

IMPROVEMENT OF CATHODE ATTACHMENT SYSTEM FOR ELECTRON GUN OF SPring-8 LINAC

Shoji Matono^{1,A)}, Toshiaki Kobayashi^{B)}, Takeshi Watanabe^{A)}, Hirofumi Hanaki^{B)}

^{A)} SPring-8 Service Co., Ltd. (SES)

2-23-1 Koto, Kamigori-cho, Ako-gun, Hyogo, 678-1205, Japan

^{B)} Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI/SPring-8)

1-1-1 Koto, Sayo-cho, Sayo-gun, Hyogo, 679-5198, Japan

Abstract

Replacement of an electron gun cathode at the SPring-8 linac had spent 2 hours because the whole electron gun assembly had been demounted to ease the replacement. Special tools were thus developed to easily attach cathodes on the gun assembly, consequently the replacement can be completed in 15 minutes without demounting the gun. A previous transmission line, which was placed in the gun insulator to feed the heater power and short grid pulses to the cathode, often resulted incomplete electric connection with the cathode because its heavy weight had often made the connection loose. We therefore developed a lightweight transmission line maintaining the fast transmission performance. The new one can feed a fast grid pulse rising or falling in 300ps and realized easy and reliable connection.

SPring-8線型加速器電子銃用カソード交換機構の改良

1. はじめに

現在、SPring-8線型加速器の電子銃で使用しているカソードは小口径のCPI社製Y-845熱電子型でありバリウムをタングステンに含浸しているカソードである。このカソードはグリッドメッシュが設けてあり、短パルスのグリッド電圧を印加することでパルス幅1nsおよび40nsのパルスビームを生成している。2003年より開始されたTopUp運転では、1nsパルス幅のビームが8GeV蓄積リング、ならびに1.5GeV蓄積リングNew SUBARUへのビーム入射に使用されている。

この電子銃カソードの交換はエミッション電流の減少、電子銃部の大気開放、グリッドエミッション電流の増大等の場合に行なう。(グリッドエミッション電流とは、昇華したバリウムがカソードアセンブリのグリッドに付着し、グリッドから直接電子を放出する現象のこと)

これまでのカソード交換作業は電子銃の高圧絶縁碍子ごと取り外し、作業性の良い場所まで移動させて行っていたため作業効率が悪かった。

また、電子銃カソードに接続し、高速パルス電圧信号を伝送する目的の同軸伝送路は、全長994mm、重量が7kgあり、その重量が原因と思われる接触不良、および取り付けミスなどが生じていた。これら2つの問題に対して対策・改良を行なった。

2. カソード交換治具の開発

これまでのカソード交換作業は電子銃設置場所等の

空間的制限から、電子銃の高圧絶縁碍子ごと取り外し、他の作業性の良い場所までチェーンブロックで移動させ交換を行っていた。しかし、狭所での吊り上げ、および移動させる作業には高圧絶縁碍子の破損等の危険を伴う。そこで高圧絶縁碍子を電子銃から取り外すことなく、安全かつ迅速にカソードのみの交換が行える治具を開発した。

2.1 治具の基本設計

治具の開発にあたり、以下の事項を目標にした。

- ・電子銃高圧絶縁碍子を取り外すことなくカソードの交換が行なえること。
 - ・可能な限りコンパクトで軽量にするため材質は極力アルミ材を使用する。
 - ・作業性向上のためシンプルな構造とし、専門的技術が無くても交換が行なえる仕組みとする。
- 図1にカソード交換治具写真、図2にカソード交換治具、および電子銃本体を示す。



