

令和5年5月16日（火）10:00～12:00

## 第11回 建築物の解体・改修等における 石綿ばく露防止対策等検討会

### 「石綿等の切断等作業等に係る措置の見直しについて」

厚生労働省 労働基準局安全衛生部化学物質対策課

環境改善・ばく露対策室

Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan

# 1

## 1 石綿等の切断等に関する規定

# 石綿等の切断等作業等に係る措置

石綿障害予防規則第6条の2、第6条の3及び第13条の規定に基づく措置については以下のとおり。

## 石綿等の切断等作業等に係る措置の概要

- 石綿等の切断等の作業等（石綿則第6条の2に規定する作業及び同則第6条の3に規定する作業を除く。）については、石綿則第13条第1項の規定に基づき、石綿等の湿潤化の措置を講じることが義務付けられているが、当該湿潤化が著しく困難な場合は、除じん性能を有する電動工具の使用等の措置を講じることが努力義務（※1）とされている。（※1）令和2年石綿則改正時の専門家検討会での検討では、除じん性能を有する電動工具については、除じん性能についての調査研究が十分に行われておらず、さらに調査・検討が必要なことから、石綿等の湿潤化の代替措置として位置づけることは困難として、努力義務としたもの。
- 建築物、工作物又は船舶から石綿含有成形品のうち特に石綿等の粉じんが発散しやすいものを切断等の方法により除去する場合は、石綿則第6条の2第3項の規定により、作業場所の隔離及び当該石綿含有成形品の常時湿潤化等の措置を講じることが事業者には義務付けられている。
- また、建築物等に用いられた石綿含有仕上げ塗材を、電動工具を使用して除去する作業については、石綿則第6条の3の規定に基づき、石綿則第6条の2第3項に規定される措置と同一の措置を講じなければならないこととされている。

### 石綿則第13条（一般的な措置）

- ・ 石綿等の湿潤化の措置（義務規定）
- ・ 湿潤化が著しく困難な場合は、除じん性能を有する電動工具の使用等の措置（努力義務）

### 石綿則第6条の2第3項

（石綿含有成形品（※2）の切断等による除去に係る措置）  
作業場所の隔離、常時湿潤化等の措置（義務規定）  
（※2）けい酸カルシウム板第一種が対象

### 石綿則第6条の3

（石綿含有仕上げ塗材の電動工具による除去に係る措置）  
作業場所の隔離、常時湿潤化等の措置（義務規定）

（※3）石綿則第6条の2及び第6条の3は石綿等の粉じんの発散の可能性が高く、常時湿潤化に加え、ビニールシート等による隔離等の措置を求めるもの。  
また、「常時」湿潤な状態にすることについては、「切断面への散水等の措置を講じながら作業を行うこと」との解釈を示している。



# 参考条文

石綿障害予防規則（抄）（平成17年厚生労働省令第21号）

（石綿含有成形品の除去に係る措置）

第六条の二 事業者は、成形された材料であって石綿等が使用されているもの（石綿含有保温材等を除く。第三項において「石綿含有成形品」という。）を建築物、工作物又は船舶から除去する作業においては、切断等以外の方法により当該作業を実施しなければならない。ただし、切断等以外の方法により当該作業を実施することが技術上困難なときは、この限りでない。

2 （略）

3 事業者は、第一項ただし書の場合において、石綿含有成形品のうち特に石綿等の粉じんが発散しやすいものとして厚生労働大臣が定めるものを切断等の方法により除去する作業を行うときは、次に掲げる措置を講じなければならない。ただし、当該措置（第一号及び第二号に掲げる措置に限る。）と同等以上の効果を有する措置を講じたときは、第一号及び第二号の措置については、この限りでない。

一 当該作業を行う作業場所を、当該作業以外の作業を行う作業場所からビニルシート等で隔離すること。

二 当該作業中は、当該石綿含有成形品を常時湿潤な状態に保つこと。

三 （略）

（石綿含有仕上げ塗材の電動工具による除去に係る措置）

第六条の三 前条第三項の規定は、事業者が建築物、工作物又は船舶の壁、柱、天井等に用いられた石綿含有仕上げ塗材を電動工具を使用して除去する作業に労働者を従事させる場合及び当該作業の一部を請負人に請け負わせる場合について準用する。

（石綿等の切断等の作業等に係る措置）

第十三条 事業者は、次の各号のいずれかに掲げる作業に労働者を従事させるときは、石綿等を湿潤な状態のものとしなければならない。ただし、石綿等を湿潤な状態のものとするのが著しく困難なときは、除じん性能を有する電動工具の使用その他の石綿等の粉じんの発散を防止する措置を講ずるよう努めなければならない。

一～五（略）



# 2

## 2 除じん装置を有する電動工具に関する文献調査

# 石綿含有物加工（解体）作業における除じん性能を有する工具の有効性に関する文献調査結果（令和2年第7回検討会 資料3（抜粋））

- **除じん性能を有する電動工具を用いた石綿の除去作業の濃度に関する文献**を調査した結果、下記の表のとおり、除じん性能がある電動工具を用いた場合は、**総繊維数及び石綿繊維数を大幅に減少させることができる**ことが確認された。

表1 建築用仕上塗材の除去作業等現場における石綿繊維濃度の状況

No.	作業内容	湿潤化	集じん装置	総繊維数 [本/L] ( )内は石綿繊維数	測定点/ 測定時間等
1	電動工具(ディスクグラインダー)ケレン	あり*	なし	999(198)	養生内定点(1点) 90分(70分)
2	電動工具(サンダー)ケレン	なし	なし	40 (ND)	個人サンプラー 1L/分 30分
3	電動工具(サンダー)ケレン	なし	あり※	29 (ND)	個人サンプラー 1L/分 30分
4	超高压水洗	あり	あり	56 (56), 52 (46) 35 (36)	個人サンプラー
5	高压洗浄	あり	あり	150 (58)	個人サンプラー
6	剥離剤併用手工具ケレン	あり	あり※	8.4 (-)	個人サンプラー 1L/分 30分
7	剥離剤併用手工具ケレン	剥離剤	なし	17 (ND)	個人サンプラー
8	剥離剤併用手工具ケレン	剥離剤	なし	6.4 (1.2)	個人サンプラー
9	剥離剤併用超音波ケレン	剥離剤	なし	12 (ND)	個人サンプラー
10	剥離剤併用超音波ケレン	剥離剤	なし	13 (ND)	個人サンプラー 1L/分 30分
11	超音波ケレン(剥離剤無し)	なし	なし	15 (ND)	個人サンプラー 1L/分 30分

No.1、4~5、8~9は、石綿繊維は、位相差顕微鏡の計測値(総繊維数)に、電子顕微鏡で計測した石綿繊維の割合を乗じたもの。総繊維数は位相差顕微鏡の計測値。  
No.2~3、6~7、10~11は、総繊維数は位相差顕微鏡の計測値、石綿濃度は位相差/偏光顕微鏡法により同定し計測。  
No.1は平成28年度厚生労働省事業、No.2,3,6,10,11は平成30年度厚生労働省事業、No.7は平成28年度環境省事業、No.4~5,8~9は平成29年度環境省事業

