

特定粉じん排出等作業中の大気濃度の測定 (関係情報の整理)

1 現状の作業基準における漏えい監視①

- 平成25年2月の中央環境審議会の中間答申を踏まえ、平成26年6月の大
 防法施行規則改正では、特定建築材料を掻き落とし等により除去する作業
 (作業場を隔離し、集じん・排気装置で作業場内を負圧に確保する作業)の
 作業基準として、粉じんを迅速に測定できる機器(アスベストを含む全ての粉じん
 を測定する繊維状粒子自動測定器、パーティクルカウンタ、粉じん濃度計)を用いた集じ
 ん・排気装置の正常稼働の確認等を義務づけた。

＜解体等現場管理のための主要な繊維等測定法＞

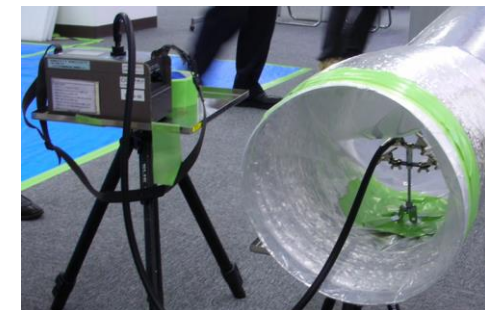
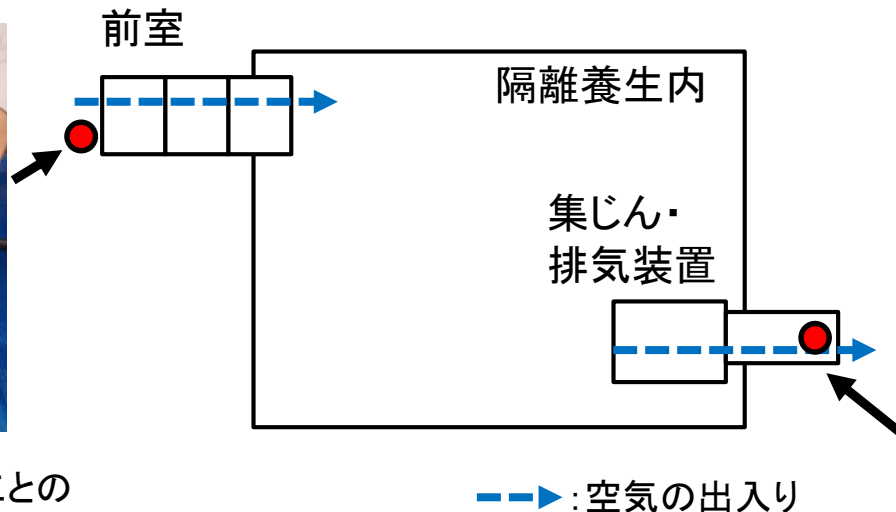
		繊維状粒子自動測定機	パーティクルカウンタ	粉じん濃度計
測定対象物質	石綿繊維	×	×	×
	総繊維	○	×	×
	粒子	△	○	○
測定頻度		リアルタイム	リアルタイム	リアルタイム
連続測定		○	○	○
特徴		・大気中の総繊維の濃度を簡単にリアルタイムで測定できる。	・大気中の粒子の個数濃度や粒子径の分布を簡単にリアルタイムで測定できる。 ・持ち運びが容易である。	・浮遊粒子が比較的高濃度の現場でも測定が可能である。 ・持ち運びが容易である。

1 現状の作業基準における漏えい監視②

- ・ 現行の大気汚染防止法では施行規則において、集じん・排気装置を設置する作業について、
 - ①初めて特定建築材料の除去を行う日の除去の開始前に、集じん・排気装置が正常に稼働することの確認
 - ②除去を行う日の除去開始前に、作業場及び前室が負圧に保たれていることの確認
 - ③初めて除去を行う日の除去開始後速やかに集じん・排気装置の排気口において、粉じんを迅速に測定できる機器を用いることにより集じん・排気装置が正常に稼働することの確認を漏えい監視として義務づけている。



前室が負圧に保たれていることの確認例
(スモークテスターによる気流の確認)



