

[資料]

アスベスト除去工事における大気中へのアスベスト飛散監視調査

藤原 亘¹, 中坪 良平¹, 松村 千里¹, 平木 隆年¹¹ 兵庫県環境研究センター 大気環境科 (〒654-0037 神戸市須磨区行平町3-1-18)Monitoring results of asbestos emissions into the atmosphere
at asbestos removal construction sitesWataru FUJIWARA¹, Ryouhei NAKATSUBO¹,
Chisato MATSUMURA¹ and Takatoshi HIRAKI¹¹ Atmospheric Environmental Division, Hyogo Prefectural Institute of Environmental Sciences,
3-1-18, Yukihira-cho, Suma-ku, Kobe, Hyogo 654-0037, Japan

1996年度から2014年度にかけて、アスベスト除去工事現場において飛散実態を調査した。調査件数は2005年度の境に急増しており、クボタショックによるアスベスト被害の顕在化が影響していると考えられた。アスベストの漏えい割合は2005年以降減少傾向にあり、近年は7%前後で推移していた。アスベスト漏えいの要因は様々であったが、セキュリティ出入口では集じん機のトラブル、集じん機排気口ではHEPAフィルターの不具合による漏えいが多かった。超高压水を用いた煙突内壁のアスベスト除去作業が近年さかんに行われているが、漏えい割合が30%と他の工事に比べて著しく高く、また大規模な漏えいにつながる可能性が高かった。

I はじめに

1996年5月に大気汚染防止法(以下「大防法」という。)が改正、翌年4月に施行され、アスベスト除去作業に作業基準が定められた。2005年6月のクボタショックの後、大防法は改正強化され、規制対象建築材料・建築物の追加指定、解体等工事の規模要件の撤廃などが行われた。一方、兵庫県は環境の保全と創造に関する条例(兵庫県条例第28号、以下、「県条例」という。)を1995年に制定、翌年1月に施行し、建築物等の解体や改修に伴う大気中へのアスベスト飛散防止対策を国に先駆けて実施してきた。大防法及び県条例ではアスベストが使用されている建築物等の解体等工事の際に作業基準の遵守が義務付けられている。具体的には、作業内容に関する掲示、ポリエチレンフィルム等

による作業場の隔離・養生、高性能フィルター(HEPAフィルター)付き集じん排気装置(以下、「集じん機」という。)による作業場内の負圧化、薬液等による湿潤化等の実施が義務付けられている。これら作業基準の主な目的は一般環境中にアスベストを飛散させないことであるが、近年、アスベスト除去工事において排気口やセキュリティゾーンの出入口等で、アスベストの飛散事例が確認されている¹⁾。兵庫県と当センターでは、1996年度から合同で、2009年からは測定業務委託によりアスベスト除去工事現場に調査を行い、アスベスト濃度を測定することで法令等の遵守業況を確認している。本調査では、1996年度から2007年度にかけて行った監視調査結果を報告した前回²⁾に引き続き、1996年度から2014年度にかけて行った調査結果について報告する。

II 方法

1 解析対象期間

解析対象期間は1996年4月から2015年3月までの19年間とした。

2 調査地域

調査地域は、兵庫県域のうち神戸市、姫路市、尼崎市、西宮市及び明石市を除く地域とした。

3 調査対象

大防法に基づく特定粉じん排出等作業実施届による工事を調査対象とし、1997年4月以前については県条例に基づく特定工作物解体等工実施届による工事も調査対象とした。2005年度以降、兵庫県では工事の進捗状況や人員の確保等の理由により調査できない場合を除き、原則、全ての届出工事を調査対象としている。また、アスベスト種についてはクリソタイル、アモサイト、クロシドライトのみとし、建築物等での使用事例が非常に少ないトレモライトやアクチノライトなどは除外した。

