

K. Hasegawa, Y. Hosono and T. Ueda*

Department of Nuclear Engineering, Univ. of Tokyo,
*Nuclear Engineering Research Lab., Univ. of Tokyo

Abstract

An electron beam pulse measuring system by a correlation technique has been developed and tested with the 35MeV Todai-LINAC.

Two transmission line targets employed to detect the electron pulses were placed on the beam line at the output end of the linac. One of them was fixed close by the output window, and another was moved to vary the entering time of the pulse beam. A pulse caught with the movable target is delayed by the traveling time in the air. A predetermined delay time can be compensated by using of a coaxial cable pair with a slight difference in length.

The pulses detected with the targets are transmitted through the cables to an adder which consists of a resistor network. A high speed diode detector connected with the adder has also a role of a square multiplier. The picosecond voltage pulses are squared, and then integrated by a combination of the diode and a capacitor of a cable connected with an oscilloscope.

The amplitude of the detector output pulse varies with the traveling time. One can obtain an auto-correlation function from the amplitude variation, so that the duration of the beam pulse has been estimated.

The measured pulse duration was 13ps. It seems to be influenced by the response time of the detector and the cables including the transmission line targets.

1. はしがき 東京大学工学部研究施設に設置されている35 MeVライントップは $1/6$ subharmonic と harmonic の2個の buncher を持ち、ps のシングルパルスが出る。ライントップ特性測定にいろいろの方法が試みられているが、ここではその一つとして相関を用いたパルス幅測定法について述べる。

2. 原理 いま2本の検出器を用い、一方の検出器には時間だけ遅れて入力が入っているとする。各々の出力を $v(t)$ と $v(t+\tau)$ とし、それを加え合せて自乗し、積分すると

$$f(\tau) = \int_0^{\infty} \{v(t) + kv(t+\tau)\}^2 dt \quad (1)$$

$$= \int_0^{\infty} v^2(t) dt + k^2 \int_0^{\infty} v^2(t+\tau) dt + 2k \int_0^{\infty} v(t)v(t+\tau) dt \quad (2)$$

ここで f は両検出器の感度差である。いま f が τ に対して一定だとすると、

$$\frac{f(\tau)}{2h} = \text{const.} + \int_0^{\infty} v(t)v(t+\tau) dt \quad (3)$$

ここで $R(\tau) = \int_0^{\infty} v(t)v(t+\tau) dt \quad (4)$

は $v(t)$ の自己相関関数である。 $v(t)$ が Fig. (a) のようにパルス幅 T の三角波 v とし $R(\tau)$ は同図 (b) のようになる。 $\tau = T$ の所はピークに対して $1/4$ のレベルになるから、 $R(\tau)$ を測定し、 $1/4$ の点を求めれば三角波近似 v とし v のパルス幅が求まる。

3. 装置 パルスビーム用として Fig. 2 の同軸型 v の検出器を製作した。 外径 17mm 中に内径 3.5mm 中の穴があけられていて、中心導体 1.5mm 中と空心同軸ラインになっている。これに (A) の方は 2mm 中、(B) の方は 3.5mm 中の穴があけられていてビームが入るようにしている。 (A) は固定、(B) は遠隔操作でビームライン上を動かせるようにしている。検出器の一端は 50Ω で終端され、他方は 1028mm と 1000mm のセリジットケーブルでアダプターに繋がれている。このケーブルの長さの違いは伝送時間差 $t_1 - t_2$ を作り、 $\tau = 0$ の点を $L = 4\text{cm}$ の所に設定するために用いた。アダプターには power divider (テータロコ) を使い、加え合さった出力は hp の diode detector 33330C ($0.01 \sim 26.5\text{GHz}$) で自乗検波した。その出力をセリジットケーブル (7.5m) で 400MHz オフにスロープに入れて相関関数を求めた。

4. 測定結果 Fig. 4. に結果を示す。三角波近似 v の場合、測定パルス幅は約 13ps とする。ワイヤケーブルの振幅のぶらつきにより測定精度が悪く、増幅器と高分析器を組合せたシステムで測定する予定にしている。測定精度が上げばケーブルの長さを変えケーブルで