排気口での装置が正常に稼働することの確認例
(粉じん濃度計による排気ダクト内の粉じん濃度の測定)

(参考) 中間答申(平成25年2月)における 大気濃度の測定に係る議論の経緯①

- ・ 中間答申では、集じん・排気装置等の性能を確保することについて、作業基準での規定や技術指針の作成を検討する必要があるとするほか、予期せぬ箇所からの石綿の飛散が確認された事例を踏まえ、作業期間中に敷地境界等における大気濃度の測定を行わせる必要がある一方で、規模の小さいあるいは工期の短い解体現場等についても、一律に大気濃度測定を義務付けるか否かについては、慎重に検討すべきであるとされた。

< 中間答申(平成25年2月) 4 大気濃度測定の義務づけ 抜粋 >

特定粉じん排出等作業における周辺環境への石綿飛散については、引き続き作業基準の遵守を義務づけることにより石綿飛散防止を図ることが必要と考えられる。また、集じん・排気装置等の性能を確保することについて、作業基準での規定や技術指針の作成を検討する必要がある。

外見上は作業基準を遵守しているように見えても、予期せぬ箇所からの石綿飛散が確認された事例もある。このため、作業基準の一環として、意図しない石綿の飛散が発生していないことを施工業者が確認するため、作業期間中に敷地境界等における大気濃度の測定を行わせる必要がある。

なお、(中略)、現在、大気濃度測定に要する期間は一般的に数日程度と考えられることから、規模の小さいあるいは工期の短い解体現場等についても、一律に大気濃度測定を義務付けるか否かについては、慎重に検討すべきである。

(参考) 中間答申(平成25年2月)における 大気濃度の測定に係る議論の経緯②

- ・ 大気濃度測定結果の評価方法について、敷地境界等の基準は、周辺環境への石綿の飛散を防止するための管理基準として設定することが適当とし、当該基準は一般大気環境濃度の状況も参考に、引き続き検討が必要であるとされた。

＜中間答申(平成25年2月) 5 大気濃度に係る評価基準及び測定方法＞

(1) 大気濃度測定結果の評価方法(抜粋)

海外でのリスク評価の例も参考に、健康リスクの観点から基準を決定すべきとの意見もあるが、特定粉じん発生施設と異なり、解体現場等における石綿の排出は、石綿の除去等作業を行う一定期間に限られるものが大部分であり、解体工事毎に作業期間が異なること及び建築物等に使用される石綿の種類毎に毒性が異なること等から、有害大気汚染物質と同様に、大気中における石綿濃度の基準を設定するには、さらに検討が必要となる。

このため、敷地境界等の基準は、健康リスクの観点からの評価を考慮しつつ、解体作業等に伴う周辺環境への石綿の飛散を防止するための管理基準として設定することが適当である。敷地境界等において、石綿の飛散の有無を確認することにより、周辺環境への影響について確認することができる。

なお、石綿濃度の基準設定に当たっては、これまで特定粉じん発生施設(石綿含有製品製造施設)に係る敷地境界基準(一般大気環境中の石綿濃度が10本/L)が、解体現場等における周辺環境への石綿飛散の有無を評価する基準としても引用されてきた。当該基準は、石綿の中でも毒性の比較的弱いクリソタイルを対象としたものであり、これより毒性の強い石綿も使用されている特定工事の現場では緩すぎるとの指摘がある。このことを踏まえると、一般大気環境濃度の状況を参考に、引き続き検討が必要である。

(参考)中間答申(平成25年2月)における 大気濃度の測定に係る議論の経緯③

- ・ 大気濃度の測定方法、測定対象物質については、的確に判断・指導するためには石綿繊維数の正確な分析が必要とされ、総繊維数濃度や石綿繊維数濃度について速やかに精度の高い結果が得られる方法を検討すべきこととされた。
- ・ 測定場所については、敷地境界を基本としながらも、集じん・排気装置の排気口やセキュリティゾーンの出入口での測定結果を活用することも検討する必要があるとされた。
- ・ さらに、特定工事施工の間に、集じん・排気装置の排気口やセキュリティゾーンの出入口等で繊維状粒子や粉じん等の飛散の状況を定期又は連続で測定・記録することにより、意図しない石綿飛散が発生していないことを確認する方法も有効とされた。