※使用した集じん装置付き電動工具

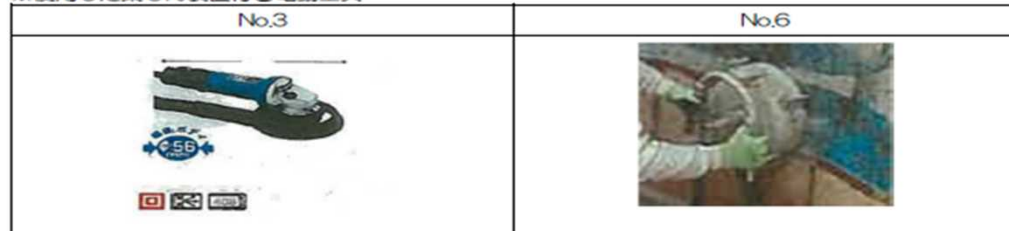
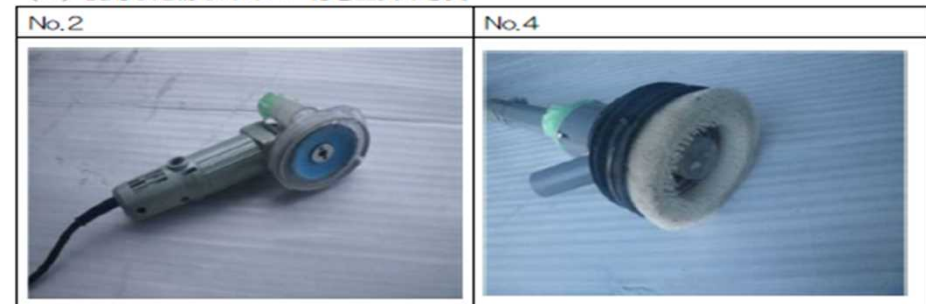


表2 チャンバー内での仕上げ塗材の除去作業に係る実験における石綿繊維等濃度の状況

No.	作業内容	湿潤化	集じん機	総繊維数 [本/L] ( )内は石綿繊維数	作業/測定時間 容積
1	電動 ディスクサンダーケレン	なし	なし	156,000 ~398,000 (4.0, 8.0)	5分 8 m³
2	電動 ディスクサンダーケレン	なし	あり*	29.6~33.6 (-)	10分 8 m³
3	電動はつりによるケレン	なし	なし	65.9~117 (-)	10分 8 m³
4	超高压水洗	あり	あり*	256~329 (-)	10分 8 m³
5	超高压水洗	あり 剥離剤	なし	13.4~20.2 (-)	10分 8 m³
6	超音波ケレン	なし	なし	60.5~87.4 (-)	10分 8 m³
7	超音波ケレン	剥離剤	なし	50.7~81.7 (-)	10分 8 m³

総繊維等濃度測定は、チャンバー内の定点(チャンバーの向かい合う2角付近2点とそれらを結ぶ対角線の中点付近1点(高さ1.25m~1.5m))の計3点において測定。  
※国立研究開発法人建築研究所建築研究資料No.171(2016.5)

(\*) 使用した粉じんカバー付き工具の写真





# 研磨・切断作業等における排気装置（除じん装置）を有する 電動工具の有効性に関する文献調査（追加実施分）

動力による研磨・切断作業における排気装置付き工具の有効性に関する文献調査（海外15本）を行った結果、**粉じん濃度の低減効果**が確認できる一方で、工具の手入れや修理等における粉じんの2次汚染は確認されなかった。

## ◆ 文献調査結果のポイント

- 石綿ではないが、石綿に近い状態であるRCF（リフラクトリーセラミックファイバー）において、**繊維状粒子**であっても、**排気による濃度低減がある。**
- 排気装置から漏れる問題の指摘はあるものの、**粉じん濃度の低減**が報告されており、**作業によっては90%以上の低減率**がある場合もある。
- 色々な硬さの材料であっても、粉じん濃度の低減が報告され、**石綿含有物の加工作業時**であっても、工具の**排気（除じん）機能は有効**であると推定される。
- これらの文献からは、**工具の手入れや修理などによる粉じんの2次汚染についての評価は見られなかった。**

文献	材料(作業)	研究方法	低減効果(濃度単位はmg/m <sup>3</sup> )
1	複合材(ガラス繊維)研磨	現場調査(実作業30分個人ばく露)	最大50mg/m <sup>3</sup> → 検出下限以下
2	コンクリート/表面研磨	現場調査(複数の現場)吸入性粉じん	24.3±16.6mg/m <sup>3</sup> → 5.49±3.40mg/m <sup>3</sup>
3	コンクリート/タックポイント 表面研磨	実習施設での模擬作業 実習施設での模擬作業	排気無 22.17mg/m <sup>3</sup> 排気低 6.11mg/m <sup>3</sup> 排気高3.01mg/m <sup>3</sup> 排気無165.34mg/m <sup>3</sup> 排気低11.15mg/m <sup>3</sup> 排気高8.00mg/m <sup>3</sup>
	舗装ブロック 切断	実習施設での模擬作業	排気無 89.85mg/m <sup>3</sup> 排気低13.12mg/m <sup>3</sup> 排気高4.31mg/m <sup>3</sup>
4	鋳物鉄研磨	模擬実験(粒径別評価)	低減率 90%以上
5	航空機表面研磨	模擬実験	低減率 93-98%
6	コンクリート表面研磨	建設現場	幾何平均(n=27) 4.53mg/m <sup>3</sup> →0.14mg/m <sup>3</sup>
7	RCF 研磨	工場(手持ち工具ではない)	38-50f/cc又は一部検出上限超え → 0.11-0.65f/cc
8	屋内コンクリート研磨	実験室での模擬作業(回転工具) 粉じん及びシリカで評価	吸入性粉じんを99.6%減少(シリカも同様に減少)
9	金属研磨	実験室実験(試作LEV使用)	吸入性粉じんを37%減少(粉じん計による評価)
10	コンクリート切断(ハンマードリル)	現場調査 粒径別サンプリング 粉じんおよびシリカで評価	減少率80%以上 吸入性3.77mg/m <sup>3</sup> →0.37mg/m <sup>3</sup>
11	壁研磨(換気付きの他湿式などとの比較)	模擬作業 インハラブルと吸入性で評価	減少率 インハラブル88% 吸入性85%
12	コンクリート表面研磨	実験室での模擬作業(実験用の部屋を作成)粉じんとシリカ評価	粉じん142mg/m <sup>3</sup> → 10mg/m <sup>3</sup> (通常製品による吸引) 1.67mg/m <sup>3</sup> (吸引器にサイクロンとHEPAを装備)
13	ノコギリによるコンクリート屋根材切断	実験室での模擬作業	抑制率 91%(湿式99%のほうがよりよいとの結論)
14	岩石研磨	現場での実作業(短時間捕集)	低減率 92%
15	石材加工(ダイヤモンド SIC砥粒)	模擬作業 湿潤化と併用	低減効果を確認



