

DAILY FLUCTUATION OF ELECTRON BEAM DUE TO ELECTRIC POWER VOLTAGE OF AIR CONDITIONER IN THE STORAGE RING TUNNEL FOR SYNCHROTRON RADIATION

Sakuo Matsui, Hitoshi Tanaka

Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI/SPring-8)

1-1-1,Kouto, Sayo, Sayo, Hyogo, 679-5198

Abstract

The electron beam of SPring-8 storage ring fluctuates as the voltage from the electric power company. The wind velocity through the fan coil units changes as their voltage, thus the temperature on the wall shifts and the wall expands. The baseplates on the floor tilt especially where there is space under the floor. Then the linearity of quadrupole magnets on the girder changes and the error kick also. The current of steering magnet is stabilized by using an AVR (automatic voltage regulator) to the fan coil units because the error kick is corrected by the steering magnets.

放射光蓄積リング空調ファンコイルの電源電圧変動による電子ビームの日周期変動

1. はじめに

放射光用のリングであるSPring-8では全周にわたり安定した光をユーザーに供給するために水平、垂直各48台のステアリング電磁石で30秒ごとに軌道のフィードバックを行っている。しかし長期間でドリフトがあると電源の最大電流5Aを図1赤のように越してしまう。この原因を調べるために先に細かい1日周期の変動から調べることにした。

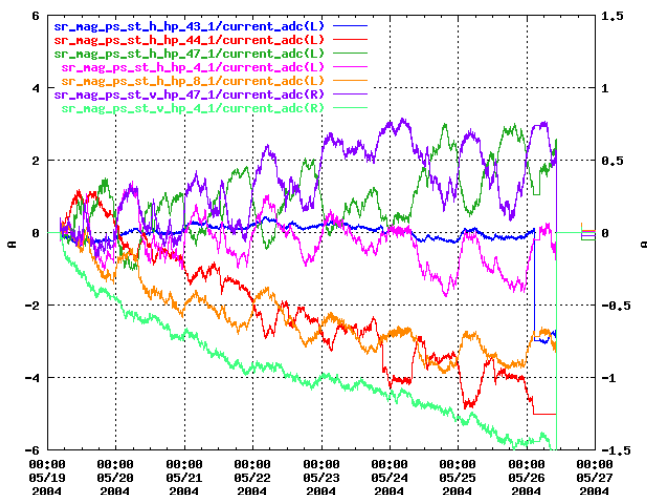


図1：水平、垂直補正電磁石の1週間の電流値。

2. 調査

2.1 電流パターン

補正電磁石の電流のパターンは、午前6～7時頃から変化し始め12時から急変し1時から反転する。土曜日曜には異なることから社会的な活動の影響が推測され、電力会社からの電圧6.6kVと比較した。図2で電圧は短時間で変化しているが補正電磁石の

電流はやや遅れており、熱的な原因を予測させる。

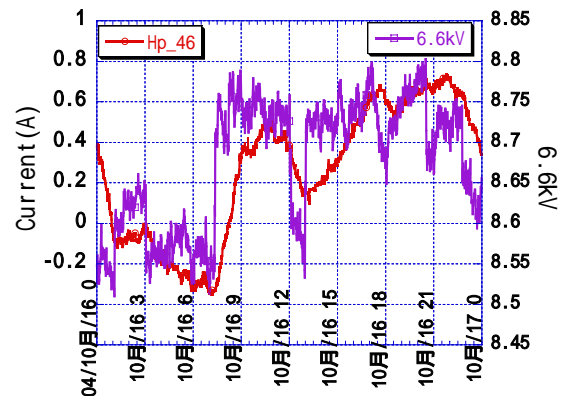


図2：受電電圧と補正電磁石の電流値。

2.2 電流パターンとの相関

主電磁石の電流、冷却水、電磁石表面、収納部室内、ファンコイルの吹き出し部などの温度、また、収納部天井の傾斜など多くのものと電流のパターンを比較したが、似たパターンはみつからなかった。

