

PRESENT STATUS OF THE 40MeV PROTON LINAC AT KEK

Tateru TAKENAKA, Zenei IGARASHI, Takao KATO, Chikashi KUBOTA,  
Kesao NANMO, Fujio NAITO and Eiichi TAKASAKI

National Laboratory for High Energy Physics (KEK)  
1-1 Oho, Tukuba-shi, Ibaraki-ken, 305, Japan

ABSTRACT

At the KEK-40MeV proton linac, 10 drift-tubes, which are installed at the upper side of the first tank, were exchanged and realigned with the high precision during a summer long shut-down in 1994. The accelerating field distribution has been improved with this realignment. But we had the other problems; for examples, water leakage in the tank, damage of the ion-pump, and so on.

In this report, the present status of the 40MeV proton linac and the troubles ever experienced are described.

40MeV陽子リニアックの現状

1. はじめに

40MeV陽子リニアックは、おおむね順調に、7.5mA -45 $\mu$ sのビーム(負水素イオン)をブースター加速器に供給している。1994年のこの研究会では、第1タンクの加速特性、第1タンクのビーム捕獲効率、運転時の故障時間・回数、タンク真空、タンクドリフトチューブ周辺等の問題の対応について報告した。

今回は、1994年夏以降に発生した問題及び40MeV陽子リニアックの運転状況について述べる。

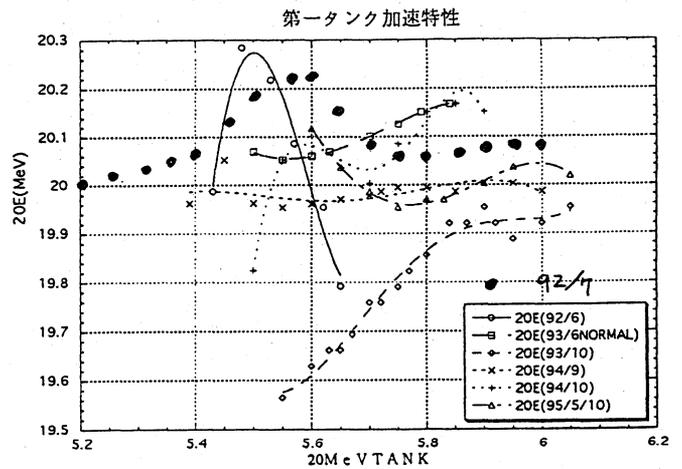
2. ドリフトチューブの交換とタンクの加速特性

1994年夏は、1993年に目詰まりの為に交換したドリフトチューブNo10を除きNo2~9、No45、ハーフセル等(10ヶ)を再度交換し、精密に据え付けた。

その理由として、目詰まりを起こしていたNo10を分解したら冷却ジャケットの入り口をIボキが塞ぎ、必要なところに全然Iボキが充填されていない事が分かった。1992年に据え付けた11個のドリフトチューブのIボキ充填が不十分な事が懸念され、絶縁劣化及び冷却能力の不足等が生じる可能性が在る。昨年も報告したが1992年のDT11個の交換後、フィルド分布が変化し、加速Iボキ-が下がった。これは、第二タンクの捕獲に問題が生じた。

図-1に測定された加速特性を示す。

図-1 第一タンク加速特性



1992年夏以前のデータと似ており、図-1に見られるIボキ-の差0.1MeVはvelocity monitorの校正により、補正され1992年夏以前のデータと今回の測定とは一致した。加速特性は1992年頃に戻っており、ビームを加速する時に加速フィルドを上げなくてもすむようになった。DTのプライメントが再現されたと判断できる。尚、Iボキ-の測定は速度モニターを用いて行われた。

### 3. タクの保守点検及び真空の状況

1994年夏の保守点検で、上記のドリフトチューブ交換以外に上流・下流端板ハフェルの接触点検、RF窓交換、チューナのリング交換等も行った。

上流・下流端板ハフェルの接触点検で下流端板ハフェルを取り付けるときコンタクターの取付にリングと銅板のシートを用いている。1993年に点検したとき接触を強化するためバックアップリングを用いたがリングのコンタクター押さえが不十分であったと思われる。この点検作業でコンタクターは若干放電の後が見つかった。

RF窓交換は、セラミック窓が黄色化しており、窓枠の銅メッキの剝離と再メッキ、セラミック板の取り替えをして毎年交換している。

チューナのリング交換は、製造して20年行っていない。1993年の作業で幾つかチューナのリングからの漏れを見つけた。リングの外表面は錆、リングの弾性もなくなり今後も漏れが予想されるので、錆を研磨してチューナリングの交換を行った。

