

Present Status and Some Improvements of RF sources
for KEK 40MeV Proton Linac

Kesao NANMO, Sadayosi FUKUMOTO, Takao KATO,
Eiichi TAKASAKI and Tateru TAKENAKA
National Laboratory for High Energy Physics

ABSTRACT

The 20 and 40MeV Proton Tanks is excited with about 1.1 - 1.3 MW, respectively to supply the H⁻beam of 10 mA to the booster in repetition of 20 pps. The maintenances of the RF sources and some improvements in the 5MW modulator are presented on this paper.

1) RF系の現状

KEK 40 MeV 陽子ライナックの2個のタンクはそれぞれ約1.1 MWで励振されている。その上に、ビームローディング補償用として約0.2 MWのRF電力が付加されている。

最終段増幅器 (TH 516 増幅器) の出力電力は約1.2 MWである。TH 516 増幅器の利得が約10 dBであるから、4616 増幅器の出力電力は約110 kWである。4616 増幅器の入力電力は、3~4 kWである。

昨年度の主な故障は、4616 増幅器の出力キャビティのSF₆ガス圧の低下による放電であった。これはインタロックモジュールの故障により常にOK状態のままになっていたため、ガス圧低下が発見出来なかった。立ち上げ時のガス圧点検不足が原因である。

4616 増幅器の出力電力110 kW以上を得るために、e g₂電源、及び4616 Ep電源の真空管4PR1000 (8本並列) 並びに周辺回路部品に無理がかかり、その部品が壊れたものである。即ち4616 増幅器の効率を良くする事が重要である。

我々は、4616のRF特性を入力3 kW, Ep = 22 kV (通常の運転状態) でe g₂等を変え4616の特性が充分であるかどうかを少なくとも3~4カ月に1度ぐらい測定し、チューニングを行っている。この作業は、4616の寿命を長くするのに役立っている。

7651 増幅器についても同様に、毎回の立ち上げ時 (月に一度位) に、運転時の電力で7651 増幅器の特性を測定し、調整している。

2) 2.5 MWサーキュレータ用ダミーロードの冷却

2.5 MWサーキュレータは水漏れ及び外部導体とフェライト面間の隙間等の改善をしたが、ダミーロードに関しては写真1に見られるように断線が毎年1回は生じた。もしタンクからの反射波のみであるとすると、2~3 kWくらいであるから冷却水は数l/minで充分である。冷却水を数l/minで運転したときダミー抵抗を包んだテーバー管をさわるとかなり温かいのでテーバー管の温度を測定した。結果は表1のような温度分布になった。抵抗体が電力を吸収しているとはいえテーバー管が10℃も上がるのは異常である。これは冷却水の流れ方に問題があると思ひ、アクリルでモデルを作り冷却水の流れを観察した。観察結果を図1に示す。今までの流し方 (外管-冷却水入口、内管-冷却水出口) では必ず抵抗面に空気層が出来ることがわかった。図2に示し

3) De Q i n g 抵抗の冷却について

大電力電源では、PFNの充電電圧を調整するためにDe Q回路が使用されている。通常この抵抗で消費される電力は約1.8 kWである。しかしPFNの充電電圧の調整を失敗すると、この電力は数kWにもなる。上記の電力を吸収するためにDe Q抵抗はシリコン油中に据え付けられ、油を冷やすために冷却水が(2 l/min)流されている。しかし抵抗の上部の端子部に使用している半田が溶けたり(写真2)、シリコン油が酸化するため年に一回は交換しなければならない。

このような故障が無いように、冷却槽モデルを使って実験中である。

現在まででわかったことは、抵抗体に1.8 kW供給すると抵抗体の表面温度は200℃以上に上がるのがわかった。これでは半田が溶けてもおかしくはない。また冷却水の流量による冷却効果は(2~10 l/min)ほとんど抵抗体表面では無かったし、冷却パイプの通し方(抵抗体の上、抵抗体の脇)でも変化は無かった。冷却水の熱交換は抵抗に供給されるエネルギーの半分くらいしか行われておらず、残りはシリコン油の温度上昇、及び空気中への放熱であったこともわかった。上記より抵抗をシリバラ(4本)にすることによって1本当りの抵抗の負担を減らすようにして測定中である。

油の酸化も抵抗体付近(表面より数mm以上離れたところで、油温度は約85℃である。)の200℃によると思われる。(図3)