図1: カソード交換治具一式

¹ E-mail: matono@spring8.or.jp

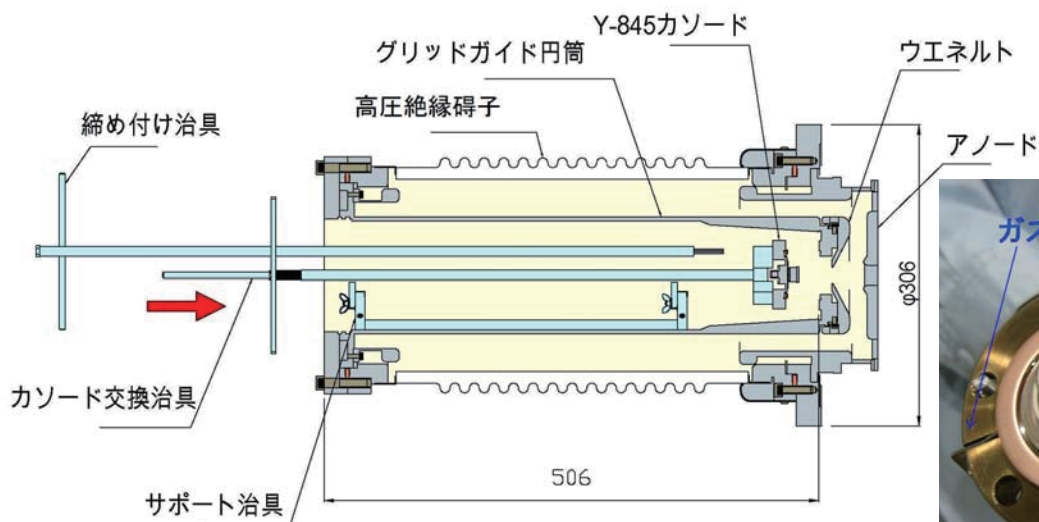


図2: カソード交換治具、および電子銃本体



図3: ガスケットクリップ

2.2 治具の構成

Y-845カソードはICF70フランジに装着されている。このカソードフランジを交換する治具は、カソードフランジを電子銃の中へ挿入するためのカソード交換治具、挿入する際に電子銃本体内の取り付け部への位置合わせに使用するサポート治具、カソードフランジを固定しているボルトを回すための締め付け治具の3つにより構成されている。

治具の開発を行う上で苦労した点は、カソードフランジ取り付け部が直径100mm、奥行き506mmの円筒形状の電子銃本体内部であるため、取り付け場所の正確な位置合わせが難しかった。このため、開発したカソード交換治具の先端部は、カソードフランジのボルト穴へ差し込める三つ又形状とし、電子銃本体内部への挿入時にカソードフランジが落下することなく取り付けられるようにした。

さらに、取り付け部に対して正確に位置を合わせるため、カソード交換治具と組み合わせて用いるサポート治具を開発した。このサポート治具は電子銃内面に沿った半月形状になっており、電子銃内面との接触部には挿入を容易にするためにボールプランジャーを取り付けて摩擦抵抗を少なくした。

これに加え、締め付け治具のハンドル部にトルクレンチを装着して規定トルクにてカソードフランジの締結が行なえる仕組みとした。

また、ICF70フランジのリーク溝を利用してガスケットを固定し、フランジを取り付けた治具の挿入時におけるガスケットの落下を防止する専用クリップも製作した。このクリップの特徴は、装着したままの状態でもカソードフランジの締結が可能である。ガスケットクリップを図3に示す。

3. 新型同軸伝送路の開発

従来の同軸伝送路は、電子銃カソードと接続した直後は正常に接触していたものが半日ほど経過し、加速器運転開始後に接触不良を起こすなどの症状が発生していた。この主な原因は、伝送路が長く重量のある構造体のため取り扱いが難しい事であった。このため、電子銃カソードに衝撃を与えず伝送路を高精度で接続する事は困難であり、取り付け方によっては僅かな角度のずれが生じて接触不良の原因となった。そこで新型同軸伝送路は、銅材でできた一部を除き、殆どアルミ材を使用して軽量化を図った。さらに、電子銃内面との接触部には挿入を容易にするためにボールプランジャーを取り付け、カソードへの装着も簡易、かつ正確に行なえる構造にした。また、導電性を増すために信号伝達部には金メッキを施した。これにより、この新型同軸伝送路は全長353mm、重量0.6kgと従来に比べて大幅に小型軽量化を実現した。

新型同軸伝送路の構造を図4に示す。伝送路の脇から出ている2本の電線は電子銃カソードとヒーターに接続され、ヒーター線には高速パルサーからのパルス電圧を通過させないように、フェライトコアを取り付けている。この電線には電子銃からのエミッション電流を制御するバイアス電圧が最大200V印加される。

伝送路の中心導体を絶縁保持する部分には、穴あきテフロン円板を支持体として用い、この部分は特性インピーダンスを出来るだけ50オームにマッチングさせるよう構造を工夫して早い応答を得ている。また、従来はテフロン板を二分割して装着していたが、テフロン強度を持たせるために一枚物として内導体、外導体で締め込む構造にしている。電子銃本体内部への装着後の新型同軸伝送路を図5に示す。

