

**研究評価委員会**  
**「アスベスト含有建材等安全回収・処理等技術開発」(事後評価) 分科会**  
**議事要旨**

日 時：平成22年12月9日(木) 10:30~18:00

場 所：WTC コンファレンスセンター Room A

東京都港区浜松町二丁目4番1号 世界貿易センタービルディング3階

**出席者(敬称略、順不同)**

＜分科会委員＞

分科会長	久保 哲夫	東京大学大学院 工学系研究科 建築学専攻	教授
分科会長代理	掛川 寿夫	香川大学 工学部 材料創造工学科	教授
委員	杉田 昭義	杉田建材株式会社	常務取締役
委員	高橋 弘	東北大学大学院 環境科学研究科	教授
委員	寺園 淳	独立行政法人 国立環境研究所 国際資源循環研究室	室長
委員	照沼 裕之	三菱マテリアル株式会社 セメント事業カンパニー	技術統括部 生産管理部 副部長

＜オブザーバー＞

遠藤 薫	経済産業省 製造産業局 住宅産業窯業建材課	課長補佐
菱田 亮	経済産業省 製造産業局 住宅産業窯業建材課	係長

＜推進者＞

岡部 忠久	NEDO 環境部	部長
岩田 寛治	NEDO 環境部	主任研究員
吉田 宏	NEDO 環境部	主査
新井 唯	NEDO 環境部	主査
西川 賢之	NEDO 環境部	主査
石毛 悦子	NEDO 環境部	主査
鶴谷 麻由	NEDO 環境部	主査

＜実施者＞

家田 高好	大成建設(株) 技術センター技術企画部	参与
林田 英俊	(株)竹中工務店技術研究所	部長
堂谷 芳範	北陸電力(株) 技術開発研究所	所長
金澤 正澄	大旺新洋(株) 環境エンジニアリング本部	技師長
金守 一郎	ケイミュー(株)	取締役執行役員
坂本 佳次郎	(株)ストリートデザイン	代表取締役
森 直樹	大成建設(株) 技術センター建築技術開発部	次長
星野 春夫	(株)竹中工務店技術研究所	主任研究員
別森 敬一	北陸電力(株) 技術開発研究所	副所長
澤田 晃也	戸田建設(株) 技術研究所	主管
高浪 哲郎	大旺新洋(株) 環境エンジニアリング本部	課長代理
小泉 昌士	ケイミュー(株) 奈良テクノセンター	チームリーダー

小寺 洋一 (独)産業技術総合研究所環境管理技術研究部門 主任研究員  
小林 正典 西松建設(株)技術研究所 主席研究員  
棚橋 政雄 ケイミュー(株) 代表取締役社長  
藪野 聡史 ケイミュー(株)総合企画室 室長  
守田 孝士 ケイミュー(株)R&Dセンター  
木川 仁 佐野環境都市計画事務所 Director  
小西 道子 佐野環境都市計画事務所 Researcher

<企画調整>

谷澤 之彦 NEDO 総務企画部 課長代理

<事務局>

竹下 満 NEDO 評価部 部長  
寺門 守 NEDO 評価部 主幹  
梶田 保之 NEDO 評価部 主査

一般傍聴者 4名

## 議事次第

### <公開の部>

1. 開会、分科会の設置、資料の確認
  2. 分科会の公開について
  3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について
  4. プロジェクトの概要説明（公開）
    - 4.1 「事業の位置付け・必要性」及び「研究開発マネジメント」
    - 4.2 「研究開発成果」及び「実用化、事業化の見通し」
    - 4.3 質疑
- (休憩)
5. プロジェクトの概要説明（公開）
    - 5.1 アスベストを含む建材等の回収・除去の安全性及び信頼性等を確保する技術
      - 5.1.1 遠隔操作による革新的アスベスト除去ロボットの開発
      - 5.1.2 高性能アスベスト剥離・回収・梱包クローズ型処理ロボットの開発
    - 5.2 アスベスト含有廃棄物の無害化処理又は再資源化段階における安全性、効率性に優れた技術
      - 5.2.1 オンサイト・移動式アスベスト無害化・資源化装置の開発
      - 5.2.2 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
- (休憩)
- 5.2.3 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
  - 5.2.4 アスベスト低温熔融無害化・再資源化処理システムの開発
6. 全体を通しての質疑（非公開）
7. まとめ・講評（公開）
8. 今後の予定、その他
9. 閉会

### 議事要旨

#### (公開の部)

1. 分科会成立の確認、挨拶、資料の確認
  - ・開会宣言
  - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料 1-1、資料 1-2 に基づき事務局より説明
  - ・久保分科会長挨拶
  - ・出席者（委員、推進者、実施者、事務局）の紹介（事務局、推進者）
  - ・配付資料確認（事務局）
2. 分科会の公開について

事務局より資料 2-1 及び 2-2 に基づき説明し、議題 6.「全体を通しての質疑」を非公開とすることが了承された。
3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について

