

# 40MeV Linac for the 1GeV Synchrotron Radiation Light Source (II)

Shirou NAKAMURA\*, Ryuichi KITANO\*, Masaru SHIOTA\*\*, and Takio TOMIMASU\*\*\*

\* SORTEC Corporation \*\* Mitsubishi Electric Corporation

\*\*\* Electrotechnical Laboratory

## ABSTRACT

The construction of the 1GeV synchrotron radiation light source facility has been completed at Tsukuba Research Laboratory of SORTEC Corporation.

This facility consists of a 40MeV electron linac (pre-injector), a 40MeV to 1GeV electron synchrotron (injector) and a 1GeV storage ring.

Since the beam acceptance of the synchrotron is substantially limited, the beam properties such as energy spread and beam emittance of the injected beam from the linac should be verified carefully.

In this note, we summarize the beam properties of the 40MeV electron linac obtained from performance tests after the assembly.

## 1GeVSOR光源装置用40MeVリニアック(II)

### 1. はじめに

ソルテックの筑波研究所に建設を完了し現在調整中のSOR光源施設<sup>(1)</sup>は、入射系として40MeVリニアックと40MeVのビームを1GeVに加速する電子シンクロトロンを用いる構成としている。

前段入射器としてのリニアックに対しては、シンクロトロンで捕獲可能な良質のビームをできるだけ多く供給することが要求される。従って、大電流ビームの加速と同時にエミッタンスやエネルギー分散の小さいビームを発生することが課題である。

前回の報告<sup>(2)</sup>(1988)では、電子銃単体試験、バンチャーまでの入射部試験により得られたビーム特性を報告した。本稿では、それ以降に実施した加速管を含めた総合試験の結果を報告する。総合試験の結果、得られたビーム特性は当初の性能仕様を上回る良好なものであり、電子シンクロトロンへの前段入射器として十分な性能を持つことが確認された。

## 2. ビーム特性試験内容

図1に、リニアックの全体の外形と構成機器を示す。詳細は、前回の報告<sup>(2)</sup>に述べたのでここでは省略する。

図2は、ビーム特性を総合的に試験する目的で、リニアック出口部（最下流）に設置したビーム特性測定系を示したものである。

この測定系を用いて、以下の項目について試験を実施した。

- ① ビーム形状、ビーム電流、ビームパルス幅
- ② エネルギースペクトル
- ③ ビームエミッタンス

(1) ビーム形状は、チタン窓を通過して空気中に取り出された電子ビームを感光紙に当て、そのスポット形状から測定した。ビーム電流とビームパルス幅は、チタン窓の直後に $\phi 4\text{ mm}$ 、厚さ $30\text{ mm}$ の銅製のコリメータを入れ、その後ろのコレクタの出力を測定した。また、有効パルス幅を測定するために、エネルギー分析用偏向電磁石で偏向後のビームをスリットで $\pm 1.5\%$ のエネルギー幅に切り出した後の波形を測定した。

(2) エネルギースペクトルの測定は、エネルギー分析用電磁石とスリット4、ファラデーカップにより行った。本測定系ではパルス幅の内、所定の時間幅分のみを測定できるようにゲートパルスによるパルス切り出し系を備えている。

(3) ビームエミッタンスは、スリット5とそこから $1.8\text{ m}$ 下流のワイヤグリッドを用いてX、Yの両方向を測定した。

スリットには、 $0.5\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ 、厚さ $40\text{ mm}$ の銅ブロックを用い、ワイヤグリッドは、 $1\text{ mm}$ ピッチで15本のワイヤを張ったものを用いている。従って、ビーム発散角の測定時の分解能は、 $0.55\text{ mrad}$ となる。

## 3. ビーム特性

上に述べた測定法にもとずいてビーム特性試験を行った。その結果を表1にまとめて示す。同表には、入射系の設計時に想定した値（仕様値）も併記している。

実測されたエネルギースペクトルから $\Delta E/E$ は、 $\pm 0.7\%$ 程度であり仕様値の $1/2$ の幅に入っている。測定時のチャートの1例を図3に示す。

