

外資参入で開発競争が加速 「非飛散性」の処理に焦点

コストが最大のネックと言われてきたアスベストの無害化処理。低コストの新技术で外資が参入するなど、開発競争が激化している。

「クボタショックが米国で報道された時から、日本参入を考えてきた。アスベストの無害化処理ビジネスで最大50%のシェアを取りたい」

1月26日、米ワシントン州に本社を構えるARIテクノロジーズが、独自開発のアスベスト廃棄物の無害化処理プラントを日本で販売し、1年以内に本格稼働を目指すことを発表した。来日した同社のデールM.テイモンズ社長は、冗談めかしながらも挑戦的な目標を掲げる。

4000万tのアスベスト廃棄物

日本には外資が目を見らせるほど膨大な量のアスベストが存在する。アスベストの用途の8割は建材で、現在国内にストックされているアスベスト含有建材の量は4000万tを超える。昨年12月、NEDO(新エ



1500℃を超える高温で熔融された飛散性アスベスト(左)は、体積が20分の1のスラグ(ガラス質の固化物)に変わる(上)

ネルギー・産業技術総合開発機構)がまとめた試算によると、2022年までは毎年100万t以上のアスベスト含有建材が排出される見込みだ。排出量は2015年ごろピークを迎えるものの、今世紀前半を通じて相当な量が排出され続けることになる。

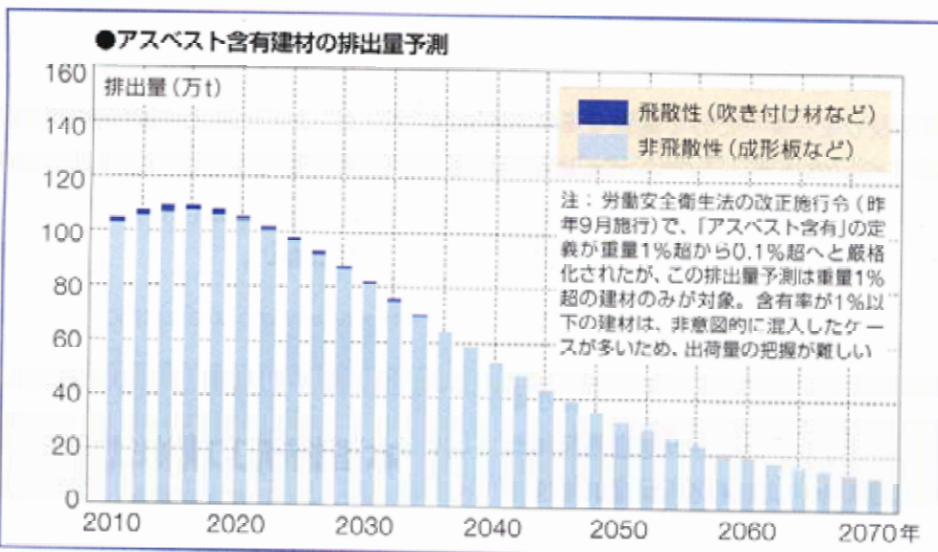
アスベスト廃棄物には、吹き付け

材や保温材などの「飛散性」と、成形板などの「非飛散性」の2つの種類があり、飛散性は管理型最終処分場、非飛散性は安定型最終処分場に埋め立てられている。

しかし、アスベストは熱や酸に強く極めて安定した鉱物であるため、将来なんらかのきっかけで地上に露出した際に、周辺地域に被害が及ぶことを懸念する声は根強い。また、クボタショック以降、周辺住民からの苦情を恐れて受け入れを拒否したり、取引先を絞り込んだりする最終処分場も相次いでいる。

