

PRESENT STATUS OF THE 38 MEV OSAKA UNIVERSITY ELECTRON LINAC

K. Tsumori, T. Yamamoto, T. Hori, N. Kimura, S. Takeda, J. Ohkuma, T. Sawai & M. Kawanishi

Radiation Laboratory

The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

ABSTRACT

Since 1982, a single bunch charge was increased from 14 nC to 30.6 nC by deflecting satellite bunches with a single bunch chopper. After that, project for improvement of a new high current injector system (single bunch charge up to 50-60 nC) is in progress. The followings are main items to be reported;

- 1) The main parts for improvement has been prepared except SHPB's cavity, and the installation is planned to start in Nov. 1983.
- 2) A practical SHPB's cavity was designed using measurement data obtained by a test cavity.
- 3) Statistics of annual machine time for various kind of operating mode was illustrated.

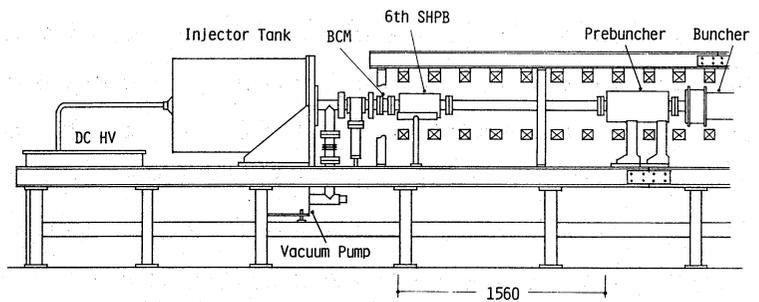
(1) まえがき

シングルバンチビームの電荷量増大計画の一環として、主加速管出口にバンチチョッパーを取付けサテライトを全く含まない30.6 nCのビームを発生することが出来た。これに引続き50~60nCのビームを得ることを目標にした入射系の改造(SHPBの低周波化)計画は、キャビテーターの工作がやや遅れている以外はすべて準備が完了し、11月中旬から組立を開始するはこびとなった。今回は、この改造計画の現状を述べると共に、この一年間の運転実績についても報告する。

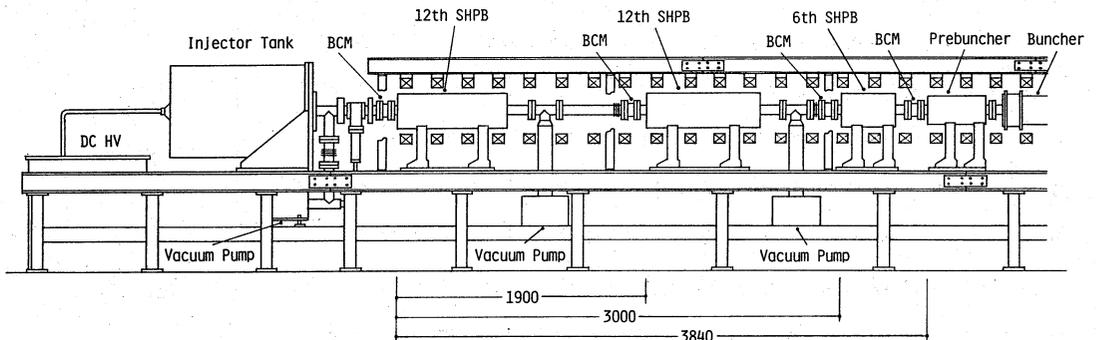
(2) 入射系の改造 (SHPBの低周波化)

イ) 構成

第 / 図 (A), (B) は、改造前後における入射系の構成を示したものである。まず、架台を2,300mm後方に延長して、インジェクタータンクを移動させ、プレバンチャーとの間に12th SHPBを2台と6th SHPBを



(A)



(B)

