

BEAM PROFILE MONITOR USING
CERENKOV LIGHT

K. Tsumori, S. Takeda, S. Suemine*, M. Kawanishi
Radiation Laboratory,

The Institute of Scientific and Industrial Research
Osaka University.

* Unicon System Ltd.

ABSTRACT

This paper describes a trial fabrication of a beam profile monitor by using Cerenkov light radiated from a small piece of the Suprasil quartz. In order to determine the beam profile, Cerenkov radiator was moved across the beam center and its light was measured by a photomultiplier with the optical systems. Output signal from the light detector is fed to the transient digitizer and the data processing by the computer. As a result, fidelity of the beam profile measurements could be satisfied at many conditions.

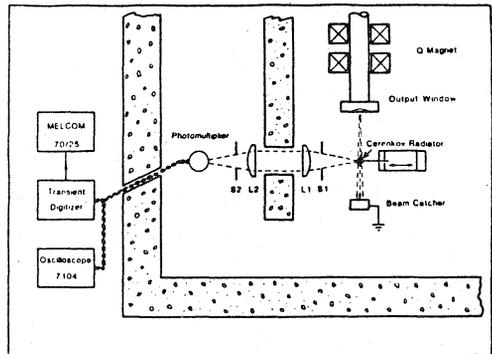
§ はじめに

阪大ライナックは、近い将来に計算機を用いて運転制御を行なうことを計画しているが、その第一段階として、運転データのロギングシステムを設置し、運転操作の省力化に役立てている。しかし、このシステムは、電子ビームに関しては、カーレントモニターからのデータを収集しているだけで、トランスポート系におけるビームプロファイル(ポジションも含めて)の情報をロギングすることは行なっていない。それは、使用条件に満足出来るモニターの開発がおくれているにためであって、その条件は、1)リアルタイムで定量的に、2)真空、大気のいずれの雰囲気でも使用出来る、3)周波数特性の良好な、4)広いダイナミックレンジであって精度良く、5)無妨害形で、6)計算機との結合が容易な出力形式であることなどが備えられていなければならない。今までにも二次電子放出あるいは遷移放射光その他を利用したビームプロファイルモニターが試みられ、多くの報告がなされているが、上に述べた条件にうまく合致するものは見あたりになかった。そこで、我々はいくつかの形式のモニターについて検討を行ない、チェレンコフ光を利用してプロファイルモニターを開発することにした。今回は実用形のモニターを作るのに必要な、基礎的なデータを得るための予備実験を行なった。その結果、比較的簡単な装置で、ビームの強度分布を忠実に測定することが可能で、又ビームのポルス中もフォトマルを用いて3ns、ストリークカメラと組合せてシングルバンチビームまで使用出来ることがわかり実用化のめどがついた。以下に装置のあらましと、得られた結果について報告する。

§ 実験装置の概要

この測定法は、スーパラジル(高純度合成石英)の小片をビームの通路で移動させて、それから得られるチェレンコフ光をフォトマルで受けてその出力波形の大きさや形状からビームの強度分布を知るもので、装置の概要をFig. 1に示す。直径1~2mmのスーパラジルの小球を先端に取り付けた。

細いアルミパイプを移動台に取り付け、ライナックのビーム取出し窓の前方約73mmの位置でビームの中心を横切る様な方向に移動させた。小球が発するチレンコフ光は、2枚の平凸レンズとスリットを用いて集光し、1P28のフォトマルで受けた。フォトマルは、立ち上りを速くするためにオオダイノードから出力させる回路¹⁾を用い、-500~-800ボルトの高圧を与えて使用した。又、これの出力信号は、2重シールドの同軸ケーブルで照射室外に導き、トランジェントデジタイザー(テクトロニクス 7912AD)とMELCOM 70/55を用いてデータ処理を行い、フォトマルの出力パルスの面積を求めた。

