

PRESENT STATUS OF SURVEY AND ALIGNMENT FOR J-PARC

Norio Tani^{1,A)}, Takatoshi Morishita^{A)}, Shinichiro Meigo^{A)}, Masahide Harada^{A)}, Stefanus Harjo^{A)}, Masashi Shirakata^{B)},
Masakazu Yoshioka^{B)}, Takanobu Ishii^{B)}, Yoshiaki Fujii^{B)}, Shuki Torii^{B)}

^{A)} Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

2-4 Shirakata shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1195

^{B)} High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki, 305-0801

Abstract

The first stage construction of Joint Particle Accelerator Research Complex (J-PARC), a joint project of Japan Atomic Energy Agency(JAEA) and High Energy Accelerator Research Organization (KEK), has been finished. Materials and Life Science Experimental Facility (MLF) and Nuclear and Particle Physics Facility started their operations. As J-PARC is constructed along the coast, uneven settlement is concerned from its earliest days. Therefore an observation network has been built for each accelerator facility for the survey work after installation of machines and periodical surveys are conducted. At MLF, additional neutron beam lines are being planned at the moment and alignment method is being studied. Here we report our activities in the last fiscal year and future action as a present status of survey and alignment at J-PARC.

J-PARCにおける測量とアライメントの現状

1. はじめに

2006年11月よりリニアックのビームコミッショニングが開始され、2007年の1月には初期運転の機器構成による定格ビームエネルギー181 MeVを達成している。また、2007年9月からRCS、2008年5月からMRのビームコミッショニングが開始され、それぞれ3GeV、30GeVの定格ビームエネルギーを達成している。ここでは、各加速器施設におけるアライメントにおける現状について報告する。

2. 加速器施設

2.1 リニアック

リニアックでは、20m間隔で設置された基準点の床測量が定期的に行われている。ビーム運転開始後の床変動は1mm程度でビーム運転に支障のない範囲である^[1]。また、現在は、400MeVへのビームエネルギー増強に向けてACS空洞の設置作業が計画されている。据付・アライメントを短期間で実施するために、機器本体に据付基準を設け、トンネル内の基準点の増設が計画されている。

2.2 RCS

RCSでは、2005年4月から2008年8月の間、トンネル内に設置された16点の床基準点について定期的に測量が実施され、入射部で2.8mm、出射部で6.7mmの沈下が観測されている。測定結果から、床面が出射部に向けて傾斜していることは判っている。また、

これまでのビーム運転で不等沈下による影響は確認されていない。

2.3 MR

MRでは周長約1.6kmのトンネルが完成した2007年2月に初めて全周の床測量が実施された^[2]。図1にトンネル内に設置された床基準点の配置を示す。その後も床測量が実施され、図2に示すような床レベルの変動が観測されている。

