

VIBRATION MEASUREMENT OF ACCELERATOR TUBE TABLE IN ATF

Y.Nakayama^{A)}, R.Sugahara^{B)}, H.Yamaoka^{B)}, M.Masuzawa^{B)}, S.Yamashita^{C)}

^{A)} Electric Power Development Co.,Ltd., 1-9-88 Chigasaki, Chigasaki-shi, Kanagawa, 253-0041

^{B)} KEK, 1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki, 305-0801

^{C)} ICEPP, University of Tokyo, 7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-0033

Abstract

Acceleration tube fixed to the table should not be a structure to amplify the vibration. Stability of ground is preferable for accelerator beam operation, and the beam control by extremely high resolution is especially demanded in GLC. Then, we have measured ground motion and table vibration in ATF at KEK.

In this paper, some of analyzed results are shown, and we show the characteristics of vibration about the accelerator tube table in ATF.

ATF加速管架台における振動測定

1. はじめに

一般的に加速管架台は地盤等から伝わる振動が増幅されない構造が望ましい。加速器のビーム制御では安定した地盤が望ましく、とりわけGLCのような加速器では、高精度によるビーム制御が要求されている。そこで筆者らは、高エネルギー加速器研究機構(KEK)内にある先端加速器試験装置(ATF)において地盤振動や加速管架台の振動測定を実施した。

本報告では、ATFで実施した振動測定の結果からATFにおける地盤振動や加速管架台の振動に関する特徴を示すとともに、偶然にも観測された地震時の応答特性についても示す。

2. 測定の概要

本測定はKEK内のATFに設置された加速管架台において、広帯域微動測定装置を用いて実施した。測定実施位置を図-1に示す。

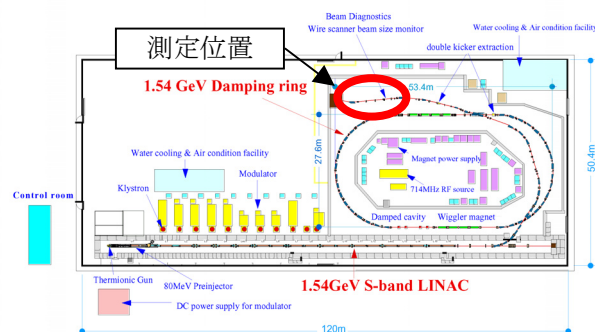


図-1 ATF内における測定実施位置図

測定は図-1中の矢印で示した加速管架台位置にて実施した。測点は、架台上(P1J)、架台本体下部の取付け鉄板上(P2J)、架台を固定したコンクリート床上(P3J)の3点とし、24時間連続測定を実施した。

測定機器の設置位置を写真-1に、測定条件を表-1にそれぞれ示す。また使用した広帯域微動測定の仕

様を表-2に示す。測定前には、機器の比較検定を行い動作状況の確認を行った上で、本測定を実施した。

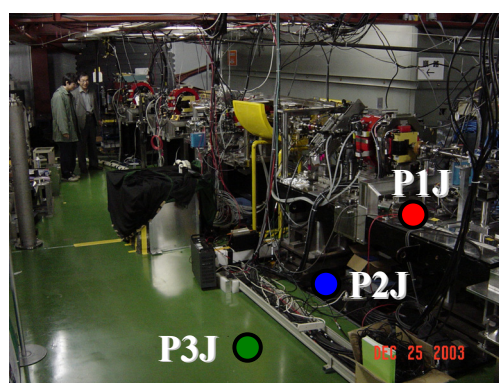


写真-1 測定装置の設置位置図

表-1 測定条件

項目	内容
測定期間	2004.2.10 5pm ~ 2004.2.11 5pm
サンプリング	100Hz (30分測定を連続的に実施)

表-2 広帯域微動測定装置の主な仕様

項目	内容
装置名	(センサー) 東京測振製VSE355G2 (ロガー) 東京測振製SAMTAC802H
性能	周波数:0.012~70Hz, 分解能10 ⁻⁶ gal

3. 測定の結果

3.1 連続測定の結果

測定は2004年2月10日午後5時から翌11日午後5時までの24時間、連続的に実施した。測定で得られたデータは30分毎の速度時刻歴であり、30分毎のデータについてそれぞれ解析を実施した上で、昼夜別(昼

