

NEDO におけるアスベスト処理対策技術開発と最新動向

山下 勝

アスベストを取り巻く状況は激変しており、アスベスト含有率に対する規制強化、アスベスト類似3種への対応など、常に予断を許さない状況となっている。また、建材に起因するアスベストの排出ピークを2014年頃に迎えることが予想されることから、アスベストを安全に無害化、資源化できる技術が求められている。(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構では、平成19年度より「アスベスト含有建材安全回収・処理等技術開発事業」をスタートさせ、簡易計側、アスベスト除去ロボット、熔融等による無害化、資源化などに関する革新的な技術開発を実施するとともに、アスベスト事業を促進するために必要な「アスベスト削減技術戦略ロードマップ」を作成している。

キーワード：①アスベスト、②剥離ロボット、③無害化、④資源化、⑤計側技術、⑥戦略ロードマップ

1. はじめに

アスベストは、天然に産する繊維状結晶鉱物の総称で、耐熱性、耐酸性、耐摩耗性が優れることから、住宅の吹付け材、壁天井、水道管、発電所、石油・化学プラントの配管シール材、自動車ブレーキなどの工業製品として累計970万トン程度が輸入されてきた(図-1)。今後、使用を終えた廃棄アスベスト製品の排出が30年以上続くと予想されており、2014年頃には飛散性アスベストの排出がピークを迎えることが明らかとなってきた(図-2)。一方、これらの大量の廃

棄アスベストを効率的に削減するためには社会中に残存するアスベストの存在場所、量、状態を詳細に調べ(図-3、表-1)、どのような技術が、大量で早く処理できるかを見極める必要がある。このため、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下NEDO技術開発機構と記す)では、アスベストのマテリアルフローを作成すると共に、5年以内に着手すべき優先テーマを明示するため、当該分野の専門家の協力を受けて、「アスベスト削減戦略ロードマップ」を作成してきた。さらに、平成18年度には、ヒトへの健康被害が大きいとされる飛散性アスベストを抜本的に削減

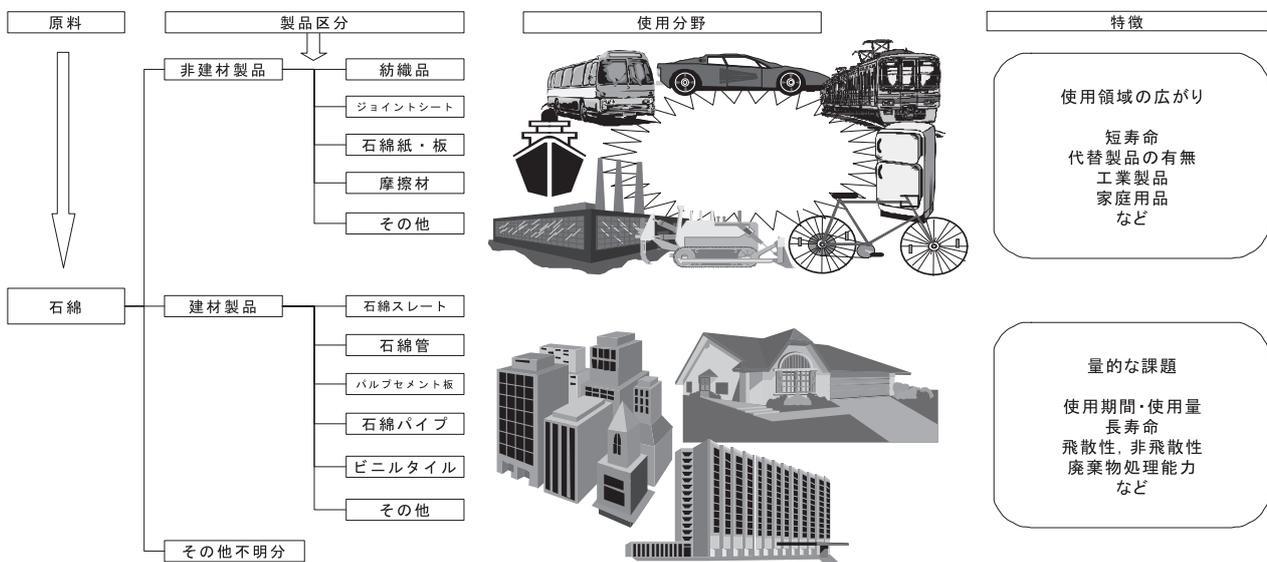


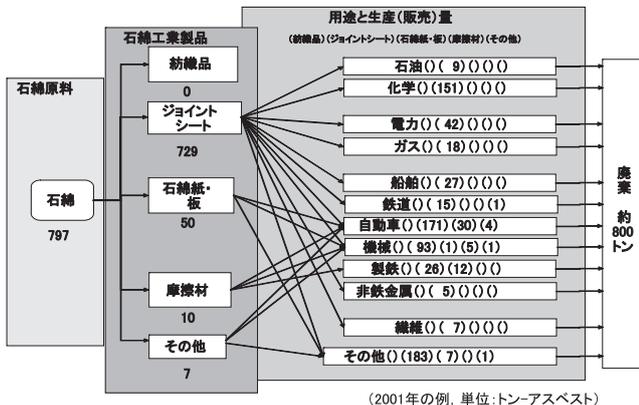
図-1 アスベストのマテリアルフローの概念

表一 対象分野別のアスベスト廃棄物の排出量

対象分野	大分類	中分類	小分類	製品生産量 処理すべきバルク量	最終処分方法	
ア ス ベ ス ト 削 減	建材	レベル1 (著しく発じん量の多い製品)	吹付けアスベスト (アスベスト含量60-70%)	飛散性アスベスト	特別管理型 産業廃棄物 (管理型最終処分場) 熔融処理されたものは、 安定型産業廃棄物処分場へ	
			吹付けロックウール (耐火材アスベスト含量 Max. 30% 大部分4-5%)			
			パーライト吹付け (エレベーター等耐火被覆材、 アスベスト含量4%)			
			パーミキュライト吹付け (吸音・防音用廊下、天井)			
		レベル2 (比重0.5以下で 発じんしやすい 製品)	保温材 (飛散性)			配管、エルボ、ボイラー等
			耐火被覆材 (飛散性) 断熱材 (飛散性)			S造の梁・柱等
	レベル3 (発じん性の 比較的低い 製品)	成形板		外装用 (外壁、軒天、屋根材等)		非飛散性アスベスト
			内装用 (壁、天井、床材等)			
		セメント管				
工業用		ガスケット、パッキング等	バルク製品生産量 約150万トン	一般産業廃棄物 処分場		
家庭用		電気製品、ガス石油製品 キッチン・トイレ製品他	バルク製品生産量 約120万トン			



