

「東日本大震災における石綿に係る廃棄物および船舶解体処理時の石綿飛散状況把握およびばく露防止対策」第1回現地調査結果について

独立行政法人 労働安全衛生総合研究所

1. 本研究の概要

東日本大震災の復興作業において石綿飛散の可能性のある作業に従事する場合、その作業における石綿飛散状況を把握することは作業者の健康を守る上で必要不可欠である。特に震災に伴って発生した今回のような事態はこれまでに例がないことであり、基礎的な知見が不足していることが問題となる。当研究所では、震災対応特別研究「東日本大震災における石綿に係る廃棄物および船舶解体処理時の石綿飛散状況把握およびばく露防止対策」により、これらの課題に対して取り組んでいるところである。本研究プロジェクトでは、がれき処理や船舶解体等、震災後の復旧・復興作業の中で新たに発生している石綿へのばく露の可能性の高いと思われる作業を中心に、最終処分までの各処理作業工程での石綿飛散状況に関する調査を行い、リスク評価とばく露防止対策を提案することで、震災の復旧・復興作業に従事する労働者の健康被害の防止に寄与することを目的とする。そのため現地の作業場において、作業環境中の石綿飛散状況を把握するために、作業現場において対象となる石綿の同定・把握、作業記録、リアルタイムモニタリング、定点測定および個人サンプラーによる測定等を行い、得られた結果について、特にばく露が懸念される事例に対しては随時情報提供を行うものとする。

2. 第1回現地調査について

2.1 概要

平成23年8月17日から19日に、第1回目の現地調査を宮城県石巻市・東松島市において行った。調査を行った現場はがれき集積場3ヶ所と船舶解体作業場所1ヶ所であったが、船舶解体作業は重機故障により作業が行われていなかったため、解体途中の船舶の周囲の環境濃度調査のみを行った。今回は、石巻市の2ヶ所についての調査結果を報告する。

2.2 作業場

各がれき集積場の概要は表1の通りである。集積されたがれきの外観は図1および図2に示した通りである。がれき集積場Aでは、家電等との分別は行っていたが、大部分が混合がれきであった。図1の通り4段に積み重ねられており、高さは20m程あるということであった。がれき集積場Bでは混合がれきの他にコンクリート等建築廃材ガラを分別して集積していた。今回は図2に示した2段に集積された建築廃材ガラを中心に測定を行った。どちらのがれき集積場内でも、粉じんの飛散防止のため車両の通り道に定期的に散水車による散水が行われていた。

表 1 調査を行った作業場の概要

	がれき集積場 A	がれき集積場 B
自治体名	宮城県石巻市	宮城県石巻市
分類	がれきの仮置き場、集積場における集積作業	がれきの仮置き場、集積場における集積作業
種類	混合がれき	建設廃材ガラ(コンクリートガラ)
測定日時	平成 23 年 8 月 17 日 午後	平成 23 年 8 月 18 日 午後
天気	晴	曇り一時雨
風向	南	南または東
風速	2~4 m/s	1~3 m/s
気温	31.5 °C	27 °C
湿度	75 %	80~85 %



図 1 集積されたがれきの様子(がれき集積場 A・東側から)