間：9am～5pm、夜間：7pm～3am) に平均化したパワースペクトルおよび積分パワースペクトルを求めた。ここではビームライン水平直交成分および鉛直成分に関する、パワースペクトル、積分パワースペクトルの解析結果を示す。また積分パワースペクトルの振幅値を10Hz, 1Hz, 0.1Hzで読み取り、昼夜変動を見

るために整理した積分パワースペクトル値変動についても示す。まずビームライン水平直交成分に関するものを図-2～図-4に、鉛直成分に関するものを図-5～図-7にそれぞれ示す。

まず、ビーム水平直交成分に関する図-2及び図-3を

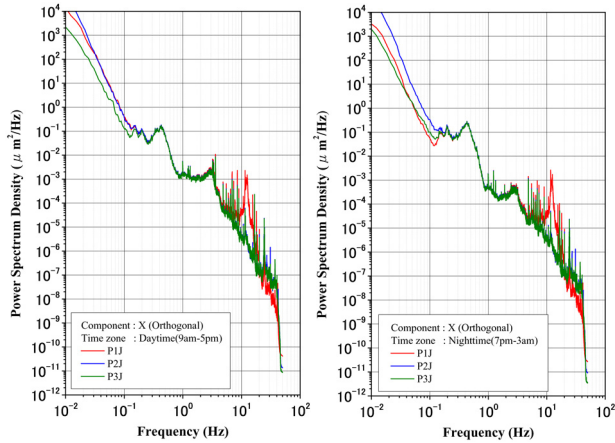


図-2 昼夜別パワースペクトル：ビーム水平直交成分
(左側：昼間、右側：夜間)

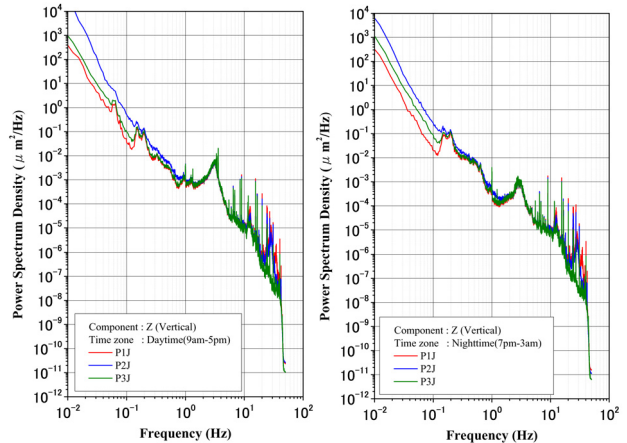


図-5 昼夜別パワースペクトル：鉛直成分
(左側：昼間、右側：夜間)

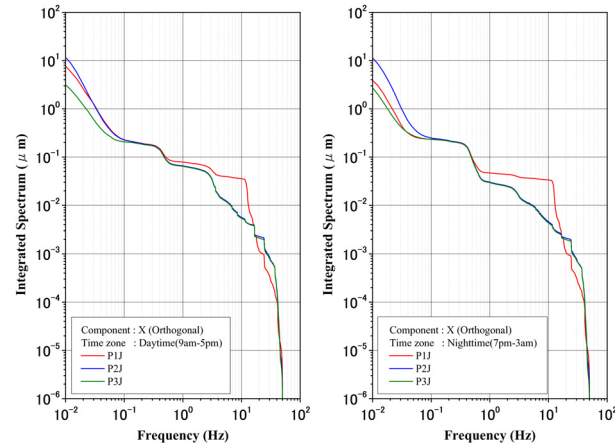


図-3 昼夜別積分パワースペクトル：ビーム水平直交成分
(左側：昼間、右側：夜間)

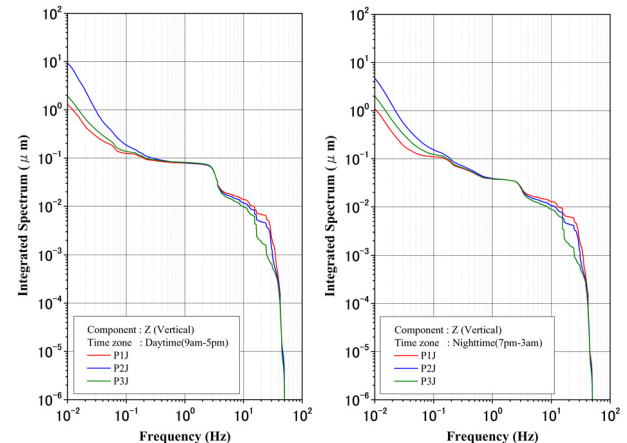


図-6 昼夜別積分パワースペクトル：鉛直成分
(左側：昼間、右側：夜間)

