

付 録

付 1. 部分的な隔離の事例および HEPA フィルター付掃除機による集じんの事例

①部分的な隔離の事例図

②HEPA フィルター付掃除機による集じんの事例図

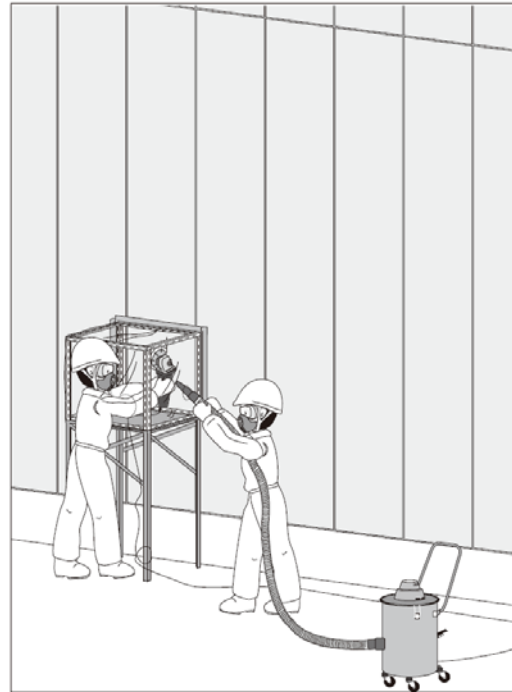
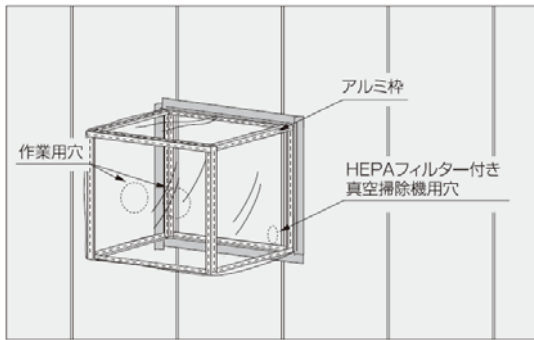
③HEPA フィルター付掃除機による集じんの事例写真

付 2. 超高压水洗工法によるアスベスト含有建材除去における高温汚泥水処理方法の事例

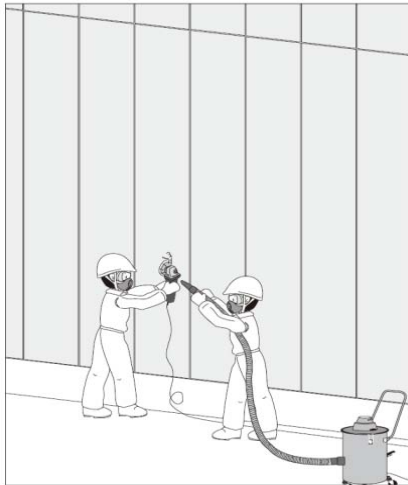
付 3. 石綿含有汚染水処理手法の事例

付1. 部分的な隔離の事例およびHEPA フィルター付掃除機による集じんの事例

①部分的な隔離の事例図



②HEPA フィルター付掃除機による集じんの事例図



出典：石綿含有押出成形セメント板解体改修工事における石綿対策（押出成形セメント板協会）

③HEPA フィルター付掃除機による集じんの事例写真



付2. 超高压水洗工法によるアスベスト含有建材除去における高温汚泥水処理方法の事例

1. 目的

過去に製造され使用されてきた煙突材や壁面仕上げ材等のアスベスト含有建材除去は、超高压水による切削洗浄除去がデファクトスタンダード化されつつあり、そのアスベスト粉じんの飛散抑制と作業環境改善等に寄与している。

しかし養生シート等により密閉隔離された作業室内は、特に夏場等の気温が高い日には、噴射された超高压水の圧力エネルギーが熱エネルギーへ高温変化することから、密閉隔離内での作業は高温環境において過酷なものである。

またその高温汚泥水の中にはアスベスト繊維が混入しており、その汚泥水を凝集沈殿処理後の上澄水にもアスベスト繊維が確認されている。

我が国ではアスベストに対する排水等基準が設定されていないが、アスベスト除去工事に伴う大気中へのアスベスト繊維の飛散防止のための種々の施策と同様に、廃水についても具体的な指針等の確立が必要であり、超高压水によるアスベスト除去工事実施者として、高温汚泥水を最大限に浄化して放流可能と技術開発が急務であると考える。