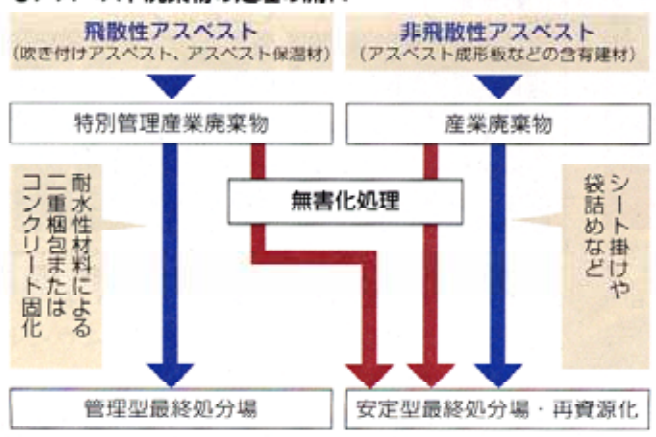
こうした理由から無害化処理のニーズが急速に高まっている。ところが2004年度に熔融など無害化処理されたアスベスト廃棄物はわずか1315t。効率よく確実に無害化できる施設が不足しているためだ。

無害化処理が普及するかどうかは、



出所：NEDO「有害アスベストの蓄積フロー解析による革新的削減ツールに関する調査研究」資料を基に、編集部で作成

●アスベスト廃棄物の処理の流れ



●アスベスト廃棄物の無害化処理と埋め立て処理のコスト

	処理方式	1t当たりの料金の目安
カワサキプラントシステムズ	プラズマ溶融炉	20万円前後
日本環境保全	表面溶融炉	5万～15万円
群馬高専・小島昭教授ら	塩類による分解	5万円以下
クボタ松下電気外装	マイクロ波加熱炉	2万～3万円(非飛散性)
米ARIテクノロジーズ	熱化学変換法	300ドル程度(米国実績)

	1t当たりの料金の目安
管理型最終処分場の受け入れ価格(飛散性)	10万～25万円
安定型最終処分場の受け入れ価格(非飛散性)	1万～3万円

注：設備を導入する事業者ごとに、処理に必要な土地・建物の費用や人件費などが大きく異なるため、実際の処理料金には大きな開きが生じる可能性がある

処理コストで決まる。最終処分場に直接埋め立てる場合に比べて、高ければ普及は難しい。ただ、処分場の受け入れ価格は高騰しており、無害化処理には追い風になっている。

川崎重工業の子会社、カワサキプラントシステムズ(神戸市)は昨年9月、特殊なプラズマ溶融炉を用いたアスベスト無害化処理プラントの販売を開始した。1t当たりの処理コストは20万円前後。飛散性アスベスト廃棄物については、直接埋め立てる場合と比較しても費用面でほぼ対等に競争できる。

プラズマ溶融炉の内部には、2本の直流電極が突き出ており、そこから強力なプラズマを発生させる。炉

の底部には、別の3本の交流電極でドロドロに溶かしたガラスを満たしている。投入されたアスベストはプラズマと溶融ガラス層で1500℃以上に熱せられて溶け、無害なスラグ(ガラス質の固化物)になる。炉内に常に溶融ガラスを蓄えているため、アスベストを投入しても炉内の温度が下がりやすく、確実に溶融できる。

1日の処理能力は2～3tのものから20～30tのものまで実用化しており、「導入に向けて2～3件の商談が進んでいる」(プロジェクト開発総括部の筒井泰造総括部長)。

一方、より簡素な仕組みで低価格を追求した溶融炉も開発されている。日本環境保全(茨城県牛久市)が開発した表面溶融炉は、幅1.8m、奥行き3.8m、高さ4.5mとコンパクトに設計されている。燃料(重油)と水を100対15の割合で混合した「エマルジョン燃料」(油の中に水の粒子を均

一に分散させた燃料)を、バーナーで炉内に噴出して高温で燃焼させることで、アスベストを1450～1800℃に熱して溶融する。

処理コストは、1t当たり10万円前後という。同社の黒田義隆・企画室長は、「燃料と水を混ぜるために通常は相当量の乳化剤(界面活性剤)が使われる。当社は、燃料と水を炉内に噴射する直前にバーナーの中で均一に混ぜる技術を開発した。乳化剤が不要になり、コストを下げられた」と説明する。同社のプラントは1日24tの処理が可能で、価格は約6億円。愛媛県今治市など国内3カ所でプラントの立ち上げに向けた作業が進んでいる。