図一 アスベスト含有建材の排出量の推計



図三 アスベスト工業製品に関するマクスのフロー解析

するため「緊急アスベスト削減実用化基盤技術開発」を実施し、年度内に実用に近い数多くの研究開発成果を挙げてきた。

現在、アスベスト処理技術に関しては、国内外において様々な研究開発が行われているものの、安全性の確保、分析精度、処理コストなどの難問をクリアしなければならない。いずれの研究開発テーマについても、かなりハードルの高い研究開発となっているものの、将来にわたって負の遺産として残さないためにも、0.1%以上の微量有害アスベストを1) 精度高く、迅速に探知・検出できる、2) 飛散することなく剥離・回収できる、3) 安価で大量に無害化・資源化できる革新的な技術を数年以内に確立しなければならない。そのため、NEDO 技術開発機構は、平成 19 年度から経済産業省（製造局窯業建材課）の補助を受け「アスベスト含有建材等安全回収・処理技術研究開発」プロジェクトをスタートさせた。本稿では、現在、NEDO 技術開発機構が実施しているアスベスト関連プロジェクトの研究成果とアスベストに関連する調査結果の概要を紹介する。

2. NEDO 関連プロジェクトの成果概要

(1) 「緊急アスベスト削減実用化基盤技術開発」について

平成 18 年 1 月からスタートした「緊急アスベスト削減実用化基盤技術開発」プロジェクトでは、これまでのアスベスト対策では未着手、あるいは大きな波及効果が見込まれる研究開発を重点的に行い、研究開発終了後 3 年以内に実用化が図れるように、実証試験、

ビジネスモデルの構築まで行った (図-4)。具体的な研究開発としては、①オンサイト (現場) で、簡易、迅速にアスベスト含有製品を探知・計測できる技術 (1wt% 以上含有する建材等の検出が可能となる技術を開発 図-5、6: レアックス, 東北大学), ②非建材等の代替製品に係る実証技術・試験 (既存代替製品の寿命が 1 万時間以上推定できる技術及び新しい材料による代替製品の開発 図-7: ジャパンマテックス, 日本バルカー工業), ③建材等の解体・除去, 回収, 無害化, リサイクルを安全, 効率的にできる技術 (解体, 改修時における乾式アスベストの剥離に対する無人化及びアスベスト保温材等の溶融無害化技術を開発: 竹中工務店, 大成建設, 北陸電力) を実施した。これらの研究目標は、平成 20 年頃までにアスベスト全廃を加速させるために必要な実用化基盤技術を確認することを目指すものであった。①の探知・計測開発では、1wt% 以上の検出, 3 種類アスベストの区別ができ、現在は標準化, 浮遊アスベスト測定に向けて、継続的に研究を行っている。②のガasket 代替製品に関する開発では、既に販売が始まっており、パッキン代替に対しても NEDO 技術開発機構の別の開発資金において現在、開発が進められている。③の回収技

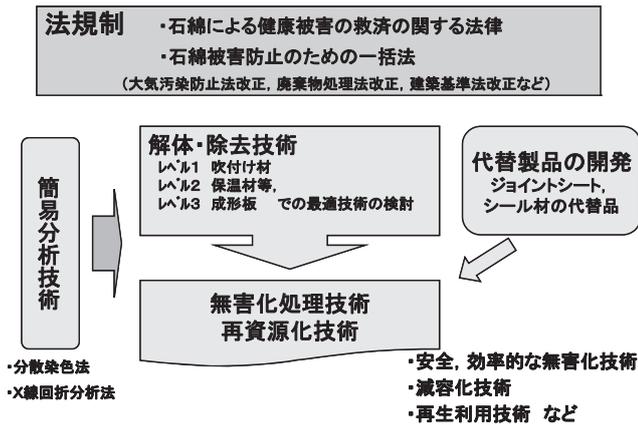
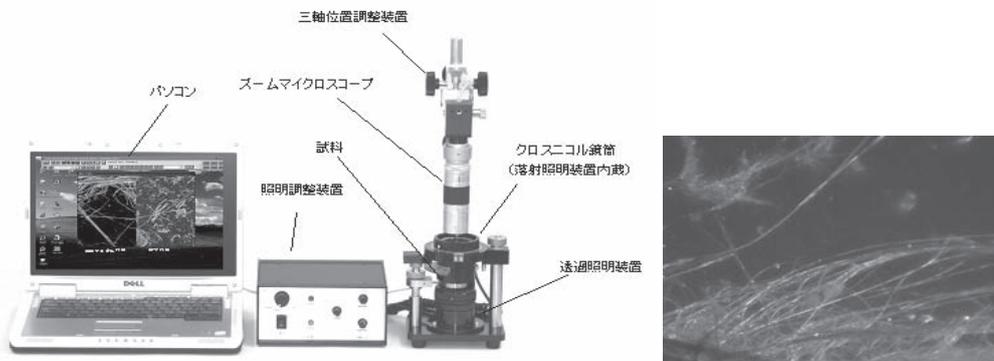