そこで、密閉隔離作業室内の高温環境の改善とアスベスト含有の高温汚泥水の処理方法について現場検証試験を実施した。

2. 密閉隔離作業室内の高温環境の改善方法

石綿円筒管除去工事現場 A では外気温が 20℃、汚泥水温度は 58℃、密閉隔離作業室内の温度は 47℃であり、外気温よりも密閉隔離作業室の温度は 27℃も高く、高温下での作業であった。そこで、石綿円筒管除去工事現場 B において隔離作業区域内の底部に滞留する高温汚泥水を、空気輸送により別の隔離貯留区域へ随時移送する空気輸送方式の装置の導入試験を行った。

その結果、外気温が 27℃、汚泥水温度は 62℃で密閉隔離作業室内の温度は 32℃となり、外気温よりも 5℃の上昇に留まった。

この方式では、空気輸送方式の装置を経由する際に供給された空気により一次冷却され、貯留槽室へ移送された汚泥水は徐々に放熱し、翌日には外気温とほぼ同じ温度となり、汚泥分離作業や廃水処理作業等は改善前と異なり、熱射病対策としての有効性を確認することが出来た。

3. 汚泥水の分離と清澄処理

事前調査により、クリソタイル（白石綿）平均 5.3%、クロシドライト（青石綿）平均 1.8%含有の石綿円筒管除去工事現場 B において、空気輸送方式により貯留槽室へ移送された汚泥水の放熱が完了した汚泥水を少量採取してビーカー内で凝集沈殿処理剤等の分離テストを実施し、予め添加量を算出した。

次に汚泥水をエアールによるバブリング攪拌をさせながら、予め算出した凝集沈殿処理剤等を投入し、汚泥の凝集と沈降分離を行った。

その後、上澄水をろ過装置に取り込み、最終処理膜として 0.2 μ m の精密ろ過フィルターにて処理し、最終処理水とした。

試験結果は表 1 に示した通りで、0.2 μ m の膜ろ過フィルターを使用することにより、総繊維数濃度、アスベスト繊維数濃度のいずれも検出限界以下（50 本/L 未満）となり、アスベストを含む繊維状粒子は確認されなかった。

表1. 試験結果

試験対象	総繊維数濃度(本/L)
① 処理前汚泥水原液	2,900,000,000
② 凝集沈殿処理上澄液	110
③ 10 μ フィルターろ過液	91
④ 0.2 μ フィルターろ過液	検出限界以下 (<50)

4. 考察と提案

今回実施した実証試験の結果、汚泥水の空気輸送方式の採用による労働環境の改善、特に熱中症対策に対する大変良好な結果が得られ、今後の導入の目途が確認出来た。

又、最終処理水のアスベスト繊維数濃度に関しても検出限界以下となり、0.2 μ m の膜ろ過フィルターの有効性が確認できた。

以上の結果から、我が国ではアスベスト除去工事に伴う飛散防止対策に関するマニュアル等が充実してきているが、超高圧水を使用した場合の廃水処理に関しての基準等が定められていないため、最終処理水の放流に関して理解を得にくい状況にあった。

アスベスト含有の廃水量が少ない場合は高分子吸収剤等で固定化して廃棄する方法も考えられるが、その廃水量が大量となる場合は今回検証した手法により、この状態が維持できれば下水道や河川への放流に理解が得られやすくなるものと考えられる。



写真1 空気輸送方式の配置



写真2 空気輸送方式の吸引口



写真3 pHの測定



写真4 エアブロー操作



写真5 凝集沈殿処理剤投入



写真6 pH調整剤投入



写真7 膜ろ過装置の外観



写真8 膜ろ過フィルターの支持部



写真9 膜ろ過フィルター (0.2 μ m)



写真10 処理水等の外観

付3. 石綿含有汚染水処理手法の事例

1. 提案の目的

現在、石綿除去作業における石綿漏洩防止徹底のための調査研究検討委員会で改訂を進めている「石綿飛散漏洩防止対策徹底マニュアル」では、環境大気中への石綿飛散漏洩防止に対する具体的手法を取りまとめているが、煙突ライニング材や石綿管等の除去時に超高压洗浄で発生する石綿含有汚染水の取り扱いについては規定がなされていない。