これらの夏期点検作業が終わった後に以下の真空トラブル発生したのでこれも報告します。

保守点検後、20MeVタクを真空中に排気しイオンポンプのローダー出力を見ると2,3時間おきに真空が悪化し、また元に戻るといった動作を数日繰り返していた。真空値は $7 \times 10^{-8}$  torrから $2 \times 10^{-7}$  torrである。冷却パイプを交換したDT90の冷却水を止め大気圧にしてみると上記の現象は発生しなかった。また5k圧の窒素で加圧したり、止めたりすると真空が悪化したり、元に戻った。そしてマシフィルターにNo14, 28の増減も測定された。この様な理由で再度DT90を点検し、冷却パイプ継ぎ手の交換を行った。

全部の夏期保守点検が終わり、タクの真空排気を行いRFエージングに入る。

ハフェルをタクに設置する前、上流端板についているハフェルの冷却水路は通常リクゲスト（加圧無し）で漏れは発見されなかったが、ハルクームの5k加圧テストでリークが発生した。しかし、ハフェルに冷却水を流したらマシフィルターで水の成分(H<sub>2</sub>O)は確認できなかった。10月からの営業運転の準備に踏み切った。運転し始めてから10日間程でタンクの放電が起こり、懸念されていた上流端板ハフェルからの水漏れ(H<sub>2</sub>Oの増加)れが起こった。交換するまで1週間以上かかるのでその間は冷却水の圧力を下げビーム加速の運転を行った。

急遽、10月21日ハフェルに永久磁石を挿入した準備品と交換した。後日外したハフェルの分解をしたら、冷却パイプ付け根の溶接部に巣があり、その上をボルトで充填していたのでリークが見つかり難かった。

数カ月間20MeVタクの放電が止まっていなくて、次のような事の有无を確認する為、上流・下流端板の点検を行う事にする。

その理由として、上流端板のハフェルとDT2間で放電は起きてないか、RF接触は充分か、DTのシム付け根で放電を確認していたこと、そして、タクで放電を起こしたとき下流端板付近のイオンポンプが一番悪い真空を表示する事があった。またmass28以上の成分の増加も観察された。この様な事から上流・下流端板のハフェルを今年の3月に点検・確認する事にした。

上流・下流端板のハフェルを確認した結果、上流端板のハフェルはRF接触を保つためのリングがかじっていたが接触は保たれ、コンタクターの接触面に放電の跡があったが大きな物は無かった。据え付けが異常だと思われなかった。DT1電極面の放電痕は在るが特別集中しているところはない。下流端板ハフェルの冷却パイプからの水漏れは確認できなかったが、冷却パイプ継ぎ手に使用しているスチールロックのフェルル(20μmメッキ)を交換した。下流端板の据え付けに異常はなかった。

上記の全作業点検後、タクの真空排気にイオンポンプをonした状態でハフェルに冷却水を流したら真空が1桁悪化した。冷却水を除去しリークゲテクターで漏れを確認する。これは、冷却パイプの銀継ぎ溶接をやり直し改修した。

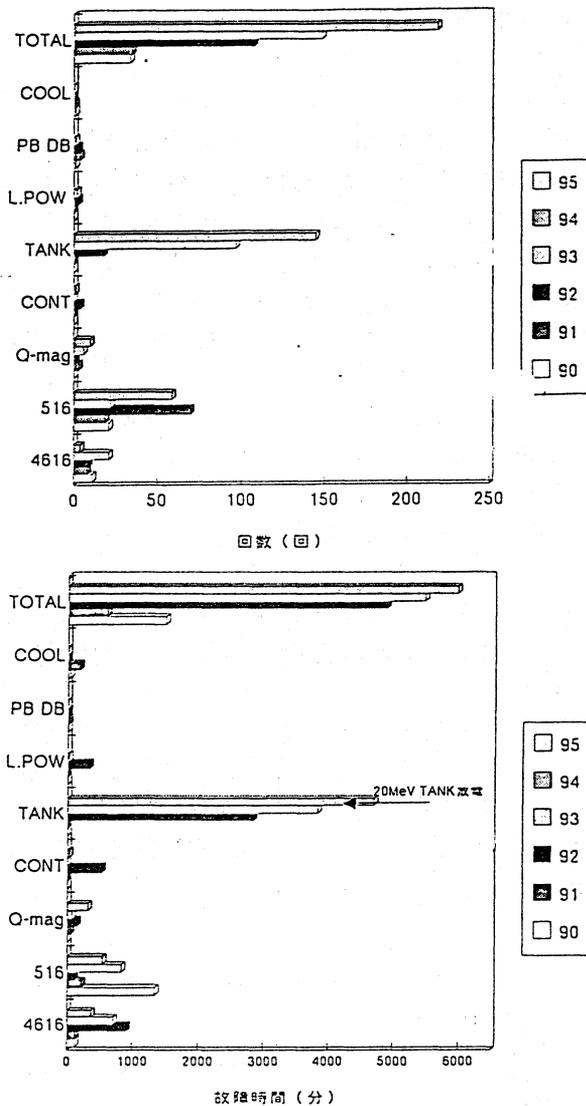
上記のタク放電とは別に、イオンポンプの放電が頻繁に起こり、イオンポンプD1近傍に付いている真空ゲージが真空悪化を表示し、インターロックをしばしば動作させタクのRFをDOWNさせる事になる。

