

I. 石綿(アスベスト)の基礎知識

1 石綿の定義

ILO(国際労働機関)、WHO(世界保健機関)によると、石綿(アスベスト)とは、天然に産する繊維状けい酸塩鉱物のうち、表1に示すクリソタイル、クロシドライト、アモサイト、アンソフィライト、トレモライト、アクチノライトの6種類の鉱物と定義している。

「石綿等」とは、労働安全衛生法施行令第6条第23号に規定する石綿等をいい、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をいう。(石綿障害予防規則)

2 石綿の種類

表1 石綿の種類とその鉱物名

	石綿名	鉱物名	構造式
蛇紋石族	クリソタイル (温石綿・白石綿)	クリソタイル	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$
角閃石族	クロシドライト (青石綿)	リーベック閃石 (曹閃石)	$Na_2(Fe^{2+}>Mg)_3Fe_2^{3+}Si_8O_{22}(OH)_2$
	アモサイト (茶石綿)	グリユネ閃石	$(Mg<Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2$
	アンソフィライト	アンソフィライト (直閃石)	$(Mg>Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2$
	トレモライト	トレモライト (透閃石)	$Ca_2(Mg>Fe^{2+})_5Si_8O_{22}(OH)_2$
	アクチノライト	アクチノライト (緑閃石)	$Ca_2(Mg<Fe^{2+})_5Si_8O_{22}(OH)_2$

日本で使用された石綿はクリソタイルが圧倒的に多く、次いでアモサイトとクロシドライトである。トレモライトとアクチノライトは同じ結晶構造を持ち、鉄分の多少で区別されている。鉄分が少ないのがトレモライトで、多くなるとアクチノライトと呼ばれる。

3 石綿の物性

- ・ 紡績性
- ・ 防音性
- ・ 親和性
- ・ 抗張力
- ・ 耐薬品性
- ・ 経済性
- ・ 耐摩擦性
- ・ 絶縁性
- ・ 耐熱性
- ・ 耐腐食性

4 石綿の用途

多くの優れた性質を有するため、工業原料として広範多岐に使用され、主に建築材料(ビルや工場の天井、柱、梁、煙突や屋根材)などに使用されていた。

また、建築材料以外では、自動車のブレーキやクラッチ、船舶、シール材などにも使用された。

5 石綿の有害性

石綿によって生じる疾患としては以下のようなものがある。

(1) 石綿肺

粉塵を長期間にわたって吸い込むことで肺の組織が固くなるじん肺の一種。石綿暴露から10年以上、多くは30～40年以上後に発症する。予後は他のじん肺に比べて良くない。特に、肺がん、中皮腫、気胸、胸水、気管支炎などの合併に注意が必要。

(2) 肺がん

通常の肺がんとはして、石綿暴露によって生じる肺がんには発生部位等の特徴はない。石綿暴露から20～50年後に発症することが多い。喫煙により発症のリスクが大きくなるとされ、喫煙の肺がんリスクは石綿のおよそ2倍であり、喫煙と石綿の両方のばく露を受けると、肺がんのリスクは相加効果を上回ることが知られている。

(3) 中皮腫

中皮細胞に由来する胸膜、腹膜、心膜・精巣鞘膜より発生する悪性腫瘍であり、石綿暴露からおおむね20～50年後に発症する。きわめて予後不良であり、低濃度の石綿ばく露によっても生じることが知られている。

(4) 良性石綿胸水

石綿暴露によって非悪性の胸水(胸腔に貯留した生体液)が生じる疾患。石綿暴露から10年以内に発症することもあるが、多くは30～50年後に発症する。症状は胸水貯留による動作時の息切れであるが、少量だと気づかず、健診時の胸部X線検査で見つかることもある。

(5) びまん性胸膜肥厚

慢性線維性胸膜炎であり、良性石綿胸水の後遺症として生じることが多いが、稀に明らかかな胸水貯留を認めず徐々にびまん性の胸膜肥厚が進展する場合がある。

(6) 胸膜プラーク

壁側胸膜に生じる局所的な肥厚であり、通常、石綿ばく露開始から20年ほど経過した後に認められ、次第に石灰化する。臓側胸膜との癒着を伴わず、呼吸機能低下などの健康被害をもたらすものではないが、石綿や石綿の類似の天然鉱物繊維であるエリオライトによって生じ、過去の石綿ばく露の重要な指標とされている。

