

接触式変位計を用いた BPM 真空槽変動の観測

岩崎 能尊

九州シンクロトロン光研究センター

電子ビーム軌道の安定性は蓄積リングの光源性能に影響を与える重要な要素のひとつである。九州シンクロトロン光研究センター電子蓄積リングでは、電子ビームの COD (Closed Orbit Distortion) は基準軌道に対し、 $\pm 20 \mu\text{m}$ 以下となるように補正している。また、基準軌道は、BPM (Beam Position Monitor) に近接する 4 極電磁石の磁場中心に対し校正している。

通常の利用者運転において、COD 補正は電子ビームのエネルギーが 1.4 GeV 到達後に 1 回、超伝導ウィグラー励磁完了後に 1 回それぞれ行っており、各 COD 補正の段階で十分な補正精度が満たされている。しかしながら、COD は時間の経過と共にドリフトすることが観測されており、その原因の特定と対処が望まれている。

COD にドリフトが生じる要因として、ステアリング電磁石等のドリフト、BPM 真空槽の変動による観測上のドリフト等が考えられた。特に後者においては、1.4 GeV 時の放射光による熱負荷は、255 MeV の入射時に比較しおよそ 900 倍以上にもなるため、COD ドリフトの主要な要因であることが推測された。そこで、蓄積リングの代表的な 8 箇所、水平・垂直方向の接触式変位計を設置し、BPM 真空槽の変動を観測した。

接触式変位計による観測の結果、1 日の運転サイクルにおいて、BPM 真空槽は最大で水平・垂直各 1.2 mm、0.1 mm の変動があった。また、完全には一致しないものの COD のドリフト量と BPM 真空槽の変動には関連があることがわかった。現在、残りの 16 箇所の BPM 真空槽変動を観測するためのシステムを構築中である。

本会において、現在までに得られた 8 箇所の BPM 真空槽変動の結果と、今後の BPM 真空槽の変動を含めた COD 補正システムのプランについて発表する。

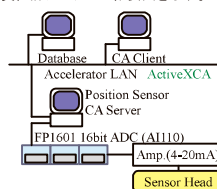
接触式変位計を用いた BPM真空槽変動の観測

岩崎能尊, 金安達夫, 高林雄一, 江田茂

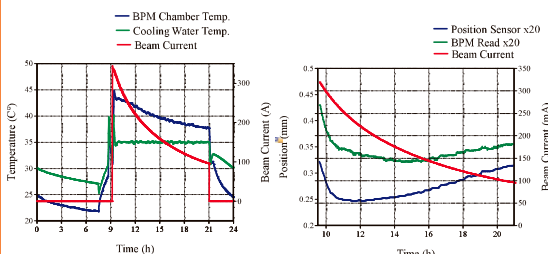
九州シンクロトロン光研究センター

変位計システム

変位計は一般に市販されている接触式変位計センサーであるキーエンスGT2-H12を選定した。GT2-H12は、分解能0.5 μm 、精度2 μm (20°C peak to peak)の石英ガラススケール CMOSイメージセンサ投影方式センサーである。センサーヘッドのアンプユニットには、アナログ出力タイプ(GT2-711MCN)を採用した。アンプユニットの4-20 mA電流出力を、National Instruments FieldPoint AI110 (16bit ADC)に取り込み、イーサネット経由で位置情報を上位制御系に送っている。システム全体としての読み取り速度は、AI110のサンプリングレートが決められており、約1 Hzである。左図に変位計センサーの設置状態を、右図にBPM真空槽変位計システムの概要図を示す。

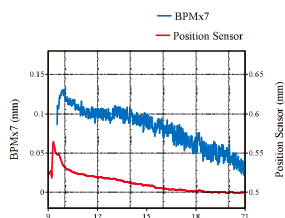


放射光との関係



左図にBPM真空槽温度(冷却水が流れていない側)、真空槽冷却水温度および蓄積電流の一日間における変化を示す。BPM真空槽温度は、冷却水温度と共に変化するが、ビーム加速時には放射光の熱負荷により、温度上昇し、その後、ほぼ一定となる。右図に、1.4 GeV加速後のBPM真空槽位置とBPMドリフトの様子を示す。

新規設置BPM変位計による観測結果



6極電磁石近傍のBPM真空槽に設置したBPM真空槽変位計の、午前9時から午後21時までの様子を示す。同時に、そのセクション(BPMx7)でのCODドリフトを示す。両者には関係があるように見える。しかし、両者は完全には一致していない。BPM真空槽変位計が設置された場所とBPMの間には15cm程の距離があり、その影響もあるかもしれない。また、他のドリフト要因も考慮すべき点である。