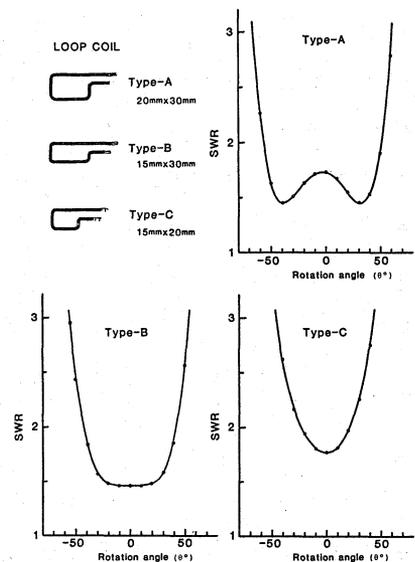
第 / 図 入射系の構成図 (A) 改造前、(B) 改造後

／台設置する。それに伴ってヘルムホルツコイルを／0個追加し入射系に関連のある合計17個のコイルに対して、同数の安定化電源を接続し、ビームをプリリアンフローさせる磁場分布を得られる様にした。今回の改造に於てSHPBは全て真空形のキャビテーターを用いることにしたために、排気容積が著しく増加した。従って160 l/secのイオンポンプ2台を新しく設け運転時に於て $2 \times 10^{-8}$  Torr以下の真空度が得られる様にした。又SHPBを連結するドリフトチューブには、内径50 mmのSUS 316と無酸素銅のクラッドチューブを用い、途中にあるT字管の排気側の孔は数本のスリット状にして、大電流のビームが通過した時に生じるイメージカレントの影響を考慮した。

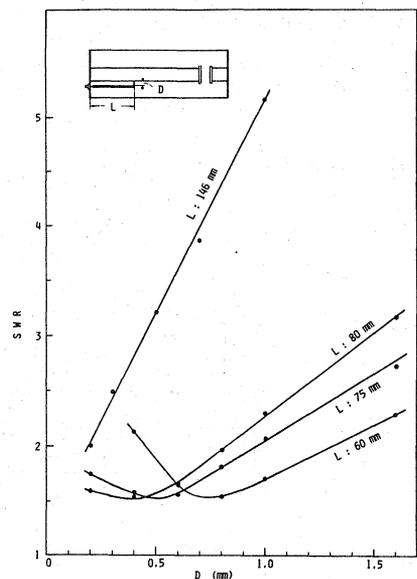
多段式SHPBを採用した目的は、より多くの電子をより有効にパンチングさせることにあり、そのためにはそれぞれのキャビテーターに与える励振電力、あるいは位相を別個に変化出来るRFシステムを設ける必要がある。12th SHPB ( $f_0 = 108.38$  MHz)にはピーク電力20 kW、パルス幅20  $\mu$ sの増幅器2台、6th SHPB ( $f_0 = 216.76$  MHz)には同じ性能を備えた既設の高周波増幅器をそれぞれ設けた。又、これらの前段には位相器があり、最適な加速条件が得られる様に調整を行い、上記の要求を満たしている。キャビテーターの表面にはクーリングパイプが巻かれており、その表面中央部には、白金抵抗式の温度センサーを取付けて $\pm 0.1^\circ\text{C}$ の精度で温度制御が行われる。

#### ロ) SHPB 用キャビテーター

今回の改造計画において、SHPBキャビテーターの位置関係と高周波特性の良否は、加速後のシングルパンチビームの電荷量に大いに影響する。前者は計算機シミュレーションによって求められたが、キャビテーターの諸特性は実験的に決められる要素が多い。従って、本格的なキャビテーターを設計するに先立ち、計算で得られた基本的な諸元を参考にしてテストキャビテーターを作り、共振周波数及びその可変範囲 $QL$ ,  $SWR$ , 結合方式などについて実験を行った。12th SHPBのモデルとして長さ820 mm、外筒内径190 mm、内筒外径54 mm 加速ギャップ34 mmの同軸共振器を作り、一端のフランジには結合及びピックアップのループ、周波数可変用フラッパーを取付けた。加速ギャップを変えて約50 KHz/mm、フラッパーで500 KHzの可変範囲があった。この値は、実際のキャビテーターを作った時の共振周波数の誤差を充分吸取出来る。 $QL$ は3 dBダウンの $\Delta f$ を測定して約2700が得られた。同軸共振器の励振にはループコイルを用いて結合するのが一般的であるが、その場合のインピーダンスマッチングは極めて重要である。すなわち $SWR$ が1に近づける様な調整を結合部で行わねばならない。第2図は、3種類の断面積をもった、ループコイルについて結合度を変えた時の $SWR$ の値を示した



第2図 インピーダンス整合 (ループコイルの場合)



第3図 インピーダンス整合 (直接結合の場合)