6 石綿規制の変遷

1975年	石綿吹付け作業の原則禁止 規制対象を5重量%超に制定
1995年	アモサイト、クロシドライトの製造、輸入、使用等の禁止 規制対象が1重量%超に改正
2004年	石綿含有建材10品目の製造、輸入、使用等の禁止
2005年	石綿吹付け作業の全面禁止 特定化学物質等障害予防規則より分離し、石綿障害予防規則を制定
2006年	石綿0.1重量%超の製品の製造等全面禁止(一部猶予措置あり) 規制対象が重量0.1%超に改正
2012年	石綿0.1重量%超の製品の製造等猶予措置を撤廃 石綿製品の製造、使用等の全面禁止

表 2(1) 猶予措置があった製品について

禁止時期	禁止製品
2007(H19)年10月1日以降	<p>1.ジョイントガスケット</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内の既存の鉄鋼業の用に供する施設の設備接合部分に使用されるもので、250℃以上の温度の高炉ガス及びコークス炉ガスを取り扱う部分に使用されるもの ・国内の既存の非鉄金属製造業の用に供する施設の設備接合部分に使用されるもので、450℃以上の温度の亜硫酸ガスを取り扱う部分に使用されるもの <p>2.グランドパッキン</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内の既存の鉄鋼業の用に供する施設の設備接合部分に使用されるもので、500℃以上の温度の転炉ガス及びコークス炉ガスを取り扱う部分に使用されるもの
2010(H22)年3月1日以降	<p>ジョイントシートガスケット</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内の既存の化学工業の用に供する施設の設備接合部分に使用されるもので、200℃以上 300℃未満の温度の流体を取り扱う部分に使用されるもの

表 2(2) 猶予措置があった製品について

禁止時期	禁止製品
2011(H23)年 3 月 1 日以降	<p>1.ジョイントシートガスケット</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内の既存の化学工業の用に供する施設の設備接合部分に使用されるもので、300℃以上の温度の流体を取り扱う部分に使用されるもの <p>2.うず巻き形ガスケット</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内の既存の化学工業の用に供する施設の設備接合部分に使用されるもので、40℃以上の温度の流体及び300℃以上の酸化性の流体(硝酸、亜硝酸、硫酸及びそれぞれの塩)を取り扱う部分に使用されるもの <p>3.グランドパッキン</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内の既存の化学工業の用に供する施設の設備接合部分に使用されるもので、400℃以上の温度の流体及び300℃以上の酸化性の流体(硝酸、亜硝酸、硫酸及びそれぞれの塩)を取り扱う部分に使用されるもの
2012(H24)年 3 月 1 日以降	<p>1.ジョイントシートガスケット</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内の既存の化学工業の用に供する施設の設備接合部分に使用されるもので、径 1500mm 以上の大きさのもの <p>2.原材料</p> <ul style="list-style-type: none"> ・石綿及び石綿を含有する製剤その他の物で、1 の製品の原材料として使用されるもの

II. JIS A 1481 による建材製品中のアスベスト含有率測定方法

1 概要

表 1 建材製品中のアスベスト含有率測定方法と測定概要

JIS 番号	分析方法	概要
JIS A 1481-1 (ISO22262-1)	偏光顕微鏡法 (PLM) 走査電子顕微鏡法 (SEM) 透過電子顕微鏡法 (TEM)	建材製品中及び天然鉱物中のアスベスト定性分析に適用可能。 双眼実体顕微鏡を用いて調べ、試料を適切な浸液媒体に浸し標本を作製し、偏光顕微鏡 (PLM) による同定を行う。任意に SEM 又は TEM で同定を行ってもよい。層別分析。
JIS A 1481-2	X 線回折分析方法及び位相差・分散顕微鏡法	建材製品中のアスベスト定性分析に適用。 X 線回折分析方法及び位相差・分散顕微鏡による定性分析によって、アスベスト含有の有無を判定する。ただし、X 線回折分析によってバーミキュライトが認められた場合は、塩化カリウム処理を行い、X 線回折分析を行う。
JIS A 1481-3	X 線回折定量分析方法	JIS A 1481-2 によりアスベスト含有と判定された建材製品中のアスベスト定量分析に適用。 基底標準吸収補正法による X 線回折定量分析方法によってアスベスト含有率(質量分率)を定量する。
JIS A 1481-4 (ISO22262-2)	偏光顕微鏡法 (PLM) 走査電子顕微鏡法 (SEM) 透過電子顕微鏡 (TEM)	JIS A 1481-1 によりアスベストが同定され、質量分率が 5%未満と推定される試料や信頼性に欠けるような低濃度のアスベストがマトリックス材料に添加された試料のアスベスト定量分析に適用。 マトリックス質量低減法及び PLM 又は SEM によるポイントカウンティングによって定量する。ただし、タルクの場合は SEM 又は TEM 用の分析試料を調整し、繊維を数えて定量する。
JIS A 1481-5 (ISO22262-3)	X 線回折定量分析方法	JIS A 1481-1 によりアスベストが同定され、推定質量分率がおよそ 5%未満であることが判明している建材製品中のアスベスト定量分析に適用。基底標準吸収補正法による X 線回折定量分析方法によってアスベスト含有率(質量分率)を定量する。

