

Development of IHQ Linac (IV)

T.Hattori, H.Suzuki*, H.Muto, T.Fukushima** and N.Ueda**

Research Laboratory for Nuclear Reactors,
Tokyo Institute of Technology

* National Institute of Radiological Sciences

** Institute for Nuclear Study, University of Tokyo

Abstract

Characteristics of an interdigital-H type linac structure with focusing finger electrodes (IHQ) are studied. A prototype IHQ linac was designed and constructed to accelerate proton from 0.8 to 2.0 MeV. An acceleration test stand for the IHQ linac is under construction.

IHQ型線形加速器の開発研究 (IV)

1. はじめに

高加速電力効率のインターデジタルH構造に収束力の強い高周波四重極電場 (フィンガー付ドリフトチューブ) を持たせ両者を組合わせて中エネルギー領域加速をねらった IHQ型線形加速器の開発研究を行なっている。 小型基本モデルの電磁場特性にもとづく粒子の軌道解析を行ない、陽子を0.8 MeV から 2 MeV まで加速するプロトタイプ加速器を設計製作した。Ref. 1~4) 諸特性テスト後 IHQ型線形加速器テスト装置に相込み2台の線形加速器のタンデム運転を実現して、イオン源からプロトタイプ IHQ線形加速器で陽子を加速するまでの加速特性試験を行なっている。 現在修了しつつある同期運転のための安定化回路類のテストまでを報告する。

2. プロトタイプ IHQ型線形加速器の陽子加速テスト装置

製作されたプロトタイプ加速空洞の共振周波数は入射器である東大核研のRFQ型線形加速器TALLの共振周波数 101.5 MHz に容量性チューナで簡単に合せることができた。 2台の手動容量性チューナは160 mm 角、ストローク 100 mm で 2 MHzの周波数調整が可能である。 電場分布はパータービングボール法で測定しデザイン値にほぼ近い分布となった、測定結果を図-1に示す。 Q値はローパワーの時 11000 でハイパワー入力後現在 13000~ 14000 である。 各種チューナ、排気システムをセットし冷却配管後 8 kW 高周波パワー入力テストを完了し、陽子加速テスト装置に組込んだ。

陽子加速テスト装置は核研RFQ型線形加速器TALLをIHQ線形加速器の入射器とするだけでなく、イオン源、ビーム分析システムをも流用して、入射、出射側の各種モニター付IHQ加速空洞をTALL重イオン線形加速器の後へ挿入するものである。入射側四重極電磁石、スリットモニター、IHQ加速空洞本体、分析電磁石のアライメント後、真空配管、排気セット設置、配線冷却配管完了後真空排気を行

なった。IHQ加速空洞本体を520 l/s、前後を250 l/sの分子ポンプで排気して現在 2×10^{-6} Torrである。IHQ加速空洞から入射器、イオン源方向

を見た写真を図2に示す。電磁石類の電気配線、各ビームモニター類への配線、純水冷却配管、フロン冷却配管、一般水冷却配管、空圧機器へのエア配管等を行ない、電磁石類の励磁テスト、各ビームモニター類の駆動テストを完了した。