<中間答申(平成25年2月) 5 大気濃度に係る評価基準及び測定方法>

(2)大気濃度の測定方法、測定対象物質

大気中濃度の測定には、総繊維数や石綿繊維数について速やかに精度の高い結果が得られる方法が求められ、公定法を定めることについて関係各省とも連携して検討すべきである。

なお、測定場所は、周辺環境への影響の確認の必要性を踏まえ、敷地境界とすることを基本とするが、敷地内であっても当該工事関係者や建築物等を使用する者以外の者が通行する場所の有無や、高層部で作業を実施する場合等を考慮して設定する必要がある、また、近隣で同様な特定工事が行われている場合もあると考えられることから、さらに具体的に検討する必要がある。また、集じん排気装置の排気口やセキュリティゾーンの出入口での測定結果を活用することも検討する必要がある。

(参考) 中間答申(平成25年2月)における大気濃度の測定に係る議論の経緯④

- ・ 中間答申を受け、アスベスト大気濃度調査検討会では、①敷地境界等における大気濃度測定方法、②発生源となりやすい箇所からの影響を確認する方法について技術的に検討を行った。
- ・ 検討会では、敷地境界等における大気濃度測定については、技術的課題を克服して有効な手法を確立する必要がある一方、粉じん等を迅速に測定可能な機器を用い、集じん・排気装置の不具合の有無を確認することが有効とされ、検討結果は、平成25年10月に石綿飛散防止対策専門委員会(以下「専門委員会」という)に報告された。

<検討会の報告(抜粋)>

- ・ 敷地境界等における大気濃度測定については、意図しない石綿飛散が発生していないことを確認するための効果が見込まれ、一般大気環境への影響の確認の必要性を踏まえるとこれを基本とすべきものと考えられる。
しかし、現時点においては、測定箇所の選定、分析方法等の課題を引き続き検討し、技術的課題を克服して有効な手法を確立する必要がある。
- ・ 粉じん等を迅速に測定可能な機器を用い、集じん・排気装置が使用されているすべての特定工事を対象として、集じん・排気装置からの粉じん等の漏えいを迅速に測定可能な機器により測定することを義務づけ、集じん・排気装置の不具合の有無を確認することが有効であり、これにより、一般大気環境への石綿の飛散をより効果的に防止できる。
- ・ 先ずは、集じん・排気装置の排気口等からの漏洩監視を徹底させることが重要であり、敷地境界等における大気濃度測定については、現場での調査、測定等の実績を積み、今回の制度改正の施行状況も踏まえ検討を進める。
- ・ 敷地境界等における測定は、石綿の飛散防止対策の効果の確認や周辺環境への配慮の観点から、事業者自らが行うことが望ましい。さらに、自治体が石綿の飛散がないことを確認するために行うことも考えられる。この場合、漏えい監視の観点からの目安は、現状においては、一般大気環境中の総繊維数濃度の状況を参考に、石綿繊維数濃度1本/Lとする。

2-1 石綿繊維数濃度測定迅速化に向けての検討

- 残された課題について、環境省において検討を重ね、アスベストモニタリングマニュアルを平成29年7月に改訂した。

<改訂の要点>

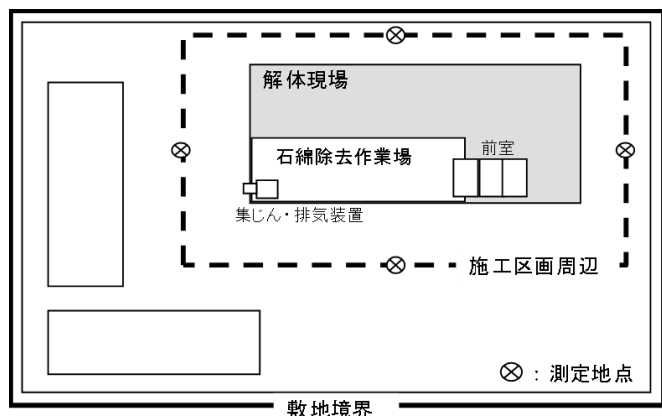
1 測定箇所の選定

- 解体現場等において、大気中のアスベスト濃度調査を行う場合は、作業場からの石綿飛散の影響を確実にとらえる観点から、敷地境界ではなく、施工区画周辺（作業場直近で人の通行等がある場所）の4箇所で測定することを示した。

