

アスゲンシーラー

G式アスベストの飛散防止、非加熱安定化及び資源化

1. アスベストとは

アスベストは、天然に産する鉱物繊維(繊維状けい酸塩鉱物)のことで、蛇紋岩系のクリソタイルと角閃石系のアモサイトなどがある。耐熱性、耐薬品性、絶縁性等の諸特性に優れているため、建設資材、電気製品、自動車、家庭用品等 3,000 種を超える利用形態があるといわれている。

しかしながら、主に欧米でアスベストの健康に対する危険性が指摘されて以来、わが国では、まず、労働環境の問題として、そして昭和の終わりから平成にかけて、一般環境汚染による一般住民の健康問題として顕在化した。

その後、平成7年にクロシドライト、アモサイトについて労働安全衛生法に基づき製造・輸入・譲渡・使用が禁止された。現在も使用されているのはクリソタイルであるが、平成16年10月1日からは一部の例外を除いて製造、使用等が禁止される予定である。角閃石系のアンソフィロライト、トレモライト、アクチノライトについてはまれにしか産出せず、他の石綿鉱床に不純物として含まれることがあるが、石綿原料として国内の産業界では使用されていない。

(1) 定義

アスベストは、鉱物学上、工業上及び環境大気中という観点から、それぞれ以下に示すように定義されている。

① 鉱物学上の定義

天然に産する鉱物群のうちで、高い抗張力と柔軟性をもつ絹糸状で光沢があり、繊維状の集合(asbestiform)をなすものの俗称である。

② 工業上の定義

一般的には、繊維状の集合(asbestiform)をした鉱物を採掘、加工して得た工業原料をいう。

③ 環境大気中の定義

微少な繊維又は繊維束の状態で浮遊するクリソタイル、アンソフィロライト、アモサイト、トレモライト、アクチノライト及びクロシドライトをいう。

また、国際労働機関(ILO)並びに米国環境保護庁(EPA)等における定義では、図1に分類される6種類を指すとされている。



図1 アスベストの分類 (大気汚染物質レビューより)

(2) 特性

アスベストが様々な工業製品に使用されている理由は、経済的には安価であること、及びそれのもつ物質的特性によるもので、特に次の点が挙げられる。

① 紡織繊維性

クリソタイルの単繊維は、最も細いクリソタイルで太さが約 $0.02 \sim 0.03 \mu\text{m}$ で、アスベスト繊維のなかで最も細く、長さが約 $1 \sim 20 \mu\text{m}$ の中空管状をなしている。また、アモサイト、クロシドライトは板状をなしている。

通常、アスベスト繊維は集合体をなしており、工学的に解綿できる最も細い繊維束の大きさはおよそ $1 \sim 2 \mu\text{m}$ であり、アスベスト以外の無機又は有機繊維に比べ著しく細い。

② 耐熱性

クリソタイルでは、およそ 500°C までは安定であり、角閃石系のはクリソタイルより高温でも安定している。この耐熱性から、吹付け材等の建築資材及び他の工業資材に使用されることになった。

③ 抗張力

アスベストは、ピアノ線より強い引っ張り力を有している。また、しなやかさも有しているが、特にクリソタイルのしなやかさが最も優れているとされている。

④ 耐薬品性

耐酸性及び耐アルカリ性は、アスベスト繊維の種類によって異なるが、その中で、アンソフィライトが最も優れており、クリソタイルが劣り、他はこれらの中に位置するとされている。また、酸・アルカリ以外の薬品に対しても比較的抵抗力が強いとされている。

⑤ 絶縁性、耐磨耗性、防音性

アスベストは一般に熱絶縁性にすぐれている。この特性及び小さい吸湿・吸水性から保温材料として用いられている。

このほか、アスベストは通常環境条件下では、半永久的に分解・変質せず、また地表に沈降した場合、容易に再発じんするため、極めて長い間一般環境中に留まることが知られている。アスベストの物理化学的特性を表1に示す。

