

# 建築物除却工事におけるアスベスト除去方法の法的観点からの検討

塩野 靖生

長野県建設部施設課（〒380-8570 長野県長野市大字南長野字幅下692-2）

本県の建築物除却工事に際し、コンクリートブロック造躯体の目地等のモルタルの中からアスベスト検出という稀有な事象があった。アスベスト除去には関係法令に則った作業方法が必要であるが、アスベスト含有モルタルの法的位置付けが明確でないこと、コンクリートブロック躯体の目地等のアスベスト除去方法が確立されていないことから対応に苦慮した。そこで、関係法令やマニュアル・資料調査により、法的整理を行った上で関係機関と協議を重ねた。合わせて、解体工事団体及び設計事務所を交えた技術的な検討により、アスベスト除去方法の作業仕様を定めた。

キーワード C B造、アスベスト除去、モルタル、大気汚染防止法、石綿障害予防規則

## 1. はじめに

### (1) アスベストの使用分野

アスベスト（石綿）は、天然の繊維状珪酸塩鉱物の総称で、クリソタイル、アクチノライト、アモサイト、アンソフィライト、クロシドライト及びトレモライトに分類される。<sup>1)</sup>アスベストの特性として、繊維状で、耐熱性に優れていること、曲げや引張りに強い、耐薬品性に優れていること等があり、1950年代以降から工業原料として広範多岐に使用されてきた。<sup>2)</sup>そして、わが国のアスベスト消費量のうち、約93%を建材製品が占めており（1995年度時点）、また、使用分野では、建造物材料が約9割を占めている。<sup>3)</sup>アスベストは吹付け石綿として直接壁、天井、柱、梁等に吹き付けられたほか、石綿スレートや石綿セメント板として床材、壁材、天井材、軒天材、防火壁材等に用いられてきた。<sup>4)</sup>

### (2) アスベストの健康影響

アスベストの繊維は極めて微細（ $0.02\mu\text{m}$ ）であり空気中に浮遊したものを人が吸引した結果、肺等に沈着し、健康被害が生じることが確認されている。アスベストにばく露して引き起こされる疾患としては、じん肺（石綿肺）、肺がん、悪性中皮腫、良性石綿胸水（胸膜炎）、びまん性胸膜肥厚等がある。<sup>5)</sup>特に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、中皮腫死亡者数が急激な増加傾向にある。<sup>6)</sup>中皮腫発生の8割程度は、アスベストに起因するといわれている。<sup>7)</sup>

### (3) アスベストの法規制

アスベストに係る法規制は、石綿製造工場等における労働者の健康障害予防のため、1960年に「じん肺法」が制定された。<sup>8)</sup>その後、1995年の労働安全衛生規則の改正により、吹付け石綿除去作業の事前届出、石綿含有率1%超まで規制拡大、また、建築物の解体等に伴う労働者に石綿ばく露防止措置を強化するため、石綿障害予防規則（平成17年厚生労働省第21号。以下「石綿則」という。）が2005年に制定、2006年に石綿則が改正され、規制対象が石綿含有率0.1%超に拡大された。そして、石綿の飛散による大気汚染を防止するため、1989年に大気汚染防止法（昭和43年法律第97号。以下「大防法」という。）の改正により、石綿製品製造工場に対する規制導入、1996年の改正により、吹付け石綿が使用されている建築物の解体等の作業に対する規制が始まった。さらに1991の廃棄物の処理及び清掃に関する法律の改正に伴い、「廃石綿等」が特別管理産業廃棄物に指定された。その後、大防法は、2006年、2013年に、石綿則は2008年、2011年、2014年、2018年に所要の改正が行われ、2020年に石綿含有仕上塗材及び石綿含有成形板等に対する規制の拡大、事前調査結果の報告の義務付け、作業記録の作成・保存の義務付け等の見直しが行われた。

