

第 8 章 実証試験の評価等

8.1 アスベスト含有廃棄物の無害化処理について

8.1.1 無害化処理に係る実証試験の内容

1) 実験対象試料について

- (1) 我が国に輸入された石綿のうち、約 9 割が建材に使われているとされている。今後解体の増加に伴い廃棄物の排出量の増大が見込まれ、廃石綿等以外のアスベスト含有建材（スレート等）については、年間 1 0 0 万トン以上と考えられている。
- (2) スレート等石綿含有建材については、その多くがセメントや石灰質とケイ酸質の原料を主原料としており、（社）日本石綿協会の調査によれば、これらが全体の 9 4 % を占めている。
- (3) 上記のセメント等を主原料とする建材の種類は様々であるが、中でもスレート板は約半分を占めるものであり、最も代表的な試料と考えられることから、スレート板を非飛散性アスベスト廃棄物の無害化処理実証試験の試料とした。
- (4) また、廃石綿等については従来より概ね摂氏 1 5 0 0 度以上で溶融することとされているが、これよりも低温で溶融できる可能性があることから、摂氏 1 5 0 0 度未満での溶融実験のため、廃石綿等についても無害化実証試験の試料とした。

2) 実証試験の内容について

- (1) 溶融処理を行うにあたっては、スレート板等を破碎する必要があることから、破碎処理についても試験を実施した。試験は建材の破碎に使用されると考えられる低速回転式破碎機及び高速回転式破碎機について行った。
- (2) 無害化処理実証試験は、溶融方式による処理（シャフト炉式（熱源にコークスを添加）と酸素を用いた表面溶融式（バーナ溶融））について行った。その際、実際の処理を想定して他の廃棄物と混合して処理を行った。
- (3) 集じん施設については、固定施設における集じん装置についてはバグフィルターが一般的であることから、バグフィルターを対象とした。
- (4) サンプルング等については、次のとおりとした。
 - ・ 排ガスを発生する場合は集じん後の排ガス
 - ・ 集じん後の排ガスについて評価するにあたり、集じん装置が確実に機能していることを確認するための集じん前の排ガス及び集じん物
 - ・ 投入箇所等の作業環境
 - ・ 敷地境界の大気
 - ・ 無害化処理で生成するスラグ
 - ・ 無害化処理で生成するスラグの水砕水

8.1.2 実験結果と評価

1) 一般環境への影響について

- (1) 破碎施設及び溶融施設の敷地境界におけるアスベスト濃度については、定量下限値（0.13 本/L）未満から 1.1 本/L であり、大気汚染防止法におけるアスベストに係る敷地境界基準値である 10 本/L を大きく下回っており、アスベスト含有廃棄物を処理していない場合と比較してもほとんど変化がなかった。
- (2) 平成元年に当時の環境庁においてとりまとめられた「アスベスト対策推進検討会報告書」*1では、一般環境中の大気中アスベスト濃度は蛇紋岩地域を除いて 1 本/L 程度以下であり、また同じく平成 7 年に当時の環境庁が実施したモニタリングの結果*2においても、バックグラウンド地域（住宅地域等）において 1.76 本/L 以下であったが、今回の調査結果はこれと比較しても同等であった。
- (3) バグフィルターによる集じん後の排ガスは、破碎施設については高速及び低速回転式破碎機ともに定量下限値（1.1 本/L）未満であった。この時のろ過風速は、高速回転式破碎機で 1m/min（除去率 99.7% 以上）、低速回転式破碎機で 1m/min（同 93.5% 以上）及び 3m/min（同 90.8% 以上）であった。なお、参考となる情報として以下の調査がある。
 - ・ 非飛散性アスベスト廃棄物の破碎の工程と類似する、石綿含有スレート板等製造工場での破碎作業における粉じん濃度測定が実施されているが、*3これによると石綿含有スレート板等の破碎の作業環境におけるアスベスト濃度が 8～22 本/L の事業場において、バグフィルターを用いて集じんした後の敷地境界濃度は 0.21～0.33 本/L 程度まで低減した。
 - ・ 当時の厚生省では平成元年から 2 年にかけて、7 カ所の粗大ごみ処理施設において調査を実施した。*4 その結果では、バグフィルター入り口や廃棄物の選別施設において高濃度（12～119 本/L）のアスベストが検出された場合でも、バグフィルターを用いることで集じん後の排ガスは 1～3 本/L まで低減された。また、破碎後の残さやバグフィルター捕集ダストについては飛散性が増すことが予想されることから、加湿等の飛散防止対策が必要であるとされている。
- (4) 破碎施設において、異なる集じん装置（プレフィルター¹及びバグフィルター²）による捕集性能について比較したところ、プレフィルターでは水分散法による数値（高速回転式破碎機）では除去率が 72.3～93.3% 程度を示しているが、バグフィルタ

*1：「アスベスト対策推進検討会報告書」アスベスト対策推進検討会、平成元年 11 月

*2：「平成 7 年度未規制大気汚染物質モニタリング調査結果」環境庁、平成 9 年 1 月

*3：「スレート板等の粉碎時の発じんについて」（株）エーアンドエーマテリアル、平成 17 年 10 月

*4：「最終処分場におけるアスベストの挙動に関する研究報告書」厚生省生活衛生局水道環境部、平成元年 3 月及び平成 2 年 3 月

ーでは同じ条件で 99.9%以上の除去率を示していた。排ガスによる環境影響を防止するには適切な集じん装置の選択が重要である。

1：本試験では、チャコールフィルター付きのプレフィルターを使用した。プレフィルターの材質はポリエステル系繊維であり 2 重構造となっている。なお、チャコールフィルターはダイオキシン類除去を目的としたフィルターであり、集じん機能は期待できない。

2：本試験で使用したバグフィルターの材質はテトロンフェルト、ばいじん捕集効率は 99%以上、ろ過速度は 3.14m/min、払い落とし方式はパルスジェット式であり、破碎施設で一般的に採用されているバグフィルターと同等の性能を有する。

(5) 破碎施設の発じん測定では、高速回転式破碎機において極めて高濃度のアスベストが測定されており、直接計数法による結果でも 420~3,400 本/L と屋外ガイドラインの管理濃度である 0.15 本/cm³ (150 本/L) を上回っていた。

