

廃棄物長期保管容器内に発生する可燃性ガスの濃度低減技術に関する研究開発 (6) 水素濃度低減シミュレーション

R&D on reduction technologies of hydrogen generated in long-term waste storage containers

(6) Numerical Simulation of Hydrogen Concentration Reduction with Recombination Catalyst

*寺田敦彦¹, 江連 巧², 日野竜太郎¹, 杉山 均², 高瀬和之³

¹原子力機構、²宇都宮大学、³長岡技術科学大学

含水放射性廃棄物の保管容器の水素安全対策を補完する有用な手段として、水素再結合触媒による水素ガス濃度低減技術の開発を進めている。本報では、その研究の一環として実施した再結合触媒による水素濃度低減シミュレーションの予備解析結果について報告する。

キーワード：、水素、放射性廃棄物保管容器、再結合触媒、濃度低減、シミュレーション

1. 緒言 含水放射性廃棄物の長期保管においては、含水する水の放射線分解による水素発生に伴う水素爆発燃焼リスクの低減が重要である。そのためには水素濃度の低減対策が必要であり、本研究では、「無電力で受動的に動作すること」、「装置が簡素で設置も容易であること」等に着目して水素再結合触媒による水素ガス低減技術の開発を進めている。原子力機構と宇都宮大学は共同して、水素再結合触媒を保管容器内に設置した際の水素濃度低減効果について、密度差を駆動力とする自然対流モデルを適用したシミュレーションによる評価研究を行った。

2. 水素処理実験によるシミュレーション 九州大学で実施された実験結果 [1] を用いて、水素再結合触媒による水素濃度低減効果の検証シミュレーションを行った。シミュレーションには密度差を駆動力とする自然対流モデルを組み込んだ ANSYS/FLUENT を使い、モノリス型再結合触媒を内蔵した水素再結合触媒はハニカム形状の流路構造を圧損の等価な多孔質体（空隙率 0.78）で模擬した。水素再結合反応は触媒表面での反応を考慮した有限反応速度モデルを適用した。実験は、小型矩形容器（約 28L）内にモノリス型再結合触媒を設置し、容器の床面に設置した配管から水素を流入して密閉容器内での水素濃度低減状況を水素濃度計、熱電対等で計測している。実験装置の概略を図 1 に示す。なお、シミュレーションでは、触媒を固定する治具等の機器は模擬していない。水素は床面より 5cm 高い位置に漏洩口（□0.01m）から、鉛直方向に最初の 1 分間は 100% 水素を 1L/min で、その後の 4 分間は水素 0.2L/min、空気 4.8L/min の割合で流入させた。シミュレーション結果を図 2 に示す。水素流入を停止して 1300 秒後の容器内の水素混合ガス速度ベクトル図（図 2 左）から、再結合反応熱によって生じた自然対流により、水素が触媒に受動的に集積消費される様相が確認できる。また、触媒の上下方向に各 1 箇所設置した水素濃度の経時変化の実験結果を解析結果は水素導入時に過大評価しているが、概ね実験値をよく再現している（図 2 右）。今後は、長岡技術科学大学で実施している廃棄物保管容器を模擬した小型モデル実験や実機保管容器を対象とした大型化の影響等について検証シミュレーションを進めていく予定である。本研究は、「文部科学省英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」により実施された「廃棄物長期保管容器内に発生する可燃性ガスの濃度低減技術に関する研究開発」の成果である。

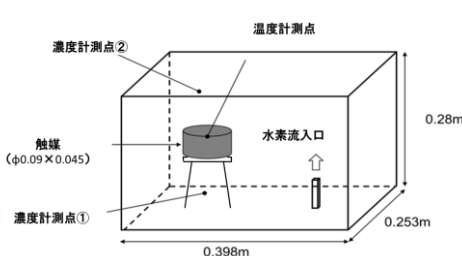


図 1 実験装置

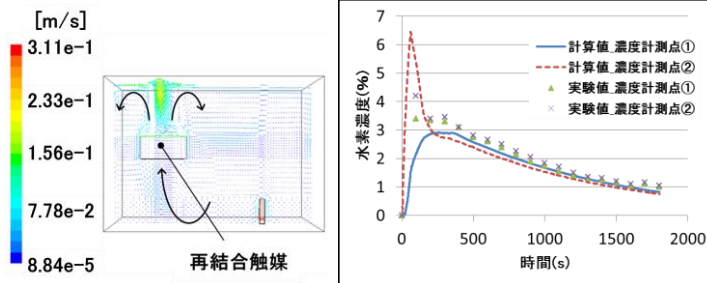


図 2 実験装置内の流動状況と水素濃度の経時変化

参考文献

[1] 井上雅弘 他、“触媒を用いた室内の水素集積防止に関する研究”、安全工学研究発表会、2016。

*Atsuhiko Terada¹, Takumi Ezure², Ryutaro Hino¹, Hitoshi Sugiyama² and Kazuyuki Takase³

¹JAEA, ²Utsunomiya University, ³Nagaoka University of Technology