

## 第3章 事故発生の技術的側面

2006(平成18)年6月に発生した両津小学校大規模改造工事におけるアスベスト粉じん飛散事故は、当該工事施工は元より設計時、施工業者の選定、施工方法の確定等を含めた複合的要因により起きたことと思われる。

本章は、当該事故の発生要因等を検証し、今後同様の事故が発生しないための究明を行うとともに、アスベスト対策工事を講じる際における発注者、施工業者の注意点を喚起する章である。

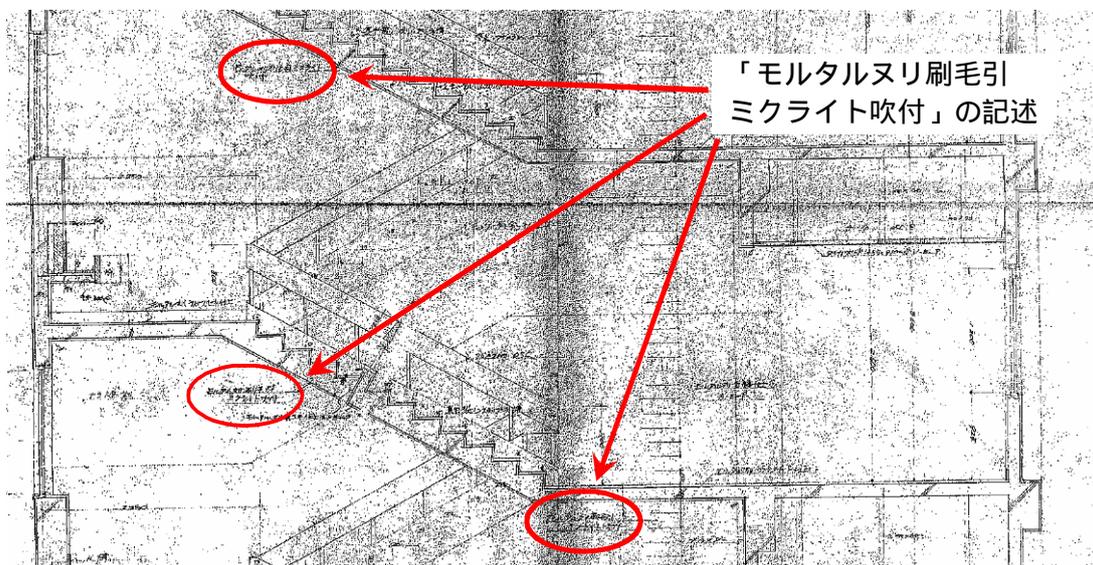
### 1. 事故発生までの経過

#### (1) 校舎しゅん工

当該事故の発生した第2階段のある校舎(鉄筋コンクリート造3階建て、通称「中校舎」)は、改築第一期工事として1968(昭和43)年9月より、A研究所の設計監理の下、B組が施工、1969(昭和44)年3月20日にしゅん工した。

建設時の第2階段室段裏及び踊り場天井面、2階音楽室・3階音楽室天井一部(梁部と想定される)の設計仕上げ仕様は「モルタル刷毛引きミクライト吹付け」となっており<sup>1)</sup>、厚さは現資料では確認できないが当時の一般的な仕様では6mmが通常であり、また、1992(平成4)年の大規模改造工事時の施工写真<sup>2)</sup>を検証した結果、本仕様は厚さ6mmと想定してよいと思われる。

「ミクライト」は、株式会社ABC商会の商品で、パーミキュライト<sup>1</sup>が主原料の吸音を目的とした吹き付け仕上げ材であり、アスベストの含有率は生産年度により変わっていたが、しゅん工時の同材料のアスベスト含有率は17.5%とみなされる。<sup>3)</sup>



図表3-1 第2階段の設計矩計図

1 パーミキュライト: Vermiculite、天然鉱物の一種でひる石とも呼ばれる。

## (2) 1992(平成4)年度大規模改造工事

1992(平成4)年、文部省通達による公立学校施設の整備補助費の下に両津小学校の大規模改造工事(第4-19号 両津小学校大規模改造(建築)工事)が計画され、設計監理はC設計事務所、施工はB組で施工された。

当初の設計では、階段室天井及び段裏は「既存天井+アクリルリシン吹き付け」、また2階音楽室・3階音楽室天井一部(梁部と想定される)は、「既存天井+EP(エマルジョン・ペイント)塗り」の仕様となっていた。<sup>4)</sup>

受注したB組の2次下請け業者であるE塗装店は、着工事前調査で、階段室天井及び段裏の既存仕上げ材「ミクライト」の損傷・経年劣化等により、既存のままで「アクリルリシン吹き付け」は問題があるとの見解を示した。これを踏まえて、工事着手前の事前打合せにおいて、既存仕上げ材「ミクライト」の除去後に設計仕様に基づく「アクリルリシン吹き付け」を行うよう変更する事を発注者に提案(図表3-2を参照。)設計変更の承認を受け施工を行ったが、照明器具は取り外さず平滑な露出部分のみのケレン除去<sup>2</sup>を行った後に当初設計の仕上げ塗装を施工した。E塗装店は階段は4か所とも同じ施工、ミクライトはパテゴテではなく離した、ミクライトの厚みは6mm程度で、当時は「アスベスト除去工事」という認識はなかったため完全に除去する事は念頭がなく、5%程度は残ってしまったように記憶している、音楽室は階段室より状態が良かったためはく離せず上からEP塗装を施工した、と証言している。<sup>5)</sup>

### 両津小学校大規模改造工事

#### 塗装工事施工 懸案事項

##### 1. 天井ボード面 EP塗装

旧塗膜劣化、及びシミ止め効果上、標準仕様のEPでは仕上がりが、品質の点で問題があります。

##### 2. 階段裏、ボーダー下側面 EP塗装(?)

旧塗膜のヒル石吹き付けが劣化していて全面ケレンし剥離する必要があります。

剥離後の面は、EP仕上げでは地肌の粗面が隠れずそのままです

##### 3. 枠と壁面との取り合いの大きな隙間の処理程度、及び仕様について

##### 4. 廊下、外マド側 腰壁 各所エフロセシス(水和反応による水酸化カルシウム)発生面の処理について?

(素地調整+シミ止め+EP)の仕様ではエフロの再発生は止められません。

##### 5. その他 破損、欠落部分の処理程度。

※ 塗装工事にあたり、「品質、仕上がり」について誠意と吟味をつくして施工にあたります。

事前に現場の状況をご理解の上で宜しくご指導の程お願いいたします

1992.7.27.

