

放射性ヨウ素吸着剤 AgX の用途について

Applications of AgX as an Adsorbent for Radioactive Iodine

ラサ工業株式会社 遠藤 好司 Koji End
ラサ工業株式会社 小林 稔季 Toshiki Kobayashi

Performances of AgX have been confirmed under the different conditions. AgX as a radioactive iodine filter used in core of the nuclear power plant such as filter-vent, SGTS and annulus will be introduced in this report.

Keywords:

RASA, AgX, Silver Zeolite, Filter vent, Radioactive iodine, Adsorbent, SGTS, Annulus

1. フィルターベントの課題

フィルターベントは、福島のような事故時に大きな役割を持つ重要な設備として位置づけられています。主にドライ方式とウェット方式があり、両者とも被爆防止の点で非常に有効な方法であります。

しかしながら、これらの方法でも除去が十分でなかった放射性物質として有機ヨウ素があります。ドライ方式では、ヨウ素吸着剤として銀ゼオライトを用いることで軽減を図って参りました。ウェット方式では、一部（CCI社）の方式を除けば、有機ヨウ素の対策が十分とはなっていないのが実情です。

有機ヨウ素の発生量は、従来、放射性物質の 0.15%とされてきましたが、原子炉内のガス条件によっては、想定量を超える報告もフランス（Phebus-FP 試験）や JENS によって報告されています。また、放射性物質の中でも有機ヨウ素は、人体に取り込み易く、非常に毒性が高いとされています。

2. AgXの有効性

AgX は、元来 SGTS、アニュラスの活性炭代替用に開発してきましたが、フィルターベント向けに使用できないかを検討して参りました。

活性炭に比較して、吸着性能や吸着容量が優れていることは、従来から確認されていましたが、フィルターベントのような高温、高圧、高湿のような条件では、十分な評価結果がありませんでした。

AgX の今回確認された性能は、次のようなものがあります。

- ① 高温、高湿、高圧下でも吸着効果が高い。
- ② 風量が多く、接触時間が短くても吸着する。
- ③ 500°Cの高温下でも構造が破壊されない。
- ④ 100°C以上のスチーム下に置かれても構造が破壊されず吸着性が持続する。
- ⑤ 水素含有ガス下での吸着性が高い。
- ⑥ 水素除去性能も持つ。
- ⑦ 露点温度差(DPD)の低い状態でも吸着性能が高い。
- ⑧ 水に濡れても乾燥すれば吸着性能が戻る。

3. フィルターベントへの適用

フィルターベントで出てくるガス組成や風量、圧力などは、各々のリアクターによって設計が異なります。また、PWR や BWR での条件では、同様にガス組成、処理風量や圧力などの条件で大きな違いがあります。

PWR では、放射性物質の大半を原子炉内で除去可能なドライ方式が有効とされていますが、炉外でヨウ素除去が必要となります。これをより効率的に除去することが重要となります。また、ガス組成として酸素が入るために水素濃度のコントロールが重要となります。

PWR のウェット方式では、特にどうしても除去できない有機ヨウ素処理とベント開始時の水素濃度のコントロールが重要となります。

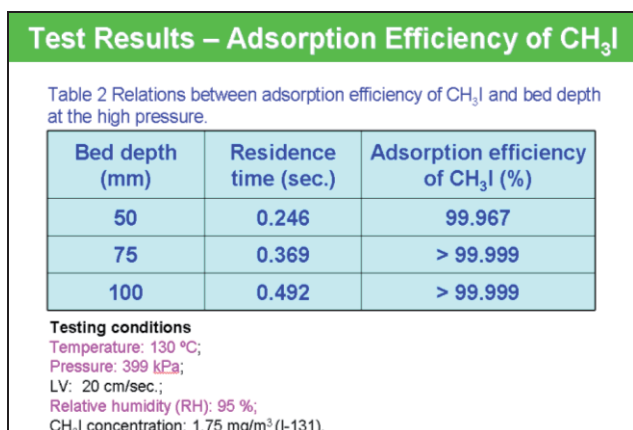
BWR では、処理風量や圧力がどうしても高くなってしまいうためにウェット方式が主に採用されていますが、ウェット方式では有機ヨウ素が除去できない欠点があります。

AgX は、PWR の条件や BWR の条件を基に様々なガス組成や圧力、露点温度差 (DPD) などの条件で評価して参りました。その結果、フィルターベントでは、次のような利用をすることでより安全性を高めることが可能となることが、確認されました。

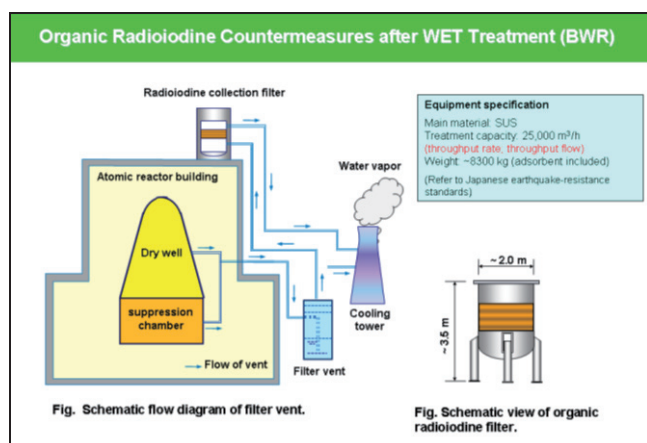
連絡先:遠藤好司、〒104-0031 東京都中央区京橋 1-1-1
ラサ工業株式会社 電子材料事業部
E-mail: koji.endo@rasa.co.jp