今後も従来の石綿除去工事に加え、石綿含有外壁塗装の剥離等でも超高压洗浄工法の採用を検討する動きがみられており、石綿含有汚染水の取り扱いについては適切な処理がなされるような手法の確立が急務となっている。そのため、石綿含有汚染水の適切な処理方法について検討を進め、フィルタ式水処理装置を用いた石綿含有汚染水の処理工法を開発した。

2. 石綿含有汚染水処理工法の概要

(1) 従来工法との違い

従来工法では、凝集剤を使用して水と石綿を含む固形物とを凝集分離し、固形物をセメント固化したうえで特管「廃石綿等」として廃棄処分している。この工法では特別な装置は必要ないが、セメント固化の過程で廃棄物の量が多くなるだけでなく、適切な管理がなされていない現場では、排水から石綿を飛散漏洩する恐れがある。

一方、下図にフローを示すフィルタ式水処理装置を使用した汚染水処理工法では、フィルタにて水と固形物を分離し、スラリー等の固形物はバグフィルタにて回収、ろ過水は再利用することができる水質となっている（SS：0.1mg/L以下 pH：7前後）。

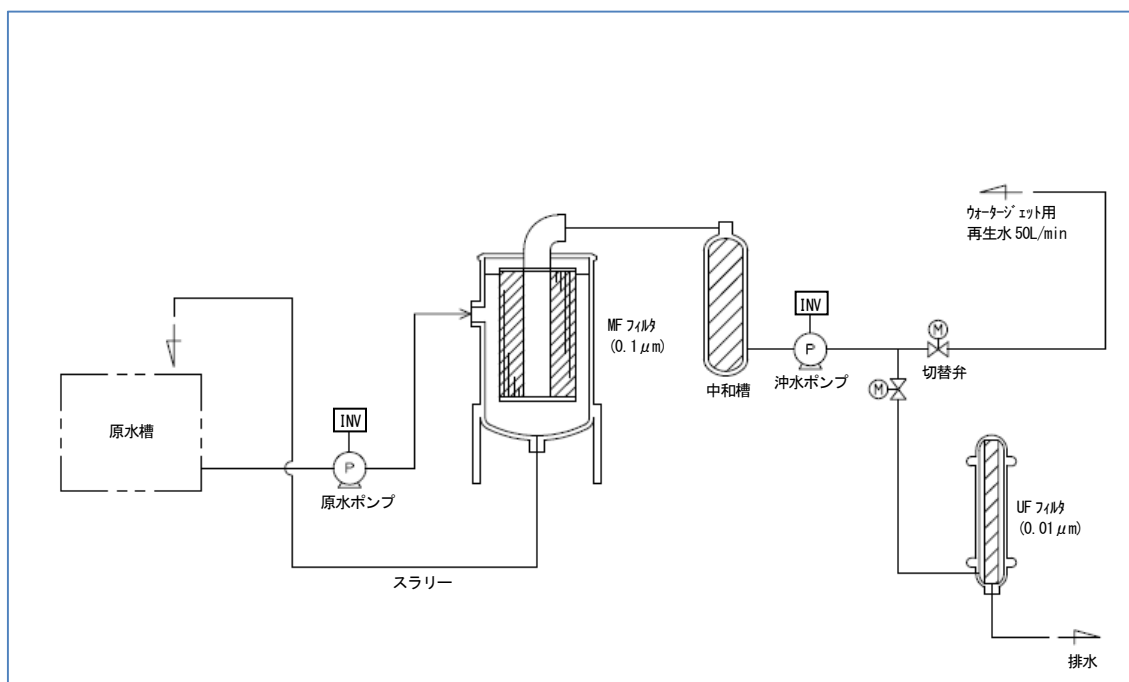


図1 フィルタ式水処理装置フロー図*

3. 実証試験による性能評価

(1) 実証試験の概要

- ・試験実施日 2015年8月20日(木)～21日(金)
- ・試験場所 東京都内某所 石綿除去現場
- ・試験対象 石綿管を超高圧洗浄で除去した際の汚染水
- ・試験方法 超高圧洗浄にて発生した石綿含有汚染水をフィルタ式水処理装置でろ過し、汚染水(原水)とろ過水に含まれる石綿の本数を比較し、ろ過精度を確認する。