非飛散性の処理に挑む

吹き付けアスベストなどの飛散性アスベスト廃棄物は、受け入れ価格が高い管理型最終処分場で埋め立てなければならない。そのため、無害化処理も場合によっては埋め立てより安価にできる。ところが、冒頭のグラフの通り廃棄物の大部分は非飛散性のアスベスト廃棄物が占めている。従って、安い安定型最終処分場の受け入れ価格と並ぶような安価な



カワサキプラントシステムズのプラズマ溶融炉の実証炉(左)と、日本環境保全の小型高温アスベスト溶融炉(右)

技術がなければ、無害化は絵に描いたもちに終わってしまう。

非飛散性のアスベスト廃棄物の中には含有率が30%近いものもあり、埋め立て後の不安は残る。また、相当な量の成形板などが中間処理施設で不用意に破碎されており、作業員や周辺住民が危険にさらされている。

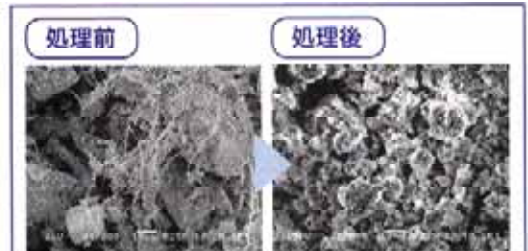
そこで、溶融炉で1500℃を超える熱を加える従来の方法とは異なる、低コストの技術が研究されている。

クボタ松下電工外装(大阪市)は、主力製品の屋根材に含まれるアスベストの無害化技術を研究している。住宅の屋根に広く使われている「住宅屋根用化粧スレート(スレート瓦)」は、2003年まで一部の製品に5~10%のアスベストが使われていた。アスベストを含有するスレート瓦は、国内に約1300万t眠っているとみられる。その9割は同社の前身のクボタと松下電工外装の製品である。

クボタ松下電工外装が研究しているのは、このスレート瓦に電子レンジにも使われているマイクロ波を照射する技術。北九州エコタウンに実証炉を設置し、昨年12月から無害化試験を続けている。瓦にはマイクロ波を吸収しやすいカルシウムが含まれている。カルシウムとともに800



アスベストとフロン分解物(塩化カルシウムなど)を練って(左)加熱すると、アスベストが別の化合物に変化した(右)



フロン分解物を加えて加熱したことで、アスベストの繊維(左)がばらばらに壊されて、粒状の別の化合物へ変化している(右)

~1200℃に加熱されたアスベストは、繊維が崩壊して無害化される。エネルギーの無駄が非常に少ないのが特長だ。技術自体は核融合科学研究所(岐阜県土岐市)が開発した。

スレート瓦は毎年約15万t排出されている。同社は2~3年以内に1日の処理能力が数十t、安定型最終処分場の受け入れ価格と並ぶ1t当たり2万~3万円の料金で採算が取れるプラントを実用化する計画だ。

屋根瓦を屋根瓦に

非飛散性アスベスト廃棄物の場合、無害化してもあまり減容化が期待できないので、無害化後の廃棄物の処分も問題だ。無害化後にそのまま安定型最終処分場に持ち込んでいては、無害化した分だけ埋め立て処理より高くつく。そこでクボタ松下電工外装は、無害化した材料を屋根材の原

料として再生利用しようとしている。「処分場の延命にもなる一石二鳥の方法だ」(環境リサイクル総務グループの小泉昌士グループ長)

一方で、熱エネルギーだけではなく、化学反応も利用した低コストの無害化技術が開発されている。群馬工業高等専門学校の小島昭教授らが開発した技術は、溶融より大幅に低い800℃程度でアスベストを分解できる。小島教授らと連携して無害化処理の事業化を進めているNPO(非営利組織)「アスベスト処理推進協議会」によると、2009年にも1日30t程度の処理能力を持つプラントを稼働させ、段階的にプラントを大型化していく。処理コストは1t当たり5万円以下を目指す。

