

1.1 工作物石綿事前調査者

1.1.1 石綿事前調査者制度

5 石綿は、アスベストともいわれる蛇紋石や角閃石に含まれる鉱物の一種で、天然に産出する発がん性物質である。建築物、工作物、船舶にも多く使用されてきており、解体・改修時には使用状況を把握した後に、適切に飛散防止措置を講じて除去等の作業を行わなければならない極めて高いハザードである。国内でもわずかに産出されたが、その大半はカナダや南アフリカなど海外から輸入された。図 1.1 に石綿の輸入量の推移を示す。石綿は数多くのメリットを総合的に有していること
10 から、長い間非常に多岐にわたって利活用され近代の日本の発展に重要な役割を担ってきた。

一方で、政府は労働者の健康障害を防止するため、科学的知見の進展等に応じて、石綿の使用について規制を強化してきた。現在では全面的に石綿含有製品の製造販売などが禁止されている。

日本では石綿は第二次世界大戦前から使用が開始され、昭和 30 年代から石綿の利用量は増加をたどった。石綿のばく露が労働者に健康障害を起こすことが知られるにつれて、国による規制や石綿を原材料などとして利用していたメーカーが自主的に代替化に取り組み、建材等の無石綿化が進められた。2003（平成 15）年には、労働安全衛生法施行令（安衛令）が改正され（2004（平成 16）年施行）、石綿含有率 1 重量パーセントを超える主な製品の製造等が禁止、一般的に市井で建設材料として利用されていた石綿含有製品については、この時点で非石綿製品となった。さらに、2006
15 （平成 18）年の安衛令の改正・施行により、代替品を得られないごく一部の製品を除き、石綿含有率 0.1 重量パーセントを超える製品の製造等が禁止された。その後さらなる改正により、2012（平成 24）年には石綿及び石綿を含有する製品の製造等が全面的に禁止された。

しかし、禁止前から継続使用されている石綿含有製品については禁止されておらず、現在の私たちの生活環境では、相当な量の石綿含有製品が現在も使用され続けている。石綿含有製品の中には使用開始後かなりの年数を経ているものも多く、劣化による飛散・ばく露などの危険性があるもの
25 も存在する。



図 1.1 石綿輸入量推移のグラフ (出典：財務省 (大蔵省) 輸入統計)

2013 (平成 25) 年に、国土交通省は総務省勧告による民間建築物の石綿含有建材の調査の促進のための調査方法の検討指示を受け、社会資本整備審議会アスベスト対策部会での検討と試行を経て、建築物石綿含有建材調査者制度を設け、育成を開始した。

- 5 2018 (平成 30) 年に、石綿障害予防規則と大気汚染防止法に関する改修・解体工事前の事前調査に求められる知識や技能も建築物石綿含有建材調査者 (以下「調査者」) として共通の内容が多く、今後、石綿含有建材が使用されている建築物の解体工事の増加が見込まれる状況を踏まえ、現行の講習制度に関する告示を廃止し、新たに 3 省共管 (厚生労働省、環境省、国土交通省) の講習制度に関する告示を制定した。
- 10 2023 (令和 5) 年 10 月に、石綿障害予防規則と大気汚染防止法の一部改正により、事前調査のうち、建築物に係るものについては、必要な知識を有する者として建築物石綿含有建材調査者 (特定、一般、一戸建て) またはこれらの者と同等以上の能力を有すると認められる者 (一般社団法人日本アスベスト調査診断協会に登録され、事前調査を行う時点においても引き続き同協会に登録されている者等) が行うことが義務化された。
- 15 石綿の多くは建築物に利用されたが、工作物や船舶などにも長きにわたり利用された。工作物の中に石綿含有製品を使用する箇所は、工作物の種類によって使用目的、石綿含有資材は多岐にわたり、専門性が要求されるため、適切な事前調査の実施を確保するために、調査を実施する者に一定の知識等を付与するための仕組みや、付与すべき知識の内容等について、さらに検討を深める必要があるとされた。
- 20 そこで、2026 (令和 8) 年 1 月より、石綿障害予防規則と大気汚染防止法の一部改正により、事

第 1 講座

前調査のうち、工作物に係るものについては、必要な知識を有する者として工作物石綿事前調査者またはこれらの者と同等以上の能力を有すると認められる者が行うことが義務化された。

工作物の種類と分類については、表 1.1 の通りである。

5

表 1.1 工作物の分類

区分	対象工作物	事前調査の資格
特定工作物告示 （令和 2 年厚生 労働省告示第 278 号）に掲げ る工作物 （石綿使用のお それが高いもの として厚生労働 大臣が定めるも のであり、事前 調査結果の報告 対象となる工作 物）	【建築物とは構造や石綿含有材料が異なり、調査にあたり当該工作物に係る知識を必要とする工作物】 ○炉設備（反応槽、加熱炉、ボイラー・圧力容器、焼却設備） ○電気設備（発電設備、配電設備、変電設備、送電設備） ○配管及び貯蔵設備（炉設備等と連結して使用される高圧配管、下水管、農業用パイプライン及び貯蔵設備）※上水道管は除く 【注】 建築設備（建築物に設けるガス若しくは電気の供給、給水、排水、換気、暖房、冷房、排煙又は汚水処理の設備等）に該当するものは工作物ではなく、建築物の一部。	工作物石綿事前調査者
	【建築物一体設備等】 煙突、トンネルの天井板、プラットホームの上家、遮音壁、軽量盛り土保護パネル、鉄道の駅の地下式構造部分の壁及び天井板（建築物（建屋）に付属している土木構造物）、観光用エレベーターの昇降路の囲い（建築物に該当するものを除く。） 【注】 建築設備系配管（建築物に設けるガス若しくは電気の供給、給水、排水、換気、暖房、冷房、排煙又は汚水処理の設備等の建築設備の配管）は建築物の一部	工作物石綿事前調査者 一般建築物石綿含有建材調査者又は特定建築物石綿含有建材調査者
その他の工作物	【上記以外の工作物】 建築物以外のものであって、土地、建築物又は工作物に設置されているもの又は設置されていたもののうち、上欄以外のもの。（エレベーター、エスカレーター、コンクリート擁壁、電柱、公園遊具、鳥居、仮設構造物（作業用足場等）、遊戯施設（遊園地の観覧車等）等） 【注】 資格を設けない場合でも、適切に調査を実施できるよう、様式やチェックリストを作成する。	塗料その他の石綿等が使用されているおそれのある材料の除去等の作業（※）に係る事前調査については、工作物石綿事前調査者、一般建築物石綿含有建材調査者又は特定建築物石綿含有建材調査者

※塗料の剥離、補修された耐火モルタルや下地調整材などを使用した基礎の解体等を行う場合

工作物は、報告対象の工作物（特定工作物）17 種類と報告対象以外の工作物とに分類される。特定工作物は、令和 2 年厚生労働省告示第 278 号に掲げる工作物であり、これらは石綿使用の恐れが

高いものとして厚生労働大臣が定めるものである。

< 報告対象となる工作物（特定工作物） >

- ① 反応槽
- 5 ② 加熱炉
- ③ ボイラー・圧力容器
- ④ 焼却設備
- ⑤ 発電設備（太陽光発電設備及び風力発電設備を除く。）
- ⑥ 配電設備
- 10 ⑦ 変電設備
- ⑧ 送電設備（ケーブルを含む。）
- ⑨ 配管（建築物に設ける給水設備、排水設備、換気設備、暖房設備、冷房設備、排煙設備等の建築設備を除く。）
- ⑩ 貯蔵設備（穀物を貯蔵するための設備を除く。）
- 15 ⑪ 煙突（建築物に設ける排煙設備等の建築設備を除く。）
- ⑫ トンネルの天井板
- ⑬ プラットホームの上家
- ⑭ 遮音壁
- ⑮ 軽量盛り土保護パネル
- 20 ⑯ 鉄道の駅の地下式構造部分の壁及び天井板（建築物（建屋）に付属している土木構造
- ⑰ 観光用エレベーターの昇降路の囲い（建築物に該当するものを除く。）

特定工作物は、「建築物とは構造や石綿含有資材が異なり、調査にあたり当該工作物に係る知識を必要とする工作物」と、「建築物一体設備等」の2種類に分類される。「建築物とは構造や石綿含有資材が異なり、調査にあたり当該工作物に係る知識を必要とする工作物」は、工作物石綿事前調査の資格を有する者による事前調査が必要となる。

本テキストでは、工作物を設備ごとの類似性から炉設備、電気設備、配管・貯蔵、建築物一体設備、その他工作物の計5つのグループに分け、各工作物で使用されている資材の種類や使用箇所、調査方法を解説する。

30

1.1.2 工作物石綿事前調査

事前調査は建築物、工作物又は船舶の解体又は改修工事を行う際に、事前調査の対象外となる作業を除き、石綿等の使用の有無を調査しなければならない。調査は設計図書等の文書を確認する方法（以下「書面調査」）と、目視による調査（以下「目視調査」）を実施した後に、石綿等の使用の有無が明らかにならなかったときは、石綿等の使用の有無について、石綿含有とみなす場合を除き、分析による調査（以下「分析調査」）などによる判断根拠が必要となる。調査対象は改修工事では工

35

第1講座

事範囲に使用されている資材等、解体工事では対象工作物等の全ての資材等を対象とする。書面調査、現地調査、分析調査などの結果から、工作物石綿事前調査報告書を作成する。書面調査と目視調査の結果に差異があった場合は目視調査結果を優先し、石綿含有資材の疑いがあるものが存在しなかった場合は、使用箇所がない旨の工作物石綿事前調査報告書を作成して発注者に提出する。

5 図 1.2 と図 1.3 に、それぞれ工作物石綿事前調査における主な調査項目と調査フロー図を示す。

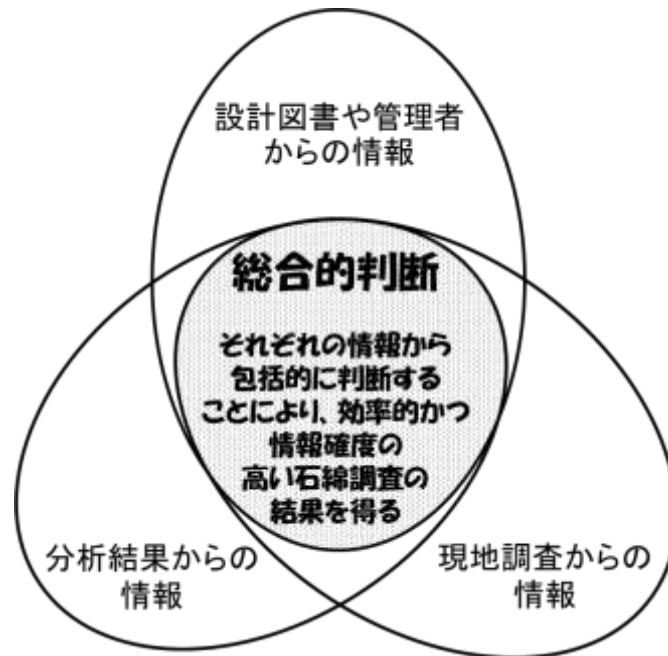


図 1.2 工作物石綿事前調査における主な調査項目と構成要素

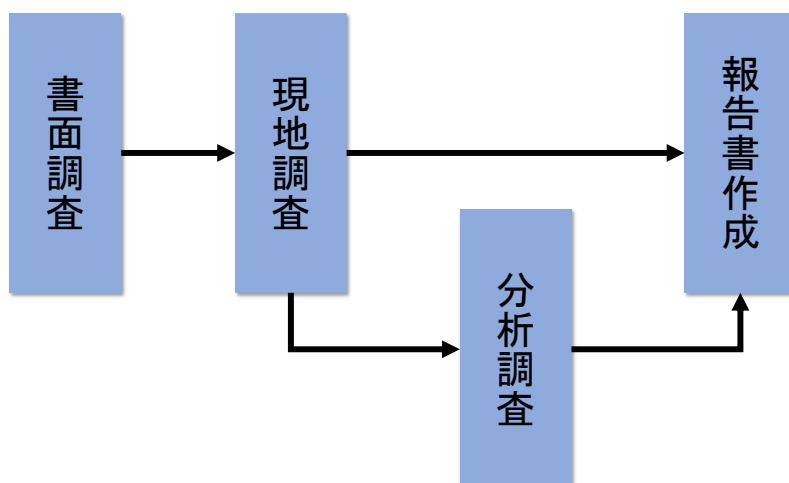


図 1.3 調査フロー図

10

事前調査における書面調査の詳細については第2講座「工作物一般、図面の読み方、情報入手」、現地調査および分析調査の詳細については第3講座「現地調査の実際と留意点」、報告書作成の詳細