図-4 アスベスト対策技術の技術体系

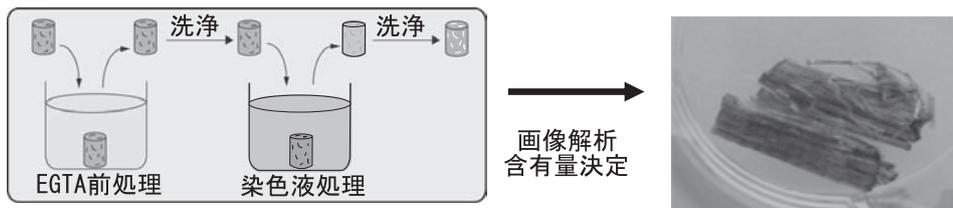


アスベスト観察例

検板や新照明方式を搭載した偏光判定装置により消光角と色調を測定し、3種類のアスベスト(白石綿, 茶石綿, 青石綿)の判別手法を確立した。

図-5 アスベスト検出用簡易偏光装置

ポーリングサンプル

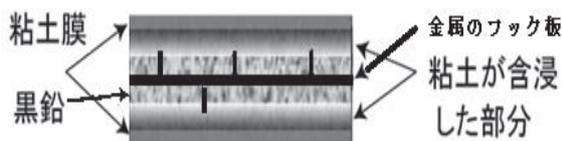


白石綿の染色例

アスベスト構造中の金属と特異的に結合する染料を用い、建材中のアスベスト (白石綿) の有無を染色により簡易に判別する手法を確立した。

図-6 染色によるアスベスト簡易検出技術

術では、乾式アスベスト（柔らかい）に関しては、解体、リニューアル時のいずれにおいても無人化できるロボットを完成させ、スムーズな操作ができるように模擬実験棟及び実際の現場での繰り返し剥離試験を実施している。また、無害化技術については、溶融炉に関しては既に開発が終わり、移動式システム全体の組み立てが行われている。いずれの研究開発テーマにおいても当初の開発目標をはるかに超えて達成されており、新聞、テレビ等でも数多く取り上げられている。



図一七 「クリアマテックス」の概観と断面図

(2) 「アスベスト含有建材等安全回収・処理等技術開発」について

「緊急アスベスト削減実用化基盤技術開発」プロジェクトが実施されていた平成18年9月に労働安全衛生法施行令と廃掃法施行規則等の改正によって、アスベスト含有製品に対するアスベスト含有率が、旧来の「1%を超えるもの」の規制から「0.1%を超えるもの」に強化されたことから、対処すべき製品の量や種類が格段に増大することが明らかとなった。前年度の調査結果からアスベスト含有建材等（1 wt%以上）に対する処理量は4千万トン程度と推計されていたが、含有率が0.1wt%に引き下げられたことにより、その数倍以上のアスベスト含有建材等を処理しなければならないと推定されている。さらに、平成19年2月には、トレモライトを含有する吹き付け建材が存在することが報道され、従来のアスベスト6種（クリソタイル、

クロシドサイト、アモサイト、トレモライト、アクチノライト、アンソフィライト）に加え、新規3種（トレモライト、アクチノライト、アンソフィライト）のアスベストへの対応が追加されつつある状況となってきた。また、クリソタイルを600～700℃で加熱処理すると、熱分解し、繊維状構造を持つフォレストライトが生成することが知られており、このフォレストライトについては2005年からラットやマウスでの動物実験により、人体に対しても甚大な障害を引き起こすことが専門家の指摘により明らかとなっている。

NEDO 技術開発機構は、平成19年度からは「アスベスト含有建材等安全回収・処理等技術開発」をスタートさせた。この事業では、緊急アスベスト対策プロジェクト（平成17年度単年度事業）では実施できなかった更に難易度の高いアスベスト（湿式吹き付け、スレート、成型板等）に関する、計測、剥離・回収、無害化・資源化できる革新的な技術開発を行うものである。具体的には、①極微量、浮遊アスベストに対して高い分解能、精度を有するオンサイト探知・計測技術（0.1 wt%超レベル）、②安全性を確保しつつ作業効率性を高めた回収・除去技術（人手作業の4倍以上）、さらに③新しい溶融メカニズムや構造破壊技術などにより安全で信頼性の高い無害化・資源化技術（処理量5トン/日以上）に関する研究開発を実施することとなった。探知・計測技術に関しては、アスベストの探索にとって極めて重要な技術であるものの、種類、濃度などの法的な測定要因が変化しているため、公募スタート時には優れた提案は出されず、平成21年度以降の新規な提案が待たれる状況となっている。回収・除去技術については、湿式アスベスト（コンクリートのように硬い）を対象に、遠隔操作によるアスベスト剥離ロボットを開発している。具体的には建物の解体に伴う高速剥離（大成建設）、及び建物リニューアルに伴う繊細な剥離が可能となるシステム（竹中工務店）の開発を緊急対策プロジェクトで開発したロボットを継続的に適応して研究開発を継続的に行っており、いずれのシステムも、乾式アスベストに引き続き、2、3年以内に上市する計画で開発している。無害化、資源化に関しては、アルカリ融材による低温化による無害化技術（北陸電力）を、吹き付けアスベスト等へ適応拡大させるとともに、環境省の事業化認定制度取得を目指して専門委員会による審査を受けている段階にあり、平成21年度の5月頃には事業化することが期待されている。また、マイクロ波加熱（クボタ松下電工外装）、水蒸気加熱（大旺建設、戸田建設）による再資源化技術に関しては、平成18年度の環境

省の事業において基礎的な試験，データ取得は終了しており，本事業においては，事業化認定を受けられる規模での実証（再現性，安全性等）の確認を行っており，3年以内の事業化に向けた研究開発を実施してい

る（図—8）。これらの本事業では，2, 3年程度の研究開発を行った後に，自社における実証試験を引き続き行いながら，本格的な操業，事業化を早期に目指すものである（表—2）。