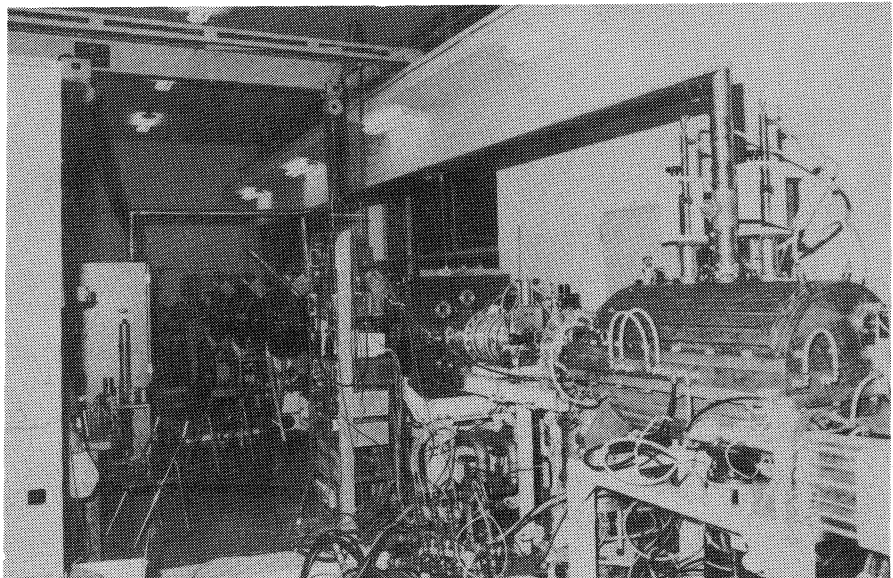


図2 下流からIHQ加速空洞、入射器、イオン源方向の写真

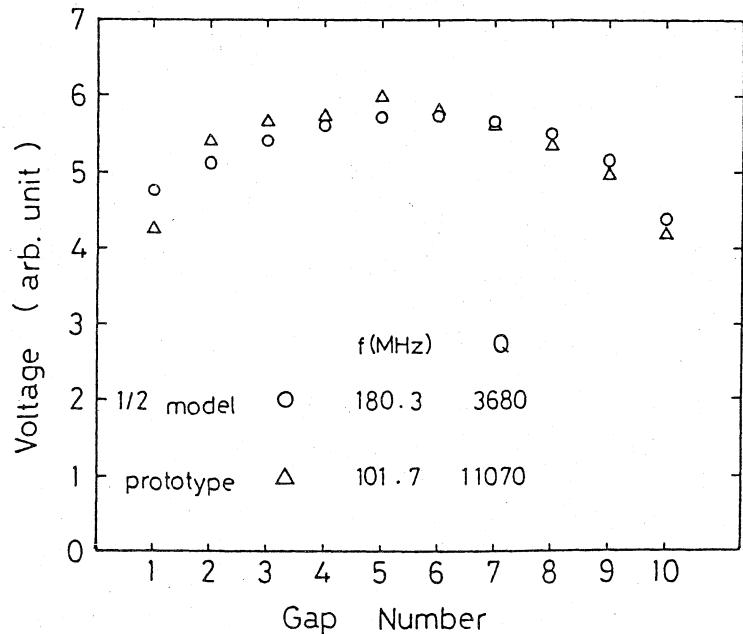


図1. 実機とデザイン値の各ギャップの電圧分布

3. 線形加速器のタンデム運転における高周波の自動安定化

a) 高周波源

プロトタイプIHQ線形加速器の高周波源はEimac 4CW25000Aを最終段とする核研TALL用25 kWアンプを使用する。そのため、入射器TALLには8Fを最終段とする80 MHzのFM放送機を改造して101.5 MHz、8 kW高周波源とし、これを使

用した。それぞれの増幅器最終段からパワーは加速空洞へ同軸管77Dを通して50ΩにマッチングさせたRFカップラーに送られる。

IHQ加速空洞は数時間のエージング後、陽子加速に必要なパワー16kWをはじめ電源最大出力の25kWまで、デューティー1/10～1/5の10Hz運転に成功した。IHQ共振空洞としてはCW運転可能な冷却能力は有るが、放射線の表面線量が1mr/hを越えるので、CW運転は鉛板による放射線シールド後に持ち越した。

b) 高周波の自動安定化

入射器とIHQ線形加速器の2台の線形加速器のタンDEM運転を実現するために、同期連動用自動周波数制御(AFC)回路、自動高周波出力制御(AGC)回路、及び各線形加速器間の自動位相制御(APC)回路等を製作し性能テストを行なった。高周波自動安定化機器類はパルス対応で数10μsecサンプリング、繰返し最大50Hzまで可能である。高周波自動安定化回路、AFC2台、AGC2台、APC1台及びパルス信号発生器、電源等の写真を図3に示す。

IHQ共振空洞の自動周波数制御にはパルスモータ駆動のプランジャー型誘導性チューナを使用した。

チューナの外径100mm、ストローク100mmで調整可能幅は0.5MHzである。

高周波パワー16kW自動安定化運転ではパルス(デューティー1/10)運転モードで、入力パワーによる加速空洞の温度

変化、冷却水の温度変化、気温の変化等に対して、AFC、AGC回路により位相で3度以内、出力の安定度で%程度の安定化に成功した。

入射器のRFQ型TALL加速器は500W入力パルス運転モード自動安定化運転を行ないIHQ型線形加速器と同じ回路類で同様の安定度を得た。加速空洞の自動周波数制御にはIHQ加速空洞と同様のパルスモータ駆動のプランジャー型誘導チューナ4台を使用した。

陽子イオン源が動きしだい8月末に陽子加速テストを行なう予定にしている。

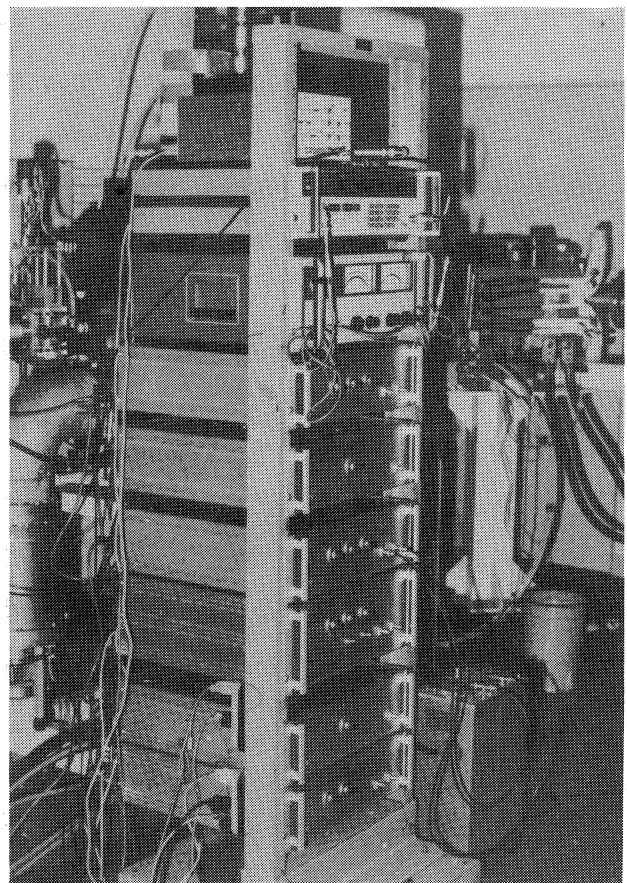


図3 高周波自動安定化回路の写真