

S P r i n g - 8 L I N A C

Hideaki YOKOMIZO, Hiroshi YOSHIKAWA, Shinsuke SUZUKI, Ken-ichi YANAGIDA, Akihiko MIZUNO,
Hironao SAKAKI, Hideyuki KOTAKI, Toshihiko HORI, Tsutomu TANIUCHI,
Masahiko KODERA, Yuuichi ITOH, Atsushi KUBA, Takashi OKADA

JAERI-RIKEN SPring-8 Project Team, Kamigouri, Akou-gun, Hyogo, 678-12, Japan

ABSTRACT

Construction of the linac building has been completed in February 1995. The construction of the linac is in progress. The preinjector of the linac has been tested and proved to have good performances. The installation of the linac is started in May, 1995.

S P r i n g - 8 線型加速器

1. はじめに

大型放射光施設SPring-8の施設整備は、蓄積リング棟マシン収納部、線型加速器棟、シンクロトロン棟が完成し、関西電力からの77kVでの正式受電も開始した。ビームラインの課題選定も進み、ビームラインの建設も開始されるなど利用研究の面でも着々と建設が進められている。加速器の製作も順調に進んでおり、線型加速器では冷却水設備、受変電設備の据え付けを完了し、マシン本体の据え付けを開始した。本論文では線型加速器の建設の現状について報告をする。

2. 建設の現状

線型加速器では、全体を7分割して製作を進めてきた。電子入射部、加速管、電磁石、クライストロン部、ビーム加速部、冷却水設備、受変電設備である。このうち電子入射部、電磁石部、加速管は、平成2年度に製作を開始して、平成4年度に完成している。残る4つの部分は平成5年度から製作を開始し、据え付け工事を含めて平成8年度に完成する予定である。

①加速管

加速管は全部で26本使うことにしており、その製作を完了した。ここで採用した加速管は、1本当

たり81セルを持ち、長さ2.835mの進行波型である。製作方法は、大型真空炉を使用したロウ付法である。各セルの位相調整は、気圧、温度、湿度を補正した状態で自動調整機械を使って行った。加速管の使用条件30°Cにおいて各セルの位相精度が $\pm 2^\circ$ の範囲内に充分収まる高性能の製品が完成した。これらの加速管は、据え付け工事に取りかかるまで乾燥窒素を封入して保管してある。

②電磁石

線型加速器の電磁石類は、ビーム収束用のQトリプレットとビーム軌道補正用のステアリング磁石、エネルギー分析用の偏向電磁石、シンクロトロンまでのビーム輸送用電磁石類から構成されている。これらの電磁石は、製作を完了し、据え付け工事を平成7年5月から開始した。

③電子入射部

電子入射部は電子銃、プリバンチャー、バンチャー、ビームモニタなどから構成され、東海研に設置し、電子ビームの特性評価を行った。電子銃は有効面積 2cm^2 、EIMAC社製Y796のカソードアセンブリーを使用し、引き出し電圧は最大200kVをかける。カソードは $10\text{A}/\text{cm}^2$ のエミッション能力があり180kVにおいて電流値として20Aが得られた。グリッド電圧、引き

出し電圧、ヒータパワーを各々変えた時の電流値特性を測定した。広い範囲で任意の電流値が選択できることが明らかになった。

電子ビームのパルス幅として特性の大きく違う3種類のビームを発生させるために、各々3種類の異なったグリッドパルサを用意した。 μ secオーダーのパルスの発生にはトランジスタ回路を使用する。10nsecオーダーのパルスの発生にはKentech社製のナノ秒パルサとショート回路の組み合わせで発生させる。Insecオーダーのパルスは同じくkentech社製のHMPSとショート回路の組み合わせで発生させる。引き出されたビーム波形試験ではそれぞれ所定のパルス幅を出力できていることを確認した。とくにInsecパルサにおいては、ショート回路の常数を変更することで全幅Insec以下から数nsecの範囲で所定の波形を生成できる。グリッドパルサからカソードアセンブリまでの伝送線は、Insecパルサシステムにインピーダンスを合わせて波形の歪みが発生しにくいようにした。