(6) 溶融施設からの排ガスについては、定量下限値 (0.27 本/L) 未満から 1.7 本/L であり、大気汚染防止法における敷地境界基準値 (10 本/L) より低く、かつ一般大気環境と同等のレベルであった。一方、アスベストを溶融等する施設の高温排ガス中のアスベスト濃度に係る参考データは得られていない。諸外国の関連情報としては以下のものが参考となるが、これらの数値と比較すると、十分に低い値といえる。

- ・ ドイツ：アスベストを含有する危険物質を取り扱う解体工事等では、屋外に排出される空気中のアスベスト濃度は 1,000 本/L を超えてはならない。^{*5}
- ・ EU：指令により、排出口における濃度の規制基準を 0.1mg/m³ (2,000 本/L に相当) としている。^{*6}

(7) 溶融施設における発じん測定では、定量下限値 (7.2 本/L) 未満から最大で 7.6 本/L であったが、アスベスト含有廃棄物を処理していない場合と比較してほとんど変化がなかった。

2) 作業環境について

(1) 破碎施設の発じん測定では、上述のとおり、高速回転式破碎機において高濃度のアスベストが測定されており、屋外ガイドラインの管理濃度である 0.15 本/cm³ (150 本/L) を大きく上回っていた。その一方で低速回転式破碎機においては 16~71 本/L であった。

^{*5}：危険物質省令に基づく技術規則

^{*6}：Council Directive of 19 March 1987 on the Prevention and Reduction of Environmental Pollution by Asbestos

- (2) 破碎工程における飛散防止策としては、石綿含有スレートの粗破碎及び袋詰め作業における比較実験^{*7}が参考となる。これは、気乾状態のものと散水したものについてそれぞれ粗破碎及び袋詰めを行った作業環境中のアスベスト濃度を測定したもので、第一評価値（気乾 0.083 本/cm³、散水 0.056 本/cm³）及び第二評価値（気乾 0.022 本/cm³、散水 0.012 本/cm³）共に作業環境中のアスベストの飛散は散水によって低減するという結果であった。

第一評価値：第1管理区分と第2管理区分の境界（管理濃度を超える測定点の割合が5%の点における値）

第二評価値：第2管理区分と第3管理区分の境界（測定値の平均濃度）

- (3) 溶融施設における発じん測定では、上述のとおり、最大で7.6本/Lであったが、アスベスト含有廃棄物を処理していない場合と比較してほとんど変化がなかった。

3) 無害化処理について

- (1) 溶融処理に伴い生ずるスラグや飛灰については、分散染色法で3000粒子中4未満（いずれも検出されず）であり、石綿が検出されず、スラグについて電子顕微鏡（SEM-EDX）で分析した結果でもアスベスト繊維は認められなかった。

- (2) スラグ水砕水については、一部に繊維状物質が検出されたが、分散染色法及び電子顕微鏡で分析した結果、アスベスト繊維は認められなかった。

- (3) 以上より、溶融による生成物であるスラグや排ガス、水砕水中のアスベスト濃度が検出されないか十分に低いことから、本実証試験では、溶融処理によるアスベストの無害化の効果があったと考えられる。

4) 残さ等の適正な処理について

- (1) 溶融施設の集じん物（溶融飛灰）については、分散染色法による結果ではアスベストは検出されなかった。なお、「廃石綿等処理マニュアル」^{*8}では、溶融が不十分であった生成物や排ガス処理設備等から排出され、石綿が付着したものは溶融設備に戻して処理するものとしている。

- (2) 破碎施設の集じん物については、分散染色法による結果ではアスベストが検出され、X線回折による結果ではアスベスト含有率は3.0～5.5%であった。なお、前述のとおり破碎後の残さやバグフィルター捕集ダストについては飛散性が増すことが予想されるため、加湿等の飛散防止対策が必要であるとされている。

^{*7}：「石綿含有建材（波形スレート）廃棄物の中間処理における粉じん発生試験」（株）エーアンドエーマテリアル、平成17年12月

^{*8}：「特別管理廃棄物シリーズ 廃石綿等処理マニュアル」財団法人 廃棄物研究財団、平成5年3月

8.1.3 処理方法の評価にあたって

1) 一般環境への影響について

- (1) 廃棄物の処理にあたっては、廃棄物の飛散を防止する措置を講ずることが必要である。前述の「アスベスト対策推進検討会報告書」において飛散防止対策として、集じん装置の設置の他、集じん装置の適正稼働や建屋等からの飛散防止が挙げられている。廃棄物の処理においても、破碎に伴う粉じんの発生による環境影響を防止するため、破碎機室を設置すること、破碎機室を完全密閉することは構造上難しいため破碎機室を屋内に設置すること、集じん装置を設置すること、集じん装置の適正稼働を確保すること、集じん物の取扱にあたっての飛散防止措置を講ずること、建屋の開口部をできるだけ閉じることが有効であると考えられる。
- (2) 実際の施設の稼働にあたっては、排ガス等が一般環境に影響を与えていないことを確認するためのモニタリングについての検討が必要である。なお、大気汚染防止法における特定粉じん発生施設のモニタリングについては、6月を超えない作業期間ごとに1回以上行うこととされている。
- (3) 集じん装置については、平成元年の「アスベスト対策推進検討会報告書」等の各種調査において、次のような検討がなされている。
 - ・ 大気汚染防止法における特定粉じん発生施設において採用する集じん装置の種類については具体的な定めはないものの、各種集じん装置について考慮した上で、バグフィルターがアスベストの処理に最も適しているとしている。実際に、当時の特定粉じん発生施設において設置されていた集じん装置の95%余りを占めていたとの報告⁹がある。
 - ・ 一方、建築物の解体等における石綿飛散防止対策としては、大気汚染防止法の特定粉じん排出等作業における作業基準として、作業場からの排気に使用する集じん装置については、HEPA フィルタが用いられている。これは、解体現場が恒常的に設置されないため、作業基準により対処する必要があることから、恒常的に設置され、敷地境界基準による検証可能な特定粉じん発生施設と異なり、より高度な集じん装置の設置が求められているためと考えられる。
 - ・ なお、バグフィルターの捕集効率に最も大きい影響を与えるのは、ろ布面における処理ガスの見かけのろ過速度であるとされているが、捕集効率についての考察をするには至っていない。⁹ なお、アスベストを取り扱っている施設での使用の実例では、ろ過風速が0.96m/min～2.4m/minであった。
 - ・ 一方で、「石綿粉じん発生抑制マニュアル」¹⁰では、国際アスベスト協会（AIA）

