

RF CHARACTERISTICS OF HIMAC ALVAREZ LINAC

K.Sawada*, S.Yamada, Y.Sato, H.Ogawa, T.Yamada, Y.Hirao
S.Hara*, K.Okanishi*, H.Murata*, O.Morishita*

National Institute of Radiological Science
*Sumitomo Heavy Industries, Ltd.

ABSTRACT

One of three Alvarez linac cavities for HIMAC injector has been manufactured and the RF characteristics of the cavity has been tested at SHI factory. Acceleration field was tuned within 3% flatness. RF power of 1.5 MW was successfully fed to the cavity and 15% higher field than the designed value was achieved. RF amplitude and phase in the cavity were controlled within 0.1% and 1° over 400 μ s of 1.2ms RF pulse, respectively. This paper describes an outline of the linac design and RF characteristics.

HIMACアルバレイナックの高周波特性

1. はじめに

HIMACアルバレイナックは、キャビティ1台の製作とSHIでの工場テストが完了している。主な内容は、共振周波数及び電場調整、大電力RFを導入しての耐電圧試験、キャビティのRFレベル及び位相制御試験であり、いずれも良好な結果が得られた。以下にアルバレイナックの基本設計と一連の試験結果について報告する。

2. アルバレイナックの基本パラメータ

表1にアルバレイナックの基本パラメータを示す。全長約24m、106セルのライナックは3台のキャビティによって構成され、各々1.4MWアンプによってドライブされる。これらキャビティ径は実効シャントインピーダンスを高くするため、第1タンク2.2m、第2タンク2.18m、第3タンク2.16m、と加速されるにつれてわずかず小さくしている。

前段のRFQライナックから出射されるビームは約2mのドリフトスペースを経てアルバレイナックに入射されるため、バンチ位相長は約60°に広がる。これに対して十分な縦方向アクセプタンスを確保するため第1タンクでは同期位相を-30°とし、再バンチされる第2、第3タンクでは-25°としている。一方横方向はFODOの磁石配列によって2.8 π mm.mradの規格化アクセプタンスを確保し、RFQライナック出射ビームの規格化エミッタンス1 π mm.mradに対して十分余裕をもった設計としている。図1にはPARMILAによるシミュレーション結果を示した。

	第1タンク	第2タンク	第3タンク
周波数 (MHz)	100	100	100
同期位相 (deg)	-30	-25	-25
質量電荷比	1/7	1/7	1/7
エネルギー (MeV/u)	0.800-2.069	2.069-4.385	4.385-6.060
セル数	56	28	22
タンク径 (m)	2.20	2.18	2.16
タンク長 (m)	9.768	7.202	6.907
ボア半径 (cm)	1.0	1.5	1.5
TTF	0.825-0.853	0.869-0.867	0.888-0.880
Z (MΩ/m)	46.29-53.16	54.93-57.07	57.38-58.92
Q値	123000	128000	129000
平均加速電場 (MV/m)	1.808	2.102	2.102
最大表面電場 (MV/m)	9.79	12.34	12.84

表1 アルバレイナックの基本パラメータ

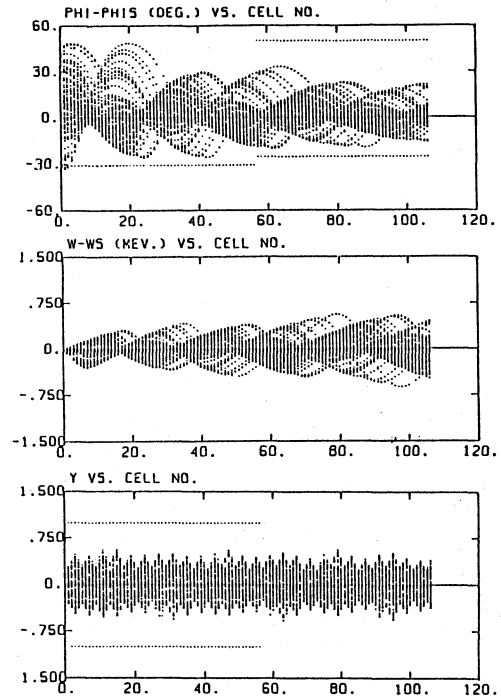


図1 PARMILAによるシミュレーション結果

3. アルバレイナック第3タンクの試験結果

(1) 共振周波数及び電場調整

電場調整に際しては一般的なパータベーション法による電場測定を行った。図2はセル内電場分布の測定値とSUPERFISH計算値を比較したものである。両者は非常に良く一致しており、今回の測定で十分な精度が得られていることを示している。全セルにわたる電場測定とキャビティに配置した6台のチューナの位置調整とを交互に繰り返した結果、設計値である共振周波数100.00MHzで図3に示す電場分布が達成された。加速電場のばらつきは3%以下であり、性能上全く問題ないレベルである。

(2) 耐電圧試験

第3タンクの最大表面電場は12.8MV/m、これはキルパトリック値の1.13倍である。耐電圧試験ではキャビティと1.4MWアンプを接続し、3Hz、1.2msパルス幅のRFを導入した。その結果、1.4MWアンプからは最高出力値として1.5MWが得られ、キャビティには設計値の15%増の電圧（キルパトリック値の1.3倍）を安定に印加することができた。

