

Yuuki Kawarasaki, Katuo Mashiko, Nobuyoshi Akiyama,
Yukio Nobusaka, Tokio Shoji and Masahiro Kitajima
Division of Physics, Japan Atomic Energy Research Institute

ABSTRACT

The followings are main items to be reported; 1) Replacement of the #3 accelerating tube, 2) home-made RF window, 3) Improvement of the injection system for high current output, 4) Repair and exchange of the modulator's circuits, 5) Troubles on main klystrons and 6) Future plans for improvement and modification.

Double of the beam output current attained by improvement of the injection system should be highlighted. A newly designed high-current electron gun is a main component of the injection system.

Normal operation of the LINAC with 300 pps for neutron time-of-flight measurement has been steady continued for 2500 hrs. during the last fiscal year (1980/4-1981/3).

昨年度(昭和55年度)におけるリニアックの定常運転時間は約2500時間であった。中性子飛行時間(TOF)法による断面積測定のための定常運転時の性能は、以下のとおりである。出力エネルギー E_0 : 120~130 MeV, 尖頭電流 I_p : 2~3 A, ボーム・パルス巾 T_p : 30 msec., 繰返し周期 R_p : 300 PPS.

昨年度は、上記定常運転の外に、第3加速管(3m)の交換、入射装置系の改良、特に、大電流電子銃の製作¹⁾・試験及び取付け、主モジュレータ内の回路の改造・変更などを行った。

今年度に入り、上記改造後の総合試験を行った。得られた性能は、以下のとおりであった。出力エネルギー E_0 : 130 MeVにおいて、ボーム・パルス巾 T_p : 20 msec. のとき尖頭電流 T_p : 6.0 A, パルス巾 T_p : 30 msec. の時、尖頭電流 I_p : 4.0 Aであった。この結果は、従来よりほぼ2倍に近い性能向上を示している。現在では、 T_p : 20 msec., I_p : 6.0 A, 繰返し周期 R_p : 300 PPSが、中性子断面積測定のための定常運転条件になっている。

以下にリニアック改造工事の詳細、運転・保守で生じた問題、今後の改良・変更を含む予定を項を分けて述べる。

(1) 加速管の交換

旧第3加速管は、Applied Radiation Corp. (ARCO)製の3m長のものである。この加速管には、外ヒューズ部と加速本管部間に生ずる長さの差—歪(温度差や熱膨張係数の差による)を補正するために薄いSUS(ステンレス鋼)板のダイヤフラムが取付けてある。

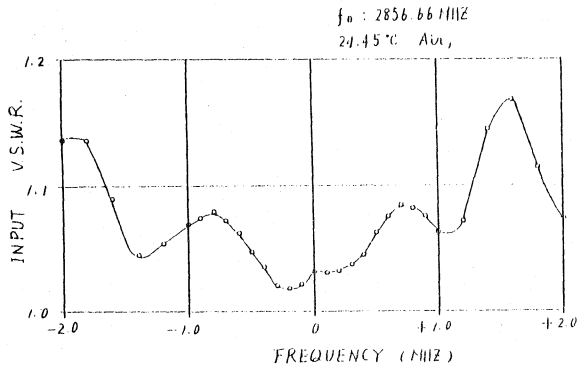
納入後(約10年前)間もない時期から、この部分に水洩れが生じ始めた。

新しい3mの加速管は、三菱電機K.Kで製作された。この加速管の仕様を、第1表に示す。検収テストは、低電力で、真空中(工場立会試験)及び空气中(搬入後)で行い、両者共仕様を満足していた。

入力定在波比の測定結果を第1図に示す。入力定在波比は、 f_0 で1:1.02, $f_0 \pm 1$ MHzで1:1.08以下で、ARCO製旧加速管より優れている。