事務局より、評価の実施方法を資料 3-1～3-5 に基づき説明し、また評価報告書の構成を資料 4 に基づき説明し、了承された。

#### 4. プロジェクトの概要説明

推進者より資料 6 に基づき説明が行われた。議事 4.の発表に対し、以下の質疑応答が行われた。

##### 主な質疑内容

- ・ アスベストは、安定型又は管理型処分があるだろうが最終的な処分の現状はどのようになっているのかとの質問があり、p.5/42 の図ではアスベスト含有建材排出量 100 万トンくらいとなっているが、足元では 50～80 万トンとの数字もあると前置きした上で、これらの処理は主に埋立てをしている。廃石綿等という扱いでは 3～4 万トンが出ており、約 1 割の数千トンが熔融処理、他は遮断型処分場等への埋立てを行っているとの回答があった。
- ・ P.5/42 のアスベスト排出量はトン数表示よりも容積 (m<sup>3</sup>) でみたほうが処分場の逼迫度がわかるのではないかとコメントがあり、アスベスト廃棄物はモノによって違うが密に詰めない袋詰めだと比重は 0.3～0.4、充填すれば 1 近くになると説明して、処分場のことを考えるとトンでみるよりは容量でみるのが処分場の圧迫を示すのによいだろうとの回答があった。この回答に対し、事業のスタートになるので、処分場がどのくらい苦しい状態なのかをきちんと整理して評価しておくのが大切とのコメントがあった。
- ・ 前述の質問及び回答に対し、最終処分者から、当初計画から処分の数量が出ていないのが事実であり実態調査の必要性があれば協力する、また、表示に関しては、レベル 3 の安定型では通常 m<sup>3</sup> でみて、管理型では (比重が小さければ m<sup>3</sup> に換算することもあるだろうが、) 大体トンで換算しているのでこのほうが分かり易い。どちらかで統一するべきか検討することになれば調査は可能であるので協力するとの助言があった。
- ・ 埋立て費用の上昇を見込みつつ無害化処理費用の削減を続けて 2020 年を実用化目標 (参照 p.39/42) にしたいとの意図は理解できるが、これまで埋立て費用については 1992 年に廃石綿等が特別管理廃棄物に指定されたとき値段が上がった。また 2005 年のクボタショックの時にアスベストに対する抵抗感が増えて、実態として 2005～2006 年に廃石綿の受入は非常に難しかった状況があるので、処理費用をフラット (一定の意味) に引いて、無害化処理費用との比較を行うのは実態を反映できていない。埋立てが難しくなっていることを時系列で示したらよかったとの主旨のコメントがあった。このコメントに対し、廃石綿等の埋立てに関しては環境省でも現状でよいのか議論中で、従来の埋立て処分は、セメント固化又は 2 重梱包であったが、来春からは発生現場でのセメント固化に加え 2 重梱包を目指しており、これだと費用は上昇する。非飛散型の建材等の埋め立てに関しては、袋詰め埋立てでよいのかなどについては規制にグレー部分が残っている。例えば将来的に掘り返したとき新たな問題が出てくることも考えられる。逆に、現状で法規制をすると出口がなくなるので、処理法が出来るということによって、アスベスト対策を取り得る側面が出てくるのではないかと考えているとの補足回答があった。
- ・ 更に、目標と達成状況の項 (参照 p.30-32/42) の無害化処理の目標のところ、処理能力と温度を前面に出している。低温度で省エネになるという意図だと思うが、単純な温度だけではなく、低温度では処