⁹：「アスベスト排出抑制マニュアル（増補版）」環境庁大気保全局大気規制課監修、ぎょうせい、昭和63年4月

¹⁰：「石綿粉じん発生抑制マニュアル」社団法人 日本石綿協会、平成2年4月

の「工場の固定式粉じん排出システムならびにそれらの保守の実践に関しては」において、フェルト状の繊維フィルタで1.5~2m/min程度、編んだ繊維フィルタで1.0~1.15m/min程度となっていることから、この程度のろ過風速を推奨している。

- (4) ダクト、煙突及び煙道におけるガス中のアスベスト濃度の測定技術については「JISK3850-4 空気中の繊維状粒子測定方法 - 第4部：固定発生源 - プラントからのアスベスト飛散 - 繊維計数測定法」がある。しかしながら、フィルタが高温排ガスでは使用できないものが規定されているなど、溶融施設の煙突や煙道のガス測定では利用できず、実態として排ガス中のアスベスト濃度を測定するための規格がないのが現状である。本調査では、無害化処理施設におけるサンプリング、分析方法について検討し、一定の成果を得たが、これらの方法については今後知見を充実し、確立していく必要がある。

2) 作業環境への影響について

- (1) 破碎施設については作業環境におけるアスベスト濃度が高濃度となる。非飛散性アスベスト含有廃棄物の破碎等の作業については、石綿障害予防規則（平成17年厚生労働省令第21号）により、「石綿等を取り扱う業務に係る措置」として、石綿等を湿潤な状態のものとしなければならない、労働者に呼吸等保護具を使用させなければならない等の規制がなされていることから、労働安全の観点から適切に対処することが必要である。
- (2) 溶融施設については、袋詰めされたアスベスト含有廃棄物を投入することにより作業環境への発じんを抑制することができたものと考えられる。アスベスト含有廃棄物を取扱うにあたっては、処理工程上の工夫によりアスベストの飛散の抑制に努めると共に、アスベストの粉じんを発生させる恐れのある作業については石綿作業主任者の選任等が義務づけられていることから、労働安全の観点から適切に対処することが必要である。

3) 処理後物の無害化の確保について

- (1) 廃石綿等の溶融処理においては、溶融のみが中間処理として認められている。クリソタイル、アモサイト及びクロシドライトのうち、溶流点が最も高いクリソタイルで概ね摂氏1500度であることから、その温度以上で溶融することによりアスベストの分解及び溶融が確実となると考えられる。ただし、この溶流点は添加剤の投入等により低下させることができる。

- (2) アスベスト廃棄物の溶融に係る研究^{*11}では、X線回折法や走査型電子顕微鏡とエネ

*11：「アスベスト廃棄物の溶融処理に関する基礎的研究」酒井伸一他、平成元年6月

ルギー分散型 X 線マイクロアナライザーを用い、高温溶融処理によりアスベスト形態が物理的及び化学的に構造変化することが確認されており、このような方法により生成物が無害化されていることを確認することが必要である。なお、前述の「廃石綿等処理マニュアル」では、「溶融施設を稼働させる前に実規模で予定する試料と同等の試料を小型の溶融施設を用いて模擬的に試運転を行うこと。この試験運転で得られた生成物が石綿でないことを十分確認」するとしている。

- (3) 同マニュアルでは、実際の処理においては、生成物の分析を定期的に行い、石綿の変質が十分行われていることを確認することが望ましいとしている。実際の処理における無害化の確認のための定期的な分析のあり方について検討する必要がある。

【アスベストの物性】

アスベストの分解温度、溶解点は下表に示すとおりである。分解温度は 400～800、溶解点は 1,193～1,521 であり、クリソタイルが最も高い。

| 温 度 | クリソタイル | アモサイト | クロシドライト |
|----------|---------|---------|---------|
| 分解温度 () | 450～700 | 600～800 | 400～600 |
| 溶解点 () | 1,521 | 1,399 | 1,193 |

分解温度：脱水反応を起し、結晶構造が崩壊して強度を失う温度

4) 残さ等の適正な処理について

- (1) 無害化処理から生ずる残さ等の廃棄物は、集じん装置により捕集される集じん物と無害化処理により生ずるスラグ等が考えられる。
- (2) 集じん物については、破碎施設からは相当程度のアスベストが含まれ得ると考えられる。これらについては、十分な飛散防止措置を講じた上で、溶融処理を行うことが考えられる。
- (3) 溶融施設から生ずる集じん物については、アスベスト濃度は低いあるいはアスベストが含まれないことが想定される。これらの集じん物（溶融飛灰）には重金属類等が高濃度に含まれるものがあることから、これらを考慮した上で適切に処分する必要がある。
- (4) アスベストを溶融したことにより生ずるスラグについては、再生利用されない場合については、適正に埋立処分する必要がある。

5) その他

高速回転式破碎機は、一旦粗く破碎したものを再度破碎するものであることから、低速回転式破碎機に比べて多量の粉じんが検出されている。高速回転式破碎機に破碎していな

いスレート板を投入することは困難であり、単独で高速回転式破砕機のみを設置することは考えにくい。高速回転式破砕機の使用にあたっては密閉構造の確保が重要と考えられる。

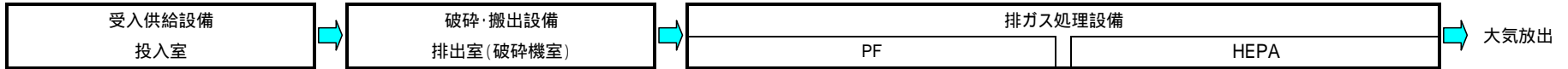
産業廃棄物破碎施設テストプラント [1回目] (集じん装置 : PF・HEPA)
 アスベスト処理時測定結果

二軸破碎機

総投入量 : 800kg/5h (全量アスベスト含有スレート)
 アスベスト混入率 : 15.4%

敷地境界

| | |
|---------------------------|-------------|
| 計数法 ¹ (f/L) | 風上 : 0.24 |
| | 風下 : < 0.13 |



発じん状況

| | |
|-----------------------------|------|
| 粉じん濃度 (mg/m ³) | 5.3 |
| 計数法 ² (f/L) | 94 |
| 水分散 計数法 ² (f/L) | 1000 |
| 溶媒分散 計数法 ² (f/L) | 2300 |

