

## 玉川学園屋内プール天井の石綿吹付材撤去工事

### Removal Work of Asbestos Material Sprayed on the Ceiling of the Indoor Swimming Pool

古美門 利明\* 風間 信宏\*\*  
Toshiaki Komikado Nobuhiro Kazama  
高瀬 伸利\*\*\*  
Nobutoshi Takase

#### 要 約

屋内プールの天井に吸音の目的で吹付けられていたトムレックス（石綿吹付材）を撤去するよう学園から依頼があったが、この種の工事は初めてで資料も少なく、八方手をつくしていろいろ調べながら何とか工事を完了した。今後このような工事を行う機会が当然増えるものと予想されるので、The sooner, the better. ということて、大方の参考のため作業手順を追って報告する。

#### 目 次

- §1. はじめに
- §2. 工事概要
- §3. アスベストについて
- §4. アスベスト処理の施工手順
- §5. おわりに

#### §1. はじめに

一昨年初めよりマスコミで大々的に取上げられて、石綿の人体に対する影響がかなり問題視されてきた矢先に、学園より屋内プールの天井に使用されている材料がこの石綿であるため、早急に撤去してほしいとの依頼があった。

早速手を尽して調べてみたが、国内で筆者がさがした限りでは専門業者が見つからず、やっと石綿撤去資材を扱っている商社に沖縄の業者を紹介してもらい初めて工事着手のめどがついた。我々もそれまでは石綿に関する人体への影響についての知識に乏しく、撤去の施工方法も皆目分からなかったため、施工しながらの勉強という形で仕事を進めなければならなかった。

#### §2. 工事概要

企 業 先；学校法人玉川学園  
工 事 場 所；東京都町田市玉川学園6-1-1 玉川学園屋内プール  
築 造 年 月；昭和47年6月完成（当社施工）  
構 造 規 模；大屋根鉄骨 ALC 版構造，一部 RC 造；地下1階，地上1階建  
延床面積；2,775㎡  
石綿撤去面積；1,620㎡（プール場天井面積）  
(Photo1)

#### §3. アスベストについて

##### 3-1 アスベストとは

アスベスト（石綿）は、直径 $0.02\mu\text{m}$ から $0.2\mu\text{m}$ の微細な天然産の繊維状鉱物である。他の鉱物繊維に比べて安価であり、紡織性・耐熱性・耐薬品性・電気絶縁性等について優れた特性を持っているが、一方発ガン性物質であることも証明されている。しかし加工性が良いことから3,000種以上の製品に広く利用されており、生活のすみずみまで普及している。

##### 3-2 アスベストによる健康障害

アスベストは、酸・アルカリ・熱に強い強靱な特性のため環境中で半永久的に存在し、その微細な繊維に起因

\*東京建築支店玉川学園(出)所長  
\*\*東京建築支店玉川学園(出)係長  
\*\*\*東京建築支店玉川学園(出)

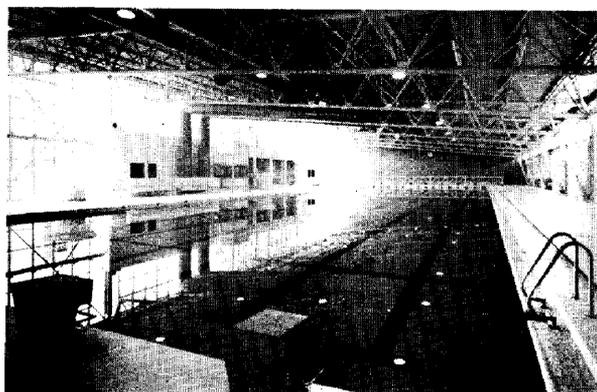


Photo 1 プール室内全景

すると見られる各種の健康障害が明らかになっている。作業環境における労働者保護の観点から各種規制が実施・強化されつつあり、またアスベストの広範囲な使用に伴う環境汚染にも国際的な関心が高まっている。

アスベストの微細な繊維は、一度体内に吸込まれると肺組織につきささり排出されにくくなる。そして10年～40年という長い潜伏期間をおいて肺ガンやアスベスト肺、胸膜や腹膜の悪性ガンである中皮腫など死亡率の高い病気を発生させる原因となっている。発病の確率はアスベストのばく露量が少ない程低いが、絶対的な安全ばく露レベルは存在しないといわれている。

