

J-PARC 水銀ターゲット容器の設計改良と 製作および R&D の状況

Design improvement and present status of fabrication and R&D of J-PARC mercury target vessel

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

2015年に500kWの陽子ビーム出力で運転中であった水銀ターゲットの保護容器で不具合が生じたため、その原因分析を行ってきた。その結果、これらの不具合は設計段階の解析評価で予見することが困難な条件、つまり材料選定や接合・溶接手法、製作手順などの要因により、容器壁内に微小な初期欠陥が生じた事に起因する可能性の高いことが分かった。

このような不具合の再発を防止し、高出力運転における水銀ターゲット容器の堅牢性・信頼性を向上させるため、現在製作中の新しい水銀ターゲット容器ではワイヤー放電加工を用いた部材の加工で溶接箇所を大幅に減らすとともに、製作・組立段階から主要な溶接工程で放射線検査、超音波検査を積極的に導入し、溶接部の健全性を確認する方針とした。

具体的には体積発熱の大きな前半部は、水銀容器と保護容器を含めて全てステンレスのブロックから切り出す一体構造とし、後半部は水銀容器及び保護容器を個別に製作するが、ワイヤー放電加工で切り抜くことで部材点数を減らし、全体の溶接線長さを約70%低減した。

試験検査では検査箇所を増やした事により工期が伸びるため、原子力機構の所有する放射線検査装置も活用しながら、製作業者側及び原子力機構側の有資格者によるダブルチェックを行い、欠陥が発見された場合は溶接補修を行うなど製作段階で内在する初期欠陥を可能な限り払拭する。また、超音波検査はフェーズドアレイ型の探触子を用いた新たな計測手法の検討を行っており、初期欠陥の検知精度を向上させるべく改良を行っている。

これらと並行して、溶接の信頼性を向上させる取り組みとして、溶接手法に関するR&DをANSTOおよび大阪大学と協力して進めており、溶接シミュレーションによるターゲット容器不具合の検証や、バレストレイン試験による溶接割れの発生に対するリンや硫黄成分の影響、表面加工状態の影響調査を実施している。

本発表では、新たな水銀ターゲット容器の設計・製作とR&Dの現状について報告する。