図表3-2 1992(平成4)年度大規模改造工事における塗装工事提案書

2 ケレン除去:ケレン棒を使用して吹き付け材、塗料などを剥ぎ取る作業。

E 塗装店は、当時の社会情勢等からは、除去する「ミクライト」にアスベストが含有しているものとは気が付かず、通常の塗装作業工程である浮陸調整（厚さがなくほとんど下地まで）として、パテごて等を用いて下地のモルタル面まですいて除去した。ただし、照明器具等の直付け器具は取り外さず作業を行ったため、器具裏面に「ミクライト」はそのまま残っていたと思われる。作業員は通常のケレン作業の一環として通常の防じんマスクを着用し作業を行ったが、マスクフィルターの等級は不明との業者の証言であった。<sup>5)</sup>

また、2 階音楽室・3 階音楽室の梁部は、損傷等がほとんど見受けられなかったため「ミクライト」を除去せず、設計仕様の通り「ミクライト」の上から「アクリルリシン」を吹き付けたため、建設当時のアスベストはそのまま残った状態であった。

1992（平成 4）年度の大規模改造工事では、除去面積も多く、95%は除去したという証言から分かるように、今回の数十倍のアスベスト飛散工事であった事が推定される。工事は夏休み中に実施されたとされ、在校児童数は少なかったかもしれないが、水泳教室等もあり、当時の児童に飛散が生じた疑いは高い。アスベストリスクの認識が少ない自治体では、問題になった工事の以前に、今回の事故以上の飛散事故を起こしている事がほとんどである。耐震工事、教室の改造、電気や水道等の補修作業を吹き付けアスベストの危険に気付かず、20 数年間漫然と吹き付けアスベスト周囲で工事を実施してきた可能性が高い。

### （3）2005（平成 17）年度大規模改造工事

文部科学省通知「学校施設等におけるアスベスト等使用実態調査について（依頼）」に基づき、佐渡市教育委員会では、市内公立学校施設のアスベスト使用実態調査を 2005（平成 17）年 8 月から行った。調査は、しゅん工時の設計図書を元に該当される部位について佐渡市教育委員会の職員が吹き付け材の一部を採取、H 分析機関で採取した試料のエックス線回折<sup>3</sup>及び分散染色法<sup>4</sup>によるアスベスト定性及び定量分析を行った。分析の結果、両津小学校の階段室天井・段裏及び 2 階音楽室・3 階音楽室の梁部にはアスベストが 3.1～6.3%含有していると判定された。<sup>6)</sup>この分析結果に基づき、同小学校他施設のアスベスト対策工事を計画、工事発注する事となった。

なお、試料の明確な採取場所を確定する資料は残っておらず<sup>7)</sup>、分析結果データの信頼性には甚だ疑問が残る。また、事故後に B 組が第 2 階段室天井部試料の分析を独自に行ったところ、含有率が 0.2%未満だったという分析証明書<sup>8)</sup>も残っている。

2006（平成 18）年 3 月に行なわれた入札の結果、設計監理は F 設計事務所、施工は B 組、アスベスト除去部門は、1 次下請け：D 興業、2 次下請け：G 塗料、の施工体制で行われる事となった。

9)

3 エックス線回折：鉱物や金属など結晶構造をもつ物質に X 線を照射した際に発生する回折を利用して物質の定性などに使用されている。

4 分散染色法：アスベストなどのように光を透過する物質はある波長の光にたいして一定の屈折率をもっている。この試料を近い屈折率の液体中に置き、白色光を透過させ、直進光を遮断する位相差・分散顕微鏡で観察する。試料と液体は屈折率が近いとしても、波長と屈折率の関係（屈折率曲線）は完全には一致しない。そのため、わずかにずれた波長の光が分散色として観察される。屈折率が液体と完全にずれる物質は白色として観察され、液体に屈折率が近い物質は特有の分散色を発生し、それにより物質の屈折率を知ることができる。

設計時には、アスベスト除去工法は石綿則等のガイドラインにて推奨されている在来除去工法<sup>5</sup>で設計されており、また、予算組みも同工法による組立がされていた。2006（平成 18）年 6 月付けで市に提出された施工計画書<sup>9)</sup>も、菊水化学工業株式会社が行っている建設技術審査証明事業<sup>6</sup>工法に準じて施工されることとなっていた。しかしその後、B 組より「在来工法では除去が難しいので、新潟県内で実績のあるサンドブラストによる除去で施工したい」との提案があり<sup>10)</sup>、佐渡市建築課及び教育委員会によるサンドブラスト工法の実績調査が充分でないまま 2006（平成 18）年 6 月 28 日に承認され<sup>11)</sup>、サンドブラスト工法にて着工された。

3 月 28 日の業者確定後、市と業者間で工事打合せ会議が 4 回行われた。サンドブラストの使用については 4 月 28 日の第 1 回会議において提案され、5 月 31 日の第 2 回会議、6 月 27 日の第 3 会議の議事録では検討された記録はなく<sup>12)</sup><sup>13)</sup>、6 月 28 日の第 4 回会議の席で承認された。しかしながら、6 月 6 日に佐渡労働基準監督署へ提出された「建設工事計画届出」に添付された施工計画書<sup>9)</sup>の P15(7 施工手順 7-2 石綿除去 石綿の除去)では、「飛散防止剤アスシール Si-3 がよく浸透した後、ケレン棒、皮スキ、洗車ブラシ、エアースンドマシン等により行なう」と記載されている。

市の承認がない時点においてサンドブラスト工法を採用して計画書を提出している事、また、後述されているが、6 月 22 日の機材搬入時にサンドブラスト機が搬入されている事から、市との間で暗黙の承認が得られていると思ってもおかしくない。

5 在来工法：この場合の在来とはアスベスト含有吹付け材の除去において、ケレン除去の従来  
の工法を指す。両津小学校では、この在来工法に対して新しい工法としてサンドブラストが採用  
された。

6 建設技術審査証明事業：建築物等の各種の技術（設計、材料、部材、工法、施工、検査、保  
全、改修、解体等）に関し、民間で開発された様々な新しい技術について審査し認証を行う事業。  
アスベストの除去・囲い込み・封じ込めに関する審査・認証は、（財）日本建築センターが実施  
している。

## 2. 事故発生とその後の処理

### (1) 事故発生

当該事故は、事故時の報告書日報<sup>14)</sup>等をまとめると以下の通りの経過となる。

6月19日～21日	仮設足場組立
6月22日	サンドブラスト機、エアレススプレー機等機材搬入
6月23日・24日	区画養生 <sup>7)</sup> 作業
6月26日	サンドブラスト機設置
6月27日	区画養生検査、サンドブラスト機試運転、負圧除じん装置 <sup>8)</sup> 稼働
6月28日	市がサンドブラスト工法による施工を承認、負圧除じん装置稼働 午後より第2階段室でサンドブラスト稼働開始
6月29日	第2階段室でサンドブラスト施工
6月30日	第2階段室でサンドブラスト施工 13時35分、白い粉じんの飛散が目撃され、教務主任、養護教諭に通報

### (2) 事故処理

作業主任者U氏(G塗料)からのヒアリング<sup>5)</sup>によると、事故発生時の作業人員配置は、サンドブラスト機操作で屋外作業小屋に1名、作業場内の除去作業に1名、手元に1名、合計3名の配置であり、U氏は場外で作業指揮を行っていた。

事故の目撃者は作業場前の廊下を通り抜ける同校の児童であり、作業場から白い粉じんが漏れている事を目撃し、教務主任、養護教諭に報告、その報告を受けた校長は、すぐに現場責任者のU氏に連絡した。<sup>7)</sup>(事故発生箇所の図、写真については、図表3-3、3-4を参照。)