発じん状況

| | |
|----------------------------|------|
| 粉じん濃度 (mg/m ³) | 12.0 |
| 計数法 ² (f/L) | 290 |
| 水分散 計数法 ² (f/L) | 6300 |

破碎ガス (PF出口)

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 計数法 ¹ (f/L) | 0.4 , 2.9 |
| 水分散 計数法 ¹ (f/L) | 140 , 93 |
| 溶媒分散 計数法 ¹ (f/L) | 200 , 110 |

破碎ガス (HEPA出口)

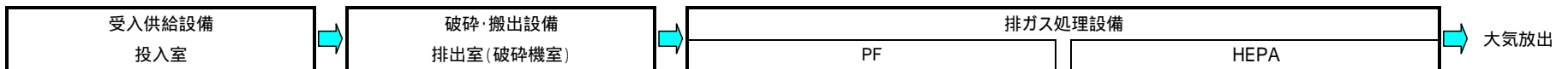
| | |
|------------------------|-----------------|
| 計数法 ¹ (f/L) | < 0.25 , < 0.23 |
|------------------------|-----------------|

ハンマーミル

総投入量 : 800kg/5h (全量アスベスト含有スレート)
 アスベスト混入率 : 15.4%

敷地境界

| | |
|---------------------------|-------------|
| 計数法 ¹ (f/L) | 風上 : < 0.13 |
| | 風下 : 1.1 |



発じん状況

| | |
|-----------------------------|--------|
| 粉じん濃度 (mg/m ³) | 146 |
| 水分散 計数法 ² (f/L) | 79000 |
| 溶媒分散 計数法 ² (f/L) | 250000 |

発じん状況

| | |
|----------------------------|--------|
| 粉じん濃度 (mg/m ³) | 1640 |
| 水分散 計数法 ² (f/L) | 140000 |

破碎ガス (PF出口)

| | |
|-----------------------------|-------------|
| 水分散 計数法 ¹ (f/L) | 3600 |
| 溶媒分散 計数法 ¹ (f/L) | 3600 , 3200 |

破碎ガス (HEPA出口)

| | |
|-----------------------------|------------|
| 計数法 ¹ (f/L) | 1.1 , 0.31 |
| 溶媒分散 計数法 ¹ (f/L) | 0.92 |

参考となる数値

- 1: 10f/L以下 [大気汚染防止法施行規則 第16条の2 特定粉じん発生施設に係る隣地との敷地境界における規制基準]
- 2: 150f/L未満 [屋外作業場等における作業環境管理に関するガイドライン(基発第0331017号) 管理濃度]

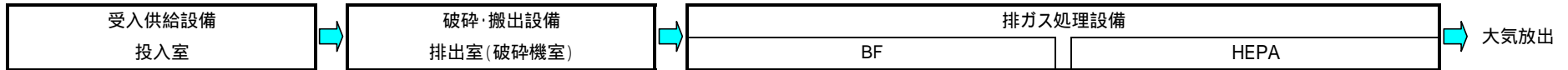
産業廃棄物破碎施設テストプラント [2 回目] (集じん装置 : BF・HEPA)
 アスベスト処理時測定結果

二軸破碎機

総投入量: 585kg/4.5h (全量アスベスト含有スレート)
 アスベスト混入率: 15.4%
 ろ過速度 3m/min 設定及び 1m/min 設定とも同様

敷地境界

| | |
|---------------------------|------------|
| 計数法 ¹ (f/L) | 風上: < 0.13 |
| | 風下: < 0.13 |



発じん状況

| | |
|-------------------------------|---------|
| 粉じん濃度 (mg/m ³) | 10, 6.0 |
| 計数法 ² (f/L) | 16, 71 |

発じん状況

| | |
|-------------------------------|--------|
| 粉じん濃度 (mg/m ³) | 14, 10 |
| 計数法 ² (f/L) | 38, 60 |

破碎ガス (BF 出口)

| | |
|----------------------------|--------------|
| 計数法 ¹ (f/L) | < 1.1, < 1.1 |
| 水分散 計数法 ¹ (f/L) | < 1.8, < 1.7 |

破碎ガス (HEPA 出口)

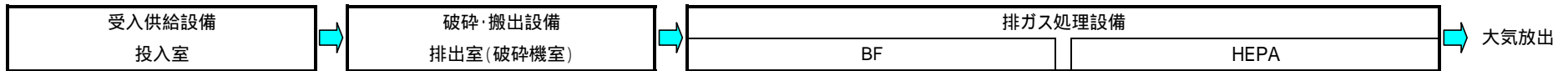
| | |
|------------------------|--------------|
| 計数法 ¹ (f/L) | < 1.1, < 1.0 |
|------------------------|--------------|

ハンマーミル

総投入量: 585kg/4.5h (全量アスベスト含有スレート)
 アスベスト混入率: 15.4%

敷地境界

| | |
|---------------------------|------------|
| 計数法 ¹ (f/L) | 風上: < 0.13 |
| | 風下: < 0.13 |



発じん状況

| | |
|-------------------------------|-----|
| 粉じん濃度 (mg/m ³) | 8.0 |
| 計数法 ² (f/L) | 420 |

発じん状況

| | |
|-------------------------------|------|
| 粉じん濃度 (mg/m ³) | 26 |
| 計数法 ² (f/L) | 3400 |

破碎ガス (BF 出口)

| | |
|----------------------------|-------|
| 計数法 ¹ (f/L) | < 1.1 |
| 水分散 計数法 ¹ (f/L) | < 1.7 |

破碎ガス (HEPA 出口)

| | |
|------------------------|-------|
| 計数法 ¹ (f/L) | < 1.1 |
|------------------------|-------|

参考となる数値

- 1: 10f/L 以下 [大気汚染防止法施行規則 第 16 条の 2 特定粉じん発生施設に係る隣地との敷地境界における規制基準]
- 2: 150f/L 未満 [屋外作業場等における作業環境管理に関するガイドライン (基発第 0331017 号) 管理濃度]

