

CONSTRUCTION OF THE 40 MEV LINAC AT KEK

S. Machida, T. Kato, S. Fukumoto, E. Takasaki, T. Takenaka,
C. Kubota, Z. Igarashi, Y. Mori, A. Takagi and K. Ikegami

National Laboratory for High Energy Physics

Abstract

In the late autumn of 1985, the injection energy of the booster synchrotron will increase to 40 MeV. The second linac is under construction for this upgrading. The resonant frequencies and the Q-values of four tanks were measured. The characteristics of post-couplers are explained in detail with the equivalent circuit.

1. はじめに

今秋の運転再開にむけて40 MeV第二タンクの建設が続けられている。7月末日に夏前のサイクルのビームがとまるとすぐに20 MeVビームラインが取り壊され、同時に進んでいる第二タンクの組み立てを待つ。建設決定から運転までの期間が短かったせいもあり、主なるパラメーターは第一タンクと大きな変化は無いが、ポストカプラーによる安定化、永久磁石を使ったQ、第一タンクに共振周波数を合わせるためのオートチューナー、それにヘリコフレックスによるタンク接続、マルチラムバンドによるポストカプラーのコンタクターなど、いくつかの試みがなされている。

2. タンクの基本特性

すでに4本のタンクが三菱重工業からKEKに運び込まれ、組立が始まっている。組立の前にステム、ポスト、チューナー、RF等のポートにめくら蓋をした状態で、共振周波数 f_0 とQ値を測定した。この測定の目的は、機械加工に起因する f_0 の設計値からのずれとメッキの表面処理によるQ値の変化を調べるためである。目で見ただけでは、4本のタンクの中でも、メッキ面の仕上がりに差があり、特にQ値に関して心配された。

表1 基本モードの共振周波数

タンク番号	共振周波数 (MHz)	
	計算値	測定値
# 7	254.995	254.911
# 8	254.995	254.902
# 9	254.976	254.907
# 10	254.987	254.898

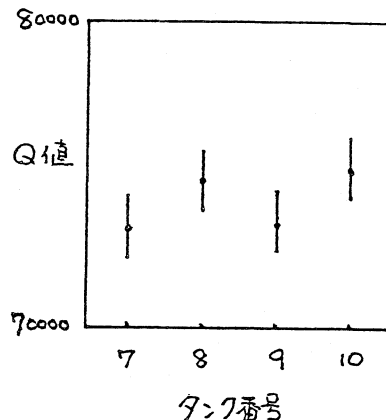


図1. 4本のタンクのQ値の測定結果。

基本的に円筒空洞なので f_0 は解析的に求めることができ、しかも基本モードは半径のみによって決まる。半径の実測値から決まる計算値と、温度、誘電率の補正をした測定値は表1のように、 10^{-4} の誤差がある。半径の実測値が、 10^{-5} で求められているので、これは大きいように思えるが、各ポートの影響を考えるとこの程度の誤差が生じる。

Q値は2開口空洞の透過法を用いて測定した。Q値が高いために、主にパワーの半値幅 Δf から生じる誤差によって有効数字は2桁になるが、この誤差範囲内でQ値は4つのタンクとも一定であるといえる(図1)。完全な円筒空洞を仮定した計算値と比べると測定値は80%となる。

3. 等価回路によるポストカプラーのシミュレーション

40 MeVの第二タンクにはポストカプラーを使って電場の安定化を行う。すでによくつかの場所で報告されているように、1/2モデルタンクを使用した測定では機械加工で補いきれない誤差に対してポストカプラーによる電場分布の補正がかなり効果があることがわかった。このポストカプラーの安定化の機構について等価回路によるシミュレーションを行ったところ、ほぼ実験を再現する結果がえられた。等価回路としては図2を用いて固有値問題として解く。タンクに摂動を与え電場分布を乱したのちポストカプラーによる安定化に依って電場はほぼ平坦になる。電場の乱れとポストカプラーの長さをグラフにした図3から明らかのように実験とシミュレーションは一致している。

