

[30 a - 3]

Present Status of the PF 2.5-GeV LINAC

H. Kobayashi and Injector Linac Group

KEK, National Laboratory for High Energy Physics

1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305 Japan

ABSTRACT

The PF 2.5-GeV Linac is being upgraded from 2.5 GeV to 8 GeV. Much work for upgrading, such as the installation of monitors, improvements in the control systems, reinforcement of the klystron systems and reformation of the transport system to match with high energy beams, have been carried out every three months. Twelve SLED cavities have been installed and have been stably operated. Fourteen SLED cavities are being installed during this summer shutdown.

PF 2.5GeV ライナックの現状

1. はじめに

放射光実験施設入射器研究系では、1994年以來KEKBに向けて現在の2.5 GeV リニアックを、電子は8 GeVに、陽電子は3.5 GeVに増強中である。この増強工事は、基本的には3ヵ月ごとに、運転と交互に行う。エネルギー増強の柱は、クライストロンユニットを現40ユニットから57ユニットに増やすこと、そのうち56ユニットにSLEDキャビティを取り付けること、クライストロンのパワーを増強することの3点である。加速器全体にわたって大きな変更となり、必然的にコントロールシステムや真空システムに変更が生ずる。さらにコントロール系では、運転の難しさに伴ってより高度な運転支援も期待されている。また、陽電子の強度を上げる必要があることより、大電流ビームを加速する。大電流ビーム通過時のウエーク場によるビームエミッタンスの劣化を防止する意味で、ビーム位置モニタ等のビームモニタ系の増強も含まれる。KEKBリングへの入射の条件からビームはS-bandのシングルバンチビームを必要とし、そのための改

造も大きな位置を占めている。増強工事の間も放射光関係の運転を通年で約半分を確保する方針となっている。改造は比較的運転に影響の小さい加速器の後半からスタートした。各期毎に計画に沿って工事を行った後、立ち上げを行い、増強部分を利用しながら、運転を行っている。これらの増強工事をすすめるなかでの、入射器の運転の現状について報告する。

2. 増強中の運転

トリスタン加速器の運転終了以後、それまでの放射光リング(PF)への陽電子の入射を電子に切り替えた。さまざまな工事のあと、時間的に余裕の無いなかで、比較的長時間の調整を要する陽電子は大きな負担になるからである。ここ9年間のビーム運転時間と故障率の推移を表-1に示す。運転時間としては、トリスタンのルミノシティ運転期間と称する一時期の、その前の運転時間と同程度となっている。トリスタンの運転終了後もPFおよびトリスタン蓄積リング(AR)へのビーム入射が続いており、実ビーム運転時間にそう大きな変

化はない。装置の信頼性は工事によってほとんど影響を受けていない。

年度	運転時間(時間)	故障率
1987	4487.0	3.86
1988	5110.0	4.63
1989	4542.0	1.30
1990	5303.0	1.70
1991	5234.0	2.00
1992	5116.5	1.40
1993	5298.5	0.90
1994	5070.0	0.80
1995	4563.0	0.70

表-1. 運転時間の推移

3. 年次計画

改造の全体計画はすでにその詳細が述べられているので¹⁾、ここでは運転に関連しての年次計画を述べる。図-1に加速器の全体図を示す。便宜上加速器を2つに分ける。一つは後半の従来の2.5GeV電子ライナック(以下既設ライナック)であり、他の一つは、大電流用入射部、従来の陽電子ライナックを中心とした加速部、180度偏向アーク部、および新規に設置する加速ユニットで構成される既設部の約半分の加速長を有する加速器(以下Jライナック)である。この部分が既設ライナックに接続される。接続の前に各々の加速器が十分に仕様を満たすことを確認する予定である。各々の大まかなスケジュールは以下のとおりである。

Jライナック部: '96年12月に建物完成。'97年4月から本格的な建設にはいる。同10月から建設完了部の部分試験運転と未完成部分の建設を並行して行う。

既設ライナック: 既に改造が大分進んでいるが、'96年12月から'97年3月にかけて完了させ、単独の電子銃を用いて90度方向からビームを打ち込む。'97年10月からのPF運転にはこの部分の単独運転で入射を行う。

PFリングへの入射はその性格上、運転スケジュールの厳守が非常に重要である。今までの工事もその点に最大の考慮を払い、改造す

る部位と、その運転に対する影響を常に念頭におきながら行ってきた。完全に新規の加速器を運転に使いこなすには長時間の調整を一般に必要とする。そのような観点から両ライナックを接続したあとも、しばらくの間は既設部の慣れたライナックを利用してPFへの入射を行い、その間のあき時間を利用して全体を用いた入射の調整を進める予定である。