理に長時間を要しエネルギーが変化するので、エネルギー（電力でよい）、時間等の部分でも評価できるようにしておくのが必要であるとのコメントがあった。

- ・ 処理費用だけで考えているが、使用する装置のメンテナンス費用も含めて考えたらよいのではないかとコメントがあり、ランニング費が下がっても設備コスト上昇ならトータルで合わない話なので見てゆく。1500℃溶融に較べると700～1000℃処理の設備負荷は少ないのは明らかであるが、無害化処理をしても結局埋立てするのであれば無害化コストが乗るだけなので再資源化が必要であるとの回答があった。
- ・ 現状の環境省の基準では、無害化処理費用4～6万円/トン、回収費用1～3万円/m<sup>2</sup>の目標がだされているが、この単価に排出トン数を掛けると国家予算を超える額になるので将来構想としてもっとコストを下げる方策を考えたほうがよいのかとのコメントがあり、回収除去コストの1～3万円/m<sup>2</sup>は、人手作業部分は残るがロボット導入で下がると思っている。無害化処理はモノによって分けて、例えばレベル1の飛散性のものはプラスチック部分を燃料として回収してペイできるだろう、レベル3の建材等では原料としてリサイクルすることによってコストを下げ、処理も進めていくべきと考えているとの回答があった。
- ・ （特に、レベル3の建材ではアスベスト含有の有無の判別が難しいと理解しているので尋ねると前置きして、）今回の回収と処理の技術開発プロジェクトを始めるに当り、アスベストが含まれているかどうかの判別のプロジェクトは終了しているのかとの質問があった。また、災害の残滓（debris）処理という問題が出たとき、再資源化は、取り壊したときアスベストが出てくる危険性があるが、その危険性を理解した上でこのプロジェクトがスタートしたのかどうか、すなわち、再資源化はプロジェクトの設定として正しいのかどうかとの質問があった。この質問に対し、平成18年のプロジェクトで当時規制の1%に対応した分析を行った。対象が3種類から6種類、含有率が1%から0.1%に規制強化されたため、平成18年に終わった直後の平成19年度にプロジェクトを立ち上げる状況ではなかった。平成21年度に分析技術の公募をおこなったが建材中の0.1%を分析することに目処をつけることは難しいと判断し、採択にはならなかった。アスベスト処理技術として顕微鏡等による検討も進めているところもあるのでよい提案があればプロジェクト以外でも助成等の制度で支援したい。再資源化の質問に対して、当面の対策として再資源化以前の封じ込めの処理は必要だと思うが、これは助成事業でも出来るだろうとの回答があった。
- ・ 効果と妥当性の面で、今回の成果を国民に公表する場合、今の処理事業が終了すれば事業は終了とのことだが、事業の妥当性の項で、コストの低減が望まれる（p.10/42の(2)）とあるが、開発にかかったコストはいつ、どのくらいの期間で回収できるのか、コスト低減が見込めるのはいつになるのかとの懸念に対してどのように公表する予定なのかとの質問があり、事業者は試算を行っていて、既存の工法に対する試算で優位性は出せると見積もっている。廃石綿の残存量の見積りをして導入するロボット台数、工事のペースを見極めることが必要であるとの回答があった。
- ・ 事業者が開発して、一定期間使ってきたものを世代を繋いで片付けるという姿勢は評価したい。事業が終わった後も海外ではニーズがあると思う。特に、アジア途上国ではアスベストの消費も続いていて廃

棄物の発生の問題も今後出てくるので、日本でこれが終わったから終わりということにはならないと思う。埋立て処分費用、発生量の予測が単純なトン、円という形で合計されているが、そう簡単なことではないがせめてレベル 1, 2, 3 くらいに分けて、それらの量、費用などを詳細にしたほうが良いと思う。それに関連して市場規模の予想についても、2つの事業者が開発した技術で全部に対応できるというのでないならあくまで目安であるとの説明をつけてあったほうが良いとのコメントがあった。

- ・ マネジメントに関し、2つの回収技術と4つの処理技術の有機性がなくて6つの技術が独立している。それぞれの技術はよいが、アクションに行く前にまだ抜けているものはないかの自己評価を行って、この後どういう点が必要かについて補足的見解があれば述べて欲しいとの要請があり、(p.14/42 を示して)、空白の部分が抜けているとも考えられると回答があった。この空白部の中で、レベル3の建築廃材で雑他なものが分別されていればその後の処理技術についてプロジェクトが成立するが、未分別の混在物ではプロセスとしては難しいとの回答があった。

## 5. プロジェクトの詳細説明

### 5.1. アスベストを含む建材等の回収・除去の安全性及び信頼性等を確保する技術

#### 5.1.1. 遠隔操作による革新的アスベスト除去ロボットの開発

実施者より資料7-1に基づき説明が行われた。議事5.1.1の発表に対し、以下の質疑応答が行われた。

#### 主な質疑応答

- ・ フロアー用ロボットは遠隔操作なのか、また手作業に比べ5倍の除去効率が出る理由は何かとの質問があり、遠隔操作で行っている、ロボットは電動ピックの工具と違ってラス網を引っ掛けて引きちぎるなど対処できる面積が大きいと除去性能が高いとの回答があった。
- ・ 省人化の条件や基準についてなされた細かい質問に対し、ビル解体を想定して、剥ぎ取る時間だけで試算すれば2~3割の省人化になるが、飛散物の人手チェック・回収、ロボットの作業後処理、あるいはメンテナンスを考えると省人化はこれより落ちるとの回答があった。ただし、防護服着用の手作業では連続作業時間が30~40分(夏だと10~15分)と短いのにに対し、ロボットは連続作業が可能で防護服の後処理等が不要であるため作業能率は上がるとの追加回答があった。
- ・ エレベータシャフト内の剥離・回収が出来る範囲はどのくらいかとの質問があり、ロボット固定用のガイドレール部及び吊りワイヤー部を回避せざるを得ないため6~7割の除去範囲になる、最終的には8割にしたいが2~3割は残るので人手との併用になるとの回答があった。また、ロボットがカバーできない部位は、梁(鉄骨)の下の入り隅、下フランジのウェブとの交点の辺り、フランジの入り隅などであり、この部分ははじめからロボットで行わないことにして人手でハッルとの回答があった。
- ・ 条件付きで対応出来る部分とか限界を明示しておくことが理解を得る上で大切であるとのコメントをした上で、鉄骨部分の耐火吹付けは必要だが防音ニーズはたかかないだろうからエレベータシャフトの吹き付けはそもそも多いのかとの質問があり、オリンピック(1964年)後の大きな建物の鉄骨部に多いとの回答があった。