シャフト炉式溶融施設テストプラント
アスベスト処理時測定結果

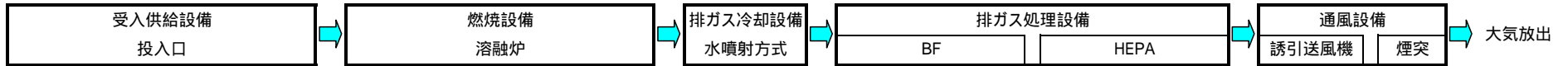
ケース (一般廃棄物 + アスベスト含有シートバッキン)
総投入量: 599kg/h (内、アスベスト含有物8kg/h)
アスベスト混入率: 0.9%

ケース (ASR + アスベスト含有スレート10%)
総投入量: 384kg/h (内、アスベスト含有物37kg/h)
アスベスト混入率: 1.2%

ケース (ASR + アスベスト含有スレート20%)
総投入量: 404kg/h (内、アスベスト含有物73kg/h)
アスベスト混入率: 2.3%

敷地境界

| | |
|---------------------------|------------|
| 計数法 ¹ (f/L) | 風上: < 0.13 |
| | 風下: < 0.13 |



発じん状況

| | |
|---------------------------|-----------------|
| 粉じん濃度 (mg/m3) | 8.0 |
| | 5.0 |
| | 6.0 |
| 計数法 ² (f/L) | 定量下限値未満 (< 7.2) |
| | 定量下限値未満 (< 7.2) |
| | 定量下限値未満 (< 7.2) |

水砕スラグ

| | |
|----------------------------------|----------------|
| 分散染色法 ³ (f/3000粒子) | 0 |
| | 0 |
| | 0 |
| 電子顕微鏡 (SEM-EDX) | アスベスト繊維は認められない |
| | アスベスト繊維は認められない |
| | アスベスト繊維は認められない |

燃烧排ガス (BF出口)

| | |
|---------------------------|--------|
| 計数法 ¹ (f/L) | < 0.27 |
| | < 0.38 |
| | < 0.35 |

燃烧排ガス (HEPA出口)

| | |
|---------------------------|--------|
| 計数法 ¹ (f/L) | < 0.24 |
| | < 0.37 |
| | < 0.37 |

溶融飛灰

| | |
|----------------------------------|---|
| 分散染色法 ³ (f/3000粒子) | 0 |
| | 0 |
| | 0 |

スラグ水砕水

| | |
|--------------------|----------------|
| 計数法 (Mf/L) | 0.82 |
| 電子顕微鏡 (SEM-EDX) | アスベスト繊維は認められない |

参考となる数値

- 1: 10f/L以下 [大気汚染防止法施行規則 第16条の2 特定粉じん発生施設に係る隣地との敷地境界における規制基準]
- 2: 150f/L未満 [屋外作業場等における作業環境管理に関するガイドライン(基発第0331017号) 管理濃度]
- 3: 3000粒子中 4f未満 [JIS A 1481建材製品中のアスベスト含有率測定方法 アスベストの有無の判定基準]

各種分析結果表中の

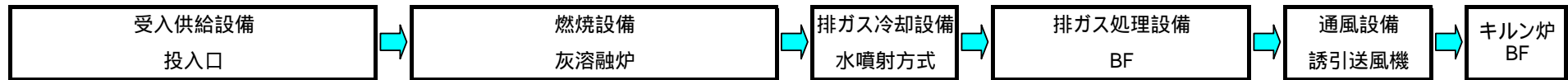
- 上段: ケース
- 中段: ケース
- 下段: ケース

表面溶融炉
アスベスト処理時測定結果

ケース1[非飛散性アスベスト(スレート材)]
 総投入量: 14.40t/8h(内、アスベスト含有物1.44t)
 アスベスト混入率: 約1.5%
 ケース2[飛散性アスベスト(吹き付け材)]
 総投入量: 13.88t/8h(内、アスベスト含有物0.92t)
 アスベスト混入率: 約0.9%

敷地境界

| | |
|---------------------------|-------------------|
| 計数法 ¹ (f/L) | 風上: < 0.13 ~ 0.28 |
| | 風下: 0.28 |



発じん状況

| | |
|---------------------------|-----|
| 粉じん濃度 (mg/m3) | 1.3 |
| | 0.7 |
| 計数法 ² (f/L) | 3.8 |
| | 3.8 |

水砕スラグ

| | |
|----------------------------------|----------------|
| 分散染色法 ³ (f/3000粒子) | 0 |
| | 0 |
| 電子顕微鏡 (SEM-EDX) | アスベスト繊維は認められない |
| | アスベスト繊維は認められない |

燃烧排ガス(BF出口)

| | |
|---------------------------|------|
| 計数法 ¹ (f/L) | 0.59 |
| | 1.7 |

溶融飛灰

| | |
|----------------------------------|---|
| 分散染色法 ³ (f/3000粒子) | 0 |
| | 0 |

スラグ水砕水

| | |
|---------------|-----------------------|
| 計数法 (Mf/L) | 定量下限値未満 (< 0.14) |
| | 定量下限値未満 (< 0.36) |

参考となる数値

- 1: 10f/L以下 [大気汚染防止法施行規則 第16条の2 特定粉じん発生施設に係る隣地との敷地境界における規制基準]
- 2: 150f/L未満 [屋外作業場等における作業環境管理に関するガイドライン(基発第0331017号) 管理濃度]
- 3: 3000粒子中 4f未満 [JIS A 1481建材製品中のアスベスト含有率測定方法 アスベストの有無の判定基準]

各種分析結果表中の

上段: ケース1
下段: ケース2

8.2 石綿含有家庭用品の処理方法等について

石綿含有廃棄物の処理の安全性、確実性を確保することは極めて重要かつ喫緊の課題である。石綿含有家庭用品に関しては、平成17年9月に処理の過程で石綿が飛散しないようにするための当面の措置が環境省から市町村に周知し、その中でより適正な処理方法や処理システムのあり方について、専門家の意見を聞きつつ検討するとされている。このような背景から、石綿含有家庭用品の処理方法等について専門家の意見を聞きつつ実証試験等の調査が行われ、今般下記のような結果がとりまとめられた。

