

低放射化材の特性向上への研究戦略と施設整備 Strategy of Research for Improvement of Low Activation Materials and Research Facilities

長谷川晃
Akira Hasegawa

東北大・工
Tohoku University

核融合炉用低放射化材料の研究の現状は2つのカテゴリーに大別される。1つはITERのテストブランケットモジュール(TBM)作製に向けた大型材料の製造と溶接などの工学的技術開発と、DEMO以降の核融合炉環境を考慮した材料の開発である。前者については原子力機構(JAEA)が主体となって、低放射化鉄鋼材料であるF82Hを用いたTBM製造の工学的課題に取り組んでいる状況である。

後者の取り組みについては、「幅広いアプローチ(BA)」活動においてF82HやSiC/SiC複合材料の開発と評価が進められており、ヘリカル炉の概念設計ではバナジウム合金の開発が行われている。現在はITERの材料開発の目標として、エネルギー効率はともかくトリチウム増殖の実証を目指している水冷却の固体増殖システムに現在研究開発の主眼がおかれ、それに向けて多くの資金や人的資源が投入され、研究が続けられているが、将来の実用炉の構造材料に限って言えば、材料を如何に作製するか、その組成や製造法の最適化や、溶接や加工などの機器製造上の課題など、機器の健全性や安全性を担保するためには一朝一夕では対応できない部分はまだ多く残されている。これらに対応するには、学術的な基盤に立って次の段階を目指して、着実に構造材料としてのデータを蓄積していかなければならない。

現在、国内における核融合炉用材料の主な試験施設としては、原子炉での中性子照射および照射後試験を行う東北大学金属材料研究所附属量子エネルギー材料国際研究センター(金研・大洗施設)と、中性子照射材の照射後試験が可能なJAEA核融合研究開発部門BA六ヶ所サイトがある。一方、核融合科学研究所や京都大学、九州大学等では、放射化試料は使用できないが、バナジウム合金や低放射化ODS鋼などの開発や微小試験片を用いた構造材料の長期信頼性試験装置開発などの実績がある。近年では

プラズマ対向機器用のタングステン合金の開発や試験方法についても東北大学や大阪大学などで研究が進められつつある。材料開発の研究では材料の照射研究は開発における最後の段階であり、原子炉での照射以前にこれまでの学術的な基盤の上に立って耐照射性材料の設計と、基礎的なデータを取り、その上で最終的な候補を絞り込んでおくことが肝要である。また原子炉照射材での性能検証には微小試験片が用いられることから、非照射の段階での基礎データ取得にも、他の施設にはない微小試験技術が必要である。このような大学やJAEA、核融合研などの機関がそれぞれの特徴を生かして材料開発に協調し共同で取り組んでいるのは世界的にみても日本独自のものであり、それが今日のしっかりとした低放射化材料の基盤を築き、日本が世界の研究をリードしている原動力であると考えられる。

以上の観点から、今後の核融合炉用の低放射化構造用材料の開発戦略を考えると、ヘリカル炉設計で想定されている従来の機器では使われていない使用環境である熔融塩や液体金属などの高温(500°C以上)の冷却材中での長期信頼性すなわち、クリープや疲労特性などで一定の性能を持つことを実証する研究が挙げられる。これらは一旦実験に入ると1~数ヶ月の期間にわたって試験を続けなければならなくなるので、1台の試験機ではなく、例えば10台以上の複数試験機を同時に動かせる施設設備が必要である。さらに熔融塩などの特殊環境を安全に安定的に維持する循環型の環境試験装置を備えることが必要である。これらの研究施設は各大学の個々の研究室でそろえることは予算的にも困難であり、空間的にも困難が伴うので、大学共同利用機関としての核融合研において共同研究システムをいっそう充実させる方向での整備が望ましいと考える。