- ・ エレベータシャフト内の機械剥離のあと人手作業を伴うが、飛散防止剤は撒かないのかとの質問があり、作業前に機械で飛散防止剤を撒いて、且つ、作業中に水噴霧を行うとの回答があった。また、ロボットクリーニングについて質問があり、作業前に（可動部はオイルシールしてあるので）アームの関節部を除いてラッピングし、作業後は通常の機械工具と同様にエアースプレイ、水拭き、空拭きを行うとの回答があった。
- ・ エレベータシャフト内のアスベスト除去作業は人手では難しいためロボット導入・遠隔作業を始めたが、それでもリニューアル対応は難しいため、大きな建物の解体作業に適用するとの事業者の回答があった。
- ・ どのくらいのバリエーションを持ったシャフト構造に対処できるかとの質問に対し、建物の設計図があるのでこれをロボットに認識させてティーチングすることによって対応できるという主旨の回答があった。
- ・ 1987年までアスベストが使われていたのは事実かとの確認に対して、1980年後半までアスベストが使用されていたので今後発生する解体時の除去作業に際しては、ゼネコン、アスベスト専業者及び機械リース会社がタイアップして取り組む必要があるとの回答があった。

#### 5.1.2. 高性能アスベスト剥離・回収。梱包クローズ型処理ロボットの開発

実施者より資料 7-2 に基づき説明が行われた。議事 5.1.2 の発表に対し、以下の質疑応答が行われた。

##### 主な質疑応答

- ・ 自律走行機能を持っているのかとの質問に対し、ロボットが床に貼ったテープをカメラで認識しながらテープのラインに沿って走行するように人間が外から遠隔操作を行うとの回答があった。
- ・ p.20/24 のパフォーマンスの項で、人力 20%、ロボット 80%の数値を出しているがこれはメンテナンスを含む全体の中の割合ではなく、剥ぎ取り時のものかとの質問があり、剥ぎ取り時の物理的な面積の割合であるとの回答があった。
- ・ 実用化の際には付くことになる上部固定装置（参照 p.9/24）の安全性の基準はあるのかとの質問があり、産業用ロボットに関して、パワー、ティーチング資格、立ち入り禁止柵設置などの規制があるが、（この剥離装置に対する基準はなく、）曖昧であるとの回答があった。
- ・ さらに、安全性の基準があやふやな中、実用化する段階で除去作業実施者から安全性について問われた場合の回答は用意できているのかという主旨の質問に対し、施工協会のようなものを立ち上げて行政とも折衝しながら安全性を確保できるような教育を実施するなどして社会的に認めてもらう働きかけをしたいとの回答があった。
- ・ 装置のティーチングは現場で行うのか、それとも図面に基づいて行うのかとの質問があり、図面に基いてオフラインで行えるとの回答があった。またシミュレーションソフトでパソコンと連携させ、制御用ソフトを開発してパソコンからロボットを操作しているとの回答があった。

- ・ 回収の効率向上に関して、剥離装置と空気吸引で行う回収装置と間の距離はどのような前提なのかとの質問があり、試験ではホースは最大 30m 延ばして十分な能力があるとの結果を得ているとの回答があった。
- ・ 剥離装置が物に当たったときの機構はどうなっているのかとの質問があり、この試験では当然のようにプログラムして剥離作業をおこなったが、ボルト部のようなモノに当たってオーバーロードになれば停止して安全を確保する機構になっているとの回答があった。
- ・ 遠隔操作によるアスベスト除去ロボットと（大成）、剥離・回収・梱包ロボット（竹中）は研究開発の範囲で重複する部分があるかと思うが、それぞれで役割分担とか、同じ現場で共同作業して効率向上を図るといった議論はあったのかとの質問があり、当初は開発目標とおり主に、大成が解体工事現場、竹中がリニューアル現場のニーズに適したロボットの開発を行い、その後情報交換等は行ってきたが、現時点では具体的に一緒に組んで行う話にはなっていないとの回答があった。
- ・ 隔離領域内に設置した装置の微粉塵フィルター（参照 p.13/24）として HEPA フィルターのような高性能なものを使っているのかとの質問があり、隔離領域内では（高性能）フィルターは不要と考えているとの回答があった。p.13 に示したフィルターはブローからの白い排気を除去する程度のものとの回答があった。
- ・ アスベスト除去の需要予測（参照 p.21/24）で鉄骨着工延床面積がでていますが、RC（鉄筋）構造も SRC（鉄骨鉄筋）構造もあるだろうから、これらも含めた検討と情報提供を要請するコメントがあった。