2 測定方法の検討

- 測定方法に「発生源近傍及び集じん・排気装置排出口等における漏えい監視・管理のための測定方法」を位置づけた。
- 発生源近傍等における漏えい監視のための迅速測定法として、「位相差／偏光顕微鏡法」及び「位相差／蛍光顕微鏡法」を位置付けた。

解体現場での測定箇所イメージ図



漏えい監視・管理のための測定方法

試料採取
30分又は2時間採取

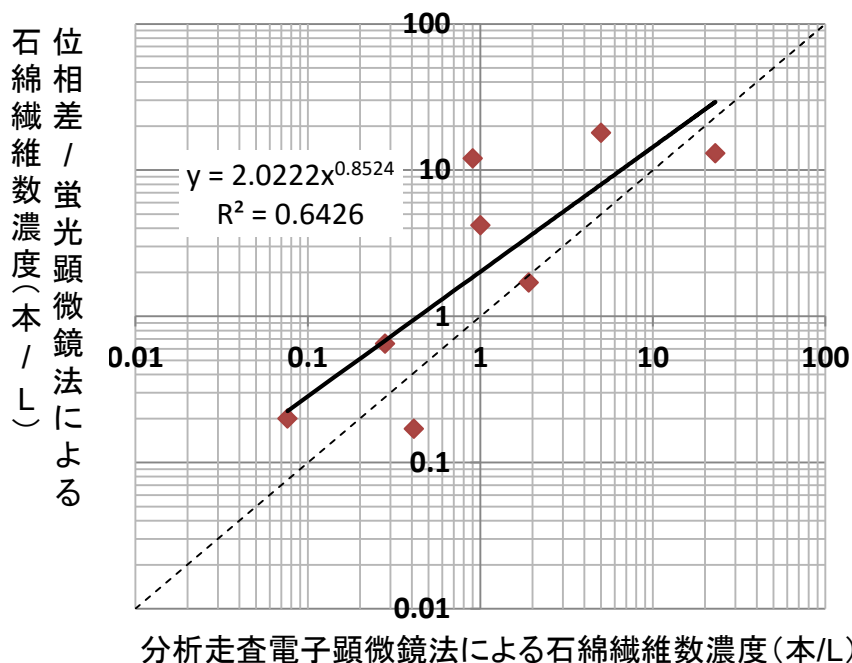
※ 測定箇所は前室の入口の近傍又は
集じん・排気装置の排気口ダクト内部

位相差／偏光顕微鏡法
位相差／蛍光顕微鏡法
アスベスト繊維数濃度を測定

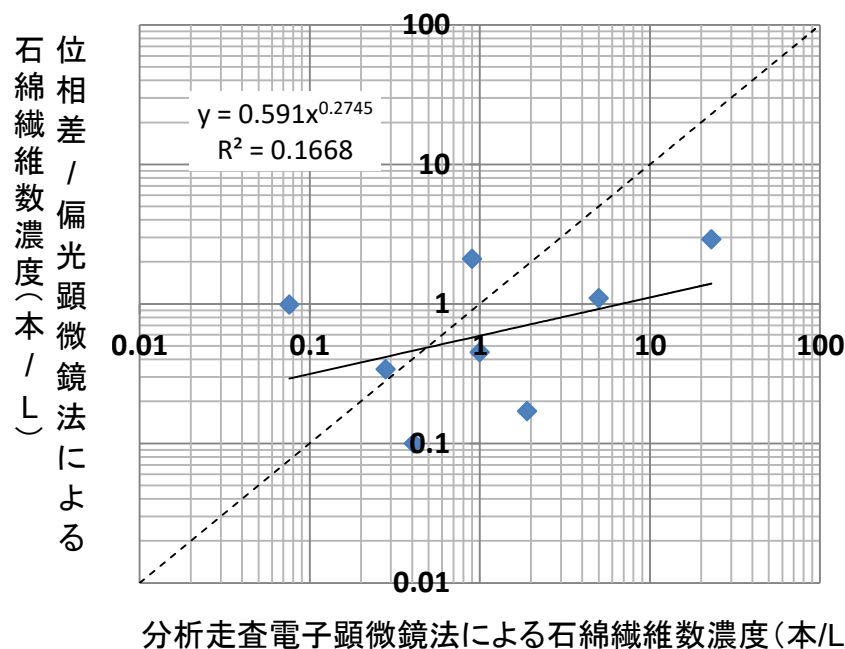
2-2 マニュアルに追加した迅速測定法について更なる検討(環境省)