2 JIS A 1481-1(建材製品中及び天然鉱物中のアスベスト定性分析)分析フロー

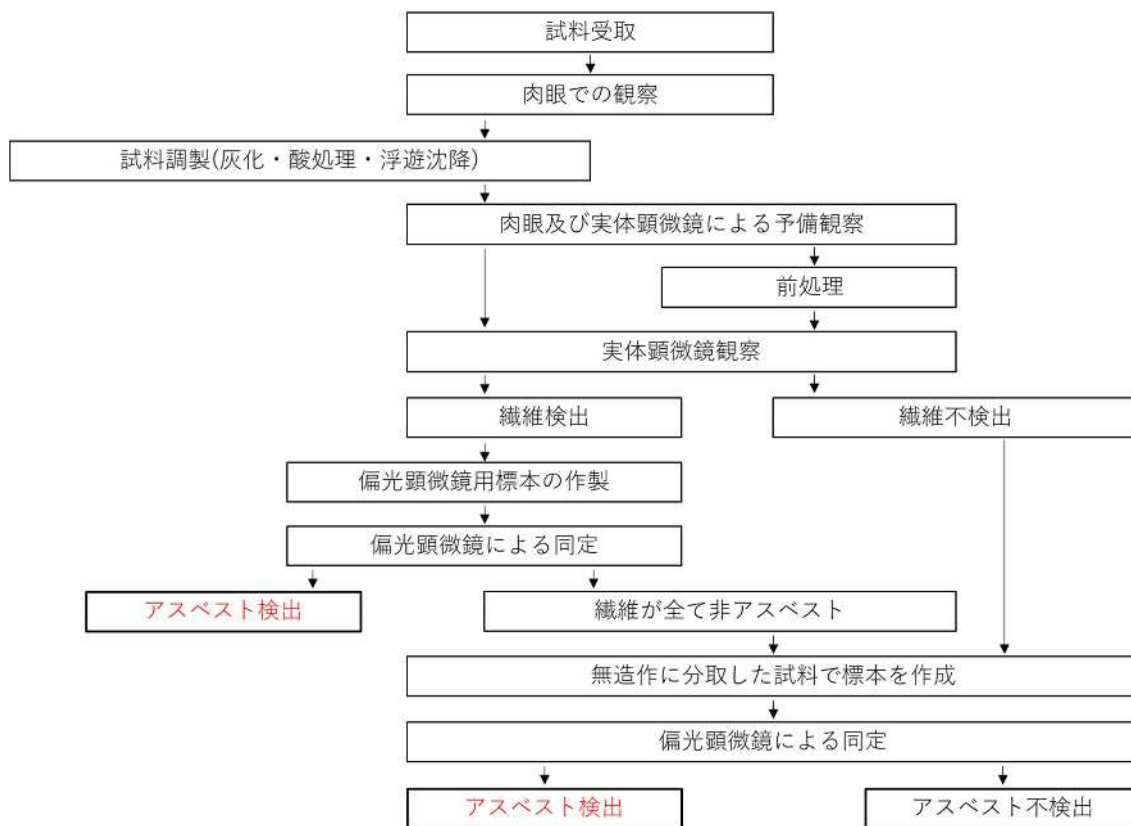


図 1 JIS A 1481-1 分析フロー

3 JIS A 1481-2(建材製品中のアスベスト定性分析)分析フロー