# 【参考】研磨・切断作業等における排気装置（除じん装置）を有する電動工具の有効性に関する文献調査(論文一覧)

前頁表中の文献 1 - 15は以下のとおり。

1. Teitsworth, J.E. and M.J. Sheehan, *The effectiveness of local exhaust-ventilated (shrouded) hand power tools used for grinding/sanding composite materials*. Am Ind Hyg Assoc J, 1998. **59**(10): p. 689-93.
2. Akbar-Khanzadeh, F. and R.L. Brillhart, *Respirable crystalline silica dust exposure during concrete finishing (grinding) using hand-held grinders in the construction industry*. Ann Occup Hyg, 2002. **46**(3): p. 341-6.
3. Croteau, G.A., et al., *The effect of local exhaust ventilation controls on dust exposures during concrete cutting and grinding activities*. AIHA J (Fairfax, Va), 2002. **63**(4): p. 458-67.
4. Glinski, M., *Dust emission and efficiency of local exhaust ventilation during cast iron grinding*. Int J Occup Saf Ergon, 2002. **8**(1): p. 95-105.
5. Carlton, G.N., et al., *The effectiveness of handheld ventilated sanders in reducing inhalable dust concentrations*. Appl Occup Environ Hyg, 2003. **18**(1): p. 51-6.
6. Croteau, G.A., et al., *The efficacy of local exhaust ventilation for controlling dust exposures during concrete surface grinding*. Ann Occup Hyg, 2004. **48**(6): p. 509-18.
7. Dunn, K.H., et al., *Evaluation of a local exhaust ventilation system for controlling refractory ceramic fibers during disc sanding*. J Occup Environ Hyg, 2004. **1**(10): p. D107-11.
8. Akbar-Khanzadeh, F., et al., *Crystalline silica dust and respirable particulate matter during indoor concrete grinding - wet grinding and ventilated grinding compared with uncontrolled conventional grinding*. J Occup Environ Hyg, 2007. **4**(10): p. 770-9.
9. Ojima, J., *Efficiency of a tool-mounted local exhaust ventilation system for controlling dust exposure during metal grinding operations*. Ind Health, 2007. **45**(6): p. 817-9.
10. Shepherd, S., et al., *Reducing silica and dust exposures in construction during use of powered concrete-cutting hand tools: efficacy of local exhaust ventilation on hammer drills*. J Occup Environ Hyg, 2009. **6**(1): p. 42-51.
11. Young-Corbett, D.E. and M.A. Nussbaum, *Dust control effectiveness of drywall sanding tools*. J Occup Environ Hyg, 2009. **6**(7): p. 385-9.
12. Akbar-Khanzadeh, F., et al., *Effectiveness of dust control methods for crystalline silica and respirable suspended particulate matter exposure during manual concrete surface grinding*. J Occup Environ Hyg, 2010. **7**(12): p. 700-11.
13. Carlo, R.V., et al., *Laboratory evaluation to reduce respirable crystalline silica dust when cutting concrete roofing tiles using a masonry saw*. J Occup Environ Hyg, 2010. **7**(4): p. 245-51.
14. Healy, C.B., et al., *An evaluation of on-tool shrouds for controlling respirable crystalline silica in restoration stone work*. Ann Occup Hyg, 2014. **58**(9): p. 1155-67.
15. Johnson, D.L., et al., *Experimental Evaluation of Respirable Dust and Crystalline Silica Controls During Simulated Performance of Stone Countertop Fabrication Tasks With Powered Hand Tools*. Ann Work Expo Health, 2017. **61**(6): p. 711-723.

# 3

## 3 解体作業時における除じん性能付き電動工具の 石綿含有粉じん濃度抑制効果の実証試験結果概要

# 解体作業時における除じん性能付き電動工具の 石綿含有粉じん濃度抑制効果の実証試験（概要）

## 除じん性能を有する電動工具の使用義務付けに向けた検討背景と実証試験の実施

除じん性能を有する電動工具の使用義務付けをすることが妥当かどうかを検証するため、実際の石綿等の除去作業を模した作業（※）について、除じん性能付き電動工具を使用する場合の電動工具の除じん性能の効果（石綿等の粉じんの発散状況）を測定した。

（※）石綿等の切断（石綿則第13条）、石綿含有成形品の切断（石綿則第6条の2）、石綿含有仕上げ塗材の電動工具による除去（石綿則第6条の3）

## 1 実証試験の試験方法等の概要

- （日時）令和5年2月22日、3月10日、3月11日（3日間）
- （場所）（株）エフアンドエーテクノロジー研究所施設（神奈川県厚木市）、東京都八王子市内の施設
- （試験方法）石綿を含有している建材（※1）について、3種類の作業（※2）を2種類の電動工具を使用して石綿等を除去。研磨剥離作業については、集じん機の有無による2条件、切断作業については集じん機の有無に加え、湿潤化の3条件で実施。
  - （※1）スレート波板、けい酸カルシウム板第1種、外装用塗膜
  - （※2）スレート波板及びけい酸カルシウム板第1種は切断作業、塗膜は研磨剥離作業
- （測定）**気中濃度測定**（除去等を行う現場の気中濃度測定。定点測定（3点）。）及び**個人ばく露測定**を実施。
  - （※）作業終了後、全てのフィルター試料について、**総繊維数濃度**、個人ばく露測定については、加えて、**石綿繊維数濃度**を測定。

（試験条件）

No.	作業内容等		湿潤化	電動工具(ディスクグラインダー)2種類	測定時間等
1	石綿含有スレート板 (クリソタイル4.3%、アモサイト0.4%含有)	切断	なし	集じん機付き	10分間の捕集(※) 容積約10m <sup>3</sup>
2			あり	集じん機なし	
3			なし	集じん機なし	
4	石綿含有けい酸カルシウム板第1種 (クリソタイル2.8%、アモサイト6.6%、クロシドライト4.1%含有)	切断	なし	集じん機付き	(※)粉じんの発じん状況を踏まえ、途中から5分間の捕集。
5			あり	集じん機なし	
6			なし	集じん機なし	
7	石綿含有塗材 (クリソタイル0.8%含有)	研磨剥離	なし	集じん機付き	
8			なし	集じん機なし	



# 解体作業時における除じん性能付き電動工具の 石綿含有粉じん濃度抑制効果の実証試験の試験方法

## 2 試料

- ・ (スレート波板) 屋根用材のスレート波板。クリソタイル 4.3% アモサイト0.4%含有。(※) 表面塗装あり。
- ・ (けい酸カルシウム板第1種) クリソタイル2.8%、アモサイト6.6% クロシドライト4.1%含有。
- ・ (外装用塗膜) クリソタイル0.8%含有。(※) 実験用模擬住宅(鉄筋コンクリート造)に塗られていた外壁用塗膜を使用。

## 3 工具

- ・ 2種類の回転グラインダーを使用(「工具A」、「工具B」とする。)
  - ・ 工具Aには、吸気能力95W、工具Bには、吸気能力300Wの集じん機を使用。
- (※) 工具の選定は、実際の現場でよく使用されているものとして、工事業者団体から推薦のあったものを選定。

## 4 気中粒子捕集・リアルタイム測定

- ・ 気中粒子捕集は、SKC(米国)のCASS, MCE, BESTCHEK, 25MM, Cat.No.225-321 導電性プラスチック製サンプラー(孔径 $0.8\mu\text{m}$ の混合セルロースメンブランフィルター入)を使用し、1 L/minで捕集。
- ・ 作業者はウエスト製の個人ばく露濃度測定用ベストを用い、保護衣の上からサンプラーポンプ及び柴田科学製LD-6N2個人サンプリング用粉じん計を取り付けた。
- ・ 定点は約1mの高さにサンプラーを取り付け、同じ場所に取り付けた導電性チューブを用いて、チャンバー外においた3台の柴田科学製LD-5R粉じん計およびF-1繊維状粒子測定計に導入した。

## 5 サンプルの調製方法

- ・ 計測したすべてのサンプルについて、各サンプルの採取状況により、白色メンブランフィルターの採取面から無塵水により共詮試験管に洗い流し、無塵水で10倍から100倍に希釈。激しく振蕩し、その一部を採取して、25mmφの白色メンブランフィルター上に吸引ろ過後、乾燥して希釈サンプルを調製。
- ・ 総繊維数濃度測定用のサンプルは、希釈サンプルの採じん面を上にしてスライドグラスに載せ、アセトン蒸気で透明化処理を実施。トリアセチンを2滴滴下後、カバーグラスを掛けて計数分析用のサンプルとした。
- ・ 石綿繊維数濃度測定用のサンプルは、希釈サンプルの採じん面を下にしてスライドグラスに載せ、アセトン蒸気で透明・固定化処理を実施。低温灰化装置により灰化し、灰化後の試料は、クリソタイル分析用は屈折率1.5500、アモサイト分析用は屈折率1.6800、クロシドライト分析用は屈折率1.6900の浸液を2滴滴下後、カバーグラスを掛けて分散染色計数用のサンプルとした。

