

理研 RIBF 稀少 RI リングの付帯設備

UTILITIES FOR THE RARE-RI RING OF THE RIKEN RI-BEAM FACTORY (RIBF)

藤縄 雅^{#, A)}, 山口由高^{A)}, 山澤秀行^{A)}, 眞家武士^{A)}, 熊谷桂子^{A)}, 若杉昌徳^{A)}

Tadashi Fujinawa^{#, A)}, Yoshitaka Yamaguchi^{A)}, Takeshi Maie^{A)}, Keiko Kumagai, Masanori^{A)}, Wakasugi^{A)}

^{A)} RIKEN Nishina Center

Abstract

The construction of Rare-RI Ring (R3) is in progress. The first beam test will be conducted at the end of this year. For this purpose, utilities were built in FY2012. This paper describes the crane with transfer bridges that goes through the pillars, while lifting a cargo. The R3 requires an AC power system for magnet power supplies with a capacity of 2.5 MW-415 V, and for the vacuum system with a power of 210 V. The switch gear supplies five types of electricity, i.e., three phase 415 V, 210 V, and single phase 240 V, 210 V, and 105 V. It is the first combined system created to be used in the RIBF. The R3 water cooling system has a primary pump with a capacity of 55 kW and 2370 ℓ/min and water pressure of 784 kPa installed in the pump room together with a 2 MW heat exchanger (HEX), ion-exchanger resin, and other components.

1. はじめに

理研仁科センター (RNC) は、RI ビームファクトリー (RIBF) の大型基幹実験設備として、短寿命核の精密質量測定を目的とした「稀少 RI リング」 (Rare-RI Ring : R3) ^[1] を建設中である。

本リングの付帯設備として、① 稀少 RI リングの建設及びメンテナンスを目的とし、且つ柱の多い空間に配置されたリングに対応して、3 台のクレーンに 1 台だけのホイストモーターが、荷物を吊ったまま乗移り移動を可能にした架橋付 4.9 t の天井クレーン。② R3 装置に必要な電力を供給する為に、3 台の高効率変圧器により 5 種類の電力を提供する 3.2 MVA の交流電源。③ R3 リング電磁石と DC 電源を冷却する高効率電動機を使用した冷却系。是等特長ある 3 項目の付帯設備について報告する。

2. 架橋付天井クレーン

クレーンは一番先に作る事が肝要であり、本クレーンは 4 月に公示、入札手続きを経て 9 月末には竣工した。R3 は、短寿命核の精密質量測定に特化したイオン蓄積リングであり、実験棟ビームラインの終点に、(図 1 に K4 室の平面図を示す。) 実験棟地下 K4 室にリングを設置する。しかしこの部屋にはリング内外に 15 本の太い柱があり、例えクレーンを沢山購入しても実験装置に届かない範囲が多くある上、クレーン間の荷物の積み替え、横持ちが発生する問題があった。

この問題を解決するために、架橋付き懸垂式天井クレーンを新たに開発し完成した。

本クレーンは、3 台のクレーンガーダ (両端にサドル付き)、2 つの長さ 1.71 m の架橋と 1 台だけの

4.9 t サスペンションタイプホイストモーターより構成される。

ホイストは荷を吊り下げたまま、任意のクレーンガーダより架橋を渡り、別のガーダに懸垂されガーダが目的地まで移動する事により荷の移動を行える特長がある。

ホイストが橋を渡る時は、全てのクレーンガーダが一直線に並び、脱線防止を目的にガーダと橋は、圧縮空気動力のロックピンで固定され、その後にホイスト渡りが微速で行われる。図 2 に動作概念図と図 3 に写真を示す。