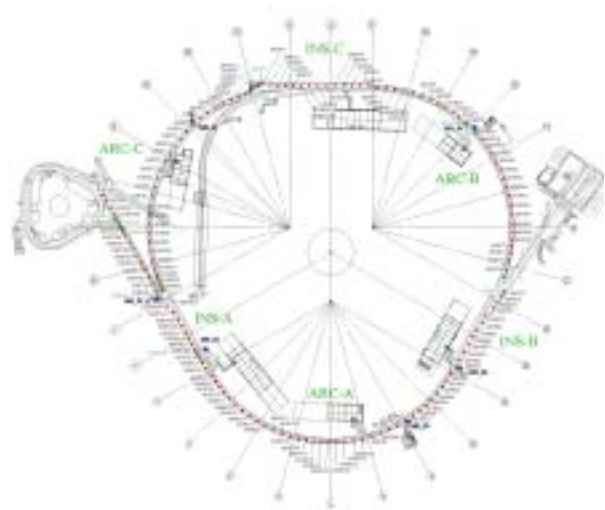


図1. MRトンネル床基準点配置図

¹ E-mail: tani.norio@jaea.go.jp

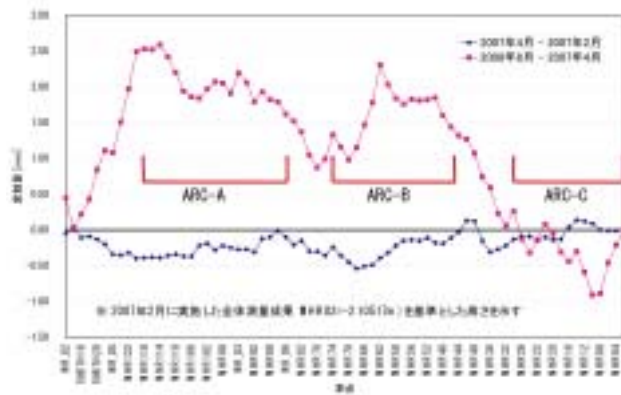


図2 . MRトンネル内の床変動

機器の据付は2007年4月のデータに基づいて行われ、2008年8月までの間に全幅で約3.5mmの変動が観測されており、リング全体として1周期の大局的な変動が観測されている。この変動を細かくみると、ARC-B上流部の20m程度の区間に不等沈下が見られる^[3]。また、ARC-C付近の沈下は、近傍で行われたニュートリノ施設の建設工事による影響と考えられる。

3 . ニュートリノ施設

ニュートリノ施設は神岡地区との位置関係を決めるために長基線GPS測量によって、J-PARC施設を囲む3ヶ所に一次基準点を設け、更にニュートリノビームライン周辺に二次基準点を整備している。これら地上部基準点の測量結果は、貫通口経由でトンネル内に導かれ、一次ビームラインの機器のアライメントに使用された。一次ビームラインに設置される機器の据付位置は、2008年春に決められたが、その後の測量で床変動が観測されている。



図3 . 水管傾斜計の設置箇所

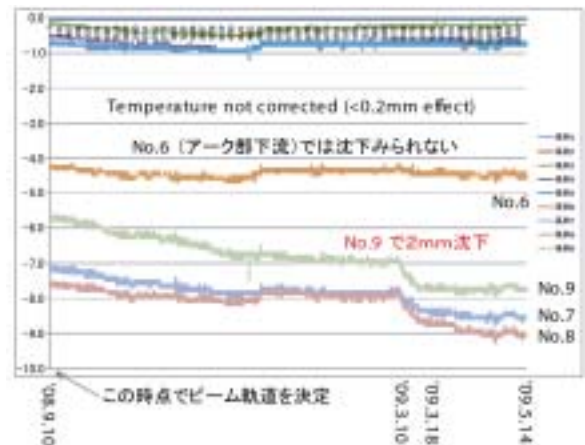


図4 . 一次ビームラインの床変動

図3は水管傾斜計の設置箇所を示している。水管傾斜計で測定された一次ビームラインの床変動を図4に示す。測定データから、ビームラインの沈下は収まっているが、最終収束部以降に2mm程度の沈下が見られる。

4 . MLF施設

4.1 3NBT

3NBTでは1MWの大強度陽子ビームを水銀ターゲットに安定して供給するために、電磁石等の機器のアライメントが重要である。また、ビーム入射時に生じる水銀ターゲットでの衝撃波を緩和するために、八極電磁石等を用いたビーム平坦化技術の開発等が重要である。この方法ではビームを八極電磁石の中心を通す必要があるために、さらなるアライメントが重要となる。

3NBTのトンネルでは年間に1mm程度の沈下が観測された。さらに、本年度からトンネルの地下に位置するニュートリノディケイボリウムへのビーム供給が開始した。これに伴うトンネルの隆起が予想されるために、本年度に再度アライメントを行うこととした。

4.2 MLF実験ホール

MLF実験ホールでは、建屋の杭基礎に沈下測量用の基準点を図5に示すように4箇所設置し、2005年6月の床コンクリート打設開始時期から定期的に沈下測量が行われている。図6に沈下測量用杭の基準点測定結果を示す。施設完成時に想定された沈下量は47mmであったが、それ以上に沈下が進んだ^[4]。これは、建屋重量のみで想定沈下量を評価したためで、中性子ターゲットや中性子ビームライン周辺の機器や生体遮蔽等の重量を加えて再評価した結果、予想沈下値は55mmであることがわかった。現在の沈下は、この予想範囲内に収まっている。また、沈下測量用杭間の不等沈下も予想値の5mm近傍で推移している。