# 解体作業時における除じん性能付き電動工具の 石綿含有粉じん濃度抑制効果の実証試験の試験方法

## 6 分析方法

- 総繊維数は、位相差顕微鏡(Nikon ECLIPSE E800総合倍率400倍)により、長さ5 $\mu$ m以上、幅3 $\mu$ m未満、アスペクト比3以上のものを計数対象繊維とし、50視野計数。
- 石綿繊維数は、位相差・分散顕微鏡(Nikon ECLIPSE E800総合倍率400倍)により、長さ5 $\mu$ m以上、幅3 $\mu$ m未満、アスペクト比3以上のものを計数対象繊維とし(※)、50視野計数。  
(※) 位相差顕微鏡のBM対物レンズでオレンジ色に着色した繊維状粒子を確認し、分散対物レンズ及びアナライザーで当該繊維の分散色及び複屈折を示した繊維状粒子を計数対象繊維とした。

## 7 濃度計算

- 総繊維数濃度、石綿繊維数濃度は次の計算式により算出した。

$$C_F = \frac{A \cdot (N - NB)}{a \cdot n \cdot Q \times 10^3}$$

CF : 総繊維数濃度、石綿繊維集濃度 (f/cm<sup>3</sup>)  
A : 採じんした面積 (mm<sup>2</sup>)  
N : 計数繊維の総数 (f)  
NB : フィルターのブランク値 (f)  
a : 顕微鏡で計数した1視野の面積 (mm<sup>2</sup>)  
Q : 採気量 (L)  
n : 計数した視野数

- 定量下限は50視野中に1本の繊維があった場合の95%信頼限界の上限に相当する値として、次の計算式により算出した。

$$S = \frac{A \cdot (1 + 1.645\sqrt{NF})}{a \cdot n \cdot Q \times 10^3}$$

S : 定量下限 (f/cm<sup>3</sup>)  
A : 採じんした面積 (mm<sup>2</sup>)  
NF : 計数繊維の総数 (f)  
a : 顕微鏡で計数した1視野の面積 (mm<sup>2</sup>)  
Q : 採気量 (L)  
n : 計数した視野数(50視野)

(※) 実証試験においては、全ての測定で定量下限値は0.016~0.059 f/cm<sup>3</sup>の範囲であり、試験に十分な定量下限値を確保できていた。

# 実証試験方法（作業1：石綿含有スレート板の切断）

※石綿則第13条の規定の対象となる作業

## 1 チャンバー

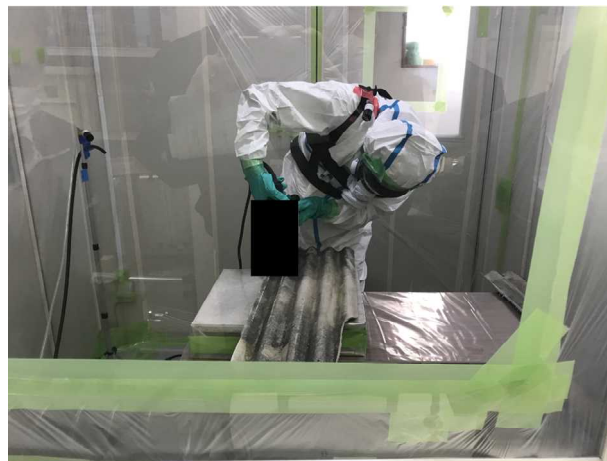
- 作業は、外気の影響を排除するために閉鎖空間（株式会社エフアンドエーテクノロジー研究所内の実験用チャンバー）で実施。
- 作業時のサンプラー類の配置は図3のとおり。

## 2 作業

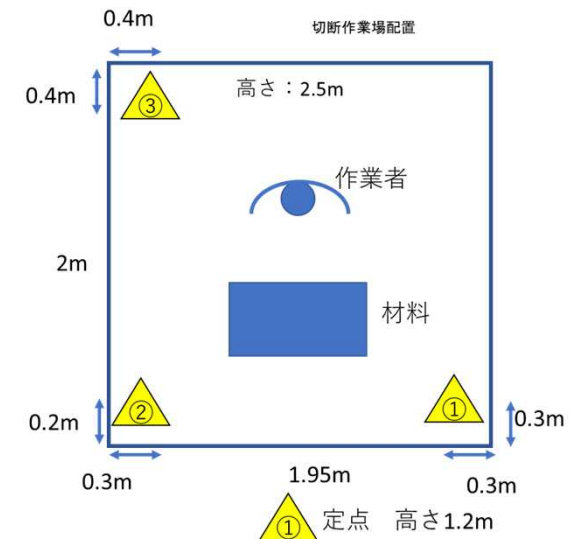
- 1mの切断作業を実施。作業開始から10分間、捕集を実施（なお、粉じん計の数値を参考に途中から5分間の捕集に変更）。
- 捕集終了後、チャンバーの排気装置とHEPAフィルター付き掃除機の併用で室内の粉じん濃度を粉じん計で確認しながら低減。
- 作業は、
  - ①集じん機あり湿潤なし、
  - ②集じん機なし湿潤なし、
  - ③集じん機なし湿潤あり、の3条件で実施。
- 湿潤化は噴霧器を用い、材料の両面を30秒ずつ噴霧（噴霧量は材料片面あたり155mL）を実施。  
（※）湿潤化は作業開始前に試料の表面に水を噴霧。切断作業中は噴霧していない。



（図1 チャンバー内部）



（図2 切断作業）



（図3 作業時配置図）

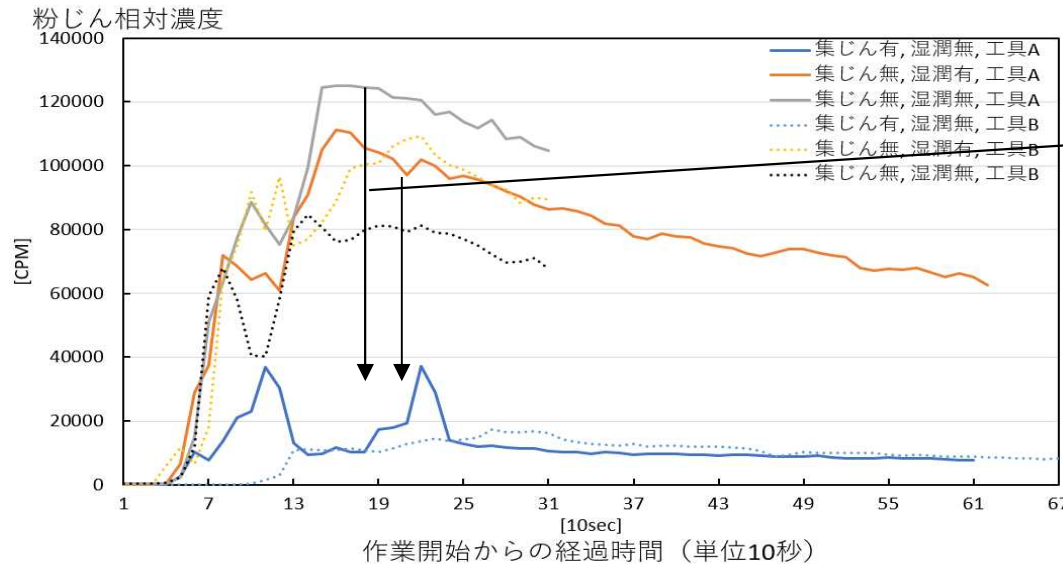


# 実証試験結果（作業1：石綿含有スレート板の切断）

※石綿則第13条の規定の対象となる作業

## 3 実証試験の結果（個人ばく露測定）

- 個人ばく露測定による粉じん濃度変化（図4）においては、集じん機を使用した場合は、粉じん濃度が抑制された。
  - 総繊維数濃度及び石綿繊維数濃度（表1）について、集じん機の使用により未使用の場合と比較して濃度を15%以下に抑制した。また、湿潤化（※）した場合と比較して、濃度を40%以下に抑制した。
- （※）湿潤化は作業開始前に試料の表面に水を噴霧。切断作業中は噴霧していない。