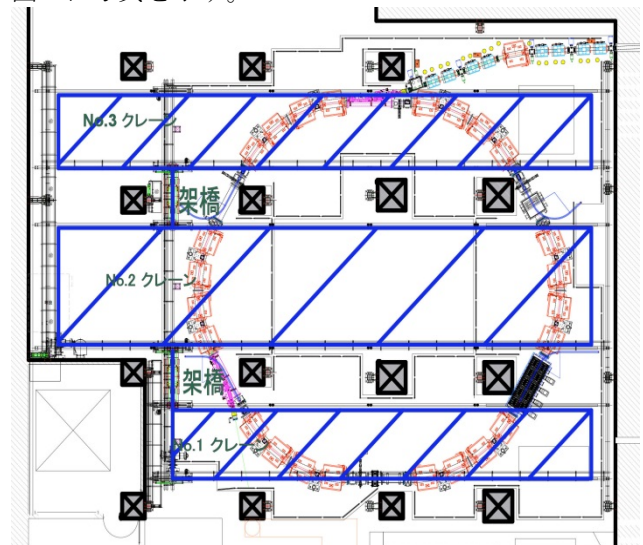


Figure 1: System layout. The blue hatchings show the crane working area.

本リングは BT 系として利用する SHARAQ (Spectroscopy of hadronic systems with radioactive quantum beam) ^[2] と高さを合わせる為に床面から 3

[#] fujinawa@riken.jp

m の位置にステージを構築し、その上に磁石架台を据え付けている。このためクレーン運転手は荷と共に移動する事は極めて難しい為に無線操作方式を採用した。

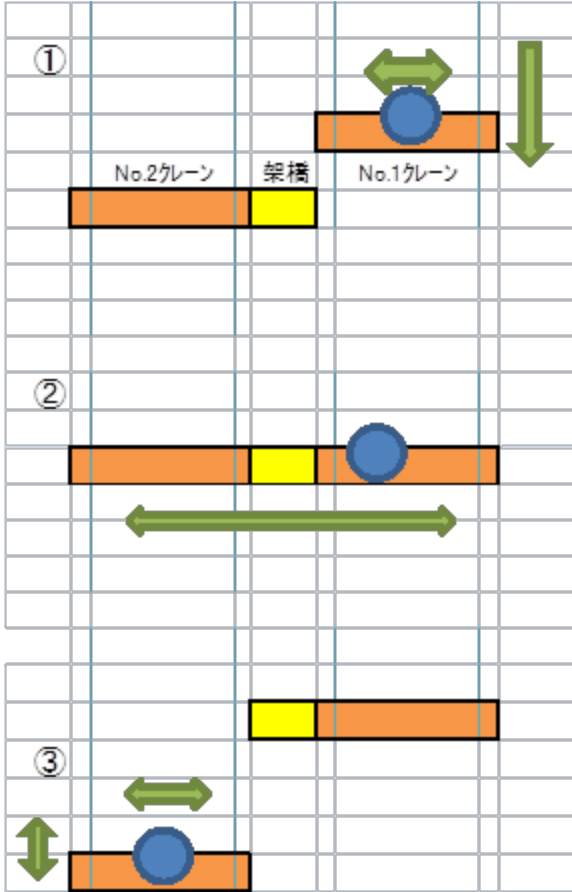


Figure 2: Operation scheme:

- ① No. 1 crane lifts the load up and moves.
- ② All cranes and transfer bridges align with each other.
- ③ No. 2 crane can move with the load.



Figure 3: Hoist, crane beams, and transfer-bridge.

ロックピンの動力には電磁力方式も考えられたが、リング本体にも Pneumatic control 用圧縮空気が必要であり、経費削減で共用として 3.7 kW の空気圧縮機を準備した。

本体重量は 8 t の為、10 t クレーンが望ましいが、無線操作の場合は、5 t 以上はクレーン免許証が必

要となり、RNC (理研仁科センター) においては免許所有者が数名と少ない為、床上操作式の技能講習で無線運転可能な 4.9 t として、磁石吊り上げ搬送時には、上下 2 分割して行う事で対処する事にした。

また、10 t に対し、4.9 t は建設費が少ない事も事実である。本クレーンの完成後は、ステージ、冷却系とリング本体の搬入据付に貢献した。

本方式採用により 3 台のクレーンを準備する方法に対して、経済性のみならず作業性の向上が実現された。

3. 交流電源

交流電源に要求される電力の種類は、主コイル用を筆頭に各種 DC 電源に 3 相 415 V、真空とキッカー電源用に 3 相 210 V、真空ベーキング用と将来海外の研究者が機材を持ち込む事を考え、単相 240 V、コンセント回路用には単相 3 線式の



Figure 4: AC power system for Rare-RI Ring.

