

アスベスト処理技術の開発

山田 真一^{*1} 森野 弘樹^{*2} 別 森 敬一^{*1}

1. はじめに

アスベストによる健康被害が顕在化し社会問題となっている中、今後も引き続き年間 100 万トンの以上のアスベストを含む建材等が構築物の解体・更新に伴い排出されるものと予想されている。

特に、優先的な解体・廃棄が予想される危険度の高い飛散性アスベストについては、その無害化処理技術の早期確立が喫緊の課題となっている。当社においても、大量に保有する飛散性のアスベスト含有保温材処理は切実な問題である。

これらの経緯を踏まえ、高周波誘導加熱炉を用いたアスベスト含有保温材の溶融・無害化処理技術を開発したので、以下に詳細を述べる。

2. アスベスト処理の現状

(1) アスベストとは

アスベストは、石綿とも呼ばれ、角閃石系のアモサイト、クロシドライトや蛇紋岩系のクリソタイルなど 6 種類ある。不燃・耐熱性、耐摩耗性、耐薬品性、耐腐食性、経済性などの多くの優れた性質を有するために、建材、工業製品、民生用として使用されてきた。しかし、近年アスベストを吸い込むことによりじん肺、肺がん、中皮腫等の被害が顕在化したことから、石綿含有製品の製造、使用等が禁止されるなど様々な規制が強化されている。

(2) 現状のアスベスト処理方法

アスベストの不燃・耐熱性、耐薬品性など多くの優れた特性は、無害化が容易でないことを意味している。例えばクリソタイルの融点は約 1,500 であり、無害化には高温の処理が必要である。

従来の廃棄物処理法で認められていたアスベスト廃棄物の処理方法は、2 重梱包による埋立て処理と 1,500 以上の高温での溶融処理だけであった。しかし、溶融処理可能な国内の許可施設は 15 箇所しかないうえ、実際に処理を行っているのはさらに少なく、大半が最終処分場に埋め立てられ

ているのが現状である。

このような背景のもと、最終処分場の負荷を軽減し、アスベスト廃棄物の無害化処理を促進・誘導するため、平成 18 年 10 月の廃棄物処理法改正により「無害化処理認定制度」が創設され、「高度技術による無害化処理」が証明できれば 1,500 以下の処理技術であっても環境大臣が認定することにより処理が可能となった。

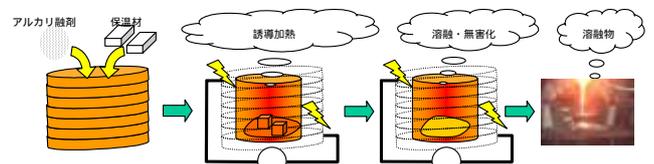
3. アスベスト廃棄物の無害化方式

(1) 溶融・無害化処理の課題

現在、1,500 以上の溶融・無害化処理技術としては、主に都市ごみ焼却灰の溶融に利用されているプラズマ溶融等があげられる。これらの処理施設は、高温処理ゆえにエネルギー投入量が膨大で設備も重厚となってしまうため、建設には膨大な設備投資が必要である。また、アスベスト廃棄物が搬入されることによる健康被害を危惧する周辺住民の合意形成が不可欠で新規立地を難しくしている。

(2) 溶融・無害化の原理

当社では、保有している石炭灰溶融技術を応用し、3kW 誘導加熱装置を用いてアスベスト含有保温材を溶融・無害化する基礎技術を確立した。最適なアルカリ融剤との併用により、現状より大幅に低い約 1,100 でアスベストを溶融かつ無害化するもので、その原理を第 1 図に示す。



第 1 図 溶融・無害化の原理

(3) 移動式処理システムの採用

今回のアスベスト処理技術開発のコンセプトは、アスベスト廃棄物が発生したタイミングで解体現場に向きオンサイトで無害化処理を完結する移動式処理システムの構築である。このシステムの実用化により、立地困難といった課題が解決でき、危険度の高い飛散性アスベスト廃棄物の一刻も早

