

[07-A02]

Present status of the TOHOKU 300 MeV LINAC

Akira KURIHARA, Masayuki OYAMADA
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 has been operated about 3,000 hours every year. The Stretcher-Booster Ring has been completed. The beam commissioning was started from October 1997.

It is very important to find an abnormal phenomenon in accelerator for orders to reduce serious troubles in the operation. Also the renewals and repair of the parts together with the stock of the parts of the accelerator are needed to maintain a stable operation for a long time.

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・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、I系RI照射実験を月2回のペースで行った。当施設は放射線使用施設で定期の施設検査年を受けた。また、STBリングの完成に伴い性能の確認の運転を行い変更申請の検査を受け、承認された。電力料金は今期の電力夏期調整申請が受理されず、積極的な軽減にならなかった。ライナック運転は昼夜連続で建設前の運転状況と似通ってきた。

マシンタイム採択は前期に20シフト採択し後期に15シフトを採択した。実験課題採択数は35シフトであった。最近の実験シフトでの実施状況は第1表である。これは実験がマシントラブルで中止したシフト数(1シフト約12時間で計算)は含まれていない。

STBリングを使用した実験課題が多く採択された、今までと同じように月2回の定期点検日と偶数月の1週間の工事で保守管理をした。従来、夏期中は電力調整でライナックと空調・電気設備の点検整備に充てていたが、今期はRI照射実験が入り点検・運転保守と忙しい日々を過ごした。この間、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。

施設での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、寒い時期に外気導入で温度制御⁽¹⁾し、クライストロン室温度が25℃以上で警報がでる。警報がでてでも運転をすることもあり問題がある。長時間のビーム

維持の負担の軽減のため、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。

第1表 マシンタイム実施状況。

単位 (シフト)

年度	原子核	中性子	RI	その他	実施シフト	返上シフト
88	134	40	48	24	246	
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	31	134	1
95			12		10	
96			12		13	
97			34		31	
98						

空調の運転と監視は委託業者が行うが、夜間は自動運転で故障時に自動停止する。また、実験終了時は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エネルギー変更を伴わなければ可能である。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

制御系は第2実験室に300PPSでビーム加速時に本体室に設置したシーケンサーが誤動

作した。現象はビームが出てから4時間位経ってからプログラマブルコントローラ(PLC)がダウンする。PLCの耐放射線と放射線シールドの効果进行测试し、耐放射線はビームが強いとダウンが短時間で起きる傾向でシールドは時間が2倍程度に延びることが確認された。このため本体室での使用は断念し、クライストロン室に移設した。移設後は正常に機能している。第1実験室のPLCは故障で補充できず新機種に更新した。また、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の印刷の正常化に1度は成ったものも光通信リンクの障害で出来なくなった。この機会に調整運転支援のパソコンのプログラムの改修を予定している。このパソコンのDOSはCPMで動いておりこれをWINDOWSNTが動くハードで構成する。

真空系は本体室クイックバルブ3台は動作に信頼性のあるメタルガスケットのゲートバルブに変えた。動作時間は通常の早さで、停電時にエア源が消滅した場合でもロックする優れもののゲートバルブである。ゲートバルブのシーケンスはPLCを使用する。加速管列B部上流に真空のリークがあり、これを探知出来ないのでリークディテクタの更新を予定している。また、加速管列A部ではガス放出が多く、真空の質を調べた。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。

真空関係の故障はSTBリング建設でII系分析系移設とSTBリングへのビーム供給ラインIII系分析系の組み替えで、III系分析系はアルミのビームダクトとスリットおよびイオンポンプが新しくなり改善された。新しいイオンポンプをII系・III系で使用しているがケーブルの劣化が早くすでに3回ケーブルを替えた。接続ケーブルは予備を準備している。真空排気ポンプを含んだ排気系の整備が必要である。

冷却系はシーケンス回路をPLCに切り替え使用していたが、保守部品の関係で新機種に変更した。また、STBリングに純水を供給することになり、クライストロン室に設置したSTBリング冷却系用純水貯蔵タンクに給水シーケンスを組み自動補給する。この自動補給方式では補給を記録するよう記録計と接続した。水漏れが冷却塔ポンプヘッドと冷凍機への経路のストレーナで起きた。冷却塔ポンプヘッドは応急修理を施し、その間に作り直し交換した。ストレーナは交換したが原因を調べている。

クライストロンパルサーとガンパルサー全てでDeqing回路は動作している。3号機のDeqing

はサイクロトロン放電開始のノイズと基準電圧にリップルが乗っており本来の性能が充分でない。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。全クライストロンパルサーのVAPOPONPは流量減少のためオーバーホールをした。