2.3 エラーキックの場所

BPMデータから30秒毎に軌道の補正を実施しているその元になるエラーキックの場所と強さを全周を144に分割し求めた。図3はある1日のリング全周のエラーキックの強さである。図2の1日周期特有のパターンが1セル付近にもあるが、44セル中央付近にも見られる。この場所は床の厚さは1.4mと薄くその下にブースターシンクロトロンからの輸送系トンネルがあり、不安定になりやすい場所である。そこでここにセンサーを設置し調べることにした。

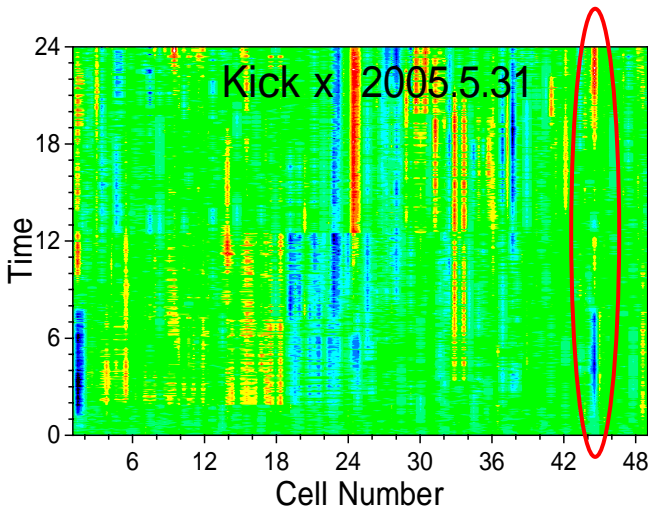


図3：全周でのエラーキックの強さの1日の変化。

3. 測定

3.1 収納部空調

1.4kmにわたる蓄積リングトンネル内は27°Cに保たれている。電磁石、真空チャンバー、ビームラインコンポーネントの冷却には冷却水が使われている。一方、空気中に発散する熱はほぼ5mおきに天井近くにとりつけたファンで冷却している。30m置き温度センサーにより冷水と温水をフィードバック制御で混合させ、その水をファンのユニット内に通しそこで熱交換した風を送っている。

3.2 センサー設置

44セルには図4のように7台(44-1~44-7)のファンコイルがあり、その向かい側の壁にPt温度センサーを床から1m、2m、3mの高さに、横には1~14(赤字)まで計42箇所貼り付け、また44-4の吹き出し口付近には風速センサーもとりつけた。

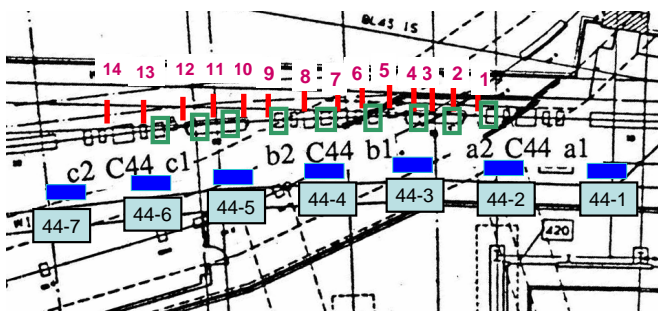


図4：ファンコイル、センサーの位置。

また、架台のベースプレート(緑の枠)には傾斜センサー(AGI製2mV/μrad)を設置した。図でb2C44b1と記されている領域は床の厚みが1.4mしかなく下が抜けている。その上の架台上には4つの4

極電磁石が載っているがその両端を基準にしてワイヤを張り、内側2台の磁石の基準面上にワイヤセンサー(Fogale製WPS)を置いた。

測定は収納部のセンサーからのケーブルを保守通路まで通し、アンプなどを経てデジタルマルチメーター(Keithley 2750)で読み、PCに記録した。

3.3 測定結果1

図5に4日間のファンコイルの電源電圧、風速、壁の温度、ベースプレートの傾き、4極磁石の横方向の位置、補正電磁石の電流値を示したが同じパターンで変化しているのがわかる。空調ファンからの風速が電源電圧によって変化するためトンネル内壁の温度分布が変化し伸縮し床が傾き磁石がずれキックが生じていると推測される。多くのベースプレートの内ちょうど架台の中央のベースプレート1枚のみが図のような顕著な変化をしており、その架台の両側の傾きはわずかでそのため架台中央がねじれその上付近の電磁石が横にずれたと推定できる。

