

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月25日現在

機関番号：92503

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22510054

研究課題名（和文）石綿飛散リスクの軽減と無害化・循環利用に係る事業化要件の算定手法に関する研究

研究課題名（英文）Research on the calculation technique of the requirements for industrialization concerning mitigation of an asbestos scattering risk and detoxication and cyclic use.

研究代表者

内田 季延（UCHIDA HIDENOBU）

飛鳥建設株式会社技術研究所 グループリーダー

研究者番号：20443640

研究成果の概要（和文）：本研究では、生活環境から石綿製品を早期に隔離することで自然災害による石綿繊維の飛散リスクを軽減し、隔離した石綿製品を無害化・再資源化して循環型社会形成に寄与する方策を検討している。東日本大震災では津波により、石綿繊維の広域大気拡散が現実となった。石綿廃棄物の処理等に係る技術開発、事業化を進める上で課題である自治体及び住民の拒絶反応について、関係者へのヒアリング及びネットリサーチ等により検証した結果、入手可能な情報は多いものの、必ずしも正確な情報が広く伝わっていないことが一因として明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：This research is working on the policy which reduces the scattering risk of the asbestos fiber by a natural disaster by isolating asbestos products from a living environment at an early stage, detoxicates and recycles the isolated asbestos products, and contributes to recycling society formation. In the Great East Japan Earthquake, the broader-based atmospheric diffusion of asbestos fiber became actual by tsunami. About the rejection of the self-governing body which is a subject when advancing the technical development and the industrialization concerning processing of asbestos waste etc., and residents, Although there was much information which can be obtained as a result of verifying by the hearing to the persons concerned, net research, etc., it became clear as a cause that exact information is not necessarily transmitted widely.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成22年度	1,600,000	480,000	2,080,000
平成23年度	700,000	210,000	910,000
平成24年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：環境経済、環境マネジメント、環境と社会、合意形成、安全・安心、石綿・アスベスト

## 1. 研究開始当初の背景

石綿による健康被害は、工場従業員の労災問題と考えられていたが、平成17年に石綿

製品工場周辺住民への被害事案が公表されて以降、環境暴露による多数の被害報告が顕在化した。石綿を含有する製品は、出荷量で

4 千万～6 千万トンと推定され、主に建材に利用された形で市中に存在している。膨大な量の建材等の除去廃棄処分だけでなく、地震・台風などの自然災害による建物の倒壊、損壊に伴う石綿繊維の広域大気拡散リスク軽減に関わる研究は進んでいない。また、石綿含有建材は継続使用が認められており、市場原理では民間のビル所有者や個人住宅主等が、コストの掛かる石綿製品の撤去や廃棄物処理を積極的に実施する動機に乏しい。結果として劣化による補修や建物解体の必要が生じるまで、石綿は建材等に内包されて市中にストックされている状況を速やかに改善できる機運がない。しかし、日本は世界的にみて地震多発地帯であり、東京・横浜の自然災害リスクは、1994 年にノースリッジ地震を経験したロサンゼルスとの 7 倍と言われている。阪神淡路大震災以降、地震により瓦礫化した莫大な量の石綿含有建材が市中に散乱する恐れは多々指摘されているが、防災的見地からも抜本的な事前対策処理スキームは示されていない。

## 2. 研究の目的

本研究は、建材や断熱保温材等に含有され市中に存在する石綿を、なるべく早く生活環境から隔離し、自然災害による石綿繊維の飛散リスクを低減すると共に、集積した石綿含有物を無害化・再資源化して建材に利用することで循環型社会の形成に寄与する事業化要件の算定手法を求め、①石綿除去費用と無害化、再資源化処理費用の原資を分離した第三の処理スキームの定義。②石綿含有廃棄物を水中破碎・固化して石綿含有インゴットを成形処理する可能性の検証。③石綿含有インゴット専用処分場の開設要件(社会的合意形成・要素技術)の検証。④建設市場に原資を求める石綿含有インゴットの無害化・資源化処理と再資源化物を建設建材の素材として販売する循環利用モデルの検証。の研究により、社会全体で石綿問題を終結させるための施策提言を研究開始時の目的とした。一方、研究期間途中の平成 23 年 3 月に東日本大震災が発生した。大規模な津波により、市街地全域で建物が倒壊し、津波により瓦礫が広範囲に拡散した。震災瓦礫には石綿含有建材等も多数含まれており、阪神淡路大震災など地震による揺れで個々の建物が倒壊した場合とまったく異なる事態となった。環境省は、平成 19 年に「災害時における石綿飛散防止に係る取り扱いマニュアル」を策定しているが、同マニュアルにおいても津波により市街地そのものが広域に渡って瓦礫化する事態は想定されていない。そこで東日本大震災における石綿廃棄物に関わる調査及び処置等の情報収集・分析と石綿の解体除去、石綿の無害化、石綿繊維の検出方法などの技術開発