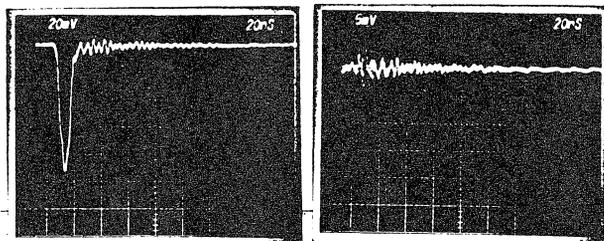


オ1図

3. 測定結果

1) SN比の改善

エネルギー27MeV, パルス中10ns, ピーク電流7Ampの電子ビームを約5mm中に集束させて実験を行なった。スーパーラジル球からのチレンコフ光は、ビームの進行方向に対して90°横から測光したが、実験には充分可明なものであった(470nm付近の発光が最強)。一方スーパーラジル球の



オ2図

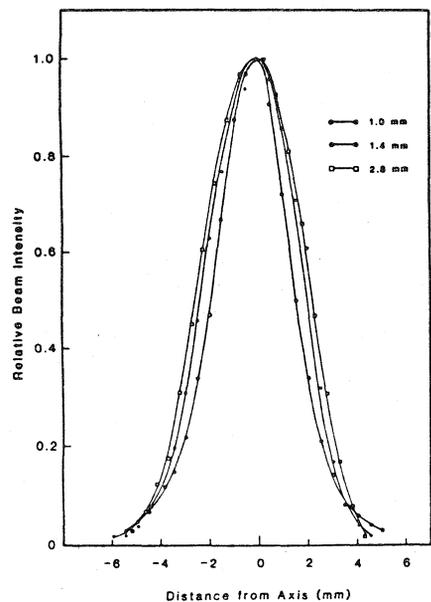
ビームの通路からはおれに時は、空気のチレンコフ光が、意外と強く、SN比が2.5:1と悪かったので、光学系にスリットを追加し、フォトマル面の結像を調整した結果、オ2図に示す様に、SN比は非常に改善された。

2) スーパーラジル球の大きさの影響

オ3図は、1.0, 1.4, 2.8, mm中の3種類のスーパーラジル球を用いた時のビームの強度分布の測定結果を示したもので、当然の事ながら、球の直径は小さいものほど精度が良好であった。しかし、発光強度は減少するので、この大きさが限度であった。

3) ビームの強度分布測定

1mm中のスーパーラジル球を用いて、ビーム強度分布の測定を行なうと共に、同一条件で塩化ビニルフィルムを照射して、その黒化度の程度と比較を行なった結果、ビームの直径は殆んど一致した。しかし分布の形状には若干の相違が

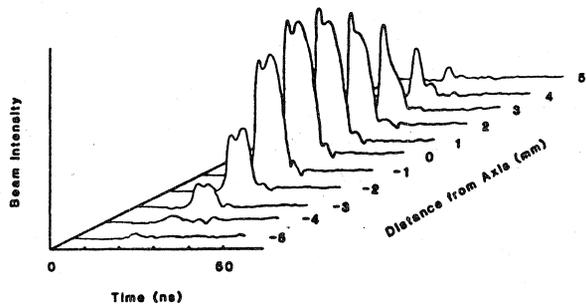


オ3図

見られたが、これは、塩化ビニールの照射線量と黒化度の直線性が良好とは言えないので、正確な比較が出来ないものと思われる。

4) ビームの断面におけるパルス波形の変化

この測定法は、ビームのパルス波形と同一形状の出力がフォトマルから得られるので、ビームのプロファイル(すなわち断面)におけるビームのパルス波形の様子を見る事が出来る。オ4図はビームの中心から左右にスーパラジル球を移動させた時のビームのパルス波形を示したもので、これはエネルギー



オ4図

に中をもったビームがトランスポート系(45°方向に2回の偏向と13ヶのQマグネット)を通過した後では、水平方向の場所によっては、パルス波形が異なっていることがわかった。

§. まとめ

スーパラジルの小球からのチレンコフ光を用いたこのモニターの予備実験の結果は、最初に述べた使用条件の大部分を満ちるものであることがわかった。又、ビームの形状が場所によって異なっていることを見出したことも予想外の成果だった。今後は実用的なモニターに仕上げるための研究を続ける予定である。

1) G. Beck, Rev. Sci. Instr., 47, 537 (1976).