

BEAM MONITORS FOR SPring-8 LINAC

K. Yanagida, S. Suzuki, H. Ohstuka, M. Yoneyama,
*K. Yamada, **M. Yokoyama, H. Yokomizo

JAERI-RIKEN SPring-8 Project Team

*NKK Corporation

**Kawasaki Heavy Industry

2-4, Shirane, Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-11, Japan

ABSTRACT

Beam monitors for the SPring-8 linac are presented here. The monitor type is a fluorescent screen, current transformer, wall current monitor, Faraday cup, silt, wire grid monitor, streak camera and so on. An amorphous core monitor and a wall current monitor are tested and provide fast rise time (~500 ps). A fiberscintillator loss monitor is developed. It senses pulse radiation of 0.5~200mR/pulse.

S P r i n g - 8 ライナックのビームモニタ

1. はじめに

大型放射光施設(SPring-8)の入射器は1 GeV線型加速器及び8 GeVシンクロトロンである。現在、線型加速器各エレメントの設計・製作及び試験等が行われているが、ここではビームモニタに関する現在の状況を報告する。

2. モニタ系概要

線型加速器ビームモニタの種類、機能及び測定点数を表1. に示す。本線型加速器ではビームを電子銃からシンクロトロンへ輸送すること及びビームクオリティを確認すること目的としてモニタを設置する。ビーム輸送のモニタとして蛍光板、ワイヤグリッドモニタ、長短電流モニタ及び放射光モニタ等を考えている。また、測定対象となるビームクオリティは①マクロパルス波形(1 ns~1 μs), ②マイクロパルス波形(5 ps~20 ps), ③エネルギースペクトル, ④トランスバースエミッタンスである。①マクロパルスの測定には長短電流モニタを用いる。②マイクロパルス波形の測定にはチェレンコフ光及びシンクロトロン放射光を信号としてストリークカメラで測定する。③エネルギースペクトルの測定には偏向電磁石とスリット+ファラデーカップ若しくはワイヤグリッドを組み合わせる。④トランスバースエミッタンスの測定は低エネルギー部(30 MeV)ではスリット+ワイヤグリッドを用い、高エネルギー部(250 MeV以上)ではダブルワイヤグリッドを用いる。

3. 各モニタの設計

a. 蛍光板モニタ

このモニタは2枚の蛍光板を持つ。1枚は低ビーム強度用であり、デマルケスト社製AF995R3mmtを用いる。もう1枚は高ビーム強度用であり、現在、素材を検討中である。また、低破壊型プロファイルモニタとしてOTRモニタ(厚さ数10 μmのフォイルを用いる)を検討中である。OTRモニタでは発光量が小さいためI-CCDカメラが必要である。

b. 長パルス用電流モニタ

ピアソン社製2100をセラミックダクトへマウントする。

c. 短パルス用電流モニタ

コア式と壁電流式がある。コア材としてアモルファスのストリップ巻トロイダルコアが適当である¹⁾。R&Dに於いてはバキュームシュメルツ社製6025Fを用いたが、現在では入手不可能であるため、トーキン社製TMAC-6(Co基)若しくは2605S-2(Fe基)を考えている。壁電流式では抵抗値2 Ω程度のエレマ抵抗体を用いる。

d. ワイヤグリッドモニタ

ワイヤにビームが当たった時に放出される二次電子の電荷を測定する。ヘッドは二次

電子引出電圧を印加できる構造にする。プロファイルの測定は一本のワイヤをトランスバース方向に駆動させて行う。信号処理回路はゲイン調整のためのI-Vアンプと後段の電流積分回路からなる²⁾。最小電荷感度は1pCoulomb/pulseを目標とする。

e. ファラデーカップ

通常型と高速型がある。高速型はヘッドが同軸構造である。

f. チェレンコフ光バンチモニタ

ビームを空気中に取り出しチェレンコフ光を発生させる。ビームを偏向させるとバンチが長くなるため、偏向させずにビームを取り出す。測定器はストリークカメラ（浜松ホトニクス社製C3735）を用いる。集束系は凹面鏡を使ったニュートニアントレスコープとし、ストリークカメラのスリット上に像をつくる。測定誤差は数psを目標とする。