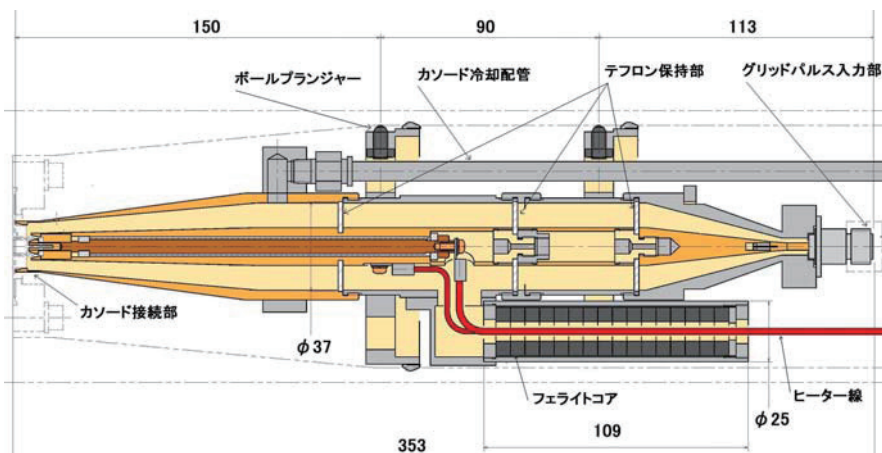


図4: 新型同軸伝送路の構造

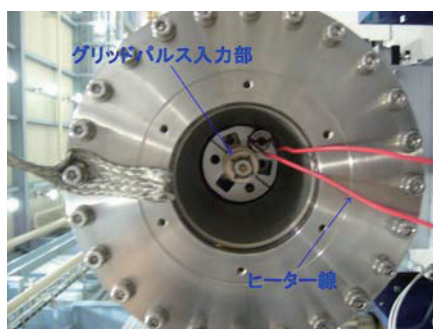


図5: 新型同軸伝送路装着後

この新型同軸伝送路の電気的特性については1nsから40nsのパルス幅のグリッドパルス信号を伝達可能であり、後述するように新型同軸伝送路通過によるパルス劣化は生じていない。

4. 新型同軸伝送路の特性測定

新型同軸伝送路の性能試験は下記の方法で行なった。伝送路試験を行なうために電子銃カソード側に50オームのマッチングを取り、Kentech社の高速パルサー出力を新型同軸伝送路で伝送させ、出力電圧をオシロスコープで計測した。図6、図7に計測結果を示す。

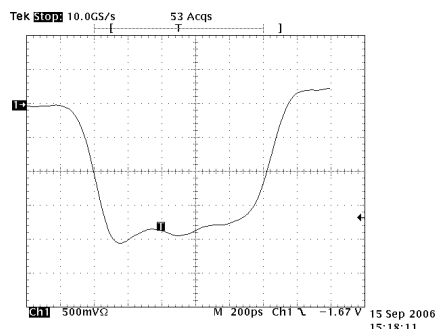


図6: グリッドパルサー出力波形
(500mV/div. 200ps/div.)

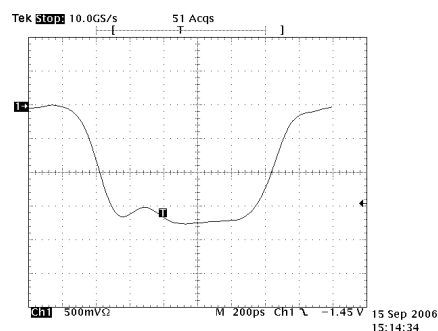


図7: 新型同軸伝送路通過後の出力波形
(500mV/div. 200ps/div.)

特性測定を行なった結果、パルサーのみの出力波形と新型同軸伝送路を通過後の出力波形を比べた所、僅かな乱れはあるものの立ち上がり、立ち下りの劣化は生じていない。

5. まとめ

SPring-8マシン実験棟に設置されている電子銃テストベンチにてカソード交換試験を実施した。その結果、従来は窒素パージ後のカソード交換作業に2時間程度を要していたが、開発した交換治具を用いることにより15分程度に短縮された。また、電子銃高圧絶縁碍子を取り外す必要がないため、チェーンブロックを使用することなくカソードの交換が可能である。このため、落下事故等の心配も無く安全面においても改善された。

新型同軸伝送路についても小型軽量化を実現した事により、電子銃カソードへの装着が簡易に行えるようになり作業効率が向上した。また、装着後の接触不良も発生していない。新型同軸伝送路のパルス特性測定では立ち上がり、立ち下がりともにグリッドパルサー出力の300psと同様であり、新型同軸伝送路通過による波形の劣化はなく、満足のいく結果が得られた。