8.2.1 一般廃棄物処理施設における石綿含有家庭用品の処理方法等について

1) 実証試験の内容

- (1) 経済産業省から公表された石綿を含有する家庭用品のうち、販売台数が多く（概ね10万台以上）販売終了後にメーカーの示す使用年数の2倍使用されたとしても、2005年以降に廃棄物として排出される製品を抽出すると、多いものでもその製品のおおよそ0.2重量%程度と見込まれる。石綿障害予防規則においては、石綿を1重量%を超えて含有するものを「石綿等」として、取扱に留意が必要なものとしているが、石綿含有家庭用品に含まれる石綿の濃度は、これと比較すると低い値である。
- (2) 石綿が使用されている部品は、シートパッキン、石綿板、アスベストスポンジと言われるものが多い。このうち、石綿板とアスベストスポンジは、1990年までに代替化が終わっているが、シートパッキンは、2005年段階で温水機器や照明器具、洗濯機、冷蔵庫等に一部使用されていた。
- (3) そこで、今回の実証試験では、石綿が使用された部品を代表するものとしてシートパッキンを選択し、石綿含有家庭用品が廃棄物となったものを模擬する試料として、A市の粗大ごみ、不燃ごみに石綿含有シートパッキンを投入ごみ量に対して約1.3重量%（石綿混入率約0.84重量%）混入させることとした。
- (4) 実証試験では、粗大ごみ・不燃ごみの処理を想定し、収集運搬時のパッカー車及びプレスパッカー車投入、粗大ごみ・不燃ごみ処理施設における破砕処理、焼却施設における破砕残さの焼却、焼却灰の溶融における石綿の挙動をそれぞれ調査した。
- (5) ただし、焼却処理に係る実証試験では、可燃ごみに通常処理時と同程度の混入割合の実証に係る破砕残さを入れ処理し、さらに溶融はその焼却灰を使用した。そして、焼却と溶融処理時においては新たにシートパッキンを追加していない。
- (6) 使用したシートパッキンは、石綿含有率67%の新品の製品を使用した。

2) 実証試験の結果と評価

- (1) 収集運搬作業（パッカー車、プレスパッカー車への投入）
パッカー車及びプレスパッカー車の投入口付近で発じん測定を行ったところ、測定結果は定量下限値（1本/L）未満と一般大気環境レベルの濃度^{*1}であった。
- (2) 破砕処理
処理施設の敷地境界における測定値は、風上で0.14本/L、風下で定量下限値（0.13本/L）未満と、一般大気環境レベルの濃度^{*1}であった。

投入口付近、破碎機周辺、可燃物貯留場、鉄貯留ホッパ周辺の4カ所で発じん測定を行ったところ、測定結果は定量下限値（10本/L）未満（鉄貯留ホッパ周辺）～38本/L（破碎機周辺）と、「屋外作業場等における作業環境管理に関するガイドライン（基発第0331017号）」（以下「屋外ガイドライン」という。）の管理濃度である0.15本/cm³（150本/L）を十分下回っている*²。

破碎施設からの集じんガスについては、バグフィルタ入口で53本/L（1号機）及び34本/L（2号機）である一方、出口で定量下限値（0.44本/L）未満（1号機）及び0.30本/L（2号機）と一般大気環境レベルの濃度*¹となっている。また、産業廃棄物破碎施設テストプラントで石綿含有スレート材のみを二軸破碎機及びハンマーミルで処理したときのバグフィルタ入口の石綿濃度はそれぞれ12本/L（二軸破碎機、ろ過速度3m/分）、17本/L（同、ろ過速度1m/分）、330本/L（ハンマーミル、ろ過速度3m/分）であり、出口ではいずれも定量下限値未満（<1.1本/L）である。この結果及び過去の知見*³から、バグフィルタは石綿に対しても十分な捕集性能（除去率90～99%以上）を期待できる。

このように、実証試験を行った施設では局所吸気し、破碎施設からの集じんガスをバグフィルタで除じんしていることから、破碎作業及び施設からの石綿の飛散の防止の為には実証試験と同様に局所吸気、破碎施設からの集じんガスの除じんといった飛散防止措置を講ずることが適当である。

集じん物からは、分散染色法*⁴で3000粒子中4本未満と石綿は検出されなかったが、石綿がフィルタに捕捉されている可能性など、より詳細な挙動等の定量化については今後の研究課題である。

破碎残さから分散染色法*⁴では石綿は検出されなかったが、破碎残さ中にシートパッキンの一部が目視されており、破碎残さの保管・運搬時における飛散防止措置を講ずることが適当である。

(3) 焼却施設・溶融施設

投入ホッパで発じん測定を行ったところ、結果は20本/Lと屋外ガイドラインの管理濃度である0.15本/cm³（150本/L）を十分下回っている*²。

また、前述したとおりシャフト炉式溶融施設テストプラントについても、8.0本/Lと屋外ガイドラインの管理濃度を十分下回る結果が得られている〔P9-11：ケース参照〕

排ガスについては、バグフィルタ出口で定量下限値（0.31本/L）未満と一般大気環境レベルの濃度*¹であった。

また、シャフト炉式溶融施設テストプラントについても、バグフィルタ出口で定量下限値（0.27本/L）未満の結果が得られている。

焼却灰、スラグ、集じん灰については分散染色法*⁴で3000粒子中4本未満と、石綿が検出されなかったが、より詳細な挙動等の定量化については今後の研究課題である。なお、シャフト炉式溶融施設テストプラントのスラグ、溶融飛灰についても、3000粒子中4本未満という結果が得られている。

焼却灰冷却水、スラグ水砕水からは繊維状物質が検出されたが、電子顕微鏡（SEM+EDX）

で分析した結果、前者が硫酸カルシウム、後者が珪素・アルミニウム・カルシウム等を成分とした繊維であることを確認した。

3) 石綿含有家庭用品の処理方法

これまでの知見及び通常よりも高濃度の石綿を含むように石綿含有部品を投入して行った今回の実証試験の結果等を踏まえると、石綿含有家庭用品の処理は、下記に示す方法により行うことが適当である。

(1) 石綿含有家庭用品の収集運搬

パッカー車及びプレスパッカー車によって、石綿含有家庭用品を含む廃棄物の収集運搬を行うことは問題ないと考えられる。なお、石綿含有家庭用品を分解せず、そのままの状態で排出するなど、飛散しないように排出するよう住民に周知することが適切である。

(2) 破碎処理

破碎施設においては、投入口、破碎機周辺など発じん場所の局所吸引設備を設けるとともに、適正な捕集率を維持するように設計・保守管理されたバグフィルタを用いて集じんするなど、破碎により発生する粉じんが破碎作業の周辺など施設周辺に飛散しないための措置を講ずることが適切であり^{*5}、適宜バグフィルタ等の設置を行うための改造が必要となる。なお、破碎機室内の作業時には、石綿曝露防止のため、防護服・マスクを着用するなど、作業者の曝露防止対策を講ずることが望ましい。

