

01pB13P

ITER 一次冷却水の 14MeV 中性子による放射線分解の検討

Study of the radiolysis for ITER cooling water at 14 MeV neutron

佐藤和義¹, 関谷 譲¹, 丸尾 毅¹, 向井 悟², 内田正治³, 惣万芳人⁴

1 日本原子力研究開発機構, 2 ニュークリアディベロップメント, 3 新型炉技術開発, 4 三菱重工

K. Sato, Y. Neyatani, T. Maruo, S. Mukai, M. Uchida, Y. Sorman

Naka Fusion Institute, Japan Atomic Energy Agency

ITER 施設の一次冷却水は、核融合反応により生じる構造物や冷却水等からの誘導放射線及び中性子の減速過程で生じる放射線によって放射線分解される。この際生じる分解生成物は配管の腐食等に寄与する恐れがあるため、この種類や量を評価し、必要に応じて生成物を除去する水処理施設を適切に選定する必要がある。このため、配管材料の健全性を評価するために核分裂軽水炉のコード (WREC) を用いて一次冷却水の放射線分解生成物の発生量や濃度の変化を求めた。

解析は、中性子負荷が最も厳しいブランケット冷却系を対象とし、各部の中性子強度分布に応じて冷却ループを5つのブロックに分けて評価した。各ブロックにおける照射条件及び冷却水の条件は、ITER の冷却系の運転条件とした。解析ケースは ITER の複数の運転条件を推定できる様に、冷却ループの水が1回循環する場合と定常運転の場合の2条件とした。

水の放射線分解を解析する上で必要な G 値と呼ばれる反応系に吸収された放射線エネルギー100eV 当たりの生成分子数については、放射線の種類によって異なるため適切な値を用いる必要があるが、14MeV 中性子の G 値はこれまで求められていない。このため、東大弥生炉で測定された 2MeV 中性子の G 値の LET (単位距離当たりに媒質 (水) に吸収された放射線エネルギー量: eV/nm) ^{1,2)}をもとに温度依存性を考慮し、14MeV 中性子の G 値を推定した。この報告例及びカナダ AECL の実験結果 ³⁾から高速中性子照射がプロトン照射と等価と考えられるため、高速イオンビーム照射実験結果と反跳プロトンの LET から重み付けをして 14MeV 中性子の G 値を評価した。なお同様の方法で 2MeV 中性子の G 値を求めたところ、過酸化水素を除いて文献値と同等の値を得ることを確認している。

上記の方法により求めた 14MeV 中性子の G 値を用いて解析を行った結

果を図 1 に示す。冷却水中の分解生成物濃度は、予め添加されている H₂ を除き照射時間と共に増加するが、照射場①の出口側ではほぼ定常になり放射線強度の低い照射場②で減少に転じている。配管腐食に寄与する恐れのある O₂ 濃度は、PWR の管理値(0.1ppm:3x10⁻⁶mol/l)より 7 桁低い濃度である。これは、冷却水中に予め H₂ が添加されているため、水の放射線分解による O₂ の生成が抑えられることによる。一方、H₂O₂ 濃度は最大で約 2x10⁻⁷mol/l に達するが PWR とほぼ同等であり、これによる配管の腐食は報告されていない。従って設計条件を満たす水質管理の達成により、水の分解生成物による配管腐食への影響は小さいと考えられる。

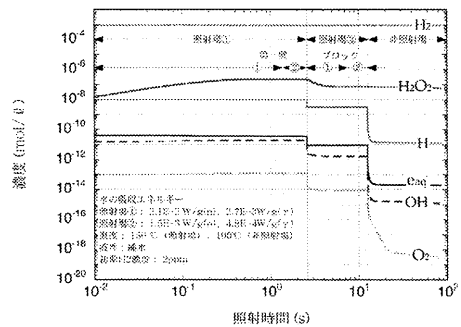


図1 冷却水中の化学種濃度の時間変化 (1 回循環)

