

[12A-01]

PRESENT STATUS OF THE TOHOKU 300 MeV LINAC

Akira KURIHARA, Masayuki OYAMADA
 Hiroyuki HAMA, Fujio HINODE, Katsuhiro SHINTO
 Shigenobu TAKAHASHI and Yoshinobu SHIBASAKI

Laboratory of Nuclear Science, TOHOKU University
 1-2-1 MIKAMINE TAIHAKU-KU, SENDAI 982-0826, JAPAN

Abstract

The TOHOKU linac has been operated since 1967, and the integrated operation time reaches 3,000 hours per year in these years. The construction of the Stretcher-Booster (STB) ring was completed in 1996 and the beam commissioning was started from October 1997. Beam supply for the nuclear experiment was started from 1998. Because the linac is getting too old, many components have to be repaired and/or replaced for further continuously stable operation. Present status and improvements for the linac during last year are reported.

東北大ライナックの現状

はじめに

ライナックはストレッチャー - ブースタリング (STBリング) 建設まで、年間約3,000時間の運転を行っていた。建設中はRI照射実験を月2回のペースで行った。核理研は98年1月に放射線使用施設の定期検査と、98年7月にSTBリングの性能の増強による変更申請の検査に、無事合格した。電力料金は98年度と同様に電力夏期調整契約はされず、積極的な軽減は図れなかった。ライナック運転はSTBリングを使う実験を有効に行うように、約2週間の連続した実験期間を目安に運転を計画した。

共同利用課題の採択は今までとは変わり、実験終了まで2年の猶予期間を設けて採択を行い、可能な実験から実施していく方針になった。99年度課題採択は前期に58シフト採択し、後期に91シフトを採択した。最近のマシントラブルで中止したシフト数、及び、テスト運転とSTBリング入射と取り出しの調整と保守で運転した時間は含んでいない。

STBリングを使用した実験課題が多く採択された。保守と管理は年間の日程で毎月2回の定期点検日と偶数月の1週間の工事で行った。8月は1週間工事で故障の防止に高圧絶縁油を使った部品の点検を行った。工事の間は本体室とクライストロン室で除湿器を稼働させ湿度対策とした。空調と電気設備の点検整備は実験の隙間に割り当て実施した。

現在STBリングを使った実験では調整に時間がかかり、実験者に引き渡すのが遅くなりがちで、ビームの再調整を行う機会も多く、土日曜日まで連続した運転日が必要な状況である。実験の予定

は自由度が少なく実験者にも実験準備でかなり無理を強いている。

第1表 マシントラブル実施状況。

単位 (シフト) 1シフト = 12時間

年度	原子核	中性子	RI	その他	実施	返上
'89	136	32	46	31	245	
'90	131	36	46	46	259	2
'91	144	28	37	40	249	
'92	108	21	37	39	205	2
'93	126	22	33	58	239	5
'94	65	10	28	29	132	
'95			16		16	
'96			22		22	
'97			21		21	
'98			27	16	43	
'99	65		27	50	142	

実験中はライナックの運転と空調の監視を実験者が担当しており、クライストロン室温度が25以上で警報を発する。警報を無視して運転をすることもあり、故障の隠れた要因になり問題がある。長時間のビーム維持の負担軽減に、ライナックの操作性の向上と安定性の改善に、また故障の早期発見に力を注いでいる。

空調の運転と監視は月曜から金曜日まで毎日8時から17時まで委託業者が行い、夜間は自動運転で故障時に異常警報を発し自動停止する。また、実験終了時に実験責任者がライナックと空調機器の停止を行う。このため、土、日曜日、祭日の実験の延長はビームのエネルギー変更がない場合に実施している。定期点検日や停止日は機器の調整と修理を行う貴重な日となっている。

機器の整備状況

制御系はライナック制御系による、ライナック運転の一括設定と運転記録印刷ができない状況が長いので、調整運転支援のパソコンのプログラムと機器の更新を予定している。調整運転支援はVAXとCPMで動くパソコンで構成されており、これをWindows-NTが動くハードで再構成する予定である。