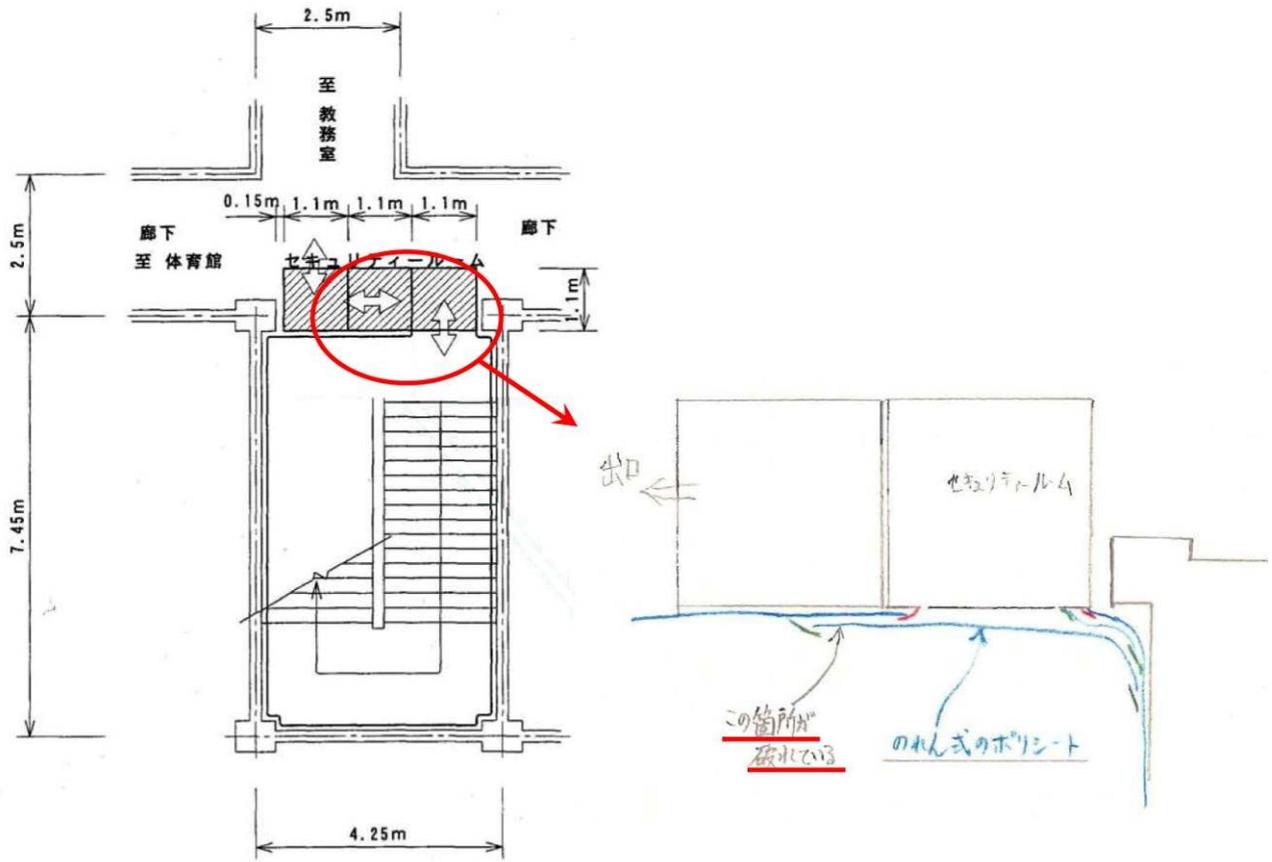
漏えいの指摘を受けたU氏は、13時42分にサンドブラスト機を速やかに停止、13時50分過ぎに粉じんの漏れている区画養生シートの継ぎ目を粘着テープ等で養生補修した。

13時54分、養護教諭は全校放送にて在校生に「うがい」と「手洗い」を指示励行させた。

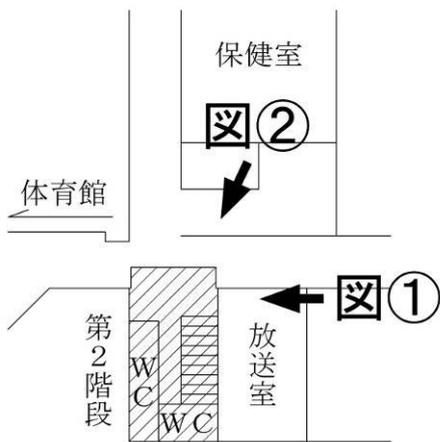
15時20分ころ、粉じんが沈降した後、作業員は床・窓枠算木等に堆積、内壁・窓に付着した白い粉じんを真空掃除機及び濡れぞうきんで清掃した。(図表3-6を参照。)

7 区画養生 : アスベスト除去現場において、アスベスト粉じんを作業場外に漏れいさせないために、作業場を隔離するための設備。負圧除じん装置と合わせて用いられる。

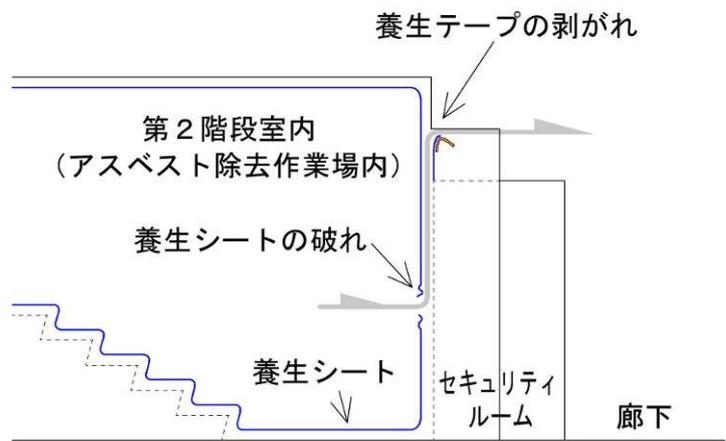
8 負圧除じん装置 : アスベスト除去現場において、アスベスト粉じんを作業場外に漏れいさせないために、空気の吸入口を設置し作業場内を負圧(気圧の低い状態)に保つための装置。区画養生による密閉と合わせて用いられ、吸入された空気はHEPAフィルターにより粉じんを除去した後屋外へ排出される。



