

Radiation Shielding of the Central Japan Synchrotron Radiation Facility

Yoshifumi Takashima ^{#,A,B)}, Hiroyuki Morimoto ^{C)}, Masahito Hosaka ^{B)}, Naoto Yamamoto ^{B,A)}, Masahiro Katoh ^{D,B)},
Nobuhisa Watanabe ^{B,A)}, Yoshikazu Takeda ^{C)},

A) Graduate School and School of Engineering, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-8603

B) Synchrotron Radiation Research Center, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-8603

C) Aichi Science & Technology Foundation, Minamiyamaguchi-cho, Seto, Aichi, 489-0965

D) Institute for Molecular Science, National Institutes of Natural Sciences, Myodaiji-cho, Okazaki, 444-8585

Abstract

“Central Japan Synchrotron Radiation Facility” is the principal facility of the project of Aichi prefecture, “Knowledge Hub Aichi,” to establish a new research center for technological innovations in collaboration with universities, research institutes, local government and industries. Accelerators consist of 50 MeV linac, 1.2 GeV booster synchrotron and 1.2 GeV electron storage ring. The circumference of the electron storage ring is 72 m. The booster synchrotron and the linac have placed on the inside of the storage ring. The accelerators have placed in the center of an experiment hole and it has surrounded with the concrete wall of thickness 1 m and 50 cm.

中部シンクロトロン光利用施設の加速器の放射線遮蔽

1. はじめに

中部シンクロトロン光利用施設^[1]（中部 SR 施設）は、愛知県が次世代モノづくり技術の創造・発信の拠点として整備する「知の拠点あいち」^[2]における中核施設として、中部地区の大学、産業界、行政の協力の下で整備がすすめられている^[3-7]。地域共同利用施設として、大学や研究機関からの利用はもとより、産業界からの利用を重視した施設である。

施設の運営は、公益財団法人科学技術交流財団^[8]が行い、加速器やビームライン等に対する技術的な支援を名古屋大学シンクロトロン光研究センターを中心とする大学連合（名古屋大学、名古屋工業大学、豊橋技術科学大学、豊田工業大学）が行っている。建設地は、2005年に開催された愛知万博の長久手会場に隣接しており、名古屋市の中心部から東に約20 kmの場所である。

加速器は、50 MeV 直線加速器、1.2 GeV ブースターシンクロトロン、1.2 GeV 蓄積リングから成っている。蓄積リングの周長は 72.0 m であり、この内側に周長 48 m のブースターシンクロトロンを配置し、さらに内側に直線加速器を配置している。

2. 施設の概要

図1は、実験ホール内部の写真である。すべての加速器は実験ホール中央部の遮蔽壁の中に配置している。図2及び図3は施設1階及び2階の平面図であり、管理区域境界を赤点線で示している。建屋の大きさは、約70 m×55 mである。管理区域への出入りは、玄関から1階実験ホールへの出入口と、2階制御室から実験ホールの周囲を巡るキャットウォークへの出入口の2カ所から行う。

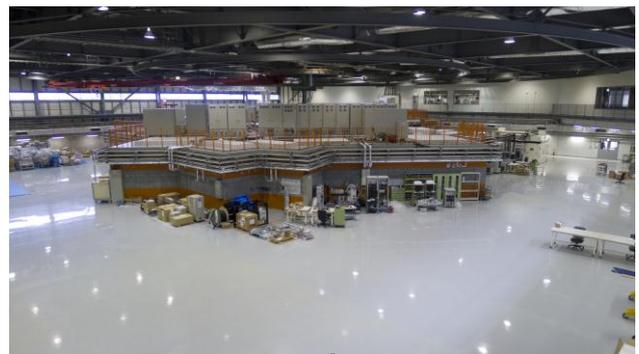


図1：実験ホール写真（2012年7月17日撮影）

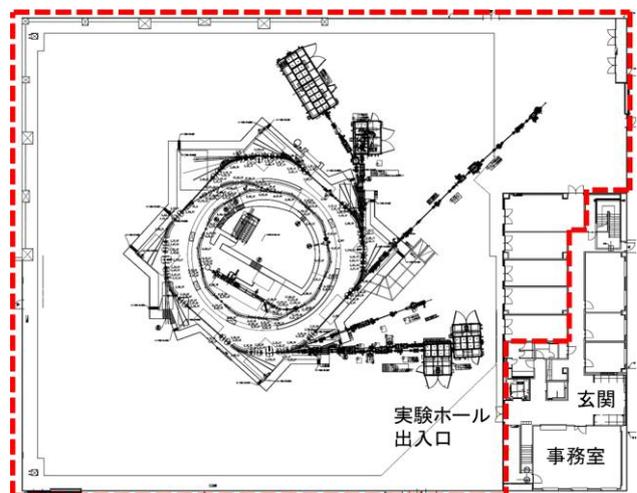


図2：実験ホール1階平面図，点線は管理区域。

takasima@numse.nagoya-u.ac.jp

加速器へのアクセスは、実験ホール周囲にあるキャットウォークと遮蔽壁上部をつなぐブリッジを通ることによって行う。加速器用電源ケーブルや冷却水の配管等も、このブリッジを通して運ばれている。

