

[P 1-6]

Future Activity Plan of SPring-8 Linac

H. Yoshikawa, T. Asaka, K. Fukushima, T. Hori, Y. Itoh, A. Kuba,
A. Mizuno, H. Sakaki, S. Suzuki, T. Taniuchi, K. Yanagida and H. Yokomizo.

SPring-8 Project Team, Kamigori, Ako-gun, Hyogo, 678-12

Abstract

SPring-8 injector linac has been completed and successfully established the first beam generation on August 1. This linac must be operated as an injector of the storage ring which has the duty of commercial use. Under the expected ordinary operation of SPring-8, this linac will be operated as an injector once or twice a day. And it has many times for other purposes of standalone operation. Future plans of this linac is described.

SPring-8 Linac の将来利用計画

1 はじめに

SPring-8 の入射系線型加速器は、平成8年8月8日に最終ビームダンプまでビームを輸送することに成功した。今後、施設全体の稼働開始に向けて調整を行い、定格性能の確認と、ビーム仕様の詳細を調べる。この線型加速器は、大型放射光施設の入射器としての責務を果たすことが最優先であるが、蓄積リングが定常運転に入ると1日に1~2回、15~30分の入射運転となり、それ以外の時間は入射に備えたスタンバイ状態を保つことになる。設計当初から、この加速器は入射以外の利用も想定して有効利用をはかることが検討されていた。具体的にどのような利用が想定されているかを以下に述べる。

2 線型加速器の概要

SPring-8 の入射系線型加速器は、熱電子放出型カソードを持つ200 kV、60 ppsの電子銃から発射される電子ビームを、26本のSバンド81セルの進行波型加速管で1.15 GeVまで加速し、プースタシクロトロンに入射する。電子銃はIMACY796と、3種類のグリッドパルサを持ち、1 ns、10~40 ns、1 μ sのパルス幅のバリエーションを持つ。1 nsはリングのシングルバンチ運転に対応するとともに陽電子発生のための大電流ビーム生成にも対応

し、電子銃出口で最大18 A以上を放出する⁽¹⁾。1 μ sは線型加速器自身やリングのコミッショニングと、マルチバンチ運転に対応し、電流値は終端で100 mAである。

バンチングセクションは、2つのシングルセル・プリバンチャと13セル定在波型バンチャで構成され、SHBは持たない。電子銃の200 kVとバンチングセクションの短いドリフト長により、SHBなしで十分なバンチング効果とバンチピュリティを確保できた。⁽²⁾

加速管はSバンド81セルの $2\pi/3$ モード進行波、定勾配型加速管を26本用いた。基本的には、東芝製80 MWパルスクライストロンの出力を2分して2本の加速管にRFを供給する。分岐した後の後段加速管手前に大電力位相器が置かれ、すべての加速管のRFを最適位相に合わせられるようになっている。各クライストロンの入力RFは、リファレンスラインと呼ばれる位相基準となるCWのRFを使って、ビーム位相検出空洞からの信号と、各加速管のダミーロード手前の方向性結合器によるビーム・ウェークフィールドや供給RFの位相との関係を比較計測することにより、最適な位相に合わせることができる⁽³⁾。

QTが加速管2本ごとの間隔で配置されたラティスであるが、低電流モードにおいてはさらにQTを減らしたビーム輸送が可能である。アライン

メントは加速管とQ磁石の軸を合わせることを主眼に行った。遮温の効果も果たしている3m厚さの遮蔽壁で囲まれた加速管室を、深夜空調を停止させて温度変化0.1°C以下の状態を維持するとともに、空気の揺らぎを最低限に押さえるように配慮する。その状態で、Q磁石ポールセンタと加速管出入り口フランジセンタをレーザ光によって位置測定し、補正量を決めて磁石位置を補正し、さらに測定するという行程を繰り返した。機器設置直後と、ビームを出す直前にアラインメントを行って、いずれにおいても0.2mm精度を達成しており、半年間に大きな変動が無かったことも確認された⁽⁴⁾。

モニタは、2種類のコアモニタとデマルケストのプロファイルモニタを主体に設置した。1nsパルスのSバンド・モジュレーションも観測できる帯域にチューンしたショートパルス用コアモニタ(SCM)と、市販の1 μ sパルス用コアモニタ(LCM)を対にして、5カ所に設置した。プロファイルモニタはQ磁石と対にして同一架台に乗せて設置し、アラインメントのときと同様にQ磁石の磁極中心をビームが通るようにステアリングを調整できるようにした。エネルギースペクトルは、60MeV、250MeV、1GeV相当の場所で測定できるようにファラデーカップまたは2次電子放出検出型モニタを配置している。さらにバンチのマイクロ構造を観測できるように、ストリークカメラと光学系やチェレンコフモニタ用8度ベンドライン、OTRモニタ用フォイル等が用意されている⁽⁵⁾。

3 現在の状況

線形加速器は、平成8年3月に機器の設置が終了し、5月まで細部の調整と機器単体の現場試験等を行った。その後、マイクロ波系と加速管のエイジングを行った。マイクロ波伝送系の最終設計の段階で行ったエイジング試験の経過と、同じクライストロンを使用している韓国放射光施設のエイジング経過などから、80MWパルスクライストロン13基と26本の加速管のエイジングに