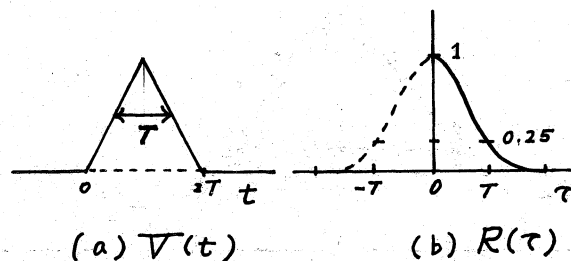


Fig. 1. Input waveform $V(t)$ and its auto-correlation function $R(\tau)$

の周波数特性の影響を求めたり、ガイド周波数特性の補正なども可能となり、さらに短いパルス幅測定データが得られるものと思われる。

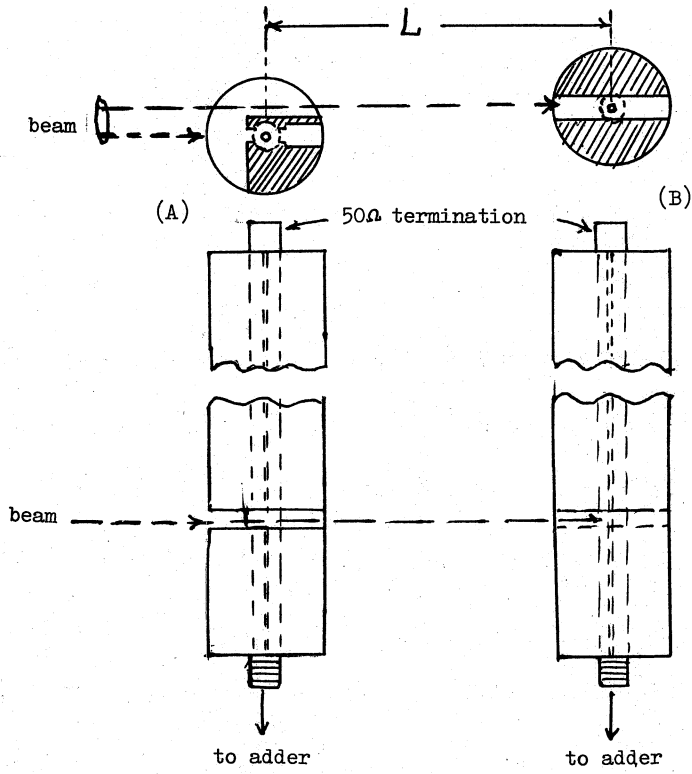


Fig. 2. Transmission line targets

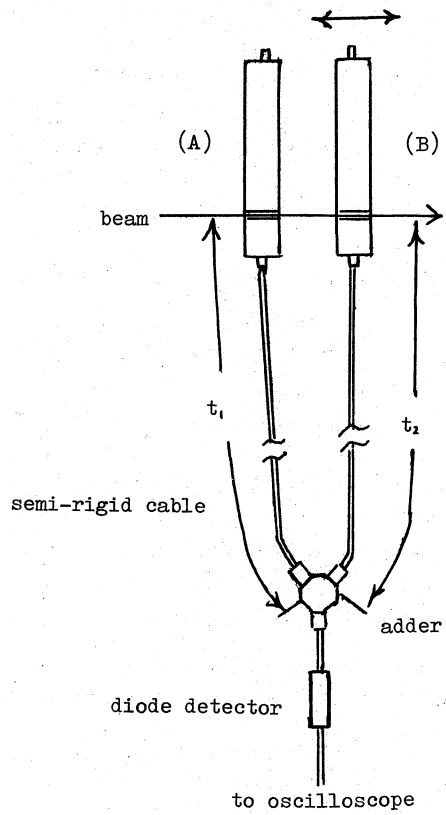


Fig. 3. Arrangement of the measuring system

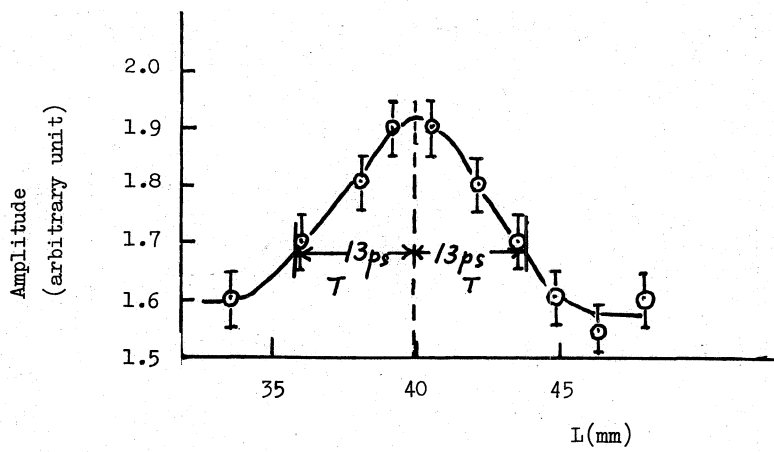


Fig. 4. Measured auto-correlation function