

STATUS AND SCHEDULE OF J-PARC 50GEV SYNCHROTRON (3)

Takao Oogoe^{1,A)}, Dai Arakawa^{A)}, Eiichi Yanaoka^{A)}, Hiroshi Oki^{C)}, Hitoshi Kobayashi^{A)},
Koji Ishii^{A)}, Kazuaki Niki^{A)}, Katsuya Okamura^{A)}, Kazufumi Ohya^{E)}, Kotoku Hanamura^{B)},
Masashi Shirakata^{A)}, Masahiko Uota^{A)}, Masakazu Yoshioka^{A)}, Masayuki Shimamoto^{A)},
Shigeru Takeda^{A)}, Tomio Kubo^{A)}, Yasunori Takeuchi^{A)}, Yoichiro Hori^{A)}, Yoshihiro Sato^{A)},
Yoshinori Hashimoto^{A)}, Youichi Takiyama^{D)}, Yuu Kuniyasu^{B)},

^{A)}High Energy Accelerator Research Organization; 1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801 Japan

^{B)}Mitsubishi Electric System & Service CO., LTD; 2-8-8 Umezono, Tsukuba, Ibaraki, 305-0045 Japan

^{C)}KDC Engineering CO., LTD; 5-6-26 Kugenumakaigan, Fujisawa, Kanagawa, 251-0037 Japan

^{D)}k-VAC CO., LTD; 18-31 Bunkyouchou, Tsuchiura, Ibaraki, 300-0045 Japan

^{E)}Sankyu Engineering CO., LTD; 6-5-3 Kachidoki, Chuo-ku, Tokyo, 104-0054 Japan

Abstract

The construction of MR tunnel and buildings was started in 2002, and completed in September, 2006. The utility was finished in March, 2007. Installation of accelerator components was begun in October, 2005, when the tunnel is completed only partly. Since then, the component installation was carried out in parallel with the civil and utility construction. All the main magnets (96 dipoles, 216 quads, and 80 sextupoles) have been fixed already. Wiring work is being carried out now extensively. The total length of electric wires is as long as 1000km. The system commissioning without beam will be started in December, 2007. The beam commissioning is scheduled in May, 2008.

J-PARC 50GeVシンクロトロンの現状と予定. 3

1. はじめに

J-PARC 50GeVシンクロトロン (以後MRと略す) の据え付けも大詰めを迎えつつある。12月には機器総合運転 (ビーム無し) を開始する予定である。

土木建築関係は2006年9月に最後の工事が竣工し、設備 (機械・電気) 関係の工事は本年3月に無事終了を迎えた。ハドロン実験建屋、設備、ホールは本年7月に完成した。ニュートリノ実験施設のターゲットステーションは工事が進行中、ディケイボリウム下流部とモニター棟は工事が開始されたところである。

加速器の機器据え付けは、偏向電磁石・四極電磁石・六極電磁石 (以上を主要電磁石と称す) 総数392台が本年3月に設置が終了した。加えて、3-50BT (RCSからMRへの入射路) の58台の電磁石の据え付けが終了した。ケーブル敷設は2006年11月より開始され、3-50BTが終了し、MRにおいて偏向電磁石用ケーブル敷設等を行っているところである。

2. 土木建設状況

MRの建設は2001年12月の松林の伐採より開始され2006年9月のトンネル埋め戻しによりトンネル1.6km、電源棟3棟、機械棟3棟、搬入棟2棟、脱出棟3棟の土木建築は終了し、冷却水設備、空調設備、

電気設備のインフラ関係は本年3月に完成した。ハドロン実験施設は7月に完成したが、ニュートリノ実験施設はMRにつながっているターゲットステーションの建設中である。ニュートリノトンネルで結露が起きたため、結露対策とホコリ侵入を抑えるためにMRトンネルの空調機を正圧で運転を開始し、ニュートリノトンネル開口部よりわずかに排気する様に設定をした。これにより、結露は解消された。

MRトンネルの状況を報告する。トンネルは低発熱型コンクリートを使用しているために熱収縮によるクラックの発生は少ない。加えて、トンネル外面にはザイペックス工法を施しており (トンネル全周の約8割) 止水・防水の効果を期待している。トンネルは図1の様に反時計方向に1~30の通芯を決めている。通芯1は入射部である。トンネルの色は施工範囲を示し、施工業者も異なる。通芯2~3、7~8では最近になりひび割れとそこからの漏水が発見された。通芯2~3は最初に施工されたコンクリートと最後に施工されたコンクリートのつなぎめである。ひび割れがビーム進行方向に沿っている特殊な割れ方のため原因を調査中である。通芯14近傍では床の変動が大きく外周側壁からの漏水がある。ハドロン実験施設建設の影響とも思われるので工事が終了したことを受けて安定することを期待している。通芯24~26はニュートリノトンネル工事の影響と思われる床変動と漏水が見られた。このため、漏水部の床