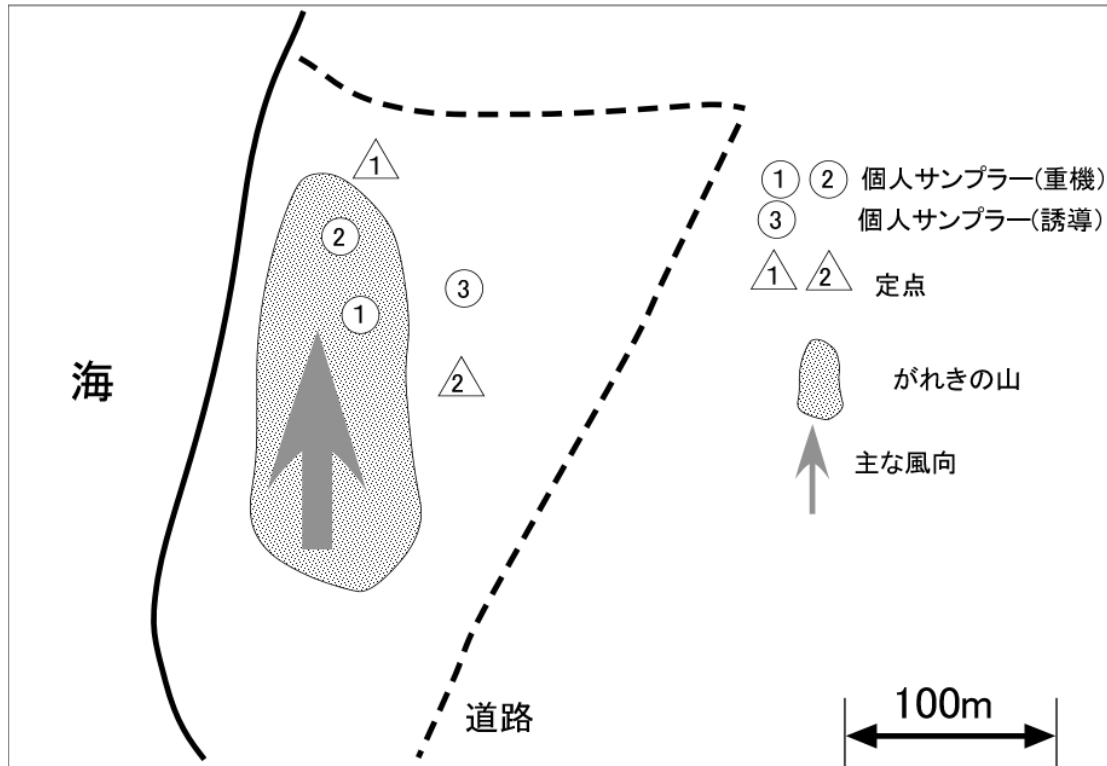
図 2 集積されたがれきの様子(がれき集積場 B・南側から)

2.3 調査方法

調査方法は基本的に第 3 回東日本大震災アスベスト対策合同会議厚生労働省資料 1「東日本大震災がれき処理作業等における石綿の気中濃度モニタリングについて」に従って行い、必要に応じて追加の測定および分析を行った。石綿のモニタリングは個人サンプラーによるモニタリングおよび定点モニタリングにより行い、適宜粉じん計において粉じん相対濃度を確認した。作業は日中通して行われていたため測定時間は 90 分間としたが、粉じん濃度が高く計数に影響すると予想された測定点では 45 分間とした。集積されたがれきと測定位置との関係を図 3 に、重機による作業の様子を図 4 および図 5 に示す。重機による作業は、がれき集積場 A ではショベルカーでがれきを積む作業、がれき集積場 B ではブルドーザーでがれきをならす作業であった。

総繊維数の計数はニコン製の位相差・分散顕微鏡 ECLIPSE 80i TP-DSPH、繊維状粒子の同定は日立製の S-4700 形電界放出形走査電子顕微鏡および堀場製作所製のエネルギー分散型 X 線分析装置 EMAX-7000 を使用して行った。吸引流量 1L/min で 90 分間測定(50 視野計数)、45 分間測定(100 視野計数)とともに検出下限が約 1 本/L、定量下限が約 3 本/L である。この条件は一般環境中のモニタリングで行われている方法とは異なるため、値を同列に扱うことには注意が必要である。

