

PF-AR ビームライン NE5A から NE7A への移設

○菊地貴司^{A)}、森丈晴^{A)}、亀卦川卓美^{A)}、岡本渉^{A)*}、兵藤一行^{A)}

^{A)}高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所

* (現在) 名古屋大学 小型シンクロトロン光研究センター

概要

PF-AR 偏向電磁石ビームライン NE7 の建設は、所内プロジェクトの一環として NE5A の医学イメージングに関する基礎研究と、BL14C の大型高圧装置 MAX-III を用いた高圧研究のアクティビティーを NE7 に移設するという計画のもと進められた。ビームライン建設スケジュールとしては、NE5A を解体し、NE7 に再構築するという計画で進められ、作業は 2008 年夏期シャットダウン中の解体から始まった。NE7 建設用地には、素粒子実験用ビームライン (IT4) が設置されていたため IT4 の解体と NE5C をそのまま残す状況で NE5A の解体を行った。つづいて 2009 年夏期シャットダウンでは IT4 の残りの部分の解体と、NE7 建設の基準となる偏向電磁石から出射されるビーム方向のライン引きを行った。2008 年に解体した NE5A は NE5C との共通部品を NE5C 利用のために残してきているので、NE7 建設に必要な不足部品の製作と、ビームの取り込み角の変更に合わせてガンマ線遮蔽の変更、ビームラインの簡略化などを行い、ビームラインを構築した。ここでは、主にフロントエンド部の建設について報告する。

1 フロントエンドの設計

フロントエンドとは、ビームラインの最上流部に設置され、加速器リングの光取り出しポートから実験ホールまでの間に設置される部分である。フロントエンドの役割は加速器から出射される放射光を成形し実験ステーションへ安全に供給、遮断をする。さらにリング真空を保護するために設置されるものである。

1.1 旧 NE5A からの変更点

放射光の水平方向の角度広がり実験ホール側での散乱 X 線を少なくするために、ビーム水平取込み角を研究目的に合わせて旧 NE5A の 10 mrad から 4 mrad に変更した。この変更に伴い製作が必要となったものと、仕様の変更は次のようになった。

- 1) クロッチアブソーバ：水平方向取出角 10 mrad から 4 mrad に変更
- 2) マスク 1：水平方向取出角 4 mrad (開口 28mm×9mm)
- 3) 角ダクト：水平方向取出角 4 mrad (外形:50mm×25mm 内径:44mm×18.8mm 長さ 250mm)
- 4) マスク 2：水平方向取出角 4 mrad (開口 40mm×13.5mm)
- 5) 壁貫通管：水平方向取出角 4 mrad (外形:80mm×40mm 内径:74mm×34mm 長さ 4080mm)
- 6) 旧 NE5A の VA2 撤去

旧 NE5A の BBS 直後にあったバルブを廃止し、シールド壁を出た直後に LV として設置。

- 7) 基幹部コントローラを廃止し、現在のビームラインの標準仕様に合わせた仕様に作り変えた。
- 8) 新規の架台製作。
- 9) インターロック関係

フロントエンドコントローラ新設。

2 ビームラインの罫書き

ビームラインを建設するためには、基準となる放射光ラインを正確に設定、罫書きする事が重要となる。ビームは PF-AR リング向電磁石の接線方向から放出されるため、発光点の位置とビームの方向を計算から割り出し、3次元測量器を用い、偏向電磁石前後の Q マグネットを基準にして実験ホール床面に罫書き線を引いた。