## 5.2. アスベスト含有廃棄物の無害化処理又は再資源化段階における安全性、効率性に優れた技術

### 5.2.1. オンサイト・移動式アスベスト無害化・資源化装置の開発

実施者より資料 7-3 に基づき説明が行われた。議事 5.2.1 の発表に対し、以下の質疑応答が行われた。  
主な質疑応答

- ・ Q1. この無害化処理対象は保温材に特定されているのか、Q2. 保温材の素材は何か、Q3. 保温材中のアスベスト含有率は幾らか、Q4. アルカリ溶融剤の種類は秘密か、Q5. 1050°C の高温に耐える金属製ルツボの材質な何か、との質問があり、それぞれ、A1. 発電所の保温材に特化、A2. 殆どが珪酸カルシウム、A3. 10%以内、A4. 市販の工業薬品、食品添加剤に用いるアルカリ溶融剤であるが名称は開示できない、A5. ニッケル・クロム鋼 との解答があった。
- ・ 1500°C 溶融に比べて省エネ率 25% @ 1050°C（参照 p.9/24）とあるが、40~50 万から 25% 差し引いても 4~6 万/m<sup>3</sup> にならないが計算的に合っているのかとの質問があり、1500°C の溶融の実績値と比較したのではなく、1050°C を延長して外挿して求めたとの回答があった。保温材は非常に軽く比重は 0.2 くらい、無水だと 0.1 くらいとのコメントがあった。
- ・ アルカリ溶融剤との反応のメカニズムは分かっているのかとの質問があり、保温材の材料が分かっているのでこれと種々のアルカリとの反応を 2 成分系状態図で検討し、配合比と融点の関係式に当てはめて決めたので反応のメカニズムは分かっているとの主旨の回答があった。

- ・ 溶融物の処分や利用に関する質問があり、環境省からの指導により溶融物は埋立て処分している。減容率は 1/15～1/20 になるとの回答があった。
- ・ 溶融固化して無害化する際、最適な溶融条件として温度のほかに時間はどうかとの質問があり、温度、時間、アルカリ融剤の種類、及び流動性調整のための混合比があると回答した。さらに、これらの因子の組み合わせで最適な 1 条件に決まるのかとの質問に対し、環境省の定める処理能力下限（5 トン／日）維持のための早期溶解、コスト低減、市販品利用及びルツボの損耗防止など各種ファクターと考慮して現在の条件が最適であると考えているとの回答があった。
- ・ 保温材は異物なしで分別された状態で来るのか、また、溶融物の再利用は埋立て以外にないのかとの質問があった。これに対し、保温材は火力発電所、原子力発電所の高熱配管点検のため解体時に発生するもので異物は混入していない。再利用先を探したが、溶融物は無害化されているといっても風評により再利用を断られた。またオンサイトでは、一定量・一定頻度で発生するものではないから再資源として使い勝手が悪く、その上、環境省の埋立て処分の指導もあり再利用が難しいとの回答があった。
- ・ オンサイトの溶融・無害化のコンセプトはよいが、トレーラー走行に対して行政サイドから許可・お墨付きを得る必要があったかの質問に対し、法的には無いとの回答があった。ただし、処理後は装置内をアスベストを含んでいない保温材でパージして、トレーラーは全ての開口部を閉じて走行し、不測事態に備えているとの回答があった。
- ・ 溶融オペレーションの必要人員について質問があり、制御室 1 名、投入・異物確認 1 名、及び融剤セット・溶融物ハンドリング 1 名の計 3 名体制で 24 時間 3 交替で作業するとの回答があった。
- ・ 溶融温度 1050℃は下限ギリギリかとの質問があり、これより低温度でも溶融できるがアルカリ融剤コスト高のため競争できないとの回答があった。
- ・ 保温材に含まれる 10%のアスベストの種類はクリソタイルかとの質問があり、殆どがアモサイトであったとの回答があった。
- ・ アスベスト保温材の誘導加熱炉への投入手順についての質問があり、解体現場で養生シートで仕切り、ドラムに入れ金属バンドで締め、トレーラー搬入後、負圧下でその逆の手順で溶融炉に入れ、アスベストに汚染されるのはドラムの内側と蓋の内側だけであるとの回答があった。
- ・ p.3/24 の石綿含有保温材 20～30 万 m<sup>3</sup>の意味を尋ねられ、平成 17 年に行った共同調査で各発電所が平成 17 年現在で保有している保温材の量（容積）であるとの回答があった。
- ・ オンサイト処理ができるのは発電所のような広い敷地があるところが条件であるが、小工場に対応できるように小型化の可能性、小型化したときの問題点はあるのかとの質問があり、環境省認可の処理量下限 5 トン／日を満たすことが厳しいだけで小型化は技術的に問題ないとの回答があった。