細については第4講座「工作物石綿事前調査報告書の作成」で詳述する。

1.2 工作物と石綿

1.2.1 石綿の定義

- 5 石綿とは、自然界に存在するけい酸塩鉱物のうち繊維状を呈している物質の一部の総称である。
- 日本では、石綿障害予防規則における「石綿等」を、「石綿若しくは石綿をその重量の0.1%を超えて含有する製剤その他の物」（労働安全衛生法施行令第6条23号）としている（石綿等は部材単位で算定する）。2006（平成18）年8月11日の厚生労働省通達（基発第0811002号）では、石綿を「繊維状を呈しているアクチノライト、アモサイト、アンソフィライト、クリソタイル、クロシドライト及びトレモライト」（以下「クリソタイル等」）と定義しており、これら6種類の鉱物の総称として石綿（アスベスト）と呼んでいる。
- 10

石綿はこのように一つの鉱物だけでなくいろいろな鉱物があること、また人工的に製造された繊維物質ではなく、自然由来の物質であるため、不純物として混入しているおそれがあるということにも留意すべきである。図1.4に石綿の原綿及び顕微鏡写真を示す。

15



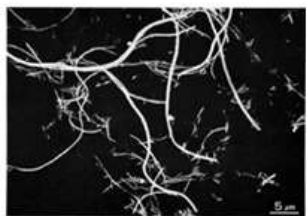


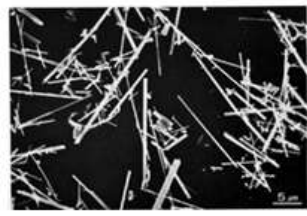



	原綿	光学顕微鏡写真	電子顕微鏡写真
クリソタイル			
アモサイト			
クロシドライト			

図1.4 石綿の原綿及び顕微鏡写真

1.2.2 石綿の種類

石綿は、前述のように6種類に分類される。それぞれの性質をまとめると表1.2となる。

20

表 1.2 石綿の種類と性状一覧

石綿種	蛇紋石群 Serpentine group	角閃石群 Amphibole group				
	白石綿・温石綿 クリソタイル Chrysotile	青石綿 クロシドライト Crocidolite	茶石綿 アモサイト Amosite	直閃石 アンソフィライト Anthophyllite	透角閃石 トレモライト Tremolite	緑閃石・陽起石 アクチノライト Actinolite
化学構造式	$Mg_3Si_2O_{10}(OH)_2$	$Na(Fe^{2+}>Mg)_3Fe_2^{3+}Si_8O_{22}(OH)_2$	$(Mg<Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2$	$(Mg>Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2$	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	$Ca_2(Mg,Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$
硬 度	2.5~4.0	4	5.5~6.0	5.5~6.0	5.5	6
比 重	2.55	3.37	3.43	2.85~3.1	2.9~3.2	3.0~3.2
比熱(kcal/g/℃)	0.266	0.201	0.193	0.210	0.212	0.217
抗張力(kg/cm ²)	31,000	35,000	25,000	24,000	5,000未満	5,000未満
比抵抗(MΩcm)	0.003~0.15	0.2~0.5	500未満	2.5~7.5	—	—
柔軟性	優	優	良	良~不良	良~不良	良~不良
表面電荷 (ゼータ電位)	+	-	-	-	-	-
耐酸性	劣	優	良	優	優	良
耐アルカリ性	優	優	優	優	優	優
脱構造水温度 (℃) ※	550~700	400~600	600~800	600~850	950~1,040	450~1,080
耐熱性	良、450℃位から もろくなる	クリソタイルと 同様	クリソタイルよ りやや良	アモサイトと同 様	クリソタイルよ り良	不良

注) ※空气中

出典：「新版建築物等の解体等作業工事における石綿粉じんへのばく露防止マニュアル」建設業労働災害防止協会、P 4

石綿は熱や圧力などを受けて変成した鉱物であり、構造的に水を包含している。蛇紋石群はクリソタイル1種類で、それ以外の5種類は角閃石群である。日本での過去の建材への利用は圧倒的にクリソタイルが多かった。クリソタイルのほか、クロシドライトやアモサイトも輸入・使用されたが、1995（平成7）年にはこれら2種類は輸入と使用が禁止されたため、以後は主にクリソタイルが使用されてきた。従来、意図的には利用されていなかったとされてきたトレモライト、アクチノライト、アンソフィライトについても、実際の建材分析の結果から国内での使用が確認されている。

このようなことから工作物における調査はこれら6種類を対象として調査すべきである。2008（平成20）年2月6日の厚生労働省労働基準局長通知（基安化発第0206003号）において、6種類すべての分析を徹底するよう示している。

クリソタイルは、白色、クロシドライトは暗灰青色、アモサイトは灰茶褐色をした繊維であるため、それぞれ白石綿、青石綿、茶石綿と呼称されている。特に高含有量の吹付け石綿は、調査者としてのスキルを積むことでその色から種別を判別することも可能である。1975（昭和50）年以降の石綿含有吹付けロックウールでは5%未満の石綿含有量として使用されたため、その資材中の石綿の存在割合がわずかとなっており、吹付け材の色から判別することは極めて困難となっている。

また、機械室やボイラーなどは煤煙などによって資材の表面などが黒く変色していることもあり、このような場合も色による判定は困難である。

これら6種類のほかに、同じく角閃石群に分類されるウィンチャイト、リヒテライトの2鉱物を含むバーミキュライトが原因とされる石綿関連疾患の発症がアメリカ内で確認されている。この2種類については日本でもその使用が確認されたという報告がされている。これらについては、前述した2006(平成18)年の基発第0811002号の石綿の定義には含まれていないが、第3講座で詳述する資材の石綿分析法 JIS A 1481-1 では2種の鉱物を同定することができる。JIS A 1481-2 および-3 ではトレモライトと同じ結果となり、トレモライトを含む含有資材と判定される。吹付けバーミキュライトについては、意図して石綿を加えたものではなくてもウィンチャイト、リヒテライトが混入している可能性がある資材があるので注意を要する。この点についての取り扱い方法は、2009(平成21)年12月28日(2014(平成26)年3月31日改正)の厚生労働省労通達(基安化発1228第1号)を参照すること。

1.2.3 石綿の物性と用途

石綿は、鉱物種によってそれぞれ性状は異なるが、概括すれば下記の特性を兼ね備えている。これらの他に、摩擦力、吸着力、製造コストの安さなどの特徴があるとされ、大量に使用された要因となっている。

<石綿の主な特性>

- ① 繊維構造 : 石綿は微細繊維の集合体であり、紡織性を有する。
- ② 表面積が非常に大きい : 高親和性を有する。
- ③ 耐熱性 : 高温に耐え、工業的利用価値がある。
- ④ 引っ張りに強い : 高抗張力があり、工業的利用価値がある。
- ⑤ 可とう性 : 微弾性、柔軟性を有する。
- ⑥ 耐薬品性 : 石綿種類により耐酸性、耐アルカリ性を有する。
- ⑦ 熱絶縁性 : 熱を遮断する、保温材・保冷材としての性能を有する。
- ⑧ 吸湿性・吸水性 : 有機繊維に比べて劣るが、クリソタイルは高い。
- ⑨ 安定性及び環境蓄積性 : 通常条件下では半永久的に分解・変質しない。

鉱脈としては小規模であったが、第二次世界大戦前後は国内でも石綿鉱脈を採掘していた鉱山跡が全国にある。鉱脈付近では採鉱くずなども残留している可能性がある。資材として使用された石綿以外でも鉱脈付近の山岳工事などでは石綿を含む岩石(掘削ずり)と遭遇することもあり、環境対策とばく露対策が必要となる場合もある。

石綿はいろいろな用途に合わせ、さまざまな資材に使用されている。そのすべての資材について一つ一つ解説することは極めて困難である。一方、石綿含有資材はその飛散性の観点から現行の法規制などとの整合性も高い「レベル1～3」の資材、石綿含有仕上塗材として便宜的に分類され、一般にこの分類が活用されている。

第1講座

レベル1は、もっとも飛散性の高い石綿含有吹付け材であり、吹付け石綿などはこのカテゴリーに含まれる。次いで飛散性が高いレベル2には石綿含有保温材、断熱材、耐火被覆材が分類される。煙突断熱材などはこのカテゴリーに含まれる。レベル3はそれ以外の石綿含有資材が分類されるが、主にスレートや岩綿吸音板などの成形された内外装の仕上げ資材が多く、その製品は他種類に亘っている。また、2020（令和2）年の大防法、石綿則の一部改正に伴い、外装、内装に使用された石綿含有仕上塗材はレベル1～3の別枠として扱われる。それぞれの分類について表1.3に示す。

表1.3 資材の種類などによるレベル分類

資材の種類	石綿含有吹付け材 (レベル1)	石綿含有保温材等 (レベル2)	石綿含有成形板等 (レベル3)	石綿含有 仕上塗材
石綿含有 資材の 具体例	①吹付け石綿 ②石綿含有吹付けロックウール(乾式) ③湿式石綿吹付け材(石綿含有吹付けロックウール(湿式)) ④石綿含有吹付けパーミキュライト ⑤石綿含有吹付けパーライト	【石綿含有耐火被覆材】 ①耐火被覆板 ②けい酸カルシウム板第2種 【石綿含有断熱材】 ①屋根用折板裏石綿断熱材 ②煙突用石綿断熱材 【石綿含有保温材】 ①石綿保温材 ②けいそう土保温材 ③石綿含有けい酸カルシウム保温材 ④パーミキュライト保温材 ⑤パーライト保温材 ⑥不定形保温材 (水練り保温材)	①外壁・軒天 スレートボード、スレート波板、窯業系サイディング、押出成形セメント板、けい酸カルシウム板第1種 ②屋根 スレート波板、住宅屋根用化粧スレート ③内壁・天井 スレートボード、スラグせっこう板、パーライト板、パルプセメント板、けい酸カルシウム板第1種、せっこうボード、ロックウール吸音天井板、ソフト巾木 ④床 ビニル床タイル、長尺塩ビシート、フリーアクセスフロア材 ⑤煙突 セメント円筒 ⑥その他 セメント管、ジョイントシート、紡織品、パッキン	①建築用仕上塗材(吹付けパーミキュライト、吹付けパーライトは除く) ②建築用下地調整塗材
発じん性	著しく高い	高い	比較的低い	比較的低い