【無害化技術】（クボタ松下電装）
マイクロ波加熱によるアスベスト建材無害化装置の開発
 連続式マイクロ波加熱炉
 処理量 2^ト／日 周波数 2.45GHz 加熱装置能力 154kW
 処理温度 800~1,200^{°C} 炉本体全長 12.6m

・マイクロ波照射で1時間以内に350^{°C}に到達し，保持15分で塊内部までアスベスト構造が消失します。既存の溶融 設備では 1500^{°C}以上の温度をかけていますが，本技術では850^{°C}で無害化処理が可能で，エネルギー投入量の大幅な削減が期待できます

装置外観写真

【剥離・回収技術】（大成建設、竹中工務店）
アスベスト乾式吹き付け（剥離しやすい）の安全な剥離回収
 大成：建造物解体時の剥離回収，竹中：建造物リフォーム時の剥離回収

【部分ユニット】
 * ロボット本体の選定・改造
 * 剥離用アタッチメントの選定改造
 * 監視カメラ・センサーの検討
 * 剥離アスベストの安全な回収装置

【評価の場設置】
 * 品川中国新聞，晴海倉庫で実証試験

今後の課題：湿式吹き付け未対応 2007.10 NHKお昼のニュース放映

【無害化技術】（大旺建設、戸田建設、西松建設）
低温過熱蒸気によるアスベスト無害化・資源化装置
 ・常圧下で処理が可能，かつ破砕しないで無害化できるので高い安全性が確保できます。
 ・過熱蒸気を用いることで低コストで処理再資源化建材として利用できます。
 ・装置処理能力：30^ト／日以上
 ・処理コスト：従来の中間処理法の1/2以下 5~8万円/^ト程度

装置外観写真

【無害化・処分技術】（北陸電力）
発電所で使用した保温・断熱材のアスベスト（高濃度飛散型）を高温度で，溶融し，非アスベスト化

* 溶融炉の小型・車載化
 * 溶融条件・保温剤投入条件検討
 * 3~60KWの溶融炉テスト終了
 * 溶融物の無害化概ね確認
 * 電源小型化検討

可搬型誘導加熱装置

今後：
 * 実用化装置試作
 発電所での試験。
 * 装置搭載コンテナ車設計
 (処理コスト：6万円/^m³)
 (処理能力：5^ト／日)

図—8 アスベスト含有建材等安全回収・処理等技術開発

表—2 NEDO 技術開発機構が実施しているアスベスト対策プロジェクト

分類	開発テーマ	開発機関	概要	成果と今後の展開
① 探知計測	簡易偏光判定装置改良によるアスベスト検出技術の開発	(株) レアックス	既存の偏光顕微鏡において照明スイッチングの改良，CCD カメラの採用により，①アスベスト鉱物種の判定，②微細繊維の判定向上，③画像処理の向上が実現でき，高速，安価で高度の専門性を要求しない現場スクリーニング装置を開発した。	・消光角，色調変化で3種類のアスベスト(白石綿，茶石綿，青石綿)の判別が可能となった。 ・5分以内で判定 販売価格250万円程度 ・既存法定法の簡易測定，標準化として継続改良中。一部，事業化としてスタート。
	水溶性塩基染料による吹付けアスベスト簡易判別法の開発	東北大学	アスベスト構造中のマグネシウムと特異的に錯化できる水溶性染料を用いて，建材等製品中の低濃度アスベストを発色させ，アスベストの有無を判定できる技術を確認し，現場で簡易・迅速・安全に極めて安価に計測できるキットを開発した。さらに，浮遊アスベストの検出に展開中。	・建材の90%以上に含まれるクリソチンタルを0.1wt%以上の感度で判定が可能となった。 ・1時間以内の測定，1万円以下/サンプル ・特許出願 平成20年試験販売
② 代替・実証	高温用非アスベストガスケット・パッキンの開発	産業技術総合研究所，ジャパンマテックス(株)	耐熱性・ガスバリア性に優れた粘土膜と黒鉛系材料とを組み合わせて，従来の非アスベスト製品よりも耐熱性，耐久性，耐薬品性に優れ，さらにアスベスト製品並みの優れた取扱性を実現したガスケット・パッキン製品(「クリアマテックス」)を開発し，実証サイトで性能を確認した。	・JIS性能試験により性能確認を行い，さらに450 ^{°C} での高温シール，焼付け試験により実用性を確認済，更なる高温耐久性，寿命予測について試験継続中。 ・平成19年1月から試験販売を開始した。20年度から本格生産体制へ。発電所，製鉄所，高工本研等で採用。 ・20年度からパッキン等への適応をNEDO資金において開発中。
	シール材の非石棉代替製品に関する寿命推定技術の開発	日本ハルカー工業(株)	化学・石油精製プラント，発電所などの高温条件下で使用されるアスベストシール材の代替製品として期待される複合型うす巻形ガスケットについて，シール材の酸化消失に着目した短時間の高温加速試験によって，1万時間の寿命予測が可能となる評価技術を確認した。	・1000時間の耐熱，シール試験結果と膨張黒鉛消失モデルを用いて，450~600 ^{°C} における性能予測を行った。応力解析によるデータ信頼性を確保する予定 ・評価技術法をホームページで公開，個別の相談可
③ 解体・除去・無害化	吹付けアスベストの剥離・圧縮・梱包クローズ型処理システムの開発	竹中工務店	建物のリニューアル工事において，基礎を破損させることなく，複雑な形状の骨材アスベストを効率良く剥離するための遠隔操作によるロボット化を実現した。これにより，作業員の労働安全性の向上と工期の短縮化が実現し，クローズ型処理による粉塵暴露のリスクを回避することができる。	・鉄骨等の複雑な形状に吹付けられたアスベストを飛散させることなく，安全に剥離・圧縮・梱包できた。 ・実際のサイトにおいて繰り返し剥離実験を実施中，人手の4倍以上の作業効率へ改良中 ・平成19年からはNEDOプロで湿式処理を開発中。21年度から事業化へ
	遠隔操作による吹付けアスベスト除去ロボットの開発	大成建設(株)	ビル解体時の乾式系吹付けアスベスト除去において，高圧水噴射ノズルの装着されたロボットを作業区域外からの遠隔操作により行い，剥離・除去されたアスベストをスピーディーに回収するシステムを開発した。今後の大規模なアスベスト除去工事の大幅な省人化・省コスト化・工期短縮に貢献できる。	・実物件による繰り返し試験により性能確認ができた。NHKで放映される。 ・工期1/2 廃棄物減容化1/2に目処をつけた。 ・平成19年からはNEDOプロで湿式処理を開発中。本格的な作動確認を実施中。 ・平成20年度からは，産総研と実サイト処理の装置へ改良するための研究をスタート
	オンサイト式(移動式)溶融・無害化処理システムの開発	北陸電力(株)	アルカリ融剤を併用した誘導加熱による飛散性のアスベスト含有保温材の1100 ^{°C} 以下の低温溶融処理技術を確認し，コンパクトで安全性が高いアスベスト溶融・無害化処理技術を確認した。さらに，オンサイト式処理を行うためのコンテナ車(前処理，集塵システム等)の概念設計を行った。	・60~150kW溶融炉による融解試験を行い，アスベストの構造破壊による無害化が確認 ・処理コスト4~6万円程度/ ^m ³ ・平成19年からはNEDOプロで吹付け材に展開中。 ・20年度には，環境省の事業化認定を受けるための専門家評価を実施中
	マイクロ波加熱によるアスベスト建材無害化・資源化装置の開発	クボタ松下電工外装機	アスベスト含有建材にマイクロ波を照射し建材中のアスベストだけを無害化し，建材を再資源化できる実用化規模装置(処理能力5 ^ト ／日)を製作した。マイクロ波加熱小型試験装置により，より高速，安価で無害化できる最適な処理条件を決定すると共に，30 ^ト ／日処理が可能で，設計仕様を決定する。	・小型試験装置を実用化規模装置に改良，スケールアップに伴う最適運転条件の抽出，連続運転による再現性の確認等実証確認を行った。処理費2万円/ ^ト 。 ・2次飛散させず処理できること⇒事前粉砕処理ゼロ ・残存石棉量ゼロ⇒JIS A 1481の分析方法でアスベストが認められないこと
低温過熱蒸気によるアスベスト無害化・資源化装置の開発	大旺建設(株)，戸田建設(株)	900 ^{°C} 以下の低温過熱蒸気でアスベスト含有建材に含まれるアスベストの構造破壊により大量，安価で無害化，資源化できる装置を製作した。さらにロボット規模装置による8時間の連続運転での問題点の抽出とその解決を図り，実用化に耐える無害化最適条件の抽出，連続試験などトータルシステムとしての実証確認を行っている。	・パイロット規模装置(5 ^ト ／日)を製作しにより8時間連続運転を実施し，その性能を確認するとともに，30 ^ト ／日の実用化装置のための設計パラメータを決定し，実設計を行う。 開発目標：建築基準法37条に定める「レディミクストコンクリート」の品質・性能要件の検証 ・連続処理に伴う再資源化(ポルトランドセメント)に関する実証評価品質要件を確認中。	