- 発生源近傍等における迅速測定法を一般の大気環境と同程度の石綿繊維数濃度(1本/L程度)の測定に活用できるかを確認するため、分析走査電子顕微鏡での測定結果と比較検討を行った。
- その結果、位相差／偏光顕微鏡法では相関はみられなかった。位相差／蛍光顕微鏡法は1本/L付近においても比較的相関が取れることが確認され、分析走査電子顕微鏡法で分析すべき検体のスクリーニング的な活用はできることが分かったが、敷地境界などでの大気濃度調査(石綿繊維数濃度)の測定として用いるには精度について技術的な課題があるといえる。

位相差/蛍光顕微鏡法比較グラフ



位相差/偏光顕微鏡法比較グラフ



(参考) 石綿繊維数濃度の測定技術の研究開発状況

- ・ サンプリングからアスベスト検出までの全行程を自動化し、連続的に大気アスベスト濃度を測定できる装置について、環境研究総合推進費で今年度から研究開発が進められている。

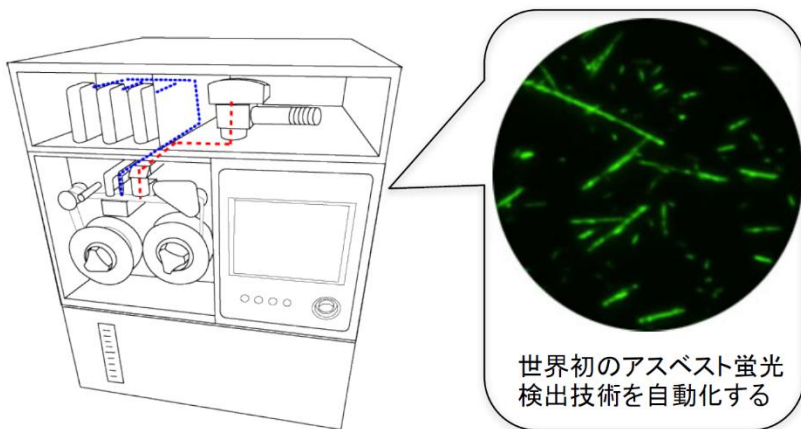
<研究課題名>

蛍光顕微鏡法による大気アスベスト連続自動計測装置の開発と解体現場におけるアスベスト飛散状況の解明

<研究期間>

2019年度～2021年度

自動検出装置の開発



飛散状況の解明

- ・ レベル1、2のアスベスト除去の現場における漏洩状況の把握
- ・ 工事終了後に養生を取り外す際のアスベスト濃度測定
- ・ レベル3の現場における飛散状況など