表1 アスベストの物理化学的特性

	クリソタイル	アンソフィライト	アモサイト	トレモライト	アクチノライト	クロシドライト
硬度	2.5-4.0	5.5-6.0	5.5-6.0	5.5	約 6	4
比重	2.4-2.6	2.85-3.1	3.1-3.25	2.9-3.2	3.0-3.2	3.2-3.3
比熱	0.266	0.210	0.193	0.212	0.217	0.201
抗張力(kg/m ²)	30,000	2,800	25,000	70-560	70	35,000
最大重量原温度	982℃	982℃	871-982℃	982℃	-----	982℃
ろ過性能	遅い	中間速	速い	中間速	中間速	速い
電荷	陽	陰	陰	陰	陰	陰
溶解点	1521℃	1468℃	1399℃	1316℃	1393℃	1193℃
紡糸性	良好	不良	良	不良	不良	良
柔軟性	大	不良	良	不良	不良	良
耐熱性	良好	優秀	良好	良好	-----	良好
耐酸性	弱い	中	中	きわめて強い	強い	強い
耐アルカリ性	きわめて強い	強い	強い	きわめて強い	強い	強い
分解温度(℃) ^{*1}	450~700	620~960	600~800	600~850	950~1040	400~600

*1: 脱水反応を起こし、結晶構造が崩壊して強度を失う温度をいう。

(出典:大気中発がん物質のレビューー石綿-S.55.3)

2. 健康影響

現在、アスベスト暴露に関連あるとして確認されている疾病は、石綿肺、肺がん、悪性中皮腫の3疾患に加え、良性胸膜疾患として、胸膜炎、びまん性胸膜肥厚、円形無気肺（または無気肺性偽腫瘍）及び胸膜プラークがある。これらはいずれも空気中に浮遊するアスベストを吸入することにより発生する。

参考資料：厚生労働省・都道府県労働局・労働基準監督署パンフレット

3. アスベスト処理の現状

(1) 飛散防止処理

飛散を防止するために、高分子素材や樹脂等を吹き付ける。ただし、恒久的な処理方法ではなく、除去されるまでの仮処理である。

また、除去して中間処理においてはマスキングした高分子素材や樹脂の処理において、問題が生ずる。

(2) 除去

撤去場所を密閉遮断し、飛散防止処置(散水等)を施しながらケレン除去する。

(3) 飛散性アスベストの熔融

除去回収されたアスベストは、1,000度以上で熔融するが元来アスベストの溶解点は高い(1300~1500℃)ので、熔融に関するコストが高い。

(4) 最終処分場へ埋立

熔融後スラグ化されたものや非飛散性のものは管理型最終処分場に埋め立てられる。

いずれの方法も処置前養生、保管、処理コストが膨大で、早急に新規処理技術(簡素化低コスト)の開発が期待される現状である。

G式アスベストの飛散防止・非加熱無害化処理と再利用

1. アスベストは、繊維状珪酸塩鉱物で天然ガラス状物質である。

2. 珪素を主成分とする。

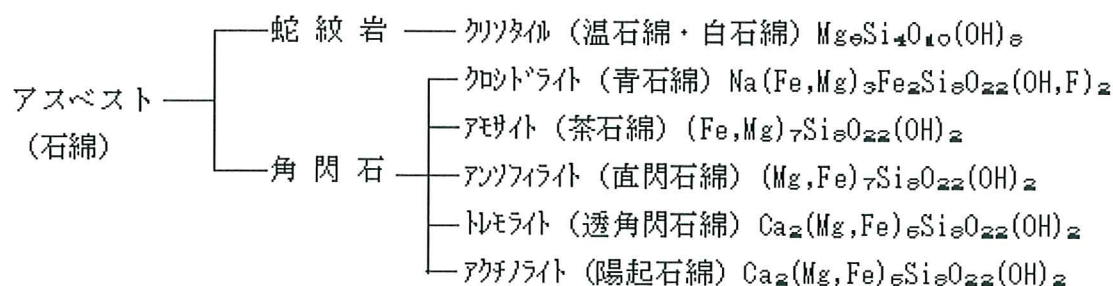


図1 アスベストの分類 (大気汚染物質レビューより)