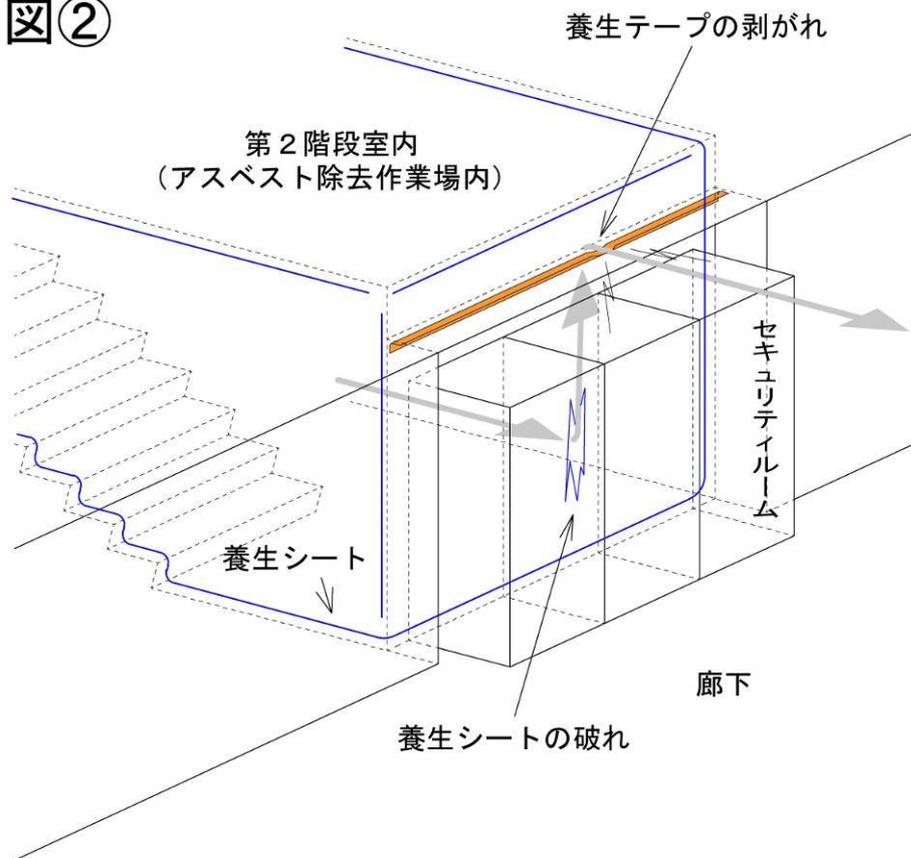
図表 3 - 3 事故発生箇所の状況写真



図①



図②



図表 3 - 4 事故発生箇所のイメージ図



图表 3 - 5 標準的区画養生施工例

## 両津小学校アスベスト漏れ事故に対する教育委員会の対応

佐渡市教育委員会

### 1 経過と対応

平成 18 年 6 月 30 日(金) 事故発生

時刻	内容	備考
12時50分	● 給食終了	
13時30分頃	● たくさんの児童が体育館への行き来をしていたが、アスベストの噴き出しに気付いた児童はいなかった。同時刻に、養護教諭が体育館でけがをした児童を迎えに保健室を出て、工事箇所前を通ったが、噴き出しには気付かなかった。	
13時35分頃	● 掃除開始。廊下担当の高学年3人(6年男子1人、5年女子2人)のうち、6年男子1人と5年女子1人の計2人が、この時点で噴出しに気付いていた。	
13時40分頃	<ul style="list-style-type: none"> <li>保健室内を掃除していた低学年4人が、室内の掃除が終わり廊下の拭きそうじを手伝いするため廊下に出た。</li> <li>保健室掃除担当児童7名(6年生1名、5年生2名、4年生1名、3年生2名、2年生1名)が煙が出ていると廊下で声をあげた。(保健室に1名治療を受けに来ていた子が出入りしていた)</li> <li>養護教諭は、子どもには大丈夫だから静にと声をかけ、現場確認に行き、漏れを確認した。子ども達は養護教諭の「大丈夫だよ」という声で保健室の中と廊下の掃除を続けた。</li> <li>養護教諭が廊下の窓を開けた。</li> <li>その後職員室に行き教務主任と校長に報告しようとした。</li> <li>校長は、すぐに外へ出て作業員を探した。足場作業員( )を通じて現場作業員( )に連絡してもらう。</li> </ul>	
13時43分頃	・ 校長が現場へ帰ると吹き出しは弱くなっていた。	
13時50分頃	<ul style="list-style-type: none"> <li>児童7人の廊下掃除が終わり、解散した。</li> <li>現場作業員が吹き出し口のところにきて、ゆったり養生し始める。児童の報告により、3階から6年担任が現場を確認に降りてくる。</li> <li>体育館掃除班他の15人くらいが現場を通過した。</li> </ul>	
13時54分頃	・ 校長の指導により、養護教諭が全校放送で子ども達にうがいと手洗いを指示した。	
14時00分 ～14時45分	・ 午後のスケジュールに従い子ども達は5限の授業を続けた。	
14時45分頃	・ が学校へ、校長から現状報告を受ける	
14時50分 ～15時35分	<ul style="list-style-type: none"> <li>6限目(サマー集会の準備)</li> <li>現場を通り体育館に入った児童は概ね47人くらい。</li> </ul>	

図表 3 - 6 事故発生時の時系列 (佐渡市教育委員会作成)

### 3 . アスベスト除去業の飛散事故要因調査

#### ( 1 ) はじめに

アスベスト除去業の環境飛散事故は、大気汚染防止法等の法的違反になることも多いため、明らかに大きな違反事故が摘発され報道される以外は、公的になることが少ないままに経過してきている。飛散事故の情報の蓄積がアスベスト除去業全体で十分になされないため、アスベスト除去業としてのヒヤリ・ハット経験の蓄積が行われない状態となっており、アスベスト除去業として問題が生じているとも思われる。本委員会の事故調査専門部会委員として事故要因を確定する必要から、2008（平成20）年時点で吹き付けアスベスト除去業に10年以上従事されている会社の責任者級の方複数に対し、アスベスト除去業の主に技術的な飛散事故要因調査をインタビュー形式で実施したので、報告する。

#### ( 2 ) 建築工事におけるアスベスト除去業の位置付け

アスベスト除去業は、建築の重層下請け構造の一つに位置している。そのため、施主、ゼネコン、解体業者との関連の中で、改築・解体工事の一部として工事が施工される。解体工事であれば、解体後に新築工事を行うゼネコンが工事の元請けとなる事が多く、ゼネコンの管理の下で、おおむね5種類の業者が混在しながら、足場工事、電気工事、空調設備工事、アスベスト除去工事、内装工事、解体工事の順で作業が行われる場合が多い。改築工事の場合は、建物等の他の部分は使用中である場合も多いので、施主の意向を配慮しながら工事が施工される場合も多い。

#### ( 3 ) 飛散事故の頻度と種類

年間約100件の除去工事を施工して現在まで年間平均5件、工事全体の5%程度にアスベスト飛散事故が生じている。10年間でおよそ50件のアスベスト飛散事故を経験してきたという。

飛散事故の要因としては、飛散防止の養生シートのテープの問題が60%と圧倒的に多い。第2に排気装置の不適切な設置による部分的陽圧による飛散で全体の10%前後。3番目が負圧の低下による部分的陽圧によるもので10%前後、以下、不適切な工法の採用によるものが10%弱、排気装置のフィルター周囲からの飛散が4%、予見しにくい場所からの飛散が3%程度、それ以外の飛散要因が個別で数%程度あった。

施主やゼネコンの希望により飛散性のある工法を採用され、反対しても断れない場合が10年間で4~5件、施主やゼネコンが飛散性の高い工法を主張して反対意見を聞き入れず、工事を受注しなかった場合が数件あったという。

また、解体の工期が迫るために飛散しやすい状況になる場合が工事全体の10~20%はあり、ケレンによる除去作業後のブラッシングによるアスベスト繊維の除去が不十分な状態で終了とするという問題が生じやすいという。

以上は、経験の豊富なベテランの除去業の立場で見た結果であるが、経験が少ない除去業の場合、事前調査と工事の適切な見積りの不足が工事全体の50%程度は生じるだろうという。事前調査不足というのは、吹き付けアスベスト部の確認不足もあるが、同時に、工期の適切な見積り、工法の適切な選択の提案ができないとのことであった。施主やゼネコンの希望による不適切な工法の提案を説得できない場合も、一定の比率であるという。

以上は技術的な飛散要因を述べたが、経済的要因、工期的要因による飛散事故は表面には出な

い場合が多く、技術的要因の数倍程度は存在していると推定できるとのことであった。

#### (4) 要因1「養生テープ関連」

飛散事故の要因で圧倒的に多いものとして、不適切な養生シートのテープの施工が挙げられ、年数回で全体の60%程度を占めている。

テープのはがれは、数cmから3mの場合があり、季節でいえば夏に多いという。翌日の朝に現場へ行くと養生テープがはがれているという場合が3分の1くらいあり、作業中にはがれを発見する場合が3分の2程度ある。