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、およびバンチャーの10.4dB結合器の交換を予定している。今後は透過波検出の方向性結合器や真空導波管、および電送経路を伝送損失の低減を目標にし、短期間で例えば2年間ぐらいで整備する。加圧系と真空系ダミーロードの更新も一緒にと考えている。また、本体室真空導波管冷却管接続部の水漏れは3度接着剤による補修で失敗したが、加速管列の真空を破る機会に合わせ、冷却管ロウ付け部分をロウ付けし直した。また、加圧導波管の冷却管接続でもロウ付け部分から水漏れし、これも直した。冷却管を導波管に止める同じ銀ロウを使っているためと思われる。これらの水漏れは完全に止まっている。

RF関係はSTBリングへのビーム入射を安定にするためRFドライバーのパルス波形の調整とパルスとパルス間の不均一を改善した。パルス平坦度の改善とパルスとパルス間の改善にもっと力を注げば現在よりも多少性能はアップする。発信器にシンセサイザーRF信号発生器2856.240MHz⁽²⁾設定を新たに用い後段にアンプを使用し既設のドライバにレベルを合わせている。

ガンパルサーの高圧電源の制御装置と駆動回路は長期間使用して高圧制御の部品が入手困難なため更新を予定している。ガングリッドパルサーのトリガは光ケーブルでガンパルサー高圧ステージに送り変換増幅している。このため、ノイズによる誤動作は変換増幅器に仮シールドをして抑えている。

電子銃はウエネルト電極からのエミッション発生でグリッドからの制御が不安定な状態が観測され、交換を検討していた。この間、グリッドに自己バイアスを掛け抑制して使用していたが、加速管列がほぼ一気圧なる事故が10月・11月と1月に起こった。10月はガンのそばで真空の質を調べる準備でターボポンプのテスト後バルブを閉めたが完全に閉まっていなかった。11月と1月はSTBでの真空事故の波及でライナックまできたのが原因である。10月と1月に使用不能になり電子銃のエージング手順を踏んだが駄目で電子銃を2回交換した。

モニター関係では分析マグネットM6の前に電流モニターと増設したビームスクリーンモニターがあり、ビーム電流とプロファイルの観測を可能にした。加速間列A部のビームロスモニター検出器が壊れ、作る予定である。また、透過波モニターのRF切替器はGPIBで制御するものに更新した。RF入力波側の切替器も更新予定である。ビーム調整時にRF信号が小さく見えにくかったが検波器の校正後は解消された。

I系ビームラインのビームスクリーンモニターダクトと併設のコアモニターのコアに電子ビームを中て穴が開き現在使用できない。また、ビーム調整には表示画面が小さすぎると前から指摘があったビームスクリーンを撮すカメラレンズを75mm×2倍に変えビーム位置が判別できる。ビームダクトを変え映りとビーム調整が簡単にできるようにする予定である。また、ビームスクリーンの厚さを薄くしビームの大きさの変化を測る予定である。

空気源のコンプレッサー交換後にトラブルが続き交互運転のシーケンサを外した状態で運転している。空気源の自動ドレインや圧力調整器の性能低下があり、これらの交換した。運転状態を把握するため圧力センサーをリザーバタンク出力につないだ。この出力をモニターの自動記録へのつなぎ込みを予定している。

ドアインターロックは第1・第2実験室入口ドアの通路と主標的室の通路にゲートを設け実験中は近づけないようにした。

クライストロン集束コイルやクライストロン冷却水の漏れを早期発見のするためライナック運転時に目視点検をおこなっている。

真空系は第二電磁石室のIIの分析ダクトとECSの真空ダクトの更新が残されている。ライナックの冷却塔は今年度の施設部予算で措置が出来るように要望書を提出している。

積雪時のクライストロン室の水漏れ箇所はハシーズン過ぎたが未だ修理はされていない。幸いにも今まで無事に運転できているが、ライナックの運転停止も保守や安全の点から良いかと思う。

ライナックの運転は冷却系に限らず、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。

ビームコースの各種電磁石電源による不安定さはなくなり操作性の改善に務めている。

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の故障があり実験中断・中止になった。加速管、導波管、冷却系の配管およびポンプ、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が著しく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)。
- ・真空リーク検出機の更新。
- ・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)
再構築・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色問題の対策。

STBリングの入射に時間が掛かり、電子ビームの最良の入射条件に合わせる方法の確立が必要である。現在ライナックは安定に最大エネルギー220 [MeV]で長時間の運転が可能であるが、STBリング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。しかし、パルサーのシャットダウンは1時間で1回の割合は多いと考えられる。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。また、STBリングを経験したビームに6色⁽³⁾が顕著に現れ、6色問題の解決が急務である。原因究明に現在色々手を尽くしている。

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.KURIHARA et al 第20回リニアック技術研究会(1995)7.
- 2) K.WATANABE et al 第20回リニアック技術研究会(1995)341.
- 3) S.URASAWA et al 第23回リニアック技術研究会(1998)10.