1500時間を想定していたが、初期段階からPD制御によるコンピュータ自動エイジングを行った結果、500時間程で定格運転に到達することができた。

7月後半に最終のアラインメント確認を行った後、8月1日より加速器装置としての認可を得て運転を開始し、その日の11時10分、第1加速管を経て2アンペア、10ns、5ppsのビーム生成に成功した。その後、8日の12時には、最終ビームダンプまでビームを輸送することに成功したが、ブースタシンクロトロンへのBTへビームを曲げることができないため、エネルギーの測定をするに至っていない。

4 今後の予定

10月にはブースタシンクロトロンが稼働する予定で、そのためのビーム入射を行う。それまでに放射線測定を行いながら1 μ sの定格ビーム生成に向けてビームパワーを上昇させ、各加速管のRF位相調整と出力ビームの詳細測定を行う予定である。平成9年2月から蓄積リングの試運転が開始される予定であるので、今後少なくとも半年間はシンクロトロンとリングのコミッショニングのための入射運転が高い頻度で行われるものと予想される。さらにリングでの放射光利用運転がはじまる頃には、兵庫県がSPring-8サイトに建設する1GeVシンクロトロン、ニュースバルの入射器としての運転も要求される。我々はそれらのデューティを完全にこなしつつ、ビーム品質の格段の向上を行うことを計画している。目標は、高エネルギーの電子-光子相互作用の物理研究に供する、電子ビーム源として機能しうる性能を確保することである。

5 将来の線型加速器利用実験

この線型加速器を単独運転で利用する実験計画としていろいろなものが提案されているが、代表的なものを以下に示す。

SASE計画は、この線型加速器のピーク電流を10アンペア、エミッタンスを0.1 π mm \cdot

mrad、バンチ長を1 p s以下に増強して、SASEの実証試験を行おうというものである。加速器技術としての開発案件を多数含んでおり、光源としての目標はウォーターウィンドウを越える強度短波長化である。

γ 線源計画は、Tキューブレーザとこの線型加速器の電子ビームの相互作用を、等方性を持ったガンマ線源として利用しようというものである。ビームクォリティとしては現状でも利用可能であるが、電流値増大とタイミングシステム及びアライメント技術に試験開発を要する。

6 当面の試験開発

将来の利用計画に基づく、線型加速器の加速器技術開発の案件として、大電流低エミッタンス電子銃の開発、エネルギー分散劣化のないバンチングシステムの設計、アクティブフィードバック・アライメントシステムの開発、を重点項目とした。特に大電流低エミッタンス電子銃の開発としての、高周波空洞型光電子放出型電子銃の開発を先行で着手している。

フォトカソードの素材について、必要な光の波長と強度、電子放出量、カソードとしての寿命等をサーベイし、当面はCuを用いることにした。電子放出量はレーザ光源の光強度で補えるので、アッセンブリやコンディショニングが簡便な方がよいと判断した。カソードを打撃するレーザ光源は強度とともにタイミングシステムとの整合性を重要視した。電子銃加速空洞は、単セル、1.5セル、マルチセルなどのタイプを検討し、マフィアによるシミュレーションと低電力実寸空洞モデルによる電界測定を行っている。単セルで十分な電界が得られるので、空洞内放電をさけるためQもあまり高くせず、安定した均一性の高い空洞での試験を計画している。fig.1 に電子銃加速空洞の試験装置レイアウトを示す。

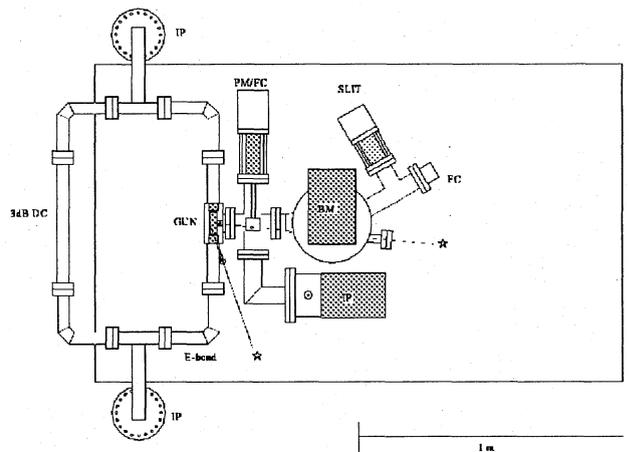


fig.1 schematic view of RF-gun test set.

バンチングは、低エネルギー側で圧縮するだけでは、加速領域での δE の増大とデバンチングを押さえることができないので、前段でのバンチングを抑制し、加速後のアイソクロナスなトランスポート部を経てから、 δE を利用した磁石系によるバンチングを行って最適化する。

7 CONCLUSION

大型放射光施設の入射系線型加速器は、入射器としての役割を果たすことを大前提として、単独でのいろいろな利用計画を持ち、それを実現するための加速器技術開発項目を抱えている。ビーム品質の格段の向上を目標とした研究開発のテーマを絞り込んだ。光放出型高周波電子銃の開発を特に重要視して検討を進めており、本年度から試験開発のための実験を開始する。