

CONSTRUCTION OF SPring-8 LINAC

Hideaki YOKOMIZO, Hiroshi YOSHIKAWA, Shinsuke SUZUKI, Ken-ichi YANAGIDA, Akihiko MIZUNO, Toshihiko HORI, Kenji TAMEZANE, Masahiko KODERA, Hironao SAKAKI, Katsuo MASHIKO
JAERI-RIKEN SPring-8 Project Team, Tokai-mura, Ibaraki 319-11, Japan

ABSTRACT

Construction of the linac building has been started in February 1993. The components of the linac are under manufacturing. The preinjector of linac was already constructed and temporarily installed in Tokai Establishment in order to test the beam quality.

S P r i n g - 8 線型加速器の建設

1. はじめに

大型放射光施設SPring-8の施設整備は、蓄積リング棟の第1期分が完成し、電磁石、電磁石電源の搬入が行われ、磁場測定が開始されたほか、蓄積リング棟の第2期分、線型加速器棟の建設が開始されるなど、順調に進行している。また、SPring-8利用者懇談会が組織化されたり、ビームライン計画が具体化されるなど、利用研究の面でも着々と検討が進められている。一方、線型加速器、蓄積リングのマシンの製作も順調に進んでおり、いちばん遅れていたシンクロトロン製作も開始され、建設予算の前倒し計上等を含めて早期完成に向けて着実に進展している。本論文では線型加速器の全体概要と、建設の現状について報告をする。

2. 線型加速器の全体概要

大型放射光施設SPring-8では電子および陽電子を使用できること、全エネルギーで入射することが設計条件として要請されており、入射器は1 GeVの線型加速器と8 GeVのシンクロトロンの組み合わせで設計されている。線型加速器の加速ビーム条件としては、単一バンチ運転用としてパルス幅1nsecの電子と陽電子、多バンチ運転用として10nsecの陽電子と1μsecの電子を提供できるものとした。

陽電子の発生は、線型加速器の途中に挿入するターゲットで行う。ターゲットの手前の加速部分(HL)で大電流の電子ビームを約250MeVまで加速し、タングステンのターゲットに衝突させ陽

電子を発生させる。発生した陽電子は主加速部(ML)で約900MeVまで加速する。電子ビームを使用したいときには、ターゲットを引き抜いておけば出力できる。電子ビームの場合、最大エネルギーは約1.15GeVとなる。線型加速器の主要パラメータを表1に示す。

線型加速器の全長は140mであり、その後ろに続くシンクロトロンまでのLSビーム輸送ラインは39mである。線型加速器棟は全長が約180mの細長い2階建て建物であり、1階に加速管、2階にクライストロン、モジュレータが配置される。

表1. 線型加速器のパラメータ

出力エネルギー	電子	1.15GeV
	陽電子	0.9GeV
陽電子変換部エネルギー		0.25GeV
運転周期		60Hz
RF周波数		2856MHz
全長		140m
加速管	本数	26
	構造	Traveling wave
	モード	$2\pi/3$
	長さ	2.835m
	入力パワー	26MW
	エネルギー利得	45MeV
電子銃	カソード	Y796
	引き出し電圧	200kV

3. 建設の現状

線型加速器棟は、LSビーム輸送ラインの部分がシンクロトロン棟と切り放しのできない一体的な構造となっていることから、その部分も含めて建てることとなった。全体を8工区に分けて、下流側から順次2週間程度のずれを持たせて建設を進める。1993年2月に着工し、全体を18ヶ月で完成させる。シンクロトロン棟を含めた入射系建物の平面図を図1に示す。線型加速器の構成部分のうち、電子入射部、電磁石はすでに製作を完了し、加速管は製作中である。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ている。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。図2にその1例を示す。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。 μsec 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社製のナノセコンドパルサとショート回路の組み合わせで発生させる。 1nsec 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 1nsec 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 1nsec から 2nsec の任意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、 1nsec 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胴を使用し、ギャップ電圧は各々 20kV 、 30kV をかける。バンチャーは13空胴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胴間が 222mm 、第2プリバンチャーとバンチャー間が 152mm である。

表2 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 μsec
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 mrاد

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%が得られている。

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 mrاد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2に示す。

加速管は最初の1本目の製作を終了し、残りの製作にかかっており1994年3月まで全数26本を完成させる。

ビーム集束用、LSビーム輸送ラインおよびビーム特性測定用などの電磁石はすでに製作を終了し、1993年3月に西播磨の現地に搬入された。これらは、本格的に据え付け工事が始まるまで除湿管理して保管される。