工具Aの場合、青線の集じんあり・湿潤なしが、灰色の集じん、湿潤なしのみならず、橙色の湿潤ありに比べても大きな粉じん濃度抑制効果があった。

（図4 粉じん濃度：個人ばく露測定）

工具A	総繊維濃度(f/cm <sup>3</sup> )					クリソタイル濃度(f/cm <sup>3</sup> )					アモサイト濃度(f/cm <sup>3</sup> )				
	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)	(a)/(b)	(a)/(C)	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)	(a)/(b)	(a)/(C)	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)	(a)/(b)	(a)/(C)
個人	46.88	654.890	266.860	0.07	0.18	1.42	17.53	12.18	0.08	0.12	ND	ND	ND	-	-

工具B	総繊維濃度(f/cm <sup>3</sup> )					クリソタイル濃度(f/cm <sup>3</sup> )					アモサイト濃度(f/cm <sup>3</sup> )				
	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)※	(a)/(b)	(a)/(C)	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)	(a)/(b)	(a)/(C)	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)	(a)/(b)	(a)/(C)
個人	37.93	329.51	393.57	0.12	0.10	1.89	13.69	4.78	0.14	0.40	ND	ND	ND	-	-

（表1：総繊維数濃度及び石綿繊維数濃度 上：工具A、下：工具B、NDは定量下限値以下であったもの。）

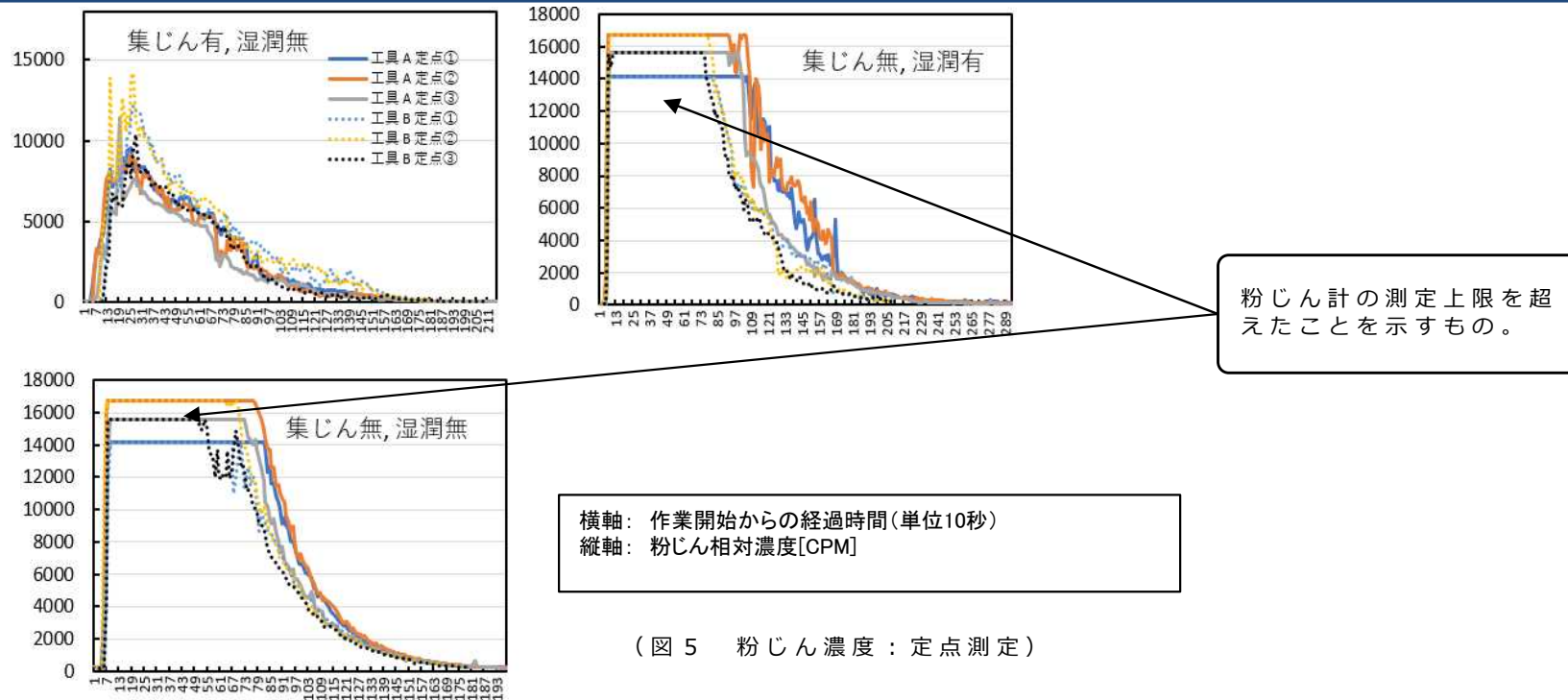
※ 試料のスレート波板は表面塗装のために湿潤化の効果が低いことに加え、噴霧された水により堆積した粉じんが再発じんした可能性がある。

# 実証試験結果（作業1：石綿含有スレート板の切断）

※石綿則第13条の規定の対象となる作業

## 4 実証試験の結果（定点測定（3点））

- 定点測定による粉じん濃度変化（図5）においては、集じん機を使用した場合は、粉じん濃度が抑制された。  
（※）グラフが平坦になっている部分は、粉じん計の測定上限を超えたことを示すもの。集じん機を使用しない場合は、湿潤化をした場合も含めて粉じん計の測定上限を超えた。
- 総繊維数濃度（表2）について、集じん機の使用により、未使用時と比較して濃度を10%以下に抑制した。また、湿潤化（※）した場合と比較して、濃度を10%以下に抑制した。  
（※）湿潤化は作業開始前に試料の表面に水を噴霧。切断作業中は噴霧していない。



（図5 粉じん濃度：定点測定）

工具A	総繊維濃度(f/cm <sup>3</sup> )				
	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(c)	(a)/(b)	(a)/(c)
定点①	22.64	512.680	326.400	0.04	0.07
定点②	19.80	608.380	333.190	0.03	0.06
定点③	23.71	599.830	281.970	0.04	0.08

工具B	総繊維濃度(f/cm <sup>3</sup> )				
	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(c)※	(a)/(b)	(a)/(c)
定点①	28.84	294.79	536.60	0.10	0.05
定点②	25.54	317.73	585.65	0.08	0.04
定点③	26.70	325.76	331.53	0.08	0.08

（表2：総繊維数濃度 左：工具A、右：工具B）

※ 試料のスレート波板は表面塗装のために湿潤化の効果が低いことに加え、噴霧された水により堆積した粉じんが再発じんした可能性がある。

# 実証試験方法（作業2：石綿含有けい酸カルシウム板第1種の切断）

※石綿則第6条の2の規定の対象となる作業

## 1 チャンバー（（※）作業1の石綿含有スレート板の切断作業と同じ条件）

- 作業は、外気の影響を排除するために閉鎖空間（株式会社エフアンドエーテクノロジー研究所内の実験用チャンバー）で実施。
- 作業時のサンプラー類の配置は図8のとおり。

## 2 作業（（※）作業1の石綿含有スレート板の切断作業と同じ条件）

- 1mの切断作業を実施。作業開始から10分間の捕集を実施（なお、粉じん計の数値を参考に途中から5分間の捕集に変更）。
- 捕集終了後、チャンバーの排気装置とHEPAフィルター付き掃除機の併用で室内の粉じん濃度を粉じん計で確認しながら低減。
- 作業は、
  - ①集じん機あり湿潤なし、
  - ②集じん機なし湿潤なし、
  - ③集じん機なし湿潤あり、の3条件で実施。
- 湿潤化は噴霧器を用い、材料の両面を30秒ずつ噴霧（噴霧量は材料片面あたり155mL）を実施。  
（※）湿潤化は作業開始前に試料の表面に水を噴霧。切断作業中は噴霧していない。