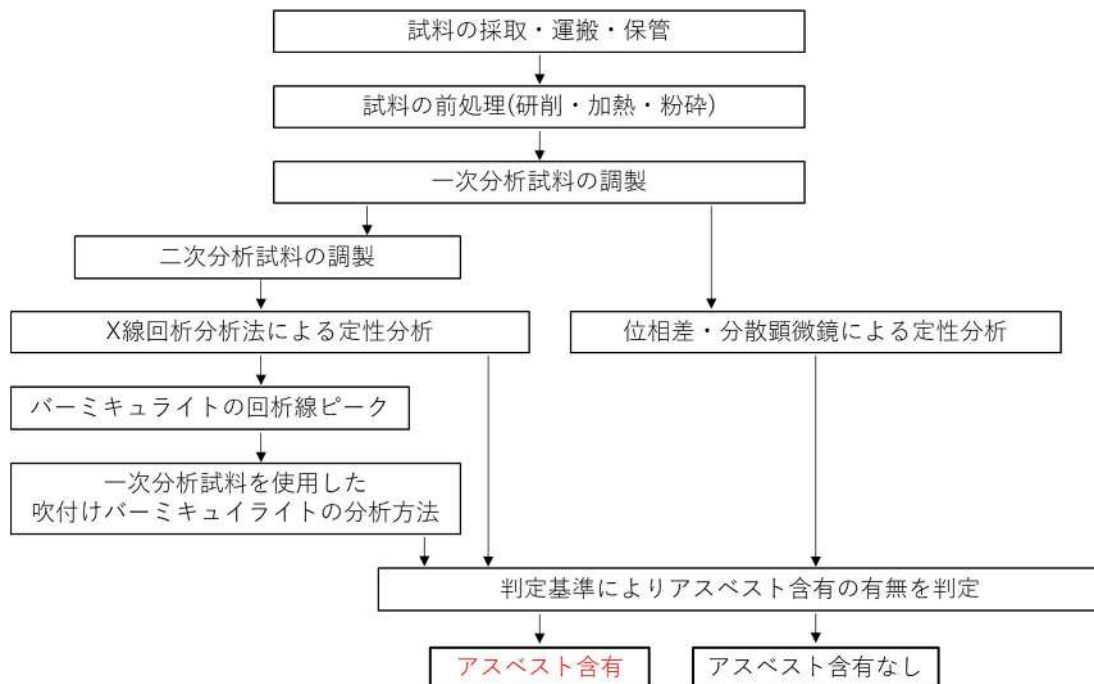


図 2 JIS A 1481-2 分析フロー

一次分析試料が吹付け材で、X線回折分析方法による定性分析によってパーミキュライトが認められた場合、吹付けパーミキュライトによる定性分析方法によりアスベスト有無の判定を行う。