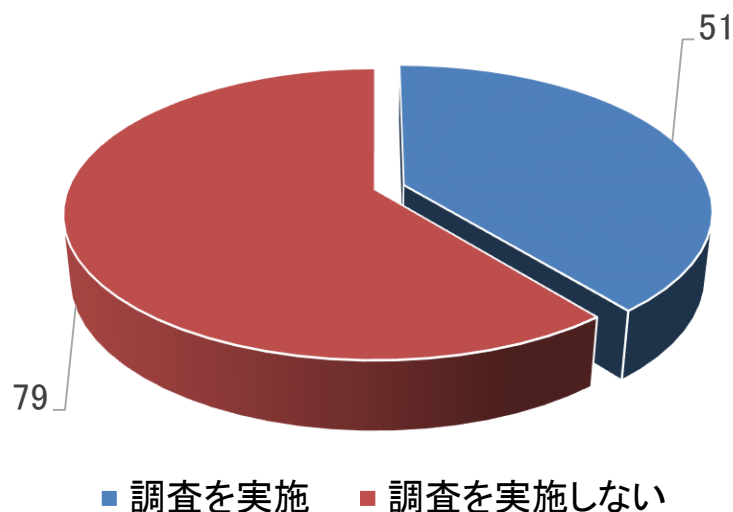
環境再生保全機構ホームページ上の研究概要から作成

3-1 都道府県等の立入検査時の測定体制

- 環境省が都道府県等に行ったアンケートによると、都道府県等が立入検査を行う際に大気濃度調査を行う場合があると回答した都道府県等は130回答があったうち51(有効回答のうち39%)であった。
- また、都道府県等から回答があった位相差顕微鏡等の分析機器の保有状況は、位相差顕微鏡は29(同22%)、電子顕微鏡は20(同15%)、位相差／偏光顕微鏡は10(同8%)、位相差／蛍光顕微鏡及び可搬型蛍光顕微鏡法はそれぞれ1(同0.7%)の都道府県等であった。

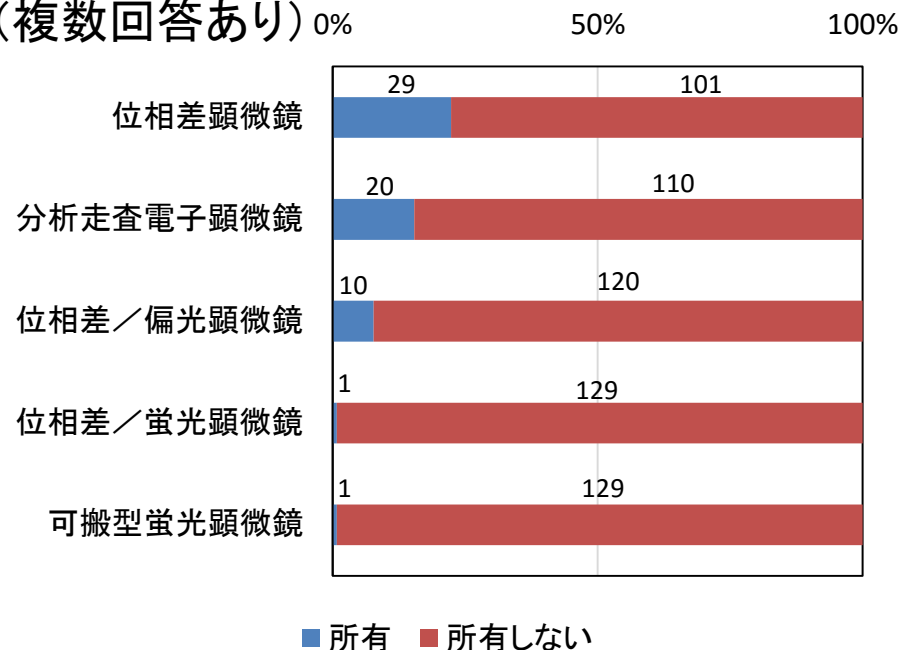
<都道府県等の調査の結果>

立入検査時にアスベスト大気濃度調査を実施することがある都道府県等



有効回答: 130都道府県等

自治体が保有する顕微鏡の種類 (複数回答あり)