10 出典：「建築物の解体等に係る石綿ばく露防止及び石綿飛散漏えい防止対策徹底マニュアル 2021.3」(厚生労働省労働基準局安全衛生部化学物質対策課、環境省水・大気環境局大気環境課) P76

石綿含有資材に関して整理した資料の一つに国土交通省が公開している「目で見えるアスベスト建材」がある。

15 1.2.4 工作物に使用された石綿含有資材

工作物全般にわたる主なものとしては、高温状態となる箇所に、保温材などが施工されていたケースが挙げられる。

また、石綿が有する耐熱性や耐圧性、耐薬品性などの特性を生かして、配管内などのガスケット・

パッキンといったシール材にも多く用いられてきた。

1.3 石綿の被害

5 1.3.1 石綿関連疾患

WHO（世界保健機関）は、世界で職業による石綿ばく露を受ける人は2010（平成22）年現在で1億2,500万人に及び、中皮腫と石綿関連肺がんと石綿肺による死者が10万7,000人（2004（平成16）年）となっていると発表した^{注）1}。日本でも中皮腫の発症者数や労働者災害補償保険法（労災保険法）に基づく保険給付や特別遺族給付金及び救済給付金に係る統計が取られるようになっている。また、中皮腫の死亡者数は、人口動態統計によると、集計を開始した1995（平成7）年に500人、2006（平成18）年に1,050人と初めて1,000人を超え2015（平成27）年1,504人と初めて1,500人を超え、2020（令和2）年には1,600人を超えるなど統計開始以来、中長期的に増加傾向で推移している。日本における石綿使用のピークは1970～1990年代であり、石綿関連疾患の潜伏期は40年前後であることが多いことを考慮すると、石綿ばく露による石綿関連疾患の発症は21世紀前半の産業保健、大気環境、建物環境などにとって大きな課題であることがわかる。

石綿関連疾患は、良性疾患（悪性（がん性）疾患ではないという意味）として石綿肺、良性石綿胸水、びまん性胸膜肥厚が、悪性疾患（がん性疾患という意味）として中皮腫、石綿関連肺がんなどがあり、吸入して10～数10年経過後に発症するとされる（図1.5）^{注）2}。石綿関連疾患の診断基準としては1997（平成9）年のヘルシンキ・クライテリアが有名である^{注）3}。

注）1 WHO Asbestos: elimination of asbestos-related diseases <<http://www.who.int/en/news-room/factsheets/detail/asbestos-elimination-of-asbestos-related-diseases>>（最終閲覧日2018.8.9）

注）2 森永謙二（編）（2008）（増補新装版）石綿ばく露と石綿関連疾患 三信図書。

注）3 Tossavainen A. (1997). Asbestos, asbestosis, and cancer: the Helsinki criteria for diagnosis and attribution. Scand. J. Work Environ. Health, 23(4), 311-316.

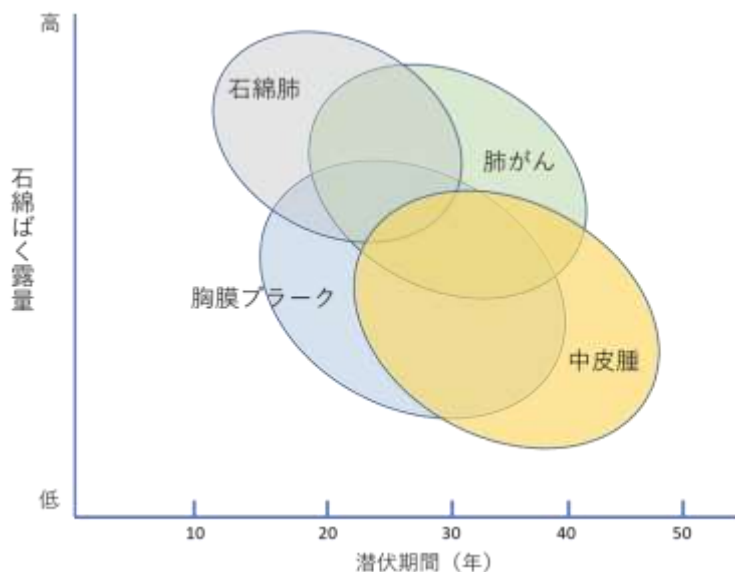
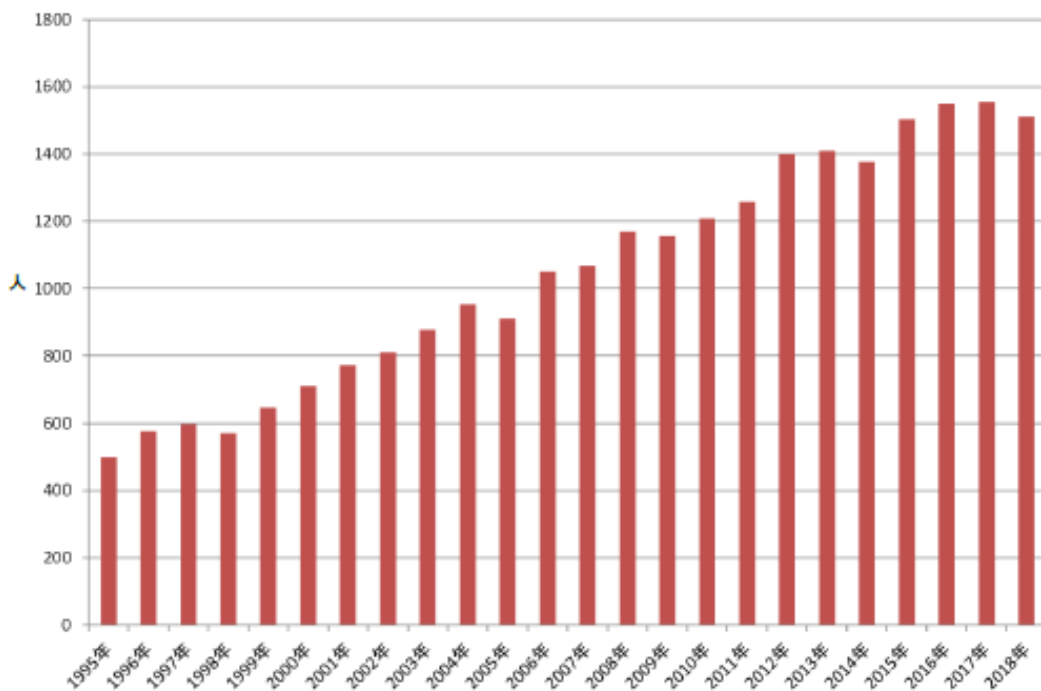


図1.5 粉じんばく露量と潜伏期間

(1) 中皮腫

胸膜、心膜、腹膜等のしょう膜腔を覆う中皮表面及びその下層の組織から発生する、きわめて予後不良な悪性腫瘍（がん）である。胸膜中皮腫は壁側胸膜側に生じる。組織型は、上皮型、肉腫型、二相型、特殊型があり、現在では免疫化学診断で確定される。中皮腫は石綿ばく露から20～50年の長い潜伏期間の後に発症するため、日本では、1990年代以降、図1.6に示すように急激な増加傾向にある。



出典：「建築物の解体等に係る石綿ばく露防止及び石綿飛散漏えい防止対策徹底マニュアル 2021.3」(厚生労働省労働基準局安全衛生部化学物質対策課、環境省水・大気環境局大気環境課) P12

図1.6 日本の人口動態統計による中皮腫死亡者数の推移 (1995-2018)

中皮腫発生の8割程度は、石綿に起因するといわれている。石綿の種類によっても発生率に差があることも知られており、クロシドライトの危険性が最も高く、アモサイトがこれに次ぎ、クリソタイルはクロシドライト、アモサイトよりも危険性が低いといわれている。

中皮腫の発症と石綿のばく露量の反応関係に関する信頼のおけるデータはないが、石綿による肺がん発症に比べて中皮腫の発症はかなり低濃度の石綿ばく露でも生じることが知られている。

また、石綿による肺がんの発症リスクを検証した際に、初期ばく露した年齢が若いほどばく露による影響が大きくなることが知られている。

(2) 石綿肺

石綿肺は、石綿の健康影響として最も早くから注目されている疾患で、職業上比較的高濃度ある

いは長期にわたって石綿を吸入した労働者に起こるじん肺の一種である。吸入した石綿が細気管支や細胞に刺激を与えて炎症を起こし、次第に終末肺気管支周辺や肺胞間質の線維化をきたし、肺機能障害を起こすことになる。ばく露から日が経っていない段階で石綿肺が検出されることはほとんどなく、初期段階の石綿肺の場合でも、最初のばく露から10年以上経ていることが多い。症例の
5 大多数において、石綿肺は石綿にばく露することがなくなっても進行するようであるが、初期段階の症例では、さらにばく露し続けられない限り、X線撮影の結果は何年もほとんど変化しない。

石綿肺は、石綿の種類によって発生率や重症度を左右するという確証はないが、紡織工場でのリスクが鉱山、採石場、摩擦材の製造工場よりも高いようである。石綿肺による肺線維症が進展すると、呼吸不全で死亡する場合もある。死亡率は、ばく露年数とばく露の程度によって影響されるが、
10 年齢との相関はなく、喫煙者の死亡率が高くなるといわれている。また、石綿肺を有する患者及び石綿にばく露した動物実験において、免疫学的検査項目の数値が変化した例が観察されている。しかし、石綿肺の発症に、これらの変化がどの程度影響を与えたかについては、明らかではない。

(3) 肺がん

15 1935 (昭和 10) 年に Lynch と Smith によって、石綿肺に合併する肺がんの症例が最初に報告された。その後、1955 (昭和 30) 年に Doll がイギリスの紡織工場で働く労働者を対象にした疫学調査で、この紡織工場で20年以上働く労働者の肺がん死亡率が、一般の住民に比べて13.7倍も高いことを検証した。

石綿のばく露から肺がんの発症までには、一般に15~40年の長い潜伏期間があり、石綿ばく露
20 量が多いほど肺がんの発生率が高いことも確認されている。肺がんは石綿ばく露に特異的でなく、かつ長い潜伏期間の後に発症するため、石綿に起因した肺がんを一般の肺がんとは鑑別するのにかなりの困難を伴うことがある。現在、日本では石綿ばく露の職歴を調べるとともに臨床所見(石綿肺や胸膜プラークの有無、肺内に残された石綿繊維や石綿小体の量の計測値など)を根拠にした基準が設けられている。

25 石綿ばく露と喫煙の関係を表1.4に掲載した。

表 1.4 石綿ばく露と喫煙が肺がん死亡の相対危険比に及ぼす影響
(中館、石綿の健康影響、医学のあゆみ、147、527-529、1988)

Hammond & Selikoff 1979	石綿ばく露		McDonald 1980	石綿ばく露		
	なし	あり		なし	中等度	高度
非喫煙者	1.0	5.17	非喫煙者	1.0	2.0	6.9
			中等度喫煙者	6.3	7.5	12.8
喫煙者	10.85	53.24	高度喫煙者	11.8	13.3	25.0

出典:「建築物等の解体等に係る石綿ばく露防止及び石綿飛散漏えい防止対策徹底マニュアル」(令和3年3月)

(4) 良性石綿胸水 (石綿胸膜炎)

