

放射性ヨウ素吸着剤 AgX と AgR の吸着性能と応用について

Adsorption characteristics and applications of radioiodine adsorbent AgX and AgR

ラサ工業株式会社	小林 稔季	Toshiki Kobayashi	Member
ラサ工業株式会社	王 吉豊	Jifeng Wang	Member
ラサ工業株式会社	遠藤 好司	Koji Endo	Member

AgX and AgR as radioactive iodine adsorbents were developed. They can be applied to a nuclear emergency. Their good adsorption characteristics have been proved under harsh gas conditions of vent gas. In particular, AgR can work well even in an atmosphere of hydrogen and oxygen coexistence in PWR. Since AgX shows excellent adsorption performance in the minus temperature range, it can be applied to an air clean system.

Keywords: AgX, AgR, Silver Zeolite, Filter vent, Radioactive iodine, Adsorbent, Nuclear power generation

1. フィルターベントとヨウ素用の吸着剤

福島での原発事故以来、原子力発電の安全対策の見直しが全世界で行われています。それらの安全対策の中で、フィルターベント設備は、発電所周辺へ放射性物質の拡散を防ぐ最終設備として、放射性物質の除去性能が良い設備が切に望まれています。

ベントガス中に入ってくる放射性ヨウ素の内、無機ヨウ素はスクラバー方式もしくはメタルファイバー方式の除去設備で99.9%以上の除去が可能です。ヨウ化メチルを代表とする有機ヨウ素成分は、揮発性が強いので、それらの手段では除去が困難です。有機ヨウ素の比率はヨウ素の内、最大で数パーセントと見積もられていますが、スクラバー方式もしくはメタルファイバー方式の無機ヨウ素の除去率が優秀でも、ベント設備全体では、この有機成分のヨウ素を除去しないと、設備としての除去率はこの有機ヨウ素の割合で決まってしまう。

ヨウ化メチルは、無機ヨウ素と違って、呼吸によって肺から直ぐに吸収され、一息で、肺に入ったヨウ化メチルの約75%が吸収され、ただちに肺から血液に移行し、その数分後には甲状腺に達すると報告されています。

[1],[2] 現在、世界の多くの原子力発電所では、有機ヨウ素除去対策を含めたフィルターベント設備の設置が検討されています。

連絡先: 小林 稔季、〒989-6313 住所、宮城県大崎市
三本木音無字山崎26-2 所属先、ラサ工業 (株)
三本木工場 E-mail: toshiki.kobayashi@rasa.co.jp

1.1 放射性ヨウ素吸着剤 AgX と AgR

弊社では、過酷なベントガス条件下でも良い吸着性能を示すラサ AgX を開発し、ベント用の吸着剤として採用されました。さらに、PWR の格納容器内の様に、空気と共にやや濃い水素が共存する条件下でも使用できる新規の吸着剤 AgR を開発しました。今回は、この AgR の吸着性能を発表すると共に、AgX と AgR の長期保管性および耐水性に関して報告致します。また、AgX は低温でも良い吸着性能を示す事から、外気温度での使用を想定し、マイナス温度域での吸着性能を測定し、マイナス40℃でも吸着する事を報告します。この性能は AgX が吸湿した状態でも維持される事から、非常に単純な設備で、外気からヨウ素を取り除く空気浄化システムが構築でき、さらに、メタルファイバーフィルターと組み合わせる事で、耐熱性の強い空気浄化設備が可能です。

最後に、AgX は水素リコンビナートと同じように、水素と酸素を触媒的に反応させて、水素を除去する性質があります。今回、その基本的な性質についても発表いたします。

1.2 AgR のヨウ化メチル吸着率

吸着率の測定は、ガス状のヨウ化メチルを使用し、温度条件等のガス雰囲気を変えて測定しました。非放射性のヨウ素を使用した試験は社内の評価設備で実施し、放射性のヨウ素 (I-131) を使用した試験は、外部の評価機関を利用しました。

表1にその結果を示します。参考に AgX の結果も示します。吸着剤への吸着率は、主に温度、水蒸気の含有量

(沸点以下では湿度、沸点以上では露点からの温度差 (Dew Point Distance, DPD と略す) が指標)、吸着剤とガスとの接触時間が主な影響因子となります。ガス流量が非常に多いベントガスを想定し、吸着剤とガスの接触時間は0.2秒前後を基準に設定しました。