4. R & Dについて

上記及びそれ以外のモニタについて、開発要素が強いものはR & Dを行い性能を確認する。ここではR & Dの結果について述べる。

a. 短パルス用電流モニタ

コア式、壁電流式各電流モニタ及び較正器を製作しベンチテストを行った。コア材はバキュームシュメルツ社製6025F(103×113×10mm)、巻数は20ターンである。壁電流式モニタには2Ωのエレマ抵抗体を用いた。図1.及び図2.にコア式モニタの出力を示す。入力パルス幅700ps及び1μs、電圧1Vの矩形波であり、系を50Ωとするとゲインは3.2V/A及び2.6V/Aである。壁電流式モニタのゲインは2V/Aであった。図3.は入力パルス幅に対する出力パルス幅(半値幅)である。コア式モニタでは500ps以下のパルスを入力した場合、出力は500psとなった。これからコア式モニタの立上がり時間が500ps程度であると考えられる。

b. ロスモニタ

現在のところロスモニタの採用は考えていないが、原研では安価な放射線モニタの試作開発を行っている。その一つとしてファイバシンチレータ+光ファイバ+アバランシェフォトダイオード(APD)の放射線モニタを試作し、試験を行った。光ファイバを用いたのはAPDを高放射線に曝さないためである。図4.に1パルス当たりの照射線量と出力電圧を示す。この図で3桁程度のダイナミックレンジがあることがわかる。

5. まとめ

SPring-8線型加速器のビームモニタについて設計及びR & Dを行った。今後、漸次改良等を行い性能を向上させる予定である。

6. 参考文献

- 1) T. Kobayashi et al., Proc. of the 15th Linear Accelerator Meeting in Japan pp. 141-143 (1990)
- 2) P. Strehl, Beam Diagnostics, Proc. of CAS General Accelerator Physics, CERN 87-10 (1987)