## 2. 本件のアスベスト概要

### (1) 建築物の概要

今回、本県で1960年代に建築された補強コンクリートブロック造平屋建て1棟当たりの延べ面積約220㎡の長

屋住宅を除却することとなった。現況は写真-1のとおりである。



写真-1 除却する建築物の状況

なお、本建築物の構造は、鉄筋コンクリート造の布基礎の上に1つW40cm×D15cm×H20cm程度の中空状コンクリートブロック（以下「CB」という。）に鉄筋を縦横に配置した上で目地及び空洞にセメント等を充填し、CB躯体壁として高さ2m程度まで積上げた後、構造補強として、壁の上部を鉄筋コンクリート造の臥梁で頭つなぎをした構造である。屋根は、軽量とするため鉄骨のトラス組の上に木造の垂木や野地板を設け、鉄板葺きをしている。CBの表面自体は粗面であるため、表面をモルタル塗布により平滑にし、外壁側は仕上面が凹凸状のリシン吹付けで仕上げている。

## (2) アスベスト検出部位

アスベストは繊維が極めて微細で、建材中に重量比数%程度で混入されているものが多いため、目視では有無を判別することはできない。したがって、現場で建材試料を採取し、専門の試験機関で分析調査を行うことが一般的である。1960年代～1980年代の同様の建物では水回りの壁・天井や軒天の建材にけい酸カルシウム板やフレキシブルボード（繊維強化セメント板）が使われていることが多く、経験上、当該建材はアスベストが含有されているケースが大半であるため、アスベスト含有建材として想定していた。今回、それ以外にアスベスト分析調査によりアスベスト（クリソタイル）の含有が判明した部位を以下及び図-1のCB造標準断面図に示す。

### a) CB表面に塗布されたモルタル

CBの外壁側、内壁側とも塗布されており、内壁側は厚さ数cm程度であるが、外壁側は何層かに塗分けられており、合計厚さ10cmにもなる。躯体に開けられた煙突穴から見た断面状況は写真-2のとおりである。

### b) CBの目地等のモルタル

CBを積み上げた際に目地に充填されたモルタルである。通常、目地へのモルタル充填と空洞へのモルタル充

填は一連の作業で行われるため、空洞のモルタルにもアスベストが含有されている可能性が高い。

### c) コンクリート基礎及び土間に塗布されたモルタル

鉄筋コンクリート造の布基礎の屋外面や玄関・犬走の土間コンクリート表面を化粧仕上げするために塗布された厚さ数cm程度のモルタルである。

### d) 内装の石膏ボード類に塗布されたモルタル

住戸内の間仕切壁の石膏ボード類の裏表に塗布された厚さ数cm程度のモルタルである。

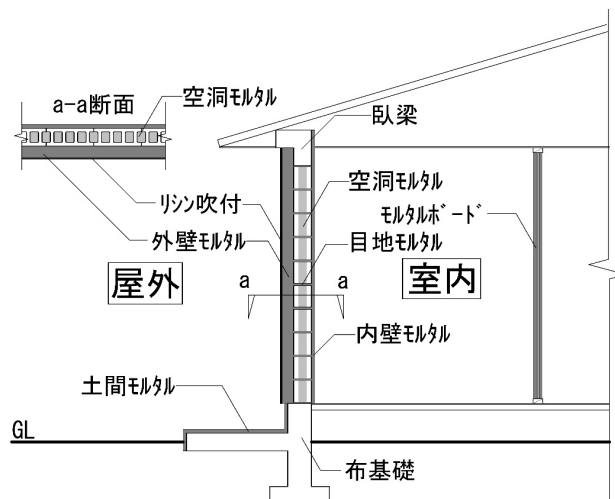


図-1 CB造標準断面図



写真-2 モルタルとCBの断面状況（煙突穴）

## (3) アスベスト含有の背景

これまで、除却工事においてモルタルの中からアスベストが検出された事例は記録が無く、稀有な事象であった。2004年厚生労働省発表「左官用モルタル混和材中の石綿の含有について」において、市販のモルタル混和剤の中にアスベストが混入されているものがあることが報告されているが、その他に記載されている資料は僅かである。なお、モルタル混和剤とは、モルタル塗布の作業性を高めるため、現場でモルタルを練る際に細骨材、セメント及び水以外に加える添加剤である。作業性の観点

