

## 硝酸ウラニル水溶液の過渡臨界における水素ガス発生量の推定

### Evaluation of Hydrogen Gas Production at Transient Criticality in Uranyl Nitrate Solution

\*吉田 涼一郎<sup>1</sup>, 山根 祐一<sup>1</sup>, 阿部 仁<sup>1</sup>

<sup>1</sup>原子力機構

溶液燃料の臨界事故時には出力挙動への影響や爆発を誘引する可能性の観点から重要な水素ガスが発生する。TRACY 炉心タンク内での水素ガスの移行挙動を Taylor 拡散式等を用いてモデル化することで、水素ガス濃度の経時変化を再現するとともに、炉心タンク内での時間遅れを補正した水素ガス発生量を推定した。

キーワード：水素ガス，過渡臨界，硝酸ウラニル水溶液，G 値，TRACY

**1. 緒言** 溶液燃料の臨界事故では、出力挙動への影響や爆発を誘引する可能性から、水素ガス発生量を核分裂数と結び付けて精度よく推定することが重要となる。原子力機構では、過渡臨界実験装置 TRACY において硝酸ウラニル水溶液燃料を用いた過渡臨界実験を行い、水素ガス濃度の経時変化を計測している。TRACY 炉心タンクの概略 (0.5mφ, 1.3mH (液面高さ約 1m の位置で出口配管に接続)) 及び実験結果の一例を図に示す。TRACY では、極めて短時間 (数十ミリ秒程度) で反応度を与えるため水素ガス発生も短時間で生じるが、一方で、出口配管から流出したベントガス中の水素ガス濃度ピークの時間幅は 1,000 秒程度と幅広となっている。本報告では、TRACY 炉心タンク内での水素ガスの移行挙動を Taylor 拡散式等を用いてモデル化することで、計測されたベントガス中の水素ガス濃度の経時変化を再現するとともに、炉心タンク内での時間遅れを補正した水素ガス発生量の算出を試みた。

**2. 水素ガス挙動モデル** 水の放射線分解に対しては、核分裂片の運動による寄与が大きいと仮定し、過渡臨界に伴い瞬時に  $M$  [mol] の水素ガスが発生するものと考えた。水素ガス濃度の経時変化を 3 領域に区分した。領域 1 では、水素ガスが炉心タンク内を下記の Taylor 拡散式に従って上方に移流拡散し、一部が出口配管からベントガスに同伴して流出するものと仮定した。ここで、 $D$  [m<sup>2</sup>/s] は水素ガスの拡散係数、 $r$  [m] は経路半径、 $u$  [m/s] は経路内流速、 $x$  [m] は液面からの高さ、 $c(x, t)$  [mol/m<sup>3</sup>] は位置  $x$ 、経過時間  $t$  における水素ガス濃度である。領域 2 では、出口配管高さ位置を通り過ぎた水素ガスが炉心タンク上部に溜まりやや高濃度となり、徐々に均一になりつつ減少するものと考えた。この水素溜り ( $V$  [m<sup>3</sup>]) における水素ガス濃度の経時変化を、水素ガスの移流拡散による流入量と炉心タンク出口への流出量 ( $v$  [m<sup>3</sup>/s]) を組み合わせたマスバランス式を解くことで算出した。領域 3 では、タンク全体に均一となった残存水素ガスが薄まりつつ出口配管に流れるものと考えた。 $M$ 、 $u$ 、 $V$ 、 $v$  をパラメータ ( $D$ 、 $r$  は固定) として、これらの各領域における式を連立することで、計測された水素ガス濃度の経時変化を再現するとともに、炉心タンク内での時間遅れを補正した水素ガス発生量を推定した。

$$c(x, t) = \frac{M}{\pi r^2 \sqrt{4\pi Et}} \exp\left\{-\frac{(x-ut)^2}{4Et}\right\} \left(E = \frac{(ru)^2}{48D} + D\right)$$

**3. 結果** 図に示したように、計測値をよく再現することができた。また、水素ガス発生量は  $10^{18}$  fission あたり 4 mol と評価した。

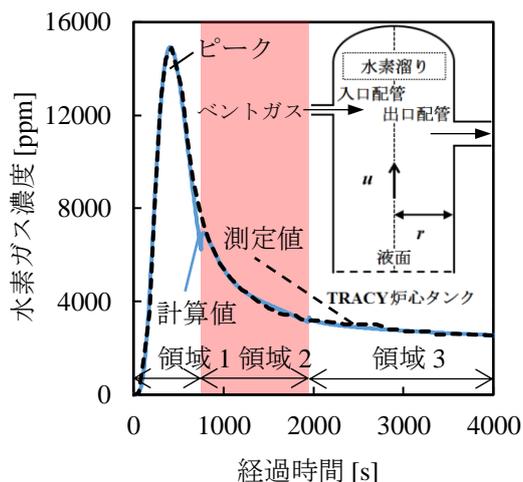


図 水素ガス濃度の測定値と計算値比較

#### 参考文献

[1] 阿部 他, "溶液燃料の過渡臨界事象に伴う放射性ヨウ素及び希ガスなどの放射挙動の検討", JAERI-Tech 99-067 (1999).

\*Ryoichiro Yoshida<sup>1</sup>, Yuichi Yamane<sup>1</sup> and Hitoshi Abe<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JAEA.