真空排気に用いているイオンポンプに放電トラブルが多発し、真空ゲージが付いている近傍の1台のD1イオンポンプの電圧を下げ使用せざる得なくなった。その他のイオンポンプにも放電がしばしば起こるので今夏保守点検を行う予定である。

これは、度重なるタク内への水漏れ、タクの開け締め等が影響していると考えてる。その他、タクを大気圧にするときに使用しているリク弁のリングの老朽化でリークが発生していると思われるのでこれも改修する予定である。

1992年以降電源関係の故障は比較的減っているが、タンク関係の故障が増加しており、その主な原因はタンク内の放電である。これは、1992年以降ずっと続いており、図-2に表示しているように故障回数・故障時間共に増加している。

図-2 リニアック故障回数・故障時間



今年の夏の20MeVタンク保守点検は昨年より懸案になっている上流・下流端板の冷却水導入口・電流導入端子のウルトラスールをテスト済みの物に替える予定である。電流導入端子に鋼性をもたせる事から始まったウルトラスールは漏れがあり、三角溝、角溝、三角溝となり、今回のウルトラスールは100%以上の締め代を持つ三角溝で行う予定である。

40MeVタンク保守点検は上流端板のハフェルから漏れが発生しているので端板を外し改修する予定である。

タンク真空排気系の保守点検は、ポンプの点検と昨年空冷型のターボポンプ増強を行ったのに引き続きコウマツカハルを取り付け、自動制御で働かせるつもりである。

#### 4. 高周波電源の保守点検及び現状

高周波電源で中電力関係は、特に陽極電源の老朽化が進んでおり、2号機の4PR1000（陽極電源）用ライメントランスの耐電圧の劣化が予想され、30kV耐圧テストを行った。コト放電は観測されず1号機に較べ製造方法が良く汚れは少なかった。1号機と同様ランス鉄芯等の金属をシャワーで落とす。また制御電源の高圧部のコト対策等も行う。今春、中電力1号機は改造にともない未使用になった配線・末端が多数あったのでその整備も行った。夏には2号機も行う予定である。

大電力関係の絶縁油は、10数年間交換されてなく毎年の油検査結果で絶縁耐圧の劣化を示す油も在ったので、IVR、整流器、de-Qing用フォートランス、バルトランス等の絶縁油を交換し、脱泡した。

TH516(1.5MW)出力管は蒸発冷却方式を採用しており、蒸気を水に還元する装置の冷却水は未処理水を使用している。この蒸気を水に還元する装置は水垢・ホコリ・鉄錆等が付着しているので清浄しているが、毎年行うのは大変なので、消耗品として交換可能になっている。

その他の故障では、1号5167ライメント電源のスイッチを表示するリール鉄芯部の錆による動作不安定。

TH516加熱異常は、球とコンタクトの接触が悪く発熱した。これは、取り付け直しによって解決した。デバンチャーキャビティに充分電力が入らないためキャビティカップラ部の汚れを洗浄し取り付け直す。

制御系の改造はVMEへのデーター転送回路系の整備を行った。Qマグネット用電源はVME制御を行う為の同軸配線を完了した。現在、デバンチャーに使用している球が製造中止に成っており、寿命・保守が容易・安定・位相制御の容易さ等でデバンチャー用5kW全個体化高周波源の製造が進められており、今夏以降に導入する予定である。

#### 参考文献

- 1) KEK-PS-MAINTENANCE REPORT  
NO 85, 86, 87, 89, 98, 99,
- 2) STUDY REPORT(PS) PS LINACの加速特性
- 3) T. Takenaka et al., 第19回本研究会  
(1994), P. 290,