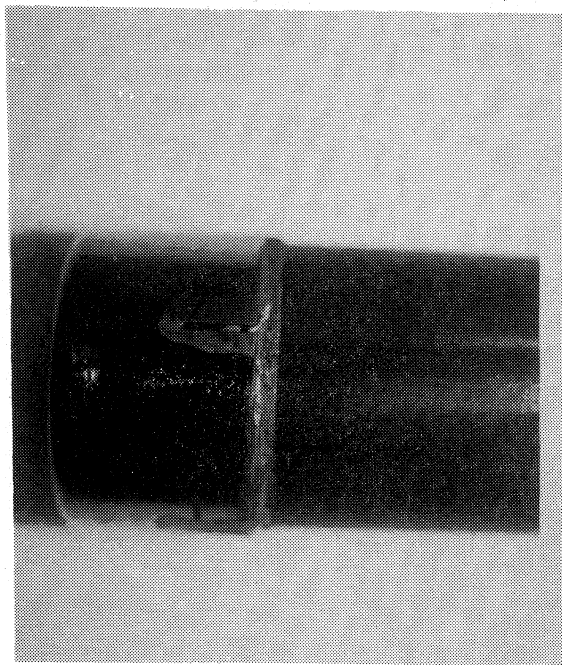


写真2 De Q抵抗上側端子部

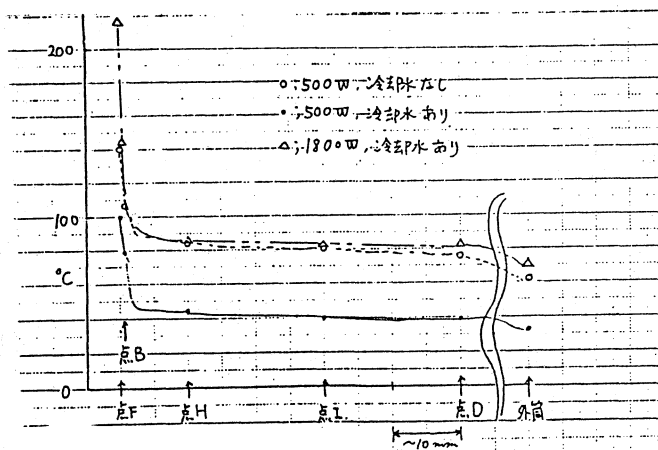


図3 油温度のr-方向変化

たように、冷却水出入口を上側にして内管を入口、外管を出口にすれば抵抗体全体に水があたることがわかる。

1988年1月に改善して以来ダミー抵抗は壊れていない。冷却水流量も5 l/min位である。しかしこの場合水の流れが停留するところがあるため、時々洗浄しなければならない。

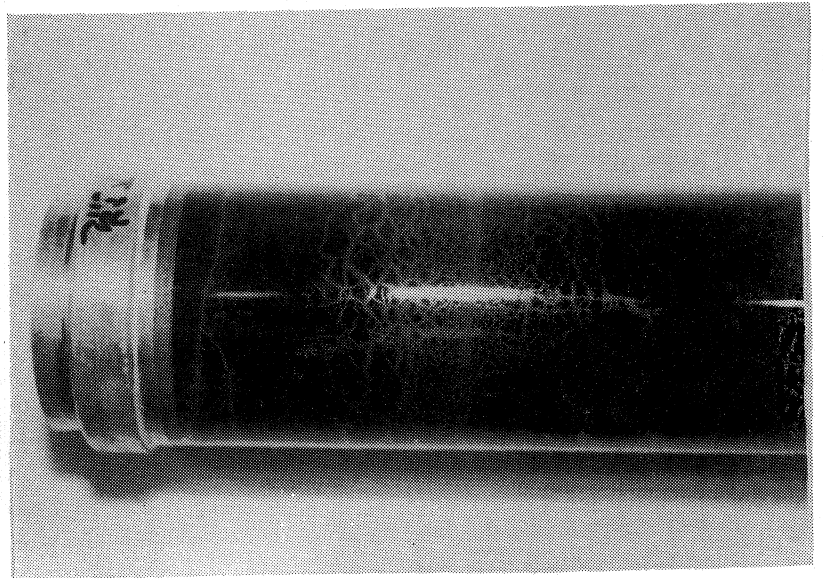
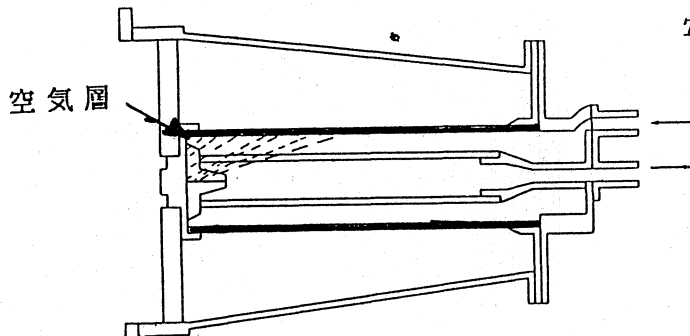