ビームエミッタンスは、図4に示す位相図の面積から $0.7\pi\text{ mm}\cdot\text{mrad}$ 程度と求められた。

位相面上の楕円内部ではビーム強度が一様ではなく中心付近にビームが集まっていることから、実用上のビームエミッタンスとして10%ビーム強度以上の点を位相面上にプロットしている。参考迄に、同図には0%ビーム強度もプロットしているが、その値でも $1.2\pi\text{mm}\cdot\text{mrad}$ 程度であった。

電子銃出口で実測したビームエミッタンスから正規化エミッタンスを求めて40MeVの場合を推定した値が、仕様値( $3.8\pi\text{mm}\cdot\text{mrad}$ )の数分の一の値であると云う報告を先に行ったが、実際に加速後のビーム特性試験でそれが確認されたことになる。

また、電流値も2倍以上取れていることから、総合的なビーム特性は電子シンクロトロンへの前段入射器として十分な性能であることが確認できた。

なお、その他の試験結果としてビームローディング特性や各種パラメータ(マイクロ波周波数、電圧、移相量等)とビーム特性との関係についても、会場で報告する予定である。

### 参考文献

- (1) 中村他:1987年秋季応用物理学術講演会予稿 20P-G-1,477(1987)
- (2) S.Nakamura et al. : Proc. of the 13th Linear Accelerator Meeting in Japan (Sept.1988)

表1 ビーム性能値

項目	実測値	仕様値 (設計時に想定)
電子エネルギー	40MeV	40MeV
ビーム電流*	60~80mA	30mA以上
パルス幅(有効幅)	1.7 $\mu$ s	1.5 $\mu$ s以上
$\Delta E/E$ (FWHM)	$\pm 0.67\%$	$\pm 1.5\%$ 以下
ビームサイズ	$\pm 1.5\text{mm}$	$\pm 2\text{mm}$ 以下
ビーム発散角	$\pm 0.6\text{mrad}$	$\pm 3\text{mrad}$ 以下
エミッタンス	$0.7\pi\text{mm}\cdot\text{mrad}$	$3.8\pi\text{mm}\cdot\text{mrad}$