石綿ばく露によって生じる非悪性の胸水 (胸腔に貯留した生体液) をいう。石綿ばく露以外でも胸水貯留は生じることがあるため、診断基準は、①石綿ばく露歴がある、②胸水が存在する、③胸水の原因となる他の疾患がない、④胸水発生後、3年間悪性腫瘍が発生しない、といった鑑別が重要である。

自覚症状はある場合と、なくて健診で偶然見つかる場合がある。胸水は血性のこともあれば非血性のこともある。一側に発生し、自然に消退して、反対側に発生することもあれば、両側に繰り返して発生することもある。石綿ばく露開始から 10 年以内に発生することもあれば、30~40 年後に発生することもある。臨床上、注意すべきは、当初胸水細胞診では悪性細胞を認めなかったのが、経過観察中に悪性細胞を認めるようになり、原発巣が見当たらないような場合には、悪性中皮腫を疑って対処すべきである。

(5) びまん性胸膜肥厚

胸膜プラークが壁側胸膜の病変で、臓側 (肺側) 胸膜との癒着を伴わないのに対して、びまん性胸膜肥厚は、臓側胸膜の病変で、壁側胸膜との癒着を伴う。びまん性胸膜肥厚は、胸膜プラークに比べて石綿ばく露との関係がない場合が多く、必ずしも石綿による発生とは限らない。結核性胸膜炎の後遺症や、リウマチ性疾患、全身性エリテマトーデス (SLE)、強直性脊椎炎 (AS)、薬剤起因性胸膜疾患との鑑別が必要なこともある。こうした鑑別がなされ石綿ばく露があった場合は、労災補償等の対象疾病になる。一般に鑑別診断されたびまん性胸膜肥厚はかなり高濃度の石綿ばく露を受けた場合が多い。

(6) 胸膜プラーク (胸膜肥厚斑)

胸膜プラークは、壁側胸膜側や横隔膜に限局性で生じる肥厚斑で、臓側 (肺側) 胸膜との癒着を伴わず、致命的でなく、肺機能障害も示さない。しかし、石綿ばく露に特異的とされていて過去の石綿ばく露の指標として重要である。石綿ばく露から長期になるに従い胸膜プラークは石灰化を伴うようになる。胸部 X 線や胸部 CT で肺がん患者や悪性中皮腫患者に胸膜プラークを認めた場合、あるいは胸腔鏡検査や手術時・剖検時に肉眼で認めた場合には、その患者が過去に石綿への職業ばく露、副次的職業ばく露、近隣ばく露、家族ばく露などがあったことを疑って詳細に問診等を行うことが必要である。特に原発性肺がん患者の胸部 CT 画像に認められる胸膜プラークが、その広がり胸壁内側の 4 分の 1 以上に認められる広範囲胸膜プラークである場合は、それだけで石綿による肺がんとして石綿救済法で認定される。石綿取扱い職歴がある場合には労災補償法でも認められる。石綿ばく露歴の記録が不十分である場合は、詳細な職業歴、アルバイト歴、居住歴、家族の職業などを広く調べ、石綿のばく露の機会を把握すべきである。

1.3.2 石綿のリスク

これまでみてきたように、石綿は強力な発がん物質であり、現実の被害を発生させており、その被害は直接石綿を業務で取り扱う労働者だけではなく、石綿含有建材が使用されている建築物内に滞在する建物の利用者が石綿含有資材が使用されている工作物内で業務を行う労働者、そして、改修、解体工事により飛散事項を起こした場合などに周辺住民にも被害がおよぶおそれがある。そのため、厚生労働省（労働安全衛生法と石綿障害予防規則）、国土交通省（建築基準法）、環境省（大気汚染防止法）の3省がそれぞれの立場で規制している。

(1) 石綿ばく露の様態

10 石綿ばく露の様態は、次の3つに分けると理解しやすい。

- ① 職業によるばく露
- ② 環境によるばく露
- ③ 建築物の石綿含有建材によるばく露

①職業ばく露は19世紀末から報告があり、英国では工場の労働者の石綿肺が問題となっている。
 15 ②環境によるばく露による被害は、英国で1960年代に報告されている。1977（昭和52）年のヨーロッパ共同体（EC）の報告書では、ばく露経路によって次の4つに分類している。a.職業ばく露、b.傍職業ばく露、c.近隣ばく露、d.一般環境ばく露である。その後1990年代になって、20世紀中ごろに施工された吹付け石綿のある場所に滞在していたことが原因で発症する中皮腫が世界的に問題となり、上記の③建築物の石綿含有建材によるばく露が加わった。

20 ① 職業によるばく露（職業ばく露）

長期間にわたって、高濃度のばく露を受けるおそれのある職業ばく露による健康影響が最も大きいことはいままでのまもない。石綿鉱山、石綿を運搬する業務、石綿製品製造工場、石綿含有建材を取り扱う建設業等が代表的な石綿ばく露業務である。厚生労働省は「石綿ばく露歴把握のための手引（2006）」をまとめ、その中で「石綿ばく露の可能性のある産業と作業（暫定版）」を公表している。
 25 それによれば、日本標準産業分類の中分類の99分類の中で、製造や建設だけでなく農業など36中分類が石綿ばく露を受ける可能性がある産業とし、126小分類を石綿ばく露の可能性のある産業としている。代表的な業務以外でも、消防士、看護師、歯科技工士など石綿とは関連がなさそうな業種、職種であっても石綿ばく露を受ける可能性がある。

石綿製品製造や石綿含有製品を取り扱う作業では、発散する石綿の濃度が高く、そのために周辺
 30 での作業員にも被害が発生している。また石綿作業の際に着用していた作業着を洗濯したために石綿にばく露してしまい健康障害を発症してしまった事例もある。これらは、傍職業ばく露である。

② 環境によるばく露（環境ばく露）

石綿が石綿鉱山や石綿製品の工場の周辺住民へ健康影響を与えていることは、1960年代から報告がある。日本では、2005（平成17）年に石綿製品製造工場周辺の住民に中皮腫等の石綿関連疾
 35

第1講座

患が多発していることが契機となり、「クボタショック」が起きている。操業していた事業者は、因果関係を認めていないが、周辺住民の健康障害に対して見舞金を支払っており、2022（令和4）年にはその申請者は、398人に及んでいる。こうした環境ばく露による被害の状況から、環境省は労働者以外の石綿関連疾患の被害者を救済するために、2006（平成18）年、石綿による健康被害の救済に関する法律を制定した。2021（令和3）年末までに17,742人が認定され、支給を受けている（表1.5）。

表1.5 石綿健康被害救済法による認定状況（2006～2022年）

	中皮腫	肺がん	石綿肺	びまん性胸膜肥厚	その他	計
認定	14,828	2,584	86	244	-	17,742
不認定	1,165	1,588	482	439	127	3,801
取下げ	1,000	529	29	14	89	1,661
計	16,993	4,701	597	697	216	23,204

環境再生保全機構「石綿健康被害救済法に基づく受付及び認定等の状況」

10

③ 建築物の石綿含有建材によるばく露(建築物ばく露)

吹付け石綿等のもろい石綿含有建材は、経年や天候による劣化、人為的な損傷等によって飛散しやすい状況になり、そのばく露による健康影響も発生している。

厚生労働省は、中皮腫や肺がんで業務上疾患として労働者災害補償保険（労災保険）による労災認定または石綿救済法（石綿による健康被害の救済に関する法律）に基づく石綿ばく露作業による労災認定を受けた労働者が所属していた事業場を「石綿ばく露作業による労災認定等事業場」として毎年公表している^{注）1}。1999（平成11）年度から2020（令和2）年度までに、13,163人が労災認定を受けており、そのうち、石綿ばく露作業状況が「吹付け石綿のある部屋・建物・倉庫等での作業」に分類された労災認定は、232人であった。石綿により労災認定された者のうち1.8%が直接石綿関連の作業には従事せずに、吹付け石綿等のある建物内での作業によるばく露により認定を受けていることになる。疾患としては中皮腫が最も多く、肺がん、石綿肺、良性石綿胸水、びまん性胸膜肥厚も見られる。

注）1 厚生労働省アスベスト（石綿）情報

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudoukijun/sekimen/index.html

25

（2）石綿の濃度とリスク

① ばく露量と石綿濃度

石綿は、物理的な力が加わることによって微細な繊維として環境中に飛散する。石綿の種類、石綿含有資材の種類、力の大きさによって、環境中の石綿の量は大きく異なる。石綿の濃度は、一般

に気中石綿濃度等と呼ばれ、一定容積あたりの石綿の本数で示す。例えば、1f/mLは、1,000f/Lと同じ濃度である。測定方法は、環境中の空気をフィルターに過させることによって、石綿をそれ以外の粉じんとともに捕集し、フィルター上の繊維状粒子を位相差顕微鏡により分析者が計数する「位相差顕微鏡法」が広く普及している。この方法では、石綿とそれ以外の繊維状粒子の区別がで

5 きないため、総繊維濃度としての数値が得られる。石綿繊維の濃度を得るためには、電子顕微鏡や位相差・偏光顕微鏡によって計数する必要がある。

石綿濃度は変動するが、ある作業に伴う作業者の平均的なばく露濃度がわかれば、それにばく露した時間をかけあわせれば、ばく露量を推定することができる。ばく露量が増えることによって、石綿関連疾患が発生するリスクが増加する。つまり、作業環境中の石綿濃度とばく露期間（年）から石綿のリスクを知ることができる。

ばく露量 = ばく露濃度 × ばく露時間

ばく露量の増加 → リスクの増加（量-反応関係）

15 一方、石綿繊維は容易に分割し、単繊維の直径は、 $0.02\mu\text{m}$ と極めて微細である。肉眼では繊維が空気中に発散していないように見えても、実際には石綿が高濃度であることもある。微細な繊維は、落下に時間がかかり、長時間空気中に漂い、長距離を移動することがある。一旦落下しても再飛散することもある。

石綿によるリスクの特徴を理解するために、さまざまな環境や状況での石綿濃度を理解し、リスクを把握することが調査者にとって重要である。

② 敷地境界濃度と環境濃度

労働安全衛生法に基づく作業環境測定では、その評価のための管理濃度（0.15f/mL）が定められている。また、公的な基準ではないが、日本産業衛生学会では、許容濃度として0.15f/mL（クリソ

25 タイルのみのばく露）、0.03f/mL（角閃石族石綿を含むばく露）を勧告している。許容濃度は、石綿作業に従事する労働者が労働現場での生涯ばく露を受けたときに、中皮腫と肺がんの発がんリスクが1/1,000、つまり1,000人にひとりが発がんする濃度である。生涯ばく露とは、その濃度で50年間ばく露することを意味している。

大気環境基準のような一般環境における基準値は、日本では定められていない。大気汚染防止法

30 では、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（敷地境界基準）が定められており、その値は10f/Lである。これは石綿を発生させる工場・事業場を対象とした基準値であって、それ以外の一般環境における基準値ではないことに注意する必要がある。

