

S404

IV. ITER テストブランケットモジュールの検討

4) Li-Pb 増殖ブランケットの検討

Evaluation of Li-Pb Breeding Blanket

小西哲之

京大エネルギー理工学研

KONISHI Satoshi

Kyoto Univ., IAE

1.はじめに一Li-Pb ブランケットの特殊性

ITER 建設の最大の目的のひとつはいうまでもなく核融合エネルギーの実用化に向けた研究開発である。ITER 本体が国際協力で作製、実験されるのに対し、ブランケットモジュールは参加各極の核融合エネルギー実用化に向けたビジョン、戦略を反映して、各極独自の選択と研究開発が行われる。本シンポジウムはその結果として検討が進められている5種のブランケット方式を比較考察するものであるが、わが国では現状ほとんど研究活動がみられないものの、Li-Pb 方式には、その技術的特性以前に、以下3点挙げるように際立って特徴的な状況が見られている。この分析と考察が本報告の目的である。

1) 300℃近傍から 900℃超の広い温度領域でブランケット概念が構成される。

もちろん、冷却材、構造材の選択や構造は大きく異なるが、ITER のテストブランケットモジュール(TBM)として直ちに製作できる一方、最も技術的に先進的で経済的な炉概念も LiPb を増殖材として構成される。後述するように、これは ITER/TBM の中でも段階的な高温化の可能性を与えている。

2) 欧、米、日で商業炉(先進炉)概念に用いられている。

1)と重複するが、PPCS-C,D(欧),ARIES-AT(米),VECTOR(日)と高温ブランケットを擁する先進概念は LiPb ブランケットを採用している。これは、欧州や日本のように、核融合開発戦略上で ITER 次段階の中において、漸進的な競争力獲得を目論む場合には、1)の特徴とあいまって重要な特徴である。

3) 日本以外の5極が TBWG において積極的な研究開発への参加姿勢を表明している。

わが国では大学等で先駆的研究があったにもかかわらず現在研究が見られないのに対し、他5極は主案ないし代替案として扱っており、欧州実施の低放射化マルテンサイト(RAFM)を構造材とする He 冷却モジュール開発計画に参加の意向を示している。なお He 冷却ペブルベッド概念は全極が研究している。

2. Li-Pb ブランケットの技術的特徴と課題

Li-Pb 概念は他の概念同様、80年代からその特徴も問題点も知られている。すなわち、液体である、比重が重い、化学的に安定、良好な核特性(TBR,遮蔽)、低トリチウム溶解度(高平衡圧)、NHD 損失、などであり、性能は制約されても欧州の行っている 500℃以下の ITER/TBM 開発にきわだった困難は予想されない。ここで最近の新たな要素は、SiC 複合材の最近の進歩と、その高温での良好な共存性の可能性である。このため、高温流動下での腐食が問題となる RAFM に対して SiC インサートを絶縁、保護と断熱に用い、自己冷却と He による Dual Coolant で高温を得る可能性が考えられるようになった。これが、当初保守的なモジュールで出発しても将来的に大幅な高温化が ITER でも期待できる理由である。技術課題は、特に SiC 材料・機器の開発や、MHD 圧損対策、高温化でより困難の増す熱交換、熱利用系やトリチウム透過対策などが挙げられるが、ITER やその次の装置の段階において漸進的に開発が進められる利点がある。

3. 今後の取り組み

序論で指摘したような状況から考えても、Li-Pb 概念の ITER/TBM については、少なくとも国際的な状況を把握し、最新の結果を評価分析し、場合によってはわが国の研究開発計画に取り込める程度には研究活動を維持することが最低線であろう。加えて、材料技術やトリチウム対策などわが国が国際的に貢献できる分野は他極からも期待されており、長期的な高性能化の可能性や動力炉開発戦略を考えればわが国としても積極的な研究参加が望ましい。一方、現在の主案である水冷却ペブルベッドとの互換性—例えば同じモジュール構造でペブルを液体 LiPb に交換することで原理的にブランケットが構成できる—や、水やペブルに懸念される潜在的困難の回避可能性を考えれば、代替概念としての有用性も見出せる。Li-Pb、特に Dual Coolant 概念は、国際的・国内的双方の視点で、取り組みの再評価が必要と考えられる。