アスベストは社会に様々な形態で存在することから、これらの研究開発中の技術では解決できない場合は、さらに、研究開発資金を投入して精力的に研究開発を行うと共に、早期の実用化を図りながらアスベストの削減を効率的に行えるような技術を整備することを図っていききたいと考えている。

3. アスベストに関する最新動向調査

(1) 無害化処理技術の動向

アスベスト廃棄物（1%超の場合）の約90%を占めるアスベスト含有建材の排出量の予測によれば、2014年頃をピークに、2005～2014年：約100万トン/年、2015～2024年：約95万トン/年、2025～2034年：約70万トン/年が平均的に廃棄され、埋立地の逼迫と価格の高騰により無害化・資源化処理対策が緊急の課題となっている（図—9）。さらに、2006年9月の法改正により廃棄されるアスベスト量はさらに大幅に増えると予想されていることから、できる限り早期に、大量処理が可能で経済性が高い技術確立することが求められている。飛散性アスベストでは、解体時の飛散防止を最重要課題とし、コストの高い埋立て処分に代わる安全に無害化できる溶融炉の開発が重要になる。一方、非飛散性アスベストでは、2020年までに大量無害化処理技術の実用化達成を目標として、コスト低減を目指すことが重要である。微量アスベスト

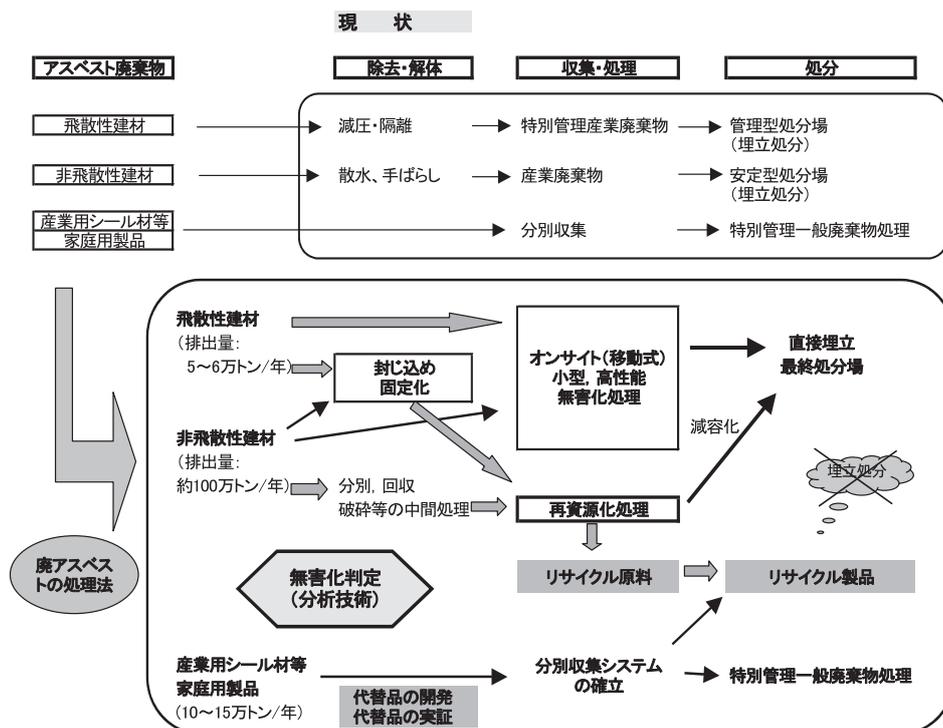
では、より大量の無害化処理技術の開発が求められる（表—3）。同時に精度の高い分析技術、無害化判定技術の開発とともに処理コストの低減をいっそう推進することが重要である。