### 3-3 アスベスト対策

アスベストばく露による作業者の健康及び環境への影響排除のため、その取扱は十分な管理下で行わなければならない。現在日本では「労働安全衛生法・特定化学物質等障害予防規則(特化則)」でアスベストを5%以上含んだ物質は“特別管理物質”として厳重に管理することが義務付けられているが、具体的な施工・管理・処分の方法などが確立されていない。またアスベストの撤去を責任をもって行える専門業者も国内では皆無の状態であり、関係官庁並びに関係業界では現在早急にその育成を進めている段階である。すでに米国ではEPA(米国環境保全局)が、新しく建造するか改造する建造物のアスベスト含有材料の使用及び学校におけるファイバーアスベストの検証並びにアスベスト業界に対してのアスベスト飛散・アスベスト含有材の廃棄などについての規制を行っている。またOSHA(職業上の健康と安全協会)の法令は、アスベスト作業現場における作業防護についての規定をもち、作業方法も確立されている。

このような状況で、我国でも対策の確立が急がれている。

## §4. アスベスト処理の施工手順

### 4-1 事前調査

まず手初めに現場でのアスベストの使用状況をチェックし、仮設計画から排水処理までの一連の検討を行い施工方法を決定する。

現場調査項目

- ①足場計画；昇降、出入口等
- ②養生方法
- ③換気設備；特に設置場所の検討がある。
- ④作業場内に入るための出入口位置
- ⑤④の決定に伴い、保護具装着室(着替室)・シャワー室・保護具脱衣室等の位置検討
- ⑥資材搬出入口の位置；アスベスト除去中の資材搬出入
- ⑦給水設備；既存の設備が手を加えず使用できるか？
- ⑧電気設備；既存の設備の遮断及び作業場の照明設備
- ⑨排水設備；現場が排水処理が可能かどうか？
- ⑩その他

### 4-2 関係官庁への届出

- ①労働基準監督署への事業報告、保険等の届出
- ②石綿に係る解体等の工事報告(東京労働基準局労働衛生課に提出、昭和63年3月31日までに工事するもの)  
このほかに作業に従事するすべての作業員名簿と工事概要、石綿の使用箇所、解体等の方法、発じん防止方法などを記した書類をこれに添付する。
- ③足場関係で従来の規定が適用される場合は、やはり監督署へ足場の届出を行う。

### 4-3 作業手順書の作成と施工

作業手順書の内容とともに、現場での施工状況を加えながら順を追って以下に説明する。

- ①工事概要；前出§2参照
- ②現場組織表
 

発注者	学校法人玉川学園
元請	西松建設(株) 東京建築支店玉川学園(出)
	担当者 風間、高瀬
一次下請	(株)玉建設 担当者 玉城
運搬及び最終処理業者	略
- ③作業員名簿 略
- ④安全教育
  - 1) 乗込時安全教育の実施
  - 2) アスベストの一般的知識、人体に及ぼす影響についての教育
  - 3) 特定化学物質等作業主任者の選任及び免許確認
  - 4) 保護具取扱及び各機械の取扱説明

## 5) KYKの実施説明

- 6) 作業員の胸部 X 線撮影の診断書(6ヵ月以内のもの)の確認, その他は胸部診断を実施

## ⑤作業手順

## 1) 床面養生

ブルーシートまたは養生シートを全面に敷込む。その上にビニールシート(ア0.15mm)またはブルーシートを張って養生した。継目にはすべてガムテープを50mm巾で帳る。なお手引書では1枚張となっているが、作業中に破れて下にしみ出す場合がある。また改修の場合撤去後の床養生になるので必ず二重にすると良い。建物を解体する場合は1枚でも良い。

## 2) 壁面養生

やはり全面をビニールシートで重ねをとって養生することになっているが、今回の場合は多量の水が使用でき十分な排水が可能であり、水で天井・壁・床面のすべてが洗え、仕上をすべて改修する条件であり、また窓がすべて嵌殺となっているなどのため部分養生で済んだ。

## 3) 足場組立及び作業床養生

天井高が5 m~9 mと片流れの天井である。石綿撤去後も仕上工事に転用することも考慮してはならない。撤去は上向姿勢となるのでステージとしなければならないが、屋根スパンが27mと大きいので大梁のせいが2 mもあるため、各スパン毎のステージ設置となった。梁がトラスで塗装もやり替えるため、ステージ間は12mm厚のコンパネを梁の形状に合わせて加工して作業床とした。足場板ははじめ若干の間隔を開けて全面的に敷込んだが、工事中足場板がずれて不安を生じたので、一部分あとして隙間なく敷替えた。

