

THE POSSIBILITY OF IH-LINAC  
IN MEDIUM-HIGH ENERGY REGION  
BY THE EQUIVALENT CIRCUIT METHOD

S. KAMOHARA, Y. TAKAHASHI, K. SATO  
T. HATTORI AND E. ARAI

Research Laboratory for Nuclear Reactors,  
Tokyo Institute of Technology.

ABSTRACT

To determine operation frequency of IH-linac which have a complicated structure, we used equivalent circuit model method. We have successfully gotten good results. The experimental data agreed well with the calculated results. We calculated shunt impedance of IH-linac in medium-energy region. We got a value of about  $50\text{M}\Omega/\text{m}$  at  $E=30\text{MeV}/u$ . Some other result will be reported in this paper.

等価回路計算による IH 型線形加速器の可能性

1. 概要

IH 型線形加速器は、低エネルギー領域に於て非常に高いシャントインピーダンスを有する。しかし、その複雑な三次元構造ゆえに、周波数及び電場分布の決定が困難であり未だに実用機として一般化していない。そこで、我々は計算機を用いて IH 型線形加速器の周波数を決定する手法を考案した。具体的には、三次元形状の加速空洞を一次元表現である等価回路に変換することにより複雑形状の加速空洞の単純化を計ることによりその周波数を決定することを試みたのである。場を再現する有限要素法を用いずに等価回路による手法を選んだ理由は、現在のコンピュータの計算速度及びメモリの限界等のハード面でのゆきずまりからであり、これらの問題が解決されれば等価回路的取扱は不用になるはずである。等価回路計算に於て最も重要なのは、パラメータの決定である。パラメータの決定に関しては三次元的取扱は不可欠でありそのため、三次元的に静電場及び静磁場を計算する、CODE が必要と成りまずそれらのプログラムの開発改良をおこなった。静電場の計算には三角形表面電荷法を静磁場の計算にはそれにならった三角形表面電流法を用いた。これらの方法は予想以上に正確に静電磁場を再現することが実験との比較により確認できた。次に、これらの CODE 等により計算されたパラメータを使用し IH 型線形加速器の等速モデルの周波数の計算をおこなった。その結果を実験と比較することによって我々の計算手法が非常に精度よく IH 型線形加速器の周波数を決定できることを確認できた。今回の発表では特にまず表面電荷法の応用例として三次元形状をもった IHQ 型線形加速器のドリフトチューブ間電界分布を表面電荷法で計算しその結果と磁場分布を測定することによって得られた電界分布すなわち実験結果とそれらの比較をしめす。次に、低エネルギー領域において高いシャントインピーダンスを有する IH 型線形加速器が中高エネルギー領域ではどの程度のシャントインピーダンスを有するかを理論計算によって求め得られた結果を示し、IH 型線形加速器の中高エネルギー領域での可能性を論じる。

## 2、等価回路的取扱による共振周波数の計算結果と実測値との比較

まず、FIG・1に、等価回路的取扱の正当性を示すために計算値と実測値との比較を示す。図を見れば分かると思うが計算値と実測値が非常によく一致している。ここには示していないが、リッジ間隔を変化させた場合も計算値と実測値は非常によく一致している。よって我々はここで、考案した計算手法は正しいと結論する。

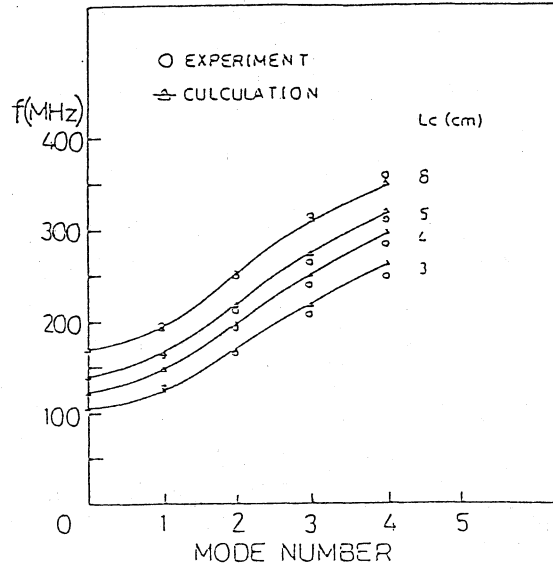


Fig. 1

### 3-1、表面電荷法の具体的な計算例

IHQ型線形加速器のドリフトチューブ間の電界分布の計算と測定値との比較を行う。電界分布の測定は、磁場測定によって行われた。FIG・2にそのドリフトチューブの形状を示す。FIG・3にメッシュぎりしたフィンガー、FIG・4メッシュぎりしたドリフトチューブをしめす。FIG・5～FIG・6に計算値と実測値との比較を示す。これらの結果から、表面電荷法による計算は非常に精度がいいことが分かると思う。

