

CHARACTERISTICS OF ACTIVE TABLES AT THE ATF

Y. Kanazawa, Y. Funahashi*, Y. Takeuchi*, S. Takeda*, J. Urakawa*,
ATC Co., Ltd.

36-7 Namiki-cho, Hachioji-shi, Tokyo 193, Japan

*KEK, National Laboratory for High Energy Physics

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

ABSTRACT

To satisfy ATF requirement, reliable support tables which can be precisely aligned is needed. High performance active tables for the ATF damping ring have been developed. Test results show that the positioning accuracy of this table is better than 2 μm . The structure of the table and the test results are reported. Effects of temperature change on the table are also reported.

ATF 用位置制御架台の特性

1. はじめに

リニアコライダー開発研究の一環として、1992年からATFダンピングリング用のアクティブ架台が開発されてきた [1, 2]。1994年度にはダンピングリング曲線部用アクティブ架台6台が製作された。製作された架台の動作試験を数々の動作モードについて行った。本論文では、この架台の構造、動作試験の結果を報告する。また、温度変化が架台に及ぼす影響の測定も行ったので、その結果について報告する。

2. アクティブ架台の構造

アクティブ架台は、基礎底板、ムーバー、電磁石支持用定盤、ムーバーと定盤の連結機構、によって構成される。

図1に架台の全景写真を示す。

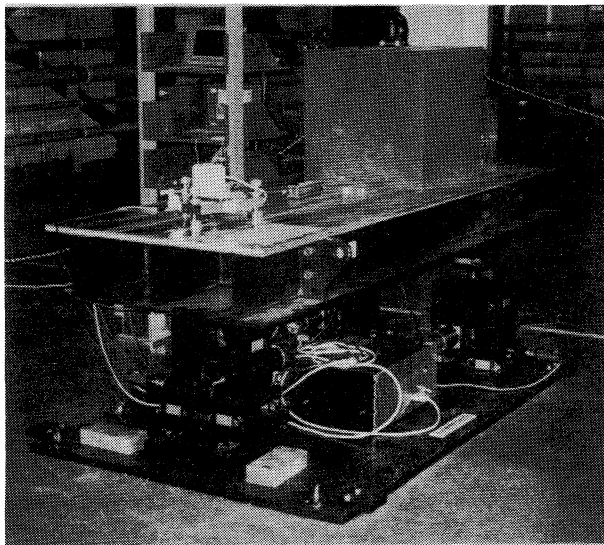


図1. 架台の全景

2-1. 基礎底板

基礎底板は、板厚30 mmの鋼板製である。底板は1750 mm \times 1200 mmの大きさと電磁石及び架台の荷重を広い範囲の床に分散させる。また、搬入移動時のエアパレットの受け台になる。底板には、架台の電気部品、位置測定用センサーの台と3台のムーバーが搭載される。

2-2. ムーバー

3台のムーバーはその機構及び定盤との連結機構が少しずつ異なるので、それぞれAムーバー、Bムーバー、Cムーバーと呼んで区別している。AムーバーはX、Y、Zの3軸を備えているが、B、CムーバーはX、Yの2軸しか持っていない。但し、ここでZ軸は水平で架台の長辺に平行な軸、X軸はそれに直角な水平軸、Y軸は垂直軸とする。

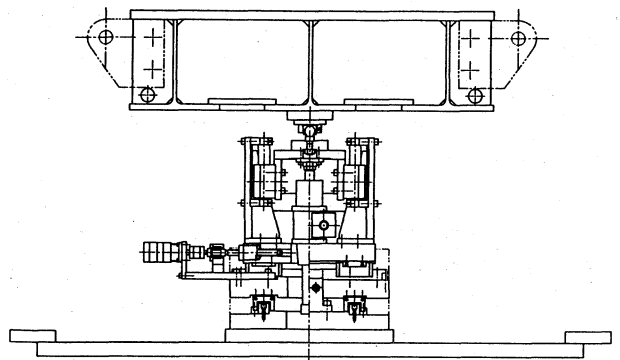


図2. Aムーバーの正面図

Aムーバーは、図2に示すように下からZ軸、X軸、Y軸の順で構成されている。Z軸方向のリニアレールガイド上の板が、ネジの押し引きにより手動で中立点より前後に20mm動く。X軸方向の移動もリニアレールガイドを使用し、移動量はパルスモーターを使用してコンピューター制御される。

その駆動軸は精密ボールネジを使用している。Y軸方向の駆動は、2本のリニアモーションベアリングで保持された上板をボールネジ駆動のスクリュウジャッキーで行う。その動力源も、パルスモーターである。X、Y軸方向の移動距離は全幅で40 mmである。B、CムーバーはAムーバーからZ軸を取り除いてある。

2-3. 連結機構

A、B、Cムーバーと定盤の連結にはそれぞれ少しずつ異なる3種の機構を使用している。Aムーバーの場合には、ムーバーと定盤をリンクボールで連結している。従って定盤はムーバーの動きに追従する。