作業床の上に再びブルーシート及びビニールシートを敷き再養生を行った。これは養生なしだと撤去により足場材に石綿がついて水で洗い落とすことになるのと、空気清浄機の台数に余裕がなかったためである。

## 4) 石綿撤去作業前の準備 (Photo2)

## ア) 空気清浄機設置(ネガティブエアシステム)

これは作業場から外部への空中飛散アスベストを防止するために作業場内を減圧する装置である。今回は機械の調達台数に限度があり2台しか準備できなかったが、現場の密封条件が良いためアスベスト飛散が少なく十分と予想した。後でのエアサンプリング結果を見ても確認できた。本来規定では、1時間に4回以上室内の空気を換気できることが望まし

いとされている。また今回は開口部が非常に少ないために、出入口その他のビニール養生カーテンが室内側に引張られすぎたので、送風機を入れて運転し空気量を調整して差圧を抑えた。(Photo3)

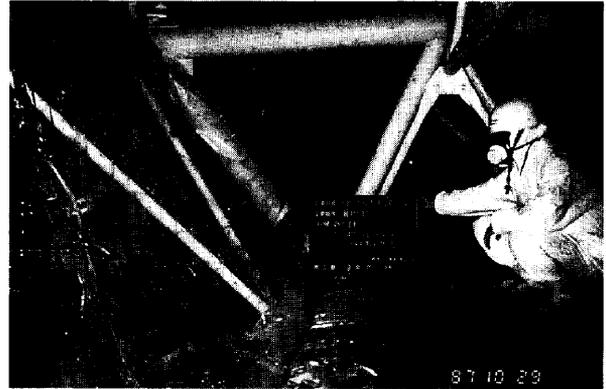


Photo 2 テージ上床及び壁の養生



Photo 3 空気清浄機

## イ) 精密微差圧計の設置

作業場内の圧力測定、マスクの通気測定などで本来備付けるべきものであるが、今回は計器の調達がうまく行かず使用しなかった。

## ウ) 保護具装着室(着替室)、シャワー室、保護具脱衣室及び資材搬出入口の設置

保護具装着室、シャワー室、保護具脱衣室は一カ所にまとまってあり、順番に通過して作業場内に入れるようにする。米国ではすべてにユニット式になったものが販売されているが、国内ではまだ見当たらないようである。沖縄からの空輸を試みたが資材寸法が大き過ぎて成らず、結局現場で設置した。シャワー室のシャワーはシャワーユニットを用い、プロパンガスと給水を接続した。またアスベスト固形化のためのモルタルミキサー、セメントの搬出入と袋詰したアスベストを搬出するための資材搬出入口の

設営を行った。

エ) 各種表示板の設置

- 特定化学物質等作業主任者表示
- 石綿撤去場内に関係者以外の者が立入ることを禁止する表示〔安全衛生法第22条(特化則第24条)〕
- 作業場に、石綿の名称・人体に及ぼす作用・取扱上の注意事項・使用すべき保護具の掲示をする。〔安全衛生法第22条(特化則第38条の3)〕

(Photo4)



Photo 4 作業場入口の各種表示

防じんマスク A

□AP-11



(国家検定合格第166号)  
 ■ 粉じん捕集効率99.99%以上の超高性能、ハイパーミクロンフィルター使用、装着安定性が高い製品です。

□AP-12



(国家検定合格第115号)  
 ■ 粉じん捕集効率99.9%、超高性能、アルファリングフィルター-LD-1型使用。

□AP-13



(国家検定合格第141号)  
 ■ 面体には、ハイスコープⅣ型を使用、高感度伝声器付、アルファリングフィルター-RD-3型使用。  
 (オプション:マスク拡声器)

プロアーマスク A

■ 全面型のプロアーマスクで、超高性能アルファリングフィルターでろ過された外気をFCS(風量制御システム)が常に適正量で供給します。

□AP-14



エアラインマスク A

■ コンプレッサーなどの圧縮空気を給気源としているため、非常に遠くまで送気が可能です。継続的作業、長時間作業に最適です。

□AP-15



Table 1 アスベストの空中飛散濃度による防じんシステムの選択表

アスベストの空中飛散濃度	最低レスピレーター	防じんマスク
0.2f/cc以下	1. HEPAフィルター装備のフルフェース空気清浄化レスピレーター	AP-13
2f/cc以下	1. HEPAフィルター装備の動力式空気清浄化レスピレーター	AP-14
10f/cc以下	1. 連動フローモードで操作できる空気供給レスピレーター	AP-15
20f/cc以下	1. 圧力デマンドモードで操作できるフルフェース空気供給レスピレーター	
200f/cc以上*	1. 圧力デマンドモードで操作でき、補助的な、正圧自己内包呼吸装置又は、HEPA装備エスケープ装置付きのフルフェース空気供給レスピレーター	