4 サンプルング及びアスベストの計数方法

サンプルングは環境省が定めるマニュアル³⁾に準じて行い、直径47mmのろ紙に10 L/minの流量で概ね30分通気捕集した。捕集地点は、原則として集じん機排気口及びセキュリティ出入口の2地点としたが、工事内容によってはグローブバッグ直近や敷地境界等でも捕集を行った。捕集直後に現場にてアセトン-トリアセチン法により試料を作成し、位相差顕微鏡を用いてアスベストを計測した。10本/L以上のアスベストが検出された場合は漏えいがあったと判断し、県が直ちに工事の中止を要請し改善指導を行った。アスベスト種については形態的特徴から判定したが、正確を期すため、試料を持ち帰り偏光顕微鏡にて再確認した。

5 アスベストの漏えい基準

アスベスト濃度が10本/L以上検出された場合は漏えいがあったと判断し、県が工事の中断及び作業方法の改善を指導し、後日再調査を行った。

Table 1に年度別調査件数及び漏えい割合を示す。調査件数は測定を伴う立入を行った回数とし、例えば10本/L以上のアスベストが検出され後日再調査を行った場合、調査件数は2件とした。1996年度から2004年度までの調査件数は年6件程度であったが、2005年度以降は年100件程度まで増加し、以降は横ばい状態であった。調査件数が増加した要因として、クボタショック及び大防法改正に伴い県民のアスベストに対する関心が高まったため、兵庫県では全工事に対して調査を行うこととしたこと、加えてアスベスト被害が顕在化し、公的施設や工場などでアスベスト除去等の対策が積極的に行われたためと考えられた。調査件数の増加に伴い漏えい件数も増加したが、調査件数に占める漏えい件数の割合で見ると、1996年度から2004年度が約20%で推移しているのに対して2005年度以降は7%前後であり、減少傾向がみられた。クボタショック以降は行政機関によるガイドラインの整備が積極的に行われ、そのため漏えい率が減少したと考えられる。また、2014年6月に大防法が改正され、アスベスト除去業者には作業開始前及び作業中に作業場及びセキュリティ内の負圧の確認と集じん機の正常稼働確認が義務付けられる等、作業基準が強化された。しかしながら、2014年度の漏えい割合は7.1%となっており、大防法改正前後で大きな差は見られなかった。

以降では、調査件数が大幅に増加した2005年度以降について解析を行った。

Table 1 Trends in the number of surveys conducted and found to have leakage

Fiscal Year	Number of surveys conducted	Leakage	
		Number	Percentage
1996	5	0	0%
1997	6	1	16.7%
1998	4	1	25.0%
1999	3	1	33.3%
2000	9	2	22.2%
2001	2	0	0%
2002	6	1	16.7%
2003	12	1	8.3%
2004	8	3	37.5%
2005	114	11	9.6%
2006	228	9	3.9%
2007	109	9	8.3%
2008	136	12	8.8%
2009	129	9	7.0%
2010	100	7	7.0%
2011	83	4	4.8%
2012	74	8	10.8%
2013	86	4	4.7%
2014	112	8	7.1%

III 結果および考察

1 調査結果の推移

2 アスベスト種類別の漏えい数

2005年度以降におけるアスベスト種類別の調査件数及び漏えい数をTable 2に示す。複数種のアスベストを含有する建材、例えばクリソタイルとアモサイトを含有するアスベスト建材の除去工事については、クリソタイル及びアモサイトそれぞれについて1件とした。調査全体の60.7%をクリソタイルが占めており、アモサイトが28.8%、クロシドライトは10.5%であった。クリソタイルの比率が多い理由として、世界的に生産量が多かったこと、他のアスベストに比べて規制の対象となるのが遅かったことが考えられる。また、漏えい割合について、田口ら⁴⁾はアスベストを同一条件で発じんさせた場合、クリソタイルに比べてアモサイトの発じん量は11倍、クロシドライトは6倍の発じん量であったと報告している。本調査における漏えい割合も、クリソタイルの2.5%に対してアモサイトが14.0%、クロシドライトが16.9%となっており、角閃石系のアモサイトやクロシドライトは蛇紋岩系のクリソタイルに比べて飛散しやすいと推察された。