図2 石綿含有汚染水(原水)



図3 MF(0.1 μm)フィルタろ過水



図4 フィルタ式水処理装置



図5 ろ過水(原水、MFろ過水、UFろ過水)

(2) 試験結果

実証試験にて取得したサンプル水(原水、MF(0.1 μm)フィルタろ過水、UF(0.01 μm)フィルタろ過水)の分析結果は次表の通りである。

【分析】 (公社)日本作業環境測定協会Aランク認定分析技術者が実施した。

表 1 石綿含有汚染水ろ過試験結果

試料	クリソタイル本数	クロシドライト本数	総石綿本数合計
原水	2,250,000 本	59,400,000 本	61,650,000 本
MF ろ過水	0 本	0 本	0 本
UF ろ過水	MF (0.1 μ m) フィルタろ過水で未検出のため計測せず		

測定の結果、原水には 6 千万本を超える石綿（クリソタイル、クロシドライト）が含まれていたが、MF (0.1 μ m) フィルタろ過水に石綿繊維は確認されず良好な結果が得られている。このように、フィルタ式水処理装置を利用することで、ほぼ 100%の石綿繊維の除去が可能であることが判明した。今後は、更なる石綿飛散漏洩防止を図るために事例の研究を進め、排水水質基準および濃縮スラリーの処分方法など石綿含有汚染水対策についての指針を確立するとともに、石綿含有汚染水の回収にはバキューム機能が必要となるため、フィルタ式水処理装置の実用化に向け、下図に示す回収フローを併せて検討する予定である。

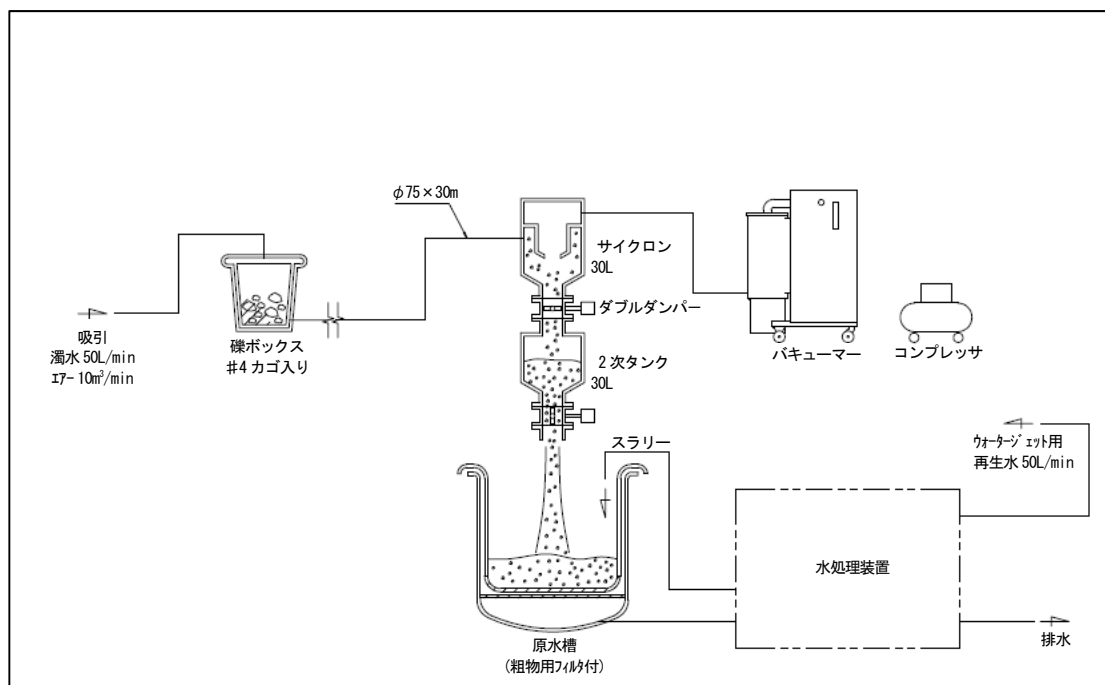


図 6 フィルタ式水処理装置フロー図※

※図版提供：(株)流機エンジニアリング