

飛散性石綿およびスレートからの石綿繊維の排出係数取得をめざした実験的検討

京都大 正会員 ○藤川 陽子 ひょうご環境創造協会 中坪 良平 平木 隆年
大阪府立高専 藤長愛一郎

1. 研究の背景・概要と目的 クボタショック以降、吹き付け材・建材・保温材等として使用されてきた石綿のリスクが改めて認識され、環境省のマニュアルに従った石綿除去工事の実施、溶融処理の推進などが行われてきた。しかし不況下で石綿除去工事の単価が低下する中、飛散性石綿廃棄物の現場での取扱い実態には、問題のある事例も存在する。また、この度の東北・関東大地震で大量に発生したがれきにも石綿含有廃棄物等が混入しているはずである。現状では、吹き付け石綿除去工事、がれき撤去作業や、石綿除去物・建材・がれきの搬送、それらの埋め立て処分時の石綿飛散のリスクが皆無とはいえない。飛散の実態を反映した適切なリスク評価を行うとともに、リスクの程度に応じて適切な対策をとることが望ましい。

著者らは、石綿スレートならびに吹き付け石綿除去物のセメント固化体の石綿繊維飛散特性を中心に実験的検討を行ってきた^{1,2)}。2010年度後期には、飛散性石綿除去物そのものを落下させた時に放出される石綿繊維を捕集して計数、スレートの場合と比較した。このような実験を通じて最終的に様々な形状・特性の石綿含有物について、排出係数取得、石綿含有廃棄物等の取扱いにかかわるリスク評価に資することを目指している。

2. 供試試料 以下の通りとした。吹き付け石綿除去物のセメント固化体：吹き付け石綿除去物（クリソタイル3%）について、石綿除去物：セメント：水＝1：2：1.29（固化体Aと略称）、石綿除去物：セメント：水：SBR＝1：2：1：0.29（固化体Bと略称）を作成した。飛散性石綿廃棄時に使用する袋と同一材質の素材で15cm×20cmの大きさの袋を作成し、袋内でセメント固化した。袋詰めした吹き付け石綿除去物（クリソと略称）：吹き付け石綿除去物（クリソタイル5.4%）を上述の袋に入れたもの。袋の口は封じず、全開とした。

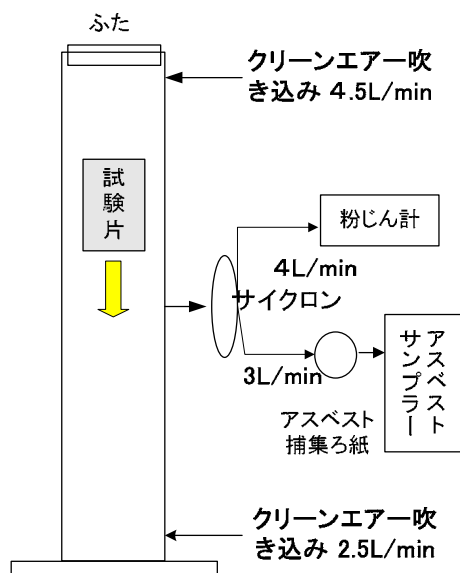


図1 落下試験装置と粉じん捕集計測系の接続状況

石綿スレート(スレートと略称)：波板状の石綿スレート(屋根材)を袋に入れずに使用した。JIS A 1481に準拠した測定の結果、クリソタイル含有量は11%であった。なお上記でSBRとはスチレンブタジエンゴム系ラテックスのポリマー混和剤をさす。

3. 落下試験装置および手順 前回試験では検体に錘を落下させたが、今回はこれらの検体自体を試料筒の中で落下させることとした。これは、袋詰めした飛散性石綿の取扱い時や、埋め立て処分場への廃棄物搬入時などに、トラックの荷台程度の高さから廃棄物そのものが落下する状況を想定したものである。検体が落下筒の壁面に接触して発じんする可能性を排除するために、落下筒の内径を190mmと太くした落下試験装置を自作して使用した。装置と周辺機器の接続状況を図1に示す。

実験時には装置全体を石綿除去工事に対応した養生区域内に設置した。データのロギング機能のある光散乱式の粉じん計で1秒に1回の頻度の測定を開始した後、試料を落下筒の上部(1.2m高さ)から

落とした。直ちに落下筒を気密性の上蓋で封じ、上下からクリーンエアを送風、同時にアスベストサンプラーによる落下筒内の空気吸引を開始した。粉じん計のカウントがバックグランド値に戻るまでを1サイクルとした。次の試料の落下を行う前には装置全体を掃除機で清掃し、クリーンエアを送気している状態で粉じん計の読み値がバックグランド値程度に帰っていることを確認した。クリソについて、イ：乾燥状態のクリソ

連絡先

〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西 京都大学原子炉実験所 TEL 072-451-2447

