

## STABILIZATION OF SPring-8 LINAC MODULATOR FOR STORAGE RING TOP-UP OPERATION

Toshiaki Kobayashi, Akihiko Mizuno, Hirohumi Hanaki, Takao Asaka, Tsutomu Taniuchi, Shinsuke Suzuki, Kenichi Yanagida, Hideki Dewa, Hiromitsu Tomizawa  
JASRI/SPring-8

1-1-1 Kouto, Sayo-cho, Sayo-gun, Hyogo, 679-5198

### Abstract

It is increasingly important to enhance the reliability of the high power modulators to minimize interruption of the top-up injection: A new gun modulator and a high voltage station were constructed. The pulse transformer in the high voltage station has the high step-up ratio of 1:30 to reduce the primary voltage aiming for minimizing high voltage troubles of the modulator. They have been in long-run tests and will replace the present one in the next summer. The meter relay assemblies of the klystron modulators, that had deteriorated because of incomplete cooling, were replaced with the newly designed ones. A prototype thyatron stand was developed to enhance its reliability and maintainability.

## TOP-UP運転のためのSPring-8線型加速器モジュレータの高安定化

### 1. はじめに

線型加速器では2004年5月から開始された蓄積リングへのTop-up運転でモジュレータfaultによる入射中断が頻発していた。インターロックfaultの原因はサイクルによっても異なるが、電子銃、制御、タイミングの合計で1割、後の9割程度はモジュレータのインターロックfaultである。そこで我々は蓄積リングへのビーム入射中断を無くす事を旨として、電子銃電源を含むモジュレータの改良、改造を行ってきた。モジュレータfaultの原因を調査した結果、モジュレータのインターロックに用いているメーターリレーに問題が見つかり、全号機のメーターリレーユニットを新規に製作した。またノイズの低減及び安定化のためにサイラトロン回りの改造を行いつつある。その他に電子銃伝送路の新規設計・製作や電子銃カソードの脱着治具設計・製作なども進めている。

### 2. モジュレータの改良、改造

線型加速器のモジュレータの改良として大きなものは、新規電子銃モジュレータの設計、製作が挙げられる。現在の電子銃モジュレータ電源は当初からインバータ電源出力部での放電が起りやすく、また制御基盤などの保守部品が入手できない状況から、小型で我々の将来の計画となっている電子銃システムの2重化に適した大きさ、性能のモジュレータと高圧デッキを製作する事にした。

2004年5月にマシン実験棟に新電子銃モジュレータと高圧デッキを設置して試験運転を行なった。その後一部機器の改良を行い、また制御ネットワークにFL-netを採用するにあたり、PLC及びVME関係の制御ソフトの開発を行うなどしていたために、長期連続運転を行う事が出来なかった。この冬季停止期間での移設、実機運転に備え、現在までに約40時間の

連続運転をした。現在のところ問題なく、これから更に長期間の運転をして冬季停止期間に現用機との入替を行う事を予定している。図1に高圧デッキとパルストランス部の図面、図2は、それらの写真である。下のパルストランスタンク部と上の高圧デッキ部は約50cmの絶縁碍子6本で保持している。またこのモジュレータ電源の運転時の波形を図3に示す。パルス波形の立ち上がりが遅いのは、パルストランスの巻き数比を1:30にしており、パルストランスタンクの浮遊容量が大きいためである。PFN電圧の安定度は0.3% (peak-peak) であり、十分に安定している。

現在我々は電子銃モジュレータ2台と電子銃2台による電子銃2重化を検討している。電子銃2重化とはいつも使用している第1電子銃が故障したときに、第2電子銃から遅滞無くビーム入射をできるように予備電子銃システムを設置する予定である。電子銃2重化の構成図を図4に示す。第2電子銃の健全性を確認するために、第2電子銃は常時ヒータに通電し、いつでもエミッション電流を同軸ビームキャッチャーに出射でき、非常時にはすぐに第1電子銃のバックアップとなる。