2台のプリバンチャーは、リエントラント型空洞を使用し、ギャップ電圧は各々20kV, 30kVかける。バンチャーは13空洞の定在波型加速管を採用した。設置間隔は2つのプリバンチャー空洞間が222mm, 第2プリバンチャーとバンチャー間が152mmである。バンチング特性の解析では、プリバンチャーによって約50度の位相に68%の電子が集められ、それがバンチャーによって約5度にバンチングされることになっている。電流のピーク値の測定では、バンチング効率として64~65%が得られた。

バンチャー出口で電子ビームエネルギーは約9MeVとなっているが、そこでのエネルギー広がりには半値幅で $\pm 2\%$ が得られた。90%規格化エミッタンスは、ビーム電流値によってばらつきはあるが概ね130mm \cdot mradである。電子入射部の評価試験で得られた代表的ビーム特性値を表1に示す。

④クライストロン

クライストロンは東芝製の80MW、4 μ sec、60ppsの製品を13本を使用する。月産1.5本のペースで製作を進めており、現在8本完成している。

表1 電子入射部の主要性能(実績)

| | |
|------------|--------------------|
| 電子銃引き出し電圧 | 200kV |
| 最大エミッション電流 | 22A |
| エミッション安定度 | $\pm 1.5\%$ |
| パルス幅 | 1~2nsec |
| | 10~40nsec |
| | 1~3 μ sec |
| バンチング効率 | 64~65% |
| 出力エネルギー | 9.1MeV |
| エネルギー広がり | $\pm 2\%$ |
| 規格化エミッタンス | 130mm \cdot mrad |

⑤モジュレータ

モジュレータは初号機を6月に完成させ、性能確認試験を行った。クライストロン出力80MWでパルス矩形換算幅5 μ sec、パルス平坦部2 μ sec、パルス平坦度 $\pm 0.5\%$ 、運転繰り返し60ppsの能力を有している。筐体の大きさは、2m \times 4m以内とし、その中に14段4並列のPFNを縦積みで収納している。初号機の性能試験では、パルス平坦度、パルス幅、長時間安定度など総て目標性能を満足していることを確認した。製作は、月産3台のペースで進めており、すでに5台完成している。

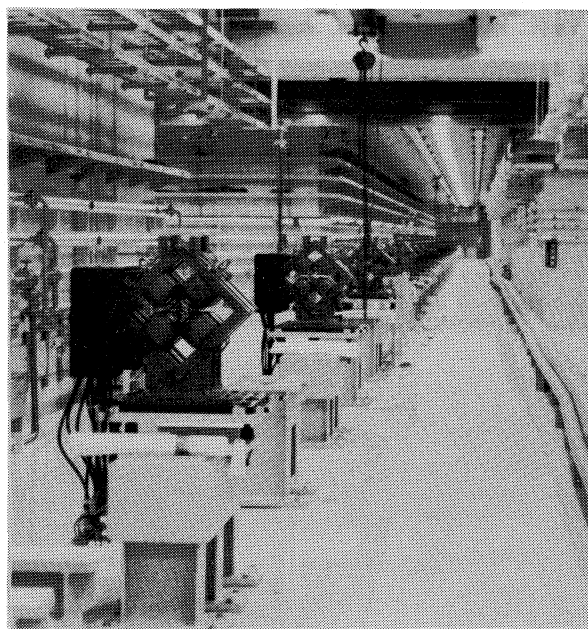


写真1 加速管室の状況

⑥立体回路

クライストロン1本あたり、2本の加速管にマイクロ波を供給する事としており、立体回路には大電力の窓、バンド、方向性結合器などが含まれている。主要コンポーネントのマイクロ波に対するエージング特性、機器の技術的な問題点を把握するために、大電力マイクロ波を使った導波管類の先行試験を行った。その結果、主要機器は大電力マイクロ波に対して、充分使用に耐えうるものであると確認できた。また、いくつかの改善の必要な点も把握でき、実機ではそれらを反映させることにしている。ただし、今回の試験構成は、長さや配置が異なる、加速管を含んでいない等の点で実機の場合と違っており、実機のエージング時でも充分慎重な対応が必要である。

⑦据え付け工事

平成7年5月から線型加速器の据え付け工事を開始している。シンクロトロンへの入射点で両加速器

の取り合い基準点を確定し、そこを起点に線型加速器内の副基準点を取った。床と横壁に取った副基準点をもとに電磁石類の粗据え付けを行い、その後レーザー光を使って精密アライメントを行うことにしている。機器の据え付け工事は平成7年12月末までに完了させ、平成8年当初から各種単体試験、組み合わせ試験を開始する予定である。