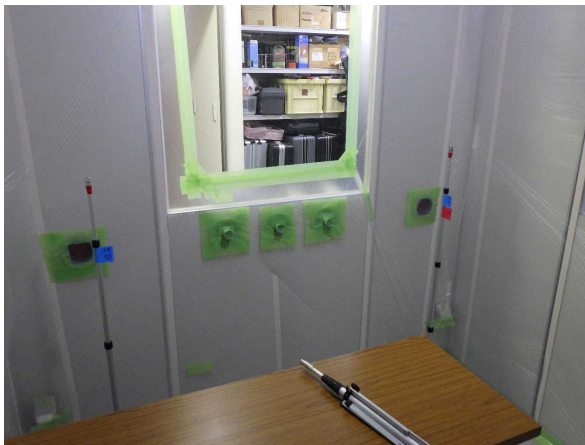
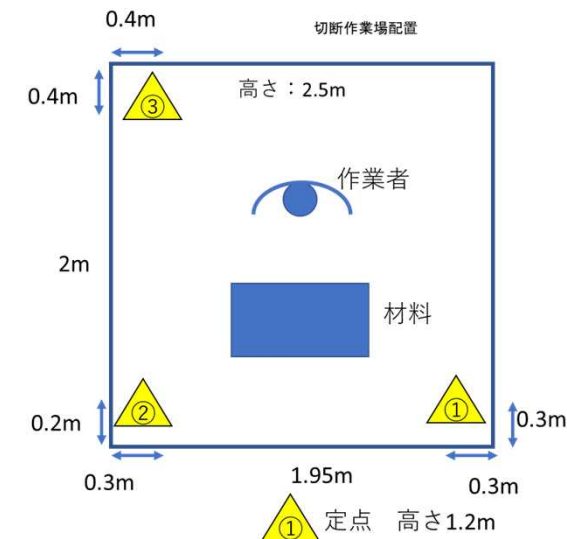


図6（チャンバー内部）



（図7 切断作業）



（図8 作業時配置図）

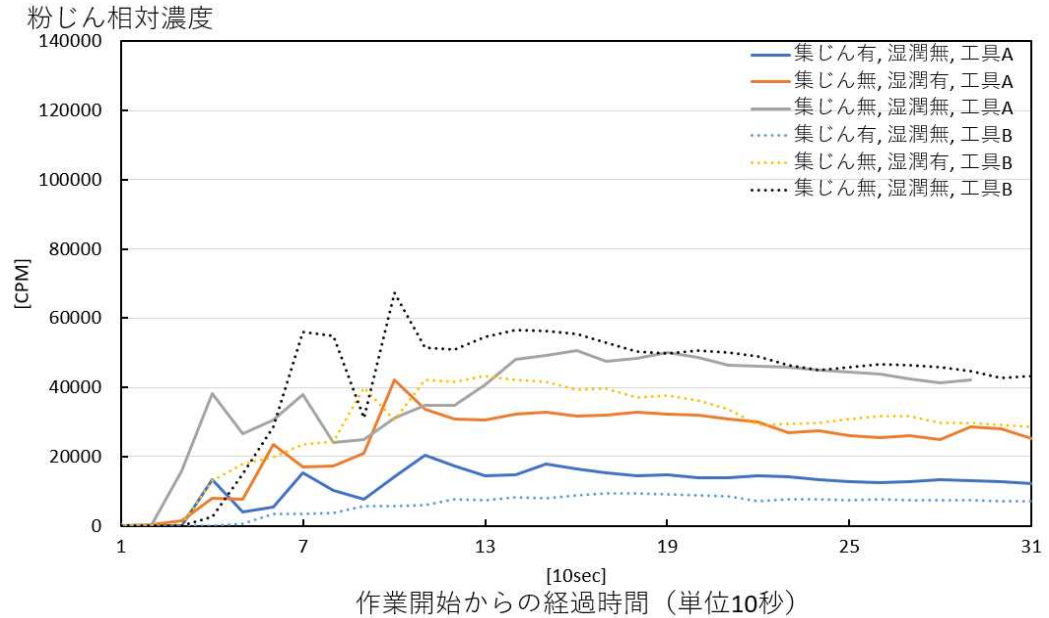


# 実証試験結果（作業2：石綿含有けい酸カルシウム板第1種の切断）

※石綿則第6条の2の規定の対象となる作業

## 3 実証試験の結果（個人ばく露測定）

- 個人ばく露測定による粉じん濃度変化（図9）においては、集じん機を使用した場合は、粉じん濃度が抑制された。
- 総繊維数濃度及び石綿繊維数濃度（表3）について、集じん機の使用により未使用の場合と比較して濃度を40%以下に抑制した。また、湿潤化（※1）した場合と比較して濃度を60%以下に抑制（※2）した。  
 （※1）湿潤化は作業開始前に試料の表面に水を噴霧。切断作業中は噴霧していない。  
 （※2）クリソタイル濃度については、湿潤化と同等程度であった。



（図9 粉じん濃度：個人ばく露測定）

工具A	総繊維濃度(f/cm <sup>3</sup> )				
	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)	(a)/(b)	(a)/(C)
個人	395.57	1410.630	654.890	0.28	0.60

クリソタイル濃度(f/cm <sup>3</sup> )					アモサイト濃度(f/cm <sup>3</sup> )					クロシドライト濃度(f/cm <sup>3</sup> )				
集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)	(a)/(b)	(a)/(C)	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)	(a)/(b)	(a)/(C)	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)	(a)/(b)	(a)/(C)
0.4	1.03	0.4	0.39	1.00	21.91	78.8	39.44	0.28	0.56	19.52	58.95	39.04	0.33	0.50

工具B	総繊維濃度(f/cm <sup>3</sup> )				
	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)	(a)/(b)	(a)/(C)
個人	141.02	1134.31	603.53	0.12	0.23

クリソタイル濃度(f/cm <sup>3</sup> )					アモサイト濃度(f/cm <sup>3</sup> )					クロシドライト濃度(f/cm <sup>3</sup> )				
集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)	(a)/(b)	(a)/(C)	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)	(a)/(b)	(a)/(C)	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)	(a)/(b)	(a)/(C)
ND	ND	0.4	-	-	5.18	52.78	40.99	0.10	0.13	3.59	49.79	41.8	0.07	0.09

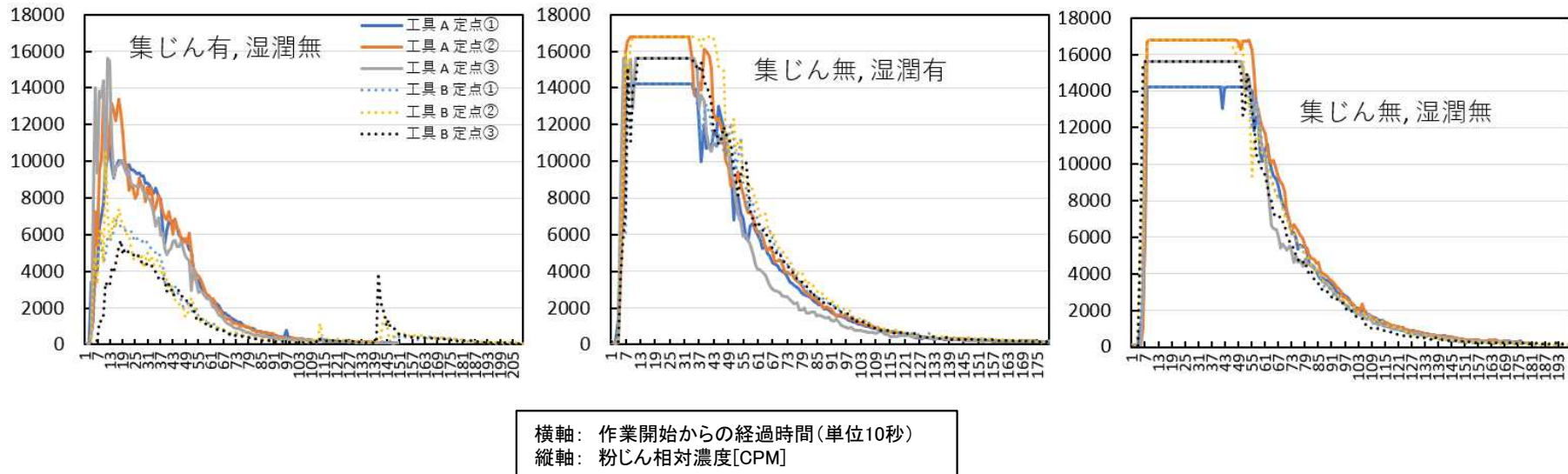
（表3：総繊維数濃度及び石綿繊維数濃度 上：工具A、下：工具B、NDは定量下限値以下であったもの。）