がれき集積場A



がれき集積場B

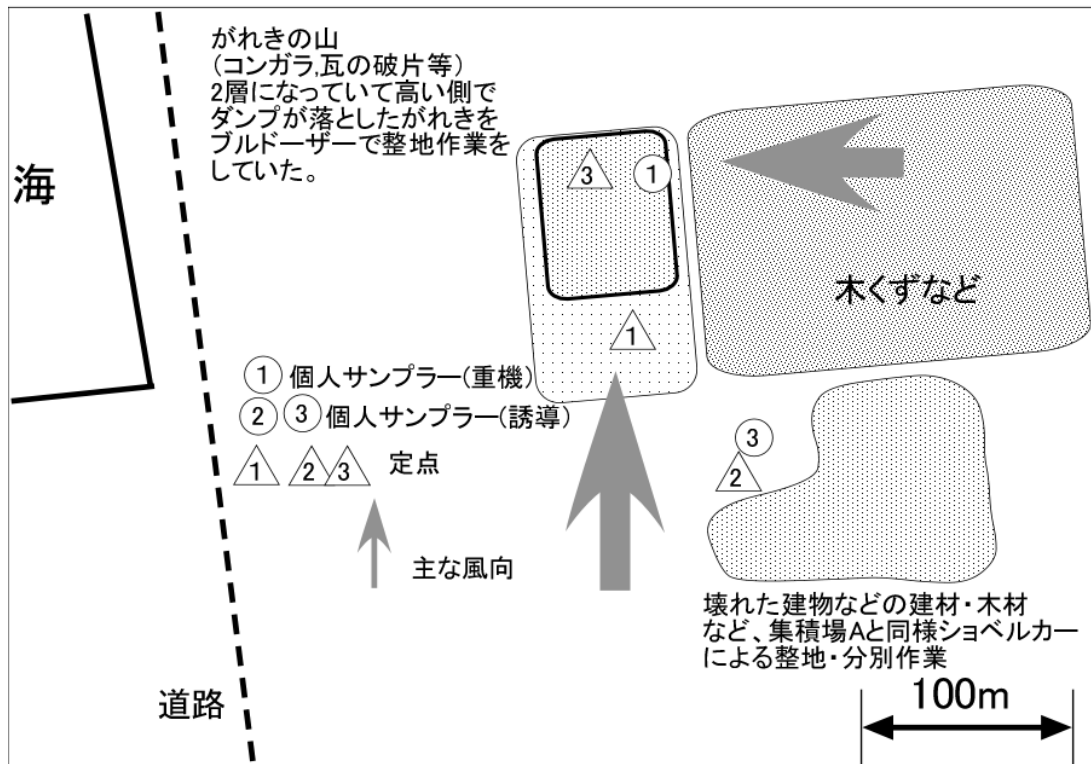


図3 各がれき集積場の概要と測定点の位置



図 4 重機による作業の様子(がれき集積場 A・東側から)



図 5 重機による作業の様子(がれき集積場 B・南側から)

3. 結果

3.1 位相差顕微鏡観察結果

各がれき集積場における測定結果を表 2 および表 3 に示す。発じんを伴う作業を行っているため、がれき集積場における総繊維数濃度測定結果は、総じて一般環境中の値よりも高い値となった。特にがれき集積場 A の定点①では、総繊維数濃度が 150 本/L を超える結果となった。この地点は集積されたがれきの山の風下に当たるが、測定時は強い風が吹いており、視認できるほどの粉じんが飛散していた。また、粉じん計による相対濃度は高い値(300~500cpm)を示しており、位相差顕微鏡によりフィルターを観察した際にも多くの粒子を確認した。そのため、この地点で他の測定結果と比較して高い濃度となったのは、繊維状粒子の割合が多かったというよりも、飛散している粉じん量が多かったため、相対的に繊維状粒子の量も多くなったと考えられる。他方、集積されたがれきの山の近傍ながら重機によって作業が行われている位置から見て風上に当たる定点②では低濃度であった。重機内の総繊維数濃度は比較的低い結果となったが、これは作業時にドアを閉めている状態では重機内に粉じんが入り込みにくいためと考えられる。図 6 に重機内と重機外の位相差顕微鏡による観察画像を示す。計数不能とした個人③においては、図 3 および図 4 に示される通り重機に近く、定点①と同様にフィルター上の粉じん量が多かった(図 6 参照)ことから、この地点においても高い総繊維数濃度であったと推測される。これらの結果から、がれき集積場 A では屋外で誘導等を行っている作業員が最もばく露の可能性が高かったと考えられる。