制御システムは、ソフトウェアを開発する環境を東海研に整え、作業に取り掛かったところである。被制御対象機器とのインターフェイスはVME規格を採用した。各モジュレータごとに一つのVMEケースを配置し、それにその周辺のビームモニタ、真空機器、電磁石電源等も含めて担当させる。各VMEはLANで接続され、制御用サーバを介してSpring-8基幹LANに接続される。モジュレータなどのノイズ環境での稼働試験や、被制御機器とのデータの入出力の試験が

進行しており、システムの基本的な点では問題が無いことを確認しつつある。

4. 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1994年8月に完成する予定であ

り、機械設備、受電設備をも含めて、1994年12月頃には使用開始できる見込みである。電子入射部は、当初設定したビーム性能を達成していることを確認し、さらに各部のノイズ耐性、寿命、特性等のデータを収集している。今後、線型加速器の残りの部分の製作を進め、1995年初めからの据え付け開始に向けて準備を進めていく。

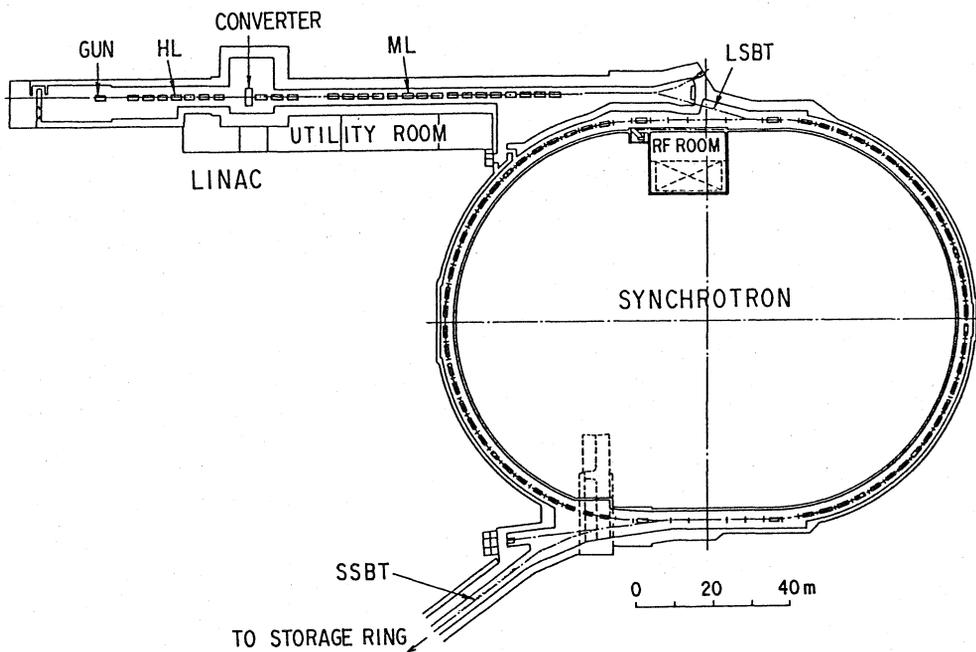


図1 Spring-8入射系加速器建物の平面図

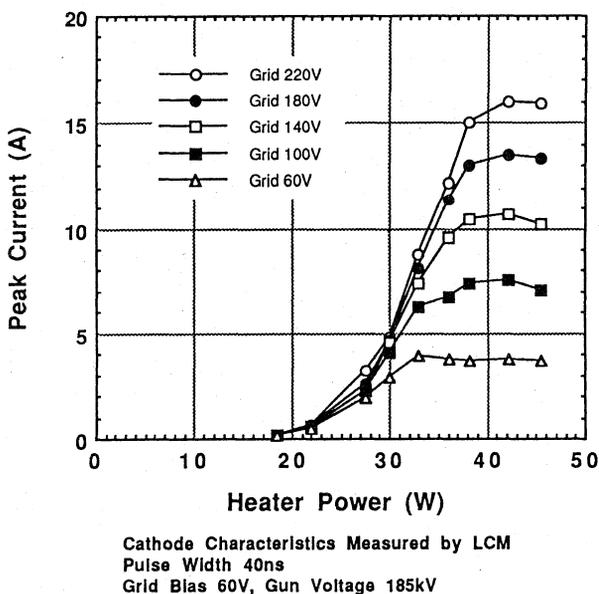


図2 エミッション電流のパラメータ依存性