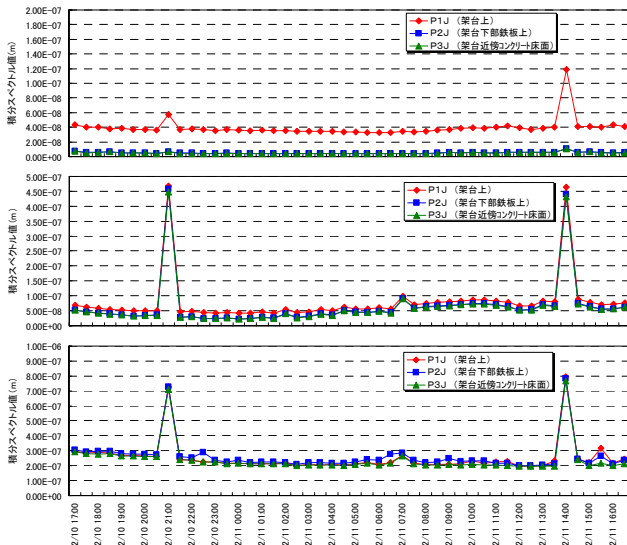


図-4 積分パワースペクトル値の変動：ビーム水平直交成分
(上段：10Hz、中段：1Hz、下段：0.1Hz)

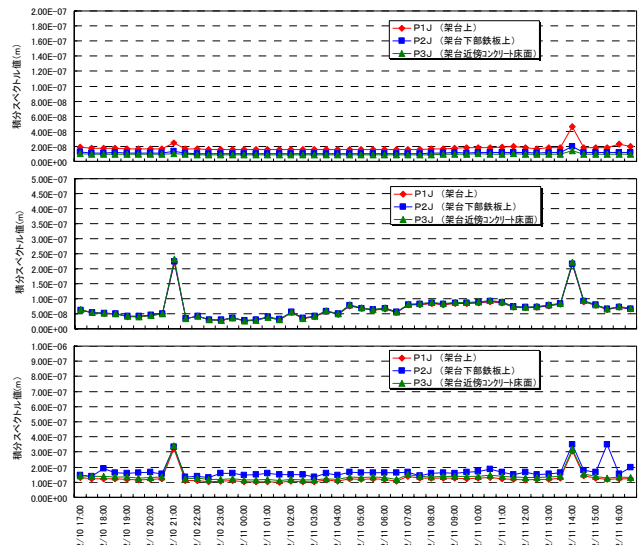


図-7 積分パワースペクトル値の変動：鉛直成分
(上段：10Hz、中段：1Hz、下段：0.1Hz)

見ると、全ての測点において0.2~0.4Hz付近および3Hz付近にピークが認められる。前者は波浪、後者は人工ノイズの影響によるものと考えられる。架台上

(P1J)では11Hz付近に明瞭なピークが認められる。これは当該方向に関する架台の固有周波数と考えられ、積分スペクトルでも同様である。なお人工ノイズによる3Hz付近のピークは昼夜で差があるものの、他の周波数成分のピークに昼夜差は見られない。次に積分スペクトル値の変動を示す図-4を見ると、10Hzで架台上の振動レベルがコンクリート基礎と比較して非常に大きくなっているが、1Hz, 0.1Hzでの差は小さい。10Hz, 1Hzにおいては昼間の振幅が大きく、夜間の振幅が小さいことが認められるが、0.1Hzでは昼夜の変動を発生していない。このことは、0.1Hzで見るとき波浪等による影響が卓越しているため昼夜変動が現れていないものと考えられる。なお2つの時間帯で突出した値があるものは、地震発生に伴うものである。

