

超高温ガス炉減圧事故時の空気浸入挙動の研究

(1) 炉内における多成分気体混合現象の考察

Study on Air Ingress Phenomena during a Depressurization Accident of VHTR

(1) Investigate on Mixing Process of Multicomponent Gases in a Reactor

*武田 哲明¹, 田中 裕大¹

¹山梨大大学院

第四世代原子炉の一つである超高温ガス炉の減圧事故時には、配管破断により、空気が浸入する場合を想定しなければならないが、この時、破断口の位置、形状、及び炉内構造に依存して、空気浸入に伴う多成分気体の混合現象を実験と解析により考察した結果を報告する。

キーワード：VHTR, 減圧事故, 空気浸入, 多成分気体混合, 自然対流, 分子拡散

1. 緒言

超高温ガス炉の原子炉設計を行う際に想定事象の一つである一次冷却系配管破断時の空気浸入事象においては密度の異なる気体の混合現象が生じる。この混合現象は原子炉内の高温高压のヘリウムガスが格納容器内に破断口から噴出し、原子炉内外の圧力が均圧した後、多成分気体の分子拡散と局所的な自然対流及び原子炉内を一巡する混合気体の自然循環流であるとされているが、これらの現象が重畳する場合の気体混合過程を詳細に調べておくことは、今後の超高温ガス炉の安全設計に関し、安全裕度を確定する上で重要である。

2. 破断口位置及び炉内構造物による現象の考察

高温工学試験研究炉に代表されるような原子炉の下部に一次冷却系配管が位置する場合に配管が破断すると一般的には破断口上部の炉内には密度の小さい気体が、破断口下部には密度の大きい空気とヘリウムの混合気体が存在するため、炉内外が均圧後、直ちに混合気体が浸入する可能性は低い。この場合、炉内流路は逆 U 字型を構成するが、単純な流路の場合、高温側が並列流路の場合、局所的に自然対流が発生している場合について、実験及び数値解析を行い、黒鉛が酸化する場合についても考察してきた[1-6]。更には、密度の異なる 2 成分気体を用いて、全体として逆 U 字型流路を構成する鉛直矩形流路の一方の流路を加熱冷却し、密度の小さい成分気体の自然対流を発生させ、下部から密度の大きい成分気体が分子拡散により移動する場合において、局所的な自然対流や 2 成分気体の分子拡散係数が気体の混合過程に及ぼす影響を調べ[7]、図 1 に示すように自然循環流が発生した後、頂部からヘリウムガスを注入して自然循環流を停止させてから、流路内を一巡する混合気体の自然循環流が再発生するまでの持続時間について報告してきた。ここでは、超高温ガス炉の減圧事故時における炉内への空気浸入挙動をこれまでの研究から気体の混合現象と自然循環流の発生までを考察し、さらに原子炉測部に一次冷却系配管が位置する場合についての実験概要と気体混合現象を考察した結果を報告する。

参考文献 [1] T. Takeda and M. Hishida, *Nucl. Eng. Des.*, **135**, 341 (1992), [2] *Int. J. of Heat and Mass Transfer*, **39**, 527 (1996), [3] *Nucl. Eng. Des.*, **200**, 251 (2000), [4] T. Takeda, et al., *Nucl. Eng. Des.*, **240**, 2443 (2010), [5] *Nucl. Eng. Des.*, **271**, 417 (2014), [6] *Nucl. Eng. Des.*, **306**, 108 (2016), [7] *Proc. of HTR 2016-18632*

*Tetsuaki Takeda¹ and Yudai Tanaka¹

¹University of Yamanashi.

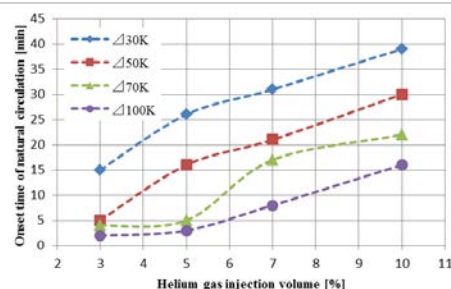


図 1 自然循環流の再発生時間