(3) 破碎残さ及び集じん物の保管・運搬

破碎残さ及び集じん物の保管・運搬時には、加湿やシート掛け、袋詰めなど、飛散防止のための措置を講ずることが適切である。

(4) 焼却施設・溶融施設

焼却・溶融施設においては、高性能なバグフィルタ等の集じん装置が設けられているため、破碎残さ及び集じん物を処理することは問題ないと考えられる。なお、投入口(ごみピット内)周辺での作業時に防護服・マスクを着用するなど、作業者の曝露防止対策を講ずることが望ましい。

(5) 最終処分

破碎残さ及び集じん物をそのまま最終処分する場合には、破碎残さ及び集じん物を湿潤させてから荷下ろしし、転圧する場合は重機が直接埋立対象物の上に乗ることのないよう覆土した後に行うことが適切である。また、1日の作業終了後に埋立面の上面を覆土することが適切である。

(6) 周辺環境及び作業環境への配慮

石綿含有家庭用品を処理する場合若しくは処理する可能性がある場合は、破碎施設や焼却・溶融施設からの集じんガスの測定を含め、周辺環境及び作業環境における石綿の飛散状況を、6ヶ月に1回程度の頻度で測定することにより把握することが望ましい。

^{*1}平成17年度に環境省(当時)が行ったモニタリングの結果において、一般大気環境中(住宅地域、商工業地域、農業地域)の石綿濃度は1.56本/L以下であった。(平成17年度アスベスト緊急大気濃度調査結果(環境省、平成18年3月))

- *² バグフィルタの捕集性能に関しては、これまで下記のような知見が報告されている。
- ・石綿用のバグフィルタの運転実績として、設計及び保守管理が適正であれば効果的に石綿を処理することができる（石綿を含む粉じんの）捕集率で99%以上）ことが示されている。（石綿排出抑制マニュアル増補版（環境省大気保全局大気規制課監修、昭和63年3月、ぎょうせい）
 - ・粗大ごみ処理施設7カ所において行われた調査では、バグフィルタ入り口や廃棄物の選別施設において高濃度（12～119本/L）の石綿が検出された場合でも、バグフィルタを用いることで1～3本/Lまで低減された。（最終処分場におけるアスベストの挙動に関する研究報告書（厚生省生活衛生局水道環境部、平成元年3月及び平成2年3月））
- *³ 今回の実証試験については、定点測定を前提とした作業環境測定を用いることは適切でないことから、有害物質の濃度が最も高くなる作業時間帯における測定値を作業環境評価基準と同等の管理濃度と比較して評価している屋外ガイドラインの考え方を準用して評価した。
- *⁴ 測定対象の繊維状物質の屈折率と浸液の屈折率を一致させ、屈折率が光の波長によって変化する性質（分散）を利用して、試料中の測定対象繊維だけを光学的に着色させて識別する方法。
- *⁵ 大気汚染防止法で規制される特定粉じん発生施設において採用する集じん装置の種類については具体的な定めはないものの、バグフィルタが石綿を最も効率よく集じんとされている。実際に、特定粉じん発生施設において設置されていた集じん機の95%余りを占めていたとの報告がある。（アスベスト対策推進検討会報告書（アスベスト対策推進検討会、平成元年11月））破碎施設の集じん装置は、多くの場合、ろ過風速が2～3m/分で設計、運転管理されており、今回の実証試験においても1m/分、2.4m/分、3m/分と概ね同様の範囲である。従って、こうしたろ過速度であれば適正な除去率が確保できると考えられるが、石綿の除去率とバグフィルタの設計・保守管理条件との定量的な関係や石綿の挙動については、今後の研究課題である。また、今回の実証試験ではバグフィルタでのデータに限られるため、バグフィルタ以外の集じん装置を使用する場合には集じんガスの測定を行うことが適切である。

8.2.2 家電リサイクルプラントについて

家電リサイクルプラントで扱っている冷蔵庫やエアコン、洗濯機にはこれまでパッキン等にアスベストが使用されてきているが、家電製品協会の会員会社による、作業者の環境を把握するために行った自主測定の結果では、プラント内におけるアスベスト濃度は0.8本/L以下と一般大気環境レベルの濃度であった。今後、石綿含有家庭用品を処理する場合若しくは処理する可能性がある場合は、適正な除去率を維持するように設計・保守管理されたバグフィルタを用いて集じんするなど、粉じん等の飛散防止のための措置を講ずる他、破碎施設からの集じんガスの測定を含め、周辺環境及び作業環境における石綿の飛散状況を、6ヶ月に1回程度の頻度で測定することにより把握することが望ましい。

8.2.3 その他

ここで示した処理方法については、2年間程度、処理施設における飛散状況等の情報の

蓄積を行った上で、必要に応じ、より合理的な方法に見直すことがある。

A市破碎施設
アスベスト処理時測定結果

総投入量:約60t/4h
 [粗大・不燃ごみ投入量:約59t
 アスベスト含有シートパッキン投入量:0.75t(アスベスト含有率67%)]
 アスベスト製品混入率:約1.3%
 アスベスト混入率:約0.84%



発じん状況²

| | |
|-------------------------------|-----|
| 粉じん濃度 (mg/m ³) | 2.7 |
| 計数法 (f/L) | 11 |

発じん状況²

| | |
|-------------------------------|-----|
| 粉じん濃度 (mg/m ³) | 4.0 |
| 計数法 (f/L) | 38 |

発じん状況²

| | |
|-------------------------------|---|
| 粉じん濃度 (mg/m ³) | - |
| 計数法 (f/L) | - |

発じん状況²

| | | |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|
| | 鉄貯留ホッパ | 可燃物貯留場 |
| 粉じん濃度 (mg/m ³) | 0.0 | 6.0 |
| 計数法 (f/L) | 定量下限値 未満 (<10) | 定量下限値 未満 (<15) |

破碎ガス¹

| | |
|------------------------------|------------------------|
| | 出口 |
| 粉じん濃度 (g/m ³) | 0.0000 |
| 計数法 (f/L) | 定量下限値 未満 (<0.44) |

