

J-PARC RCS 真空システム -高放射線下の真空技術-

Vacuum System in J-PARC RCS -Vacuum Technologies under High-level Radioactivity-

日本原子力研究開発機構¹ ○神谷 潤一郎¹, 荻原 徳男¹, 金正 倫計¹, 山本 風海¹

Japan Atomic Energy Agency¹, ○Junichiro Kamiya¹, Norio Ogiwara¹, Michikazu, Kinsho

E-mail: kamiya.junichiro@jaea.go.jp

大強度の高エネルギー陽子ビームは、非常に少ない割合のロスであっても、放射線による装置の損傷や、高い残留放射線量をひき起こす。大強度陽子加速器の運転において、ビームロスの低減、放射線による機器の損傷の軽減、および残留放射線量の抑制という各段階での課題を解決するためには、既存の真空技術の正確な選択と新しい真空技術の開発が重要となる。第一段階として、残留ガスでのビーム散乱や、ビームハローのビームダクトへの衝突といったビームロスの根本原因を減らすために、ビームラインの超高真空の維持と大口径ビームダクト・ベローズが要求される。第二段階として、発生した放射線による真空装置の劣化や装置の誤動作を防止するため、耐放射線性能を有する真空装置や放射線の影響を最小限にするシステムの構築が必要となる。第三段階として、高エネルギー陽子や二次粒子による放射化を最小限にするためには、低い残留放射線性能の材料による真空装置の製作が必要である。本講演では、世界最高峰の 1MW ビーム出力を有する Japan Proton Accelerator Research Complex(J-PARC)の3GeV シンクロトロン(3 GeV Rapid Cycling Synchrotron: RCS)を例に、高放射線下の真空技術を総括することを目的とする。

RCS ビーム入射エリアのビーム運転直後の残留線量を図 1 に示す。ビーム入射点の荷電変換フォイル近傍では数 mSv/h の残留線量となることから、大強度陽子ビーム加速器における深刻な放射線レベルがわかる。このような環境下で先の要求を満

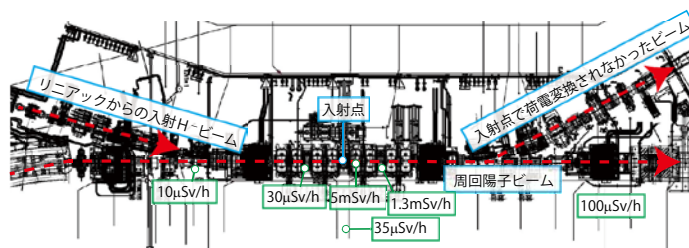


図 1 ビーム入射部の残留線量分布の実測例。

たすために、RCS 真空システムでは以下の真空技術を活用している。まず超高真空維持のため、ビームダクトは事前の vacuum firing によりバルク表面付近からの不純原子を取り除き、放出ガスを低減している。また大排気速度ターボ分子ポンプ(TMP)を用い、大強度ビームによる付加的なガス負荷も連続的に排気可能である。放射線対策として、半導体素子を使わない TMP や、放射線劣化の少ないピーク材を使用したケーブル等を用いている。また TMP とコントローラー間を 200 m まで長尺化し、コントローラーを放射線の影響を受けないシステム構成としている。残留放射線量への対策として、ビームダクトやベローズの材料に、図 2 の様にステンレス鋼より優れた低放射化性能を有するチタン材を使用し、中でも強度を必要とするフランジにはチタン合金 Ti-6Al-4V を使用している。講演では、以上を含めた大強度陽子加速器の高放射線に対する真空技術の詳細を述べるとともに、将来展望についても触れる。

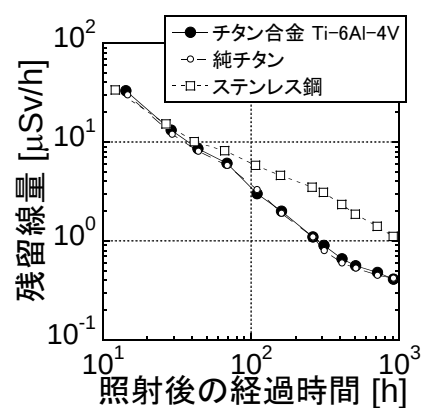


図 2 チタン材量の低放射化性能の実測例