

DEVELOPMENT OF ACTIVE GIRDER FOR ATF DAMPING RING

Yoshisato Funahashi, Yasunori Takeuchi, Mitsuhiro Taino, Junji Urakawa, Masakazu Yoshioka,
Nobuhiro Ishihara and Shigeru Takeda

KEK, National Laboratory for High Energy Physics

1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305

ABSTRACT

An active supporting table was designed and made to control the position of magnets for the ATF damping ring. The performance of the active girder has been investigated. The outline of the active girder and the results of the performance test are presented. The results of positioning and vibration test show that this active girder has enough performance to control the position of magnets for the ATF damping ring. In future, this active girder will be modified to more simple one with the positioning resolution of $1\mu\text{m}$ for the precise vertical active alignment.

ATFダンピングリング用アクティブ架台の開発

1. はじめに

垂直方向のビームエミッタンスを 10^{-11} (radm)レベルまで減衰させて、マルチバンチ偏平ビームを長期間安定に供給することがATF Damping Ringの目的である[1]。これを実現するためには、設計軌道に対してマグネット等を垂直方向 1σ で $30\mu\text{m}$ 以下という精度で設置しなければならない。また、地盤の変動による床の位置の日変化等によって生じる磁石の相対的設置位置変化を自動的に補正する必要がある。本研究の目的は、5自由度で $5\mu\text{m}$ 以下の精度の位置制御が遠隔で行える機構を開発して、マグネットの初期位置を保持するATFダンピングリング用アクティブ架台を製作することである。

2. アクティブ架台の構成

アクティブ架台の全景写真を図1に示す。アクティブ架台は、基礎底板、ムーバー3台、定盤で構成されている。基礎底板は、30mmの鋼板製で、ムーバーの設置される所のみフライス盤加工してある。また、底板の周囲に6箇所のアンカーボルト用の穴(20mm)が設けてある。

ムーバーについては、3項で詳しく述べる。定盤は、2台試作した。定盤の大きさは、長さ2400mm、巾1000mmである。ステンレス鋼板(SUS304)又はアルミニウム板(A5052)を上板に、下板に鋼板を使用し、上板と下板のジョイント材にコンクリートを使用した構造になっている。コンクリートを注入する前の定盤の内部構造を図2に示す。ステンレ