## 5.2.2. 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

実施者より資料7-4に基づき説明が行われた。議事5.2.2の発表に対し、以下の質疑応答が行われた。

### 主な質疑応答

- ・ 各実験においてアスベストであるかどうかの判定があやふやである。基礎試験装置で行った基礎実験（p.13/26）では顕微鏡写真はああるが X 線回折結果も TEM 写真も無く、パイロット装置による実証試験では X 線回折結果も TEM 写真もないため（無害化になったかどうかの）判断が出来ないとの指摘があった。この指摘に対して、全ての試験の JIS 分析は行っているが、TEM 測定は試験機関数が限られている、また分析費が高額であるため基礎試験の 5 検体しか分析できなかったとの回答があった。パイロット装置の結果は後日送付するとの回答があった。委員からは、それぞれの装置に対応した形でどのくらい処理できているのかを知りたいとの要望が重ねてなされた。
- ・ 熔融して無害化されていても環境省が再資源化を認めないことを例に挙げ、セメント原料としてリサイクルしようとするときのアスベスト風評被害と法的な問題をどのようにしてクリアーするのかとの質問があった。これに対し、環境省の現時点の指導は「再資源化の認定対象外だがコメントはする」という立場なので、本技術に関する事前相談で出来るだけ現実的なコメントを頂きながら慎重に対応しているところであるとの回答があった。
- ・ 過熱蒸気を 100℃以上から 950℃に上昇させたときの容積膨張による密閉容器内の圧力増に対する安全性の確保について質問があり、炉の中で過熱蒸気を循環する等して 900℃近傍で安全に取り扱うノウハウを持っているので圧力が高くなる危険性はないとの回答があった。
- ・ アスベストの無害化は JIS で規定されているのかとの質問があり、JIS は建材中のアスベスト含有量の分析方法を規定してあり、認定は環境省の無害化処理物の判定に関する基準（2009 年 12 月）によって検証することになっているとの回答があった。
- ・ 建材の厚みに対する検討は行なったかとの質問があり、厚みは寄与するので、厚みに応じて処理の時間が与えられていてこのプロジェクトで検討は終わっているとの確認を行った。
- ・ セメント材料として再資源化し、コンクリートなど強度が必要なものに混ぜたとき、性能値が上がるのか下がるのかを評価したかとの質問があり、（p.20/26 のセメント実験結果を示して）3 日、7 日及び 28 日のいずれにおいても JIS 基準を満たすことを確認したとの回答があった。この回答に対し、圧縮強度に及ぼす影響を表していないとして再度質問があり、アスベスト再資源化物を 10%混ぜたとき時のセメントが JIS 基準を満たすかどうかの判定のみ行い、無垢のセメント強度との比較は行っていないとの報告があった。
- ・ p.25/26 の開発目標と達成状況に関して、過熱蒸気による無害化技術の開発、資源化技術の研究、ビジネスモデルの策定と順次進める開発目標は理解できるが、達成度の欄によれば、最初の無害化技術が完全に達成（◎）になっていない部分があるのに、次目標の資源化技術が全部達成（◎）になっているなど不統一感がある。また、5 トン/日の処理能力確認（◎）、あるいは肺器官の炎症低下確認（○）とあるがそれを裏付ける資料が提出されていない。無害化・再資源化に対する当初の考えと、現在の環境省

大臣認定を含む世間の一般的な考えに差があるようだから、繊維状形態とか無害化の動物実験の検討を進めて欲しいとのコメントがあった。

- この方式で処理して 100%無害化できていることを保証するためにはサンプリングの代表性が必要だが、(粉体ではなく) 建材有姿の試料のカケラを取って分析したのであれば代表性に問題があるのではないかとの主旨の質問があり、各所の温度分布を取って、一番低い芯の部分の試料で無害化を確認し、その温度が 950°C であるとの回答があった。
- 最終的にセメントでリサイクルを考えているが、セメントメーカー引渡しで発生する費用 (参照 p.24/26) と処分する費用との違いはどのくらいなのかとの質問があり、数%ではなく 10%オーダーで効いてくるとの回答があった。
- セメント化実験のフロー (参照 p.19/26) で、造粒して焼成する理由は何か、混合粉碎しただけでよいのではないかと質問があり、セメント製造用の filler としてではなくセメント最終製品として使ってもらいたいと思ひ、焼成工程を入れたとの主旨の回答があった。

### 5.2.3 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

実施者より資料 7-5 に基づき説明が行われた。議事 5.2.3 の発表に対し、以下の質疑応答が行われた。

#### 主な質疑応答

- スレート瓦のアスベスト含有率は 14%かとの質問があり、昭和 36 年の生産当初は約 18%であったが 10%程度まで減らしたとの回答があった。
- 電子レンジのメカニズムとして 900°C で Ca を加熱して局所的には 1500°C のエネルギーに換算したくらいになるということなのかとの質問があった。これに対し、マイクロ波の特別な効果を証明するのではなく、モノ自体がこの温度になっていることを訴えているとの回答があった。
- p.7/22 の無害化システム構想によれば無害化検査を粉碎前に行っているが粉碎後の分析は行っているかとの質問があり、JIS Z 8816' (粉体試料のサンプリング方法通則) に則って採取した粉体試料の分析と、積んだ状態の温度が一番上がりにくい芯部の試料の分析の 2 本立てで行っているとの回答があった。
- 電子レンジ方式の処理費用について質問があり、トン当たり 860kwh、電気代だけで約 1 万円/トンとの回答があった。
- 屋根化粧材として対象が限定されている他への適用性は検討したかとの質問に対し、波板、サイディングの試験を行っているとの回答があった。
- 無害化した後、自社製品に 5~10%添加して再利用する (p.16/22) とあるが、この添加率は製品の品質が確保できる率なのかとの質問があり、そのとおりとの回答があった。
- p.17/22 の目標 30 トン/日は、添加率 5~10%に見合ったものかとの質問に対し、2~3 基設置 (60 トン/日) して年産 2 万トンとなるがこの量は、全国 7 工場で年産 90 万トンの屋根材・外壁材を製造し