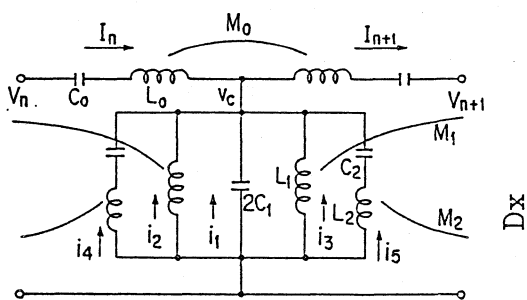
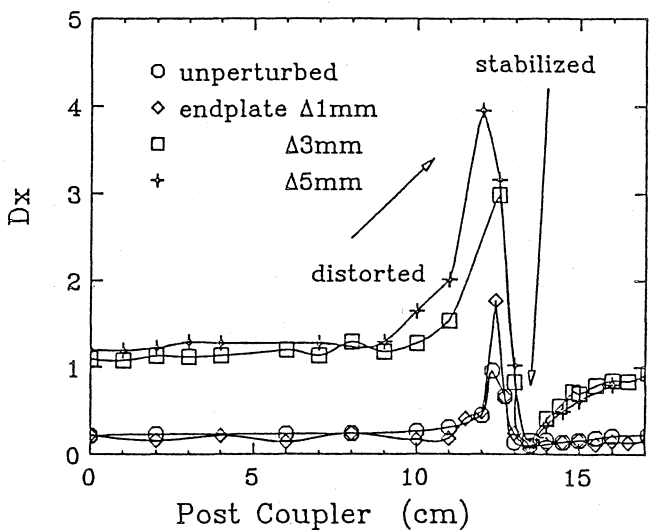
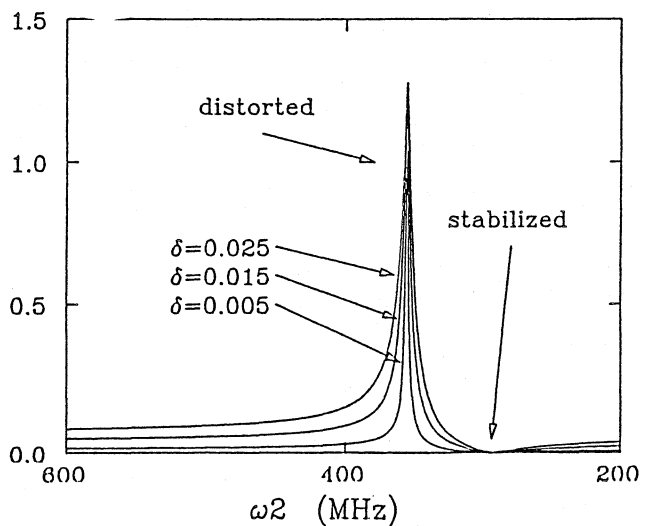


図2. ポストカプラーを用いたリニアックの等価回路。下付き 0,1,2 はそれぞれセル, システム, ポストを表す。

図3. ポストカプラーの長さを変えた時の電場分布の乱れDx。上は実験で下がシミュレーション。横軸の取り方が異なるがスケールは対応している。



またステムによる安定化を行ったタンクを同様な解析を行ったところポストカプラーを使った場合に比べて安定領域が広くラフな調整でも安定化が得られることがわかった。しかもポストカプラーで見られるような、電場分布を乱す領域もない。しかしながら、KEKでは主に融通性の点からポストカプラーを採用した。

4. マルチラムバンドのテスト

ポストカプラーは回転と伸縮を行うがこのとき問題となるのがコンタクターである。従来のフィンガーコンタクターは回転方向の力に対して弱い。今回図4に示すようなマルチラムバンド（スイス・マルチコンタクト社製）をハイパワーのRFで使用できるかをテストした。図5に示すような同軸共振器を用意し内軸と端板のあいだにマルチラムバンドを使う。これにRCA-7651球からパワーを入れてパワーに対する耐久性をテストする。マルチラムバンド部に最大電流密度300A/12cm流した結果でも異常は見られずポストカプラーのコンタクターとして使用できるめどがたった。

reference

1. S. Fukumoto, Z. Igarashi, K. Ikegami, T. Kamei, T. Kato, C. Kubota, Y. Mori, T. Shintomi, A. Takagi, E. Takasaki, T. Takenaka and S. Machida, "KEK PS INJECTOR LINAC UPGRADING", in proceedings of the 1985 Particle Accelerator Conference, Vancouver, Canada.
2. S. Machida, T. Kato, S. Fukumoto, "STABILIZING CHARACTERISTICS OF POST-COUPPLERS", in proceedings of the 1985 Particle Accelerator Conference, Vancouver, Canada.

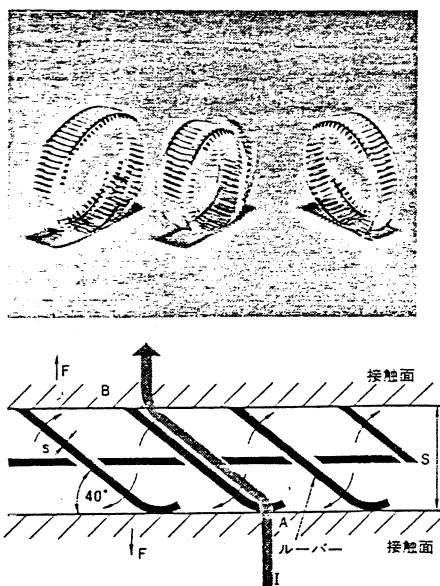


図4. ソルトン社のカタログから引用。

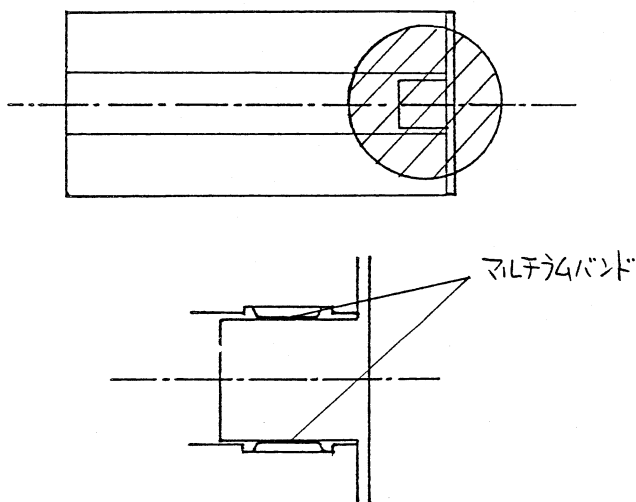


図5. マルチラムバンドのテスト用同軸共振器。
円内で示す内軸のコンタクターとして使用。