\*上記のビーム電流値は $\Delta E/E$ 、ビームサイズ、発散角の各数値を同時に満足する値を示す。

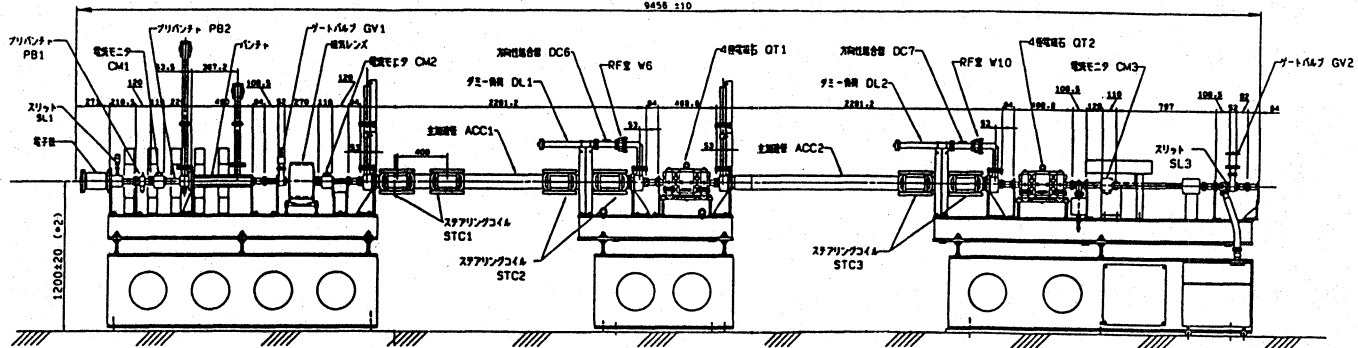


図1 リニアックの外形と構成機器

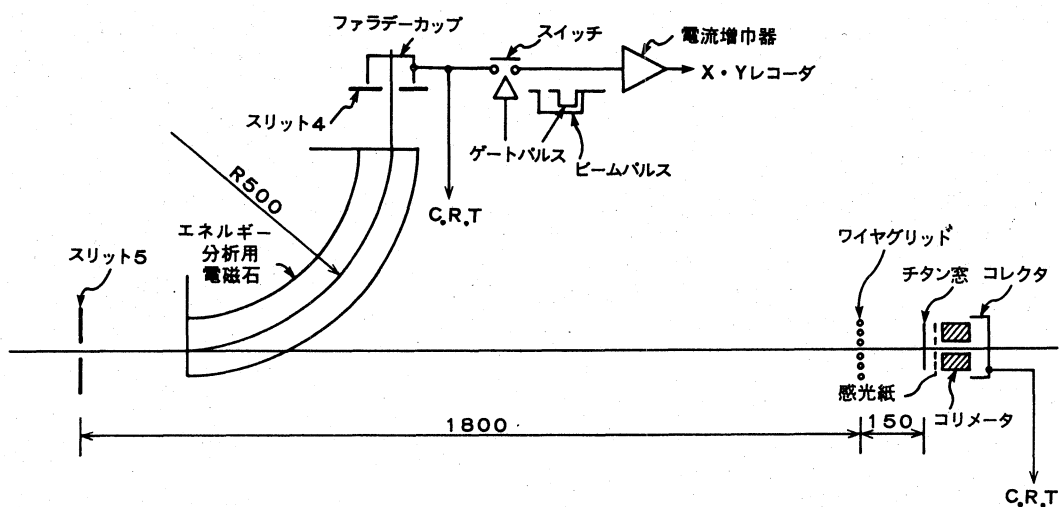


図2 測定系の構成

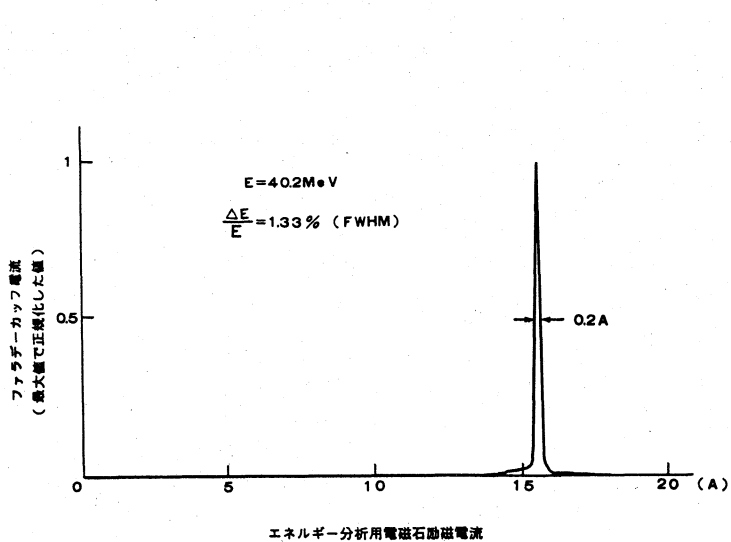


図3 エネルギースペクトルの測定結果

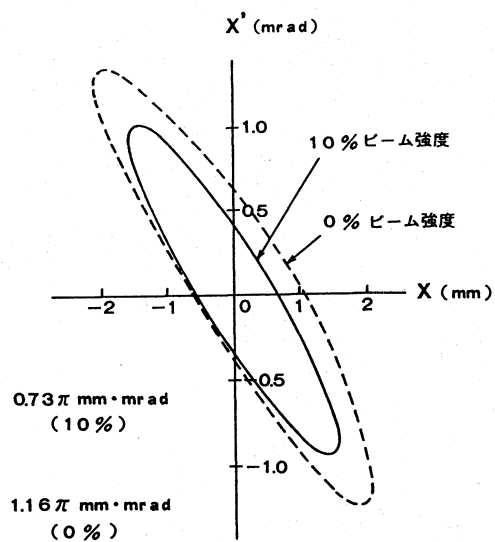


図4 エミッタンスの測定結果