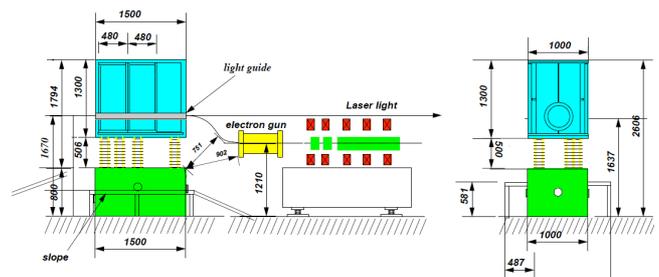


図1. 新電子銃モジュレータ用高圧デッキ



図2. 高圧デッキ&パルストランスタンク

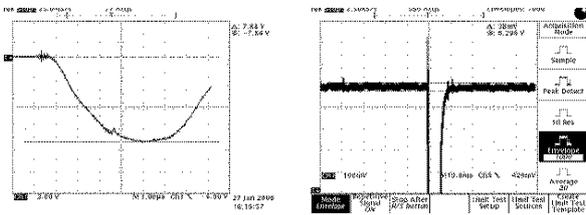


図3. 左：パルス電圧波形 右：PFN電圧安定度（586回積算）

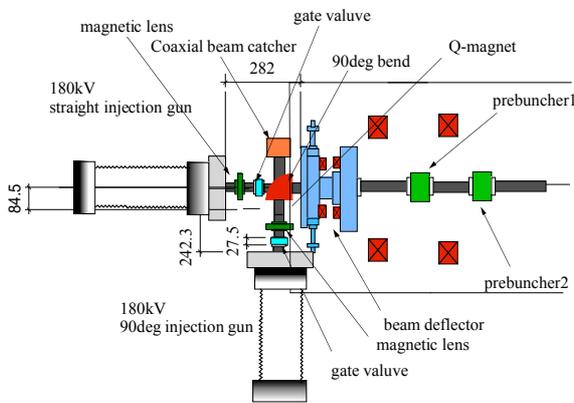


図4. 電子銃2重化計画

### 3. 電子銃カソード交換治具の製作

今まで電子銃カソードの交換作業は、カソードのみの交換ではなく、長さ約40cm、直径30cmの絶縁碍子まで外して、作業性の良い場所まで移動してカソードを取り替えていた。しかし、時間がかかる上に、作業にもむりな姿勢で電子銃碍子ごと移動しなければならず、無駄な時間となっていた。そこで、電子銃カソードを簡単に、さらに安全に行える治具を設計、製作して取り付け試験を行った。そのカソード脱着治具を図5に示す。この治具で数回脱着試

験を行ったが、問題ないことが確認できた。図5は、カソードホルダーにカソードを取り付けたところである。



図5. カソード交換治具の写真

### 4. 電子銃ドライブ用電子銃パルス伝送路の新規製作

今までの電子銃パルス伝送路は重く、作業性が悪い、接触が良くないなど問題があった。図6のような伝送路を新規に設計し、製作した。小型、軽量化を進めた設計で、取り扱いは簡便になったが、波形に幾分かの反射が生じており、グリッドパルス幅が延びている。この対処を現在考えている。旧型の伝送路が7kgの重量に対して、新型は約400gと軽く、取り付け易い。



図6. 電子銃パルス伝送路.