表1 ドイツのTUVにて放射性ヨウ素131のヨウ化メチルを使用して吸着率を測定した結果 (圧は大気圧。ガス成分は水蒸気95%、空気5%のスパークヒートガス)

接触時間 (sec.)	試料	DPD 0 K (99°C)	DPD 2 K (101°C)	DPD 5 K (104°C)	DPD 10 K (109°C)
0.16	AgX	99.860	99.922	99.913	99.964
	AgR	97.680	99.210	99.450	99.830
0.24	AgX	99.988	99.995	99.974	99.990
	AgR	99.540	99.890	99.934	99.979
0.32	AgX	99.997	99.999	99.989	99.999
	AgR	99.924	99.985	99.994	99.998

この様にAgRはAgXと同様に、良い吸着率となり、特にDPDの非常に低い領域でも吸着率の下がり方が少ない性質があります。これまで知られた吸着剤はDPDが低い領域では吸着率が著しく低下する為、ベント配管にオリフィスを付けて、ガスの断熱膨張作用を利用してDPDを大きくする手段が取られましたが、AgXおよびAgRは、その方法を取る必要がなく、接触時間のみ配慮する設計が可能です。

1.3 AgX と AgR の長期安定性と耐湿性

AgX と AgR は、共にゼオライト骨格中のアルカリイオンを銀イオンに置換した構造をもち、銀イオンは安定的にゼオライト中に存在します。表2に水の張った密閉容器中にこれらの吸着剤を水と直接触れない状態で長期間保管(空調の無い倉庫内で保管)し、その後乾燥させた吸着剤のヨウ化メチル吸着率を示します。このように、湿度100%の条件で長期間保管されても劣化は見られませんでした。さらに、それぞれの吸着剤を約1.5倍量の純水に漬けて一晩放置し、その後、乾燥させた吸着剤のヨウ化メチル吸着率を表3示します。また、吸着剤を漬けた水中の銀濃度を測定し、銀の溶出量から、吸着剤中の銀の残量率も測定しました。その結果、銀の残存率は、共に99.5%以上となり、ヨウ化メチルの吸着率の劣化もありませんでした。

表2 AgX および AgR を湿潤下で長期保管

試料	保管期間	ヨウ化メチル吸着率 (%)	
		DPD 5K (105°C)	DPD 15K (115°C)
AgX	開始時	>99.95	>99.95
	1年間	>99.95	>99.95
	2年間	>99.95	>99.95
AgR	開始時	99.94	>99.95
	1年間	99.85	>99.90
	1.5年間	>99.90	>99.90

*測定条件：接触時間は0.20秒、ガスは100%水蒸気

表3 AgX と AgR を水に漬けた時の影響

試料	水に漬けた後の吸着剤の特性		
AgX	ヨウ化メチル吸着率 (%)	DPD 5K (105°C)	>99.9
		DPD 15K (115°C)	>99.9
	銀の残存率 (%)		99.91
AgR	ヨウ化メチル吸着率 (%)	DPD 5K (105°C)	99.8
		DPD 15K (115°C)	>99.9
	銀の残存率 (%)		99.68

*測定条件：接触時間は0.20秒、ガスは100%水蒸気

1.4 AgX の低温度域でのヨウ化メチル吸着率

AgX は30°C付近でも99%以上の吸着率があります。そこで、マイナス温度での吸着率を測定しました。結果を表4に示します。(吸湿させたAgXを使用)

表4 マイナス5°Cにおけるヨウ化メチルの吸着率(%)

接触時間 [sec]	20分	40分	60分
0.26	97.87	97.61	97.24
0.41	99.76	99.53	99.32
0.50	>99.95	99.98	99.95

参考文献

- [1] D. J. Morgan and A. Morgan, "Studies on the Retention and Metabolism of Inhaled Methyl Iodine - I", Health Physics, 1967, Vol.13, pp1055-1065.
- [2] D. J. Morgan and A. Morgan, "Studies on the Retention and Metabolism of Inhaled Methyl Iodine - II", Health Physics, 1967, Vol.13, pp1067-1074.