210/105V を準備する事とした。図 4 には外形と図 5 に単線図を示す。

尚、後述の冷却系は、CGS 母線に接続された冷却系専用電源から給電する。

415 V の変圧器は、 Δ -Y (Delta-Star) 結線と Δ - Δ 結線の各々 1500 kVA とした。全ての DC 電源を、それぞれ振り分ける事により、12 相整流を実現し各種高調波を抑制している。変圧器は全て絶縁油を使用しない乾式モールド変圧器であり、発火延焼が無い事より、人体に危険な炭酸ガス消火器等を使用する必要がない。

効率 Δ 巻き線が定格時 99.36%、50% 負荷時 99.5% であり、Y 巻き線が定格時 99.4%、50% 時 99.5% の効率を誇る。

Y 巻き線は 3 相 4 線式として、単相 240V を線間電圧として取り出し、海外製計器類に備えると共に、真空ベーキングヒター用とした。これにより 210V 変圧器の小型化に貢献した。

TARN- II 再利用の偏向電磁石は、25 台を直列接続し 3000A を DC で流すもので、415 V-1400 A を 2 セット準備する必要があり、容量が大きい為、空気遮断器(ACB)を準備した。

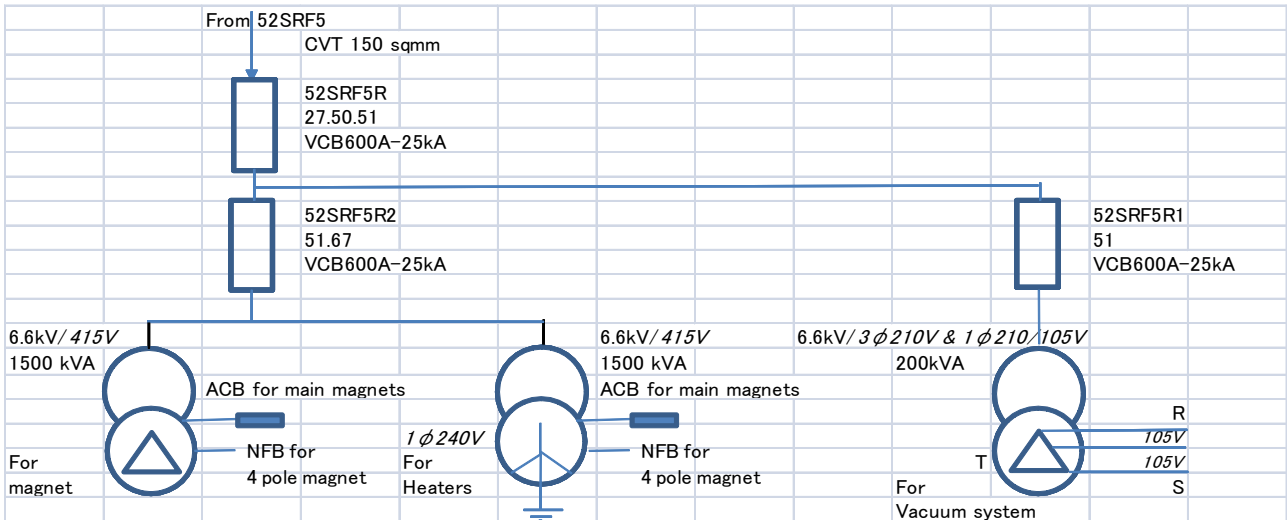


Figure 5 : Single line diagram

ACB の採用は、理研和光研究所として初めてである。設定は 1600 A Trip とし、遮断能力は 65 kA であり、事故電流 36 kA に十分対応可能である。変圧器容量の 1500 kVA も、RIBF として最大単器容量である。