アスベストそのものの溶融温度は1500℃以上であるが、低融点化合物の配合によって融点の低下が可能である。経済性の高い処理プロセスを開発するには無害化処理の低温化を行い、熱エネルギー消費量の低下やプロセス装置費の低減をはかる必要がある。現在研究開発中のアスベスト無害化プロセスについて、開発目標、開発課題、開発スケジュールを表—4に示す。処理温度の低温化については、フロン分解物や塩化物を添加しアスベストと共溶融化する技術や水熱合成処理プロセスの開発などが行われている。また、アスベストの溶融化の熱源として、プラズマやマイクロ波を活用したプロセスの実用化が検討されている。

アスベスト含有廃棄物の無害化処理技術については国内では数多くの研究開発が行われているにもかかわらず、国内では環境省が規定する無害化認定制度で認定された事業者は、現在まで出ていない。この制度で満たすべき条件は多く、とくに実証試験および生活アセスメントに相当の時間を必要としているためと考えられている。

(2) 「アスベスト削減技術戦略ロードマップ」

アスベストのヒトへの健康被害が、マスコミ等で明



図—9 アスベストの処理・処分と資源化技術の必要性

表—3 アスベスト無害化処理における対策技術の要件

分類	アスベスト量 (1000t)	バルク量 (1000t)	対策技術の要件
レベル1&2 (飛散性アスベスト 建材)	462	1,712	アスベスト濃度が高いため、溶融処理/マイクロ波処理が有効 体種の減容化大 レベル2のバルク量100万t。特定の処理が、あるいは溶融処理 無害化は必須条件 減容化技術が重要な対策
レベル3 (非飛散性アスベ スト建材)	7,013	53,439	アスベスト含有量の高い建材のバルク量は約40万t。溶融/マイ クロ波処理が有効か アスベスト含有量10~20%の建材は3000万t以上大量に存在。対 策技術開発の主体 アスベスト含有量10%以下の建材は約1400万t存在。適用対策技 術の選定条件が重要。 大量処理における無害化と再資源化が必須条件
石綿セメント管	461	2,489	量的にはバルク量で250万t程度。大量処理技術と併せての実施が 期待される
工業製品	586	1,460	処理はまとめて回収できるかどうかによる
家庭製品・その他	820	1,170	処理はまとめて回収できるかどうかによる
検知技術			簡易・迅速・判定量可能な分析技術, モニタリング技術
解体・除去			解体・除去における飛散防止のための固定化技術
封じ込め			封じ込め対策による延命化技術
合計	9,341	60,270	
総輸入量	9,880		

表—4 国内におけるアスベスト無害化技術の開発状況

プロセス名	事業主体・研究主体	プロセスの概要	開発目標	主な開発課題	開発スケジュール
プラズマ加熱	(財)電力中央研究所	・10,000℃以上の高温プラズマによってア スベスト廃棄物を瞬時に溶融無害化する。 ・廃棄物処理量に応じてプラズマトーチの出力 が選定でき、様々な規模の処理システムが 設計できる。	・低コストの溶融炉装置と溶融技術の開発	・処理コスト低減に向けた中・小規模プラズマ 溶融処理システムの開発 ・処理システムの耐久性、安全性の改善	・1999年基礎実験でアスベストの無害化処理を 検証。実用炉の開発は現在のところ未定 ・移動式のプラズマ溶融炉につきFSを検討: 処理量 5 t/日、稼動日数 100日/年 設備費 1~2億円
マイクロ波加熱	核融合科学研究所 外々松下電工外装機	・アスベスト含有建築廃材のセメント中Ca成分 がマイクロ波を吸収し、廃材の塊全体が均 一に自己発熱 ・破碎不要・スレート瓦を破碎せずに連続加熱 が可能。処理した建材はフィルターとしてリサイ クルする。 ・迅速加熱:照射保持時間は1時間以内 処理温度600~1,200℃ ・排気が少なく安全性が高い	・スレート瓦内部まで均一に加熱できる省エ ネ型無害化プロセスの開発 ・実用機の規模:処理量数10 t/日 ・処理コスト:2~3万円/t (最終処分場での埋立処理費と同等の 処理費用)	・ラボ試験による無害化の検証確認 ・マイクロ波加熱条件の確立 必要な処理最低温度×時間の条件、 投入量(重ね枚数)の最大値 ⇒処理能力、消費電力の算定 ・石綿含有量の異なる建材での処理条件 の確立 ・マイクロ波の効率的な照射条件の確立	・H18年度:実証試験で無害化条件の把握 実用機規模の設計条件の明確化 ・H19~20年度:高効率なプロセス開発 (5 t/日規模のバロット機を設計・試作) 耐久性の評価確認。 建材のフィルターへのリサイクルの検討 ・H21年度:実用化開始
オンサイト溶融炉	北陸電力㈱ (NEDO「緊急アスベ スト削減実用化基盤 技術開発」)	・100 m ³ のアスベスト保温材が処理できる オンサイト式(移動式)処理システム ・アルカリ剤と誘導加熱炉との組合せ処理 処理温度1,000~1,100℃ ・解体から溶融・無害化までが排出事業所内で 完結し、運搬・埋立時の環境リスクが低減	・アスベストをオンサイトで処理が可能な 移動式小型炉の開発	・アスベスト溶融条件の最適化 誘導加熱方式、構造の最適化 ・実規模レベルでの溶融技術の最適化 溶融システムの最適化、環境影響への評価 無害化及び再利用方法に関する評価 ・実用化装置の試作	・平成18年度:実用化炉の試作と実証試験 ・平成19年度:溶融処理効率の向上と オンサイト処理車の詳細設計 ・平成20年度以降:アスベスト無害化認定の 取得と実用化(処理量 5 t/日)
水熱合成処理	大阪大学 (環境省「廃棄物処理 等科学研究費補助」)	・300℃程度の水または水蒸気を用い、スラグ 成分から新しい結晶相を合成し、原料微粉末 同士を強度に結合させ無害化する。 ・鉱物相の有価物質への転換が可能	・低温排熱などを利用した低エネルギーコス トのプロセスの開発 ・別種鉱物への転換による高品質リサイクル 製品の製造プロセスの開発	・水熱処理条件の確立 添加剤の探索と添加条件の最適化による アスベスト廃棄物の水熱反応性の改善 ・アスベストの改質技術 水熱処理条件の最適化によるアスベスト の無害化 ・省エネ、省コストプロセスの検討 排熱利用などによる経済性の向上	・平成18~19年度:水熱変質相の同定など の基礎研究、プロセスの概念設計の 検討等を実施 ・実用炉の開発は現在のところ未定。
低温溶融化処理	群馬高専 機ケンセイ産業	・アスベスト材にフロン分解物や塩類を混合 して熱処理することで、アスベストのMgと Siが切断され、700℃で石綿の融解が可能	・低温処理が可能な低エネルギーコストの 溶融炉の開発	・低温溶融化条件の確立 塩の種類と添加量の最適化 添加方法の最適化	・平成16年度から「地域新生コンソーシアム 研究開発事業」として実証試験を開始。 ・早期に実用化を目指す。 ・実証炉装置:高さ5 m、 処理能力 数10 t/hr