3. アスベストの健康被害の原因は、その針状結晶にある。

微細化された針状結晶が大気中に浮遊し、呼吸により人体内にはいり健康障害を引き起こす。



4. G式アスベストの飛散防止方法とその無害化処理方法とは

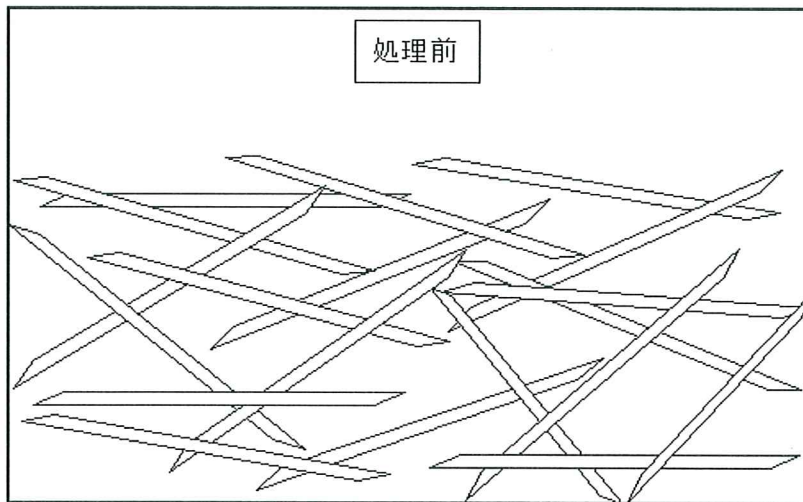
- (1) 飛散防止処理
 - (2) 針状結晶破壊処理
- からなる。

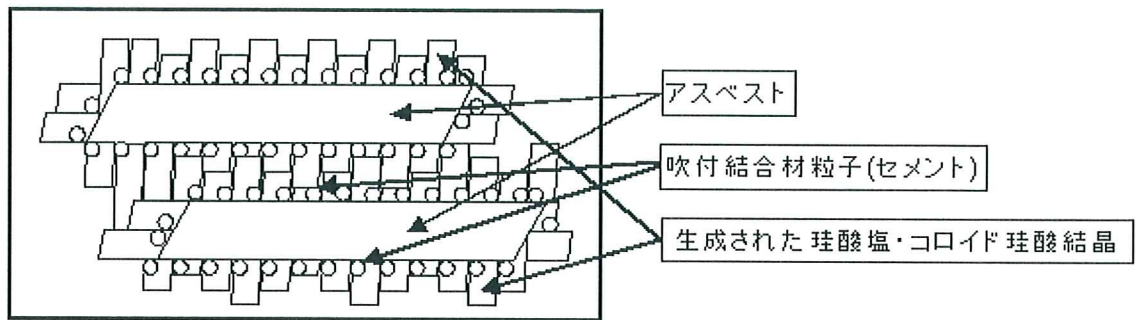
5. 飛散防止処理

G式においては、従来の高分子素材や樹脂のマスキングによる固化飛散防止法ではなく、珪酸ナトリウムや珪酸カリウムを主成分とする珪酸アルカ

り溶液とアスベスト吹きつけの際の結合材に使用したセメントに含まれるカルシウム、マグネシウム、アルミニウムイオンの化学反応により、アスベスト表面にガラス物質を生成させる。このことにより、針状結晶の肥大化、針状結晶同士の結合により比重を増しながら固化することで飛散を防ぐこととなる。

