

Traveling wave type の electron Linac と detuning effect

東大核研、新井重昭 片山武司 小林季一 東条栄喜 吉田勝英

1974年から核研2272ト22の injector として、公称 energy 15 MeV、出力電流 100 mA、beam の pulse 中 2 μ sec の short-pulse type の Linac が作動している。この Linac の特性を調べる中で $2/3\pi$ mode の共振周波数 2758.0 MHz (at 30°C) より、約 450 KHz 高い周波数で運転した方が、加速効率、即ち、energy gain、capture efficiency、energy spectrum が良いことが分った。この Linac は実際には、300 mA 以下の比較的、beam loading の大きい状態で使われているので、bunched beam が加速 field のどの位相に乗るかで、加速管の共振周波数が変化するという、いわゆる「detuning effect」の現われと思われる。

これから実験結果を図1、図2、図3に示す。これは電子銃の出力電流と電圧、これは RF power を一定にしたとき、Linac の出力 beam 特性の周波数 dependence を示したものである。図1、図2は beam current を増せば増すほど、最適周波数が設計周波数より大きくずれることを示している。図1の点線の曲線は加速管の種々のパラメータを使って、設計時と同様に wall loss と beam loading を考慮に入れて計算した結果である。これを見ると beam loading による加速 field の振動の変化だけを考慮した計算では、beam current によらず、設計周波数が加速効率の最適周波数であることを示している。

我々の Linac は buncher section によって安定位相に bunch した beam を field の頭に乗せ、それをそのまま regular section で加速するように設計されている。しかし beam を入けると、設計周波数では top field に乗らないで、top field より遅れた位相に乗っていることが、計算から推定できる。計算によると頂上より左では、bunch は top field より遅れていて、右では進んでいる。そして、加速効率が一番よい数 100 KHz 高い周波数で top field に乗ることを示している。我々の Linac は buncher section と regular section が1本の加速管の中にあるので、detuning effect がどうかを更には、より正確な為には、beam loading による位相のずれを測定した。beam loading がある時とない時の位相のずれは、Linac の入力マイクロ波と出力マイクロ波を方向性結合器で取り出し、それぞれ magic T に入れ、二つの波のベクトル和の最大値と最小値を検波器を通して monitor して、両者の位相差を phase shifter で読むことにより測られた。その結果を図4に示す。これを見ると設計周波数では beam loading による位相が beam off の時より進んでいて、粒子の速度より、波の速度の方が遅い事を示している。(しかし周波数を上げていくと、位相のずれが、beam off の時の共振周波数の時の位相のずれと一致する点がある、この点を図4の中の A、B、C で表わす。この点の周波数で運転した時、ちょうど加速管が tuning 状態にあることを示している。そして、その点より高い周波数になると、beam bunch は top field より進んだ位相になり、共振周波数が低い方へずれる beam loading による

→ 2位相が beam off の時より遅く存在することを示した。