また、一般に職業ばく露の方が、環境ばく露よりも石綿濃度が高いために、職業ばく露の単位はf/mL、環境ばく露の単位は10f/Lを使用するのが一般的である。

35

1.3.3 石綿関連疾患

(1) 建築物による石綿関連疾患

建築物による中皮腫は海外の論文で多く紹介されている。1989（平成元）年 R. C. Stein らは 15 年間 70% のアモサイト吹付けのある事務所で働いていた 54 歳の女性が胸膜中皮腫になったことを報告した。乾燥肺 1 g に 3,100 万本の石綿小体を透過型電子顕微鏡（TEM）で認め、肺内繊維の 90% がアモサイトとした^{注）1}。1991（平成3）年 V. L. Roggli らは、吹付け石綿のあるビルに 20 年勤務した 46 歳の男性の肺がん事例、吹付け石綿のある学校で 18 年働いた 58 歳女性の胸膜中皮腫の教員、腹膜中皮腫で学校に 12 年勤務した 45 歳の男性、ビルで 18 年過ごした胸膜中皮腫の 53 歳男性の 4 例を報告した^{注）2}。1991（平成3）年 David E. Lilienfeld らは 4 名の教員の中皮腫事例を報告した。4 名の教員の経歴は、それぞれ、教員 32 年（石綿含有断熱材）+ 海軍 1 年半、52 歳男性の胸膜中皮腫で教員 25 年（教室にクリソタイル吹付けあり、一部はアモサイト+クロシドライト吹付け）、43 歳女性の胸膜中皮腫で教員 26 年（45% クリソタイル+1% アモサイト吹付け）、64 歳女性の腹膜中皮腫で教員十数年（クリソタイル+アモサイト吹付け）であった^{注）3}。1991（平成3）年 Henry A. Anderson らは、学校用務員の中皮腫 10 名、公共ビル管理労働者の中皮腫 7 名、民間ビル管理者の中皮腫 5 名、産業補修労働者の中皮腫 7 名、教員中皮腫の 12 名、合計 41 名を報告した^{注）4}。1991（平成3）年 M. Huncharek は 50 歳男性の胸膜中皮腫で高校教員 28 年（教室の天井にクリソタイル 30%、配管にアモサイト 10~30%）を報告した^{注）5}。1992（平成4）年 Dodoli D. らは 262 名の中皮腫のうち職業性石綿ばく露 117 名、その他 26 名などに分類し、26 名のうち 16 名は家庭におけるばく露であり、さらにこのうち、女性 10 名が家族ばく露で、男性 3 名および女性 2 名は防火パネルの石綿によるばく露、残る女性 1 名は配管パイプの石綿によるばく露が原因とした^{注）6}。1993（平成5）年に Ronald F. Dodson らは 45 歳男性の腹膜中皮腫で法律の教員の事例を報告^{注）7}、1994（平成6）年に Sharon H. らは 58 歳の女性教員で 18 年間トレモライトタイルにばく露した事例を報告し^{注）8}、1999（平成11）年に Gunnar Hillerdal は建築物における石綿ばく露によって中皮腫を発症した事例をまとめ、教員 14 名、学校補助員 1 名、事務員 1 名、女性事務員 1 名と、自宅の石綿断熱材が原因と考えられる 6 名合計 23 名の事例を報告した^{注）9}。その後も海外の建築物関連の石綿健康影響の報告が続いている。

注）1 R. C. Stein et al. (1989). Pleural mesothelioma resulting from exposure to amosite asbestos in a building, *Respiratory Medicine*, 83(3), 237-239.

注）2 V. L. Roggli et al. (1991). Mineral fiber content of lung tissue in patients with environmental exposures : household contacts vs. building occupants. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 643, 511-518.

注）3 David E. Lilienfeld et al. (1991). Asbestos-Associated Pleural Mesothelioma in School Teachers: A Discussion of Four Cases, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 643, 454-458.

注）4 Henry A. Anderson et al. (1991). Mesothelioma among Employees with Likely Contact with in-Place Asbestos-Containing Building Materials, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 643, 550-572.

注）5 M. Huncharek (1991). Occult Asbestos Exposure. *Am. J. Ind. Med.*, 20(5), 713-714.

注）6 Dodoli D et al. (1992). Environmental household exposure to asbestos and occurrence of pleural mesothelioma, *Am. J. Ind. Med.*, 21(5), 681-687.

注）7 Ronald F Dodson et al. (1993). Technique Dependent Variation in Asbestos Burden as Illustrated in a Case of Nonoccupational Exposed Mesothelioma, *Am. J. Ind. Med.*, 24(2), 235-240.

注) 8 Sharon H Srebro et al. (1994). Asbestos-Related Disease Associated With Exposure to Asbestiform Tremolite, Am. J. Ind. Med., 26(6), 809-819.

注) 9 Gunnar Hillerdal (1999). Mesothelioma: cases associated with non-occupational and low dose exposure. Occup. Environ. Med., 56(8), 505-513.

5

(2) 文具店での中皮腫発症の事例

日本では 2004 (平成 16) 年に吹付け石綿のある建築物での中皮腫発症例として、名取らが店舗での勤務が原因で発症、死亡した悪性胸膜中皮腫の 1 例を初めて報告した^{注) 10}。70 歳の男性で悪性胸膜中皮腫上皮型と診断され、石綿ばく露歴は家族ばく露なし、自宅居住地近隣に石綿工場はなく、1982 (昭和 57) 年から暮らしている現在の自宅は幹線道路から 50m の距離だった。1969 (昭和 44) ~2002 (平成 14) 年、私鉄駅高架下にある文具店で店長として勤務、文具店は 1 階が店舗で 2 階が倉庫であり、その倉庫の壁に吹付け石綿が使われていた。店長は 8 時に文具店を開け、21 時に帰宅するが、1 日 4~5 回、商品を置きに 2 階に上がり、1 日 30 回、1 分程度は倉庫の商品を取りに行き、月 1~2 回和ぼうきで 20~30 分倉庫の掃除を行い、年 1 回 2~3 時間倉庫の大掃除を約 30 年間行ってきた。2 階倉庫の吹付け石綿にはクロシドライトが 25% 含まれ、光学顕微鏡による測定で文具店 2 階の静穏時の濃度は 1.02f/L~4.2f/L、1、2 階に荷物搬入時の濃度は 14.0f/L、2 階に荷物搬入と清掃時の濃度は 136.5f/L で、文具店 1 階は 0.34f/L~1.13f/L、文具店外の大気中の濃度は定量下限値だった。吹付け石綿のある文具店の石綿濃度は大気と比べて高く、文具店で勤務したことが悪性胸膜中皮腫を発症した主な原因と考えられた。物故者の剖検肺から、クロシドライトの石綿繊維や石綿小体が検出された。

10

15

20

注) 10 名取雄司、外山尚紀、片岡明彦他 (2004). 吹き付けアスベストのある店舗での勤務が原因で発症したと考えられる悪性胸膜中皮腫の 1 例, 産業衛生学雑誌, 46, 550.

(3) 日本における石綿関連疾患 (中皮腫・肺がん等) 発症の事例

厚生労働省は、「石綿ばく露作業による労災認定等事業場 (中皮腫や肺がんで業務上疾患として労働者災害補償保険 (労災保険) または石綿救済法 (時効労災) で認定された人が所属していた事業場)」を毎年公表している^{注) 11}。同公表のうち、石綿ばく露作業状況が「吹付け石綿のある部屋・建物・倉庫等での作業 (建設業以外)」に分類された石綿関連疾患の発症事例は、100 名を超えている。認定された疾患としては中皮腫が最も多く、肺がん、石綿肺、良性石綿胸水、びまん性胸膜肥厚も見られる。

30

注) 11 厚生労働省アスベスト (石綿) 情報

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudoukijun/sekimen/index.html

(4) 石綿による肺がん・中皮腫の労災認定件数

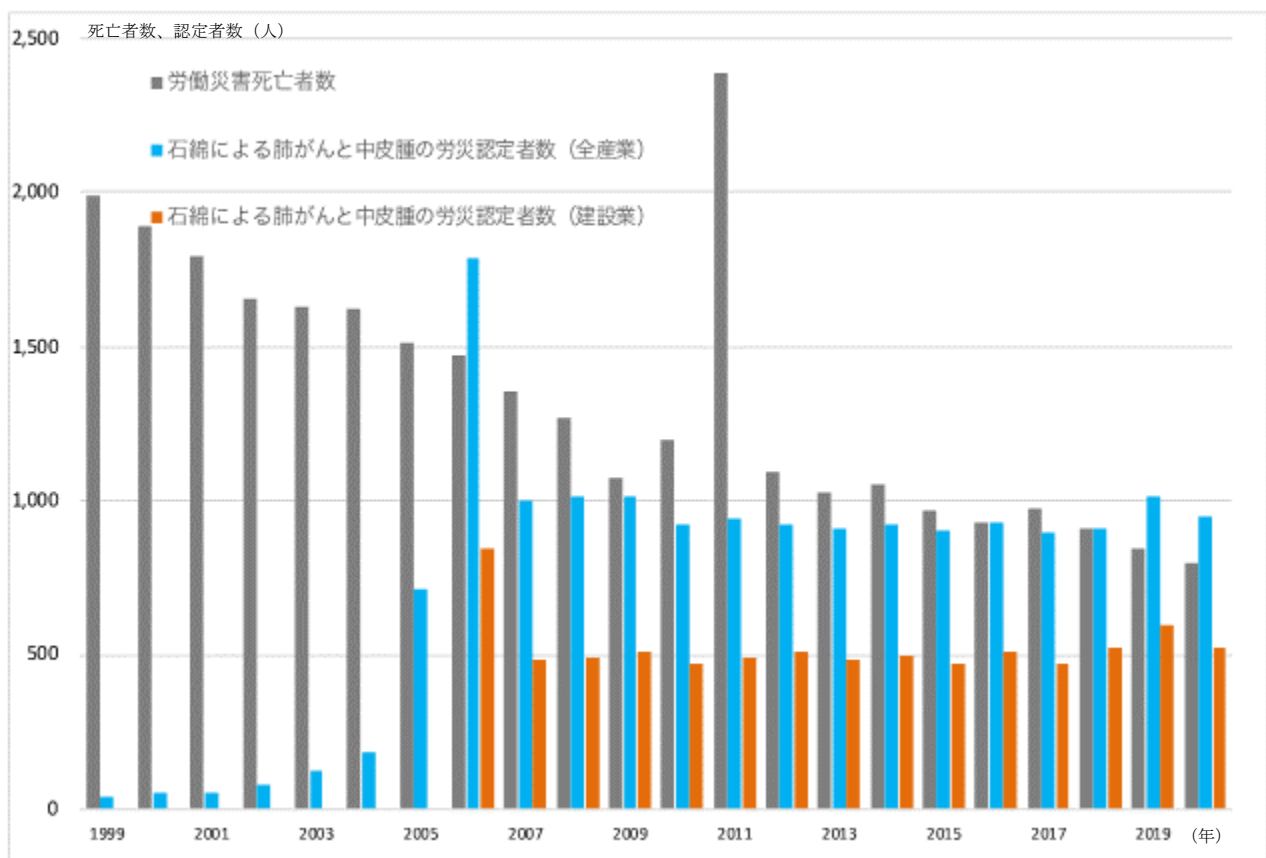
厚生労働省は、「石綿ばく露作業による労災認定等事業場一覧表」において、石綿関連疾患として認定した建設業の労災認定等事業場を公表している。図 1.7 に労働災害死亡者数と石綿による肺がん・中皮腫の労災認定件数の推移を示す。労働災害死亡者数は 1999

35

第1講座

(平成11)年以降減少しているが、石綿による肺がんおよび中皮腫の労働災害支給件数は、2006(平成18)年まで増加し、2007(平成19)年以降は、1年あたり、およそ1,000件前後で推移している。2019(平成31)年には、石綿による肺がんと中皮腫の件数は、労災死亡者を上回っている。