破碎ガス¹

| | |
|------------------------------|--------|
| | 出口 |
| 粉じん濃度 (g/m ³) | 0.0003 |
| 計数法 (f/L) | 0.30 |

車両によりごみピットへ搬送 ←

敷地境界¹

| | | |
|--------------|------|--------------------|
| | 風下 | 風上 |
| 計数法 (f/L) | 0.14 | 定量下限値未満 (<0.13) |

選別物³

| | | |
|---------------------|-----|------|
| | 磁性物 | 可燃残さ |
| 分散染色法 (f/3000粒子) | 0 | 0 |

集じん物³

| | |
|---------------------|---|
| 分散染色法 (f/3000粒子) | 0 |
|---------------------|---|

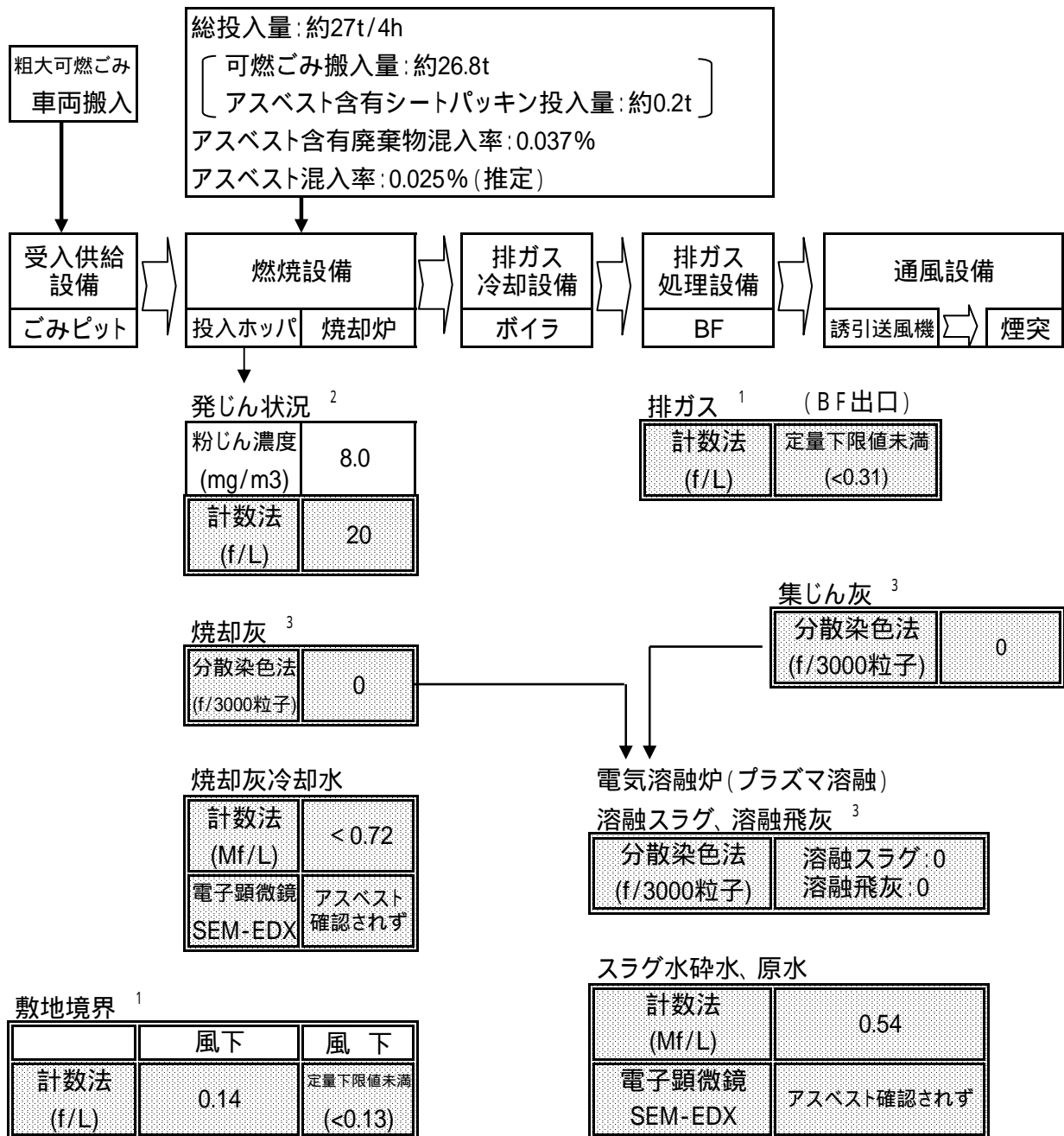
集じん物³

| | |
|---------------------|---|
| 分散染色法 (f/3000粒子) | 0 |
|---------------------|---|

参考となる数値

- 1:10f/L以下 [大気汚染防止法施行規則 第16条の2 特定粉じん発生施設に係る隣地との敷地境界における規制基準]
- 2:150f/L未満 [屋外作業場等における作業環境管理に関するガイドライン(基発第0331017号) 管理濃度]
- 3:3000粒子中 4f未満 [JIS A 1481建材製品中のアスベスト含有率測定方法 アスベストの有無の判定基準]

A市焼却処理施設
アスベスト処理時測定結果



参考となる数値

1: 10f/L以下

[大気汚染防止法施行規則 第16条の2 特定粉じん発生施設に係る隣地との敷地境界における規制基準]

2: 150f/L未満 [屋外作業場等における作業環境管理に関するガイドライン(基発第0331017号) 管理濃度]

3: 3000粒子中 4f未満 [JIS A 1481建材製品中のアスベスト含有率測定方法 アスベストの有無の判定基準]

収集車
アスベスト含有物投入時測定結果

総投入量: 約320kg/30min × 台
 (内、4.5kgがアスベスト含有シートパッキン)
 アスベスト含有廃棄物混入率: 約1.4%
 アスベスト混入率: 約0.94%

| 車種 | 計数法 (f/L) | |
|----------|---------------------|---------------------|
| | 風下 | 風上 |
| プレスパッカー車 | 定量下限値 未満 (<1) | 定量下限値 未満 (<1) |
| パッカー車 | 定量下限値 未満 (<1) | 定量下限値 未満 (<1) |

参考となる数値
 1:10f/L以下
 [大気汚染防止法施行規則 第16条の2]
 特定粉じん発生施設に係る隣地との敷地境界における規制基準