①ドライ方式フィルターベントでは、従来の銀ゼオライトをAgXに置き換えることで放射性ヨウ素（ヨウ素及び有機ヨウ素）吸着のDF値を大幅に上げることができる。または、吸着剤の絶対量を削減したり、フィルターの数を減少させることでコンパクトな設計が可能となる。他に、水素除去効果から水素の燃焼や爆発を防止可能となる。

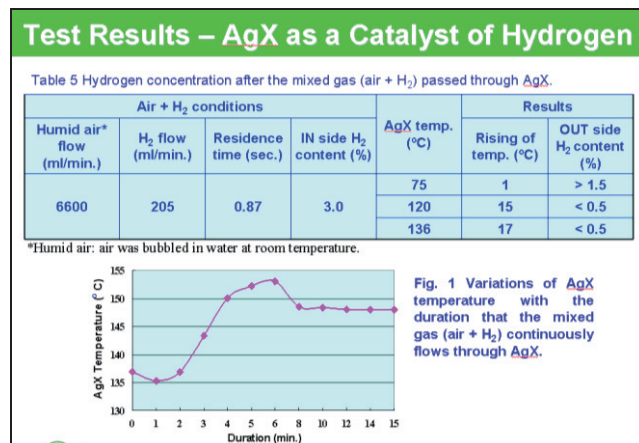
②ウェット方式フィルターベントでは、後工程にAgXフィルターを設置することで有機ヨウ素対策を取ることが可能となる。また、BWRのような処理風量の多いケースでもコンパクトな設計が可能となる。また、更に、PWRの大きな問題であるベント開始時の水素濃度の上昇を抑制し、安全性向上を図ることができる。



参考資料 1



参考資料 2



参考資料 3

3. SGTS、アニュラスへの適用

AgX は、今回確認された性能から既存の安全設備であるSGTS、アニュラスでも有効に利用できることを確認いたしました。

現在使用されている活性炭としては、KI炭、TEDA炭の2種類がありますが、どちらも化学吸着が基本となっております。どうしても活性炭に添着できるKIやTEDA濃度が限定されるために吸着容量は、限られたものとなります。

これに比較してAgXは、吸着容量でも大幅に上回ることが確認されております。また、吸着効率でもSGTS、アニュラスの指定された条件下でも優れております。

加えて、活性炭ではどうしても湿度が高い条件や燃焼の問題から高温での使用が難しいのが実情ですが、AgXでは、フィルターベントの使用条件で確認されているように使用範囲が広がります。

更に、事故時のような高温時では、水素除去の特性から水素爆発などの危険を回避することが、可能となります。

他に、従来から確認されている性能や物性では、不燃性であることや製品の経年劣化が少ないことがあります。

これらのことからAgXをSGTS、アニュラスなどに使用することで次のような点で有効性を見出せるものと考えられます。

- ① SGTS、アニュラスなどのコンパクト化。
- ② SGTS、アニュラスなどの多重化対策。
- ③ 吸着剤交換頻度の削減。
- ④ 廃棄物処理量の削減。
- ⑤ 設備の不燃化対策の強化。
- ⑥ 高温下での使用。

- ⑦ 除湿設備の不要化。
- ⑧ 処理能力 UP。

Test Results – Adsorption Efficiency of Radioiodine					
Table 3 Adsorption efficiency of CH ₃ I at different testing temperature and relative humidity.					
Bed depth (mm)	Residence time (sec.)	Adsorption efficiency of CH ₃ I (%)			
		RH 95%			RH 70%
		30 °C	60 °C	90 °C	66 °C
50.8	0.250	99.738	99.685	99.970	> 99.999
76.2	0.375	99.850	99.950	99.983	> 99.999
101.6	0.500	99.960	99.987	99.995	> 99.999

Testing conditions: Pressure: 103 kPa; LV: 20.3 cm/sec.; CH₃I concentration: 1.75 mg/m³ (I-131).

Table 4 Adsorption efficiency of I ₂ at different testing bed depth and residence time.		
Bed depth (mm)	Residence time (sec.)	Adsorption efficiency of iodine (%)
50.8	0.250	> 99.999
76.2	0.375	> 99.999
101.6	0.500	> 99.999

Testing conditions: T: 66 °C; P: 103 kPa; LV: 20.3 cm/sec.; I₂ concentration: 1.75 mg/m³ (I-131); RH: 70%.

参考資料 4

4. 他施設への適用など

中央制御室などの空調設備に粒子状物質を除去できる HAPA フィルターやフィルターベントに使用される金属

フィルターと AgX フィルターを使用することで、作業員被曝を防止します。また、核燃料、濃縮、核廃棄物取扱所など放射性物質を排出する可能性のある場所に同様に HEPA フィルター、または、金属フィルターと AgX フィルターを設置することで住民や作業員の安全向上を図ることができます。

ここに取り上げた以外にも、AgX を利用することで放射性ヨウ素からの被害を防止することが可能なものが、多数あるものと思います。AgX が原子力施設の更なる安全に貢献できれば幸いです。

参考文献

- [1] 独立行政法人 原子力安全基盤機構 平成22年1月
平成 20 年度 シベリアアクシデント晩期の格納容器
閉じ込め機能の維持に関する研究報告書

(平成 26 年 7 月 25 日)