- 5 図1.7に示す「石綿による肺がんと中皮腫」は労災認定者数であり死亡者数ではないが、肺がんと中皮腫は予後が悪い疾患であり、社会に与える影響は大きい。現在においても、中皮腫と肺がんはおよそ数百名程度ずつ、良性石綿胸水とびまん性胸膜肥厚は、数十名程度が労災認定を受ける状況が続いている。



10

図1.7 労働災害死亡者数と石綿による肺がん・中皮腫の労災認定件数の推移

1.3.4 建物内における気中石綿濃度

石綿含有資材からは石綿の飛散のおそれがある。石綿の飛散量は資材の種類や使用方法、劣化状況など様々な要因によって変化する。ここでは最も飛散しやすいとされる吹付け石綿からの石綿の飛散に関するいくつかの測定データの結果から得られた知見をまとめる。

(1) 吹付け石綿が使用されている建物内の石綿濃度

劣化が進んでいない状態の部屋では、外気と同等、0.数 f/L 程度である。一方、高濃度に石綿気中濃度が観察されるまで劣化が進行する前に、除去等の対策が取られることから、劣化の進行に伴

20

う長期に亘る濃度測定データは存在していない。

露出状態で吹付け石綿が使用されている建築物では、接触によるエネルギーで石綿の飛散が発生する。吹付け石綿が使用されている天井面へボールや棒を当てる場合と、ほうきでこする場合は、それぞれ12~18f/Lと2,100f/Lと100倍以上ほど石綿繊維濃度の差がある結果が報告されている。

5 こする行為は接触面積が大きいことなどもありより多くの石綿を気中に発散させることがわかる。

部屋の使用状況によっても気中の石綿濃度は変化する。静かな部屋では、空気中の石綿は自然沈降により床面に堆積するが、その部屋で作業を行うと床面の堆積物に攪乱を与え、再飛散する。おおむねこの再飛散により3倍程度に濃度が上昇するという報告がある。

10 除去作業における飛散性の変化も同様である。除去作業後の清掃作業においても、除去時の50~80%程度の再飛散が報告されている。

以上をまとめると、通常使用時における自然落下などによる室内への石綿の飛散に比べ、吹付け石綿への接触や飛散した石綿繊維が堆積した床の清掃時などにおいて、著しく石綿濃度が高くなるということがわかる。この知見は、建物調査における所有者へのアドバイスを思慮する際に必要な情報となる。

15

(2) 目視による劣化判定と気中石綿濃度との関係

建築物に使用されている吹付け石綿の目視判断による劣化判定は、今まで本邦だけでなく海外でも行われている。しかし、目視による劣化度と気中石綿濃度との間の相関性は明確ではない。このことは、目視で確認される損傷があるから劣化が進み飛散しやすい状況である、また逆に傷がないので劣化は進んでいる状況ではない、と安易に見ただけで判断できないことを示している。

20 例えば、吹付け石綿の表面に傷が残るような損傷を瞬間的につけたとしても、一時の気中濃度の上昇と、落下した破片の散乱は確認されるが、継続的に気中濃度を維持するだけの石綿繊維の供給は与えられないため、時間と共に濃度は低下していく。すなわち、大きな傷は見られても、気中濃度が著しく上昇しない状況であることを示している。一方、目視確認できないような表面をこする

25 ようなわずかな接触などが繰り返された擦過損傷の場合は、顕著な傷や損傷は見られなくても断続的に石綿繊維が室内環境中に供給され続けるため、一定量の気中繊維濃度を観察することもありえる。

しかし、顕著な損傷が確認される事案では、わずかな接触による繰り返し損傷も伴うことも多く見られ、注意喚起がされない場合は継続して同様の接触が繰り返されることも考えられる。また明らか

30

(3) 吹付け石綿対策工事等における建築物内石綿濃度

除去や囲い込み、封じ込め作業が吹付け石綿の対策工事として実施されている。これらの対策工

第 1 講座

5 事の場合、吹付け石綿を直接取り扱う場合や、きわめて近傍での作業を実施するため、接触等が起こる。このような吹付け石綿への接触・損傷は著しく石綿繊維を室内環境中に拡散させる。これらの繊維についても経時的に気中濃度が低下する。気中環境濃度の測定時期を計画するなどの上でも、作業からの時間経過に伴う濃度変化に関する知見を有することは調査者としての基本的知識として大切である。

静穏な環境下における天井面の吹付け石綿除去後の経時的気中濃度を測定した事例がある。除去作業に伴い濃度が上昇した後、暫減し初期の環境濃度まで低下するまでに 30 時間を要した。一方、飛散抑制剤を併用した場合は 10 時間で初期濃度まで低下している。飛散抑制剤の併用は飛散している繊維状物質の低減に効果があることわかる。

10 飛散している石綿繊維を積極的に低減する方法として対策作業場所の負圧換気がある。負圧換気は E P A が 1985 (昭和 60) 年に推奨したことから一般的な手法として広まっている。現在では、作業中の換気だけでなく、作業終了後も一定時間以上換気を実施することで、作業完了後の作業場内に滞留する石綿繊維を除去し作業終了時の気中環境濃度の低減を確保することが実施されている。

15

1.4 関連法令

石綿に関する法規制は、石綿製造工場等における労働者の健康障害予防のために、1960 (昭和 35) 年に制定された「じん肺法」から始まり、国内外における労働者の石綿関連疾患の発症、労働者に限らない発症事例などにより、必要に応じて複数の法規によって石綿関係法令が制定された。

20 工作物石綿含有資材調査は、下記法律に位置づけられており、これら関係法令に基づく調査義務の発生時や通常の工作物利用時における石綿含有資材使用実態調査を行う際に調査が必要となる。

- ・労働安全衛生法、石綿障害予防規則の「事前調査及び分析調査」(石綿障害予防規則第 3 条)
- ・大気汚染防止法の「解体工事に係る調査及び説明等」(第 18 条の 15)
- 25 ・建築基準法の「報告、検査等」(第 12 条)

以下に、主要な関係法令の概要を示す。また、法令の規制によらず、通常の工作物利用時に行う調査についても説明する。なお、この他にも建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律(建設リサイクル法)では建築物等の分別解体等のための調査が義務づけられており、また、自治体の条例でも調査義務が課せられている場合があるため、それらに基づく調査が必要となる場合がある。

30

1.4.1 労働安全衛生法及び石綿障害予防規則

労働安全衛生法(安衛法)は、労働者の安全を確保し、労働環境の衛生状態を良好に保つことを目的として、主に事業者の義務等を定めた法律である。安衛法では、作業主任者の選任等体制と責任、製造等の禁止等の規定が定められており、安衛法第 22 条の細則が石綿障害予防規則(石綿則)である。

35

石綿則のうち、調査者に主に関係する第 3 条には、「事業者は、建築物、工作物又は船舶(鋼製

の船舶に限る)の解体又は改修の作業を行うときは、石綿による労働者の健康障害を防止するため、あらかじめ、当該建築物、工作物又は船舶について、石綿の使用の有無を調査しなければならない。」と規定されており、下記の義務が定められている。

5 <建築物等の事前調査に係る義務>

① 事前調査（書面調査及び目視調査）方法の明確化

設計図書等の文書の確認する方法とともに、現地で目視による確認を行わなければならない。ただし、構造上目視により確認することが困難な場合は、調査報告書にその理由を記載すればよい。この場合は、目視により調査することが可能となったときに、事前調査を行わなければならない。

② 事前調査を実施する者の要件

適切に事前調査を実施するために必要な知識を有する者として厚生労働大臣が定めるものに行わせなければならない。

厚生労働大臣が定める者として建築物石綿含有建築物及びこれらと同等以上の能力を有すると認められる者と示されている。調査者の種類によって調査ができる対象が異なるので注意が必要である。調査者の種類及び調査対象を表 1.6 に示す。

表 1.6 調査者の種類及び調査対象

調査者資格名	調査ができる対象	該当するもの（例）
特定建築物石綿含有建材調査者	全ての建築物及び建築物に設ける電気、給排水等の建設設備を含む	事務所ビル、学校、共用住宅（全部分）、映画館他
一般建築物石綿含有建材調査者	全ての建築物及び建築物に設ける電気、給排水等の建設設備を含む	事務所ビル、学校、共用住宅（全部分）、映画館他
一戸建て等石綿含有建材調査者	一戸建ての専用住宅及び共用住宅（長屋を含む）の住戸の内部	一戸建て住宅、共用住宅の住戸の内部ほか
船舶石綿含有建材調査者	総トン数 20 トン以上の船舶	商船（客船、フェリーなど）、作業船、漁船など
工作物石綿事前調査者	建築物以外のものであって、土地、建築物又は工作物に設置されているもの又は設置されていたものの全て	ボイラー、焼却設備、電気設備等の特定工作物、サイロ、鉄骨架構、上下水道管等の地下埋設物他

③ 石綿等の使用の有無の明確化

事前調査を行ったにもかかわらず、当該解体等対象工作物等について石綿等の使用の有無が

第1講座

明らかとならなかったときは、石綿等の使用の有無について、分析による調査を行わなければならない。ただし、事業者が、当該解体等対象工作物等について石綿等が使用されているものとみなして安衛法及びこれに基づく命令に規定する措置を講ずるときは、この限りでない。

5 ④ 分析調査を実施する者の要件

分析調査については、適切に分析調査を実施するために必要な知識及び技能を有する者として厚生労働大臣が定めるものに行わせなければならない。

⑤ 事前調査又は分析調査記録の保存

10 事前調査及び分析調査を行ったときは、調査事項（調査部位、調査方法、資材毎の石綿等の使用の有無など）の記録を作成し、事前調査を終了した日（分析調査を行った場合にあっては、解体等の作業に係る全ての事前調査を終了した日又は分析調査を終了した日のうちいずれか遅い日）から3年間保存するものとする。

15 事前調査の結果、石綿の使用が確認された場合、事業者は作業計画の策定や工事の届出、作業員への特別教育の実施、作業主任者の選任を行い、定められた方法に従って工事を行う必要がある。

石綿則に基づく調査で対象とする資材の種類は、表1.4の分類におけるレベル1、2、3資材、石綿含有仕上塗材に該当する全てであり、調査者は工事対象部分に使用されている全ての資材について石綿含有の有無を確認する必要がある。

20 労働安全衛生法及び石綿則における規制については、以下の資料も参照すること。

- 建築物等の解体等に係る石綿ばく露防止及び石綿飛散漏えい防止対策徹底マニュアル（厚生労働省・環境省）
- 石綿則に基づく事前調査のアスベスト分析マニュアル（厚生労働省）
- 石綿建材の判定方法に関する石綿作業主任者等を対象とした講習会 座学講習会用配布テキスト（平成29年度厚生労働省委託事業）

1.4.2 大気汚染防止法

大気汚染防止法は、大気汚染に関して、国民の健康を保護するとともに、生活環境を保全することを目的に1968（昭和43）年に制定された。

30 大防法第18条の15では、建築物等を解体し、改造し、または補修する作業を伴う建設工事の元請け業者は、書面調査及び目視調査を行い、発注者に書面にて調査の結果を説明しなければならない。

大防法施行令第3条の3では、吹付け石綿その他の石綿を含有する建築材料を「特定建築材料」と規定しており、表1.4の分類におけるレベル1～3、仕上塗材の建材が対象となる。また、16条
35 では事前調査の方法、実施者など石綿則とほぼ同様の規定が定められている。

