

水銀の安定化・固型化技術

背景

水銀に関する水俣条約では、水銀の使用や輸出入等に関して様々な制限を設けています。水銀の使用は条約の下で定められた認められる用途に限定されるため、将来的には金属水銀に対する需要は減少すると考えられます。また、条約の第11条では、水銀廃棄物の環境上適正な管理 (ESM) を確保するため、締約国に対して適切な措置を取ることを求めています。したがって、需要を超えた余剰水銀は廃棄物となった場合にESMを確保できる技術が必要になります。

さらに、水俣条約では2025年までに塩素アルカリ施設における水銀使用を廃止することを規定しており、今後はこれらの施設が解体された後には大量の余剰水銀が発生すると予想されます。これに関して条約の第3条5項(b) では、塩素アルカリ施設の閉鎖に伴い発生する余剰水銀については、リサイクルではなく、ESMを求めています。したがって、廃棄物となった金属水銀のESMは将来における重要な課題であり、多くの締約国にとって共通の課題になると考えられます。

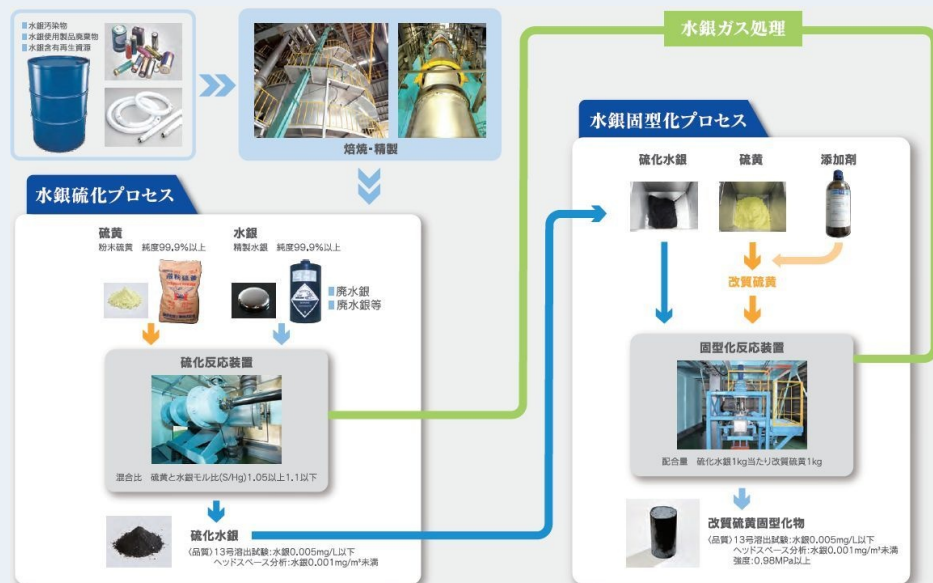
技術概要

本フライヤーでは、日本の廃棄物処理事業者が有する硫黄を用いて金属水銀を安定化し、さらには固型化する技術を紹介します。金属水銀は、高純度の硫黄 (>99.9%) と混合し、メカノケミカル反応を用いて処理することで、安定化され硫化水銀 (HgS) になります。

安定化処理後の硫化水銀は、各国の国内法令によっては、さらに固型化して最終処分することが求められる場合があります。硫化水銀は、改質硫黄と一定の比率で混合・熔融することにより固型化されます。処理後の固型化物は各国の規定に従って最終処分場や地下鉱山等で安全に処分することができます。

(固型化物の品質：溶出試験 $\leq 0.005\text{mg/L}$ 、ヘッドスペース法 $< 0.001\text{mg/m}^3$ 、圧縮強度 $\geq 0.98\text{Mpa}$)

安定化・固型化プロセスの概要



技術の利点・強み

環境上適正な処理方法

自然界の水銀の多くは硫化水銀 (HgS) の形で存在しており、水銀の揮発や溶出のリスクが極めて低い、非常に安定した状態です。溶出試験の結果は、 0.005mg/L 未満となっており、安定した状態であることを示しています。

信頼性のある安定化プロセス

気相合成法等の他の安定化プロセスは、先進的な高度な機器を必要とし、また水銀の漏洩や放出のリスクがあります。一方で、メカノケミカル法は衝撃、摩擦、圧縮等の機械エネルギーを加え、水銀と硫黄を直接反応させる手法で、加熱する必要がありません。そのため、水銀の漏洩・放出のリスクは極めて低い手法です。

優れた固型化法

改質硫黄を使う固型化プロセスは、伝統的なコンクリートを用いた固型化の手法と比較して、高い密度と強度、高度な耐塩性と耐酸性のある固型化物を生成することができます。

黒色硫化水銀



写真提供：野村興産株式会社

改質硫黄固型化物



写真提供：野村興産株式会社

海外への適用性

まだ金属水銀の処理に関する要件がない国においては、環境や安全に係る既存の法規制を考慮の上、ガイドライン等を作成することが望まれます。金属水銀の安定化のみで十分か、もしくは安定化後にさらに固型化まで必要とするかは、当該国の法的要件が定められることとなります。

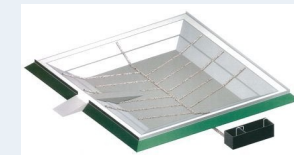
また、日本の事業者は、オンサイトで水銀廃棄物を安定化できる移動式のユニットを開発しています。将来的には、日本から水銀廃棄物のESMが課題である国に、移動式の安定化機器が輸出され、現地に導入されることも視野に入れて開発が進められています。

安定化・固型化装置 (設置型)



写真提供：野村興産株式会社

管理型最終処分場における最終保管



提供：野村興産株式会社

参考文献

野村興産株式会社 “Development of Stabilization and Solidification Technology”
(<http://nkcl.jp/research/stabilization-solidification-processes/>)

編集・発行：

環境省
Ministry of the Environment

令和3年3月
環境省 環境保健部 水銀対策推進室
〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2
Tel: 03-5521-8260, E-Mail: suigin@env.go.jp
<http://www.env.go.jp/en/chemi/mercury/mcm.html>