- 1) G.R.Sunaryo, et al., Radiat.Phys.Chem., 44,273-280(1994)
- 2) G.R.Sunaryo, et al., Radiat.Phys.Chem., 45,131(1995)
- 3) A.J.Elliott, et al., J.Phys.Chem., 100,9014-9020(1996)

01pB14P

ITER ダイバータ不純物モニターシステムの現状と今後の計画

Present Status and Future Plan of Impurity Influx Monitor (Divertor) for ITER

小川 宏明, 杉江 達夫¹⁾, 勝沼 淳²⁾, 河西 敏

日本原子力研究開発機構・那珂, ¹⁾ITER 国際チーム, ²⁾(株) ニコン

H. Ogawa, T. Sugie¹⁾, A. Katsumuma²⁾ and S. Kasai

Japan Atomic Energy Agency Naka, ¹⁾ITER IT Naka, ²⁾NIKON Co.

ITER ダイバータ不純物モニターシステムは、ダイバータ部における不純物、重水素及びトリチウムスペクトル線の分布を測定し、不純物制御及びダイバータプラズマ制御にフィードバックするデータを提供するための測定機器である。本システムでは ITER の上部、水平及びダイバータポートに光学系を設置して、2 次元測定を行うことができる光学配置となっている (図参照)。ITER-ITA (ITER 移行措置) において ITER 本体の設計修正、改良が ITER 国際チーム(ITER IT)により進められて来ている。その結果、本システムと ITER 本体との取り扱い条件が変わり、設計変更が必要となったため、昨年度より、本システムの設計変更を進めてきた。

光学設計に際しては、製作コストを低減するため、これまで各測定視野に対して最適な軸外し球面鏡を使用していた集光光学系を通常のカセグレン望遠鏡へ変更することとした。さらに、入射光量の増加を図るため光ファイバー前面にマイクロレンズアレイを設置する構造とした。以上の集光光学系の変更とポート内の有効径を 120 mm として光学設計を行った。その結果、各測定視野において ITER で要求されている空間分解能(< 50 mm)を満たすことができた。さらに、上部ポート、水平ポートに設置する光学系の設計統合を行った。上部光学系については、リモートハンドリングのために設置する剛性パイプ内に光学系を収めるよう光学設計を変更した。また、水平ポートについても他の計測機器との干渉を避けるよう光学設計を変更した。以上の設計変更後であっても ITER で要求されている空間分解能を満足することを確認した。また、感度校正光学系^[1]、光軸調整用光学系の光学設計及びシャッターの概念設計を行い、測定用光学系と共存できる光学配置に設置できることを確認した。

本システムで使用する検出器の検討を併せて行った。その結果、光学フィルターを使用したフィルター分光器には 2 次元ピンダイオードアレイ検出器を使用し、高分散

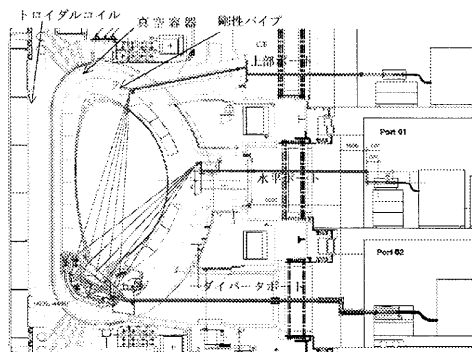


図 ITER に設置したダイバータ不純物モニターシステムの光学配置

分光器やスペクトロ線サーベイ用分光器には高速読み出しの CCD を使用した 2 次元検出器と現状市販されているデータ収集系を組み合わせることにより、ITER で要求されている時間分解能を満たす検出系を構築できることが分かった。

講演では一連の設計作業の詳細と今後の予定について発表する。なお、本研究は、ITER-ITA の一環として実施したタスク (ITA 55-10) に基づくものである。

[1] 杉江達夫, 他, "ITER ダイバータ不純物モニターのその場感度校正方法の検討" 本年度 01pB15P.