¹ E-mail: takao.oogoe@kek.jp

をハツリ、止水処理等を行い修復した。通芯28-29では3NBTトンネルの重量が掛かると考えられる沈下が起きている。現在はほぼ沈静している。3-50BT上流部では測量基準点の違い等が原因の約20mm段差がある。

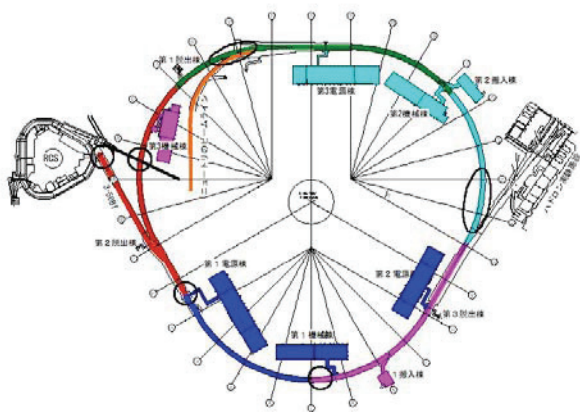


図1. トンネル内で不具合が観測された位置

3. 電磁石等の搬入据え付け状況

表1に示す電磁石は本年3月までに全数が据え付けが終了し、現在電磁石の約75%の精密アライメントを終了している^[1]。

	電磁石	数量	重量(ton)
MR	偏向電磁石	96	35
	四極電磁石	216	9~15
	六極電磁石	72	3.5
	ST電磁石	186	0.24
3-50BT 入射路	Pulse偏向電磁石	1	16
	DC偏向電磁石	5	8~18
	四極電磁石	38	3.5~5.5
	ST電磁石	14	0.7
	ビームコリメータ	7	20
	ビームプラグ	2	0.2

表1. 据え付けが完了した電磁石等

加えて、ステアリング電磁石の据え付けも昨年度後半から開始し、7月に終了している。ただし、ステアリング電磁石の中にはBPMが設置されるため現在は半割れの状態で据え付けられている。今後BPMの据え付け・位置測量等が終了するのを待ち上部半割れを戻す予定である。



図2. STとBPM

表2に今後据え付けを予定している電磁石等を示す。これらは全てリング3カ所の直線部に据え付け

られる。セプタム電磁石及びその下流は放射化しやすいため放射化保守で述べるリニアモーションガイドを取付ける。そのための試験、設計、製作が進められている。高周波空洞関係は5台が9月に設置予定である。

	電磁石等	台数	据付予定
入射部	セプタム	2	9月
	キッカー	4	9月
	ダンプセプタム	2	9月
	ダンプキッカー	2	9月
	ビームコリメータ	4	10月
遅い取り 出し部	静電セプタム	2	H20.夏
	セプタム	4	H20.夏
	バンパ	4	H20.夏
速い取り 出し部	高周波空洞	5	9月
	キッカー	5	10月
	セプタム	6	10月
	アボート四極	2	10月

表2. トンネル設置予定 (台数は架台数)

4. 配線敷設状況

4.1 トンネル

ケーブルの総延長は1000kmにおよぶ、内訳は表3で示す。当初の計画から大きく変更をしたことは、偏向電磁石・四極電磁石のリング内での給電にホロコンダクターを使用する予定であったが、ホロコンダクターを接続する箇所が千カ所におよぶためそのリスクをケーブルに変えたことである。ホロコンは内側の孔に冷却水を流すため大電力には有効である。また、ホロコンダクターの接続方法もいろいろ工夫がされ信頼性は向上してきているが、漏水を起こさないことが保証出来るほどにはなっていない。加えて、接続箇所が千カ所におよぶこと、放射化場での保守作業になること、作業エリアがとれないこと、ケーブルに変更しても電源への影響が少ないこと等からケーブルに変更をした。

	一期	二期	支給品	計(m)
電磁石	250,195	197,065	30,079	477,339
モニター	131,948	112,075	11,832	255,855
真空	57,353	17,645	23,176	98,174
入出射	0	59,814	16,342	76,156
RF	0	19,780	5,004	24,784
PPS	0	64,095	0	64,095
計	439,496	470,474	86,433	996,403

表3. トンネル内ケーブル総延長

トンネル内の敷設状況は3-50BTは配線敷設作業はほぼ終了した。リングでは偏向電磁石 (500sq×16本/台)、四極電磁石 (500sq×4本/台) の渡りケー