はじめに

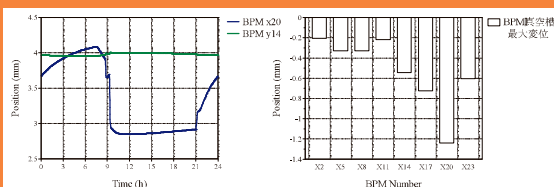
電子ビーム軌道の安定性は蓄積リングの重要な要素のひとつである。九州シンクロトロン光研究センター電子蓄積リングでは、電子ビームのCOD(Closed Orbit Distortion)は基準軌道に対し、 $\pm 20 \mu\text{m}$ 以下となるように補正している。また、基準軌道は、BPM(Beam Position Monitor)に近接する4極電磁石の磁場中心に対し校正している。

通常のユーザー運転において、COD補正は電子ビームのエネルギーが1.4 GeV到達後に1回、超伝導ウィグラー励磁完了後に1回それぞれ行っており、各COD補正の段階で十分な補正精度が満たされている。しかしながら、CODは時間の経過と共にドリフトすることが観測されており、その原因の特定と対処が望まれている。

CODにドリフトが生じる要因として、ステアリング電磁石等のドリフト、BPM真空槽の変動による観測上のドリフト等が考えられた。特に後者においては、1.4 GeV時の放射光による熱負荷は、255 MeVの入射時に比較しおよそ900倍以上にもなるため、CODドリフトの主要な要因であることが推測された。そこで、蓄積リングの代表的な8箇所(水平・垂直方向)の接触式変位計を設置し、BPM真空槽の変動を観測した。

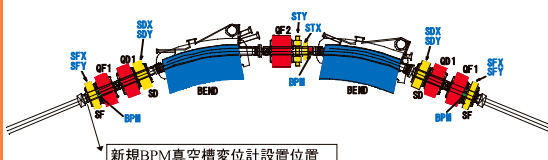
観測の結果、1日の運転サイクルにおいて、CODのドリフト量とBPM真空槽の変動には関連があることがわかった。本会において、現在までに得られたBPM真空槽変動の結果と、今後のBPM真空槽の変動を含めたCOD補正システムのプランについて発表する。

一日単位の位置変動



左図に一日あたりの変位が最も多かった、BPM真空槽BPMx20(水平方向)と、BPMx14(垂直方向)の一日単位の位置変動を示す。水平方向プラス側はリング内側への変位、垂直方向プラス側はリング下方側への変位を示す。水平方向には最大で、1.2mm、垂直方向には最大で0.1mmの変動が観測された。位置変動観測用のセンサーは4極電磁石架台に対して固定されている。右図は、水平方向のリング各点におけるBPM真空槽の位置変動の最大値を示す。場所によりその大きさは異なるが、全てのBPMにおいて、BPM真空槽は加速器の運転に伴いリング外側にシフトした。変位計はリングの対称的な8箇所に設置してある。

新規BPM真空槽変位計



現在までは、BPM真空槽変位計の設置が、比較的容易なQF2下流側で、真空槽の位置変動をモニターしていた。しかし、全てのBPM真空槽でのモニターを可能とするために、6極電磁石(SF)近傍にセンサーを取り付けた。真空槽は、ゲートバルブにおいて固定されているが、最もBPMに近い位置として、この場所を選んだ。6極電磁石と4極電磁石の間にあるBPMへの変位計設置はスペースの関係上課題がある。

まとめ

電子蓄積リングのCODの原因を特定するために、水平・垂直各8台の接触式変位計を取り付け、BPM真空槽の変位を観測した。現在、常時1HzにてBPM真空槽設置位置をモニターしている。

リング全周に渡るドリフト要因を調査するため、これまで設置が難しかった、6極電磁石と4極電磁石の間にあるBPM真空槽に変位計を試験的に設置した。新規に設置した場所は、BPMから15cm程度離れた位置にあったが、BPMで観測されるCODと、BPM真空槽変位計との間には関係があるようである。しかし、両者は完全には一致しておらず、他の要因も含め、今後の対応について検討をしている。

今後は、BPM真空槽変位計を全てのBPMの近傍に設置し、真空槽の変動を考慮した軌道補正システムを行う。