から仕上モルタルに混和剤が加えられたことは想定できるが、強度に関わる目地等にアスベストが加えられた理由は定かでない。また、モルタルは本来、躯体の平滑性を高めるためや躯体と窓等の取り付け部材との隙間を充填するためのものであり、今回、外壁側に厚さ10cmものモルタルが塗布されていたことは異例である。

なお、アスベスト繊維はモルタルとともに固形化されているため、切断等しない限り飛散する恐れは低い。

### 3. アスベスト規制法令の整理

#### (1) アスベスト含有モルタルの法的位置付け

建築物からアスベストを除去する場合、大防法及び石綿則による作業基準に則らなければならない。その具体的な作業方法は建材の種類により、区分されている。

そこでまず、建材の分類を整理する必要がある。法令には詳細な建材名は記されていないため、厚生労働省と環境省が共同でアスベスト規制を網羅的にまとめた「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」（以下「マニュアル」という。）を参照した。

表-1 アスベスト含有建材の種類<sup>1)</sup>

| 特定建築材料の区分    | 建築材料の具体例                                                                    |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 吹付け石綿        | ①吹付け石綿、②石綿含有吹付けロックウール（乾式・湿式）、③石綿含有ひる石吹付け材、④石綿含有パーライト吹付け材                    |
| 石綿を含有する断熱材   | ①屋根用折板裏断熱材、②煙突用断熱材                                                          |
| 石綿を含有する保温材   | ①石綿保温材、②石綿含有けいそう土保温材、③石綿含有パーライト保温材、④石綿含有けい酸カルシウム保温材、⑤石綿含有ひる石保温材、⑥石綿含有水練り保温材 |
| 石綿を含有する耐火被覆材 | ①石綿含有耐火被覆板、②石綿含有けい酸カルシウム板第2種                                                |
| 石綿を含有する仕上塗材  | 石綿含有建築用仕上塗材                                                                 |
| 石綿含有成形板等     | ①石綿含有成形板、②石綿含有セメント管、③押出成形品                                                  |

アスベスト含有建材の具体例は表-1のとおりである。大防法で規制対象となるアスベスト含有率0.1%（重量比）を超える建材を特定建築材料という。また、そのうち石綿含有成形板等の部位ごとの使用例は表-2のとおりである。

表-2 石綿含有成形板等の使用例

|                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|
| ①外壁・軒天<br>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<br>スレート波板、住宅屋根用化粧スレート                                                         |
| ③内壁・天井<br>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<br>ビニル床タイル、長尺塩ビシート、フリーアクセスフロア板                                                 |
| ⑤煙突<br>セメント円筒                                                                     |
| ⑥その他<br>セメント管、ジョインシート、繊維品、パッキン                                                    |

いずれも吹付け石綿、断熱材といった現場で吹付け施

工するもののほか、けい酸カルシウム板、押出成形セメント板といった工場で製造される成形品が殆どであり、モルタルや混和剤として現場で適時注入するアスベストについての記述はなかった。しかし、法令の目的からアスベスト含有率0.1%を超える建材は規制対象となるため、法的位置付けを整理する必要があった。

#### a) 大防法上の位置付け

石綿含有成形品等（大防法施行規則別表第7の4）は「石綿を含有する成形板その他の建築材料（吹付け石綿、石綿含有断熱材等及び石綿を含有する仕上塗材を除く）」と定義されており、他に適当な項目がないことから「その他の建築材料」として本号に該当するものとした。

#### b) 石綿則上の位置付け

石綿含有成形品（石綿則第6条の2）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）」と定義され、大防法のように「等」で読める部分がなく、適用されるか否かが明確でないことから、所管行政庁と協議した結果、石綿含有成形品の扱いとした。

アスベスト含有建材は除去の際の発塵性に応じて、いわゆるレベル1からレベル3まで分類されているが、成形品等はレベル3に該当するものであり、アスベストの発塵性が比較的低い部類となる。