高電力マイクロ波入力においては、前回の2m加速管交換時より、やや長いエージング時間を要した他は、異常はなかった。

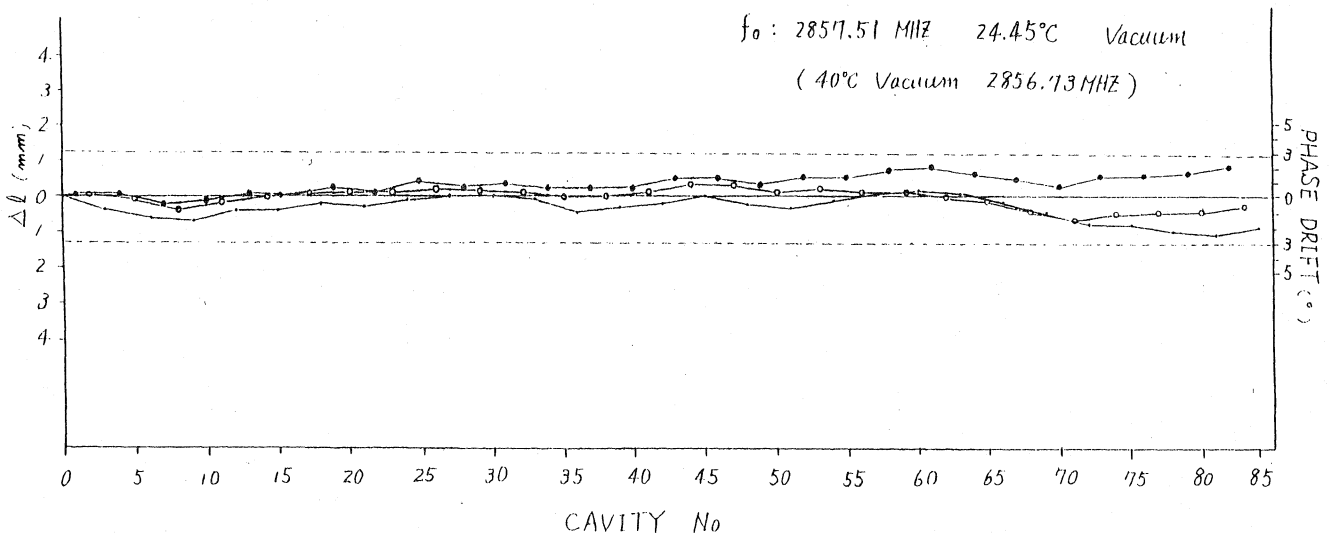
各空洞毎の位相のズレの測定結果を第2図に示す。



第1図 入力定在波比

第1表 加速管仕様

(1) 電氣的仕様	
1)形式	定勾配型
2)空洞数	82空洞+2結合器
3)加速モード	$2\pi/3$ モード
4)中心周波数	$2856.75\text{MHz} \pm 0.05\text{MHz}$ (40°C 真空中)
5)位相精度	$\pm 5^\circ$ 以内 (目標値 $\pm 3^\circ$)
6)入力定在波比	f_0 (中心周波数)で1:1.05以下 $f_0 \pm 1.0\text{MHz}$ で1:1.1以下
7)Q値	13,000 以上
8)RF耐電力特性	尖頭電力 22 MW 平均電力 25 kW
(2) 機械的仕様	
1)ディスク	厚さ 5.84mm 内径の2aは、入力側で268mm, 出力側23.48mmとし、この間の2aは、軸方向に対し寸法を直線的に変るものとする。(勾配 $\frac{1}{100}$)
2)スペーサー	ピッチ(D) 34.99mm
3)全長	約3m (3070mm, 2944mm)
4)冷却構造	フィン付ジャケット型。 結合器も冷却する。
5)冷却水流, 水圧損失	50ℓ/分. 3.0kg/cm^2 以下 (50ℓ/分のとき)



第2図 位相のズレ

(2) マイクロ波窓

原研試作マイクロ波窓²⁾第1号の真空リークは、セラミックのクラックによるものと判明した。導波管回路に装着した当初は、リーク量が少なかったため、高電圧マイクロ波電界によるパンクチャー（ピンホール生成）であると思われていた。リニアック改造時に取りはずし、新日本無線K.K.(NJRC)に検査を依頼した。検査は、真空リークと特殊インクのしみ出し法を用いて行なわれた。その結果、銅ガスケット円周ロー付部近傍にクラックの入っていることが判った。

現在、第2号の窓を同じ導波管回路に装着して、4月よりマイクロ波電力19MW、パルス巾 $1.5\mu\text{sec}$ 、繰返し300PPSの条件下で使用しているが、今のところ異常は生じていない。

自家製窓の場合、真空ガス出し（エージング）が充分に行なわれていないため、マイクロ波エージングに長時間（約40時間）を要した。放出ガスは、セラミック表面からのものである。

今年度、セラミック板保持導波管部を三菱電機K.K.、セラミック板部を新日本無線K.K.(NJRC)に製作を依頼し、総合組立及びエージングをNJRCに依頼することとしている。