動向の特許公開情報からの整理・分類を行い、広範囲に分散された石綿廃棄物、石綿繊維の生活環境への影響軽減、再度の飛散リスク軽減の基礎方策の検討を新たな目的とした。

## 3. 研究の方法

石綿が建材等に含有された状態で市中にストックされている現状から、石綿繊維の広域大気拡散リスクを極小化し、膨大な量の廃棄物を循環型社会形成の枠組みに取入れる仕組みの構築、施策提言を達成目標とし、研究開始時点では、①石綿除去費用と無害化、再資源化処理費用の原資を分離した第三の処理スキームの定義として、要素技術(水中破碎固化、専用処分場等)の定義、法的定義要件の検証。②石綿含有廃棄物を水中破碎・固化して石綿含有インゴットを成形処理する方策の検証として、最適破碎方法及び循環利用液体の性状検討、破砕片の固化剤の選定。③石綿含有インゴット専用処分場の開設要件(社会的合意形成・要素技術)の検証として、専用処分場の建設を想定したヒアリング調査による必要要件(社会的合意形成のための社会環境、自然環境、環境施策)の抽出、施設規模を仮定した専用処分場の試設計および建設コストの試算、事業化可能性モデルの検証。④建設市場に原資を求める石綿含有インゴットの無害化・資源化処理と再資源化物を建設建材の素材として販売する循環利用モデルの検証として、循環利用を事業化するための要件の検証、社会的負荷を最小とする事業成立のため、無害化、再資源化事業への参入時期、施設数等をオプションとするリアルオプションモデルの構築。を予定した。

東日本大震災を受け、(1)事業化を前提とする研究開発での石綿含有廃棄物利用に係る調査として、関係官庁及び自治体担当者へのヒアリング。次に、(2)事業化を前提とする廃棄物処理事業者へのヒアリング。(3)特許実用新案情報の分析。(4)ネットリサーチによる「石綿」、「アスベスト」認知度の調査を実施した。

## 4. 研究成果

### (1) 事業化を前提とする研究開発での石綿含有廃棄物利用に係る調査

事業化を前提とした石綿含有廃棄物等の処理に係る実証試験に際して、石綿含有廃棄物の試験体利用に関して、環境省、厚生労働省、自治体等にヒアリングを実施した。試験での石綿含有材の利用に関して、厚生労働省は、製造等禁止物質の製造・輸入・使用許可申請手続きに従うことで可能との判断であり、環境省は実施に際して自治体の判断を求めているが、関連通達に従ってマニフェストを伴う廃棄物ではなく、試験体として石綿含有材を利用できるとしている。一方、自治体

は対応先によって判断が大きく異なっている。事業者の研究機関が実施する試験研究であっても、石綿関連は認めないとする自治体や、試験研究であっても廃棄物の形態を変える中間処理は容認できないとする自治体から、試験実施に関して特段の要件を要さない自治体までと判断が分かれる結果となった。

このことは、新しい処理スキーム（手中破碎・固化、専用処分場）を実現するためには、ある程度詳細を規定した法改正、例えば環境省による石綿の無害化処理認定制度のように、施設要件を環境大臣の認可とする等の方策が考えられる。

### (2) 事業化を前提とする廃棄物処理事業者へのヒアリング

次に、石綿除去工事及び廃棄物処理事業者等へのヒアリングでは、平成 23 年四月から施行される廃石綿等の埋立処分基準の改正による固化要件等における実際の仕様についての懸念が示された。これも排出先の当該自治体によって判断が異なる場合、除去作業計画に遡って事前対応が必要となるためである。法改正は、埋立処分場での飛散防止強化を求める社会の要望に基づき規制を強化したものであるが、一方で処理事業者側あるいは排出事業者の負担増となる。あくまでも飛散防止のための固化処理であり、将来的な循環利用は想定していない。また、幾つかの中間処理及び最終処分場において、石綿繊維の飛散状況のバックグラウンド調査を実施した。これは、石綿含有廃棄物等の処理に係る実証試験に廃棄物の中間処理施設等の利用を想定したものである。実際に石綿含有廃棄物の無害化及び埋立処分を行っている事業所において、石綿繊維の飛散が計測限界以下（ND）であったのに対し、石綿含有廃棄物を扱っていない、廃棄物の中間処理施設場の石綿繊維の飛散本数が、近隣の定点観測データよりも多くなっているケースが見られた。特にコンクリートがらの仮置き場で、やや多くの本数を計上したことから、解体現場でのスレート等の混入が疑われた。