大気汚染防止法における規制については、以下の資料も参照すること。

- 建築物等の解体等に係る石綿ばく露防止及び石綿飛散漏えい防止対策徹底マニュアル（厚生労働省・環境省）

1.4.3 建築基準法

5 建築基準法では、建築物の通常の利用時において石綿の飛散のおそれのある建築材料（吹付け石綿及び石綿含有吹付けロックウール）を新たに使用することを禁止するとともに、建築物及び工作物の増改築時にこれらの建築材料の除去等を義務付けている。

10 建築物等の増改築時には、原則として石綿の除去が義務づけられているが、増改築を行う部分の床面積が増改築前の床面積の $1/2$ を超えない場合、増改築を行う部分以外の部分については、封じ込めや囲い込みの措置を行うことが認められている。また、大規模修繕・模様替時には、大規模修繕・模様替を行う部分以外の部分について、封じ込めや囲い込みの措置を行うことが認められている。

15 建築基準法は、規制対象が吹付け石綿及び石綿含有吹付けロックウールとされているが、増改築等（建築物等の解体・破碎等を含むもの）を行う際は、他法令に基づく調査義務が発生し、他の種類の建材についても調査が必要になることにも注意が必要である。

また、建築基準法における定期報告の対象となる建築物（物販店舗、病院、ホテルなど）である場合、吹付け石綿及び石綿含有吹付けロックウールの使用の有無、使用されている場合の措置の状況（囲い込み、封じ込めの有無）、劣化状況調査の結果についても報告事項となっていることに留意する必要がある。

20

1.4.4 その他

< 廃棄物の処理及び清掃に関する法律（環境省） >

25 平成3年10月に改正された廃棄物処理法が平成4年7月から施行されたが、同法施行令により、一定の事業活動に伴って生ずる廃石綿等は特別管理産業廃棄物として指定され、通常の産業廃棄物とは異なる規制をうけることになった。また、平成18年10月の廃棄物処理法施行令の改正により、石綿含有廃棄物に係る収集、運搬、処分等の処理基準が、平成22年12月の同令の改正により、廃石綿等の埋立処分基準がそれぞれ強化された。

30 工作物では法令等により数年ごとに定期修繕を実施する場合がある。そのタイミングで石綿含有資材の取り換え作業を行うケースが多々あるため、使用後の資材の廃棄について、各法令に従った処理が必要となる。

1.5 石綿対策における工作物石綿事前調査者の役割

1.5.1 石綿除去工事での工作物石綿事前調査者の役割

35 石綿除去工事での調査者の役割は事前調査、及び除去等作業完了後の取り残しの確認に限定されたものであるが、調査報告を受けた解体・改修工事の施工者や工作物の所有者などは、事前調査結

第1講座

5 果に基づいて、石綿除去の過程を含んだ工事計画を決定する。石綿除去の際は石綿含有資材のレベルに応じて、石綿則及び大防法の規定を準拠し、石綿ばく露防止対策・飛散防止対策を講じる必要がある。そのため、事前調査結果は工事全体の工期・費用に大きく影響するため、正確かつ漏れない調査が必要であり、調査者も調査後の工事の内容を知る必要がある。石綿除去作業の一般的な手順を図1.8*に示す。手順の中には、次のような事前調査結果に関わりのある内容が規定されている。作業項目ごとに直接罰が課される項目もあり、項目毎に責任の所存が異なる。作業項目と責任対象を表1.7に示す。

10 ※最新内容については、適宜「建築物の解体等に係る石綿ばく露防止及び石綿飛散漏えい防止対策徹底マニュアル 令和3年3月（令和6年2月改正）（厚生労働省労働基準局安全衛生部化学物質対策課、環境省水・大気環境局大気環境課）」を参照。

・ 一定規模以上の工事を行う場合における事前調査結果の報告

15 石綿含有資材の見落としなど不適切な事前調査を防止するため、元請業者又は自主施工者に対して、一定規模以上の建築物等の解体工事について、石綿含有建材の有無にかかわらず、調査結果の労働基準監督署長及び都道府県知事への報告が義務付けられた。一定規模以上とは次のいずれかの工事に係る事前調査である。

- ア. 解体部分の床面積が80m²以上の建築物の解体工事
- イ. 請負金額が100万円（税込）以上の建築物の改修工事
- ウ. 請負金額が100万円（税込）以上の工作物の解体・改修工事
- エ. 総トン数20トン以上の鋼製の船舶の解体・改修工事

・ 作業届等の提出

25 事前調査の結果、解体等工事を行う建築物等に石綿含有吹付け材等及び石綿含有保温材等が使用されていることが判明した場合は、発注者又は自主施工者は、作業開始の14日前までに安衛法・石綿則及び大防法に基づく作業実施等の届出が必要である。

・ 事前調査結果の掲示

25 解体等工事の元請業者又は自主施工者は、事前調査の結果及び作業内容について、石綿則及び大防法で定められた事項を公衆及び作業に従事する労働者が見やすい場所に掲示しなければならない。

・ 事前調査結果の備え置き、及び保存義務

30 事前調査の結果写しは、除去等の作業を実施している作業場に常に据え付けなければならない。また、事前調査結果の記録は、作業終了後も調査が的確であったか検証できるよう、大防法では解体等工事が終了した日から3年間、石綿則では全ての事前調査が終了した日から3年間の保存が必要である。

・ 石綿含有吹付け材及び石綿含有保温材等の除去等に係る措置

35 石綿含有吹付け材等及び石綿含有保温材等を切断等して除去するときは、除去を行う場所を他の場所から負圧隔離養生しなければならない。

・ 石綿含有仕上塗材及び石綿含有成形板等の除去に係る措置

石綿含有仕上塗材の除去時は、対象資材に薬液等により湿潤化することとし、電動工具をして除去する場合は、さらに除去部分の周囲を事前に養生すること以上の措置が必要である。

石綿含有成形板等の除去時は、切断・破砕等することなくそのまま建築物等から取り外すことが必要であるが、技術上著しく困難なとき又は作業の性質上適さない時は除去する資材を薬液等により湿潤化すること以上の措置が必要である。また、このうちけい酸カルシウム板第1種を切断・破砕等することなく取り除くことが困難な場合は上記に加えて、除去部分の周辺を事前に隔離養生することが必要である。

・ 石綿の除去等作業完了後の取り残しの確認

元請業者又は自主施行者は、除去作業については取り残しがないこと、囲い込み及び封じ込めについては措置が正しく実施されているか否かについて、除去等が完了したことの確認を適切に行うために必要な知識を有する者に目視で確認させる必要がある。知識を有する者とは次のような者をいう。

- ・ 調査者等事前調査の知識を有する者又は石綿作業主任者

取り残しの確認とは主に以下の点について確認を行い、状況の記録を発注者に報告しなければならない。

- ・ 除去の施工が適切であったこと
- ・ 構造上石綿の除去が困難である場所の取り残し状況
- ・ 除去を実施した面など除去が不十分で残っている取り残しの無いこと

調査者は、調査報告後に実施される除去等工事等を配慮する必要がある。作業実施等の届出のためにレベル1資材、レベル2資材を他の資材と正確に見分けることが必要であり、除去作業開始の14日以前に発注者への報告が必要である。また、成形板の調査に関しては、けい酸カルシウム板第1種を正確に他の資材と見分けることが必要である。仕上塗材の調査に関しては除去方法の選定、取り残しの確認のために、石綿が含有している層を明確にする必要がある。

このようなことから、調査者の主な役割は工作物に使用される石綿含有資材を調査することであるが、石綿除去工事全体での石綿飛散事故を防止するために、関係各社への配慮・協力が必要である。

【解体又は改修等における除去を行う場合】

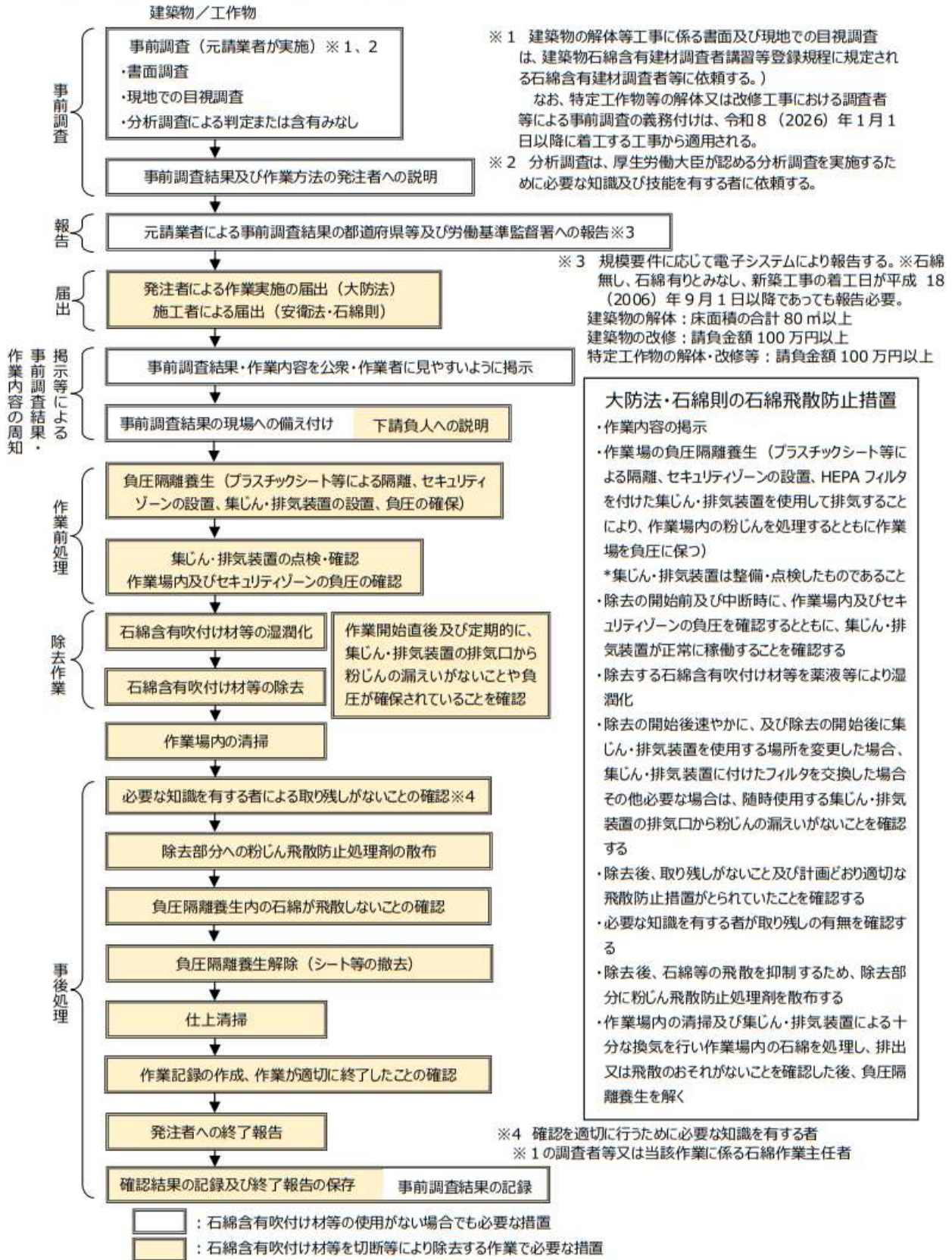


図 1.8 石綿含有吹付け材、石綿含有保温材等を切断等により除去する場合の一般的手順

表 1.7 石綿除去等工事における主な作業項目と責任対象

作業項目	責任対象	関係法令
事前調査の実施 ^{※1} 、記録の保存	元請業者又は自主施工者	石綿測第3条、大防法第18条の15、大防法施行規則第16条の5
事前調査結果等の説明	元請業者又は自主施工者	大防法第18条の15、大防法施行規則第16条の6、7
事前調査結果等の記録と保存	元請業者又は自主施工者	石綿測第3条、大防法第18条の1、大防法施行規則第16条の9、10
事前調査結果の現場への備え付けと掲示	元請業者又は自主施工者	石綿測第3条、大防法第18条の15の5、大防法施行規則第16条の10
作業計画（レベル3建材を含む全ての含有建材対象）	元請業者又は自主施工者	石綿測第4条、大防法第18条の14、大防法施行規則第16条の4の1
特定粉じん排出等作業の実施の届出等（作業計画届）	発注者	安衛法第88条、石綿測第5条、大防法第18条の17
一致規模以上の工事における事前調査結果の報告	元請業者又は自主施工者	石綿測第4条の2、大防法第18条の15
レベル1建材、レベル2建材の除去（負圧隔離養生）	元請業者、自主施工者又は下請負人	石綿測第6条、大防法第18条の19、大防法施行規則第16条の12～14
レベル3建材の除去（作業基準）	元請業者、自主施工者又は下請負人	石綿測第6条の2、3、大防法第18条の14、大防法施行規則第16条の4
石綿除去等作業の実施状況の記録の作成・保存	元請業者、自主施工者又は下請負人	石綿測第35条の2、大防法第18条の14、大防法施行規則第16条の4、15
完了報告書作成 ^{※2} 、発注者へ報告、記録の保存	元請業者又は自主施工者	石綿測第6条3項、第35条の2、大防法第18条の14、32大防法施行規則第16条の4、15、16