\* このような値の場合は、実際の作業現場でのファイバーレベルを減少させるための手段および、システムの評価を先ずやるべきである。代表的な湿式除去作業では、技術的制御と、作業手順とで、この値は、最大で2f/ccにおさえられるであろう。

オ) 給水設備の準備

今回は既存設備がそのまま利用できるもので、市販のゴムホースとノズルを揃えた。

カ) 電気設備の準備

場内の照明は防水型に近いのでそのまま使用できた。一般的には天井の照明装置のスイッチを必ず切り養生するか、または水に直接濡れる場合は撤去し漏電防止の装置を講ずる。コンセントその他の電気設備も同様である。作業場内の採光が採れない場合は、防水型の照明設備、コンセントを設ける。

5) 保護具の選定

ア) 防じんマスク

今回は水を多量に使用できる好条件であり、アスベストの飛散の程度は比較的少ないことが認められているので、防じんマスクのみですべての作業ができる条件であった。米国の規定では、アスベストの飛散濃度により防じんマスク・ブローアーマスク・エアラインマスク・ブローアまたは防じんフィルターの装備+エアラインマスクの方式まであり、撤去時の飛散状態を考慮して何れかを選択する。(Table 1)

イ) 保護メガネ; 目の保護具

ウ) 保護服 (タイベック; デュポン社製)

場内に入る度に取替が必要になる。アスベストに対して99%以上の高いバリアー性を持ち、透湿性も

ある。

エ) 手袋; 一般作業には厚手のもので耐酸、耐アルカリ性のものを使用頻度により随時取替える。機械操作時や記録写真を撮る時などは薄手のゴム手袋を使用する。(Photo 5)

オ) 長靴; 各作業員の足の寸法に合わせる。市販のもので良い。

6) 石綿撤去作業・固形化・最終清掃まで

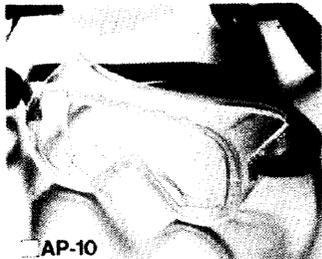
ア) 始業前の KYK ミーティングを行い、着替を行い装備を装着し、お互にチェックして場内に入る。

イ) エアサンプラーにより作業領域内外の石綿飛散量をチェックする。採取要領は規定による。採取したサンプルは大至急分析センターに送り、結果を連絡してもらう。作業領域のアスベスト飛散濃度を管理し、作業場場内の目標値を2 f / cc (fはアスベスト繊維の本数) 以下となるように米国では規定している。(Photo 6, Table 2, Table 3)

目標値を上まわり過ぎる場合は、エアシステム及び防じん装備システムの再検討をする。また飛散防止剤の吹付量についても検討し、規定数値以内に収まるよう管理する。

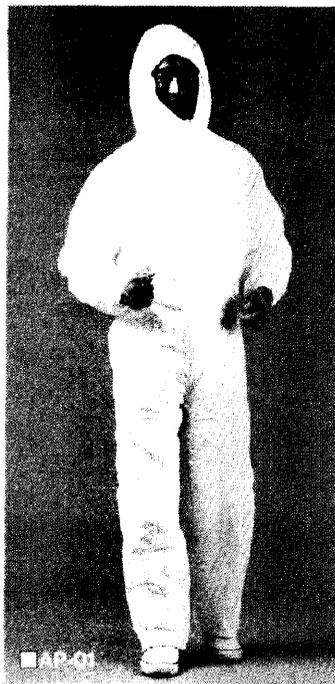
ウ) 空気清浄機を始動させる。今回の場合は室内容量が大きいので24時間稼働させた。一般の場合では、できれば機械の予備が必要で清浄機能が停止しない