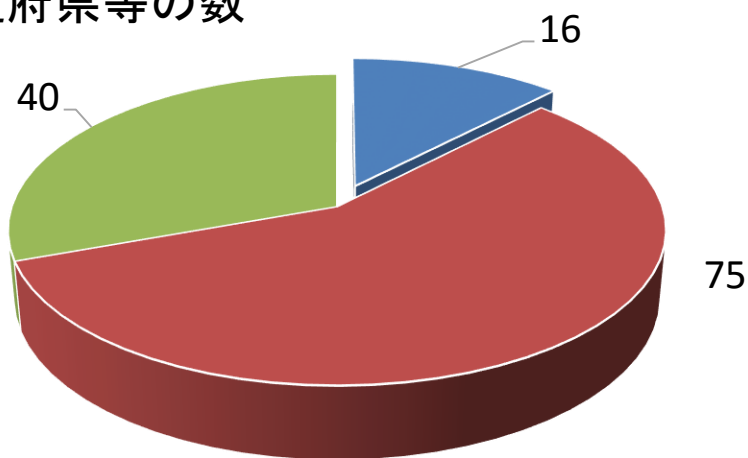


3-2 都道府県等の条例制定状況及び測定に関する課題

- ・ 解体等工事期間中に、施工区画周辺等で条例により大気中のアスベスト調査を義務付けている都道府県等は16(有効回答のうち12%)であった。この他、75(同57%)では、条例による義務付けではないが、調査の実施を指導している。
- ・ 測定に関する課題として、多くの都道府県等において測定結果が判明するまでに解体等工事が終了すること等を挙げた。

<都道府県等の条例制定状況>

アスベスト大気濃度調査を指導している
都道府県等の数



有効回答:131自治体

■ 条例で義務化 ■ 測定するよう指導 ■ 指導せず

<測定に関する課題>

大気濃度調査を実施される場合の課題
(複数回答あり)

- ・ 結果が判明するまでに解体等工事が終了してしまう:119(91%)
- ・ 基準値がなく、測定結果を評価できない:95(73%)
- ・ 発注者の費用負担が大きい:93(71%)
- ・ 分析機関が少ない:32(24%)

4-1 解体等現場における石綿の飛散事例

- 都道府県等の立入検査等における大気濃度調査では、平成26年度から29年度までで、石綿繊維の作業現場からの漏えいが疑われる事例^(※)が10件あった。
※施工区画周辺等で石綿繊維数濃度が1本/L以上検出されたもの
- 漏えいの原因を確認した結果、事前調査の不備、集じん・排気装置の使用における不適切な管理、作業員の隔離場所からの出入りの際における不適切な行動に伴い石綿繊維が漏えいした事例であり、漏えいは作業基準で求められている管理等の不徹底により発生したと考えられる。

<都道府県等における調査の結果>

No	作業内容	測定結果 (石綿繊維数濃度)	原因
1	吹付け石綿の 掻き落としによる 除去作業	17 本/L	集じん・排気装置に過去に使用した際の石綿が付着していたおそれ
2		42 本/L	集じん・排気装置の不備により隙間等から漏えいしたおそれ
3		45 本/L	除去作業中に集じん・排気装置のダクト接合部が一時的に外れたため
4		35 本/L	除去作業中に集じん・排気装置のダクト接合部が一時的に外れたため
5		110 本/L	クリーンルーム出入りの際の管理不十分のため石綿を持ち出したおそれ
6		21 本/L	接続部の養生不備により、隙間等から漏えいしたおそれ
7		28 本/L	除去作業の着工前に吹付材の劣化による脱落が発生し、隔離養生前の機材等の搬出作業等に伴い、機材等に付着した吹付材が飛散したおそれ
8	断熱材の 高圧洗浄による 除去作業	62 本/L	・断熱材の崩落により、空気が逆流し、負圧状態に保てなくなったため ・防護服を着用したまま、クリーンルームを通過して作業場外に出た可能性があったため
9		46 本/L	退室時の前室での真空掃除機による全身清掃、洗身室でのエアシャワーによる洗身に不備があり、衣服に付着したアスベスト繊維を持ち出したおそれ
10		190 本/L	事前調査不備により、予定外の箇所に石綿含有建材が存在したため

4-2 石綿含有成形板等の除去の際の大気濃度調査(環境省)

- 環境省が実施した石綿含有成形板等の除去現場における調査結果では、養生の外側にあたる敷地境界においては石綿繊維数濃度1本/Lと同水準以下であった。

養生を実施した石綿含有成形板等除去作業現場における
総繊維数濃度及び石綿繊維数濃度の調査結果(平成27～29年度環境省調査)