ている会社の関東地区3工場で配合する量としては賄えるとの回答があった。

- ・ アスベスト含有自社販売品を無害化処理のため自社工場に受け入れるときどうするのかとの質問に対し、回収して処理する技術を確認するのは使命であると考え開発をしたが、処理料金は受け取るとの回答があった。
- ・ TEM 分析の結果が出ていないとの指摘があり、分析会社からの結果を提出するとの回答があった。この回答に対して、大臣認定すべてに TEM 分析が必要とはされないが環境省（基準 $2 \times 10^6$  f/g）が一番厳しいところを突いてくるのでクリアーしているという表現があるならその証拠を出して欲しいとの主旨のコメントがあった。

#### 5.2.4. アスベスト低温溶融無害化・再資源化処理システムの開発

実施者より資料7-6に基づき説明が行われた。議事5.2.4の発表に対し、以下の質疑応答が行われた。

##### 主な質疑応答

- ・ 出来上がったものの形状と再資源先のターゲットについて質問があり、粉状のもので、製錬工場の低温溶融化のための融剤（C, Ca, Si 活用）として再資源化を目標としているとの回答があった。
- ・ 実証装置の規模、使用する材料、販売価格について質問があり、10ton/日、SUS310S、販価6億円／（10トン処理／基）との回答があった。また、飛散性アスベストの受入れ価格は35,000～50,000円/m<sup>3</sup>が相場であるが下側の35,000円で設定したとの回答があった。
- ・ 外熱式キルンで炉内温度750℃だが伝熱材料は何かとの質問があり、材料はSUS、寿命は計算していないとの回答があった。
- ・ 熱源となるプラスチックの供給は安定しているのかとの質問があり、アスベストの除去・封じ込め処置で最終処分場に入ってくるうち、50%はプラスチックである（ので供給に問題は無い）との回答があった。
- ・ プラスチック成分とアスベストをまとめて処理することになっているが、両者の投入割合が変化して制御パラメータになることはないかとの質問があり、プラスチック類とアスベスト類の回収は別々に行われる。従って受け取り側も基本的には50%～50%に分けて投入することが出来るとの回答があった。
- ・ 全投入量のうちアスベストが10%以上入った実験を行ったと確認する質問があり、実証試験では、プラスチック系50%—無機類50%で、無機類の中のアスベストが30%(point)で、30%のアスベストはクリソタイル10%、その他アスベストからなり、この他に溶融剤が3%(point)入っているとの回答があった。
- ・ p.8/23の「低温溶融処理によるアスベスト無害化技術の開発」、p.9/23の「熱分解条件の最適化」、p.10/23の「排ガス中へのアスベスト及び有害ガスの混入防止」に記された数字、用語（例：アスベスト含有無し、環境基準値クリアー等）等が正しく記載されていないことを指摘・確認した上で、アスベスト廃棄

物の処理を行うとする場合、一般の人からの風評、懸念があるので正確な表現で対応することが重要であるので気をつけるよう要請があった。

- ・ 排ガスのサンプリング地点について質問があり、バグフィルター出口で大気放出前（参照 p.12/23）であるとの回答があった。さらに、p.9/23 の熱分解最適化後の生成ガス分析をどのようにして行ったかの質問があり、実証試験では環境省の測定法に則って測定（インピンジャーを通してガス側、水側ともにフィルターを通し、フィルターを分析する）したとの回答があった。この回答に対し、サンプリング地点、サンプリング方法、分析方法、結果、MD（材料宣誓書）等の点で分からないことが多くて判断できない、低温側であればあるほど無害化であることの証拠となる資料が必要である、アスベストの種類は是非明示するようにとのコメント及び要請があった。
- ・ 曖昧表現や不正確な数字があるため、事業者、NEDO 環境部、NEDO 評価部を通して 12/16 必着で紙媒体を評価委員に提出することとなった。

（非公開の部）

## 6. 全体を通しての質疑

省略（発言なし）

（公開の部）

## 7. まとめ・講評

（照沼委員）

技術的には無害化できるだろうという感触をもったがアスベストは敏感なものであるから技術的に出来たからといって（実用的に）出来るものではないとの感触をもっている。そのためには法律的な裏づけや国のお墨付きが必要であろう。NEDO のバックアップがあってロボットを使うということは過酷で危険な環境から人を開放することになっていいことである。それに対して、このような技術をもった解体業者を優先的に使うとか、有利な認可を与えるといった政策的なものがないと難しいという感じがする。技術的にはオンサイト又は自社で処理するのがまわりの人にとって安心できるやり方であろう。