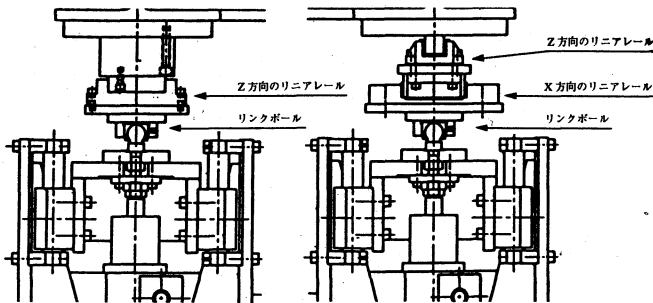


図3 ムーバーと定盤の連結機構図

一方、B、Cムーバーと定盤の連結には、図3に示すようにリンクボールの他にリニアガイドも使用している。前節で述べたようにB、CムーバーはZ軸を備えていない。このためB、Cムーバーが移動しなくても定盤がAムーバーに追従してZ方向に移動可能なように、B、Cムーバーの連結機構にはZ方向のレールを設けてある。また、Cムーバーの連結機構には定盤のヨー方向の運動がなめらかになるようにX方向のレールも設置してある。

2-4. 定盤

図4に定盤の構造を示す。

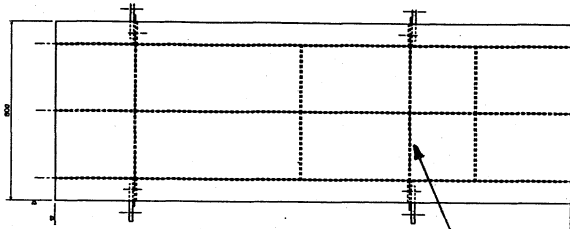


図4-1 上面図

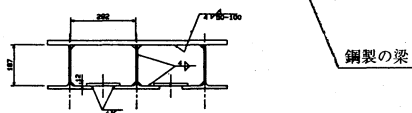


図4-2 側面図

定盤の大きさは2310 mm × 800 mmで、厚さ30 mmのステンレス鋼 (SUS 304) の上板に逆T字形の梁を溶接した物である。図4-1に示すように長手方向に3本の梁が通り、それと直角方向には4ヶ所に補助梁が溶接されている。自重は、約800 kgである。

3. 動作試験方法と結果

動作試験は、以下の5項目について行った。

1. X軸方向の位置制御試験
2. Y軸方向の位置制御試験
3. ピッチング動作試験
4. ローリング動作試験
5. ヨーイング動作試験

どの試験も定盤を可動範囲のおよそのセンターを基準として1~2 mm程度移動させて、変位を接触式変位センサー2台で測定した。接触式変位センサーの分解能は2 μmで、最小読みとりは1 μmである。また、補助的にレーザー干渉計も使用した。今回の試験では電磁石の代わりに865 kgのダミー負荷を載せた。試験の結果上記の5項目すべてにわたって位置または角度は制御量に対して、良いリニアリティを示した。図5-9は測定した変位量の直線フィットからのズレを示す。

