

菅体内漏水発生時の耐圧性を有するブランケットユニットの設計
**Nuclear, Thermal and Structural Design of Pressure-resistant Blanket Unit
 in case of coolant Ingress**

江尻 満¹, 浅野史朗¹, 大森順次¹, 松本富士男¹, 滝脇賢也¹, 谷川 尚², 河村繕範²
 EJIRI Mitsuru¹, ASANO Shiro¹, OOMORI Junji¹, MATSUMOTO Fujio¹, TAKIWAKI Kenya¹,
 TANIGAWA Hisashi², KAWAMURA Yoshinori²
 株式会社 東芝¹, 国立研究開発法人 日本本原子力研究開発機構²
 Toshiba Corporation¹, Japan Atomic Energy Agency²

東芝はJAEA殿とともに原型炉のブランケット構造およびシステムの設計検討を行うとともに、独自のブランケット形状の提案、最適化に向け設計検討を行っている。

ブランケット設計では鼎立する①構造健全性、②除熱性能、③燃料(トリチウム)増殖性のバランスを取ることがポイントである。これまでの菅体設計では炉の内面にできるだけ隙間無くブランケットを敷き詰めるという考えから矩形のものが検討されてきたが、耐圧性の要件を課した場合に菅体の板厚が厚くなり、TBR(トリチウム増殖比)が低下してしまうという課題があった。

当社では、従来の矩形菅体に比べ、冷却水と構造材の体積をできるだけ少なくし、かつ耐圧性を有するブランケットとして図 1(a)に示すような複数の円筒型ユニットを配置した構成を設定し、詳細設計を行っている。以下に円筒型ブランケットの構成を示す。

<円筒型ブランケットの構成>

- ・図 1(b)に示すような複数の二重壁配管を設ける。管内には増殖材、二重壁間には冷却水を流す。
- ・複数の二重壁配管を内面カバーで覆う。内面カバー内側には増倍材、外側には増殖材を配置する。
- ・内面カバーを菅体内管(図 1(c))で覆いさらにそれを菅体外管(図 1(d))で覆う。菅体内管と外管の間には冷却水を流す。

<解析・設計結果の一例>

当社にて上記の構成における菅体ユニットの電磁力解析、熱構造解析、核解析、TRAC コードによる漏水発生時の非定常熱水力解析を実施した。核解析の結果、円筒型菅体ユニット単体のTBR(トリチウム増殖比)は約 1.17 であり、当面の目標である 1.25 に近い値であることを確認した。また表面熱負荷 1MW/m²、核発熱(中性子壁負荷)2MW/m²の原型炉で想定される負荷条件の熱構造解析を行い、通常運転時における発生応力が高温構造規格の制限値以下となり、同基準を満たすことが確認できた。

図 2 に熱構造解析結果の一例を示す。図 2(a)に示すように通常運転時に外管球殻外面が 560℃と高温となるが、図 2(b)に示すように当該部の応力は 36MPa 以下と低くなっている。これは設計寸法および構造を工夫し、外管球殻の板厚表裏面の温度差により外面に圧縮応力(約 150MPa)を働かせ、冷却水の水压による引張応力(約 140MPa)を打ち消しているためである。

炉全体での TBR を確保するために菅体ユニットの構造改良が必要であるが、従来検討されてきた矩形型菅体では漏水時の耐圧性とTBRを同時に確保することが極めて困難である一方、円筒型ブランケットとすることで耐圧性の要件を満たしかつ当面の目標に近い TBR を得られることから、本概念の有効性を確認することができた。

その他、電磁力解析、漏水発生を模擬した非定常解析、これらの設計検討結果などの詳細は本講演にて報告する。