ブルの敷設がほぼ終了し、端末処理を開始したところである。図3は偏向電磁石の接続部である。ケーブル(6.6kV 500sq)はブスバーと可とう銅より線を介し電磁石の端子に接続されている。ケーブルを直接接続することは電磁石の端子構造上不可能であった。また、アライメント調整時の電磁石移動、地震時の揺れ等を考慮し、接続部の途中に可とう銅より線をU型にした通電部を設け、電磁石とケーブルラック側を独立にした。ケーブル敷設全体としては20%程度である。これから細もの電力ケーブル、信号線と作業を行う予定である。

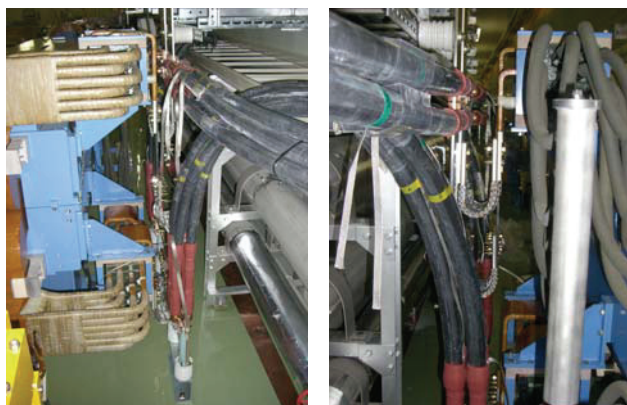


図3. 偏向電磁石の接続部
左：全体写真、右：可とう銅より線部

4.2 電源棟

電源棟は主要電磁石電源は昨年までに設置が終了し入力側一次配線も終了した。9～10月に入射機器電源、速い取出し機器電源、高周波電源等が設置を予定している。これに加え、電源棟内の配線、冷却水配管も行う予定になっており作業行程の調整が難題である。

5. 放射化保守

MRでは高放射化場が想定される5カ所においては下記の対策により出来る限り被爆線量を低く抑え保守作業が行えるように考えている。

1) 放射化機器から距離：ビームダクトの真空フランジにセミリモート機構を取り付けることによりビームダクトより1～3m離れた位置より真空フランジの締め付け解放が出来るようになった。48箇所のフランジにセミリモート機構を取り付ける予定である^[2]。

2) 放射線遮蔽シールド：作業者と放射化機器との間に設置するシールド盾。鉛ガラスを使用することにより放射線遮蔽に保護された位置より



図4. 放射線遮蔽シールド

機器を観ること、操作することが容易に出来るようになった。図4は試作として制作したものである。鉛ガラスは利用が終了したTRISTAN検出器から取り外したものを利用している。今後改良を加え制作する予定である。

3) 放射化電磁石の交換：リングに設置された電磁石を取り外しまたは挿入する時の隙間は両脇に各々10mm程度しかない。電磁石にできる限り近づかないで行うためにリニアモーションガイド(LMG)を使用することにした。本年の電磁石据え付け時にLMGを床に設置し、電磁石とLMGの関係を測量しておく。予備用電磁石はこの測量値に合うように調整をしておき、交換時にはLMGにセットし、ビームラインに挿入すれば再現する機構にしてある。



図5. セプタム電磁石を乗せ LMG を試験

4) 冷却水流量計：流量計は総て通路と反対側にあるためビームラインを超えなければ確認すら出来ない状態であった。そのため、高放射化場の四極電磁石の流量計だけは、通路側で確認、流量調整が行えるように配管を変更した。

6. まとめ

加速器機器の総合運転調整まであと4ヶ月と迫ってきた。トンネル直線部に据え付けるキッカー電磁石等の搬入予定も決まりつつあり、予定どおりに試験が進めば据え付けは可能である。ケーブルは納期がまだ決まらないものがあり苦勞している。電源棟においては、電源等の機器据え付けとケーブル敷設工事が重なるところがあり工程の調整が重要である。機器間の接続でまだ明確になっていないところなどもあり、ぎりぎりまで工程調整を行う。

参考文献

- [1] Masashi Shirakata, et al., "The Installation and Alignment of the J-PARC Main Ring Magnets", Proceedings of the 4th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan the 32th Linear Accelerator Meeting in Japan, Wakou, Aug. 1-3, 2007
- [2] Hiroshi Oki, et al., "Development of Seme-Remaote Handling System of Vacuum Flange", Proceedings of the 3rd Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan the 31th Linear Accelerator Meeting in Japan, sendai, Aug. 2-4, 2006