ガラス物質表面にガラス物質を生成させることにより、異種成分での固化と違い、活着状態に優れる。

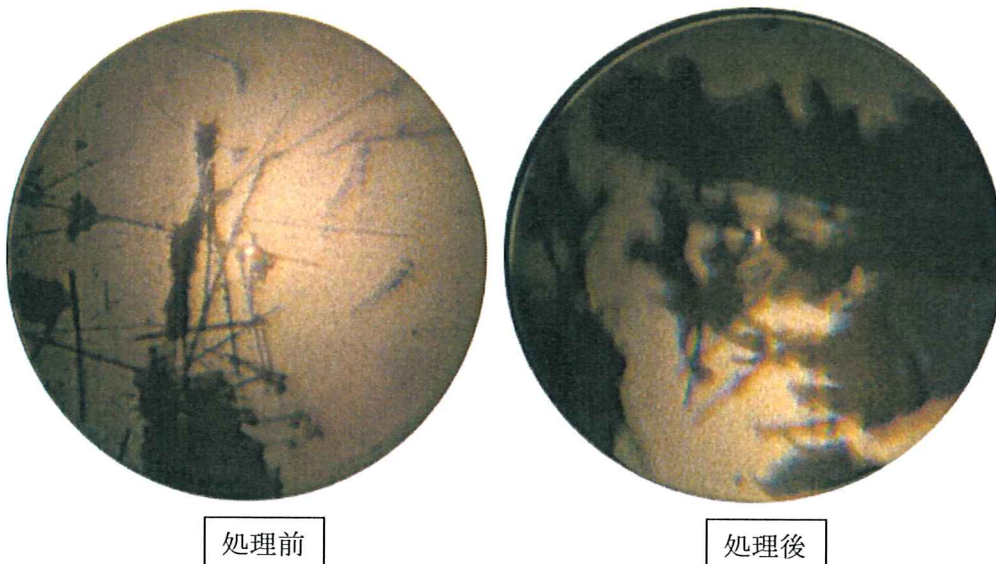




前図のようにアスベスト(珪酸塩ガラス物質)の表面に同様の珪酸塩ガラス物質を生成させることで、アスベスト(珪酸塩ガラス物質)と生成された珪酸塩ガラス物質は同種珪酸塩ガラス物質のため結合同化し、アスベストの針状結晶を肥大化させ針状ではなくなる。

6. 珪酸塩・コロイド珪酸(ガラス物質)の硬化

イオン置換反応が進行するほど、珪酸塩・コロイド珪酸(ガラス物質)の生成も進行し結晶が緻密化され硬度は増す。

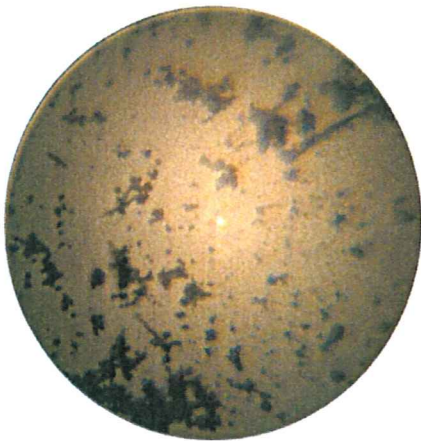


しかも、硬化後も有機溶剤を含んでいないため、本来の耐火・耐熱の効果は失われない。



7. 硬化後の処理方法

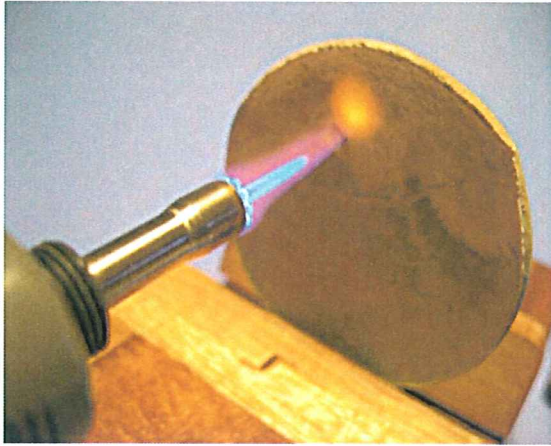
同化硬化が十分に進行すると硬度も増す。これを粉砕することで針状結晶は破壊される。