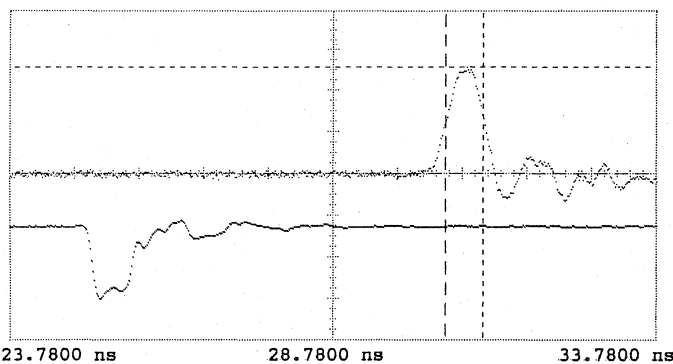


図1. ベンチテストに於ける
コア式モニタ出力(上)
20 mV/div
入力パルス幅700ps

表1. 線型加速器ビームモニタの種類、機能及び測定点数

名称	略号	検出ビーム	測定項目	設置目的	測定点数			
					HL	ML	LSBT	Total
蛍光板モニタ	PM	電子ビーム 長パルス 短パルス 陽電子ビーム 長パルス	ビーム位置	QM, STの調整	10	14	4	28
			ビームサイズ	ミックス測定				
長パルス用 電流モニタ	LCM	電子ビーム 長パルス	ビーム電流	ビーム強度測定	3	1	2	6
			マクロパルス波形	マクロパルス長の測定				
短パルス用 電流モニタ	SCM	電子ビーム 短パルス 陽電子ビーム 短パルス	ビーム電流	ビーム強度測定	4	1	2	7
			マクロパルス波形	マクロパルス半値幅測定				
ワイヤグリッド モニタ	WG	電子ビーム 長パルス 短パルス 陽電子ビーム 長パルス 短パルス	ビームサイズ ビーム位置	ミックス測定 ボジトログゲット直前 のビーム位置 エネルギー分析	3	0	3	6
スリット	SL	電子ビーム 陽電子ビーム		エネルギー分析 ミックス測定	4	1	1	6
				ハル除去				
ファラデーカップ	FDC	電子ビーム 長パルス 短パルス 陽電子ビーム 長パルス 短パルス	ビーム電流	ビーム強度測定 エネルギー分析	3	0	0	3
チェレンコフ光 パンチモニタ	CBM	電子ビーム 短パルス 陽電子ビーム 短パルス	チェレンコフ光	マイクロパルスの構造測定	1	1	1	3
放射光モニタ	SVM	電子ビーム 長パルス 短パルス 陽電子ビーム 長パルス 短パルス	シンクロトン放射光	ビームサイズ ビーム位置 マイクロパルスの構造測定	0	0	3	3

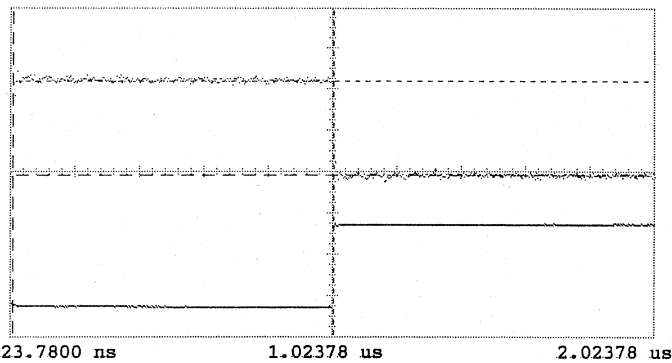


図2. ベンチテストに於ける
コア式モニタ出力(上)
20 mV/div
入力パルス幅1 μs
Droopが殆ど見えない

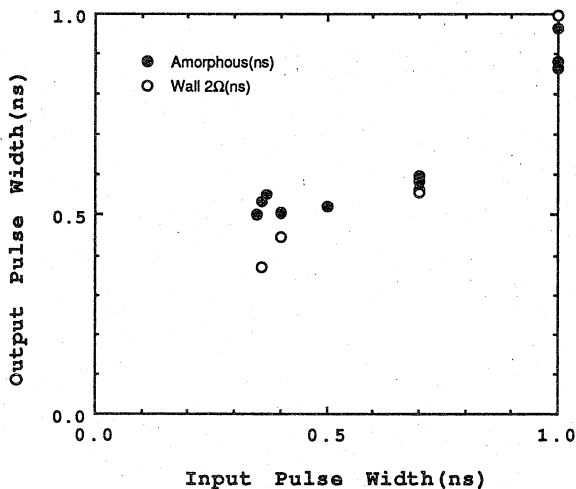


図3. 入力パルス幅に対する
出力パルス幅

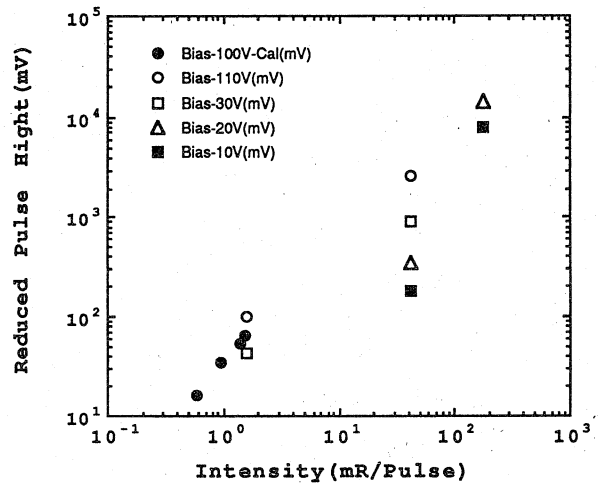


図4. ファイバシンチレーションロスモニタ
感度特性