210/105 V 灯動変圧器(Double-Power Transformer) 図 6 は 1 台の変圧器より 3 相 3 線 210V と単相 3 線 210/105 V を供給するものである。容量は 200 kVA、効率は 98.86% である。

灯動変圧器は価格のみならず、設置場所や遮断器も削減出来るので極めて有益である。

本電源は日本電機工業会規格(JEM)の金属閉鎖高圧配電盤(Metal Clad Switchgear)に準拠しており安全性の高い製品である。

本電源の上流は RIBF 専用の第二特高変電所の高調波が少ない為使われていない Active Filter 用を候補としたが、CT の容量が不足する事が判明し、見積を取り寄せた所、交換に 350 万円が必要であるとわかった。そこで、CT 容量に余裕のある隣の SHARAQ 電源と入れ替える事で無駄な費用の発生を防いだ。



Figure 6: Double power Transformer

高圧ケーブルは TX 150 mm² を採用し、端子は国交省推奨の圧縮ではなく圧着を用いた。これにより単価 4,000 円が 500 円となり、材料のみで 21,000 円の削減となり、人工費と工具損料も低減した。

4. 冷却系

冷却系は、SHARAQ を建設する時に、2 次冷却水配管を RIBF 実験棟機器の予想全量に対応するようにポンプを含め建設し、第二段階の SCRIT^[3]建設時には、冷却塔の増設と予備ポンプの増設を行なった。

今回は第三段階として、R3 の冷却系の建設を行った。図 7 に全体系統図を示す。

これは、2MW の冷却塔、同じく熱交換器、55 kW 4 極ステンレス製ポンプ、イオン交換樹脂指他が主たる構成要素である。

冷却系の電源は、制御電力も含め全て CGS^[4]母線に接続された冷却系電源より給電される。また操作は現地でのタッチパネル方式と、ヘリウム制御室にて 24 時間 365 日監視と供に起動停止が行える。

冷却塔ファンも含め電動機は全て高効率型であり 55 kW 電動機は 75-100% が 93.7% で、過負荷時 125% が 93.2% である。

55 kW 級になると電動機は重い為、交換時にメンテナンスレールを取り付けた。本レールは、扉を開放時に延長レールを接続し、ポンプ室外に電動機やポンプを搬出時に便利に設計されている。図 8 にそれらの関係を示す。

R3 は磁場の安定度が重要な為、将来の冷却水温調化を考慮し、6 個セクターに±0.1℃の加温式温調器を追加出来るように、各配管にフランジを準備し大きな改造なしで温調が出来るように準備した。

温調用電気ヒーターの電源も冷却系電源より、別回路で 3 相 210 V を配線済みである。この為、将来冷却水の温度調整が必要な時は、比較的廉価で短期間にて改造が終了する予定である。現在は各機器のフラッシングや流量調整も終了している。