#### (2) 作業基準の整理

マニュアルにはモルタルの記述がないことから、当然、それに対応した作業方法の例示も皆無であった。そこで、関係法令による必須事項を整理した。

#### a) 大防法の作業基準

石綿含有成形品等は、原則、切断、破碎等することなくそのまま建築物等から取り外すこととされているが、技術上著しく困難なときは除去する材料を薬液等により湿潤化することとされている。本件は外壁一面にCBとモルタルが固着されており、モルタルを切断等せずに原形のまま取り外すことは不可能であったため、後段の基準を適用することとした。その他、大防法では除去後の作業場内の粉塵の清掃が必要となるが、石綿含有成形品等の中では比較的发塵性が高いけい酸カルシウム板第1種の切断等を行う場合を除いて、作業場の隔離養生（負圧不要）は求められていない。

#### b) 石綿則の作業基準

石綿則も同様に原則、石綿含有成形品を建築物から除去する作業の場合、切断等以外の方法によることとされ、石綿等を切断等する場合は、石綿等を湿潤な状態なものとしなければならないとされている。その他、労働者に呼吸用保護具及び作業衣を使用させること、石綿等を運搬するときは確実な梱包をすること、作業に使用した器具等の清掃が必要となる。なお、大防法同様に作業場の養生は求められていない。

## 4. アスベスト技術資料の調査

### (1) 石綿含有成形品の知見

今回、整理した「石綿含有成形品」は、石綿則では2020年10月に大防法では2021年4月に規制が始まったものであり、それまでは除去方法が明文化されていなかった。したがって、一般的に認知度が高い吹付け石綿等に比べると除去方法に関する技術的な知見も蓄積が少ない状況といえる。

### (2) その他通知の調査

前述のマニュアルのほか、厚生労働省や環境省等の公的機関が発出した通知や技術的助言等の調査を行ったが、アスベスト含有モルタルへの対処方法が記載されたものは見当たらなかった。

### (3) 既往論文の調査

公的研究機関や民間研究所等で研究された事例がないか既往論文を調査した。その中でレベル3建材解体時の気中濃度測定に関する研究、石綿含有成形板の破碎試験による飛散係数の推計、薬剤量による粉塵飛散量に関する研究等の論文が見当たった。しかしながら、一般的な建材であるけい酸カルシウム板やフレキシブルボード（繊維強化セメント板）等の工場製品を対象とした調査結果しかなく、アスベスト含有モルタルについて研究または調査した論文は見当たらなかった。

## 5. アスベスト除去方法の検討

### (1) 作業方法の検討過程

C B造でのアスベスト含有モルタルの除去は、先例となることから、法令での必須事項に安全対策を付加することと、今後、除却対象となる同構造の建築物が多くあり、同様の事象も想定されるため、本件に特化したものではなく一般化できるよう除去作業に係る標準的な仕様を定める方針とした。

#### a) あらかじめ除去する建材

一般に石綿含有建材は、躯体等の解体に先立って、あらかじめ除去することとされており、通常の解体作業と同様にあらかじめ除去できる建材は除去することとした。具体的には、コンクリート面に塗布された厚さ数cmのモルタルや内装のボード状のモルタル、軒天のけい酸カルシウム板で手作業（電動工具を含む）で除去または取り外せるものは、湿潤化または作業場所を隔離養生（負圧不要）の上、除去することとした。

#### b) 切断等に用いる機材

C Bに塗布されたモルタルについては、相当の厚みがあること、目地にもモルタルが塗布されており空洞にもアスベストが含有されている可能性が高いことから、石綿含有建材をあらかじめ除去することが著しく困難な作業といえ、作業の安全性と合理性を考慮し、C Bとアス

ベスト含有モルタルを一体的に切断等することとした。そのため、直接、手作業（電動工具を含む）で行うことは著しく困難であるため、重機等を使用することとした。切断方法として、解体用重機（バックホウ）を用いる案と湿式ウォールソー（切断する建材にガイドレールを固定し、水をかけながら回転刃で切断する機材）を用いる案の2案を軸に検討した。なお、法令には石綿含有建材の切断方法に関する規定は無い。

