

高温ガス炉実証炉の開発 (3)安全設計の検討

Development of High Temperature Gas-cooled Demonstration Reactor

(3) Study of Safety Design

*湯村 尚典¹、佐久間 渉¹、片山 正晶¹、加内 雅之¹

¹三菱重工業

三菱重工業が開発を進める高温ガス実証炉は、固有の安全性を有し、かつ高温の熱が取り出せる特徴を有する。今回は高温ガス実証炉の基本設計に基づく1次冷却設備二重管破断の安全解析を行い、受動的機構で動作する安全系設備を用いた崩壊熱除去の成立性を検討した結果を報告する。

キーワード：高温ガス炉、実証炉、安全解析、二重管破断

1. 緒言

三菱重工業が開発を進める高温ガス炉実証炉は、固有の安全性により著しい燃料の破損を防止することを設計目標とし、安全設計の妥当性を検討すべく、三菱重工業が整備を進めている M-RELAP5 等の解析コードにより安全解析を実施している。今回は固有の安全性に基づく安全設計と、代表的な設計基準事象である1次冷却設備二重管破断に対する成立性を確認した結果を報告する。

2. 固有の安全性に基づく安全設計

高温ガス炉実証炉は、被覆燃料粒子の頑健性、黒鉛構造物の大きい熱容量と高い熱伝導率及び低出力密度に基づく固有の安全性を特徴とし、原子炉压力容器周囲に受動的機構で動作する炉容器冷却設備を設置する。これにより1次冷却材による強制冷却が喪失した場合においても、炉心で発生した熱は原子炉压力容器壁面を介し、輻射による伝熱で継続的な冷却を行うことができる（図1参照）。

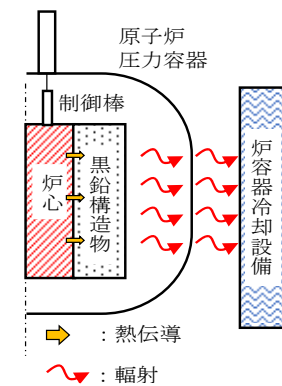


図1 1次冷却材喪失時の冷却方法

3. 1次冷却設備二重管破断の安全解析

代表的な設計基準事象である1次冷却設備二重管破断は、二重管内外の同時破断により1次冷却材が喪失し、原子炉が自動停止する事象である。原子炉停止後、原子炉压力容器壁の温度上昇に伴い炉容器冷却設備への輻射伝熱量が増加し、炉心で発生する崩壊熱は除去される。

200MW 定格出力運転状態を初期条件とした本事象の解析を M-RELAP5 コードにより実施した（図2参照）。事象初期は燃料温度が上昇するが、炉心出力の低下に伴い炉容器冷却設備の除熱量が炉心出力を上回り、燃料温度は低下に転じ、燃料最高温度は被覆燃料粒子の健全性が維持される設計指標である1600°Cを下回ることを確認した。

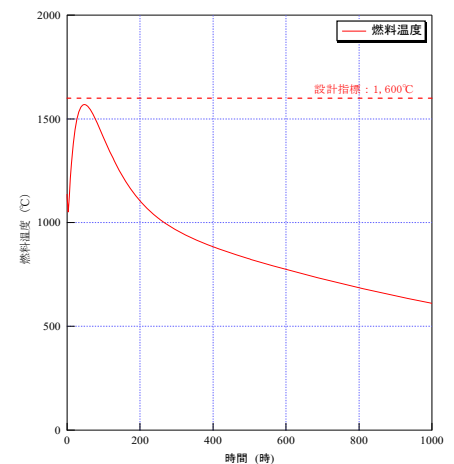


図2 1次冷却設備二重管破断の解析結果

4. 結言

1次冷却設備二重管破断を対象とした安全解析により、炉心で発生した崩壊熱を除去できることを確認し、受動的機構で動作する安全系設備の成立性を見通しを得た。今後は、他の設計基準事象及び設計拡張事象の安全解析を実施し、その結果を設備検討に反映することにより、固有の安全性に基づく高温ガス炉実証炉の安全設計確立に寄与する。

謝辞 本報告は経済産業省高温ガス炉実証炉開発事業 JPMT007141 の成果の一部を含む。

*Takanori YUMURA¹, Wataru SAKUMA¹, Masaaki KATAYAMA¹ and Masayuki KAUCHI¹

¹Mitsubishi Heavy Industries, LTD.