がれき集積場 B においては、重機内の個人①が最も高い濃度となった。これは一見するとがれき集積場 A の結果とは相反する傾向であるが、これは個人サンプラーを装着した重機オペレーターが重機を降りている時間帯があったため、その影響であると考えている。風下の定点測定においてもがれき集積場 A の定点①のような高濃度にはならなかった理由は、作業の違いもあるが、この日は小雨が降ったり止んだりしており、それによって粉じんの飛散が抑えられていた影響も大きいと思われる。

表 2 がれき集積場 A 測定結果

測定の種類	測定時間 (分)	備考	総繊維数濃度 (本/L)
個人①	90	重機(ショベルカー)	12.5
個人②	90	重機(ショベルカー)	4.2
個人③	90	誘導	計数不能※
定点①	45	風下	166.1
定点②	46	風上	4.8

※粉じん量が多く、計数が困難であったため

表 3 がれき集積場 B 測定結果

測定の種類	測定時間 (分)	備考	総繊維数濃度 (本/L)
個人①	90	重機(ブルドーザー)	43.6
個人②	90	誘導	12.5
個人③	90	誘導	11.4
定点①	90	がれき下段	1.8
定点②	90	がれき中段	19.7
定点③	90	がれき上段	26.9

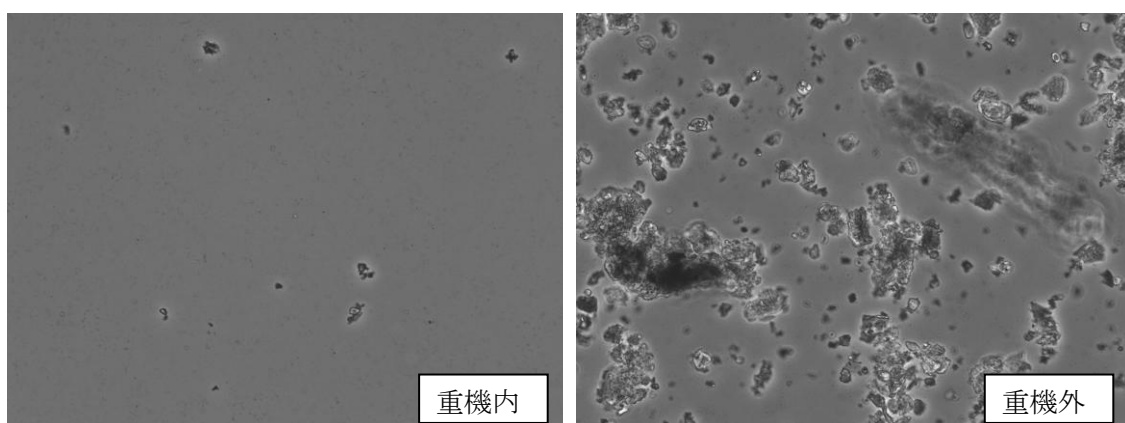


図 6 重機内(個人①)と重機外(個人③)の位相差顕微鏡による観察画像例 (倍率 400 倍)

3.2 電子顕微鏡分析結果

がれき集積場 A の定点測定①において、総繊維数濃度が 166.1 本/L という高い値となった。そこで分析走査電子顕微鏡による同定を行った。倍率 2000 倍で 100 視野計数を行った結果、12 本の繊維状粒子を確認した。この結果から電子顕微鏡のモニターサイズを考慮して濃度を計算すると 167.5 本/L となり、位相差顕微鏡の結果とほぼ同程度の濃度となった。この 12 本に対して同定のため組成分析を行った結果を表 4 に示す。なお、分析試料作製時に白金・パラジウム蒸着を行っているため、それらのピークは表から除外している。分析の結果、繊維状粒子の多くは主に石膏(主なピーク : S、Ca)やセラミック繊維(主なピーク : Al、Si)と思われる非石綿の繊維状粒子であった。一方で、石綿の一種であるトレモライトもしくはアクチノライトの可能性が疑われる繊維状粒子が 1 本存在した。図 7 にこの繊維状粒子の電子顕微鏡観察画像、図 8 に組成分析のスペクトルを示す。この繊維状粒子では若干の Al のピークも検出されているが、トレモライトもしくはアクチノライトの特徴である Mg, Si, Ca, Fe のピークが検出されているため、さらに詳細を検証中である。100 視野中