真空系は本体室のゲートバルブ3台のシーケンスにPLCを使用する。場所を特定できなかった2m加速管列上流の真空リーク個所を探す目途が立った。1m加速管列ではガス放出が多く、真空の質を調べたが対策はまだ講じていない。イオンポンプが次々にダウンする現象は解消されていないが、イオンポンプ電源の電圧が自動的に復旧する型に換え、旧電源は自動的に電圧復帰するように改造している。また、電源1台でイオンポンプ2台に高圧を供給している電源で、ダウン回数が多い電源3台を各イオンポンプと対応するようにした。ライナックの長時間停止後は1m加速管列のガス出し作業を行っている。2m加速管列の真空を引く排気系の更新を準備している。配管室イオンポンプ高圧ケーブル中継点での既設コネクタの絶縁不良と接続不良が、4箇所に起きこれを直した。既設のケーブル類は長年使用してきたのでそろそろ更新時期なのかもしれない。

STBリングでの真空事故の波及防止は、ゲートバルブをイオンポンプ電源信号で閉まるようにしており、STBリングでの真空事故は2月におこったがライナックには被害はなかった。

STBリング建設時に行ったSTB入射ラインとパルスラインがあるビーム偏向室内のダクトとイオンポンプの変更はイオンポンプのケーブルの劣化が早く今期も既に4回ケーブルを替えた。イオンポンプ接続ケーブルは予備を準備しているが、接続ケーブルを違う材質に変えてみる予定である。また、STB入射系の分析スリットの機構不良のため4回の調整とヘリポット交換を1回行った。開閉速度が早く、また開口部の指示が異なるので、駆動部ギアと主軸とヘリポット間の歯車の交換を準備している。

冷却系はシーケンス回路を新PLCに切り替えて使用している。また、冷却系用純水貯蔵タンクに自動補給を記録する記録計を接続し、自動補給の回数が判り異常が探知できる。クライストロンパルサー3号機ベーパーダイイン熱交換器に、ピンホールができたので交換した。パルサーのベーパーダイイン熱交換器を換えることを計画している。監視装置は冷却系故障表示が不良になりタッチセンサーとFDD交換で復旧した。WG系温度制御は目標温度に時間内に達しないために、WG電熱ヒ-

ーターの配線換えを行った。ECS流量計の水漏れと純水製造装置市水フィルタ槽内の散水バルブ破損の修理を行った。給水用の加速管系膨張タンク水位レベル計の誤動作を解消した。

パルサー関係ではクライストロンパルサー1号機、クライストロンボイラーの上部からの水漏れを発見し、上部Oリングを交換した。クライストロンパルサー3号機のパルスタンク内に水の滲入があり、Oリング交換と絶縁油の交換工事を行った。いずれもライナック稼働中に行う、目視点検で発見したもので大事に至らなかった。また、クライストロンパルサー3号機のdeQing回路は、基準電圧にサイラトロン放電開始のノイズとリップルが乗っている。基準電圧のリップル¹⁾を抑えると、STBリング運転時に現れる6色問題²⁾を軽減したが根本的解決ではないので、さらに原因究明に努力をする。同時に、パルサー筐体内の配線経路の変更と基板内のリップル軽減を予定している。

ガンパルサーは8月に高圧絶縁油の交換とタンク内の部品の洗浄及び錆の除去を行った。錆の原因は空気中の湿気がタンク内で結露したものと思われる対策を講じる。12月にはガンパルストランスタック内部の銅パイプからの水漏れを、発見し応急修理を行い、6日後には実験を再開した。この3月末から2週間の工事で作り直した冷却パイプを取り付け、現在は支障なく使用している。また、ガンパルサーの高圧電源と制御装置の駆動回路を充電型の電源に交換する準備をしている。この電源はリップル0.3%程度である。ガングリッドパルサーのトリガは、変換増幅にノイズによる誤動作があり、仮シールドをして抑えているが、これを改修する予定である。

立体回路系加圧系の導波管は膨らみや変形による損失を軽減するため、クライストロン室の導波管H・Eバンドと直線導波管、及びバンチャーの10.4dB結合器の交換を予定している。また、本体室真空導波管の冷却管接続部や加圧導波管の冷却管接続部からの水漏れがあり、フレア部の接触部の磨きで対応している。少数であるが冷却部の接合部のひび割れでバイパスしている導波管もあり、全ての導波管の交換を考慮する時期になってきた。今後は透過波検出の方向性結合器や真空導波管の整備をする予定である。加圧系と真空系ダミーロードの更新も考えている。