# 実証試験結果（作業2：石綿含有けい酸カルシウム板第1種の切断）

※石綿則第6条の2の規定の対象となる作業

## 4 実証試験の結果（定点測定（3点））

- 定点測定による粉じん濃度変化（図10）においては、集じん機を使用した場合は、粉じん濃度が抑制された。  
（※）集じん機を使用しない場合は、湿潤化をした場合も含めて粉じん計の測定上限を超えた。
- 総繊維数濃度（表4）について、集じん機の使用により未使用の場合と比較して濃度を30%以下に抑制した。また、湿潤化（※）した場合と比較して濃度を80%以下に抑制した。  
（※）湿潤化は作業開始前に試料の表面に水を噴霧。切断作業中は噴霧していない。



(図10 粉じん濃度：定点測定)

工具A	総繊維濃度(f/cm <sup>3</sup> )			(a)/(b)	(a)/(C)
	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)		
定点①	249.08	1181.300	460.980	0.21	0.54
定点②	281.66	999.340	358.570	0.28	0.79
定点③	378.10	1766.600	401.600	0.21	0.94

工具B	総繊維濃度(f/cm <sup>3</sup> )			(a)/(b)	(a)/(C)
	集じん有(a)	集じん無(b)	湿潤(C)		
定点①	182.00	1043.51	330.68	0.17	0.55
定点②	234.00	1165.72	439.67	0.20	0.53
定点③	133.30	908.94	330.25	0.15	0.40

(表4：総繊維数濃度 左：工具A、右：工具B)

# 実証試験方法（作業3：石綿含有塗材の研磨剥離）

※石綿則第6条の3の規定の対象となる作業

## 1 チャンバー

- 作業は、外気の影響を排除するために閉鎖空間（※）で実施。  
（※）東京都八王子市内の施設にビニールシート、外気導入用フィルター及びHEPAフィルター付きの排風機等を組み合わせて約10m<sup>3</sup>の仮設チャンバーを2組作り交互に使用して実験を実施。
- 作業時のサンプラー類の配置は図13のとおり。

## 2 作業

- アスベスト含有塗料で塗装されたコンクリート壁面を回転グラインダーの砥石の平面を押し当て剥離を実施。
- 作業量を一定にするため、約1m<sup>2</sup>の区画を養生テープで仕切り作業面とした。  
（※）最初の実験で粉じん発生量が多かったため、作業面積を半分の約0.5m<sup>2</sup>に変更。
- 同じ作業を2種の回転グラインダーで、①集じん機あり湿潤なし、②集じん機なし湿潤なし、の2条件で実験を実施。  
（※）塗材は一般的に吸水性がなく、塗材への湿潤化の効果は見込めないため、湿潤化を行った条件での試験は実施していない。
- 捕集終了後、HEPAフィルター付き排気装置で室内の粉じん濃度を粉じん計で確認しながら濃度を低減。



（図11 チャンバー（外観））



（図12 チャンバー（内部））



（作業時配置図）

（図13 作業時配置図）

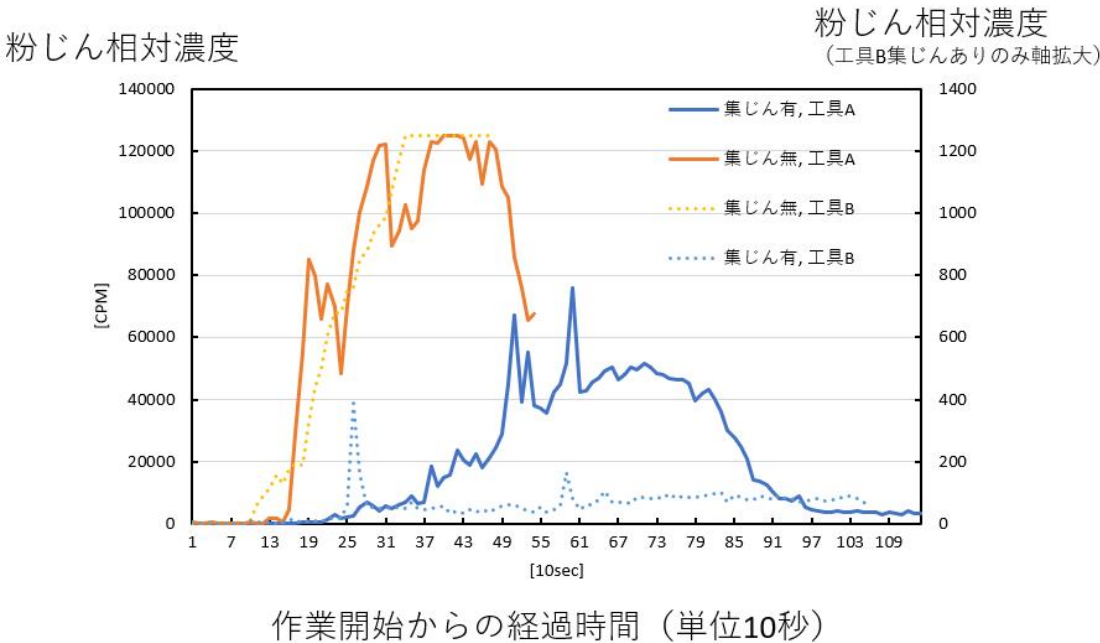


# 実証試験結果（作業3：石綿含有塗材の研磨剥離）

※石綿則第6条の3の規定の対象となる作業

## 3 実証試験の結果（個人ばく露測定）

- 個人ばく露測定による粉じん濃度変化（図14）においては、集じん機を使用した場合は、粉じん濃度が抑制された。
  - 総繊維数濃度及び石綿繊維数濃度（表5）について、石綿は定量下限値以下となった。総繊維数濃度については、集じん機の使用により未使用の場合と比較して濃度を20%以下に抑制した。
  - なお、工具による濃度の抑制効果の違いが大きい、集じん機の排気能力の違い（95Wと300W）、カバー形状の違いによる密閉性の違いがあると思われる。
- （※）塗材は一般的に吸水性がなく、塗材への湿潤化の効果は見込めないため、湿潤化を行った条件での試験は実施していない。



（図14 粉じん濃度：個人ばく露測定）

工具A	総繊維濃度(f/cm <sup>3</sup> )			クリソタイル濃度(f/cm <sup>3</sup> )		
	集じん有(a)	集じん無(b)	(a)/(b)	集じん有(a)	集じん無(b)	(a)/(b)
個人	4.73	25.96	0.18	ND	ND	—

工具B	総繊維濃度(f/cm <sup>3</sup> )			クリソタイル濃度(f/cm <sup>3</sup> )		
	集じん有(a)	集じん無(b)	(a)/(b)	集じん有(a)	集じん無(b)	(a)/(b)
個人	0.31	14.94	0.02	ND	ND	—