（寺園委員）

社会的受容性が大事である。それを知っているからこそこの難しい研究技術開発にチャレンジしたのは評価する。特に、剥離、回収は構造が複雑なものがあるので全部には適用できないだろうが人手では出来ない箇所に適用できるよう準備して欲しい。無害化処理の技術開発ができるだろうというについては同意見である。廃棄物や解体現場は決まりきったところだけではなく、いろんなパターンがあるから、一定規模のラボで出来たことがそのまま直接社会に受け入れられるレベルにはなっていないことがあるので大臣認定という形の高いハードルを準備せざるを得ない。日本社会の情勢として、環境大臣が認定するという仕組みは止むを得ないと思う。そんなことが大臣認定の仕組みに繋がっており止むを得ない。石にまじったものは水に溶かして何も出てこないという合意が得られればその先の資源化のチャンスはある。そのため、今の基準や一定の条件をクリアした上で皆が理解できる資料や説明が大切である。その際、廃棄物解体現場や、アスベストの種類などいろんなバラツキがあるから自分の技術の適用範囲や限界を分か

り易い形で提示することが必要である。

(高橋委員)

ロボットを作っていた専門経験からアスベストの回収・除去に興味をもった。短い期間でロボットを作成して実機レベルで実証ができたのは優れた成果であって、苦労があっただろうと敬意を表する。無害化は必要な技術であり各社いろんな取り組みをしているのを感じ敬意を表したい。一方、再資源化のハードルは高いのだから各機関と協議して再資源化が進むようになればいい。この技術が発展して事業化に繋がればいい。

(杉田委員)

処理・処分会社として、施設を作るときの住民説明はクリアすべき一番の難関であって、透明で分かり易く説明することが必要である。これと同じで、今日説明のあった技術に関しても出来ることと、出来ないことをはっきり説明することが必要である。無害化は処理・処分会社にとっても大きな課題である。リサイクルする施設は多いが、無害化する施設少ないのでこのような形で無害化進んで行くことは良いことで処分場の延長にみつながる。自社のものを無害化処理できることはよい。リサイクルした後のモノの扱いの評価もお願いしたい。また、保管に関して住民に説明できないと処理・処分施設の整備を進めることが難しいので意見交換させて頂きたい。

(掛川分科会長代理)

廃棄物にお金をかけたくないということが一般常識になってしまう中で、努力をして低コスト化、リサイクルの形を見せて頂いたが、まだリサイクルについては風評被害等があることを感じた。その結果、実際の費用を軽減させることが出来ないため今後実用化するにはまだハードル高いと感じた。今までの経験を通じて（これらの技術を）世に出してゆくことが可能であろうと思う。是非ともアスベストを退治して欲しい。

(久保分科会長)

6件それぞれのテーマ設定と達成に対して基本的には評価する。開発技術は万能ではないというところから今後、開発した技術を実用化するというステップに進んで欲しい。NEDO の環境部に対しては、全体のマネジメントを含め、アスベスト対策はこれで全部終了したのか、何か抜けがないのか、残された課題があるのかないのか等の成果を取り纏めて欲しい。アスベストをなくすという目的のための促進策として技術開発を起こした訳だがこの意味で NEDO の努力に対して敬意を表するが、積み残しがないかチェックして、この技術を現場に適用できるような体制を整備するアクションを起こして欲しい。

## 8. 今後の予定、その他

事務局より資料8に基づき説明が行われた。

## 9. 閉会

## 配付資料

- 資料 1-1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 1-2 NEDO技術委員・技術委員会等規程
- 資料 2-1 研究評価委員会分科会の公開について (案)
- 資料 2-2 研究評価委員会関係の公開について
- 資料 2-3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘について
- 資料 2-4 研究評価委員会分科会における非公開資料の取り扱いについて
- 資料 3-1 NEDOにおける研究評価について
- 資料 3-2 技術評価実施規程
- 資料 3-3 評価項目・評価基準
- 資料 3-4 評点法の実施について (案)
- 資料 3-5 評価コメント及び評点票 (案)
- 資料 4 評価報告書の構成について (案)
- 資料 5 事業原簿 (公開)
- 資料 6 プロジェクトの概要説明資料 (公開)
- 資料 7-1 個別テーマ詳細説明資料「遠隔操作による革新的アスベスト除去ロボットの開発」(公開)
- 資料 7-2 個別テーマ詳細説明資料「高性能アスベスト剥離・回収・梱包クローズ型処理ロボットの開発」(公開)
- 資料 7-3 個別テーマ詳細説明資料「オンサイト・移動式アスベスト無害化・資源化装置の開発」(公開)
- 資料 7-4 個別テーマ詳細説明資料「低温加熱蒸気によるアスベスト無害化・資源化装置の開発」(公開)
- 資料 7-5 個別テーマ詳細説明資料「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」(公開)
- 資料 7-6 個別テーマ詳細説明資料「アスベスト低温熔融無害化・再資源化処理システムの開発」(公開)
- 資料 8 今後の予定

以 上