※1：事前調査、分析調査は必要な知識を有する者の実施が必要（令和5（2023）年10月以降）。

※2：除去等が完了したことの確認を適切に行うために必要な知識を有する者の実施が必要。

1.5.2 不適切な工作物調査がもたらす社会的不利益

（1）工作物の石綿含有資材調査と健康リスクやコストとの関連

- 5 工作物石綿含有資材調査結果によって、その工作物に関する調査以降の維持管理等の考え方が変化する。また、未熟な調査者による判断や、安易な思い込み、情報に流される調査や、お座なりの調査、恣意的な考えなどによって、本当は含まれていない石綿が工作物に使われていると判断すれば、不必要な不安感と解体・改修工事及び維持管理に対する支出が発生する。逆に見落としがあれば、解体・改修工事による飛散事故の原因となるとともに、作業員などの健康障害を引き起こすおそれがある。

石綿使用の有無判定結果と実際の建物中の使用の有無による相関を表 1.8 に整理した。

表 1.8 工作物の石綿含有資材調査と健康リスクやコストとの関連

実際の建物の状況 工作物調査時	建物の維持管理・改修・解体工事時	
	石綿の使用あり	石綿の使用なし
石綿ありと判定	○適正な調査結果 ・適切な管理 ・適切な工事	×見落としのある調査結果 ・不要な対策 ・工作物所有者などに不必要な財政的負担 ・不必要な建物過小評価 ・社会的風評被害
石綿なしと判定	×見落としのある調査結果 ・健康障害をもたらすハザードの継続的存在 ・改修解体工事の飛散事故原因 ・工作物所有者などに追加財政負担の発生 ・工作物周辺への環境影響	○適正な調査結果 ・適切な管理 ・適切な工事

(2) 建物の石綿の調査方法が不適切なため社会的不利益を招いた事例

① 事例1：不十分な計画による改修工事が導いた飛散事故（保育園改修工事のケース）

5 吹付け石綿が使用されている区立保育園改修工事を石綿使用への配慮をせず園児在園中に施工し石綿を飛散。十分な調査をせず「石綿なし」と判断した事例。事故検討委員会において健康リスク 6×10^{-5} (10万人分の6人)と評価、全園児の生涯に亘る健康対策等専門委員会を開催している。

本件では、事故後の対策や委員会、見舞金等として約1億円の経費が発生しており、今後の継続的検討にも予算措置が計上されることとなる。対策工事費用に比して、甚大な費用がかさんだ事例である。

10

② 事例2：建築物の吹付け石綿「なし」を「あり」と誤り判定（大阪集合住宅の事例）

石綿非含有試料を石綿含有として標本偽装し、不必要な除去工事として受注した事例。集合住宅の電気室の建材含有量分析試験で、別物件のサンプルを分析機関に依頼。その検査結果を同電気室の結果として報告していた事例がある。

15

1.5.3 日本におけるリスクコミュニケーションガイドライン

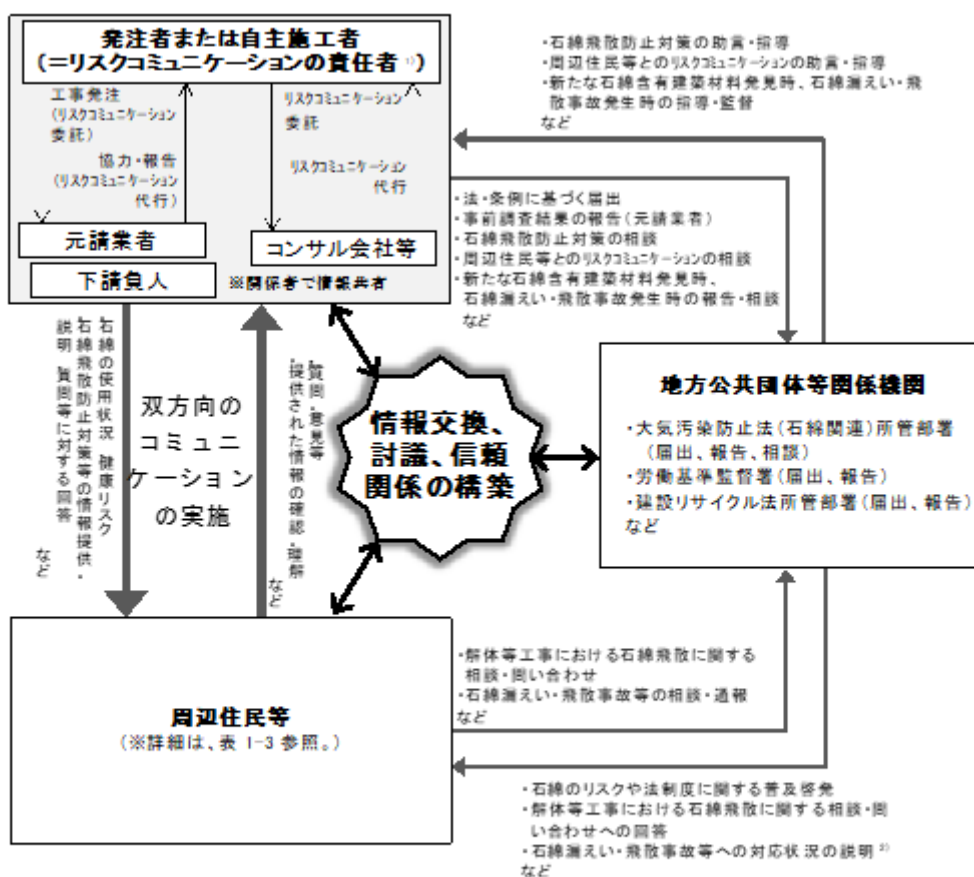
前述したように、石綿繊維の飛散に起因する健康障害を起こすリスクは石綿建材等の除去作業などを行う作業者ととどまらず、石綿の使用された建物の一般的な利用者も影響範囲となる。そのため、建物の維持管理や改修・解体工事の直接的な関係者以外も含むステークホルダー（関係者）がこれらの対策に「リスクコミュニケーション」という問題解決のための手法が示されてい

20

る。

国内においては、石綿の飛散防止に関して周辺住民等とのリスクコミュニケーションが図られ、工事が円滑に進むことを期待し、環境省から「建築物の解体等工事における石綿飛散防止対策に係るリスクコミュニケーションガイドライン」^{注)1}が2017（平成29）年に公表され、2022（令和4）年改定されている。ガイドラインに示されているリスクコミュニケーションの全体像を図1.9に示す。調査者としては、事前調査に係るリスクコミュニケーションにおいて、発注者への説明、住民への説明、チラシや掲示の方法について、分かりやすく、丁寧に、誠意をもって対応することが求められる場面が想定される。その際には、このガイドラインを活用することによって適切なリスクコミュニケーションを図ることが期待される。

注) 1 建築物の解体等工事における石綿飛散防止対策に係るリスクコミュニケーションガイドライン
 <https://www.env.go.jp/air/asbestos/litter_ctrl/rc_guideline/index.html>



注 1) 地方公共団体によっては、条例等により事業者側のリスクコミュニケーションの実施主体(責任者)を「元請業者」としている場合や、「発注者、元請業者及び下請負人(解体等工事に関係するすべての事業者)」と規定している場合があります。
 2) 地方公共団体等関係機関からの「石綿漏えい・飛散事故等への対応状況の説明」に関しては、その内容によっては情報公開請求が必要なものがあります。

図1.9 ガイドラインで想定するリスクコミュニケーションの全体像

1.5.4 工作物石綿事前調査者に必要な判断・知識

(1) 調査者に必要な判断

15 調査者は通常、これらの調査業務の実施に当たって対価を得ることとなるが、この発注・受注関

第1講座

係によって、意図的に事実を反する調査を行うなど、結果の報告を行っては絶対にならない。一人の調査者による調査結果の捏造行為が、調査者全体の社会的な信用を、ひいてはこの調査者の制度設計への信頼を失墜させてしまうからである。

5 調査者は、工作物の調査によって工作物の所有者や占有者など各種の個人的、経営的情報などに触れることになる。調査活動を通じて得た情報の機密保持が強く求められる。いかなる場合においても、こうした情報の漏洩は許されない。

工作物の調査結果は、社会的な信用を得ることが最も大切である。報告内容に対して常に正確を期し、利害関係に揺るがされることなく、中立性をもって実施すべきである。

10 (2) 調査者に必要な知識

調査者は、第1講座で述べてきた石綿の基礎知識を熟知し、自らの石綿ばく露に配慮するとともに、工作物占有者など第三者に対しての配慮が必要である。また、正確な工作物調査を実施するためには次のような知識が要求される。

- A) 工作物などの意匠・構造・設備にわたる知識を有すること
- 15 B) 工作物などに使用されている資材に関する知識を有すること
- C) 工作物などの施工手順や方法に関する知識を有すること
- D) 工作物などの設計図書や施工図などを解析し、必要な情報を抽出できること
- E) 石綿が使われている資材に関する知識を有すること
- F) 工作物などに使用されている資材の採取方法などに関する知識を有すること
- 20 G) 石綿分析技術に関する知識を有すること
- H) 石綿分析結果の解析力を有すること
- I) 石綿含有資材の除去などの作業方法とその工法選択に関する知識を有すること
- J) 石綿のもたらす社会的な危険性を理解し調査者の業務に反映できること
- K) 中立性を保ち正確な報告を実施する力を有すること

25 これらの一つでも欠けると、正しい調査・診断はできなくなる。

なお、石綿に関する技術と情報は現時点でも日々新しくなっており、調査者は常に情報収集の努力が必要とされる。また、国内外の情報、技術も得られることが望ましい。調査者の誠実で確実な調査が、今後の石綿禍の再発防止と、将来のばく露および石綿関連疾病患者の減少につながるの
30 である。