養生シートを貼る部分は、一般的には壁や床が多い。天井は吹き付けがある部分であり、通常養生シートを貼らない部分である。部屋の壁の部分は、養生シートの接着面積も大きいのではがれることは少ない。養生テープがはがれやすい場所としては、階段部分の手すりや壁等が一番多く、次いで人の動きの多い床で、第3番目が排気装置からの排気を外気に出すビニール製のダクトホース部分、の順となる。階段部は人の移動に伴って養生シートに力が働くことが多いので、最もはがれやすい部分である。床は、台車付きの作業場所であるローリングタワー等の重量物が動いたりする部分や、物を落としたりする部分ではがれやすい。吹き付け除去部分に入室するセキュリティ<sup>9</sup>部分がはがれた経験はほとんどない。

排気装置は内部にフィルターがあり、粉じんやアスベストを捕集し、空気を清浄にしてから排気している。除去部分が地下であったり建物内部である場合、外気に排気する直径30cm程度で透明のビニールダクトが大変長くなる場合も多い。その際、施工した養生シートの一部を直径30cmの円状に切り抜き、ビニールダクトを通すことになる。その部分のテープが風に揺れたりしてはがれることも多い。

床の張り方では、本来二重の養生を行う。その際、3.6mのシートを二重に張る。一重の養生しからない業者もいるし、シートを裏返して二重とする業者もいて、床の張り方で飛散事故防止への姿勢が分かることもあるという。

片面テープのみを使用する業者が多いが、両面テープを場所に応じて併用することが養生のはがれの防止には重要である。特に階段、床等の力がかかる場所には両面テープが必要だが、費用を考え節約する業者が見られる。テープと養生シートとの接着性はよく、はがれるのはテープと壁や床面であった。テープを貼る位置を、シートが3分の2で壁や床を3分の1とする業者も多いが、シートが3分の1で壁や床が3分の2とするのが経験的にはがれにくい貼り方と思われる。壁のモルタルははがれやすいので、スプレーのり使用後にテープを使用する。表面が不整な形状部では、スプレーのり使用後に両面テープを使用する工法が有効だという。

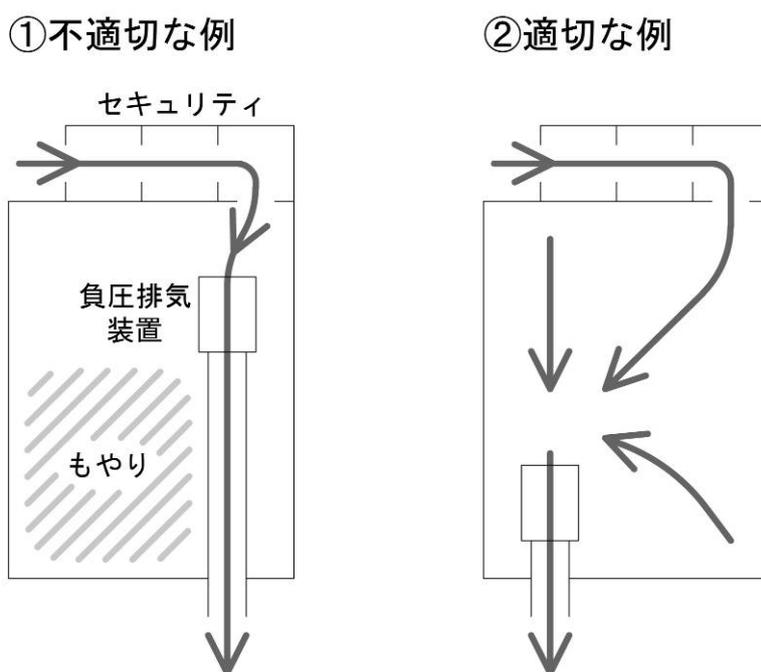
#### (5) 要因2「負圧排気装置の不適切な配置」

負圧排気装置の配置が不適切であり、除去部に部分的に陽圧が生じて飛散する事例は、事故全体の10%と第2の要因である。アスベスト除去部は、1時間に除去部の空間の体積の4回相当分以上を排気装置で換気し続け、養生外の大気に対して負圧を保つことで飛散しないようにすること

9 セキュリティ：セキュリティゾーン、アスベスト除去作業場の区画養生の入り口部分に設置され、作業者が除去現場への出入りにより内部の汚染された空気を作業場外に漏れいさせることを防止するための設備。

が石綿作業主任者テキスト等で規定されている。石綿則及び大気汚染防止法での届出に際しては、アスベスト除去部と排気装置の台数を配置した図面を添付して提出する場合が多い。

問題は、排気装置の配置箇所が適切でないとき空間のある部分で短絡流が生じ、換気されにくい部分が生じることである。極端な事例では、セキュリティ部分の近くに排気装置を配置すれば、セキュリティ部分から供給された空気がすぐ排気されるが、どちらからも遠い空間では陽圧による飛散も生じかねない。除去工事中は、吹き付けアスベスト中のセメントが飛散するが、負圧の配置が適切でないとき、除去空間内に肉眼で「もやり（もやっとした）」空間と透明な空間が確認できるという。負圧の配置が適切であれば、すべての除去部が肉眼で透明であるが、負圧の配置が不適切であると、肉眼で粉じんが生じていることが判明し、配置を変更する必要があるという。



図表3 - 7 負圧排気装置の配置例

同様に、エレベーター部の除去で、1階と屋上階に排気装置を設けて十分排気していたが、ビルの中間階で養生外に飛散が生じていた場合が挙げられる。会社の社宅や独身寮のビルで小さな個室全室に吹き付けアスベストがある場合、例えば一部屋10㎡で廊下を挟んで5室ずつ、全10部屋であれば、単純な換気量計算では排気装置は1台設置で十分であり、また、各部屋に1台ずつの排気装置の配置をなかなかできずに廊下に配置するが、各部屋が明らかにもやっっていて、養生外へ飛散する場合もあるという。

### (6) 要因3「負圧の不足」

排気装置による負圧が何らかの理由で低下し、そのために除去空間に部分的に陽圧が生じることによる飛散は、事故全体の10%前後を占めている。

排気装置のフィルターは、アスベスト以外の粉じんが多ければすぐ目詰まりを起こし、また、アスベスト繊維が多くても目詰まりを起こして負圧性能が低下する。そのため定期的な交換が必要で、通常は1次フィルターで1日に3枚～6枚は交換し、HEPAフィルターは30日に1回程度の交換

が平均的とされる。1次フィルターの価格は1,200円で、5万円するHEPAフィルターと比べて安価であることもあり、アスベストを荒くケレンで落とす作業時は1日に3回、アスベストのブラッシングでは1日に6～7回1次フィルターを交換して、HEPAフィルターへの粉じんの進入を減少させているという。

なお、負圧の低下は、負圧計によるモニターで確認できると同時に、監督者が排気装置からの排気の強さを絶えず体感でチェックする習慣さえあれば容易に把握できる。また、負圧が保たれていると養生は内部にへこんでいるのが常であるが、部分的に陽圧となるとその部分が膨らんだ状態になるので把握できる。HEPAフィルターは、メーカーでは600時間の使用で交換することとしているが、実際には、1次フィルターの交換をしても200時間強で負圧不足が生じ、おおむね30日程度で交換するケースが多いとのことであった。