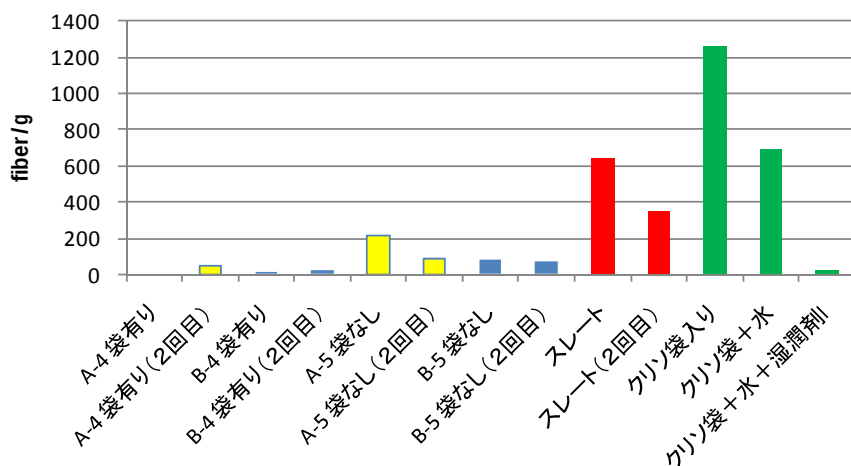


図2 試料別の総石綿繊維数(本)/石綿量(g)

50g を袋に入れて落下させた場合，口：イのクリソ 50g に 50g の水を入れて落下させた場合，ハ：口のクリソに SBR 入り湿潤剤 10g を入れて落下させた場合，について試験を行った．固化体 A, B については袋に入れた状態と入れていない状態で各々 2 回落下させた．スレートは袋に入れず，同じ試料を 2 回落下させた．アスベスト捕集ろ紙はアセトン・トリアセチンにて透明化処理後，顕微鏡で石綿繊維数を計数した．

4. 実験結果 本試験では 7L/min の流量

量に対応するサイクロンで粗粒子成分を除いたのち，流路を 2 つに分けて石綿繊維等の捕集および PM10 相当の粉じんの測定を行っている．試料一落下毎の全飛散繊維数は，以下の式で算定した．

$$\text{全飛散繊維数} = \text{捕集ろ紙上の全繊維数} \cdot Q_t / Q_a \quad (1)$$

上式で Q_t はサイクロンを通ずる全エア量[L/min]， Q_a はアスベストサンプラーの吸引エア量[L/min]である．図 2 に各試料に含まれる石綿の重さあたりの飛散した石綿繊維総数(fiber/g，以下 F 値)を示す．F 値のもっとも大きい検体が乾燥状態のクリソであったが，これを同じ重さの水で湿潤させることで F 値は半分程度に減り，さらに水の 5 分の一の重さの湿潤剤を加えることで F 値は当初より 2 桁減少した．ただし，この試験については，繰り返し試験の回数が不十分で，まだ検討の余地がある．次いで F 値が大きいのはスレートであった．固化体は袋に入れない状態でスレートの 3 から 10 分の一程度の F 値であった．更に，固化体を袋に入れることで，F 値は大幅に減少することが確認できた．試験回数が十分でないために，統計的有意差検定は行っていないが，セメント固化時に SBR を加えた固化体 B のほうが，混和剤を加えていない固化体 A よりも F 値が少ない傾向があった．

5. 排出係数の検討 米国 EPA は 吹き付け石綿の梱包・埋め立ての排出係数として， 7.4×10^{-5} kg-fiber/kg-石綿 (ただしここでの石綿の重さは，石綿含有量 100%値に換算後) という値を示している．石綿繊維についての換算係数 3×10^{10} fiber/g 石綿を用いると，EPA の排出係数は F 値にして 2.2×10^6 [fiber/g] となる．それに対し我々のデータでは乾燥状態のクリソについて F 値が 1.3×10^3 [fiber/g] と EPA のものより 3 桁低い．

EPA の排出係数は吹き付け石綿のある建築物の解体から処分に至るプロセスに対する目安であるので，本研究での吹き付け石綿除去物の落下に伴う排出係数とは設定場面が異なる．また本邦では吹き付け石綿については養生区域の中で除去を行い，二重袋に入れて持ち出して処分することになっていることを勘案すると，EPA の排出係数を一律に用いることで，吹き付け石綿のリスクは過大評価される可能性もあることが推察される．最近，Pastuszka ら³⁾はポーランドの建築物に多く使われている石綿含有コンクリートスラブに落下エネルギー 1J で 球形錘を落とすと 5000 - 6000 fiber/m² (2-8μm 長繊維) の繊維飛散があったと報告した．現時点で吹き付け石綿除去物あるいは石綿含有建材などから排出される石綿量が，取り扱う石綿量に比例するのか，取り扱う石綿建材などの面積に比例するのか，加わる衝撃エネルギーに比例するのか，について十分な知見はない．吹き付け石綿についてはその使用重さが製品出荷量などから知られており，石綿含有建材についてはその使用面積が一般に知られている，ということから，EPA および Pastuszka らの排出係数は排出係数の分母をそれぞれ重さおよび面積にしたと考えられる．今後，排出係数の意味や使用法について更なる検討が必要になるだろう．

参考文献 1) 藤川陽子 他，環境衛生工学研究 24 巻 3 号 11-115 (2010) 2) 藤川陽子 他，環境技術学会第 10 回研究発表大会，2010 3) Pastuszka, J. S., J. Hazardous Mat. 162, 1171-1177 (2009)