もので、タイプ A ではオーバーカップリング、C ではアンダーとなり、 $SWR$  も若干悪くなっている。タイプ B の場合は  $SWR$  が約 1.5 で回転角に対してもブロードな特性を示し、結合回路としては最適の条件とした。

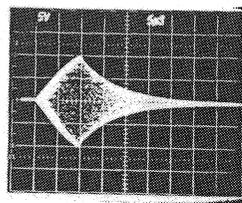
ループコイルによる電磁的な結合以外にもいくつかの方法があるが、その一つとして、内部電極上の適当なインピーダンスを持った位置に RF を直接供給することを試みた。第 3 図に示す様に直径 4 mm の導体を中心電極に平行して置きその一端は同電極に接続する。他端は同軸コネクタにつなぎ、RF アナライザで測定した。導体の長さをパラメーターにして、中心導体との間隔を変えて  $SWR$  を測定した結果を示している。導体の長さが適当であれば、 $SWR$  1.5 前後でマッチングは可能であることがわかった。ただ長い場合は間隔が極端に狭くなるので、60 mm 程度が適当であった。ループコイルの場合は回転の機構が複雑で、特に真空形のチェンバーでは後者の方がはるかに有利である。

これら 2 つの結合方式についてハイパワーテストを行ったところ、全く同じ結果が得られ、それを第 4 図に示した。テストキャビティーは、真空形ではないので約 7 kW 以上では加速ギャップで放電が起りその電圧は約 95 kV と推測した。これらの結果を元にして設計したキャビティーを第 5 図に示す。12th と 6th は長さを違えただけで、他は全く同じものにした。外部電極と側板及びドリフトチューブは、SUS-Cu のクラッド板を用い、ループコイルは、セラミックの真空シールを用いて大気側に取付けた。

12th SHPB は 2 台作られるので、内 / 台は前述の直接結合方式を用いている。クラッド板を用いた理由は、銅のブレイジングに技術的な不安があったためでその結果、外部電極と側板の、高周波の接触には、メッシュストリップを使用した。

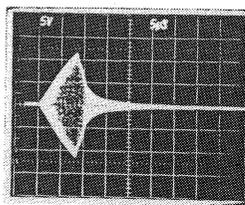
#### ハ) 年間運転実績

/ 週 5 日午後 / 0 時迄の運転が連日行われ、マシンの保守は土曜日に行っている。幸いにも大きな故障は起らず、Q 電磁石電源 3 回、真空洩れ 2 回、RF 増幅器 2 回、De-Q サイクロン取替 / 回、電子銃パルサー板極管取替 4 回、冷却水洩れ / 回その他 2 回等でマシンタイムの途中で修理が完了する様なトラブルばかりであった。年間の利用状況は第 6 図に示す。年間稼働率は建物、放射線モニター、その他工事の日数を除けば、90% 以上であった。



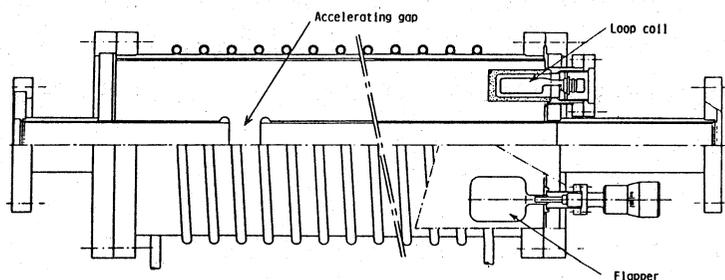
HIGH POWER TEST

Normal condition  
RF power  
Forward 5 kW  
Backward 100 W  
Pulse width 10  $\mu$ s

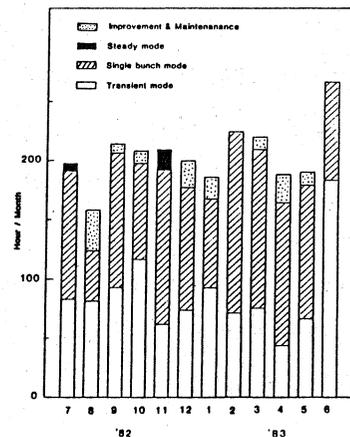


Sparking condition  
RF power  
Forward 7 kW  
Gap voltage 95 kV

第 4 図 テストキャビティーのハイパワーテスト



第 5 図 SHPB のキャビティー



第 6 図 モード別年間利用状況