目詰まりを起こす一番の要因は、飛散防止抑制剤の散布不足である。吹き付けアスベストに散布する飛散防止抑制剤が少ないと、アスベスト及びセメントによる目詰まりが生じ、負圧が不足する。そのために部分的に陽圧が生じて飛散する。

なお、強風等により養生シートが圧を受けて部分的に膨らんだりすることはしばしば見られる現象であるが、その際には、部分的に陽圧となりセキュリティ部分から飛散する事例がある。外部の風に対しては、足場を組み、ボードによる囲いを外部に行う対策が足りないと養生部分が押されて部分的に陽圧となり、飛散することがあり得る。負圧の排気ダクトから逆流の風が強く吹込み、負圧が一時的に効かず、セキュリティから飛散した事例もある。なお、養生のセキュリティ部分が最も開放されているため、空間内が陽圧傾向となるとセキュリティ部分から排気され、飛散が生じると共に圧が下がるため、空間全体として陽圧が持続することは想定しにくいとの事である。

改築や解体に際してアスベスト以外の構造物が除去箇所に残されており、その部分の撤去工事がまず必要な場合もしばしば見られる。空調ダクト、間仕切りのブロック壁、ケーシング、その他であるが、既にアスベスト除去工事の日程であるため、除去業者が一部の撤去や解体を施工せざるを得ない。溶断及びはつり工事による撤去が実施され、一定の粉じんが飛散するが、付加的な解体で本格的でないため、撤去及び解体工事の粉じんによる目詰まり事例の経験はない。養生内でサンドブラストを使用することは極めてまれな工法であり、サンドブラストの使用経験も今までなかった。サンドブラスト工法は粉じんを多量に出す工法であるため、目詰まりの可能性は当然あると考えられた。

#### (7) 要因4「不適切な工法の採用」

飛散工事全体の10%弱を占めるものに、施主やゼネコン等の強い推薦による不適切な工法の採用がある。既に封じ込め工事が実施されており、除去工事は現在不要なのに除去工事を施工しようとする事例も案外ある。養生下に工事するので飛散はしないが、費用の無駄と思える場合が数件あった。本来除去すべきなのに不十分な封じ込めをした事例も数件見られる。アスベストを無害化する薬剤や溶液を施主やゼネコンが推薦し使用したところ、アスベストの飛散が生じ、その後除去工事に転換する事例も数件あるという。

#### (8) 要因5「負圧の排気フィルター部」

事故全体の約5%を占めるのが、排気装置フィルター周囲からの飛散である。排気装置には3

次のフィルターが付いており、粉じんとアスベストを捕集し、空気を清浄にしてから排気している。フィルターと排気装置自体とのねじ等の密着が不十分である場合、フィルター交換後にその周囲から飛散することがある。排気部分を養生外部で測定したところ数 10f/L のアスベストが検出され工事を中止し、フィルター部の点検を行って HEPA フィルターのバンド枠のねじの装着をし直したところ、アスベスト飛散がなくなった事例を経験した関係者は多い。

なお、排気装置の設置場所について、以前は明確な指示がされていない場合もあり、養生外に設置している場合もあったし、除去工事のガイドブックの図で養生外の設置である場合も確かであった。養生外に排気装置を設置していた場合、フィルター交換時に大気に飛散することは当然であり、設置場所は養生内とすることが基本となる。

#### ( 9 ) 要因 6 「事前調査不足」

経験の多い業者は起こすことはほぼ無い要因で、今回の10年以上の経験のある業者ではこの10年ではないという。しかし、経験が少ない業者では、建物の構造や事前調査がしにくい事例で、吹き付けアスベストがある部分の確認不足により飛散事故がしばしば起きる。

4階建ての建物の事前調査で、1階と2階の天井を点検孔からみて「吹き付けなし」と判断し解体したところ、ビルの3階と4階に吹き付けアスベストがあり飛散した工事があったという。

点検孔のない建物では、照明器具やボードを1枚外して確認するのが経験のある業者であるが、経験の少ない業者では、そうした確認をせず解体工事を実施し、飛散させる事例も多い。

建物の最上階のスラブは、結露防止（防露目的）で木毛板やスタイロフォームが施工されている場合も多いが、吹き付けアスベストの場合もある。屋上にペントハウスがあるとその部分の屋上階の部分のみ吹き付けアスベストを施工しないことも多い。天井点検孔で同部を見てデッキプレートのみを確認し、屋上階に吹き付けアスベストなしと判断して解体し、飛散事故を起こした事例もある。

#### ( 10 ) 要因 7 「予見しにくい部位からの飛散」

吹き付けアスベストが天井と梁にある部屋で、梁とボードの隙間を木でうめた上にアスベスト吹き付けが施行されていた、ケレンで梁のアスベストを除去したところ木が隣の部屋に落下し、アスベストも隣室に飛散した。天井と壁にアスベストが吹き付けられており除去していたところ、壁の一部に配管の穴がふさがれずに開いていて、その部にも何とかアスベストが吹き付けられていて表面から判明できなかったため、除去時に隣室に飛散した。1枚の壁に吹き付けがあり除去したところ、モルタル下地が出てきた。除去終了後にモルタルを外し解体したところ、下に更にアスベスト吹き付けが施行されていて飛散事故を起こした。これらのように、かなりまれな飛散事故が時々起きている。

#### ( 11 ) 要因 8 「その他の要因」

養生全体の脱落や崩壊は、建物の改修での除去等では起こり得ず、屋外に吹き付けアスベスト除去の養生を設置するしかない、工場や工作物等の工事の際に起こるタイプの飛散事故である。突風、重機等により養生をしている工場や工作物の自体が破損したり、雨水の重さ等により養生が全体的に脱落したりする場合で、極めてまれな事故の一つである。

## (12) 要因9「経済的・工期的要因」

今回は対象にしなかったが、十分な費用と十分な工期がなく受注した工事の際に、多くの業者が実施するとされる除去工事で、除去の仕上げを省略する方法が最も考えられるという。こうした工事は、以上述べたような技術的な飛散事故の数倍程度あるという見方がNPO関係者では言われてきた。今回の吹き付けアスベスト業者からの聴取でも、技術的要因による飛散よりも、経済的かつ工期的要因による飛散が数倍あるだろうという実態の推定がなされた。こうした要因が広くあることも考慮した対策が今後必要となる。

## 4. 想定される事故要因

### (1) 工法選定

市担当者の説明<sup>15)</sup>によると、2006(平成18)年3月28日にB組が落札、4月28日の第1回打合せにおいて、B組(G塗料)から、在来工法では完全に除去できない事が予想されるためサンドブラスト工法による除去へ変更してもらいたいとの提案があった<sup>10)</sup>。その後、数度の打合せの結果、過去に実績があるとのことで、6月28日の第4回打合せにて採用決定となった。<sup>11)</sup>

しかしながら、当該工事の予算組みのためにB組に参考見積りの依頼が行われた際、この時点では在来工法での除去で積算したというB組の証言がある<sup>16)</sup>。落札後に工法変更の申し入れがされた事、また、打合せ会議では承認されていないにも関わらず6月22日の機材搬入時にサンドブラスト機が搬入・設置され、同28日に採用決定が出る事に矛盾を感じる。