次に、鉛直成分に関する図-5及び図-6を見ると、ここでも0.2Hz付近および3Hz付近に明瞭なピークが認められており、これらはビーム水平直交成分と同様である。なお架台上(P1J)および架台下部鉄板上(P2J)では、11Hz付近及び30Hz付近においてピークが認められる。11Hzのピークは先述のビーム水平直交成分の振動から誘発されるものであり、30Hz付近のピークは架台とコンクリートに固定する鉄板との全体系による固有周波数と考えられ、積分スペクトルも同様である。次に積分スペクトル値の変動を示す図-7を見ると、10Hzにおいて架台上(P1J)の振動レベルがコンクリート基礎(P3J)と比較して大きいものの、水平成分と比べると増幅率は小さい。また1Hzでは昼夜変動が最も顕著であり、昼間の振幅値は夜間の約2倍もの値を示している。

3.2 地震記録

本測定期間中に2度の地震動を観測した。このうちの一つは2004年2月11日14時04分頃、筑波に近い茨城県南部を震源とするマグニチュード3.7、震源深さ70kmの地震である。記録された速度応答時刻歴のうちビーム水平直交成分および鉛直成分に関する代表測点(P1J, P3J)の記録を図-8および図-9に示す。

まずビーム水平直交成分について見ると、コンクリート床上や架台下部鉄板上で-0.032~+0.028(kine=cm/sec)であるのに対し、架台上では-0.048~+0.051(kine)の応答を示している。これは応答倍率にして約1.5~2.0倍である。また鉛直成分についても、コンクリート床上や架台下部鉄板上で-0.014~+0.013(kine)であるのに対し、架台上では-0.018~+0.016(kine)の応答を示しており、若干の振動増幅が認められる。

地震の震源が比較的KEKに近いことから短周期成分も含有した地震波であることが推測されることから、固有周波数成分を中心に振動が増幅されたものと考えられる。地震波の周波数成分により応答特性は異なるものと考えられるが、少なくとも何らかの

外部からの入力に対し、架台は振動増幅されやすい構造になっているものと考えられる。

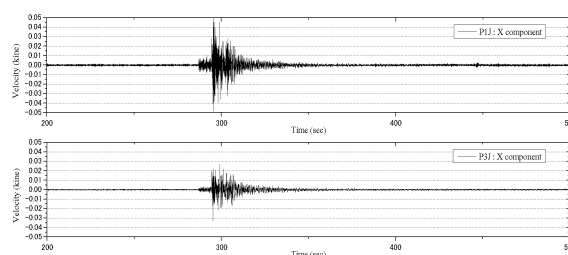


図-8 地震時速度時刻歴 (ビーム水平直交成分)

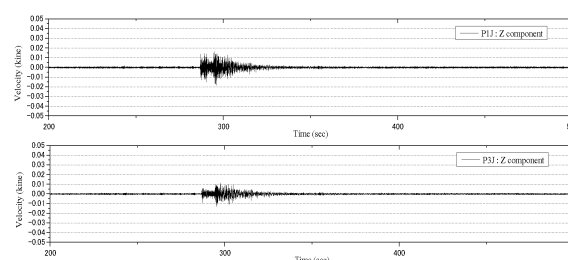


図-9 地震時速度時刻歴 (鉛直成分)

4. まとめ

本報ではKEK内にあるATFにて実施した加速管架台に関わる広帯域微動測定結果について示した。この測定における主要な結果は下記のとおりである。

- ATF内にある加速管架台は、ビーム水平直交成分において振動が増幅されやすい。
- ATFに設置されている加速管架台の固有周波数は、ビーム水平直交成分で11Hz付近、鉛直成分で30Hz付近であるものと推定される。
- 加速管架台の振動に関する昼夜変動として、人工ノイズによる影響と思われる3Hz付近の振動は昼間が夜間の約2倍程度に増幅されている。一方、0.3Hz付近のピークは波浪の影響に追随しているものと考えられ、架台の固有周波数である11Hz付近の振動は昼夜を通してそのレベルは概ね一定である。
- 地震記録からも加速管架台では振動が増幅されやすいことが明らかとなった。

謝辞

本測定においては、高エネルギー加速器研究機構早野助教授のご協力により実現したものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- [1] Y.Nakayama, et al., "Characteristics of micro tremor in KEKB (Tsukuba), 第14回加速器科学研究発表会報告集, Proceedings of the 14th Symposium on Accelerator Science and Technology, Tsukuba, Nov. 11-13, 2003