4. 重要課題と今までの結果

今回のKEKBに対する改造のいくつかのポイントについて述べる。

4-1. 高電界加速

今までの加速勾配である8MeV/mに対し、20MeV/mが平均的な加速勾配になる。このような高電界を発生させることが第1のポイントであり、そのためにSLEDの取り付け、クライストロンの増強等を行った。今までに12台のSLEDを取り付け、8台を実用運転に供してきた。2台はエージングが完了したところである。この10台の平均として、1ユニットあたり目標とする160MeVが得られている。残りの2台のうち1台はエージング未了で他の1台は専ら試験用に用いられている。基本的にエージングの完了したユニットは、実用運転に供する方針である。実用運転の中から問題点等の早期発見をしたいと思っている。その結果安定度や、放電等も他の従来のユニットとそう大きな差は認められない。一部にエージングに長時間を要するものがあり、その原因解明が必要である。ただし、現在25Hzでしか運転しておらず、実際の仕様である50Hz運転は今後の課題となっている。

SLEDを用いるとマイクロ波とビームの加速管への入射のタイミングが厳しくなり、ビームとマイクロ波のタイミングが17nsずれると、実測で約0.1%のエネルギー変動がある。現状のトリガ系は、従来の幅の広いマイクロ波用に設計されたものであり、21ns程度のジッターを有するが、KEKBではほとんどジッターの無いトリガ系を設計している。

4-2. シングルバンチビーム加速

KEKBではs-bandシングルバンチビームを必要とする。入射部としては、114MHzと571MHzの2つのSHBを必要とする。一部出力パワー等不十分な点もあったが、これらの必要構成部品を取り付け加速実験を行った。入射部としては10nC/bunchのビームを加速できることを確認したが、詳細なビームパラメータや、ビーム伝送の実験は今後の課題である。10nCの大電流加速では、ウエーク場によるビーム不安定が大きな問題になることが予想され、それを防止するためのビーム位置モニタの設置も行いつつある。今後はモニタを利用しながらのビーム調整を進める必要がある。

4-3. マスタオシレータ

従来はリングとライナックは独自のオシレータで動作していたが、KEKBでは入射時のライナックビームのリングへの入射位相精度が厳しく、リングとライナックの間に共通のマスタオシレータを設置する。また今まではライナックにおいてクライストロンのマイクロ波とビームのタイミングに大きな余裕があったが、SLEDシステムでは前述のようにこのタイミングが厳しくなる。したがって全面的にトリガ系の新設を行う。

4-4. 陽電子発生ターゲット

陽電子ビームの大電流化を必要とし、必然的に陽電子ターゲット前の電子ビームを大電流・高エネルギー化した。このため、ターゲットは設置場所の移動は勿論、ターゲット材の厚さや冷却能力に変更がある。ターゲットは所定の位置に設置され、試験が始まっている。現在のところ、500MeVのビームしかターゲット

に当てることはできないが、予備的な実験の結果、期待する変換効率が得られると考えている。

4-5. ビームエネルギー幅

ビームのエネルギー幅に対する要求が厳しく、ほぼ全幅で0.5%を期待されている。このために最終段階でエネルギー圧縮装置(ECS)を用いる予定となっている。ECSで約半分の圧縮を行う予定である。

4-6. 運転支援

高電界で運転するために、加速管での放電等に伴うユニットの停止が頻繁になり、短時間でのスタンバイユニットの入れ替え等が予想される。このような状況でのビーム誘導パラメータの迅速な変更等の運転支援ソフトの開発が必要との認識であり、開発を進める予定となっている。

5. まとめ

現状では増強に必要な各構成品のいくつかを仕込み、営業運転をしながらその様子を見てきたといったところである。その範囲では大きな問題点は見当たらない。'97の1月から9月の期間は従来と異なり、9カ月の連続停止期間となり大きな改造がここで行われる。まとめて改造できないという点で大きなロスもあるが、一方、従来のものをできるだけ使用中での改造であり、改造の途中経過を確認できるという点は一つのメリットであるかもしれない。

参考文献

1)I. Sato "The Status of PF Injector Upgrade for KEBK" Proc. of 20th LINAC Meeting in Japan 1995, Osaka Japan

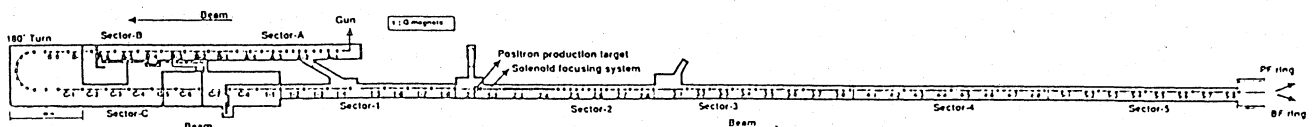


図-1. 加速器レイアウト

Sector-1から5までが既設の2.5GeVライナック
Gunから180度偏向を通して既設部に接続する。