小島教授らは自動車用エアコンのフロンを分解した後に残る塩化カルシウムなどを有効利用する研究の中

●クボタ松下電工外装のスレート瓦の無害化



住宅向けに広く普及しているスレート瓦には、20%程度のアスベストが含まれている

マイクロ波加熱炉の実証炉。マイクロ波は瓦の奥まで届くので、破碎する必要がない

スレート瓦(上)は、装置の中を15~30分かけて通過する間に無害化される(下)

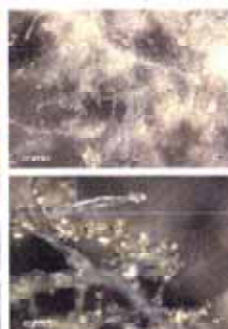
で、この無害化技術にたどり着いた(左ページの上写真)。

アスベストの主成分は「ケイ酸マグネシウム」と呼ばれる物質。ケイ素とマグネシウムの結合が切れれば、繊維状の結晶構造が壊れて無害化できる。微粉末にしたアスベスト廃棄物に、ケイ素と反応しやすい塩化カルシウムや炭酸カルシウム、塩化ナトリウムといった塩類を水溶液にして混ぜた後、800℃で2時間加熱して分解する。無害化後はセメント原料として再利用する。

反応に要する時間や温度は、装置の改良や塩類の添加の仕方を調整することで、さらに減らせる。また、フロンは今後入手が難しくなるので、化学工業プロセスで発生する安価な塩類を調達する予定だ。

無害化実績1000tの黒船

このように、日本では低コストの無害化技術が実用化に向けて歩みを進めているなか、「1000tの無害化実績を持つ」新技術を引っさげて市場参入を表明したのが、冒頭で紹介した米国のARIテクノロジーズだ。同社の技術は熱化学変換法(TCCT)と呼ばれるもので、特殊な化学溶液をアスベスト廃棄物に添加する。回転



エコ・24は吹き付け材にシリコンを主成分とする固化剤を浸透させて、アスベスト繊維(上)を太くして無害化する(下)技術を開発した

式の炉の中で1200℃に熱することで、アスベスト廃棄物は無害なガラスや「透輝石」へと変化するので、建設資材などに再利用できる。ティモンズ社長は、「日本の技術より数年先行している」と自信を見せる。

処理コストは、「米国の実績で1t当たりおよそ300ドル(約3万6000円)」「(ティモンズ社長)。日本は人件費や土地代が高いが、プラントを大型化すれば処理コストは下がる。今後、処分場の受け入れ価格の高騰がさらに進めば、非飛散性アスベスト廃棄物の埋め立て費用と並ぶ可能性もありそうだ。

ただ、こうした無害化処理施設も全国に広がるまでにはもう少し時間がかかりそうだ。そこで注目されて

いるのが、吹き付けアスベストなどを、除去するのではなく、その場で無害化してしまうという技術である。

エコ・24(東京都港区)が実用化した「CAS工法」は、70nm(ナノは10億分の1)の微粒子にした純度100%のシリコンに無機溶剤を加えた特殊な固化剤を使う。吹き付けアスベストに噴霧すると、急速に内部に浸透して、厚さ数cmのアスベストの層全体を固化してしまう。

飛散しなくするだけの一般の「封じ込め」処理とは異なり、CAS工法は、アスベストとその周囲を覆った固化剤とが強力に結びついて、繊維を人体に無害な太さにする。検体を分析した東北大学の藤巻宏和教授は、「酸性雨の数千～数万倍の濃度の硫酸にも全く反応しないほど強力に固化されているため、(建物の解体時には)安定型最終処分場に処分しても(安全面では)問題ない」と説明する。

日本は今後数十年にわたって、アスベスト廃棄物と向き合っていかなければならない。だが、その過程で培った無害化技術は、現在もアスベストを消費し続けている中国などで役立つ可能性もある。膨大な負の遺産は、大きな商機にもなる。



米ワシントン州に設置されたARIテクノロジーズの熱化学変換法(TCCT)プラント。1日25tのアスベスト廃棄物を無害化できる。トルコ向けに同100tの大型も設計中。米国では埋め立てが基本だが、同社は米海軍などと協力して、PCBに汚染されたアスベストの無害化を研究してきた