建材	飛散防止方策	測定項目	測定数	敷地境界 [養生の外側]
けい酸カルシウム板第1種	・養生(窓枠目張り)	総繊維数濃度	4	0.11～1.1
		石綿繊維数濃度	1	0.2
ビニル床タイル	・養生 (ブルーシートによる養生) ・湿潤化	総繊維数濃度	2	0.16～0.84
		石綿繊維数濃度	—	—
ビニル床タイル	・養生 (開口部をシートで目張り) ・湿潤化	総繊維数濃度	4	0.15～0.68
		石綿繊維数濃度	—	—

【本/L】

4-3 石綿含有断熱材等を切断等以外の方法で除去した際の 大気濃度調査(環境省)

- 石綿含有断熱材、保温材及び耐火被覆材を掻き落とし、切断、又は破碎以外の方法で除去する場合は、作業基準により除去部分周辺の養生、除去建材の湿潤化、養生撤去前の除去部分への薬液等の散布及び作業場内の特定粉じんの処理を求めている。
- 当該作業所周辺における石綿繊維の大気濃度調査を環境省において実施中であるが、現在までに、石綿繊維数濃度が1本/L以上検出された事例はない。

除去作業の概要

対象建築物等	工場設備(1施設)
石綿の使用部位(用途)	蒸気配管(保温材)
石綿の種類	アモサイト
石綿含有濃度	不明
除去方法	配管のステンレスカバー及びブルーフィン グを取り外し、保温材に薬液を散布して 湿潤化した後、手作業にて除去
飛散防止対策	周囲(6面)をプラスチックシートで養生

調査結果

総繊維数濃度(本/L)	作業場 近傍	2.8	バックグラ ウンド	4.5
石綿繊維数濃度(本/L)		<0.8		<0.8



作業の状況

(養生内で湿潤化後手作業で除去)

5 大気濃度調査の精度を担保する取組について

- ・ 大気中のアスベスト濃度調査については計量法による計量証明の対象外であり、調査の精度を担保する法令等はない。
- ・ 石綿の分析精度を担保する取組は、民間の機関により行われており、分析者を対象とした実技研修・分析技術評価事業や、試験所等を対象とした技能試験が行われている。
- ・ また、作業環境における石綿濃度調査については、作業環境測定士の制度がある。

認定機関	名称	対象	受講人数等
(一社)日本環境測定分析協会	アスベスト偏光顕微鏡実技研修 (H25～H30でのべ106名受講)	分析者	H25～H30でのべ106名受講
	位相差顕微鏡による繊維計数技能試験	試験所	H27～H29で129試験所が参加
(公社)日本作業環境測定協会	鉱物性粉じんに関する登録機関	事業所	登録機関数:431機関 (H29.10現在)
	石綿分析技術評価事業 Aランク認定者 Bランク認定者 Cランク認定者	分析者	配付された試料について、石綿の繊維の本数を顕微鏡を用いて数える試験。Aランクが最も難易度が高い。 Aランク認定者:199人 Bランク認定者19人 Cランク認定者134人(H31.2現在)
(公財)安全衛生技術試験協会	第一種作業環境測定士 (第1号(鉱物性粉じん))	分析者	作業環境測定法に基づき、石綿等の鉱物性粉じんを取り扱う事業所において作業環境測定の業務を行うことができる。 (一般環境ではない。)

6 海外における石綿に関する大気濃度調査規定の現況

- 海外においては、石綿除去作業中の隔離作業現場周辺における大気濃度の測定に関する規定を定めている国が見られる。

<海外における石綿に関する大気濃度調査の規定状況の例>

	米国	英国	ドイツ	韓国
測定地点 (作業中)	・隔離作業現場での 測定の必要なし※ ※十分な隔離が行われる 場合	・集じん・排気装置の 排気口 ・セキュリティゾーン出 入口 ・敷地境界	・集じん・排気装置の 排気口	・集じん・排気装置の 排気口 ・セキュリティゾーン出 入口 ・敷地境界 等
基準値	—	総繊維数濃度10本/L 以下	(排気許容濃度) 石綿繊維数濃度1本 /L	総繊維数濃度10本/L 以下
測定方法	—	位相差顕微鏡法 (PCM法)	走査型電子顕微鏡法 (SEM法)	位相差顕微鏡法 (PCM法)、走査型電 子顕微鏡法(SEM法)、 透過型電子顕微鏡法 (TEM法)