3. おわりに

建設予算の繰り上げなどもあり、建設スケジュールは順調に進展している。線型加速器棟は、内装を除いて建物工事が1994年8月に完了し、機械設備、電気設備をも含めて1995年2月に完成した。電子入射部は、目標としたビーム性能を十分に達成していることを確認したのち、解体し現地に搬入した。線型加速器の残りの部分の製作も順調に進んでおり、1995年5月からの据え付け工事を開始した。

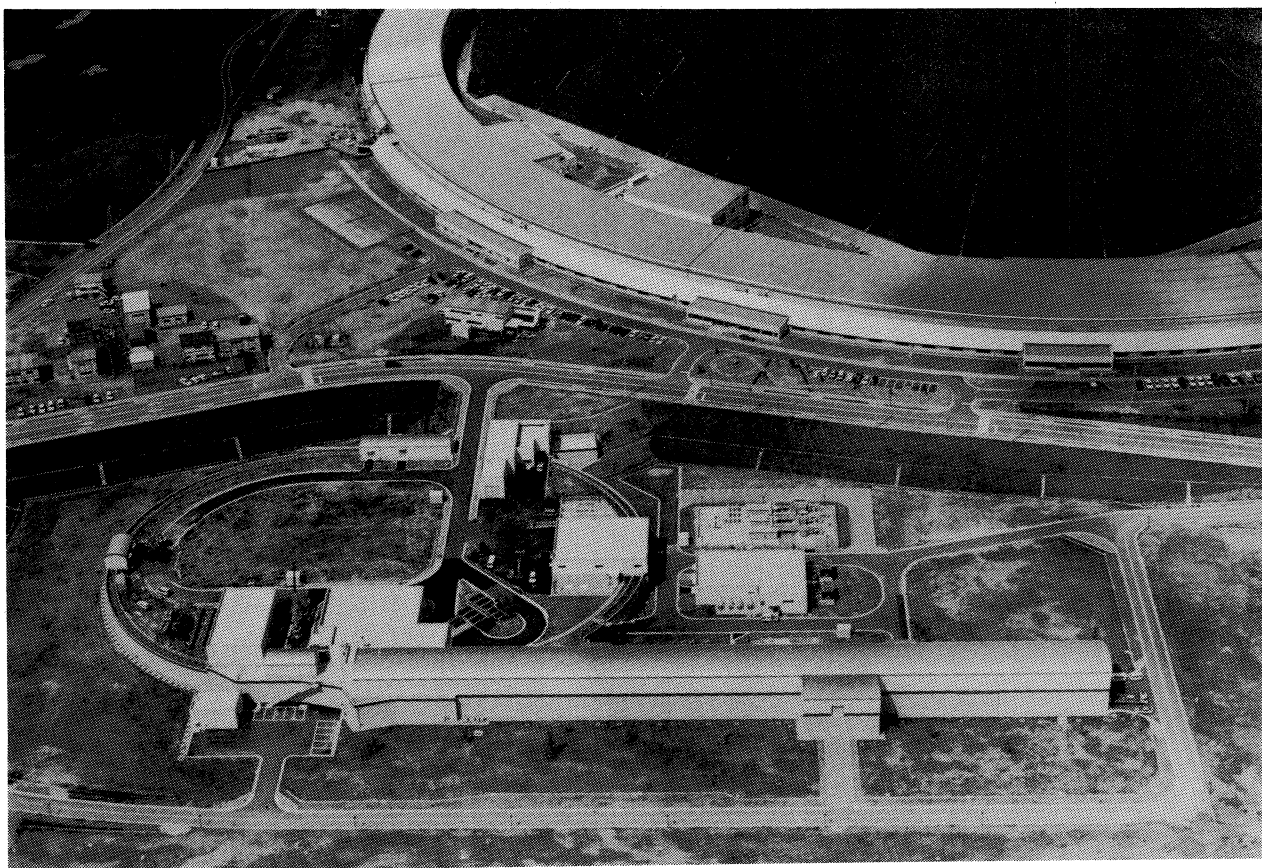


写真2 Spring-8入射系加速器建物の航空写真