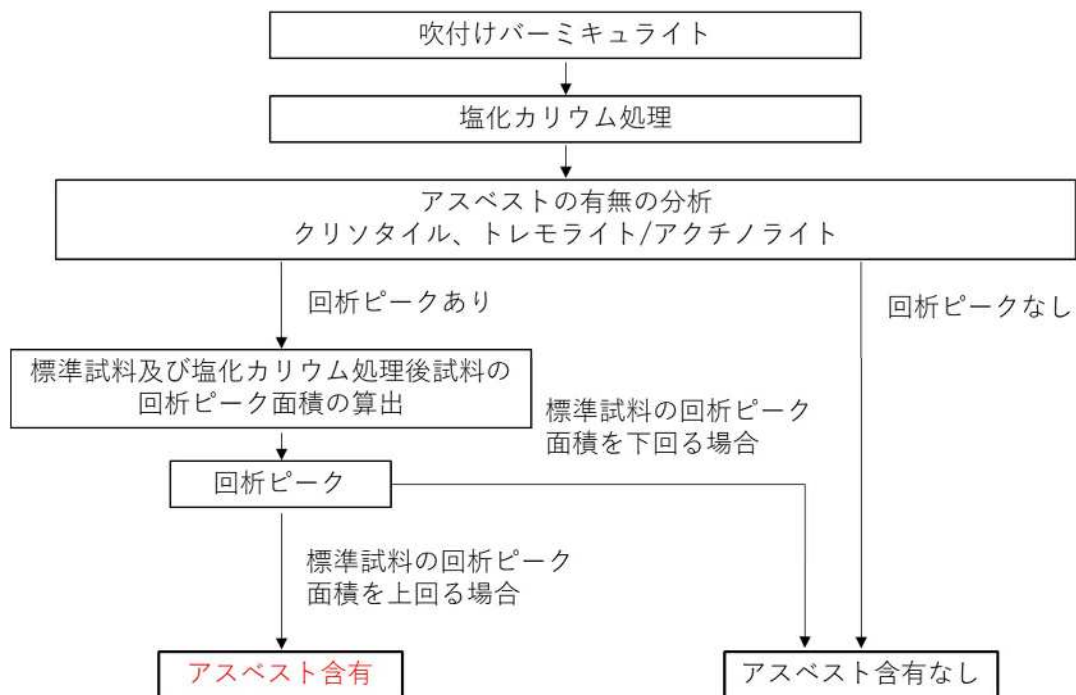


図 3 吹付けパーミキュライトの定性分析フロー

4 JIS A 1481-3(建材製品中のアスベスト定量分析)分析フロー

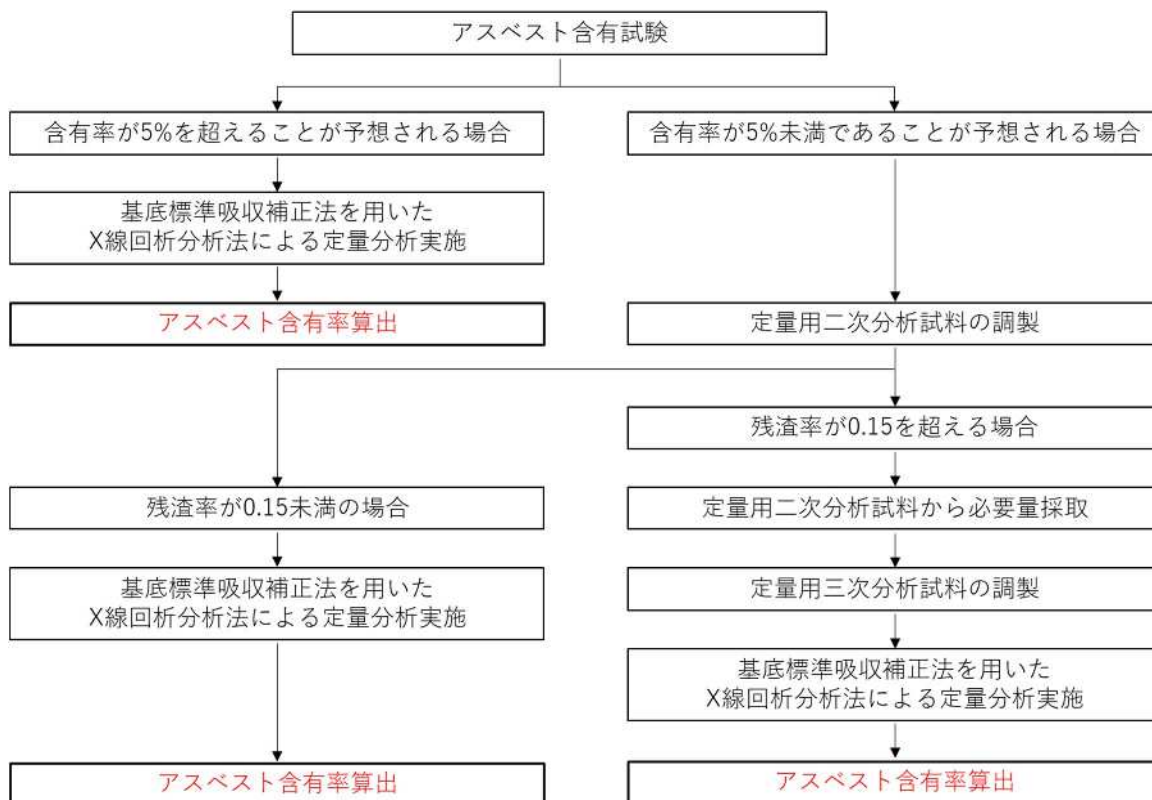


図 4 JIS A 1481-3 分析フロー

5 JIS A 1481-4 (アスベスト低濃度試料の定量分析方法)分析フロー

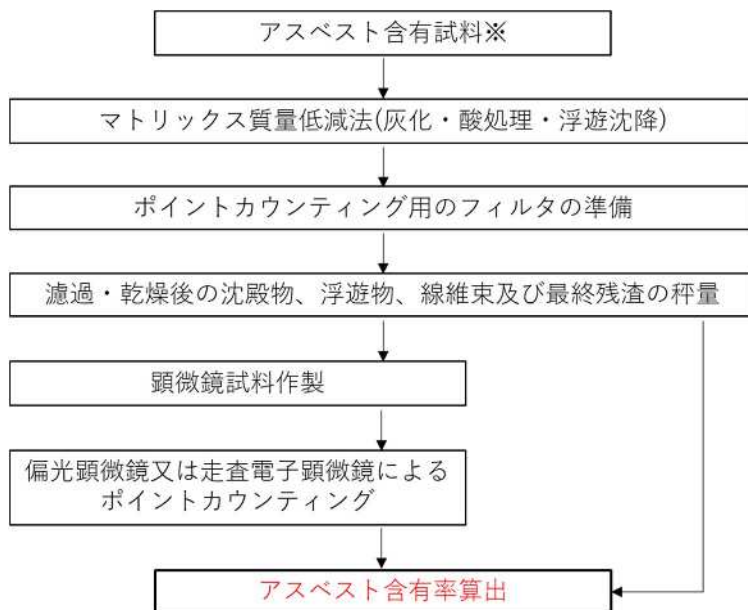


図 5 JIS A 1481-4 分析フロー

※質量分率が 5%未満と推定される試料や信頼性に欠けるような低濃度のアスベストがマトリックス材料に添加された試料

6 JIS A 1481-5 (建材製品中のアスベスト定量分析)分析フロー

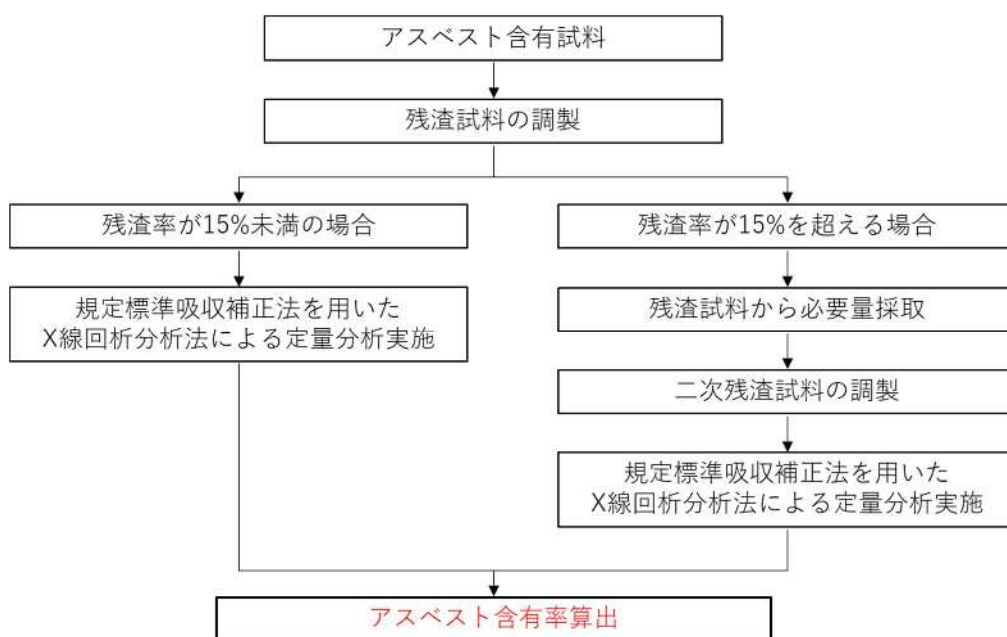


図 6 JIS A 1481-5 分析フロー