#### c) 湿潤化の方法

マニュアルでは薬液等による湿潤化が記述されており、薬液等とは水または粉塵飛散抑制剤のことをいう。粉塵飛散抑制剤は噴霧すると粉塵を吸着する性質があり、吹付け石綿除去作業中の粉塵飛散防止等に用いられることが多いが、レベル3作業では一般に用いられることは少ないため、仕様書では薬液等の種類は指定しないこととした。なお、湿潤化の代替措置として作業場内を隔離養生（負圧不要）する方法が認められているが、1棟ごとシートで取り囲む場合、側面は単管足場を組むことで対応できるが、上部は架構が最小でも10mもの大スパンになることから、技術的に困難なため採用しなかった。

#### d) 場内の養生方法

作業場内の養生は法的には求められていないが、風等による粉塵飛散の影響を最小限に抑えるため、通常、建物高さ同程度の高さの覆いとするところ、建物高さの1.5倍程度の高さの単管足場を設置し、側面を防災シートで囲むこととした。また、作業場外への粉塵飛散も一定程度抑えられるものとする。

#### e) 床の養生方法

一般的にアスベスト除去を行う場合、地面等にこぼれ落ちた石綿等の清掃を容易にするため、床面にビニルシートを敷設した上で作業を行うが、今回、ビニルシートのみだとC Bの塊が落下した時に破れる可能性があるため、ビニルシートの上に合板を敷き詰めることとした。

#### f) 余剰水の処理

一般的にC Bに散水すると空隙が多いため、大半は吸収してしまうと考えられるが、石綿等の湿潤化のために大量の水を使用する場合、吸収できなかった余剰水が発生する可能性がある。一般の解体であれば、地中に水がしみ込んで環境への影響はないが、今回、余剰水にアスベストが含まれる可能性があるため、余剰水は貯めて、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下「廃掃法」という。）に則った処分をすることとした。粉塵混入水は、廃掃法上、汚泥の扱いとなるが、汚泥の含水率が85%を超えると処分できないため、一旦、ノッチタンクに貯めて、固形物を沈殿させて処理することとした。

#### g) 気中粉塵濃度の測定

養生や湿潤化の上、作業をしても止むを得ず粉塵が飛散する可能性があるため、作業中の空気中の粉塵濃度を測定することとした。一般に気中アスベストの測定は、吸引機器を1日4時間程度、定点固定し吸引した試料を

分析機関に持ち込み分析する必要があるため、結果が出るまでタイムラグが生じることから、リアルタイムで数値が表示されるデジタル粉塵計を用いる方法と併用することとした。

## (2) 所管行政庁との協議

素案を作成した後、マニュアル等に例示のない作業方法であったため、石綿則を所管する労働基準監督署（労働局）、大防法所管部署及び廃掃法所管部署と個別に複数回、協議を行った。いずれも法令に抵触するような内容の指摘はなかった。

## (3) 技術的な検討

概略の素案で法的な検討を行ったが、実際に施工するにあたり、技術的な部分を詰めた上で設計するため、技術的な検討を行った。

### a) 解体工事団体の意見

実際に解体工事を行っている経験から技術的観点及び費用面について解体工事に関わる団体に意見を伺った。団体からは、建築物の上部をシートで被う要否やウォールソーでCBを切断等する際の基礎との分離方法について等の技術的な意見があった。また、概算見積を徴取したところ費用面では同じ建物規模で重機を用いる案とウォールソーを用いる案では、重機を用いる案の方が優位との意見であった。

### b) 基本設計案の決定

切断等に重機を用いる案（以下「1案」という。）とウォールソーを用いる案（以下「2案」という。）を比較しどちらの案を採用するか検討した。費用面及び工期面では1案の方が優位であり、2案は一度に切断するCBの大きさにもよるが、ガイドレールの付け替え等に手間がかかり費用及び工期とも1案の数倍程度要する可能性があった。また、安全面で2案は切断中にCB壁が倒壊しないよう固定する必要があるが、CB自体はそれ程強固ではないため、固定方法に課題があり、作業員の安全性が担保できるか懸念されたため、総合的に判断し、1案を基に実施設計を進めることとした。