保護メガネ



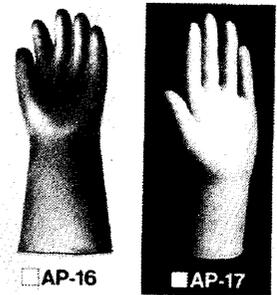
AP-10

■ 樹脂とコーティング使用 安全性 高い  
■ 特殊 フォトリソグラフィ 除去・半導体用から  
■ 100% 気密保護します



AP-01

手袋



AP-16

■ 筒型型 厚手 耐酸  
■ 耐アルカリ性が抜群です

AP-17

■ ラテックス製 薄手 精密  
■ 作業に好適です

Photo 5 メガネ・保護服・手袋



Photo 6 エアサンプラー

よう配慮が在る。

エ) 石綿への飛散防止剤塗布及び撤去

飛散防止剤は水で希釈（本剤も現在数社の製品が市販されているので、希釈倍率や使用箇所により適当なものを選択する）して噴霧器（市販のものまたは吹付用のエアレスガン）でアスベストに十分吹掛ける。（Photo 7, Photo 8）

今回は荒落しの後、落しきれなかったアスベストに水を掛け仕上落しを行った。一般的にはこのあとで除去できなかった残りの石綿を封じ込めるため、塗料・接着材・プライマー等を塗るかまたは吹付ける。直接仕上げの場合は、下地処理に用いるプライマーを封じ込めとして使用できる材料を選ぶ。

アスベストの除去ができないで他にやる方法として、薬剤を吹付けて封じ込めたり、天井などでカバーする場合があるが、アスベストの飛散を伴うので基本的な作業手順は変わらない。

Table 2 エアサンプル採取要領

エアサンプルは、最低、次のような手順に従って採取する：				
領域	時	数	最小体積(1)	収集比率(1/min)
作業領域	開始前	1/2000sq.ft.	1000	10
作業領域	領域隔離中	毎日	400	0.5~2.5
作業領域作業者呼吸帯	処理作業中	毎日	400	0.5~2.5
作業領域外	処理作業中	最低、11シフト	400	0.5~2.5
作業領域	完了時点	1/2000sq.ft.	1000	10

Table 3 エアサンプル分析結果例

試料番号	日時	サンプリング条件		捕集空気量 (ℓ)	視野数	繊維数	分析結果 (繊維/cm <sup>3</sup> )
		時間	場所				
1	10/24	11:10~11:30	玉川学園 屋内プール内	300	20	0	0.002以下
2	10/24	10:45~11:05	玉川学園 屋内プール外	300	20	0	0.002以下
3	10/26	2:00~2:20	玉川学園 屋内プール内	300	20	1	0.002
4	10/26	2:25~2:45	玉川学園 屋内プール外	300	20	0	0.002以下
分析方法：位相差顕微鏡計数法 分析機器名：オリンパスBH-2型位相差顕微鏡							
分析年月日		昭和62年11月25~26日					
分析機関		財団法人 神奈川県予防医学協会 集団検診センター					

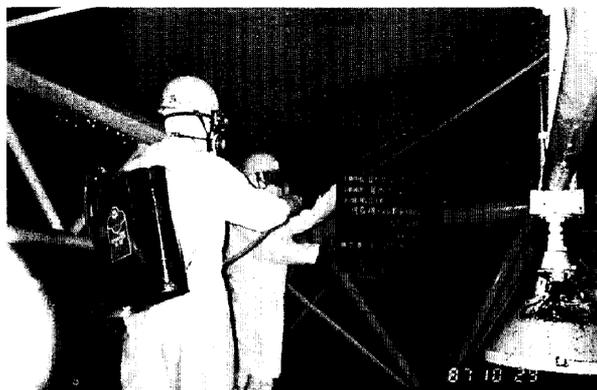


Photo 7 飛散防止剤吹掛け



Photo 8 ケレン棒によるアスベスト除去

#### オ) 除去したアスベストの固化化

昭和62年9月22日付の通達「建築物の解体又は改修工事において発生する石綿を含有する廃棄物の適正処理について(依頼)〔東京都、62清環産第134号〕により、コンクリート固型物の強度は「金属等を含む廃棄物の固化化に関する基準」(昭和52年環境庁告示第5号)と同等(一軸圧縮強度が $10\text{kgf}/\text{cm}^2$ )以上の強度が得られるような配合比で練固めることになった。