1本として電子顕微鏡による計数結果から石綿繊維濃度を算出すると14.0本/Lとなるが、今回使用した電子顕微鏡で100視野観察した面積は位相差顕微鏡で50視野観察した面積と比較しておよそ9%程度であり、数値の代表性の点で信頼性が劣ると考えられる。そのため、さらに視野数を増やして分析を継続中である。この段階で言えることは、多くの繊維状粒子が非石綿であること、ただし一部石綿と疑われる繊維状粒子も存在することから、位相差顕微鏡で高濃度が出た際の同定が石綿ばく露状況把握のために非常に重要であるということである。なお、がれき集積場Bの個人①についても30本/Lを超えているため、現在、同定のための分析を行っている。

表4 組成分析の結果

主なピーク	本数	割合 (%)
S, Ca	4	33
Al, Si	3	25
Si, Ca	1	8.3
Mg, Al, Si, Ca	1	8.3
Mg, Al, Si	1	8.3
Ca	1	8.3
Mg, Al, Si, Ca, Fe	1	8.3

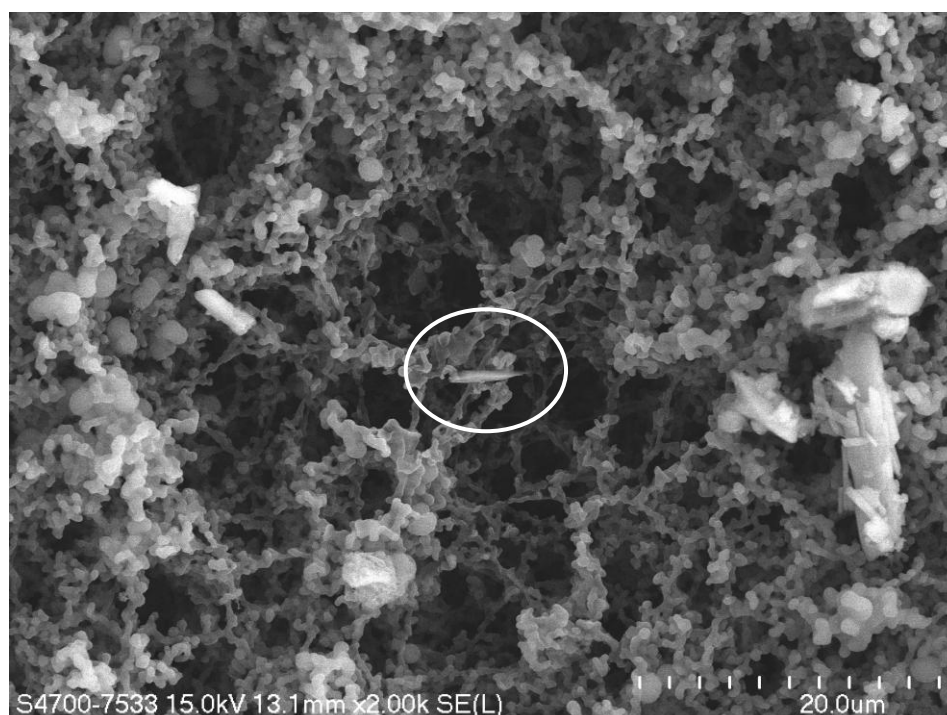


図7 トレモライト/アクチノライトの可能性が疑われる繊維状粒子(倍率2000倍)