ビームラインでは7月にパルスラインの分析スリット縦方向の上部から水漏れ、今年度4月に第1実験室の分析スリット横方向からの水漏れがおき、鉛パッキンを交換した。

RF関係はRFドライバが故障したのでPFNコンデンサーを変え、スライス用ダイオードは他

の品種に変えてパルス平坦度が改善された。ただし、RF出力に位相変移が多少生じているようだ。RFドライバは朝と夕方ではRF出力に差がある。交流安定化電源が入っているが、かなり年数が経っているので性能が落ちている可能性があり、更新すれば安定度の改善に寄与すると思われる。

モニター関係では1m加速間列のビームロスモニター検出器が壊れたため、新たに作る予定である。RF加速管入力波モニターとクライストロン出力波モニターの切り替えは、GP-IBで制御するRF切替器に交換する。第1実験室ビームラインのビームスクリーンモニターダクトに、併設のコアモニターにビームが当たったときの防護の対策を考えている。また、ビームダクトを変えモニター映りとビーム調整が簡単にできるように改善し、厚さを薄くしたビームスクリーンでビームの大きさの変化を測る予定である。

空気源の2台のコンプレッサーは各自の圧力センサーで自律的に自動運転している。運転状態をモニターするために、監視記録装置に圧力センサー出力のつなぎ込みを予定している。

ドアインターロックは第2実験室内のゲートバルブ制御のPLC経由で、信号を授受していたので、しばしば、第2実験室のPLC電源の元電源がオフのとき、ドアインターロックが良にならずむだに時間を失った。

真空系は第2電磁石室のパルスライン分析ダクトとECSの真空ダクト、及び第1実験室系統イオンポンプの更新が残されている。

ライナックの運転は冷却系だけでなく、クライストロン室温度上昇やマシン関係のアラームが、出たらマシンを停止するよう要望している。停止で故障の拡大が防止でき、安全の観点からも望ましい。

電子機器や電源を同じ製品、同様な規格品を使用することで、予備品が僅かでも故障時の復旧に手間取らないで行える状況ができた。

ライナックの幾つかの基本部分に故障があり、実験中断・中止になった。加速管、導波管、冷却系の配管及びポンプ、制御盤内の継電器、トランスなどの改修の対象は多く、劣化も著しいので早急に手入れをする必要がある。

今後の整備

- ・RF励振系の半導体化。
(出力200W×6台)
- ・立体回路導波管の更新。
- ・ビームハンドリングの改善
(Qマグネット・ステアリングコイル・専用電源)。
- ・冷却塔更新。
- ・冷却系水配管の整備。

- ・トリガ発生回路(ジッタの少ない)
負荷の増加、伝送経路の増加。
- ・ガンパルサー高圧電源更新。
- ・電子銃と加速管の間の差動排気。
- ・6色問題の解決と対策。
- ・加速管列入射側RF窓の交換。
- ・2m加速管入射側
導波管の定在波比増大の改善。
- ・STBリングの入射条件の整備。
(ライナックビームの高品質化)

STBリングの入射に時間がかかり、電子ビームの最良の入射条件に合わせる方法とモニターの整備が必要である。昨年4月に突然ライン電圧が下がる現象が起き、クライストロンパルサーの動作が不安定になった。電圧低下は約10%でパルサーに供給しているトランスの一次側タップを下げ、二次側電圧を205ボルトにアップした。しかし、電圧変動パターンが従来と変わりビーム変動は大きかった、サイラトロンヒータートリザーバー、及びクライストロンヒーターに安定化電源を入れ対策とした。現在ライナックは安定に最大エネルギー220MeVで長時間の運転が可能である。STBリングの入射エネルギー増強はクライストロンの更新と、若干の立体回路の更新で対応する予定である。パルサーのシャットダウンの回数が多いとの指摘があり、これを改善するにはパルサーの高電圧部分と導波管の反射波の改善が必要である。サイラトロンの異常放電も無視できないので能力が大きい機種か、耐電圧が低下したら直ぐに交換する方法が考えられる。また、STBリングを経験したビームに現れる6色問題の解決が急務である。保守管理を提供する側では、整備・点検の有効性や故障発生に客観的な評価方法を必要としている。

参考文献

- 1)A.MIYAMOTO et al., 本リニアック技術研究会(2000).
- 2)A.KURIHARA et al., 第24回リニアック技術研究会(1999) pp.4.