まず除去したアスベストをシュートで下の集積場に落とし、モルタルミキサーでアスベスト1:セメント1:水0.7の容積配合比により練混ぜて、アスベスト処理用の袋に詰めガムテープで口を密封する。強度が出てから場外へ搬出するが、袋に飛散防止剤を吹掛け資材搬出入口室に入れ、内側を閉めてから外側へ搬出する。アスベスト用袋がない場合には、ビニール袋にアスベスト廃棄物の表示ステッカーを貼る。集積場所にはアスベスト集積表示をし、悪戯されないよう管理する。(Photo 9, Photo 10)

#### カ) アスベスト撤去後の養生処理及び清掃

固化化搬出後場内を全て掃除機(アスベスト粉じ

ん用)により清掃する。次に壁床の養生シートに飛散防止剤を吹掛けてからこれを外し、作業側面が内側になるようにして折たたんでアスベスト表示袋に詰めて集積場へ運ぶ。養生撤去後最終清掃をアスベスト用掃除機により行う。エアースンプルを採取して、飛散濃度が $2\text{f}/\text{cc}$ 以下であることを確認して完了となる。

キ) 作業員の完了時の胸部 X 線撮影診断の実施  
最寄りの診療所で、完了時のじん肺診断を全員に受けさせる。

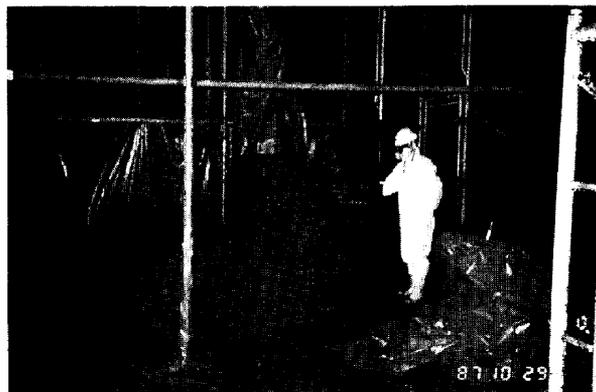


Photo 9 シュートで集積場に落されたアスベスト

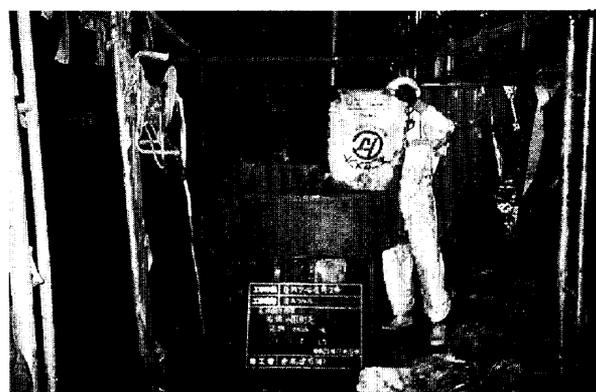


Photo 10 アスベストの固化化

#### 7) アスベスト廃棄物の取扱

産業廃棄物の運搬及び処分の委託契約を結んだ業者により、最終処理の許可を受けた処理業者の処分場で処理する。

#### 8) 工事記録の保管の義務

工事記録・作業員名簿・胸部 X 線診断書・アスベスト飛散濃度分析結果その他の記録を、事業者として30年間保管しなければならない。

## §5. おわりに

アスベスト撤去の依頼を受けてからいろいろ調べた結果、必要資材は一部を除いて調達できる状況にあるが、全国各地で一斉に工事が開始されるような場合は、入手できないものもでてくると思う。また必要資材は入手できても肝心の熟練業者が国内にいないことの方が問題であると思う。米国では5日間のコースで、アスベスト撤去のための学校を開いており、作業員の養成が組織的に行われていると聞いている。我国でも、早急に関係官庁で関係法令の整備・施工基準・作業者の養成・廃棄物の処理等についての準備が進められているようである。幸い今回は運良く沖縄米軍基地内でアスベスト撤去を手がけている業者の協力が得られ助かった。筆者自身まだ細部にわたって理解できていない状況で、現在のところ国内ではアスベスト撤去に関する文献やデータが非常に少ないため、今後の研究や技術開発の必要を痛感している。

なおアスベスト撤去工事終了後、天井には結露防止用塗料をローラー塗装して再仕上を行ったことを付記する。

### 〈参考資料〉

- ①建設労働災害防止協会の講習用テキスト
  - 石綿粉塵への曝露防止対策
  - 石綿障害予防のための基礎知識
  - 建築物の解体又は改修工事における労働者の石綿粉じんへのばく露防止対策の進め方
- ②アスベスト除去作業用ハンドブック（和訳）