

A. Enomoto, K. Takeda, H. Matsumoto, I. Sato, I. Abe,
 Y. Otake, T. Urano, K. Nakahara, A. Asami and T. Katsura
 National Laboratory for High Energy Physics

ABSTRACT

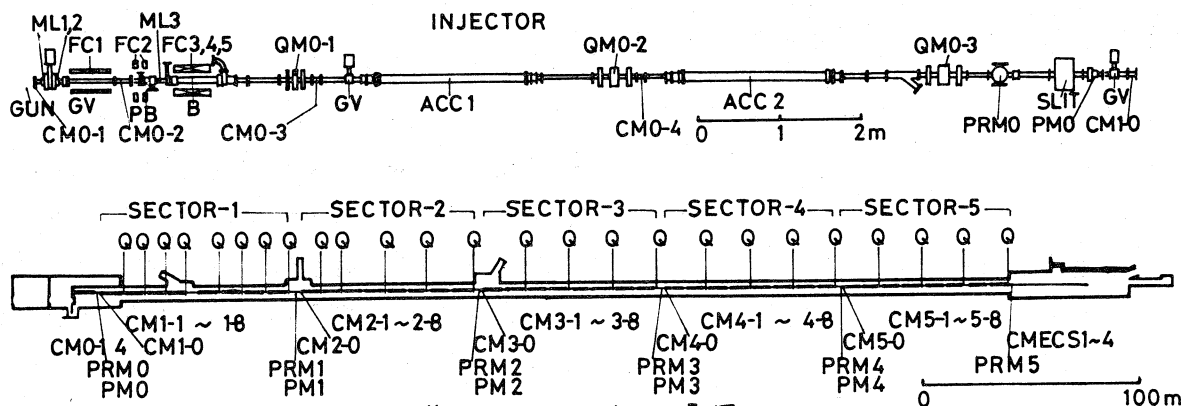
The PF 2.5 GeV linac focusing system consists of three magnetic lenses, several focusing coils, about 60 steering coils, and 28 quadrupole triplets. Their power supplies are operated with a set of touch panel and rotary encoder which are controlled by the MELCOM 70 mini-computer system. Nearly 100% beam transmission from the end of the 30 MeV injector to the end was achieved by setting calculated magnet currents and fine orbit corrections with steering coils.

§1 ビームトランスポートの概要

リニアックは電子銃、30MeVインジェクター及び8台ずつ5つのセクターに分けて制御される40の65MeV加速ユニットから成っている。ビームトランスポートもこれに従って 集束電磁石系、ビームスリット、ビームモニター、バルブ、真空ダクトが配置されている。オ1図にインジェクター及びセクター部の集束系、モニターの配置を示す。インジェクターの最初からバンチャーまでの約1.7mは電子のエネルギーが100keV と小さく、エミッタンスが大きい箇所なので、マグネティックレンズ3個とソレノイドコイルを密に用いて集束している。バンチャーから出た電子は約5MeVとなるので、以後は四重極電磁石トリプレットを適当な間隔に並べている。コリメーターは各セクターの先頭とオ3スイッチャードに計6個ある。ビームは、パルス幅1μsec、ピーク電流50mA、繰り返し50ppsのとき、各セクター先頭のコリメーターで各々4%以内のロスが許されている。ビームモニターは、電流(コア)モニター(CM)、ロスモニター¹⁾、位置モニター(PM)、プロファイルモニター(スクリーン)(PRM)の4種類用いている。

