速管出口に設置された $T_m(M)$ 温度検出端、 $T_m/I(M)$ 温度変換器、VSI-4(M) 指示調節計、SCR(M) 電力調節計により電気ボイラーを制御して加速管出口温度が $40^\circ\text{C} \pm 0.1^\circ\text{C}$ に温度制御されている。

高エネルギー加速管冷却水も同じ方法を温度制御される (A3S)。

加速管冷却水は T-SCWA-2 を膨張水槽とし、液面はフロートスイッチ PS により DV4A を制御して上限下限間に水位を保つ。

4. 純水装置

純水装置は冷却水の純度を保つために、冷却水を最初に注入する時には必ずこの装置を通して注入する。処理水量は 1200L/h の純水水質を $500000\ \Omega\text{cm}$ に高める。純水は T-SCWA-2 水位が下限の時は DV4A を開き補給し、上限を閉じて DV4E により T-SCWA-3 へ戻す。又、加速管冷却水 AR の一部は DV4D を通じて T-SCWA-3 へ入ってくる。

5. ガス出し

ガス出しは焼出し用電気ボイラー (E-HEAT-3) の出入口バルブを開きバイパスバルブを閉じる、冷水熱交換器 (HEX-SCWA-2) の出入口バルブを閉じバイパスバルブを開く。純水装置のポンプ PW-P の入口バルブを閉じポンプ PW-P の運転を止める。

温水熱交換器 (HEX-SCWA-3) の制御バイパスバルブを開く。

ポンプ P-SCWA-2 を運転し焼出し切替スイッチを焼出しにすると、電気ボイラー E-HEAT-1, 2, 3 全々が ON となり、又、温水熱交換器も制御がはずれて最大加熱をする。

加速管冷却水の温度は $80\sim 90^\circ\text{C}$ 迄加熱され、加速管のガス出しが行なわれる。

6. 加速管冷却水温度と加速管温度との対応

電総研リニアックの加速管には加速方向 2/3 長近くに温度測定用ポートが用意されておりここに温度測定素子をマウントして冷却水温度と加速管温度の比較対応を測定中である。詳細については研究会で報告する予定である。