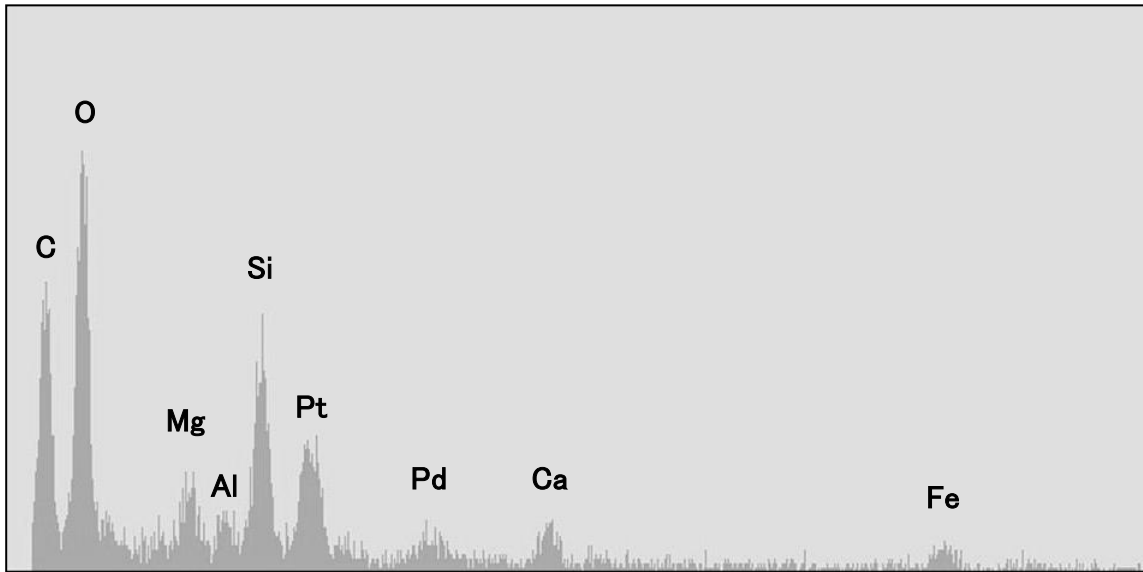


図8 トレモライト/アクチノライトの可能性が疑われる繊維状粒子の組成分析結果

4. まとめ

今回の調査で、がれき処理作業場近傍の気中濃度の知見を得ることが出来た。作業場においては、位相差顕微鏡による総繊維数濃度は一般環境中と比較して高い値となった。しかし、多種多様ながれきが混在している作業場において、浮遊している繊維状粒子には非石綿のものも多く含まれていると考えられるため、石綿ばく露の状況をより正確に把握するためには同定が非常に重要となる。

位相差顕微鏡による観察結果から、重機内の濃度が重機外よりも低く保たれていることや、風下と風上では濃度に差があることが確認された。作業中の重機の風下で誘導等の作業を行う作業員はばく露の可能性の高い作業として注意が必要である。今回は相対濃度を粉じん計でチェックしただけであったが、比較的高い相対濃度であったことから、がれき処理作業時の粉じんへのばく露も懸念されるところである。がれき処理場の作業では、石綿単独ではなく、他の粉じんと共に飛散すると考えられるため、粉じん濃度を下げる、粉じん濃度の高い場所を避けることで粉じんだけではなく、石綿のばく露リスクも低減させることができる。今回得られた知見等によりばく露の可能性の高いと考えられる作業においては、より性能の良い保護具の使用を指導していく必要がある。

測定に関して、粉じん濃度が高い場合、45分間の測定でもフィルター上に粉じんが多く存在し、計数の妨げとなる可能性がある。45分間よりも捕集時間を短くする場合、定量下限を考慮すると視野数をそれに応じて増やす必要がある。この際、計数途中で高濃度と見込まれる場合、計数結果が定量下限より十分に大きくなる範囲で視野数を減らしてもよいのではないかと感じられた。最低50視野は計数することとし、それ以上は定量下限が計数で得られるであろう濃度の1/10程度あれば問題はないと思われる。