らかになったことから、アスベストの削減を効率的に進めるために、平成17年度からアスベスト対策技術に関する国内外の最新動向を調査し、平成18年度に技術戦略マップを初めて作成し、1%以上含有アスベスト建材等を効率的に削減していくための方向性を提示してきた。さらに、毎年、アスベストを巡る状況が変化することから、平成19年度には、非飛散性アスベスト成形板、スレート板(1%超含有製品)、0.1~1%含有建材等に関する計測、無害化を中心とした詳細な調査を行い、2020年ごろまで「アスベスト削減技術

戦略ロードマップ」を作成した(図—10)。さらに、平成20年度のローリングでは、①新たなアスベスト類似鉱物3種や0.1%以下の微量有害アスベスト(既存の6種等)を迅速に探知・検出できる革新的な技術、②オンサイトで安価で大量に再資源化できる革新的な技術を中心に詳細な調査を行い、2030年頃までに対応した戦略ロードマップの修正を行っているところである。

NEDO技術開発機構では、これらのロードマップを活用して、従来のアスベスト対策技術ではカバーし

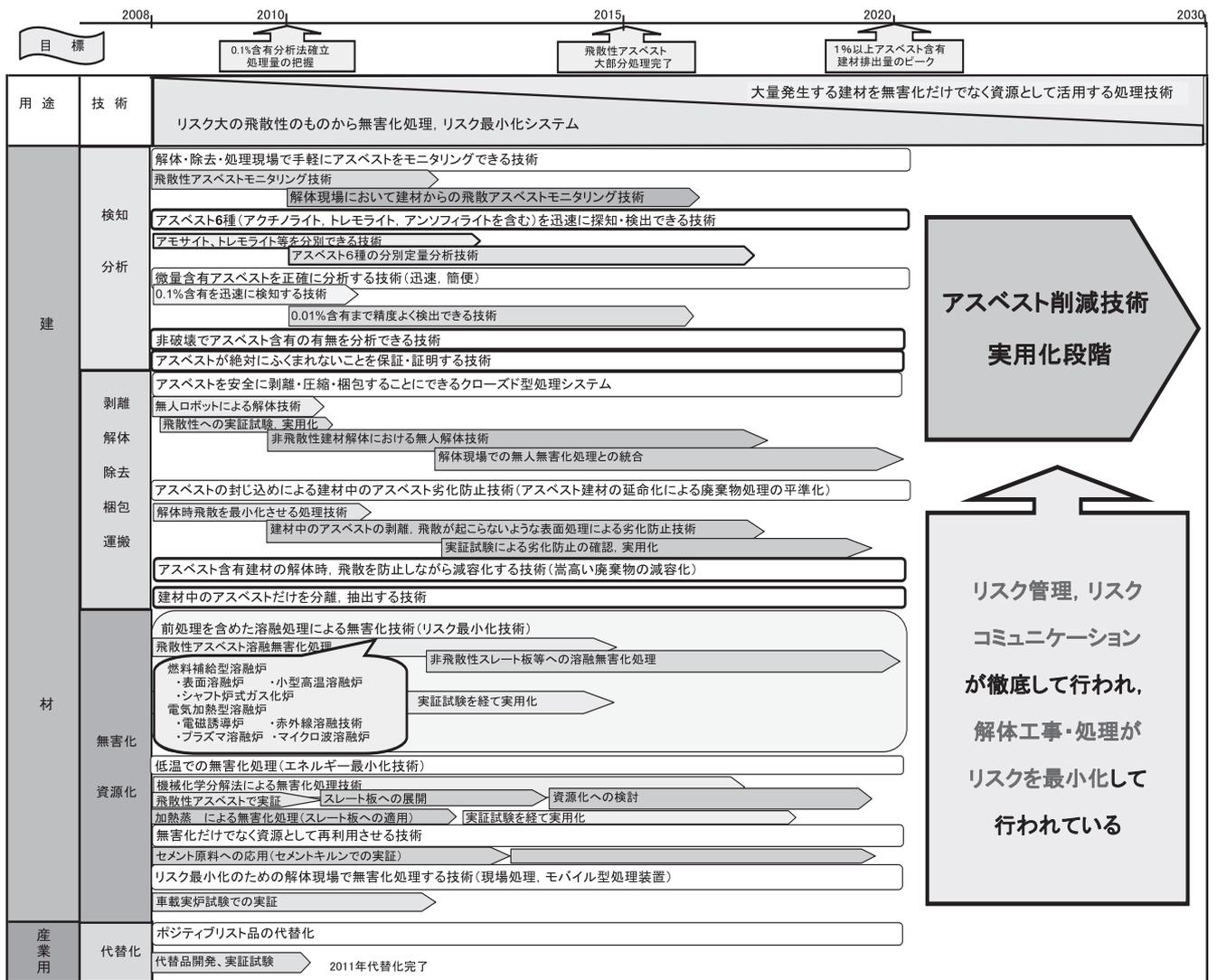


図-10 アスベスト削減技術戦略ロードマップ

きれいな新たな課題を抽出するとともに、安価で効率的にアスベスト削減が図れる革新的な技術課題を提示しているが、喫緊の研究開発ポイントとしては下記のとおりに纏められる。

【技術開発のポイント】

- ① 飛散防止等のリスクを最小化する処理システム：
 - ・ 解体・除去等の作業に必要な費用は、アスベスト建材の全体処理費用の4割近くを占め、飛散・浮遊防止につき経済的なリスク最小化技術の開発が必要。
- ② 大量処理に掛かるエネルギー最小化技術：
 - ・ 今後、アスベスト含有建材等を年間100万トン/年程度処理する必要がある。現在開発中の処理技術を実用化、導入することで、量的な対応可能。
 - ・ 処理、埋め立てに要する費用はアスベスト建材の全体費用の約5割。処理技術のコストダウンが課題。
- ③ 0.1 wt%超の微量有害アスベストを迅速に探知・検

出できる分析技術：
 ・ 今後、約250～300万トン/年の排出が予測される。大量処理技術の開発とともに処理コスト、処理エネルギーの削減が重要な課題。

4. まとめ

現在、国内のアスベストの状況は、20数年前の米国に極めて酷似していると言われている。米国では、アスベストに対する予防対策が遅れてしまったために20兆円を超える大きな訴訟問題となっている。国内ではこれほどの大問題に発展しないように、未然に消費者と事業者がある程度の費用負担を負いながら安全な処理技術を遅くともアスベスト排出量が最大となる2014年頃までに実用化技術として確立しておく必要がある。労働安全衛生法施行令、廃掃法施行規則等の改正によって、これまで以上に、処理しなければなら

ない製品、量、種類が格段に増大することになった。ある有力なシンクタンクの試算によると、今後30年間におけるアスベストに関する処理市場の規模は、計測分野で3000億円以上、回収・処理分野で2兆円以上、無害化処理で6兆円以上に上ると莫大なコストがはじきだされていたが、これをはるかに超える処理費が掛かりそうである。飛散性アスベストはできる限り無害化、非飛散性のアスベストは再資源化（製品 to 製品）されることが強く望まれるところである。