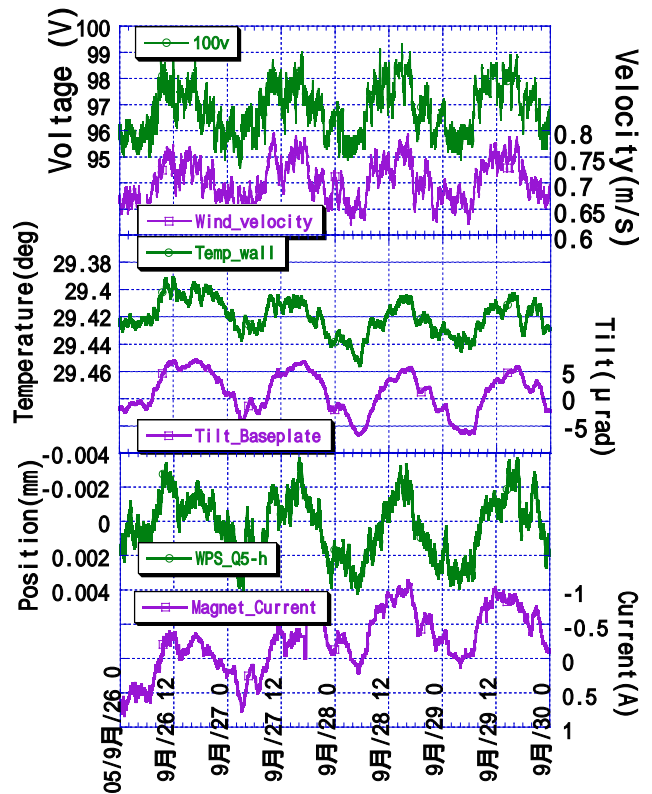


図5：ファンコイルの電圧変化から補正電磁石の電流まで。

3.4 測定結果2

床下にもトンネルがありどちらのファンが影響を与えているのか区別するため蓄積リング側の個々のファンの電圧を変化させた。まず44-2から44-6までの電圧を安定化電源で一定に保ち順番に44-6、44-3、44-5、44-4の電圧をそれぞれ10V下げ(図6で左側の矢印)影響を見て再び戻す(右側矢印)作業を行っ

た。その結果ファンコイルの向かいの壁の温度は上昇し、(図6の1~13は図4の温度計の位置)その中で床下が無い部分のベースプレートのみが傾斜した(図7)。これは測定結果1と同じで架台がねじれることがワイヤセンサーで認められ、発生したエラーキックを補正ステアリングで戻していることが確かめられた(図8)。水平(*hp_h43*)だけでなく垂直方向(*hp_v44*)にもキックが発生している。又、*Fan44-6*の影響はあまりないこともわかった。