### (3) 特許実用新案情報の分析

東日本大震災では、津波により市街地が広域に渡って瓦礫化しており、建物等に使われていた石綿含有建材も、瓦礫化して広範囲に拡散したものと推定される。現時点では、生活圏への再飛散による健康被害防止を優先しており、まだ瓦礫化した石綿含有製品の総量や総飛散量の推定までには至っていない。今後の、石綿廃棄物に関わる調査、処置等の情報収集・分析と石綿製品の解体除去、石綿の無害化、石綿繊維の検出方法などを特許公開情報から整理・分類を行い、広範囲に分散された石綿廃棄物、石綿繊維の生活環境への影響軽減、再度の飛散リスク軽減の方策検討の基礎資料分析を実施した。一例として、図

1 に分野別の特許及び実用新案の申請割合を示す。石綿とアスベストでの検索結果には違いがみられ、アスベストでは「解体」と「無害化」に係る申請が、合わせて約 70%となるのに対し、石綿では約 24%にとどまっている。関連する法規では「石綿」が用いられるが、社会的には「アスベスト」の方が広く用いられているものと推察される。東日本大震災では吹付石綿や石綿含有建材を使用した多数の建物等も瓦礫化しており、石綿使用の報告義務の無い小規模建物や戸建て住宅等が、建物ごと瓦礫化したため、石綿の混在した瓦礫を長期間野ざらしするという事態が生じている。現状、大気中観測では著しい影響は観測されていないが、局所的に大気中の石綿濃度の高い場所も観測されており、震災廃棄物における石綿対策が急務となっている。また吹付石綿の封じ込め材の特許情報が多数みられたが、津波のような激甚災害では、封じ込めでは対策にならないことが改めて確認された。

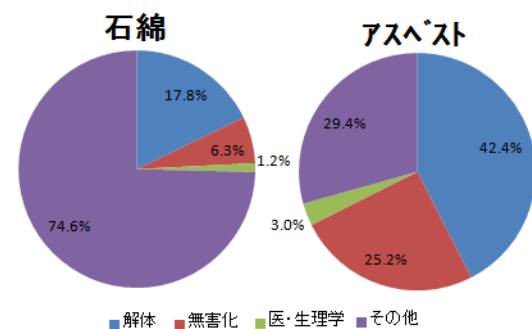


図 1. 分野別の特許・実用新案の申請割合

図 2 に年代別の特許実用新案申請数とネット検索のヒット件数の変遷を示す。2004 年までは特許実用新案の申請数は、年間 50 件以下であり、「石綿」の方が「アスベスト」よりも多く申請されている。ネット検索のヒット数は、「石綿」、「アスベスト」共に年間 6 千件程度で推移している。2005 年よりネット検索のヒット数がそれまでの 3 倍に増加、以降「アスベスト」での検索ヒット数が、「石綿」での検索ヒット数のほぼ 3 倍で推移し、2011 年度に約 14 万件でピークとなった。これは、同年 3 月に東日本大震災が発生したことから、関連情報が多数電子データ化されたことによるものと推察される。一方、特許実用新案の申請数は、2007 年に急増し、2008 年にピークとなっている。これらは、2005 年の石綿障害予防規則の制定、2008 年度労働安全衛生法の改正と無害化処理認定制度の施設に符合するものと推察される。2005 年以降、矢継ぎ早に関連法案の制定及び改定、労災認定などが行われ、マスコミを通じてそれらの

情報が発信される際に、「アスベスト」が用いられることが多かったことが、ネット検索のヒット件数での差になったものと推察される。ところで、阪神淡路大震災の発生した1995年は、前後の年度と比較して特許実用新案申請数とネット検索のヒット件数に明確な違いは無く、当時は、まだ石綿（アスベスト）への関心が低かったことを示している。

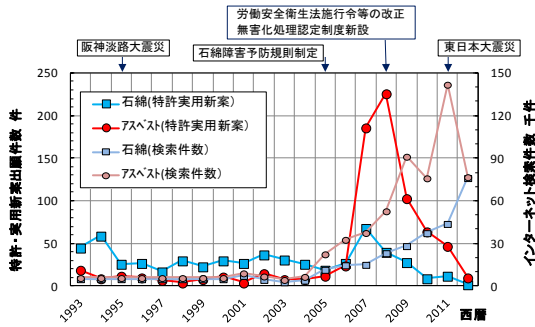


図2. 年代別の特許実用新案申請数とネット検索件数の変遷

図3に示す石綿含有インゴットを用いた石綿専用処分場による循環利用スキームにおいて、水中破砕固化設備と専用処分場を震災瓦礫の集約場所に確保することを想定すると、1ヘクタールの土地を5m掘削して石綿含有インゴットの専用処分場（保管場所）とすれば、約5万トンの石綿含有瓦礫を安全に保管することができ、掘削した土砂は復興工事に活用できる。震災瓦礫の広域処理では、石綿繊維の飛散も懸念されているが、廃棄物は現地で処理し、掘削土を広域利用すれば、廃棄物の移動に伴う石綿繊維飛散は無く理解を得られやすいのではないかと考える。