8. リサイクル・再利用

粉砕後の再利用は、セメント原料、窯業原料に再利用が可能である。

または、再度、珪酸アルカリ溶液で固化させることでガラスに匹敵する硬度を持った耐熱耐火材としての利用が可能である。



G式アスベスト処理ー1

サンプル: 蛇紋岩(白石綿)クリンタイル



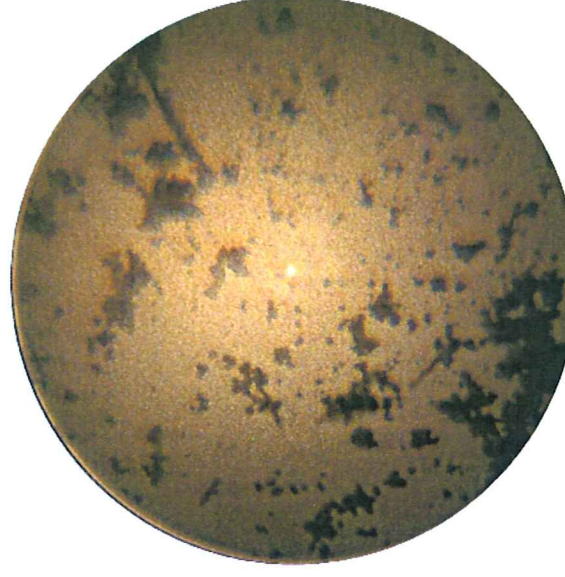
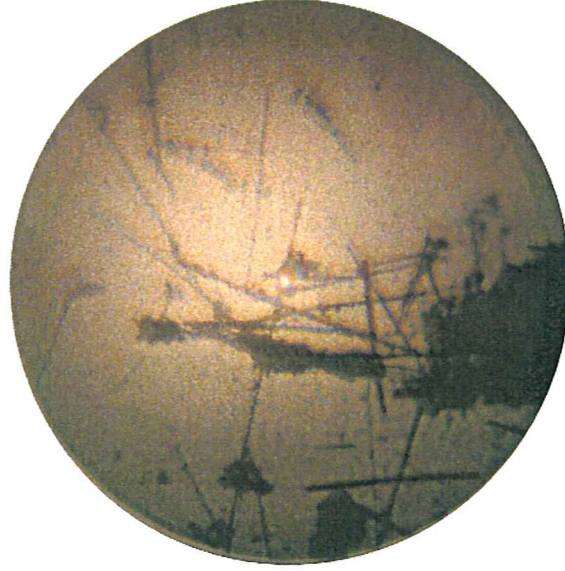
処理前



飛散防止固化処理



処理後



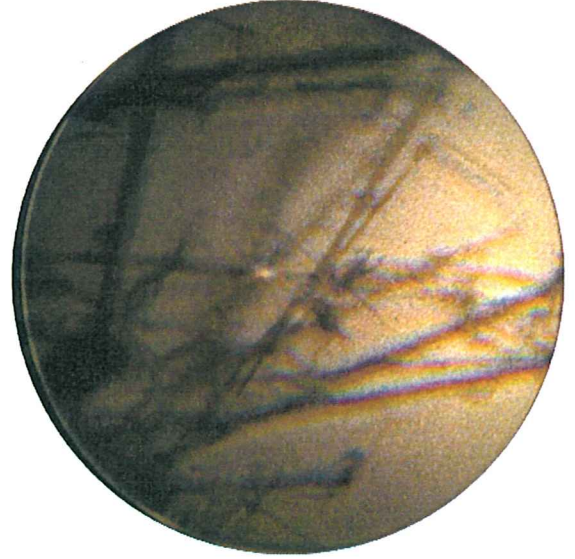
(顕微鏡倍率: X1000)