*1 技術開発研究所 環境技術チーム

*2 技術開発研究所 技術開発チーム

い溶融・無害化処理が図れるものとする。

移動式処理システムの実現には、コンパクトかつ効率的な溶融処理装置が必要であることから、誘導加熱装置を採用した。また、溶融温度を1,100 程度に抑制できることから、被加熱体材料として通常のSUS材料が使用でき、また装置全体の耐久性向上に加えコストダウンも図られる。

4. アスベスト廃棄物の無害化・資源化装置の開発

(1) 予備試験

実用規模の誘導加熱装置（以下、実証装置という）へのスケールアップに係る問題点の克服と各種仕様を決定するため、東北大学（20kW）、富士電機サーモシステムズ（60kW）の誘導加熱装置を用いた予備試験を実施した。

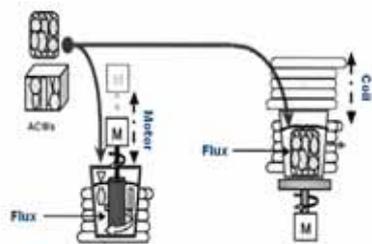
まず、東北大学では、事前に絞り込んだ以下の2種類の誘導加熱方式での溶融・無害化の予備試験を行った。

a. A方式

非導電性容器（アルミ製るつぼ）の中で導電性の攪拌機を誘導加熱し、その熱伝導により溶融（A方式）

b. B方式

導電性容器（金属るつぼ）を誘導加熱し、その熱伝導により溶融（B方式）



第2図 2種類の誘導加熱方式の概要

次に、富士電機サーモシステムズでは、東北大学の試験結果をもとに実証装置を模擬した試験を行った。その結果、アスベスト含有保温材の溶融・無害化と処理作業の安全性を確認するとともに、連続的に溶融処理する場合、るつぼ内の湯量に左右されず安定的かつ効率的に処理が行えるよう、るつぼ全体を均一に誘導加熱する構造が不可欠であることがわかった。

(2) るつぼとコイル構造の最適化

るつぼを均温化できれば、局部加熱に伴う制約を回避でき、投入エネルギーを増加させられるため、処理能力の向上も期待できる。

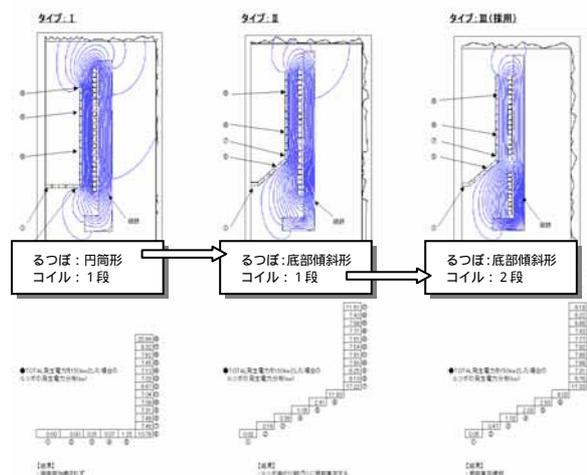
そこで、実証装置を設計するにあたり、るつぼの均温化が図れる最適な本体構造を決定するため、予備試験結果を踏まえ、第3図に示す3タイプのるつぼとコイル構造について磁界解析を行った。

タイプ（60kW 予備試験装置で採用）では、円筒るつぼの最上部に磁界が集中し局所的に温度上昇する一方、るつぼ底部へはほとんど磁界が届かず温度が上がりにくい構造であることがわかった。

タイプでは、底部へも磁界が届くようるつぼに傾斜をつけた構造とした。これによりるつぼ底部にもある程度磁界が通るようになったが、るつぼの曲がり部に磁界が集中して局部的な温度上昇を生ずることがわかった。