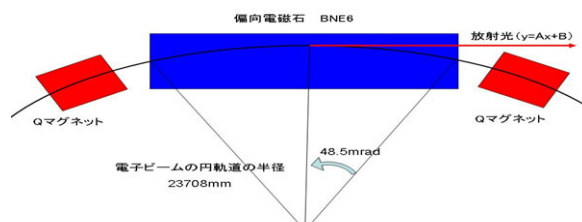


図 1. 放射光ラインの罫書き

放射光ラインの出し方

- マグネットの磁場の開始と終了位置の座標から、BNE6 の磁場中の電子ビームの円軌道の半径を 23708mm として円軌道の中心座標を求める。
- NE7A の発光点として、円軌道終端（マグネット BNE6 磁場終端）から上流に 48.5mrad 遡った点と定め座標を求める。
- 上記発光点を通る接線方程式 $y=Ax+B$ の A と B の値を計算で割り出す。
- Q マグネットと発光点の座標を基準にして、接線の方程式で求められた直線上にポイントを打つ。
- マグネット BNE6 の磁場の開始終了位置の座標は、下記の通り。
開始位置：(37789.891,48936.716)
終了位置：(39958.145,47398.257)
- マグネット BNE6 の磁場中の電子ビームの円軌道の半径を 23708mm とすると円軌道の中心座標は下記の通り。
(25176.457,28862.590)
- NE7A の発光点は、円軌道終端(マグネット BNE6 磁場終端)から上流に 48.5mrad 遡った点になる。発光点の座標は下記の通り。
(39402.136,48093.092)
- 上記発光点を通る接線方程式 $y=Ax+B$ の A と B の値は下記の通り。
A=-0.721025 B=76243.461
- Q マグネットの座標は下記の通り。
上流側 Q マグネット入口：(36629.878,49665.6)
上流側 Q マグネット出口：(36883.896,49505.99)
下流側 Q マグネット入口：(40251.332,47164.449)
下流側 Q マグネット出口：(40485.881,46977.402)

3 仮組み立て

建設スケジュールが非常に厳しく工期を遅らせる事は出来ないので、建設前に最終設置場所とは異なる場

所で一度組み上げて問題の洗い出しを行った。仮組を行った結果、マスクの不具合等が判明し、そのための改造を行う事ができた。組み上げたあとにはシャッター、リミットスイッチ、シャッター駆動用の電磁弁は新品に交換し、電気配線、信号配線も新しく引きなおした。リミットスイッチやシャッターなど駆動部は動きの調整を行い正常に動作する事を確認した。再利用コンポーネントは1年間大気で保管されたものであり、新規製作したのももガス出しが必要なことから真空を立ち上げ、ベーキングも行い本番に備えた。

4 ビームライン建設

ビームライン建設は、内部スタッフと業務委託業者による作業を行った。設置はチャンバーセンター（ビーム軸）と上下流の位置を下流側に立てた測量器で計測しながら、上流から順番にビームライン機器を並べた。このときの設置基準は、先に述べた罫書き線である。また、ビームラインの高さに関しては、罫書き線を引くための測量時にリング側から実験ホール側に数箇所転写しておいたものを基準としている。

5 ビームラインの仕様変更

NE5A から NE7 の移設で次のような変更を加えた。NE5A は建設当時の設計思想により、現在ビームラインの標準仕様とされているフロントエンド部が無くフロントエンド相当部分の駆動に必要なソレノイドバルブは実験ホール側に設置された基幹部コントローラーと呼ばれていたものでアブソーバーやビームシャッターを駆動していた。冷却水の流量計も同様に実験ホール側に設置されていた。シャッター関係の駆動は、他のビームラインで実績があることからソレノイドバルブをリング内のそれぞれのシャッターに取り付けて駆動し、冷却水の流量計もリング内に設置することで基幹部コントローラーを廃止し、PF-AR 標準仕様に沿ってフロントエンド部を製作した。また、各コンポーネント間を繋いでいた粗排気ラインを廃止し、それぞれに排気ポートを設置するのみとした。真空バルブを1つ減らした事もビームライン簡略化に貢献している。ビームラインの架台も新たに製作し、設置場所の狭さを考慮して出来るだけ簡素なものにした。これらの事でビームライン周りとはとても余裕ができ今後のメンテナンスも容易になると期待できる。

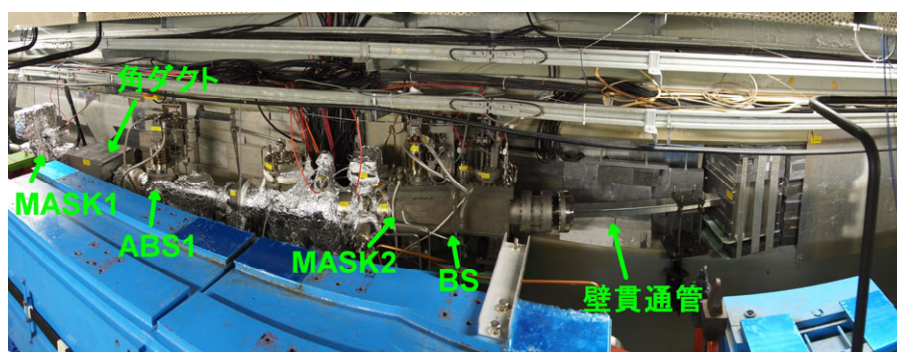


図2. NE7 フロントエンド

6 まとめ

- ・ スケジュール通り 9 月末の運転開始に予定された位置に予定の大きさの放射光ビームを取り出す事ができた。
- ・ 仮組を行ったので大きなトラブルも無く建設でき、真空の立ち上がりも満足の行くものであった。
- ・ フロントエンド部を構築した事でより安全で使いやすいビームラインとなった。
- ・ シンプルな架台や粗排気ライン、一部のバルブ廃止などの簡略化でビームラインへのアクセスが容易になりメンテナンスがしやすくなった。