(3) 大電流電子銃

中性子飛行時間(TOF)法による中性子断面積測定では、短いパルス巾で、かつ大電流のビーム出力が要求される。3年前より準備されてきた大電流電子銃と自家製グリッド・パルサーを取付け、加速テストを行なった。加速性能は、前に述べたとおりである。詳細は、当研究会で報告される。

(4) モジュレータ・サイラトロン回路の改修

バンチャー用モジュレータ及び電子銃用パルサーに用いられているサイラトロンは、ITT-7890(40kV, 2500A)であった。パルス繰返し150PPS以下では空冷式でも使用できたが、300PPS運転では、水冷式にしないと、サイラトロンの劣化が早まる結果になった。水冷式に変更して以後、ビニールホースと冷却水管の接続部が電蝕によって腐蝕し、しばしばトラブルが発生した。このため当サイラトロンを主モジュレータで使用しているサイラトロンITT-275(50kV, 5000A)に統一して、使用することとし、そのために、この回路部の改修を行なった。

規格の大きいサイラトロンを小電力回路に使用する理由として次のように考えている。サイラトロンの寿命は、内部に封入されている水素を全部消費したときにつきる。水素消費量は、ほぼ放電電流と時間(パルス繰返し周期×パルス巾×運転時間)の積に比例するものと考えられる。放電電流が少なければ、したがって、寿命も長くなり、コストは同程度にはなる。連続稼働時間が延び、メインテナンス時間は短くてすむ。

(5) EOL回路のトラブル

原研リニアックの主モジュレータ内にあるEOLクリッパ回路は、以下の構造になっている。シリコン・ダイオードをベークライト板に取り付けたもの(上層部)と、チライトと負荷抵抗を同じくベークライト板に取り付けたもの(下層部)を、デルリコ棒(30mmφ)4本で油入タンク蓋より吊している。デルリコ棒には、ベークライト板取り付け用ネジ穴が数ヶ所あいている。このデルリコ棒(4本のうち2本)が、ネジ穴の部分で破断して、チライト-負荷抵抗が、タンク底部に落下する事故が、引き続いて2件あった。機械的振動

はほとんどなく，リニアック運転時に落下している。タンク蓋の内側には激しい腐蝕のあとがみられた。

(6) クライストロン ITT-8568 (20MW) のトラブル

本年1月に納入されたクライストロン ITT-8568を3月の改造時期に第2マイクロ波系統にマウントして運転を行った。ヒーター通電後は，これまでのクライストロンで経験しているよりも長い排気時間を要し，真空度($\sim 3\mu\text{A}$)以下には回復しなかった。

カソード印加電圧を除々に上昇させても再三にわたり管内で放電が起こり，電圧上昇が進まなかった。しかも，マイクロ波パルス波形も異常で，パルスの中央が凹んだ形となった。この状態は集束磁界を変えても補正できるものではなかった。取り外して調べてみたところ，出力窓セラミック表面に黒化した部分があった。昨年納入したクライストロンもヒーター電極部に熔接残粒があり，リケットに筋合しにくかった。過去，十数本購入したクライストロンにはなかったことである。

(7) 原研リニアックの今後の予定

- a) まだ，真空管回路を使用している部分がある。トラブルの多くは，これらの経年劣化による。主同期トリガー発振器，トリガー遅延アンプ，小型サイラトロン(5C22)回路，小型クライストロン(マイクロ波バッファ・アンプ)用パルサー回路などの半導体素子化の準備をすすめている。
- b) パルス繰返し周期600 PPS以上の運転のため EOL 回路の改良・更新や，PFN 切替器の整備。
- c) パルス巾 10 nsec. 以下の電子銃グリッド・パルサー(2kV, 40A)の開発・製作。
- d) 大型クライストロン(8568)のカソード交換による再生
- e) 冷却系(クライストロン及び加速管)の改修
- f) 加速管(3m, #4 と #5)の交換
- g) リニアック運転データのロガー・システムと計算機制御(マイコン使用)の準備
- h) ビーム出力増強に伴う放射線管理の問題。シールド補強と放射化空気対策
- i) 商用入力 AC 電源の安定化にモーター・ジェネレータの採用を検討。

参考文献

- 1) K. Mashiko et al. Proc. 1978 LINAC Meeting P50.
- 2) 浅見他；第4回リニアック研究会報文集 P.32.
- 3) 益子他；第5回リニアック研究会報文集 P.165