昨今、アスベストを取り巻く状況は目まぐるしく変化しており、常に予断を許さない状況となっている。NEDO技術開発機構では、従来の研究開発に加えて、アスベストを効率的に削減するための技術指針として「アスベスト削減技術戦略ロードマップ」を作成しているが、この成果報告書の中には、最新の法制度の動向、革新的な技術ニーズ、国内外の社会状況の動向など、重要な情報を大量に発信しているので、是非、一

度ご覧になっていただきたい。

JCMMA

《参考文献》

- 1) 日経エコロジー, 3,74-77 (2007)
- 2) 山下, 浅子, 資源環境対策, Vol.43 No.3, 69-77 (2007), NEDO 成果報告書; <http://www.nedo.go.jp>
- 3) 竹下宗一: NEDO 第2回エコケミカルシンポジウム「アスベスト削減技術に関する最新動向と環境ビジネス」, 予稿集 (2007年2月9日) p41; (独)日本石綿協会: 「石綿含有建築材料廃棄物量の予測量調査結果報告書」, (2003年12月1日)
- 4) <http://www.meti.go.jp/policy/jyutaku/AsbDB/20061204AsbDB.html>
- 5) 福田, 今西, 松本: 資源環境対策, 3, 97-103 (2007); 今西信之: NEDO 第2回エコケミカルシンポジウム「アスベスト削減技術に関する最新動向と環境ビジネス」, 予稿集 (2007年2月9日) p50-51
- 6) 山下, 今西他: 建材試験情報, 5 '07.13-18 (2007)
- 7) 「アスベスト含有建材等安全回収・処理等技術開発」パンフレット: NEDO 技術開発機構作成
http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/pamphlets/bio/asubesuto_project.pdf

【筆者紹介】

山下 勝 (やました まさる)
(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構
環境技術開発部
主任研究員

大口径岩盤削孔工法の積算

——平成20年度版——

■内 容

平成20年度版の構成項目は以下のとおりです。

- (1) 適用範囲
- (2) 工法の概要
- (3) アースオーガ掘削工法の標準積算
- (4) ロータリー掘削工法の標準積算
- (5) パーカッション掘削工法の標準積算
- (6) ケーシング回転掘削工法の標準積算
- (7) 建設機械等損料表
- (8) 参考資料

● A4判/約240頁 (カラー写真入り)

● 定 価

非会員: 5,880円 (本体5,600円)

会 員: 5,000円 (本体4,762円)

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450円

沖縄県 340円 (但し県内に限る)

● 発刊 平成20年5月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>