（表5：総繊維数濃度及び石綿繊維数濃度上：工具A、下：工具B）

※NDは定量下限値以下であったもの。

# 実証試験結果（作業3：石綿含有塗材の研磨剥離）

※石綿則第6条の3の規定の対象となる作業

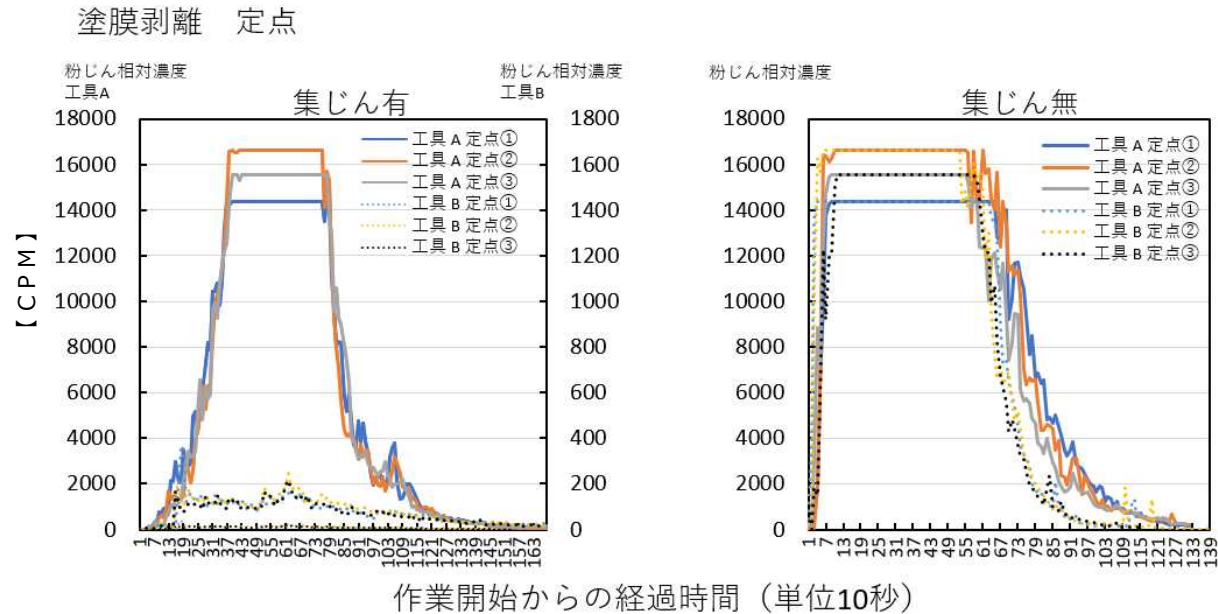
## 4 実証試験の結果（定点測定（3点））

- 定点測定による粉じん濃度変化（図15）においては、グラフが平坦（※）になっている部分は、粉じん計の測定上限を超えたことを示すものであるが、粉じん濃度の立ち上がり、作業終了後の換気に要する時間の何れの点からも集じん装置ありの方が粉じん濃度が抑制された。

（※）グラフの縦軸である粉じん計のCPM値が異なるのは、用いた粉じん計の装置個体の機差によるもの。

- 総繊維数濃度（表6）については、集じん機の使用により濃度を20%に抑制する効果があった。

（※）塗材は一般的に吸水性がなく、塗材への湿潤化の効果は見込めないため、湿潤化を行った条件での試験は実施していない。



（図15 粉じん濃度：定点測定）

工具A	総繊維濃度(f/cm <sup>3</sup> )		
	集じん有(a)	集じん無(b)	(a)/(b)
定点①	2.69	12.91	0.21
定点②	1.61	8.78	0.18
定点③	1.61	13.94	0.12

工具B	総繊維濃度(f/cm <sup>3</sup> )		
	集じん有(a)	集じん無(b)	(a)/(b)
定点①	1.49	24.15	0.06
定点②	1.99	22.14	0.09
定点③	1.49	26.89	0.06

（表6：総繊維数濃度 左：工具A、右：工具B）

# 4

## 4 実証試験結果を踏まえた検討



# 実証試験結果を踏まえた検討①

実証試験より、除じん性能を有する電動工具は、湿潤化した状態での（除じん性能を有しない）電動工具を用いて作業した場合と比較して、粉じん濃度を大幅に低減させることができるものである。

## 石綿等の切断等作業等に係る措置の検討案（石綿則第13条関係）

- 石綿等の切断等の作業等（石綿則第6条の2に規定する作業及び第6条の3に規定する作業を除く。）については、石綿則第13条第1項の規定に基づき、石綿等の湿潤化の措置を講じることが義務付けられているが、当該湿潤化が著しく困難な場合は、除じん性能を有する電動工具の使用等の措置を講じることが努力義務とされている。
- 除じん性能を有する電動工具の使用が石綿等の湿潤化と同等以上の粉じん発散抑制効果を有することが、確認できなかったことから、努力義務としたもの（令和2年石綿則改正時）。
- 今般、実証試験結果を踏まえると、**除じん性能を有する電動工具（※）の使用は、石綿等の湿潤化と同等以上の粉じん発散抑制効果を有するものであると認められる。**

（※）JIS Z 8122（又はこれと同等以上の性能を有するもの）を満たすHEPAフィルタを搭載した集じん機

- このため、石綿等の切断等の作業等（石綿則第6条の2に規定する作業及び第6条の3に規定する作業を除く。）における粉じん発散防止措置として、「湿潤化」に限定せず、**湿潤化、除じん性能を有する電動工具の使用その他の石綿等の粉じんの発散を防止する措置を義務付けることが適当**と考えられるのではないかと。

（※）石綿等は、手作業で解体することを原則として、電動工具で石綿等を切断する作業そのものを避けることが原則であることをマニュアル等で明確にする。

## 実証試験結果を踏まえた検討②

実証試験より、除じん性能を有する電動工具は、（除じん性能を有しない）電動工具を用いて作業した場合と比較して、粉じん濃度を大幅に低減させることができるものである。

### 石綿等の切断等作業等に係る措置の検討案（第6条の2及び6条の3関係）

- 文献調査及び実証試験から、除じん性能を有する電動工具には、十分な石綿等の粉じん発散防止効果があることは明らかである。一方で、石綿則第6条の2及び第6条の3においては、作業場所の隔離及び当該石綿含有成形品や仕上げ塗材の常時湿潤化等の措置を講じることを事業者<sup>に</sup>義務付けており、常時湿潤化以外の粉じん発散防止措置を認めていない。
- 第6条の3は、電動工具の使用時の規定であり、第6条の2においても、石綿含有成形品を常時湿潤化しながら手作業で解体することを原則としているが、除去対象物の状況により、電動工具を使用せざるを得ない場合がある。「常時」湿潤な状態にするためには、「切断面への散水等の措置を講じながら作業を行う」必要があるが、散水しながら電動工具を使用することは感電の恐れがある。また、湿潤化の代替措置としてあげられている剥離剤の使用については、当該剥離剤の有害性による健康障害の指摘もある。
- 石綿等の切断等の作業においては、有効な呼吸用保護具の使用も義務付けられていることを踏まえると、電動工具を使用する作業においては、除じん性能を有する電動工具を使用することにより、労働者の石綿等のばく露を低減しつつ、感電の危険性や剥離剤による有害性を避けることができ、作業場の安全衛生状況が全体として向上することが期待できる。
- 以上を踏まえ、作業内容に応じた、最適な粉じん発散防止措置を作業場で適切に講ずることができるよう、「常時湿潤な状態を保つ」に限定せず、常時湿潤化、除じん性能を有する電動工具（※）の使用その他の石綿等の発散を防止する措置を義務付けることとするのが妥当と考えられるのではないか。

（※）JIS Z 8122（又はこれと同等以上の性能を有するもの）を満たすHEPAフィルタを搭載した集じん機