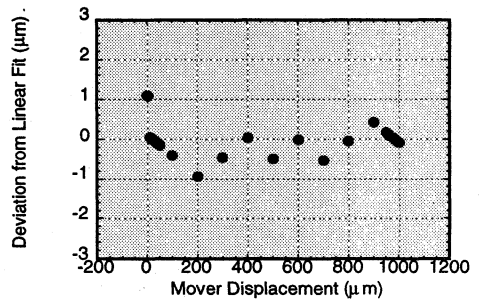


図5. Horizontal Data

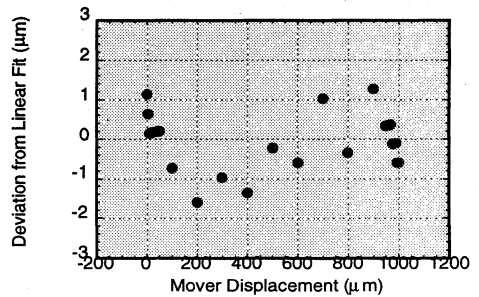


図6. Vertical Data

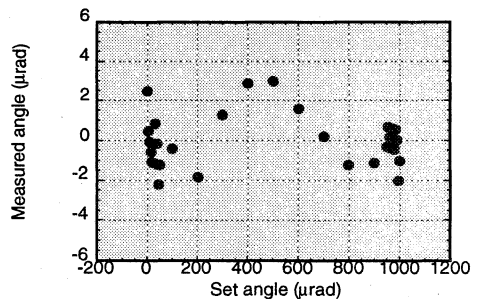


図7. Rolling Data

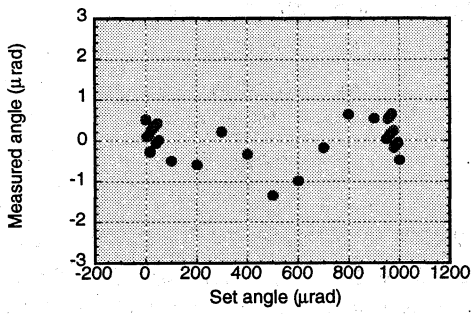


図 8. Pitching Data

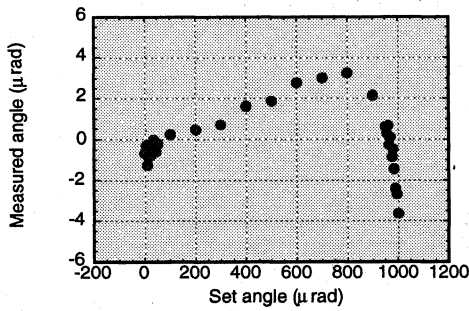


図 9. Yawing Data

Y軸方向の動作精度は2 μm ピッチング動作は1 μrad ロールリング動作は3 μrad ヨーイング動作は4 μrad の結果を得た。

4. 温度変化による定盤の動き

我々は、3日間にわたり環境温度の変化による定盤の動きを測定した。使用した測定器は、Tilt Meter 2台である。測定は無負荷で定盤に荷重をかけずに行った。図10にテーブル上の測定器の設置状態を示し、図11、図12にその結果を示す。図11からわかるように、テーブルの長手方向に50 μrad の捻れ現象が見られた。図11、12のグラフ上の3箇所の特徴は外乱の影響である。

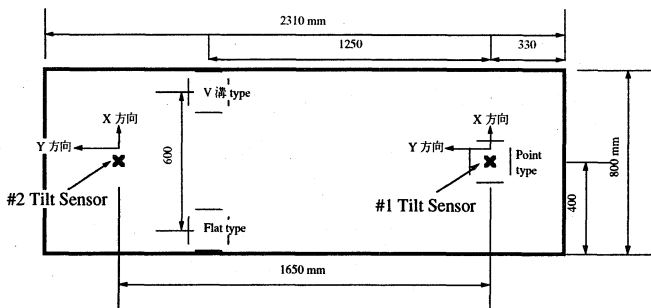


図 10. 測定器設置寸法図

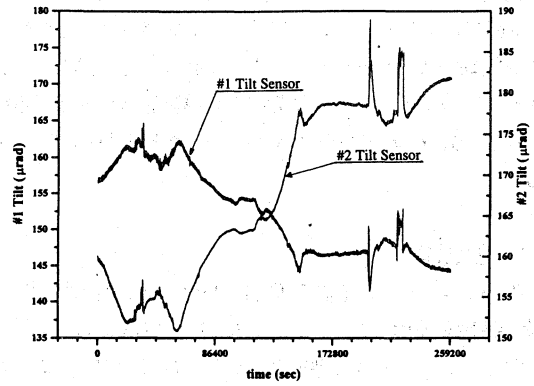


図11. Long Term Movement of the Table (X-Direction)

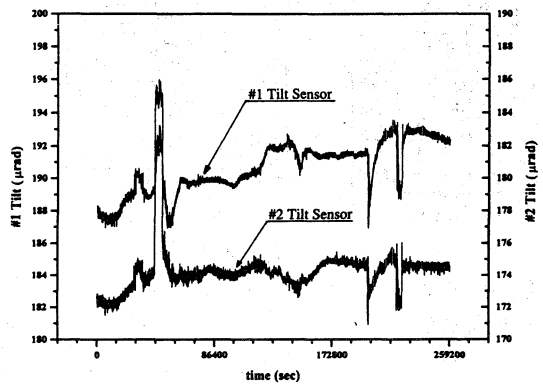


図12. Long Term Movement of the Table (Y-Direction)

5. まとめ

製作された6台の架台は、ATFダンピングリング曲線部用架台36台中の6台である。動作試験の結果、一台についての測定ではX、Y方向の位置は2 μm より良い精度で制御可能であることがわかった。角度制御についても、要求精度は十分に満たされていた。テーブルの捻れについても、荷重をかけて試験を行った結果5 μrad 程度に改良された。

謝辞

本架台の製作、動作試験にあたり、ご支援を頂いた高エネルギー物理学研究所の小泉晋工作センター長、工作センターの方々、ならびに川崎重工業株式会社の中林志郎氏、福田昇氏に感謝いたします。

参考文献

- [1] Y. Funahashi et al., Proc. of the 18th Linear Accelerator Meeting in Japan, p.402
July 21-23, 1993, KEK, Tsukuba, Japan
- [2] Y. Kanazawa et al., Proc. of the 19th Linear Accelerator Meeting in Japan, p.281
July 20-22, 1994, Tokai, Japan