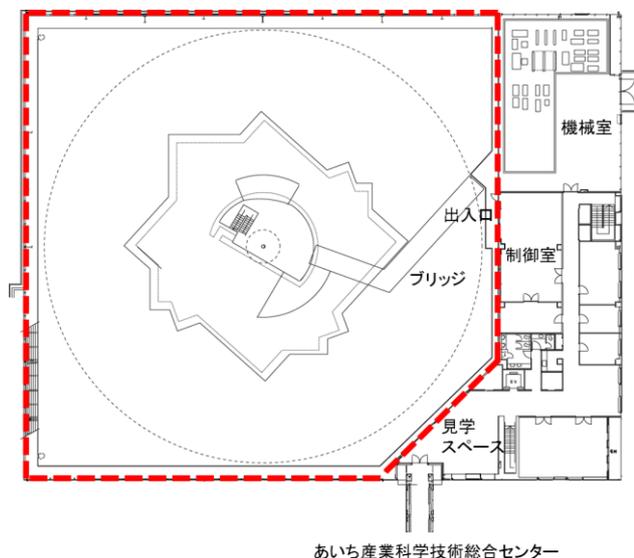


図3：実験ホール2階平面図，点線は管理区域。

3. 加速器の遮蔽

直線加速器から出射される電子ビームは、ブースターシンクロトロンへの入射効率を上げるため、パルス幅約 1 ns のショートパルスとした。これをブースターシンクロトロンにシングルバンチで入射し、加速後に蓄積リングへ入射する。入射の繰り返しは 1 Hz である。蓄積リングへ入射する電荷量は、毎秒約 1 mA (約 0.24 nC/s) を目標とし、最大蓄積電流は 300 mA を予定している。

加速器から発生する放射線の検討では、次の各運転モードについて計算を行った。1. 直線加速器調整運転、2. ブースターシンクロトロン調整運転、3. 蓄積リング入射運転、4. 蓄積リング蓄積運転。

直線加速器調整運転では、電子銃から出射された電子が直線加速器によって加速され、直線加速器下流に設置されたファラデーカップで損失する。ファラデーカップの周囲には厚さ 5cm の鉛ブロックを配置している。

ブースターシンクロトロン調整運転では、直線加速器から出射された電子が低エネルギービーム輸送路を通してブースターシンクロトロンに入射し、1.2 GeV に加速される運転である。加速された電子は、ブースターシンクロトロン内の運動量分散の大きい場所でほぼ均等に損失すると仮定した。

蓄積リング入射運転では、ブースターシンクロトロンで 1.2 GeV に加速した電子を高エネルギービーム輸送路を通して蓄積リングに入射する。蓄積リングへの入射は 1 Hz で行う。蓄積リングへ入射され

た電子は、蓄積リング内の運動量分散の大きい場所で損失すると仮定した。蓄積リング蓄積運転では、蓄積リングに一定量電子を蓄積した後、入射を停止し、蓄積リングのみ運転を行う。

図4に加速器を囲む遮蔽壁の平面図を示す。遮蔽壁の形状は、蓄積リングの形状に沿った星形であり、シンクロトロン光のビームラインダクトが貫通する部分では、ダクトと遮蔽壁が直交するようになっている。

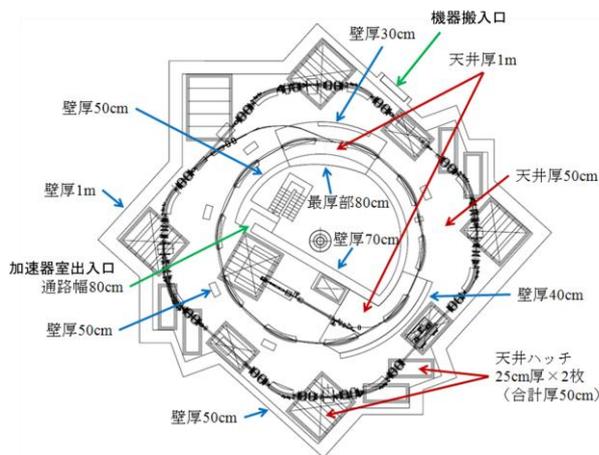


図4：遮蔽壁平面図

加速器を囲んでいるコンクリート遮蔽壁の厚さは、シンクロトロン光ビームラインが貫通する部分では 1 m、蓄積リング直線部の側面では 50cm である。また、比較的電子の損失が多いと予想される場所については、コンクリートの厚さを 1m とするとともに、鉛ブロックによる局所遮蔽を設置している。