タイプでは、るつぼをタイプと同じ構造にすることに加え、コイルを2分割する構造とした。これにより、曲がり部への磁界集中が抑制でき、るつぼの底部加熱と側面均温化が図られることがわかった。

以上の解析結果をもとに、実証装置にはタイプのるつぼ形状とコイル構造を採用することとした。



第3図 るつぼ均温化のための磁界解析結果

(3) 実証装置

これまでの溶融・無害化試験結果と磁界解析の結果を踏まえ、アスベスト含有保温材の溶融・無害化処理の150kW 実証装置を設計した。

なお、実証装置の主な仕様を第1表に、その外観写真を第4図に示す。

第1表 150kW 実証装置の主な仕様

【炉体】 100L(鑄鉄換算 700kg ｸﾞﾗｽ)、150kW	
加熱るつぼ	SUS310S 製、有効容積 100L
傾動装置	油圧式
炉蓋	電動式
熱電対 (R)	加熱るつぼ温度、溶湯温度測定用
【電源盤】 4 4 0 V	
変圧器	屋内乾式自却式 190kVA、60Hz 3
インバータ盤	1000Hz 12 相整流
整合装置	インバータ盤内臓
制御盤	傾動装置・電源装置・冷却水装置用補機・制御回路および温調回路内蔵
【冷却水設備】	
1 次冷却水設備	循環ポンプ (約 11m ³ /h、40m)、水槽・ヒータ付冷却塔 (約 11m ³ /h)、バルブおよび冷却水用計器



正面 背面

第4図 150kW 実証装置の外観写真

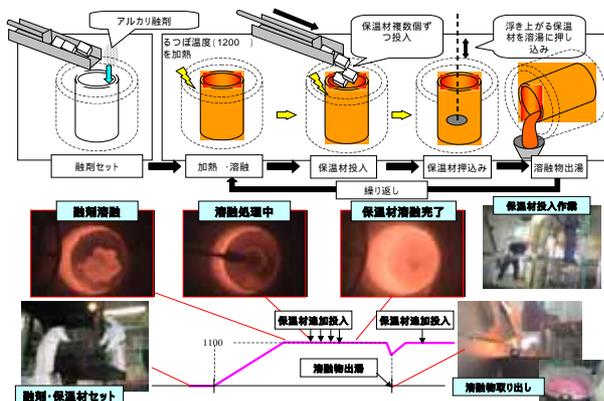
5. アスベスト含有保温材の溶融・無害化実証試験

(1) 溶融・無害化処理プロセス

発電所で解体されたアスベスト含有保温材を用い、第5図に示すプロセスで実証試験を行い、保温材の投入から溶融物取り出しまでを繰り返し行う溶融・無害化処理プロセスを確立した。

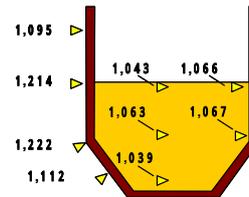
(2) るつぼ内の温度分布

保温材を完全に溶融した状態で、るつぼ温度



第5図 溶融・無害化処理プロセスと結果概要 (150kW 実証装置)

が最大 1,200 程度となるよう保持し、るつぼおよび溶湯の温度分布を測定した。今回開発したるつぼとコイル構造を採用した結果、るつぼの各温度は第6図に示すとおり、ほぼ均一な温度分布になっていることを確認した。また、溶湯温度についても、攪拌をしない状態において 1,050 程度となり、均一な温度分布となっていることを確認した。