### 5. 80MWクライストロンモジュレータ

#### 5.1 メーターリレー

Top-up運転開始時からモジュレータのfault回数が増えた。モジュレータのインターロック関係をレコーダで長期に渡り調査すると、インターロック発生時にインターロック設定値に達していないのに、インターロックが動作していた。図7のようにメーターリレーを分解すると、異常faultを発生するメーターリレーでは、矢印の部分で必ず液漏している事が確認された。このメーターリレーの仕様を見ると大きな電力消費にも拘わらず、メーターリレーユニットの通気孔が小さく、

メーターリレーが収められたケースの放熱も悪く、それが原因で電界コンデンサの劣化を進め壊しているものと判断した。そこでとりあえず2台分にメーターリレーユニットを設計・製作して、約6ヶ月間運用試験をした。メーターリレーユニットの試験改造後のfaultは激減したので全号機のメーターリレーを取り替えた結果、Top-up運転にも耐えうる性能に改善され、モジュレータ自体の原因によるfaultは、最近では0.3~0.5回/1日(14台)まで低減できた。

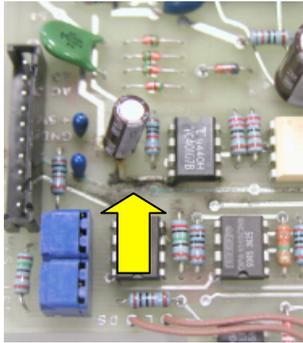


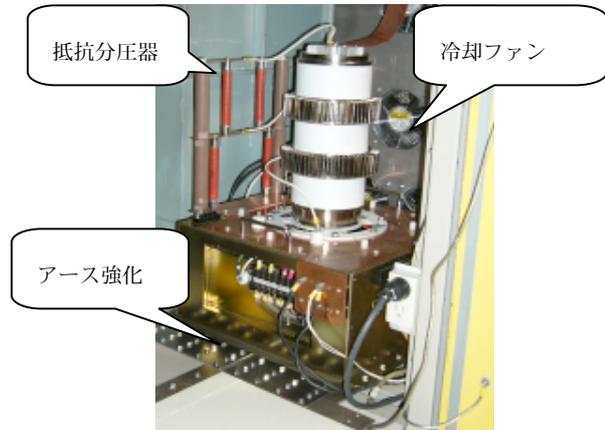
図7. 電解液漏れを生じたメーター内部回路

## 5.2 サイラトロン

サイラトロンは、長期的な安定運転のためには、サイラトロンのリザーバ等の調整を行う必要が出てくる。そこでモジュレータを運転したままでサイラトロンリザーバなどを調整できるように、小窓を扉に付け、運転中でも扉をあけずに最適なりザーバ電圧等を調整できるようにした。

また、2005年冬季停止点検時にM10号機のサイラトロン部のアースラインの見直しを行った。積極的に接地する筐体を製作した。またサイラトロン交換時にサイラトロンスタンド毎取り外しをするような事はせずに、簡単にサイラトロンの取り外しが出来るように抵抗分圧器やサイラトロンクーリングファン回路を設計、製作した。サイラトロン筐体下部のアースが非接触の部分があり、その場所で小さな放電痕が殆どの号機で確認された。そこでその非接触部分をなくすような構造を考え、図9のように改造した。M10号機での待機号機試験を経て、全号機の改造を行う予定である。

図10. M10号機サイラトロンスタンド部改造



またこの改造時にクライストロンモジュレータのアース状況を確認したところ、クライストロンモジュレータを高周波的にアースに接地している銅板アースが一応モジュレータ筐体には取り付けられていたが、塗料がプレート設置面にもついており、アースの役目を全く果たしていなかった。全ての号機の塗料を剥離して、接地を確実にを行った。

## 6. まとめ

SPring-8線型加速器モジュレータの様々な不具合の調査、改良により、メーターリレーの誤動作によるfaultが解消された。またモジュレータ内のアースの強化により、モジュレータの安定度が増しつある。

保守を考え現電子銃モジュレータに代わるモジュレータを新規に開発し、長時間にわたる安定動作を確認した。この冬季停止期間に新電子銃モジュレータに置き換える予定である。

電子銃カソードの不具合が発生した時に予備の電子銃から電子ビームの入射を可能にする電子銃2重化システム(Twin Gun System)を現在計画中であり、来年の夏には実機に組み込みたいと考えている。

## 参考文献

[1]花木博文他“SPring-8ライナックの現状”,本学会論文集.