

シビアアクシデント時の水素処理システムの開発

(7) 反応材粒子径が反応器水素処理特性に与える影響

Development of Hydrogen Treatment System in Severe Accident

(7) Diameter Influence of Reactant on Hydrogen Processing Characteristics of Reactor Unit

*岩城智香子¹, 藤原竜馬¹, 香月亮二¹, 山田昂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処理する水素処理システムを開発している。 MnO_2 成型体の反応速度を向上させるため、径を従来の $\phi 2.0mm$ から $\phi 0.2mm$ まで小さくし、反応器の水素処理性能への影響を試験した。 MnO_2 と CuO を積層させた試験により、水素処理性能向上が確認できた。

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 $\phi 2.0mm$ の球形に成型した金属酸化物を充填した水素反応器の水素処理特性を試験してきたが、 MnO_2 の反応速度が小さいため反応器内の温度上昇が十分でなく、継続的に水素処理できないことがわかった^[1]。そこで反応速度増大を目的に、 MnO_2 成型体の粒子径を $\phi 0.2 \sim 1.0mm$ の範囲で小さくして反応器試験を実施し、使用する粒子径を決定した。また、この粒子径の MnO_2 の上部に CuO を積層した反応器試験により、水素処理性能の向上を確認した。

2. 反応器特性試験

2-1. 試験装置および試験体

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。反応器試験体は内径 65.9mm、高さ 600mm のステンレス管で、内部に MnO_2 を充填し、粒子径を $\phi 0.2, 0.5, 1.0mm$ として試験した。反応器内の流れ方向 18 か所に 31mm 間隔で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た。本試験結果から MnO_2 の粒子径を決定し、次に MnO_2 の下流側に CuO を積層させた二層状態での水素処理性能を試験した。

2-2. 試験結果

$\phi 1.0mm$ の MnO_2 を充填し、圧力 0.15MPa、入口水素濃度 5% で試験した結果を図 2 に示す。反応器内部の高温域は上流から下流に時系列で移行し、最下流まで反応が進行することが確認できた(図 2)。一方、同条件で $\phi 0.5mm$ の MnO_2 で試験したところ、ガス供給後 35min で温度 $450^\circ C$ に達した。 $\phi 1.0mm$ でも反応が最下流まで進行すること、 $\phi 0.5mm$ 以下では反応器が過熱し圧力損失も増大することから、反応器充填に適した粒子径を $\phi 1.0mm$ に決定した。次に、 $\phi 1.0mm$ の MnO_2 の下流に $\phi 2.0mm$ の CuO を高さ 300mm づつ充填して試験した。圧力 0.15MPa、入口水素濃度 10% の条件で試験したところ、 CuO の最下流まで反応が進行し、反応器全体の金属酸化物が有効に活用できることがわかった(図 3)。また、出口水素濃度もガス供給後 20min 後に 0vol% となり、反応器を通ることで水素が完全処理された。

3. 結論

MnO_2 成型体の従来の $\phi 2.0mm$ から小さくしたところ、 $\phi 1.0mm$ にすれば成型体の最下流まで反応が進行することがわかった。また、 $\phi 1.0mm$ の MnO_2 と $\phi 2.0mm$ の CuO を積層した試験でも反応器最下流まで反応が進行し、小粒径化による反応促進が確認できた。

なお、本件は経済産業省平成 27 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] 2015 年原子力学会(春の大会) 予稿「シビアアクシデント時の水素処理システムの開発(5)反応器の水素処理特性試験」

*Chikako Iwaki¹, Ryoma Fujihara¹, Ryoji Katsuki¹, Akira Yamada¹, Motoshige Yagyu¹, Masato Okamura¹ and Masashi Tanabe¹

¹TOSHIBA Corporation

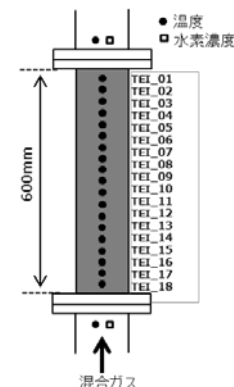


図 1 反応器試験体計測

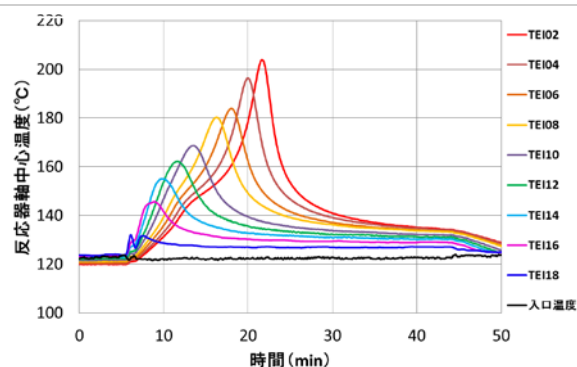


図 2 反応器内温度分布変化 (MnO_2)

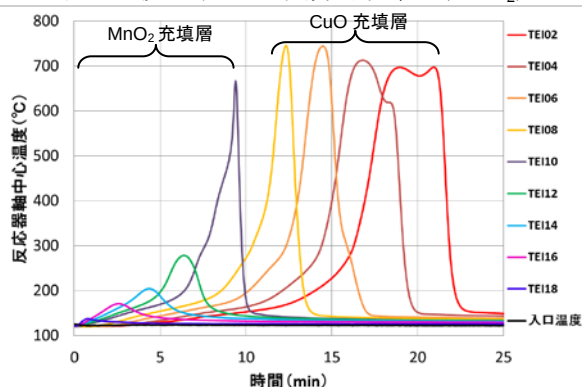


図 3 反応器内温度分布変化 ($MnO_2 + CuO$)