採用に関して、判断基準が業者側の説明のみで、市として独自の検証を行った上で採否を検討されたような記録もなく、そのような証言もない。一般的に工法の変更を行う場合、情報収集等を十分行なった上で採否を決定する必要があったのではないか。

### (2) 除去業者のスキルレベル<sup>10)</sup>

負圧除じん装置のろ過フィルター<sup>11)</sup>の交換は、密閉された場内で行わなければならないため、作業場内または隣接した所に設置することが一般的であるが、グラウンドに小屋を作ってサンドブラスト機と一緒に設置する当該計画は問題があると思われる。負圧除じん装置のフィルター交換は、交換作業時にフィルターに付着した粉じんが再飛散するため、通常はフィルター部を作業場内に設置する事が基本である。

当該工事の実質上の現場責任者である石綿作業主任者U氏に対するヒアリング<sup>5)</sup>では、「石綿作業主任者」の資格は1年前に取得、当該工事に入る前までに新潟県内で数か所のアスベスト除去工事を経験した、とのことであった。しかしながら当該工事のように、改修工事で、工事場所と居住者と隣接したところでの作業、また、サンドブラストを使用しての作業は、当該事故の状態から判断してG塗料もU氏もほぼ経験がなかったと思われる。アスベスト除去工事の経験の少ない業者が、除去工事を施工することになったこと自体が当該事故の一つの要因であろう。このよ

10 スキルレベル：技術レベル。

11 ろ過フィルター：負圧除じん装置が吸引したアスベストの粉じんを含む空気をろ過して、粉じんを取り除くための設備。負圧除じん装置には通常、1～3次フィルターがあり、3次フィルターにはHEPAフィルターが使用される。

うな施工計画を提案する業者を選定した元請け、また、下請けとなる専門業者の施工能力の審査の必要性にまで注意が行き届かなかった自治体の認識不足、とが複合した結果といっても過言ではない。

### (3) 区画養生テープ

区画養生とは、基本的には、作業中に発生する粉じんをばく露付着または外部へ飛散させないため、一般的にはプラスチックシート等を粘着テープ等で貼り合わせ、アスベスト除去（封じ込め）面以外の床、平面、照明器具、家具類等を外部と遮断するものである。本来は、アスベスト作業時に粉じんを発生させない事が最良であるが、現実的に現在の技術では不可能であり、発生した粉じんを場外へ飛散させないために、適切な区画養生を行うことが必須条件である。

当該作業における区画養生は6月21日の機材搬入後から行われ、6月27日の第3回打合せ会議で佐渡市建設課による養生検査が実施された。養生検査の結果、セキュリティルームの作業室側で養生テープのはがれが確認され、補修後に着工するよう指摘を受けた。<sup>13)</sup>

「第4回打合せ記録簿」<sup>11)</sup>には、養生再検査の実施記録は記載されていないが、その後事故発生までの期間に粉じんの飛散がなかった事が実証されていることから、指摘箇所は補修されたと判断してよいと思われる。なお、指摘により補修された養生テープのはがれ箇所は、事故発生部である養生テープのはがれ箇所とは異なる場所であった。

当該事故発生部の養生テープ(図表3-3「事故発生箇所の状況写真」を参照。)と図表3-5「標準的区画養生施工例」を見れば明らかであるが、養生テープの状態が十分でないことが理解できる。関係者ヒアリング<sup>5)7)16)</sup>でも養生シートのつなぎ部分よりアスベスト、粉じんが漏れていた。6月28日の検査時には補修を行い、作業用昇降階段養生シートと壁面区画養生シートを接続した。当該作業場は場内に柵足場を組立て、昇降階段を設置、足場が汚染されないように養生シートで養生したが、狭い作業場内のため、壁面と昇降階段の養生が一連で繋がってしまった。昇降階段床養生シートの固定が不十分なため、作業員の昇降時に引きずられ、壁面区画養生シートと昇降階段床養生シートをつなぎ合わせている粘着テープが加重に耐えられずはがれ、そのはがれ部分より粉じんが飛散したと思われる。

### (4) サンドブラスト工法

当該工事におけるアスベスト粉じん飛散事故の究極的な要因としては、養生シート面の一部はく離部分から外部へ飛散したことが想定されるが、複数の副因的な要因も当該事故を拡大させたものと思われる。6月27日に佐渡市担当者立会いの下で作業場内の区画養生検査を行い、工事に対応できる区画が充分備わっていることを確認した事となっている<sup>13)</sup>が、当該事故のように養生シート貼り合わせ面がはく離する危険性を見抜く技量を持ち合わせる技官が検査を行わなければ、検査の目的は達せられないと思われる。同時に、検査時において検査用具(例えばスモークテスター<sup>12)</sup>、負圧測定器<sup>13)</sup>等)を使用していたかは定かではないが、工事完了報告書内には記録が残っていなかった。

佐渡市におけるアスベスト対策工事の実例は少ないと思われ、そのため検査技官のアスベスト立会い経験がほとんどないことはゆがめられない事実であるが、既に当該事故発生時点までにアスベストの飛散事故がいろいろな地区で発生、マスコミのターゲットとなっているところであったにも関わらず、当該工事におけるアスベスト立会い検査は儀礼的な流れになっていたように思わ

れる。

当該工事における粉じん飛散事故の第一要因は、サンドブラスト工法の採用とみなされていると言われている。つまり、除去作業時に発生する粉じん及び下地のコンクリート表面の一部を含んだ粉じんが、負圧除じん装置のフィルター部に付着して目詰まり現象を起こし、発生作業場内の空気が排気されないまま作業員が気付かず作業を行ったため、作業場内がサンドブラスト機の送気により加圧状態となって区画養生シートの一部が破れ、作業場外へ飛散したと見られている。

サンドブラスト機の風量は毎分  $6.4 \text{ m}^3_{16}$  となっているが、第2階段室の負圧容積は(W)4.25m × (L)7.4m × (H)13.5mで  $424.58 \text{ m}^3$ となる。毎分  $6.4 \text{ m}^3$ で送気された場合、場内は66.97分で1換気<sup>14</sup>される。作業報告書(図表3-8「6月30日作業時間表」を参照。)では、当日の午後の作業は13時から開始されたことになっているが、実際には作業手順の確認打合せや保護具の装着に約7~8分かかり、さらに作業場内に入場してから作業体制に入るまで6~7分かかると思われ、よってブラスト作業は13時17分ころから始まり、場外で粉じんの飛散が騒がれたため13時42分ころブラスト作業を停止した。この間、3度の休憩を挟んで4回のブラスト作業を行ったが、4回計8分のブラスト機の送風総量は  $51.2 \text{ m}^3$ となる。仮に休憩中も送風されていたとすると、25分間送風され  $160.0 \text{ m}^3$ となり、階段室内空気に換算すると0.38換気分となる。

粉塵漏出の作業時間表

時刻(時間)	1:00											1:30		
時刻(分)	:00~	:07~	:15~	:17~	:19~	:24~	:26~	:31~	:33~	:38~	:42	:45	:50	:55
作業内容	打合・確認	準備・点検確認	入場・確認	1回目2分間ブラスト作業	休憩(沈降作業)5分	2回目2分間ブラスト作業	休憩(沈降作業)5分	3回目2分間ブラスト作業	休憩(沈降作業)5分	4回目2分間ブラスト作業	休憩(沈降作業)	作業中止		
漏出											:40	:42		