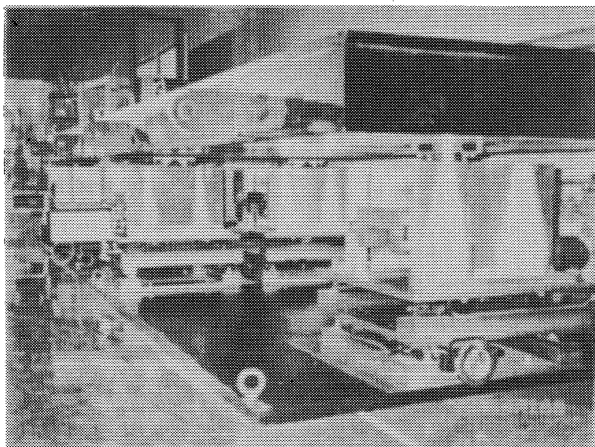


図1 アクティブ架台の全景

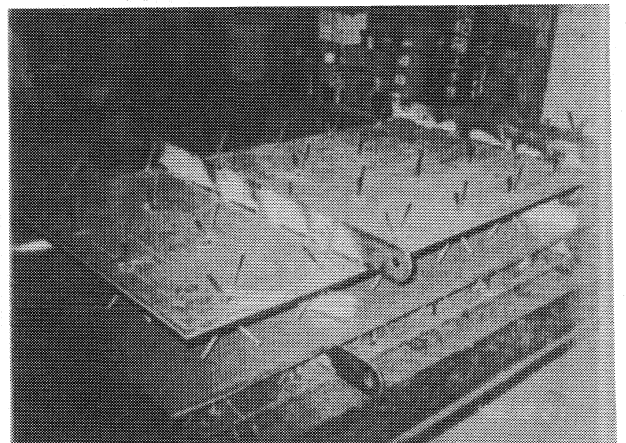


図2 定盤の内部構造写真

ス製の上板には、マグネット取り付け用のネジ穴を設けている。定盤の重量は約1tである。

ムーバーと定盤の接続は、球座で行っている。定盤の球座は、それぞれ、ポイント受け座、V溝受け座、フラット受け座の構成になっている。

3. ムーバーの構造と動作

ムーバーの構造を図3に示す。このムーバーの設計にあたりFFTBのコースムーバー[2]を参考にした。また、構造を単純化するため多くの一般既製部品を使用している。

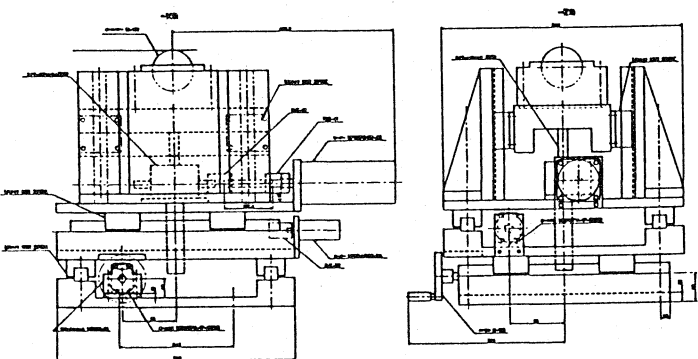


図3 ムーバーの構造

ムーバーは、下段よりビーム方向（Z軸）制御、水平方向（X軸）制御、垂直方向（Y軸）制御装置の順に構成されている。

ポイント受け座を支持するムーバーを、Aムーバーと呼ぶ。V溝受け座、フラット受け座を支持するムーバーを、それぞれBムーバー、Cムーバーと呼ぶ。X軸位置制御は、パルスモーターでボールネジを駆動して、レールガイドに沿ってXテーブルを移動させることにより行う。Y軸位置制御は、パルスモーターでスクリュウジャッキを駆動して、左右の保持板に2本ずつ設けたレールガイドに沿ってYテーブルを上下させることにより行う。Z軸位置制御は、手動方式でハンドルを使って、ボールネジを駆動しレールガイド上でZテーブルを移動させることにより行う。Z軸の移動機構は、Aムーバーにのみ設置されており、BとCムーバーは、レールガイド上を自由に動く方式になっている。

各軸の移動範囲は、100mmである。

4. 位置精度の測定

まずムーバー単体において、X軸およびY軸方向の動作確認を行い、移動方向の変換点での位置決め精度が5 μ m以下であることが確認できた。

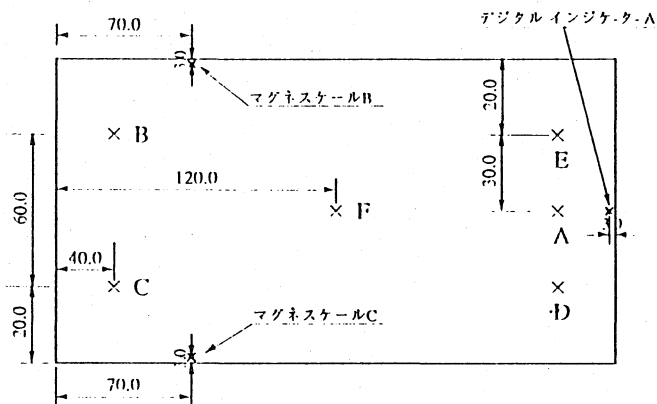


図4 マグネスケールの位置

その後、定盤とダミー負荷（約860Kg）をムーバーに負荷して、アクティブ架台のY軸の位置決め精度を測定した。測定は定盤上にマグネスケール（最小読み取り0.001mm）を取り付けて行った。マグネスケールの取り付け位置を図4に示す。

定盤とムーバーの接続方式をポイント受け座-V溝受け座-V溝受け座（P-V-V）とポイント受け座-V溝受け座-フラット板（P-V-F）の2方式について位置制御精度の測定を行った。測定結果を図5、図6に示す。

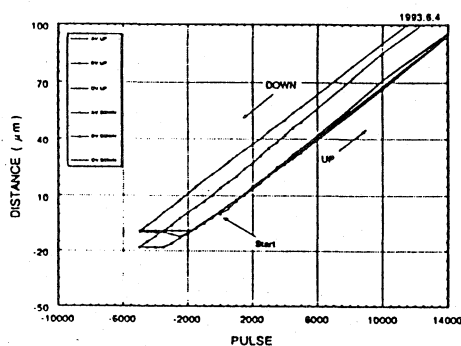


図5 (P-V-V) 測定結果

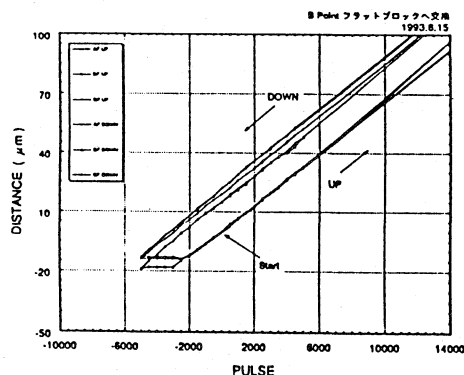


図6 (P-V-F) 測定結果

図から、位置決め精度は、上昇方向で1 μ m、下降方向で約5 μ mである。方向変換点でのバックラッシュは、（P-V-V）で約10 μ m、（P-V-F）で約5 μ mであるが、再現性が良いので、1 μ m程度の精度で位置制御可能であると言える。