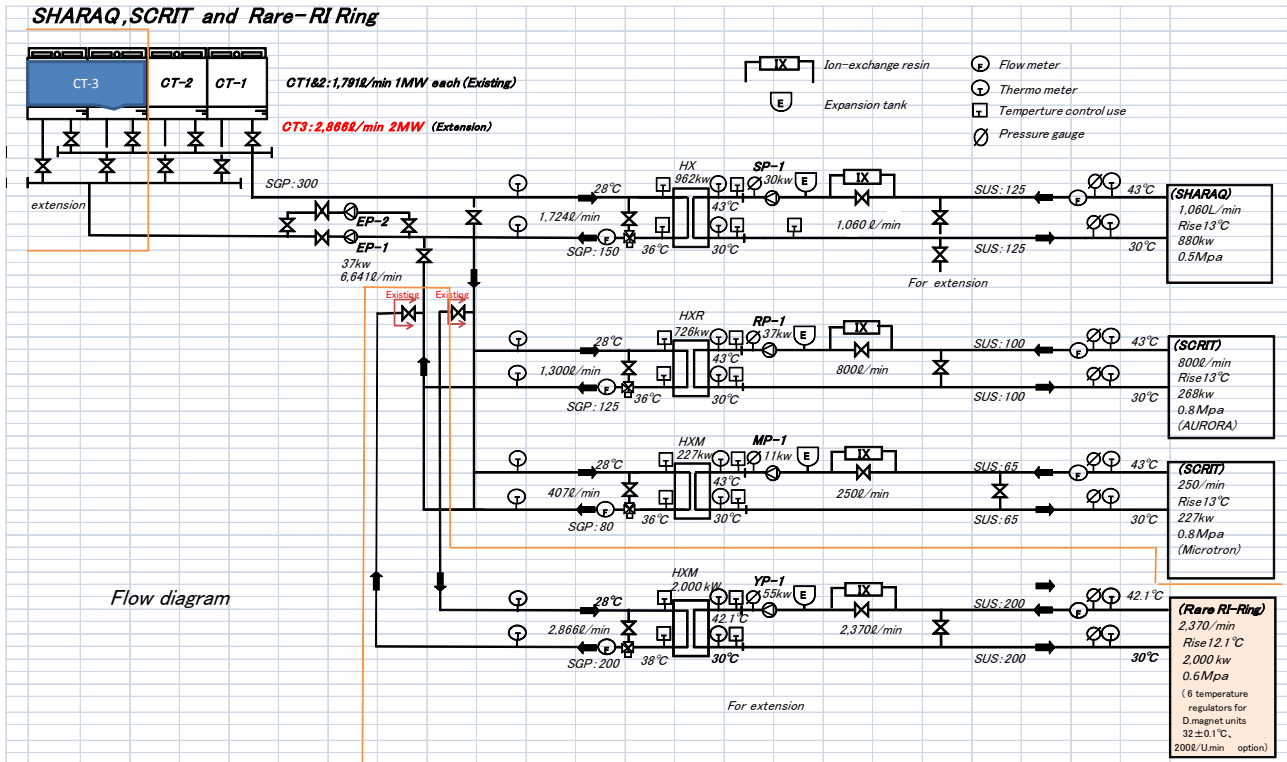


Figure 7: Flow diagram. The colored portion denotes the third stage.



Figure 8: Heat exchanger, Pump & Motor and Overhead Rail.

5. まとめ

現在 R3 は、本年度末のビーム試験を目標に鋭意努力中である。

- 1) 架橋付天井クレーンは、開発要素が多いものであったが、比較的早く竣工し、引き続き行われた、ステージ建設、冷却系工事、配線配管を含むリングの建設に大いに貢献した。現在も各種作業に活躍中である。クレーンは一番先に作る事が肝要である。

- 2) 交流電源は、変圧器巻き線を 2 種採用する事で 12 相整流を可能とし、灯動変圧器の採用で費用の削減が図れた。
- 3) 冷却系は、増設工事の難しさもあったが、幸いな事に SHARQA を担当した会社が落札した為に打ち合わせ時間等が削減でき、且つ良質な設備が完成した。

付帯設備は、主器ではないが、無いと加速器の運用に支障を来すものであり、その点においても極めて重要な設備と言える。

参考文献

- [1] Y.Yamaguchi, et al., *Rare-RI Ring project at RIKEN RI beam factory.* /Nucl.Instr.and Meth. In Phys. Res. B266 (2008) 4575-4578
- [2] T. Uesaka, et al., "The SHARQA spectrometer", *Progress of Theoretical and Experimental Physics* 2012, 03C007 (2012)
- [3] 若杉 昌徳他、SCRIT:RI・電子散乱装置の建設「加速器」Vol.7, No.4,2010 (271-277)
- [4] 藤縄 雅他、大型加速器施設用無停電電源としての熱電併給装置の実績と考察-理研 RIBF の CGS-「加速器」Vol.8.No.1,2011(18-25)