G式アスベスト処理-2

サンプル:角閃石(青石棉)クロシドライト



処理前



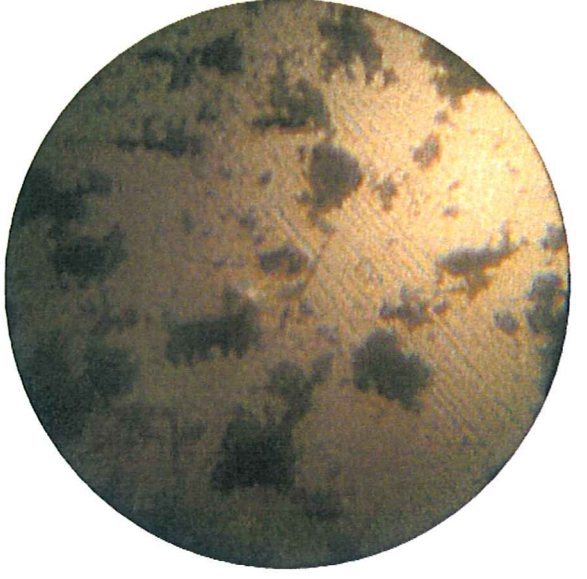
飛散防止固化処理



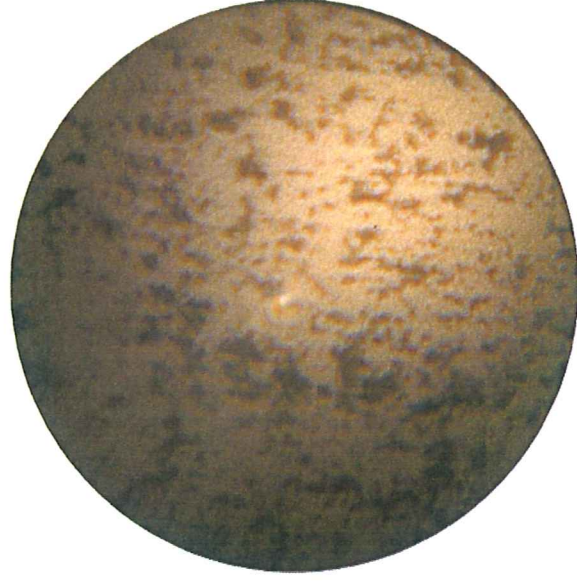
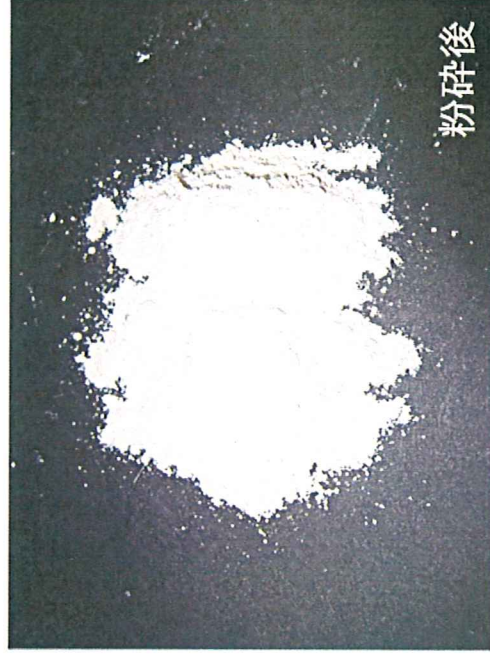
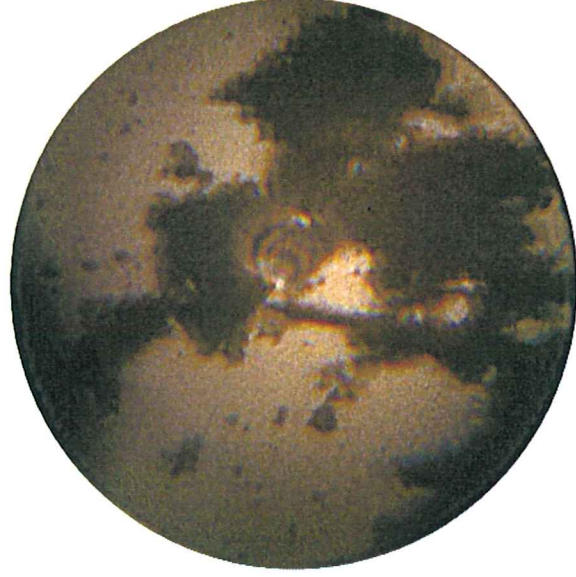
(顕微鏡倍率: X1000)



処理後



シリカ断熱材（アスベスト含有） 処理試験



顕微鏡倍率1000倍