

【3K143011】大量に廃棄される非飛散性アスベスト含有建材の常温分解処理と再利用法の開発と研究 (H26～H28 累計予算額 39,889 千円)
研究代表者 田端 正明 (佐賀大学)

1. 研究開発目的

アスベスト含有建材のほとんどはスレートであり、改築や取り壊し、更には災害での倒壊等で、毎年、排出・廃棄されている。本研究ではスレート中のアスベストを常温で分解し、分解処理物を地盤改良材等として再利用できるようにする。そして、有害廃棄物の埋め立て不要の処理システムを構築する。このために、(1) スレートの常温分解法の確立、(2) 分解生成物の同定と安全性並びに分解反応機構の解明、(3) 大規模災害地を想定したスレート処理システムの構築と消費エネルギーの算出、(4) 処理済みアスベスト建材の再資源化技術の開発、(5) 処理済みアスベスト建材の環境安全性の評価を目的とする。

上記目的を達成するためにつぎの目標を掲げた。①処理後のアスベスト含有量が 0.1%未満 (環境省告示第 99 号第 1 条 (無害化の条件) にする。②分解生成物を同定し環境安全性を評価する。さらに、種々の分解条件の結果に基づいて、アスベストの分解原理を明らかにする。③災害現場で発生したスレート中のアスベストの分解を確認し、災害現場で適用可能なアスベスト分解プロセスフローを確立し、装置の設計図を作成する。分解処理量を 5 トン/日にする。④分解処理残渣から汎用の地盤改良技術の適用により建設資材として再資源化を行う。分解処理物の物性を調べ、再資源化材の力学的安定性等の結果に基づき最適な地盤材料製造工程を確立する。⑤再資源化工程で排出される副産物および再資源化材の環境安全性を確認し、適切な加工過程の確立を図る。このように、有害廃棄物であるアスベストを安全に無害化し、処理物の再資源化を図り、埋め立て地不要の有害廃棄物処理システムを構築し、循環型社会形成に寄与する。

2. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

これまでに分解が困難であったアスベストの分解に関して、分解剤 (無機高分子溶液 (IPS)) の投入とボールミル (ステンレス容器と鋼球) で 3 時間回転攪拌により常温でのアスベスト分解が可能となった。

- ・ 結晶物質が回転攪拌によって破碎されることは高速回転 (~ 3000 rpm 以上) でのメカノケミカル反応として知られているが、IPS 共存下でボールミルの低速回転 ($50\sim 60$ rpm) でのアスベスト分解はメカノケミカル反応で今までにない現象である。
- ・ アスベストの分解は、結晶層間に浸透した硫黄化合物の酸化数の増大にともなうイオン半径の増大、即ち体積膨張による結晶の歪みと、歪んだ結晶のボールミル (鉄球) 間および容器の壁 (鉄製) との衝突による破壊であることが明らかになった。分解剤の代わりに水を加え、含水したスレートを凍結 (液体窒素、 -196 °C) させ、上記と同様のボールミル処理でもアスベストが分解されることを確認した。本法がアスベストの廃棄物の処理法としてだけでなく、ナノ空間での化学反応を伴うメカノケミカル反応として発展すると考えている。
- ・ アスベストの常温分解法は省エネルギー型で操作が簡便であるので、大規模災害などでアスベスト建材が多量に廃棄される場合には、仮置き場や廃棄物処理場でアスベストの分解が可能となる。
- ・ 非飛散性アスベストを含む含有建材 (スレート) の無害化処理物に対する各種土質改良技術の適用性を再資源化材の強度変形特性や環境安全性の観点から明らかにした。例えば流動化処理土においては、一般の泥土を対象とした流動化処理土と比較して、無害化処理物の保水性が高いことから同程度の W/C においては泥土の流動化処理土と比較して、ブリージングが発生しにくい、一軸圧縮強度・変形係数が大きくなる一方で、密度が小さくなる特徴を有することを確認した。ま

た、含水比、セメント添加量を問わず W/C と一軸圧縮強さ、変形係数には良好な相関が認められたことは、処理条件の設定において有用な知見である。

- ・ セメント添加によって高い pH を維持することで、硫黄に由来する硫化水素や二硫化炭素の発生を抑制することができることを確認した。このことは、再資源化技術としてセメントを用いた各種地盤改良技術を適用することの優位性を裏付けるものである。

(2) 環境政策への貢献（研究代表者による記述）

無機硫黄電解質溶液をスレートに加え密閉容器中で回転攪拌するだけでアスベストの含有率を 0.1%以下にまでに低減することができた。更に、分解生成物を、環境安全性の確認の上。原料として地盤材料を製造した。本法は次の観点において環境施策に貢献できると考える。

- ・ 操作が簡単で特別な装置を必要としないアスベスト分解法である。熔融法のような高エネルギーを必要としないので、省エネルギー型の汎用性の高いアスベスト分解法である。しかも、処理物からの有害金属の溶出もなく、オオミジンコのような弱い生物に対しても環境上安全な分解物である。
- ・ 大規模災害を想定したアスベスト分解装置のシスムの構築と分解装置の設計図を作成した。本装置の処理能力は 2.4 トン/3h（4.8 トン/日）である。消費エネルギーは、熔融法の 1.2%である。従って、本装置は規模災害時のスレート仮置き場や産業廃棄物処理場でのアスベストの分解処理が可能と考える。
- ・ 無害化処理の再利用技術として汎用の機械を用いる、安定化処理、粒状化処理、流動化処理技術が適用可能であることを明らかにした。製造した処理土の強度変形特性は一般的な地盤改良材と比較して同等であることも確認した。このことは、無害化処理過程から発生した残渣を地盤材料として有効利用ができることを裏付けるものであり、処理プロセスからの廃棄物の発生を削減するものである。
- ・ 安定処理や流動化処理技術を適用することにより、残渣を高含水比の状態でも有効利用することが可能になる。よって、脱水処理、および脱水に伴い発生する排水の処理が不要となるため、本無害化処理技術のコストや投入エネルギーの削減、現場完結型の処理の実現に寄与すると考えられる。
- ・ アスベストの簡易分解と分解物の地盤改良技術の適用により、埋め立てによらないアスベストの分解と再利用法として本技術は環境施策に貢献すると考えている。また、分解物並びに再利用材料は環境基準を満たすことを確認した。

<行政が既に活用した成果>

本研究は着手してから 3 年しか経っていないので研究成果の活用はまだなされていない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

アスベストの常温分解法はユニーク処理法で省エネルギー型であり、処理物は地盤材料として活用されるので、循環型社会における有害廃棄物の在り方を示す例と考える。従って、今後実用化試験結果を経て行政が活用されることを期待する。

3. 委員の指摘及び提言概要

有効性の高い常温でのアスベスト無害化処理法、およびその現象を説明する反応機構の仮説の提案に成功しているが、反応前後のマスバランスや速度論が確立したとは言い難い。また、基礎研究と装置設計の間の部分すなわちプロセス化の検討と実際の場合を想定しての実験的検討が欠如している。実用化に向けては、メカノケミカル反応装置の前処理技術、アスベスト分解の完全性の検討、廃材の安全性や市場性の検討が残されている。

4. 評点

総合評点：B