(4) ネットリサーチによる「石綿」、「アスベスト」認知度の調査

NIMBY 施設である石綿廃棄物等の処理施設や処分場は、H24年度初めに大規模無害化処

理施設計画が立地上の課題から中止となるなど、新規開設が困難な状況が続いている。一方、東日本大震災では津波により膨大な建物が瓦礫化し、大規模広域での石綿繊維の大気飛散が現実となったが、災害現場では、急性毒性を示さない石綿繊維暴露に関して、一部 NPO や学識者の危険性指摘があるものの、必ずしも市民レベルで大きな問題となっていない。阪神淡路大震災後の瓦礫処理従事者に石綿関連の死者も出ている前例があるにも関わらず、飛散による危険性の認識は一部者に偏っている現状がある。そこで、ネットリサーチにより、「石綿」と「アスベスト」という言葉の認知とその問題の把握状況を検証した。調査では、基礎項目として性別、年齢（10代、20代、30代、40代、50代、60代以上）、居住県別に、家屋状況、最終学歴、職歴、専門と「石綿」、「アスベスト」という言葉の認知と情報の収集先（テレビ、新聞、雑誌等）を調べた。サンプルは人口統計にほぼ準じた地域、男女比、年代別に2千件を確保した。「石綿」と「アスベスト」では、総じてアスベストの方がやや認知が高い傾向がみられた。また、平均4割が問題を把握していると回答しているが、近畿圏で阪神淡路大震災の影響にやや高い認知があるものの、2つの震災での石綿繊維飛散の影響は平均1割程度の認知にとどまっていることが判明した。直接的な被害を受けた東北地方でも、石綿繊維の飛散事故の認知は1割であり、多くの住民は生活圏で石綿繊維の飛散があったことも認識していないことが伺えた。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔学会発表〕（計 2件）

- ①内田季延、石綿飛散リスクの軽減と無害化・循環利用に係る事業化要件の算定手法に関する研究（ネットリサーチによる認知

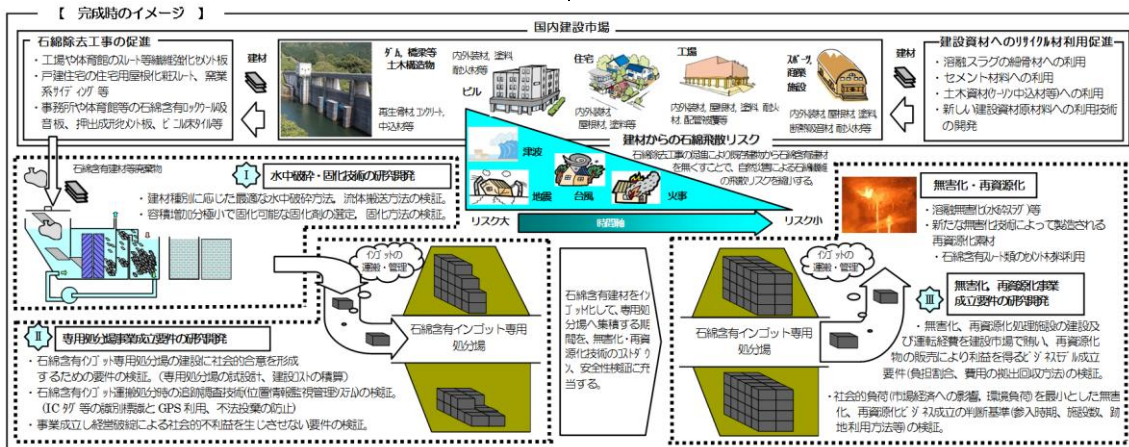


図3. 石綿含有インゴットを用いた石綿専用処分場による循環利用スキーム

度の簡易調査)、2013 年度日本建築学会大会、2013 年 8 月、北海道大学。

- ②内田季延、石綿飛散リスクの軽減と無害化・循環利用に係る事業化要件の算定手法に関する研究 ―石綿処理の現状・課題と想定する処理スキーム―、廃棄物資源循環学会平成 24 年度研究討論会、2012 年 6 月 1 日、川崎市産業振興会館。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

内田 季延 (UCHIDA HIDENOBU)

飛島建設株式会社技術研究所・グループ  
リーダー

研究者番号： 20443640