§2 ビームトランスポートの設計

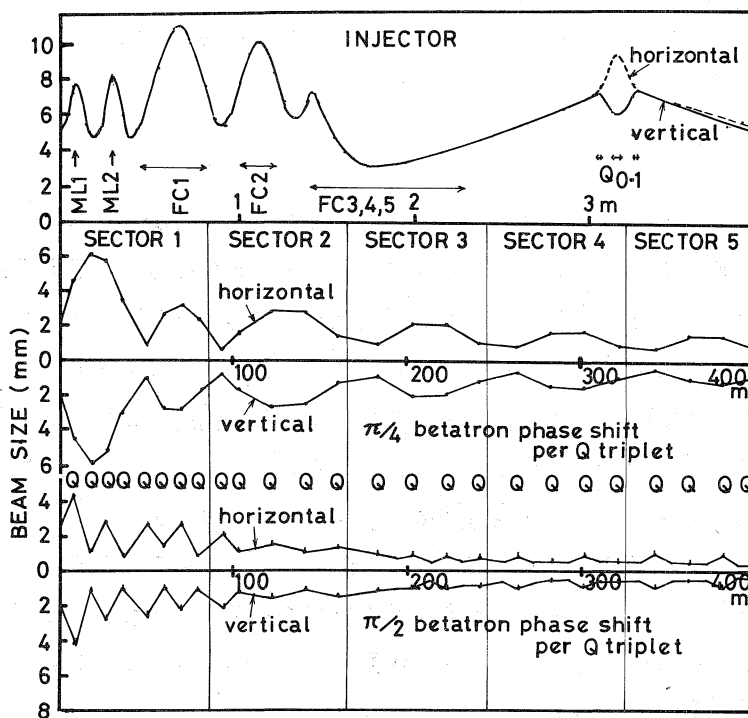
ビームトランスポートの設計の際、最も注意した点は長いリニアックに特有なビーム発散現象(BBU)への対策である。このため(1)強集束である(2)ビーム径を小さく円形に(3)するた四重極電磁石はトリプレットにして用いた(3)四重極(④)電磁石は磁場中心の検定(50μm



オ1図 集束系及びモニターの配置

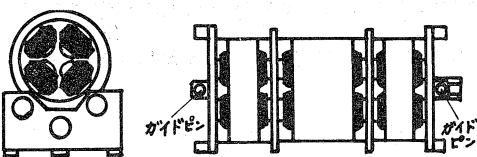
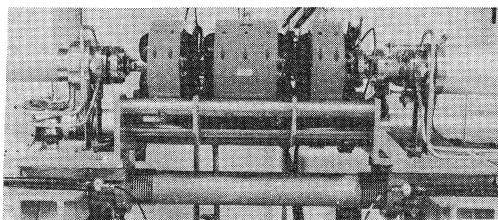
以下)と共に、確實で精度の良いアライメントの構造を考慮した。又(4)ビームを加速管の中心に通すため電流モーター以外にポジションモニター、プロフィールモニターの開発、製作を行なった。

オ2図はビームサイズの計算の一例である。計算の方法はSLAC等が開発されたプログラムTRANSPORT²⁾と同じで、電子の中心軌道からの変位と進行方向(角度)の位相空間に於いてビーム(電子の集合)の占有する空間をある形の楕円と仮定し、これが集束電磁石等どう変化していくかを計算するものである。計算では、ビームのエミッタンス ϵ としては、これに電子の運動量 p を乗じた値 $p\epsilon$ (保存量)が $5 \times 10^{-3} \pi \text{ MeV/c} \cdot \text{cm}$ と仮定し、計算始点でのビーム径をインジェクターでは10mm、セクター部では4mmとしている。



オ2図 軌道計算例

四重極電磁石は、ボア径が全て44mm、ヨークは円形で外径がアライメントの基準になっており $240 \pm 0.05 \text{ mm}$ と $310 \pm 0.05 \text{ mm}$ の2種類ある。基準外径と磁場中心とのずれは、回転コイルを利用した磁場測定装置で50 μm 以下であることがチェックされた。個々の電磁石はオ3図の様にパイプと支持板から成るVブロック様の架台に載せられトリプレットとなる。架台は加工精度と若干の微調により、トリプレットの中軸を揃えている。電磁石が架台と接触する面は塗装せずメッキ面のままにしている。電磁石架台は2台の加速



オ3図 四重極電磁石トリプレット

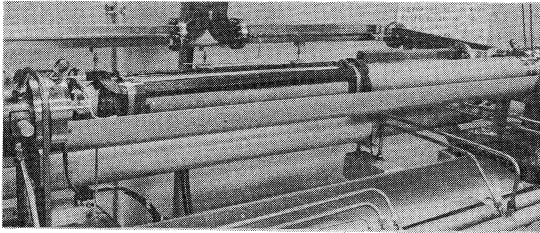


オ4図 ステアリングコイルの配置

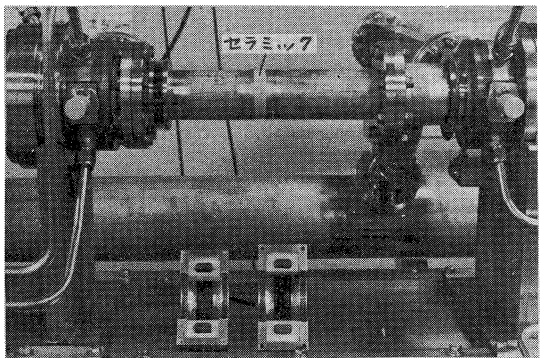
ユニットに橋渡しをし、又、トリプレット中心軸と加速管中心軸を一致させるため、前後に1個ずつガイドピンが打ってある。前部のガイドは回転可能で後部のガイドは軸方向に長穴になっており、加速ユニットの前後左右の動きに対応できる。