7 JIS A 1481 規格群(建材製品中のアスベスト定性分析・定量分析)フロー

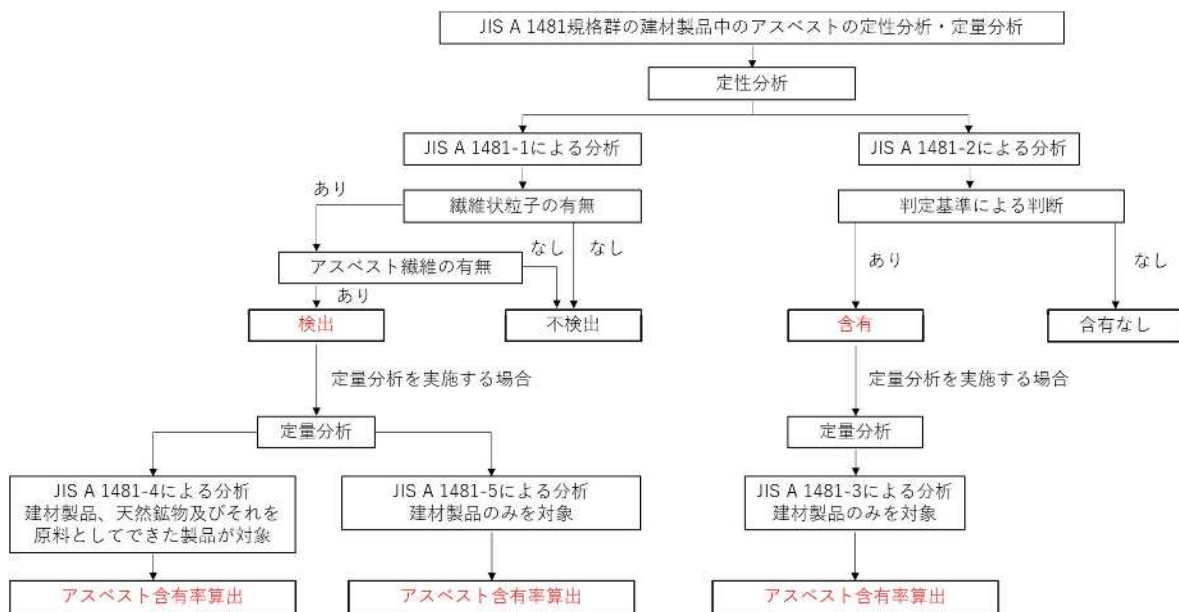


図 7 JIS A 1481 規格群の建材製品中のアスベスト定性分析・定量分析フロー

Ⅲ. JIS K 3850-1 による空気中の繊維状粒子測定方法 (光学顕微鏡法及び走査電子顕微鏡法)

1 位相差顕微鏡法

(1) 測定の対象

位相差顕微鏡を用いて繊維状粒子を測定する一般的な方法であり、得られた結果は総繊維数濃度が表される。

(2) 測定方法の概要

空気中に浮遊している繊維状粒子をフィルターに捕集し、アセトン蒸気の浸透によってフィルターを透明にした後、位相差顕微鏡によってフィルター上の繊維状粒子の数を計数し、繊維数濃度を測定する方法。

2 位相差・分散顕微鏡法

(1) 測定の対象

位相差・分散顕微鏡を用い、アスベストの屈折率を利用して、その繊維数濃度を求める方法である。対象となる繊維状粒子の屈折率が判明している場合は、その屈折率を利用して、繊維数濃度を求めることができる。

(2) 測定方法の概要

空気中に浮遊している繊維状粒子をフィルターに捕集し、フィルターを固定した後に、低温灰化装置を用いてフィルターを灰化し、それにアスベストの屈折率に対応した浸液を滴下し、位相差・分散顕微鏡によって、スライドガラス上のアスベストの数を計数し、アスベストの繊維数濃度を測定する方法である。また、目的とする繊維状粒子の屈折率に対応した浸液を使用することによって、目的とする繊維数濃度を求めることができる。

3 走査電子顕微鏡法

(1) 測定の対象

走査電子顕微鏡を用いてアスベストなどの繊維数濃度を測定する方法である。特に、アスベストなど繊維の種類を同定しながら計数するとき、又は位相差顕微鏡で測定する繊維より小さい繊維を含む場合に有効である。

(2) 測定方法の概要

空気中に浮遊している繊維状粒子をフィルターに捕集し、走査電子顕微鏡で観察試料に変換して、走査電子顕微鏡で観察試料上のアスベスト及びその他繊維の種類、数、寸法などを測定する方法である。