(3) RF制御試験

HIMAC入射器は主リングビーム入射時間の要請から200μsのビームパルスを供給する必要がある。入射器を構成するキャビティの中では、このアルバレイナックのQ値が断然高くAGC、APCに対する応答が遅いため、短時間でのRF制御が最も難しいキャビティといえる。試験結果は図4に示したように、1.2msのRFパルスに対して10⁻³以内の振幅安定度及び1°以内の位相安定度が400μsにわたって得られた。これらはいずれも安定なビーム加速条件を満足する値である。

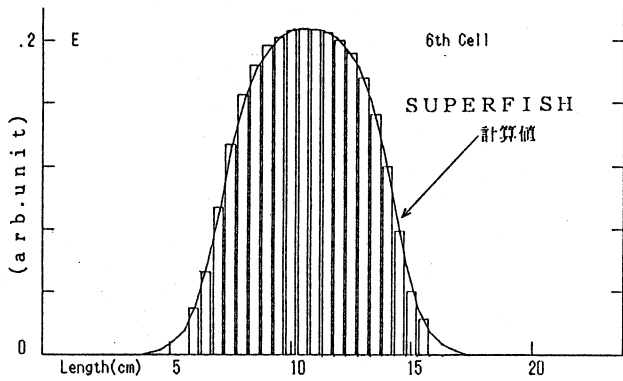


図2 セル内の電場測定例

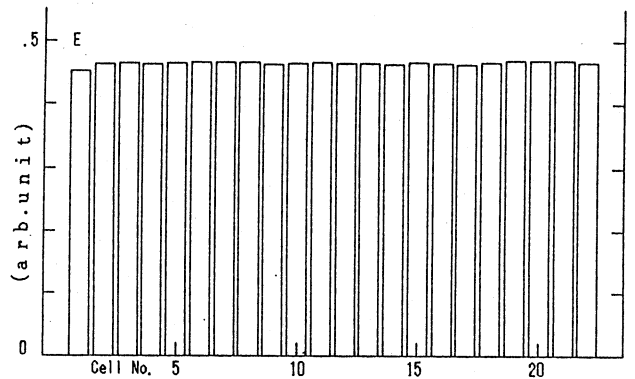


図3 電場調整結果

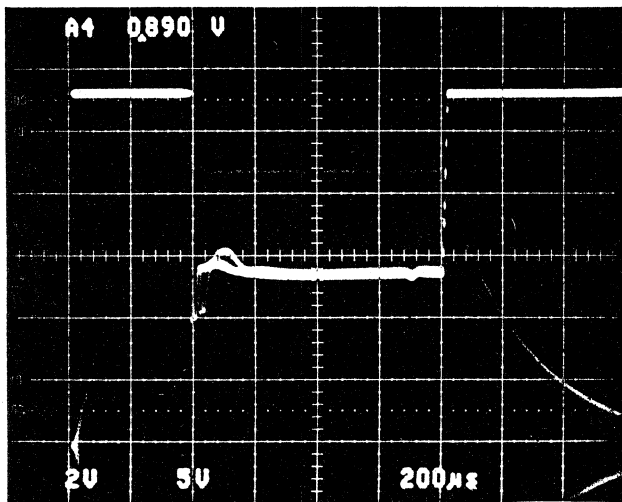


図4-1 タンクのRFモニタ出力と
レベル誤差信号

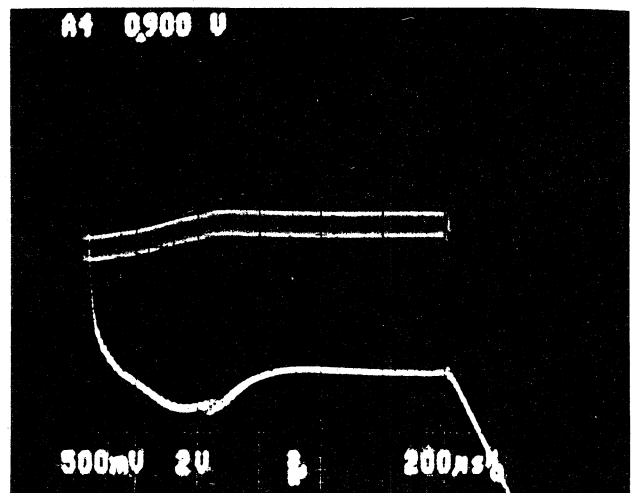


図4-2 APCフィードバック量(上)と
位相誤差信号(下, $9^\circ / \text{div}$)

4. おわりに

アルパレライナック第3タンクの工場テストでは、RF特性試験として共振周波数および電場調整、耐電圧試験、RF制御試験が行われた。これらはいずれも良好な結果が得られ、当初の設計性能が確認された。また、テスト後のQ値は102000で理論値の約80%であった。第1、第2タンクは現在製作中であり、'91年6月から同様のテストを行う予定である。