Table 2 Number of surveys conducted at removal sites and found to have leakage by asbestos type

Types	Removal		Leakage	
	Number	Percentage	Number	Percentage
Chrysotile	720	60.7%	18	2.5%
Amosite	342	28.8%	48	14.0%
Crocidolite	124	10.5%	21	16.9%
Total	1186		87	

3 測定地点別のアスベスト濃度

2005年度以降におけるセキュリティ出入口及び集じん機排気口のアスベスト濃度について、濃度別に示したものをTable 3に示す。両地点以外にも、例えばグローブバックを用いた除去工事等についても測定を行ったが、事例が少ないため除外した。セキュリティ出入口では1015件(90.1%)、集じん機排気口では1179件(87.4%)がアスベスト濃度1本/L未満となり、両地点ともほとんどの工事でアスベストは見られなかった。10本/L以上のアスベストが検出された事例はセキュリティ出入口が38件

Table 3 Asbestos concentrations at security and dust collector points

Point	Number	Asbestos concentration C (Fiber/L)			
		C<1	1≤C<10	10≤C<100	100≤C
Security	1126	1015(90.1)	73(6.5)	28(2.5)	10(0.9)
Dust collector	1349	1179(87.4)	115(8.5)	38(2.9)	16(1.2)
Total	2475	2194	188	67	26

(): Percentage 21

(3.4%)、集じん機排気口が54件(4.1%)であり、やや集じん機排気口で割合が高いものの、ほとんど差は見られなかった。100本/L以上のアスベストが検出された高濃度事例についても、セキュリティ出入口が10件(0.9%)、集じん機排気口は16件(1.2%)となり、こちらも両地点で差は見られなかった。

4 漏えい要因の考察

前述のとおり、セキュリティ出入口では全体の3.4%で10本/L以上のアスベストの漏えいが見られた。比較的多く見られたのは、集じん機のトラブルにより養生内を負圧に保つことができなかった事例である。例えば、集じん機周辺に大量の粉じんが飛散することでフィルターが目詰まりし、集じん機の能力が著しく落ちる事例が幾度か見られた。また、セキュリティ出入口が屋外に設置されているケースでも漏えいが数多く見られた。セキュリティ出入口が屋外にある場合は外気が養生内に入り易く、そのため養生内が正圧になってアスベストが漏えいした。Table 3を見ると、セキュリティ出入口から1.0~10本/L未満のアスベストが検出された事例が全体の6.5%存在したが、これはアスベスト除去の前段の作業である内装材の撤去や作業場の設置の際にアスベストを飛散させたと疑われる事例が多々あり、除去等の作業に係る前に作業場周辺の事前清掃を確実にしておく必要があることも示唆された。

集じん機排気口では全体の4.1%で10本/L以上のアスベストの漏えいが見られ、ほとんどはHEPAフィルターの不具合、例えばHEPAフィルターと本体の間のパッキンの劣化、HEPAフィルターのはめ込みがきちんとできていなかったこと等が原因であった。アスベスト除去経験が豊富な事業者であってもHEPAフィルターの不具合から漏えいした事例がしばしばあり、集じん機にHEPAフィルターを装着した際は複数の作業員による確認を行うなど徹底した管理が必要であると考えられた。また、届出と異なるアスベストが集じん機排気口から検出された事例もあった。これは、過去の除去工事のアスベストが集じん機内部に残っていたためと考えられ、除去工事が終わる度に集じん機内の点検及び清掃を徹底する必要があると考えられた。

