シビアアクシデント時の水素処理システムの開発
（5）反応器の水素処理特性試験

Development of Hydrogen Treatment System in Severe Accident

(5) Experimental Study on Processing Characteristics of a Hydrogen Reactor

*岩城 智香子[1]，橘高 大悟[1]，吉井 敏浩[1]，柳生 基茂[1]，岡村 雅人[1]，田邊 雅士[1]

[1]（株）東芝

シビアアクシデント直後に発生する大量の水素を金属酸化物で迅速に処理する水素処理システムを開発している。MnO_2、CuO、Co_3O_4 の φ2mm の造粒体を充填した反応器試験体を用い、水素処理特性に関する基礎データを取得した。また反応モデルを組み込んだ熱流動解析を実施し水素処理速度評価の課題を抽出した。

キーワード：水素処理，金属酸化物，シビアアクシデント，格納容器

1. 緒言

シビアアクシデント時の水素処理装置開発において、これまでに水素処理材として金属酸化物 MnO_2、CuO、Co_3O_4 の 3 種を抽出し、反応速度に関する基礎データを取得した。金属酸化物を反応器に充填して反応させると、処理材温度上昇とそれに伴う水素処理加速などによる温度、濃度空間分布に加え、処理材消費に伴う時間変化が生じるため、このような特性を把握する必要がある。そこで、各種金属酸化物を用いた反応器の水素処理特性に関する基礎データを取得した。また、化学反応モデルを組込んだ熱流動解析により水素処理特性評価手法を検討した。

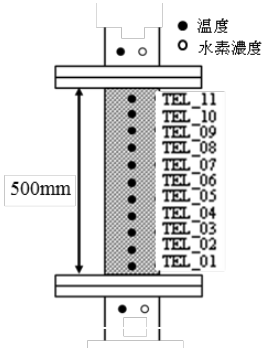

図 1 反応器試験体計測

2. 反応器特性試験および評価

2-1. 試験装置

試験装置は主に、水素と窒素を所定の流量比で混合する混合器、混合ガスの予熱器、反応器試験体より構成される[1]。反応器試験体は内径 40.6mm、高さ 500mm のステンレス管で、φ2mm の球形に成型した金属酸化物を水素処理材として充填した。反応器内の流れ方向 11 か所に挿入した熱電対で温度計測し（図 1）、反応器入口・出口に水素濃度計を設置して水素処理速度を算出した。MnO_2、CuO、Co_3O_4 の 3 種の処理材を単独でそれぞれ反応器に充填し、水素濃度、処理材温度、圧力を変えて試験した。

2-2. 試験および評価結果

試験結果の一例として、処理材に CuO を用い、圧力 0.15MPa、入口水素濃度 5%、ガス流量 17.8NL/min の条件での反応器内温度分布を図 2 に示す。初期温度を 180℃～230℃に一定保持した処理材に混合ガスを供給すると、反応器内は反応熱で一旦昇温し、処理材の消費とガスによる除熱によって次第に降温している。反応器温度ピークは入口から出口にかけて時系列で移行し、処理材による水素処理が徐々に下流へ進行したことを示唆する。反応器入口・出口の水度濃度を図 3 に示す。図中の解析結果は、汎用の熱流動解析コードに化学反応モデルを組込んで構築した解析手法による結果で、出口の水素濃度を比較的良く評価した。ただし、評価結果は反応の進行に伴う反応速度劣化モデルの劣化係数に依存するため、本係数を適切に与えることが課題であることがわかった。

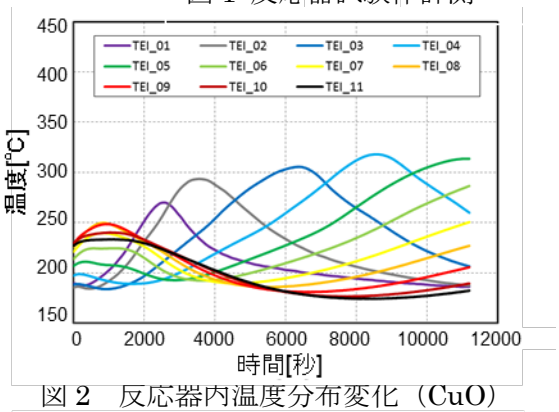

図 2 反応器内温度分布変化（CuO）

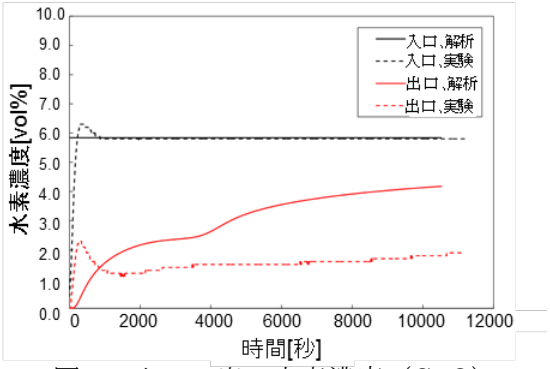

図 3 入口・出口水素濃度（CuO）

3. 結論

反応器試験装置を用いて水素処理速度や温度変化の基礎データを取得し、水素処理特性を評価した。また、反応速度劣化モデルを用いた熱流動解析による水素処理速度評価では、劣化係数を適切に与えることが課題であることがわかった。

なお、本件は経済産業省平成 26 年度発電用原子炉等安全策高度化技術基盤整備事業（シビアアクシデント時の水素処理システムの開発に向けた基盤整備）の成果の一部である。

参考文献

[1] 2014 年原子力学会（秋の大会）予稿「シビアアクシデント時の水素処理システムの開発(2)反応器特性試験」

*Chikako Iwaki[1], Daigo Kittaka[1], Toshihiro Yoshii[1], Motoshige Yagyu[1], Masato Okamura[1] and Masashi Tanabe[1]

[1]TOSHIBA Corporation