

12-4 HTTRの燃料温度分布を把握する評価モデルの高精度化 —HTTR燃料温度評価モデルの高精度化—

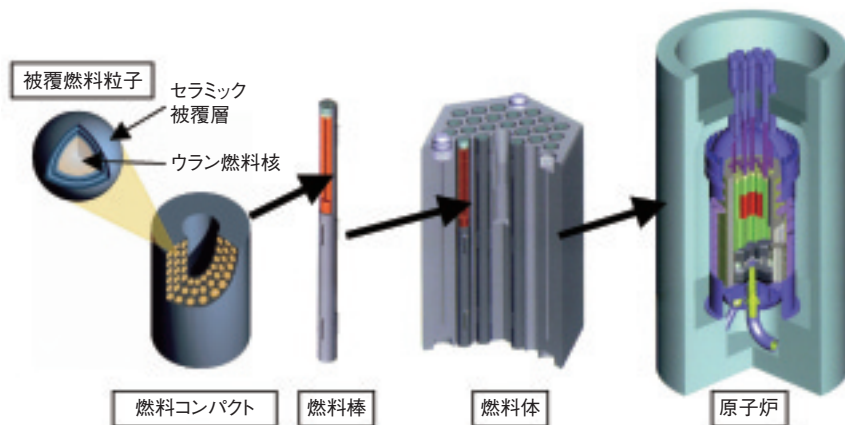


図12-7 HTTRの燃料

HTTRの燃料には、ウラン燃料を4重の層で被覆した「被覆燃料粒子」を使っています。被覆はウラン燃料を保護すると共に、ウランの核分裂生成物（FP）を閉じ込める役割を果たします。被覆燃料粒子を焼結して「燃料コンパクト」を成形し、「燃料棒」に収めて、燃料ブロックに装荷して「燃料体」を組立えています。原子炉では、この燃料体を積み上げて炉心を形成しています。HTTRでは、燃料のFP閉じ込め機能を確認する（燃料の健全性）ために、「通常運転時の燃料最高温度は1495℃以下」としています。

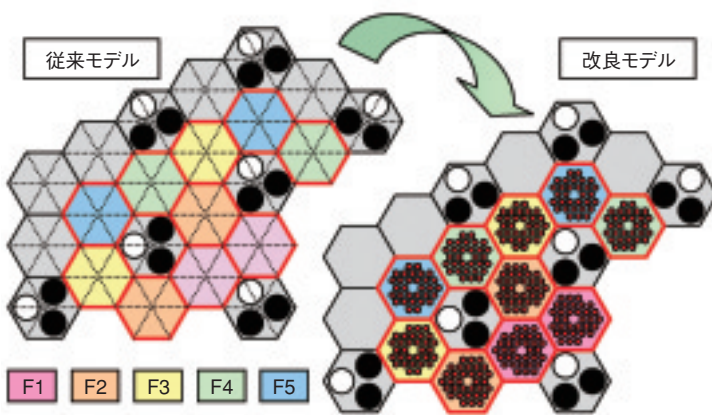


図12-8 HTTR燃料温度評価モデルの改良

HTTRの燃料温度評価では、従来、燃料体を6分割した評価モデルを用いていました。今回、より詳細な温度分布を得るために、燃料棒を1本ごとに表現し、各燃料棒の温度を得ることができる評価モデルを作成しました。

高温ガス炉は、その固有の安全性と水素製造等の多目的熱利用や高効率発電等の特徴から、次世代原子炉型の1つとして挙げられており、世界的に注目されています。原子力機構のHTTR（高温工学試験研究炉）は、我が国初の高温ガス炉として建設され、2004年4月に世界最高となる原子炉出口冷却材温度950℃を達成しました。HTTRでは、ウラン燃料をセラミックスで4重に被覆した被覆燃料粒子が用いられており、このFPの閉じ込め機能を確認する（燃料の健全性）ために、「通常運転時の燃料最高温度は1495℃以下」としています。（図12-7）

従来の燃料温度評価では、燃料最高温度は約1463℃と評価されていました。しかし、従来の燃料温度評価では燃料の健全性を確実に担保するために、様々な工学的安全係数を用いて燃料最高温度のみが保守的に評価できるようにしていました。このため、従来は詳細な燃料温度分布を得ることができませんでした。そこで、今回、より現実的かつ詳細な燃料温度を得るために、新たにHTTRの燃料温度評価モデルを開発しました。（図12-

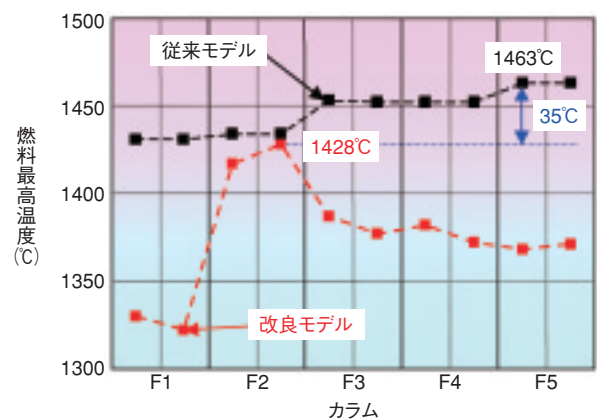


図12-9 燃料最高温度評価結果

従来モデルによる燃料最高温度は約1463℃と評価されていました。今回作成した改良モデルで評価した結果、燃料最高温度は約1428℃となり、従来モデルに比べて約35℃燃料最高温度が低くなる結果となりました。

8) 従来のモデルでは1燃料体を6分割し、その中で最も温度が高くなる燃料棒についてのみ評価していましたが、新たに開発した改良モデルでは、炉心全体に配置されている燃料棒を1本ごとに表現しており、燃料棒すべての温度評価を行うことが可能となりました。また、従来モデルでは、1/6ブロック中の燃料最高温度のみを算出するための工学的安全係数を考慮していましたが、改良モデルでは、現実的な燃料温度を評価するために、この工学的安全係数を削除しました。

この改良モデルを用いて燃料温度の評価を行った結果、燃料最高温度は約1428℃と評価され、従来モデルで評価されていた燃料最高温度約1463℃より約35℃低くなる結果となりました。（図12-9）

本モデルにより、現実的かつ詳細な燃料温度が評価可能となり、高出力の高温ガス炉設計が可能となります。したがって、実用高温ガス炉の経済性向上に貢献するものと期待されます。今後は、本手法の高精度化を目指して更なる改良を行っていきます。

●参考文献

栃尾大輔ほか、高温ガス炉HTTRの高温試験運転における燃料温度の評価、日本原子力学会和文論文誌, vol.5 no.1, 2006, p.57-67.