5. 振動特性の測定

架台の共振特性を調べるために、地震計と振動発生源として拡声器を用いて、アクティブ架台の振動特性を測定した。結果を図7に示す。

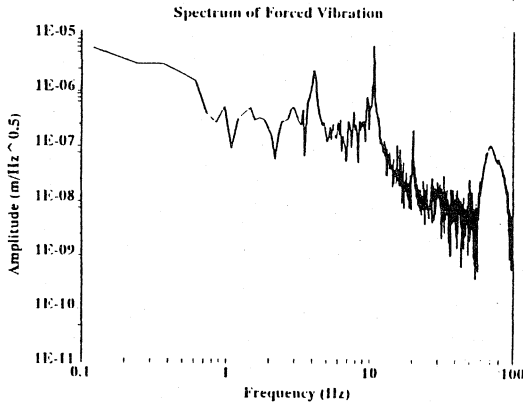


図7 振動特性

架台の共振周波数は、60Hzから80Hzになる。また、さらに低い周波数での共振特性を調べるため地面振動と対比した測定を行った。その結果を図8に示す。20Hz~40Hzにかけて10から20倍程度架台上の振幅が床振動より大きくなっている事がわかる。

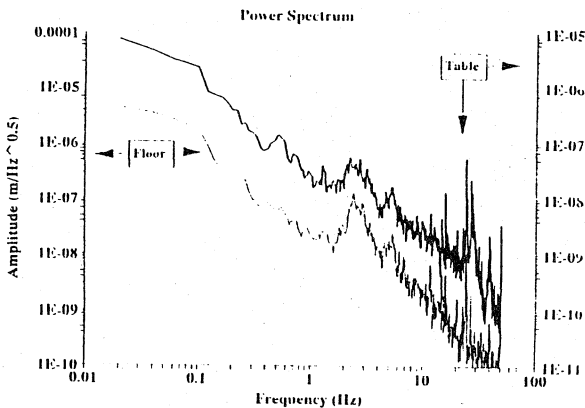


図8 地面振動との対比

ATF設置床面の振動測定結果を図9に示す。図8の測定を行った床振動と大差がないので架台上での振動振幅は図8と同程度と判断できる。

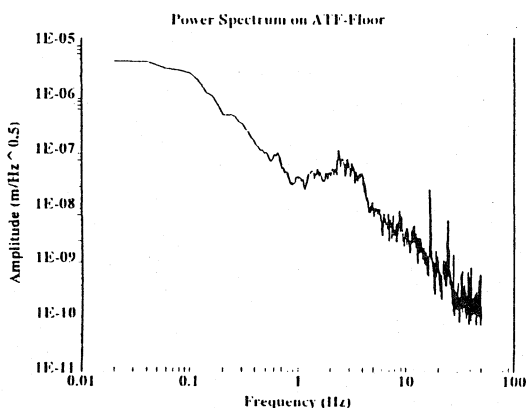


図9 ATF設置床面の振動

6. まとめ

試作した2台のアクティブ架台によって、ATF用の架台として必要な条件を備えているか試験を重ねてきた。以下に述べる点を改良をした3号機を製作して、ATF用アクティブ架台として完成させたいと考えている。

主な改良点

1. Y軸スクリュウジャッキの送りネジをボールネジにする。
2. Y軸のモーターの取り付け位置を90度変更し、遊星歯車の減速装置を取り外す。
3. 球座に使用しているベアリングを82.5mmの鋼球にする。
4. Z軸は、Aムーバーのみに設置し、半固定式とする。
5. 定盤とムーバーの接続を(P-V-F)方式とする。
6. 定盤の上板は、ステンレス鋼板とする。
7. 定盤の吊りフックを取り外し可能にする。
8. 定盤にマグネットの位置出し用ピン穴を設ける。
9. 定盤の大きさを、長さ2340mm、巾800mmにする。

上述の変更をすることにより、アクティブ架台の調整位置精度の向上と、1台当りの製作単価の軽減が見込まれる。

7. 謝辞

アクティブ架台の組立および架台の操作用ソフトウェアの開発に協力していただき、また種々の測定をしていただいたATCの金澤靖哲氏に感謝する。

参考文献

- [1] J.Urakawa et al. "The Damping Ring of Accelerator Test Facility for Linear Collider" Proc. of HEACC-92, Hamburg(1992) p.124
- [2] N.Ishihara et al. "Position Control Table For FFTB Final Lenses" Proc. of HEACC-92, Hamburg(1992) p.945