

高出力運転へ向けた水銀ターゲットシステムの取り組み

Activities for high power operation of J-PARC mercury target system

羽賀勝洋、涌井隆、若井栄一、直江崇、粉川広行
日本原子力研究開発機構 J-PARC センター

昨年、MLFでは堅牢性・信頼性を向上させた水銀ターゲット容器8号機を用いて順次出力を上昇させ、500kWの安定な利用運転と約1MWで1時間の試験運転を実現した。夏季メンテナンス期間に同じ構造の水銀ターゲット容器9号機に交換し、現在は500kWで90%以上の高い設備利用率を維持して運転を継続している。8号機及び9号機は、熱応力の制限から長期に渡る利用運転に供する最大出力を700kWとしているが、現在製作中の水銀ターゲット容器は、J-PARCの目標である1MW運転を可能とするため、熱応力を低減する新たな構造を採用している。すなわち、8, 9号機が水銀を内包する水銀容器と、これを覆う水冷式の保護容器を接続固定した構造であるのに対し、新しい構造では水銀容器と保護容器を分離することで、容器の熱膨脹差で生ずる熱応力を大幅に低減した。

水銀ターゲット容器の高出力化でもう一つの重要な課題となっている圧力波によるキャビテーション損傷に関しては、水銀中に微小気泡を注入するバブリングを行うとともに、陽子ビームが入射する壁面に設けた二重壁の狭隘流路に速い水銀流を形成するというJ-PARCで開発した損傷低減技術を適用している。昨年運転を終えた8号機から試験片を切り取って損傷深さを計測することで、これらの技術の損傷抑制効果を初めて定量的に評価し、予測以上の効果が得られていることが分かった。損傷抑制効果を更に向上させるため、気泡生成器や水銀流路構造の改良を進めている。

バブリングを行うヘリウムガスの供給については、加圧のためのコンプレッサーを用いることなく、水銀流動によって生ずる吸引力でガスを気泡生成器へ供給する方式により、損傷の低減に必要な気泡生成機能が維持されている。これまでの運転でヘリウム流路に何らかの異物が蓄積し、ガス流量が低下する現象が見られており、不具合を解消するための新たなガス供給設備を製作している。

本発表では、これら高出力運転へ向けた水銀ターゲットシステムの取り組みについて報告する。