写真1 ダミーロード断線部



観察結果図1

今までの流し方（外管入口、内管出口）

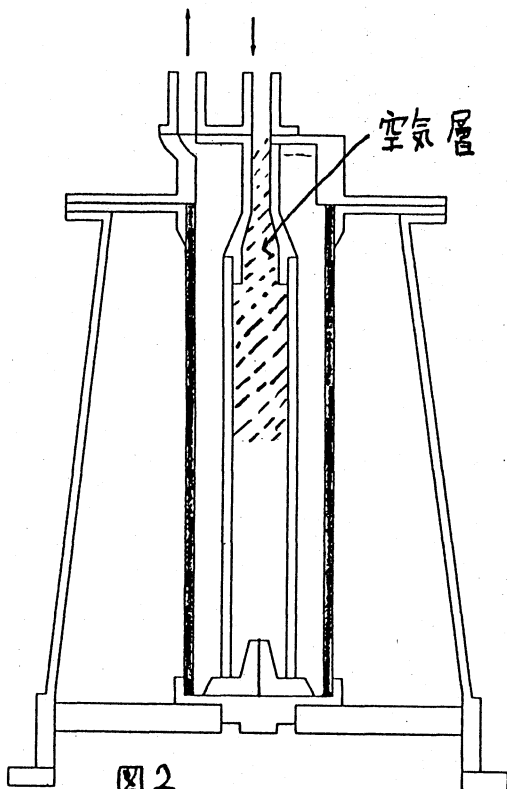
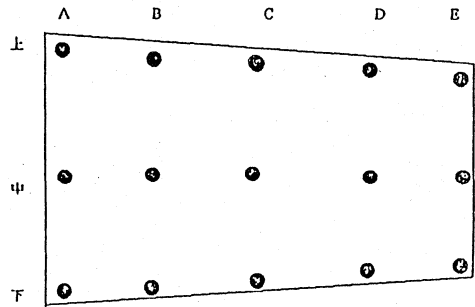


図2

観察結果図 88年1月改善

■ 抵抗体



温度測定点

20 MeV 上流					
	A	B	C	D	E
上	25	29	30	30	30
中	25	27	29	30	28
下	26	30	31	30	28

20 MeV 下流					
	A	B	C	D	E
上	30	35	35	34	31
中	29	33	34	33	31
下	28	32	32	31	31

RF POWER: 約 1.3 MW
冷却水量: 6.5 l/m

表1 RF-1号 機器負荷の温度分布

4) 運転状況について

図4はここ数年間の故障回数及び復旧時間数を示す。図4からもわかるとおり故障回数は減少傾向にあるが、復旧時間がかかようになってきたことがわかる。1)に述べたようなRF源の保守維持作業により、電子管の寿命の判定がはっきりと出来るようになった。また周辺機器(例えば、NFB、リレー、タイマー等)の寿命については、定期的に交換するようにしている。

図4-1 年度別LINAC DOWNTIME

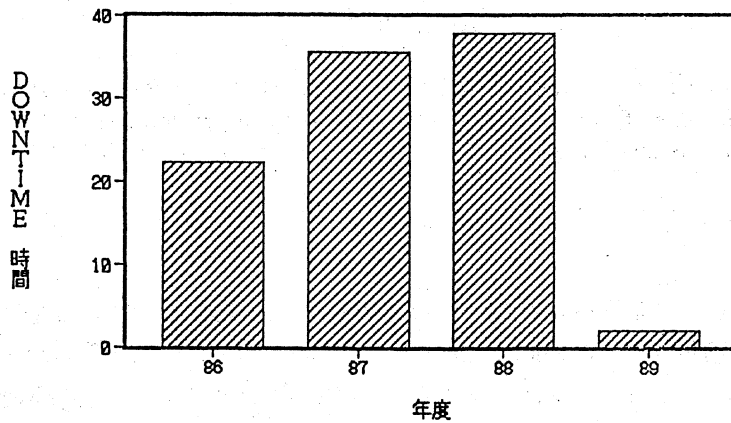


図4-2 年度別LINAC DOWN回数