遮蔽壁天井には、矩形のコンクリート板で作られた取り外し可能なハッチを設けており、ビームライン基幹部や超伝導電磁石、挿入光源等へ実験ホールの巡回クレーンを用いてアクセスすることができる。

遮蔽壁の側面には機器搬入口が 1 カ所あり、厚さ 50 cm のコンクリートブロックで通常時は閉じられている。機器搬入口の一部は非常口になっており、厚さ 16 cm の鉄扉で閉じられている。図5は、遮蔽壁側面に設けられた搬入口の写真である。

加速器室の天井にある機器搬入用のハッチは、厚さ 25cm のコンクリート板を 2 重に重ねている。このとき、隣り合うコンクリート板のすき間からの放射線漏れを防止するため、上下のコンクリート板をずらして配置している。

遮蔽壁内部の加速器室へのアクセスは、遮蔽壁中央部 1 階に設けてある迷路状の出入口を通ることによって行う。

シンクロトロン光ビームラインが遮蔽壁を貫通する部分では、ビームラインのダクトの周囲にすき間無く鉛を配置している。1つの超伝導偏向電磁石から引き出している 3 本のビームラインでは、ビームラインの間隔が狭いため、3 本共通の比較的大きな貫通穴を遮蔽壁に設け、ダクトの配置に合わせて鉛

ブロックを設置している。図6は、超伝導偏向電磁石ビームライン用貫通穴に設置した鉛遮蔽の写真である。

加速器室に人が立ち入っている場合に加速器の運転を行うことがないようにするため、加速器室出入口扉にリミットスイッチを設けるとともに、加速器室出入口近くにパーソナルキースイッチボックスを設置して、リミットスイッチ動作時又はパーソナルキーがキーボックスに返却されていない場合にインターロック信号を発生するように設定している。



図6：超伝導偏向電磁石ビームラインの遮蔽壁貫通穴の鉛遮蔽。



図5：機器搬入口。上図は搬入口をコンクリートブロックで閉じた状態。下図は、最下段のコンクリートブロックに設けられた緊急避難口。

4. まとめ

中部シンクロトロン光利用施設の加速器は、50 MeV 直線加速器，1.2 GeV ブースターシンクロトロン，1.2 GeV 電子蓄積リングで構成される。電子蓄積リングの周長は 72 m であり，この内側に周長 48 m のブースターシンクロトロンを配置し，さらに内側に直線加速器を配置している。これらの加速器は実験ホールの中央にあり，周囲と上部を厚さ 1 m 及び 50 cm のコンクリート遮蔽壁で囲み，部分的に鉛ブロックを配置している。今後の調整運転において，線量の測定を行い，遮蔽が十分であることを確認しながら作業をすすめていく。

参考文献

- [1] <http://www.astf-kha.jp/synchrotron/>
- [2] <http://www.astf-kha.jp/>
- [3] M. Yamamoto, et.al., "DESIGN OF THE 50MEV LINAC OF THE CENTRAL JAPAN SYNCHROTRON RADIATION FACILITY", These Proceedings, THPS027
- [4] N. Yamamoto, et.al., "COMMISSIONING OF ACCELERATORS OF THE CENTRAL JAPAN SYNCHROTRON RADIATION FACILITY", These Proceedings, THPS040
- [5] K. Nakayama, et.al., "BOOSTER SYNCHROTRON FOR THE CENTRAL JAPAN SYNCHROTRON RADIATION FACILITY", These Proceedings, THPS046
- [6] A. Murata, et.al., "ACCELERATOR SYSTEM FOR THE CENTRAL JAPAN SYNCHROTRON RADIATION FACILITY", These Proceedings, THPS047
- [7] S. Matsuda, et.al., "VACUUM SYSTEM FOR THE CENTRAL JAPAN SYNCHROTRON RADIATION FACILITY", These Proceedings, THPS058
- [8] <http://www.astf.or.jp/>