噴出時間約2分間

図表3-8 6月30日作業時間表

12 スモークテスター：塩化第二スズ( $\text{SnCl}_4$ )が空気中の水分と反応して煙( $\text{Sn}(\text{OH})_2$ )を発生させる装置。負圧除じん装置の稼働状況を空気の流れにより判断する。

13 負圧測定器：除去作業場内の負圧除じん装置の稼働状況を確認するために、空気圧を測定し記録する機器。

14 1換気(換気回数)：部屋が換気されて、その部屋の容積分の空気が出て、入ったこと。例えば1換気/時間であれば、1時間でその部屋の容積分の空気が出て、入ったことを意味する。空気は混ざりながら入れ替わるので1換気に入れ替わる空気は約63%。

しかしながら、作業場に設置されたセキュリティゾーンの出入口はビニールの垂れ幕による区画であるため、作業場内の空気は気圧により簡単に出入りする。このため、場内の気圧が著しく高くなるとは思われない。一般的に通常のアスベスト除去作業場内では、0.5～0.8 hpa（ヘクトパスカル<sup>15</sup>）低く負圧を保持しているが、当該作業場ではフィルターの目詰まりにより加圧状態になったと思われる。しかし、養生シートの貼り重ねテープ部を破るほどの圧力にはならず、プラスチックで発生した加圧空気はセキュリティゾーンを抜けてゆくと思われる。

また、吹き付け時の粉じんによる負圧除じん装置のフィルターの目詰まりも問題視されているが、事故後のフィルターの目詰まり状態が解明されていないため、明確なる解明は出来ない。しかし、作業員から提出された「フィルター交換記録簿」（図表3-9）を見る限りでは、前日のテスト作業時にも目詰まり状態ではなく、30日においても午前中に交換を行った記録となっていた。

ただし、飛散事故の要因調査で明らかのように、吹き付け除去作業中の1次フィルターの交換回数は平均でも1日に6～7回が標準的である。サンドブラストを使用した事を考え合わせると1日に10回程度の1次フィルターの交換が必要であり、今回は大変少ない事がわかり、1次及び2次フィルターが目詰まりを起こしていた可能性は十分考えられる。

負圧除じん装置稼働及び保守報告書 機種 HEPA\_AIR H2000 No. 1

一次フィルター交換時期 工事完了日又は100時間、二次フィルター交換時期 100時間  
三次HEPAフィルター交換時期 500時間

日付	作業場所	稼働時間	フィルター交換回数			作業責任者	作業管理者	フィルター交換員名
			一次	二次	三次			
5/26	ホール 機械室	8.0	2.0	3.0	3.0			
5/27	"	8.0	16.0	16.0	16.0			
5/28	"	8.0	24.0	24.0	24.0			
5/27	PT-J 壁面	8.0	32.0	32.0	32.0			
5/28	"	8.0	40.0	40.0	40.0			一次フィルター 交換済み
6/27	西津小 階段室	8.0	48.0	48.0	48.0			二次フィルター 交換済み
6/28	西津小	8.0	56.0	56.0	56.0			二次 交換済み
6/29	"	8.0	64.0	64.0	64.0			二次 交換済み

負圧除じん装置稼働及び保守報告書 機種 HEPA\_AIR H2000 No. 2

一次フィルター交換時期 工事完了日又は100時間、二次フィルター交換時期 100時間  
三次HEPAフィルター交換時期 500時間

日付	作業場所	稼働時間	フィルター交換回数			作業責任者	作業管理者	フィルター交換員名
			一次	二次	三次			
6/30	西津小 階段室	8.0	8.0	16.0				二次 交換済み
6/30	西津小 階段室	8.0	72.0	72.0	72.0			二次 交換済み

図表 3 - 9 フィルター交換記録簿

15 ヘクトパスカル：パスカル（Pa）は気圧の単位。1ヘクトパスカル（hPa）は100Pa。標準大気圧1気圧は約1013hPa。

## (5) まとめ

当該事故の技術的な要因は、サンドブラストによる負圧除じん装置の目詰まりも関与する要因であるが、主要因は、作業員の経験不足による区画養生テープの不適切作業の結果と思われる。

当該作業場は場内に柵足場を組立て、昇降階段を設置、足場が汚染されないように養生シートで養生したが、狭い作業場内のため、壁面と昇降階段の養生が一連でつながってしまった。養生シートは非常に滑りやすく、シートの床への固定は両面粘着テープ等で十分に行わなければならないが、今回はこの部分の事前検討がなされていなかったのではないと思われる。

建設現場には同じ条件のものはない。当然のことながら、経験の浅い作業者は、安易に作業に臨まず、事前に施工現場に関する情報を多く集めて想定される問題点を洗い出し、解決策あるいは事前の対応策を用意しておかなければならない。

しかし、現実には「経験値」の低いレベルの作業員が、作業条件・環境の変化に的確に対応することは極めて困難なことであり、ベテラン技術者・技能者の指導の下、実践経験を積むことによってスキルアップを図っていくしかない。

前述したように、クボタ・ショックを契機にアスベストが社会問題化したことで、施工経験の「まったくない」あるいは「ない」にも等しい業者がアスベスト除去業者を名乗るケースが2005～2006（平成17～18）年度の2年に渡って続出し、しかも、こうした「（社会問題化）便乗組」の作業者の大多数は、石綿則に基づく石綿作業主任者講習・特別講習を受講することで「急造」された人たちだった。

工法選択など技術的要因の「表」の部分だけでなく、当該工事の施工に当たった作業グループは、石綿則に基づく石綿作業主任者講習・特別講習を受講して日も浅く、アスベスト除去の実務経験が極めて乏しいメンバーで構成されていたという技術要因の「裏」の部分を重視すべきであろう。

詰まるところ、施工体制を確認することの重要性を認識することなく発注した佐渡市は、発注者責任を自覚すべきであり、元請けのB組は労働安全衛生法で規定されている統括管理責任を真摯に受け止めるべきであろう。

### - 参考文献 -

- 1) 両津市立両津小学校改築第一期工事設計図面（1968（昭和43）年）
- 2) 第4-19号両津小学校大規模改造（建築）工事工事写真（1993（平成5）年1月）
- 3) 株式会社ABC 商会ホームページ
- 4) 第4-19号両津小学校大規模改造（建築）工事設計図
- 5) 第2回ヒアリング（2007（平成19）年8月27日）記録
- 6) H分析機関発 2005（平成17）年11月1日付け第2005-P1-00800-002～004号、2005（平成17）年12月26日付け第2005-P1-01188-001～003号分析証明書
- 7) 第3回ヒアリング（2007（平成19）年10月10日）記録
- 8) H分析機関発 2006（平成18）年8月4日付け第2006-P1-00503-001～002号分析証明書
- 9) 佐教学第17-74号両津小学校大規模改造工事施工計画書（2006（平成18）年6月）
- 10) 同工事第1回打合せ記録簿（2006（平成18）年4月28日）
- 11) 同工事第4回打合せ記録簿（2006（平成18）年6月28日）
- 12) 同工事第2回打合せ記録簿（2006（平成18）年5月31日）

- 13) 同工事第3回打合せ記録簿(2006(平成18)年6月27日)
- 14) 同工事作業安全指示書(作業日報・安全日誌)
- 15) 第1回ヒアリング(2007(平成19)年7月6日)記録
- 16) エアブラスト機用ノズル製品カタログ