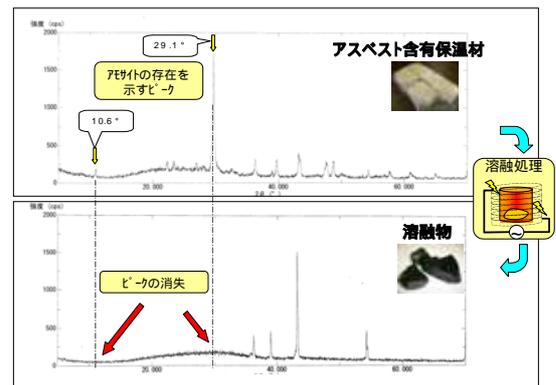


第6図 るつぼおよび溶湯温度分布測定結果

(3) 無害化及び資源化の評価

溶融・無害化試験で得られた溶融固化物のX線回折結果を第7図に示す。保温材中のアスベストの存在を示すピークが消失し、溶融処理により確実に無害化されていることを確認した。また、JIS A 1481A に基づく測定においても、アスベストは検出されなかった。

さらに、無害化された溶融固化物はガラス状となっており、骨材や路盤材としての再利用が見込まれることから、道路路盤材試験を行い、下層路盤材の強度基準等を十分満足し、資源化できることを確認した。



第7図 X線回折分析によるアスベスト無害化確認 (150kW 実証装置)

6. 課題と今後の取り組み

本研究開発の実施により、溶融・無害化処理技術の核となる 150kW 実証装置を開発することができたが、今後の実用化に当たっては、以下の検討すべき技術的課題も明らかとなった。

(1) 溶融処理スピード

アスベスト飛散防止を極力抑制するため、原形サイズの保温材を誘導加熱炉に投入し溶融・無害化処理を行ったが、原形サイズのままでは比表面積が小さくて保温材内部にアルカリ融剤が浸透しにくいことに加え、かさ比重が小さく浮遊するため、十分な溶融処理スピードが得られない。

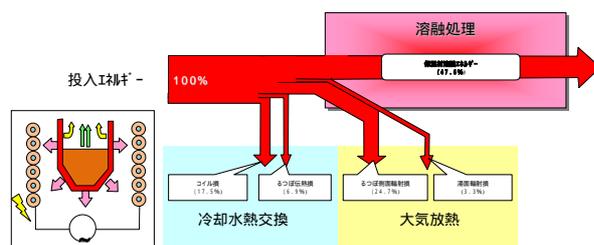
(2) 保温材に含まれる水分

実際に解体現場から廃棄されるアスベスト含有保温材は、設置されていた環境や解体前の飛散防止対策（散水、湿潤）により、50%程度の水分を含んでいることが判明した。

水分を多く含んだ保温材を溶融すると、内部の水分が蒸発し保温材表面から噴出するため、アルカリ融剤の浸透が阻害され、溶融完了までに余分な時間を要する。また、一気に多量の水分を含む保温材を投入した場合は、突沸が起こる可能性もあり、安全面からも問題である。

(3) 溶融処理に伴う熱損失

実証装置では、原形サイズの保温材の投入、それを湯に沈める押込み作業を繰り返したことから、炉上部を開放した状態で溶融処理を行わざるを得なかった。溶融処理に係る熱収支フローを第8図に示すが、るつぼ側面輻射損、湯面輻射損による大気への放熱は投入エネルギーの約30%と試算され、この熱が十分利用されていない。



第8図 溶融処理に係る熱収支フロー

7. おわりに

アスベスト廃棄物による環境リスク低減に向け早期実用化を図るため、平成 19~20 年度には 150kW 実証装置と周辺装置を一体化したシステムを構築し、移動処理車の製作および実証試験による検証を計画している。

なお、本研究は独立行政法人新エネルギー・

産業技術総合開発機構（NEDO）委託事業として、国立大学法人東北大学および富士電機サーモシステムズ株式会社の協力を得て実施したものである。

参考文献

- (1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 / 神鋼リサーチ株式会社：平成 18 年度「有害アスベスト削減に係る技術体系と技術戦略ロードマップに関する調査」
- (2) 新エネルギー・産業技術総合開発機構：アスベスト含有建材等安全回収処理等技術開発プロジェクト