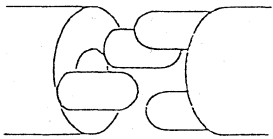


Fig. 2

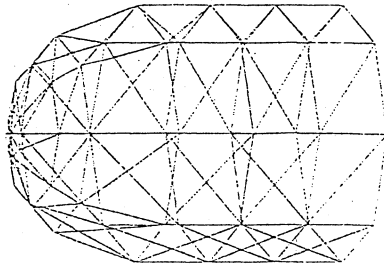


Fig. 3

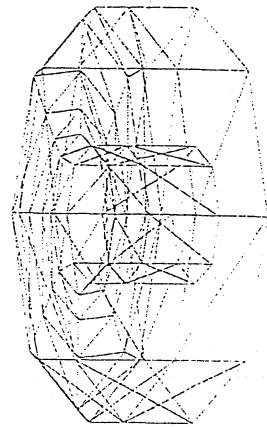


Fig. 4

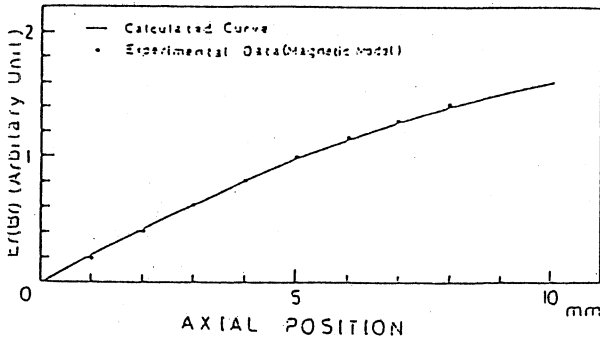


fig. 5

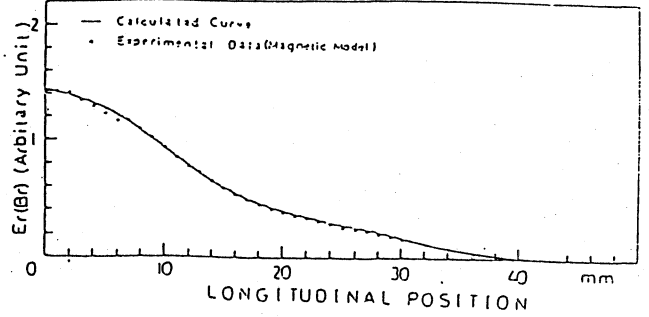


Fig. 6

3-2、IH型線形加速器の中高エネルギー領域における可能性

次の式を使いIH型線形加速器のシャントインピーダンスを計算する。

$$Z_{eff} = C * D^3 * f^{3.5} * \beta^{-2}$$

(1)

D : CAVITY DIAMETER

f : FREQUENCY

$\beta$  :  $v/c$

ここでパラメーターCはつぎのデータから決定した。

	$Z_{eff}$	D (m)	f (MHz)	$\beta$	C ( $* 10^{-7}$ )
Munchen	150	1.0	78	0.085	2.59
筑波大	137	0.75	100	0.088	2.51
東京工大第1	179	1.4	48	0.053	2.41
東京工大第2	130	0.76	95.6	0.079	(2.16)

TABLE-1

TABLE-1よりCを $2.5 * 10^{-7}$ とおく。

(1)式より計算された $Z_{eff}$ をFIG・7に示す。FIG・7よりIH型線形加速器は30 MeV 付近までは有効であることがわかる。

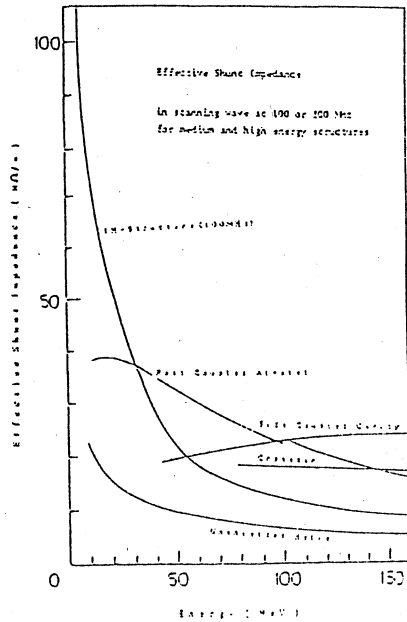


fig. 7

参考文献

- 1) S. Yamada, T. Hattori, T. Murakami, E. Tojyo, and K. Yoshida  
IH-LINAC DEVELOPMENT AT INS  
INS-NUMA 57 (1985)
- 2) T. Takuma and T. Kawamoto  
"calculation of three dimensional electric fields with triangular surface charge method"  
CRIERI-Report No180029 1980-k