5 煙突のアスベスト除去

近年、煙突内壁面のアスベスト含有断熱材の除去工事がさかんに行われている。煙突内に作業員が入れないような工事について、以前は煙突内にウレタン等を充填し、輪切りにしてそのまま処分する方法が用いられていたが、ここ数年は超高压水を回転ノズルから噴出してアスベストを除去する方法(以下、ウォータージェット工法という。)が増加している。この方法は作業員が入れないような狭い煙突でも利用可能であること、輪切りにしてそのまま処分するよりも費用が少ないことが利点として挙げられるが、その漏えい率の高さが問題となっている。ウォータージェット工法が積極的に行われ始めた2012年度以降の煙突の除去工事について、詳細をTable 4に示す。ただし、ここでは再調査に伴う測定は含んでいない。計30件の工事に対して9件(30%)で漏えいが確認され、近年の全体での漏えい率が7%前後で推移していることを考慮すると突出した漏えい率であると考えられる。セキュリティ出入口(14.5%)、集じん機排気口(12.2%)ともに漏えい率が高く、特にセキュリティ出入口では6500本/Lのアスベストの漏えいを含め、1000本/L以上の超高濃度の漏えいが延べ3箇所で見られた。セキュリティ出入口からアスベストが漏えいした要因は事例により様々なため、ここでは6500本/Lの漏えいがあった事例について紹介する。この工事ではセキュリティ出入口を屋上と地下に設け、集じん機を地下に設置してウォータージェット工法によりアスベストの除去を行った。しかし、作業中に水を大量に噴射することで養生内が陽圧になってしまい、地下及び屋上のセキュリティ出入口からアスベストが漏えいしたと考えられる。他の煙突のアスベスト除去工事においても同様の原因による漏えいが確認されており、作業の前に試験運転を行うなど細心の注意が必要であると考えられた。

Table 4 Survey results of chimney removal asbestos

Number surveys	Leakage	Security point			Dust collector point		
		Number	Leakage	Max (Fiber/L)	Number	Leakage	Max (Fiber/L)
30	9(30.0)	55	8(14.5)	6500	41	5(12.2)	110

(): Percentage

IV 結 論

1996年度から2014年度にかけて兵庫県内のアスベスト除去工事現場において飛散実態を調査したところ、以下の結果を得た。

- ① 兵庫県内のアスベスト除去工事の調査件数は、2005年度のクボタショックを境に年100件程度まで増加し、以後横ばい状態であった。
- ② アスベストの漏えい割合は1996年度から減少傾向にあり、近年は7%前後の状態が続いていた。また、2014年度に作業基準が強化されたが変化は見られなかった。
- ③ 除去対象のアスベスト種としてクリソタイルが約6割、アモサイトが約3割、クロシドライトが約1割使用されていた。漏えい割合はクリソタイルに比べて角閃石系のアモサイトやクロシドライトが6倍程度高かった。
- ④ セキュリティ出入口、集じん機排気口ではほとんどの調査でアスベストは検出されず、漏えい割合についても両地点に差は見られなかった。
- ⑤ アスベスト漏えいの要因は事例により様々であったが、セキュリティ出入口では集じん機の目詰まりなどのトラブル、集じん機排気口ではHEPAフィルターの不具合による漏えいが多かった。
- ⑥ 近年、ウォータージェット工法による煙突内壁のアスベスト含有断熱材の除去工事がさかんに行われているが、漏えい率が30%と他の工事に比べて著しく高く、また大規模漏えいにつながる可能性が高かった。

文 献

- 1) 環境省: 大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行等について (2014)
- 2) 中坪良平, 坂本美德, 藤原拓洋, 平木隆年: 建築物等解体工事現場におけるアスベスト飛散監視調査-兵庫県における1996年度から2007年度までの調査結果-, 環境技術, 38(8), 480-485 (2010)
- 3) 環境省: アスベストモニタリングマニュアル(第4.0版) (2010)
- 4) 田口訓弘, 小西雅史, 富田雅行, 小西淑人: アスベストの種類による発散状態に関する検討, 作業環境, 50, 51~57 (2004)