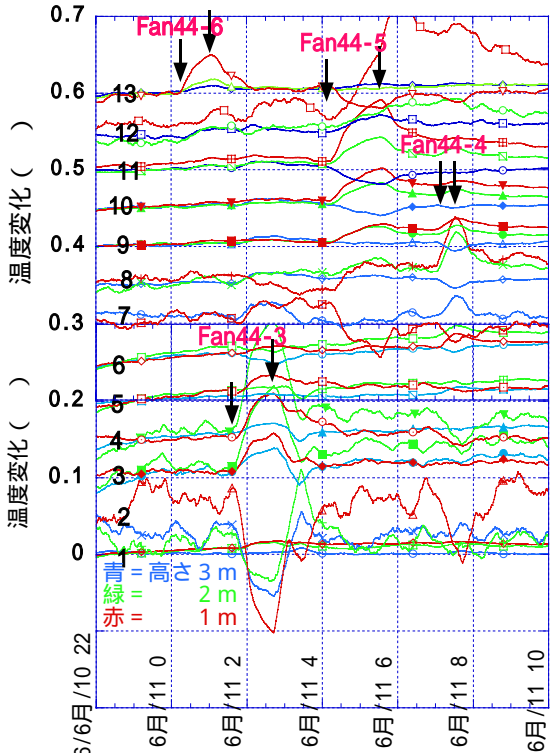


図6：ファンコイルの電圧を下げた時の壁の温度。

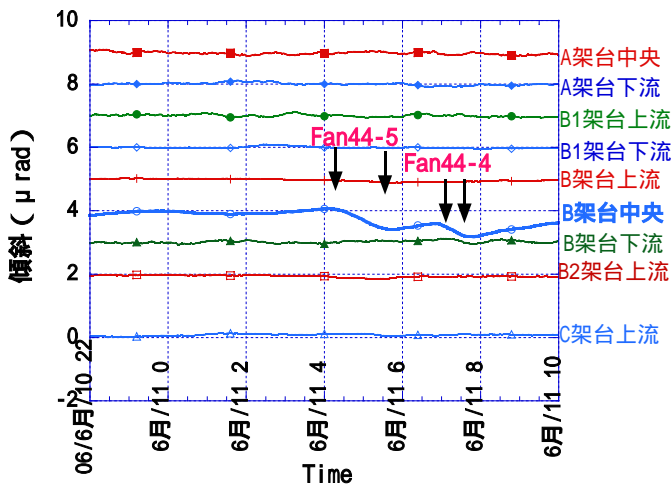


図7：ファンコイルの電圧を下げたときのベースプレートの傾斜。

3.5 測定結果3

蓄積リングのファン44-2から44-6までの電圧を通

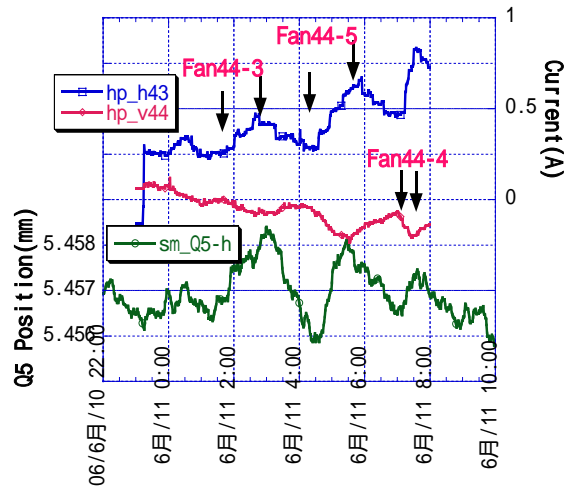


図8：Q5電磁石の水平位置と水平(青)、垂直(赤)補正電磁石の電流値。

常の変化する状態から5台ともAVRの出力につないだ状態に変え補正電磁石の電流値を見ると図9のように1日の特徴的な変動が大きく減少しているのが認められた。

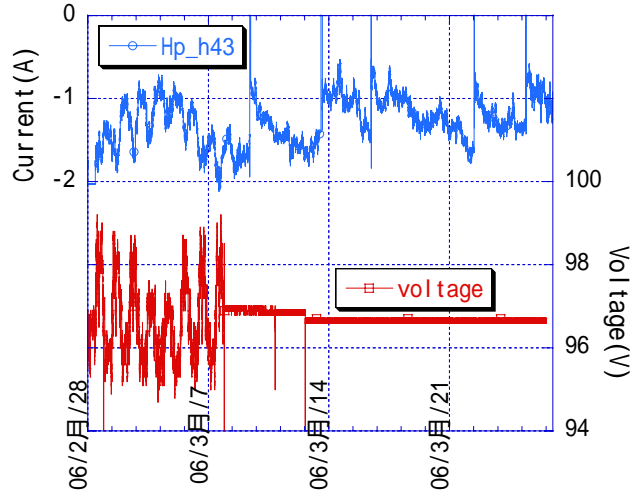


図9：ファンコイルの電圧安定化前後のステアリング電磁石の電流値

4. 最後に

床下の不安定な所は他に、RFの導波管が通っている5箇所、自動車道路(アンダーパス)部1箇所、地下通路部1箇所がある。これらの所のファン(1台最大100W)数台に1台AVR(電圧安定化)をつける計画をしている。ファン5台を1台の摺動型AVRで安定化させた場合1日4.5Vの変動が0.6V程度まで小さくなった。

通常の床の部分でも同様の原因で電磁石のリング内側と外側でわずかに温度差は変化しているのが認められる。この影響は小さいと考えられるが、さらなる安定化のためにはすべてのファンコイルの電圧の安定化が望ましい。