IV. 石綿の事前調査

1 石綿の事前調査

(1) 工事開始前の石綿の有無の調査

- ① 工事対象となる全ての部材について、石綿が含まれているかを事前に設計図書などの文書と目視で調査し(事前調査)、調査結果の記録を調査が終了した日から3年間保存することが義務(令和3年4月1日施行)
- ② 調査結果の写しを工事現場に備え付け、概要を見やすい箇所に掲示することも義務(令和3年4月1日施行)
- ③ 建築物の事前調査は、以下の厚生労働大臣が定める講習いずれかを修了した者等に行わせることが義務(令和5年10月1日施行)
 - ・特定建築物石綿含有建材調査者
 - ・一般建築物石綿含有建材調査者
 - ・一戸建て等石綿含有建材調査者 ※一戸建て住宅・共同住宅の住戸の内部に限定
 - ・令和5年9月までに日本アスベスト調査診断協会に登録された者
- ④ 工作物の事前調査は、以下の厚生労働大臣が定める講習いずれかを修了した者等に行わせることが義務(令和8年1月施行)
 - ・工作物石綿事前調査者
 - ・特定建築物石綿含有建材調査者 ※
 - ・一般建築物石綿含有建材調査者 ※
 - ※建築物一体設備等及び塗料その他石綿等が使用されている恐れのある材料の除去等の作業に関わる事前調査のみ可能
- ⑤ 事前調査で石綿の使用の有無が明らかにならなかった場合には、分析による調査の実施が義務(令和3年4月1日施行)
 - ※石綿が使用されているものとみなして、ばく露防止措置を講ずれば、分析は不要
- ⑥ 分析調査は、以下の要件いずれかを満たす者が実施する必要がある(令和5年10月1日施行)
 - ・厚生労働大臣が定める分析調査者講習を受講し、終了考査に合格した者
 - ・公益社団法人日本作業環境測定協会が実施する「石綿分析技術の評価事業」により認定されるAランクまたはBランクの認定分析技術者
 - ※JIS A 1481-1はランク制度が撤廃された為、認定分析技術者として合格した者となる
 - ※JIS A 1481-4は石綿分析技術の評価事業は実施されていない
 - ・一般社団法人日本環境測定分析協会が実施する「アスベスト偏光顕微鏡実技研修(建材定性分析エキスパートコース)修了者」
 - ・一般社団法人日本環境測定分析協会に登録されている「建材中のアスベスト定性分析

技術試験(技術者対象)合格者」

・一般社団法人日本環境測定分析協会が実施する「アスベスト分析法委員会認定 JEMCA インストラクター」

(2) 工事開始前の届出

- ①石綿が含まれているレベル 1 建材(石綿含有吹付け材)、レベル 2 建材(石綿含有保温材等)の除去等工事の工事計画届は、当該作業開始の 14 日前までに事業者が労働基準監督署に届け出ることが義務となる(令和 3 年 4 月 1 日施行)
- ②石綿が含まれているレベル 1 建材(石綿含有吹付け材)、レベル 2 建材(石綿含有保温材等)の除去等工事の特定粉じん排出等作業届は、当該作業開始の 14 日前までに発注者が都道府県知事に届け出ることが義務となる(令和 3 年 4 月 1 日施行)
- ③一定規模以上の建築物や特定の工作物の解体・改修工事は、事前調査の結果等を工事開始前に元請業者等が労働基準監督署等へ電子システム(スマホも可)で届け出ることが義務となる(令和 4 年 4 月 1 日施工)

2 石綿の事前調査結果の報告義務

一定規模以上の建築物や特定の工作物の解体・改修工事は、石綿含有の有無の事前調査の結果を、あらかじめ、電子システムで報告することが義務となる(令和 4 年 4 月 1 日以降に開始する工事から適用)。

(1) 報告が必要な工事 ※石綿が含まれていない場合もその旨の報告が必要

- ①解体部分の床面積が 80m² 以上の建築物の解体工事
※建築物の解体工事とは、建築物の壁、柱および床を同時に撤去する工事をいう
- ②請負金額が税込 100 万円以上の建築物の改修工事
※建築物の改修工事とは、建築物に現存する材料に何らかの変更を加える工事であつて、建築物の解体工事以外のものをいう
※請負金額は、材料費も含めた工事全体の請負金額をいう
- ③請負金額が税込 100 万円以上の下記工作物の解体工事・改修工事
 - ・反応槽、加熱炉、ボイラー、圧力容器
 - ・配管設備(建築物に設ける給水・排水・換気・暖房・冷房・排煙設備等を除く)
 - ・焼却設備
 - ・煙突(建築物に設ける排煙設備等を除く)
 - ・貯蔵設備(穀物を貯蔵するための設備を除く)
 - ・発電設備(太陽光発電設備・風力発電設備を除く)
 - ・変電設備、配電設備、送電設備(ケーブルを含む)

- トンネルの天井板
- プラットホームの上家、鉄道の駅の地下式構造部分の壁・天井板
- 遮音壁、軽量盛土保護パネル

(2) 報告について

- 複数の事業者が同一の工事を請け負っている場合は、元請事業者が請負事業者に関する内容も含めて報告する必要がある
- 平成 18 年 9 月 1 日以降に着工した工作物について、同一の部分を定期的に改修する場合は、一度報告を行えば、同一部分の改修工事については、その後の報告は不要