### c) 実施設計の委託

通常、同規模の長屋住宅の除却工事は、比較的定型的なものであるため、直営で設計積算を行っている。今回、特殊な作業方法が含まれており、技術的な検討を要することから、実施設計を設計事務所へ委託することとした。設計事務所からは、高層となる足場の自立方法や取り囲み範囲、余剰水の集約のための釜場の設置等の技術的な提案がなされた。

### d) アスベスト含有分析調査の実施

設計の中でアスベスト含有分析調査を委託した。従前の調査により、モルタルの各部位から一定のアスベストの検出は判明していた。

アスベスト分析調査には定性分析法と定量分析法があ

り、まず定性分析法でアスベスト自体の有無を判別した上で、定量分析法で含有率を判定することとなる。定性分析法にもJIS A 1481-1（以下「1法」という。）とJIS A 1481-2（以下「2法」という。）があり、各々、分析方法が異なる。1法は、基本的に試料の形状を崩さずに実体顕微鏡及び偏光顕微鏡で目視によりアスベスト繊維にみられる物性かどうか判別する方法であり、層状に構築されている建材のアスベスト分析に向いているが、法令の規制対象外である0.1%以下のアスベストが検出されることが許容されている。偏光顕微鏡によるアスベスト検出例を写真-3に示す。図中、丸で囲まれた繊維が偏光顕微鏡に写ったクリソタイルである。

一方、2法は試料を混合・粉砕するため、層別分析はできないが、X線回析計及び位相差顕微鏡により機械的に判別するため、分析者により結果に差異が生じにくいとされている。X線回析法は試料の回析ピークがアスベストの種類ごとの回析ピークの波形パターンと近似しているか判別する方法である。クリソタイルが検出された回析パターン例を図-2に示す。

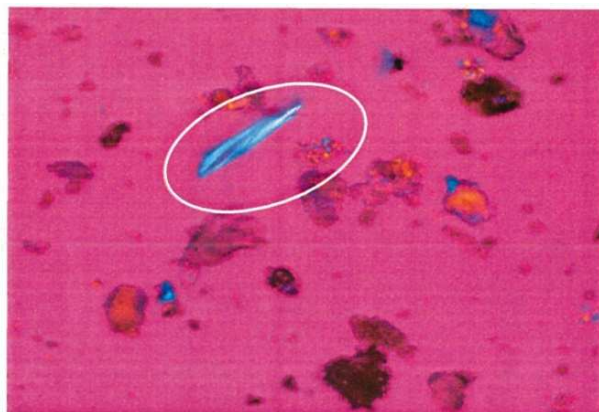


写真-3 偏光顕微鏡によるアスベストの検出例

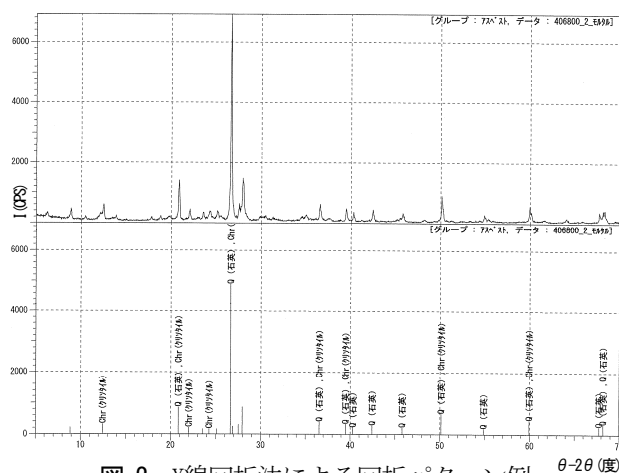


図-2 X線回析法による回析パターン例

従前の調査は、層状の建材の含有部位を判別するため1法で実施していたが、1法のJIS規定では「無検出から5%までの範囲の結果に基づいて重大な決定をする必

