

高温ガス炉における受動的冷却設備の伝熱特性に関する検討

Investigation on heat transfer characteristics of reactor cavity cooling system for HTGR

*細見 成祐¹, 山口 修平¹, 明石 知泰¹, 松元 達也¹, 劉 維¹, 守田 幸路¹, 高松 邦吉²

¹九州大学, ²日本原子力研究開発機構

高温ガス炉に採用が検討されている受動的原子炉キャビティ冷却システムの熱的成立性の評価に資するため、スケールダウンした試験体（スケールモデル）を用いて伝熱実験及び解析を行い、自然対流及びふく射による熱伝達特性について定量的な知見を得た。

キーワード：高温ガス炉，原子炉キャビティ冷却システム，ふく射伝熱，スケールモデル，伝熱実験

1. 緒言 高温ガス炉では自然対流及びふく射伝熱によって受動的に炉心から除熱する原子炉キャビティ冷却システム（RCCS: Reactor Cavity Cooling System）の採用が検討されている[1]。本研究ではこの RCCS の熱的成立性の評価に資するため、約 20 分の 1 のスケールモデルを用いて伝熱実験及び解析を行い、その熱伝達特性を把握した。

2. 実験 図 1 に概略を示すスケールモデルは、厚さ 3 mm のスチール壁の密閉容器であり、青色で示した冷却面（2, 3, 8, 9, 15 面）以外は断熱材で覆われている。また、ヒータを内包する加熱部、接続部及び外部雰囲気中に放熱する冷却部は、それぞれ、実機での原子炉圧力容器の外表面、原子炉キャビティ、冷却室に相当する。実験では、加熱面（1H 面）温度を 400℃一定に保ち、加熱面や冷却面の放射率をパラメータとして、ふく射伝熱の寄与を変化させたときの壁面温度および熱流束を定常状態で測定した。ここでは、加熱面及び冷却面外壁の放射率が、それぞれ、0.18 及び 0.22 のケースを基準とし、加熱面を塗装して放射率を 0.94 としたケース、加えて冷却面外壁も塗装して放射率を 0.94 としたケースを比較している。その他の装置内壁の放射率は 0.12 である。

3. 解析・結論 本実験におけるスケールモデル内部でのふく射伝熱量を把握するため、図 2 に示す冷却面内壁の温度測定結果を用いて、ふく射の指向特性を考慮できるモンテカルロ法[2, 3]による評価を行った。図 3 に結果を示す。加熱面の放射率を大きくすることで、加熱面から冷却面へのふく射伝熱量が大幅に増加し、スケールモデルからの放熱量が 40～50%程度増加した。また、投入熱量に対するスケールモデル内部でのふく射伝熱量は、基準ケースで約 20%、加熱面塗装、加熱面及び冷却面塗装のケースともに約 60%であった。今後、冷却部へのふく射熱伝熱や外部雰囲気への放熱量を向上するための方策について検討を行う。

参考文献 [1] K. Takamatsu et al., Ann. Nucl. Energy, 96, 137-147, 2016. [2] 倉敷他 3 名, 安全工学, 49(1), 20-27, 2010. [3] 小島他 2 名, 日本建築学会計画系論文集, 547, 9-16, 2001.

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 15K06676 の助成を受けたものです。

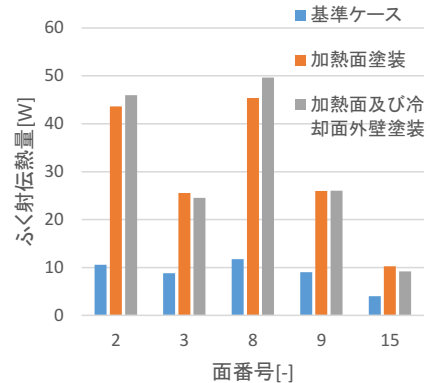
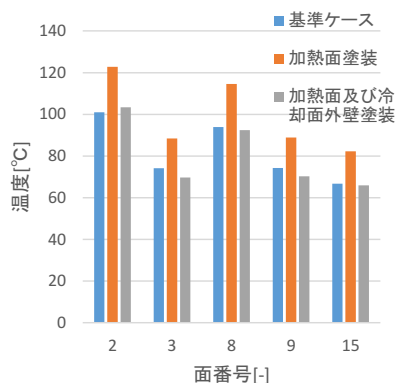
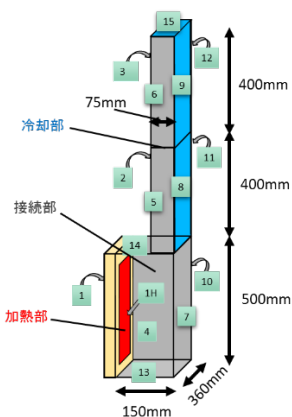


図 1 スケールモデル概略

図 2 冷却面内壁における温度

図 3 冷却面内壁におけるふく射伝熱量

*Seisuke Hosomi¹, Syuhei Yamaguchi¹, Tomoyasu Akashi¹, Tatsuya Matsumoto¹, Wei Liu¹, Koji Morita¹ and Kuniyoshi Takamatsu²

¹Kyushu Univ., ²JAEA.