ステアリングコイルは加速管の外側に装着し、カバーをしている。配置はオ4図に示す様に一台の四重極電磁石トリプレットに対し2組のステアリングコイルを置き、電磁石中心軸上をビームが通過できるようにしている。オ5図に、加速管に装着された状態の写真を示す。

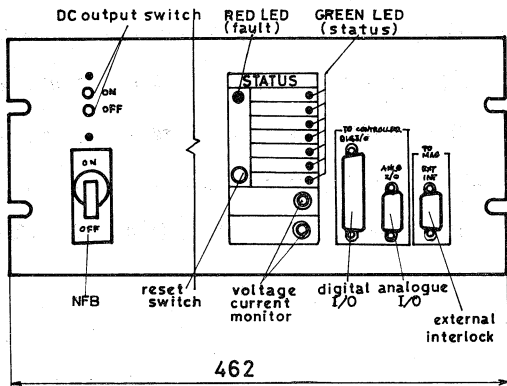
電流モーターは通常良く使用されているコアモニ



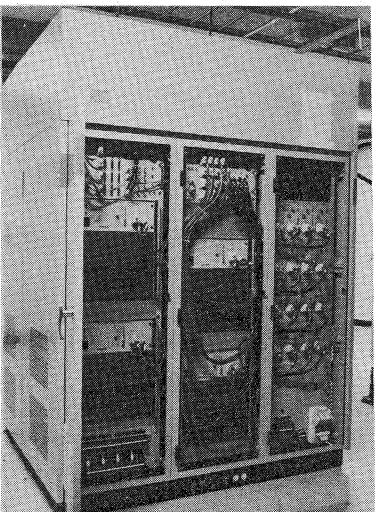
オ5図 ステアリングコイル



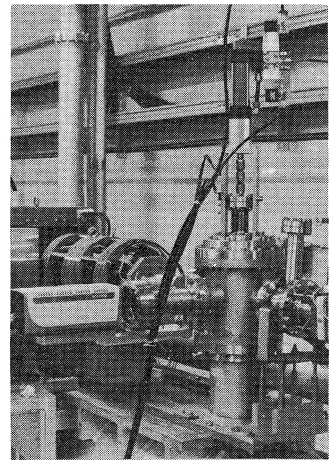
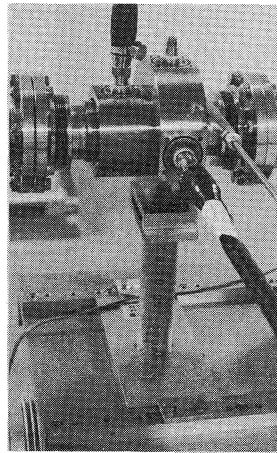
オ6図 コアモニター



オ9図 電磁石電源(パネル)



オ10図 電磁石電源筐体



オ7図 位置モニター オ8図 プロファイルモニター

ターである。オ6図の様に、セラミックで絶縁された真空ダクトの外側から2分割のフェライトコア(Mn-Zn)を固定している。片方には電流モニター用としてホルムル線を25回巻き、すぐ近くのアンペア(利得100倍)入カで約10Ωで終端している。もう片方のコアには校正用として1回巻いている。オ7図は空洞共振器型位置モニター、オ8図はビームプロファイル観測用スクリーンを入れた真空容器及び駆動装置である。

§3 運転

オ9図は集束電磁石用の電源パネルの1例である。電源は中央制御室から副制御室を経て光ファイバケーブルで結合された電源コントローラの基準電圧によって電流の制御がされる。又、最大8種類のステータスを中央制御室に送っている。現在は中央制御室の1組のタッチパネルとロータリーエンコーダーによって電流値の設定を行っている。将来は、通常運転時はクライストロンの情報により、電流値を補正し自動設定できる様にする予定である。運転は、四重極電磁石電流の計算値を与えステアリングコイルで軌道の補正するだけで、他の報告に示す様にほぼ100%のビーム輸送を行えることがわかった。

参考文献

- 1) H.Nakagawa, BEAM LOSS MONITORING SYSTEM FOR 2.5 GeV ELECTRON LINAC, Proc. 7th Meeting on Linear Accelerators (KEK Report, 1982)
- 2) K.L.Brown et al., CERN 73-16, 15 November 1973