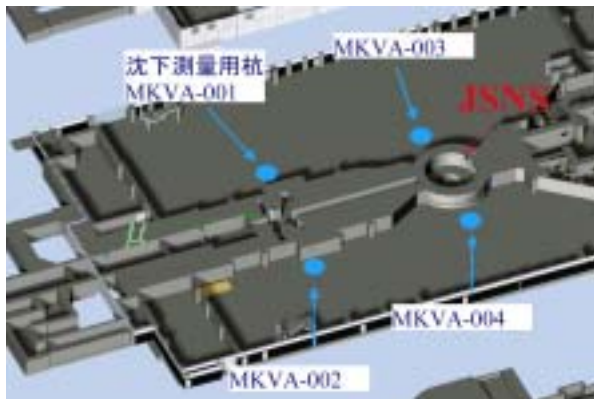


図5．沈下測量用杭の設置箇所

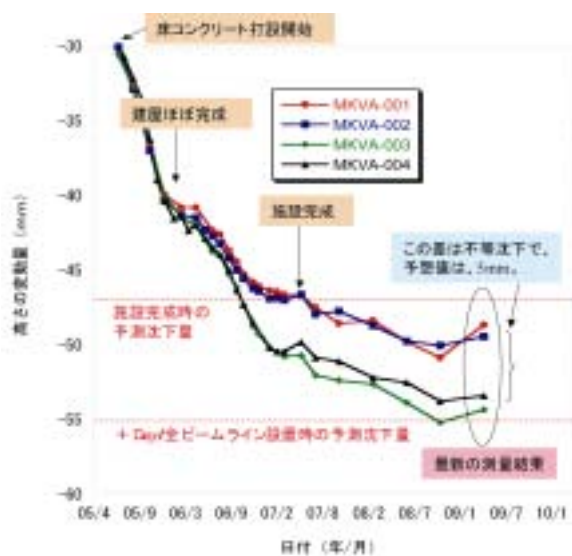


図6．沈下測量用杭の変動

4.3 中性子利用ビームライン

中性子実験装置のビームラインは、全部で23本計画されている。そのうち、8本が現在稼動しており、4本が調整中、3本が建設中である。

いくつかの中性子ビームラインでは、中性子を輸送するスーパーミラーと呼ばれるガイド管を真空ジャケットに挿入し、この真空ジャケットをビームライン上に設置することで構成されている。

ビームラインのアライメントとは、このガイド管を精度良く据付けることを指し、従来のマイクロゲージやセオドライトを用いた据付手法では、ガイド管の接続部分の段差調整（50 μm以下）や回転精度の確保（0.15mrad以下）が容易ではなかった。特に、湾曲したビームラインを持つ実験装置では、不等沈下によって生じたビームラインのミスアライメントを部分的に調整することが難しく、新たな据付手法が必要とされた。

ビームライン据付の新たな試みとして、レーザートラッカーを用いた据付方法が2つの湾曲したビー

ムラインで取り入れられた。その手法は、据付前に、真空ジャケットにガイド管を挿入し、ガイド管の挿入位置を、レーザー変位計を用いて調整する。次に、両端面のガイド管中心と真空ジャケット上の基準点のオフセット量を、レーザートラッカーを用いて測定する。最後に、真空ジャケット上の基準点を、レーザートラッカーを用いてアライメントすることで、ガイド管の基準箇所を設計軌道情にアライメントすることができる。この方法で、位置精度 ± 0.5mrad、設置傾き精度 ± 0.2mrad、接続位置精度 0.05mmでガイド管の据付を行った。

5．まとめ

加速器施設や3NBTでは、ニュートリノ施設の建設工事の影響で周辺エリアの床レベルの沈下が観測されている。これらの変動については、今後も注意深く観測していく必要があると考えている。

MLF実験ホールの床面の不等沈下は、中性子利用ビームラインに影響を与えるため、定期的な観測と中性子利用ビームラインの再アライメント手法の確立に今後は取り組んでいきたいと考えている。

参考文献

- [1] T.Morishita, et al., "Alignment of Cavities and Magnets at J-PARC Linac", The 10th International Workshop on Accelerator Alignment, KEK, Tsukuba, Feb. 11-15, 2008,, URL:<http://www-conf.kek.jp/iwaa08/papers/THP2-05.pdf>.
- [2] M.Shirakata, et al., "Ground Motion and Magnet Alignment of J-PARC MR", The 10th International Workshop on Accelerator Alignment, KEK, Tsukuba, Feb. 11-15, 2008,, URL:<http://www-conf.kek.jp/iwaa08/papers/WE007.pdf>.
- [3] M.Miyahara. "臨海サイトにおける加速器トンネルの建設と地盤に関する考察（MRトンネルの土木設計と地盤調査）", in these proceedings.
- [4] M.Harada, et al., "Settlement of Materials and Life Science Experimental Facility at H-PARC", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 600 (2009) 87-90.