

# 残火処理活動現場等に存在する粉塵等の検証と防護方策

岡崎 洋行\*, 五味 正光\*, 海和 晋史\*, 木田 清春\*

## 概要

災害現場で活動する消防隊員や消防団員の安全を確保するため、居住用途部分が延焼した火災現場において、残火処理活動中及び火災原因調査中に、粉塵や有毒ガスを測定、分析するとともに、防塵マスクの粉塵捕集効果を検証した。その結果、粉塵については、いずれの現場においても労働安全衛生法に示す管理濃度を上回る現場が多く、防護措置としてはN95マスク等の使用が有効であることが分かった。一方、有毒ガス成分については、一酸化炭素のみ日本産業衛生学会の勧告値等で示されている許容濃度を超える現場があったが、その他測定した数種のガスは許容濃度以下であった。

## 1 はじめに

工場、事務所内での作業環境については、労働安全法の規制に基づく測定と、環境維持のための措置が行われている。

一方、消火活動現場における屋内進入や救助検索活動については、空気呼吸器着装により一定の安全性を確保している。さらに、アスベスト粉塵が飛散する環境下での、残火処理活動、火災原因調査等については防塵マスク等の着用により対応している。

しかしながら、残火処理活動現場（以下「残火現場」という。）及び火災原因調査現場（以下「調査現場」という。）などの消防に特有の環境は規制の対象となっていないため、健康を害する粉塵や有毒ガスの存在については十分に明らかとはなっていない。そこで、前記各現場における粉塵及び有毒ガスの濃度を測定し、現場で活動する職員の健康被害に対する安全性をより一層向上させるための方策について検証を行った。

## 2 粉塵について

### (1) 粉塵の大きさ

呼吸により鼻や口から吸い込まれた粉塵粒子は、その粒径により、体内の異なる部位で沈着する。じん肺症は、肺胞に到達する粒径10 $\mu$ m以下の吸入性粉塵が原因といわれる。これは、吸入性粉塵より大きな粒子は消化器に移動して排出されるのに対し、小さな粒子は肺胞に到達し、じん肺症を引き起こすからである。吸入性粉塵は粒径によって肺胞への到達率が異なり、4 $\mu$ mのとき肺胞への到達率が50%になると文献に示されている。日本では、吸入性粉塵のみが測定対象粉塵である。本検証では、労働安全衛生法（以下「安衛法」という。）に基づく作業環境測定基準（以下「測定基準」という。）に示されている条件を満たす装置を使用して吸入性粉塵の質量濃度を測定した。

（2）測定及び評価

### (2) 測定及び評価

安衛法で作業環境測定の実施を義務付ける作業場は、以下に示す作業場等である。（安衛法65条第1項、安衛法施行令第21条）

- ・土石、岩石、鉱物、金属又は炭素の粉塵を著しく発散する屋内作業場で、常時特定粉じん作業が行われる作業場。特定粉じん作業とは、その粉じん発生源が特定粉じん発生源であるものをいう。（粉じん障害防止規則別表第2参照）

- ・暑熱、寒冷又は多湿の屋内作業場で、厚生労働省令で定めるもの。（労働安全衛生規則第587条参照）

- ・坑内の作業場で、厚生労働省令で定めるもの。（労働安全衛生規則第589条参照）

1においても記したとおり、残火現場及び調査現場は作業環境測定を行うべき作業場には指定されていないが、火災現場は上記の作業場に類似すると判断し、同様の測定方法及び評価方法を本検証では使用した。

## 3 検証状況

### (1) 検証期間

平成20年4月1日～平成21年3月31日

### (2) 検証を実施した現場

本検証は、残火現場17件及び調査現場20件にて行った。（写真1、写真2参照）

\*危険物質検証課



写真1 残火現場での検証



写真2 調査現場での検証

### (3) 火災程度

検証を実施した建物火災の焼損程度別の状況を表1に示す。本検証では、残火現場17件、調査現場20件の計37件の試料採取及び分析測定を行った。

表1 焼損程度別の状況

焼損程度	残火現場	調査現場
部分焼	10件	6件
半焼	6件	8件
全焼	1件	6件
合計	17件	20件

### (4) 建物構造、用途

検証を実施した火災建物の構造別の状況を表2に示す。今回の検証では、住宅・共同住宅等の居住用途の火災現場において粉塵の採取及びガス濃度の測定を行った。

表2 火災建物構造別の状況

	残火現場	調査現場
木造	1件	1件
防火造	13件	13件
準耐火造	1件	1件
耐火造	2件	4件
プレハブ		1件
合計	17件	20件

## 4 測定方法

### (1) 粉塵の質量濃度

安衛法施行令第21条に定める作業環境測定を行うべき作業場においては、測定基準に従って必要な測定を実施し、得られた測定結果は作業環境評価基準（以下「評価基準」という。）に従って評価される。2(2)に示したとおり、残火現場及び調査現場は安衛法施行令第21条に定める作業場ではないが、基準に従った測定と評価を行うことで比較検証の実施を試みた。測定基準において、粉塵濃度の測定については単位作業場所（測定基準に定義される、当該作業所の区域のうち労働者の作業中の行動範囲、有害物の分布等の状況等に基づき定められる作業環境測定のために必要な区域をいう。以下同じ。）について5以上の測定点を設けることが、測定条件の一つとして定められている。そこで、携帯及び移動に便利なデジタル粉じん計（柴田科学株式会社 LD-5 以下「粉じん計」という。写真3参照）を使用して5地点の測定を行ったが、ミスト（浮遊している粒子が液状であるもの）や煙等についても粉塵として測定してしまう性能上、残火現場及び調査現場においては正確な計測ができず、5地点での測定は不可能であった。そこで、測定基準とは異なるが、燃焼した室内の1地点において、以下の方法により質量濃度の測定を行い、測定結果について評価基準に従った評価を実施した。

#### ア 測定装置

粉塵の質量濃度の測定は、分粒装置付きろ過捕集装置（柴田科学株式会社 C-30 型/LV-40BR 以下「捕集装置」という。写真4参照）を使用して行った。捕集装置は、分粒装置を通過した粉塵を、フィルター上に採取するものである。粉塵を採取した後のフィルターをデシケーター内で24時間乾燥した後、電子天秤（METTLER TOLEDO社 AX）により質量測定を行った。天秤により秤量した粉塵の質量を、吸引した試料空気量で除して質量濃度を求めた。粉塵採取前及び採取後のフィルターを以下の写真5に示す。本検証で使用した分粒装置は、測定基準第2条第2項に規定するもので、流量9.6L/minのとき4 $\mu$ mの粒子に対して50%の分粒特性を有する。また、使用したフィルターは、測定基準第1条に規定するもので、仕様を表3に示す。



写真3 デジタル粉じん計



写真4 分粒装置付きろ過捕集装置

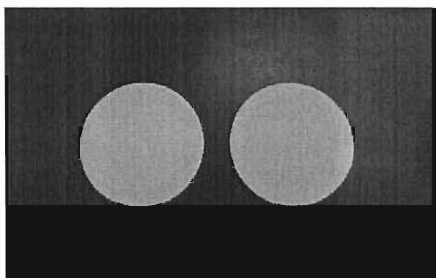


写真5 フィルター (左: 採取前、右: 採取後)

表3 フィルターの仕様

ろ過材 (銘柄)	グラスファイバーフィルター
吸湿量*1	0.03±0.01mg
捕集率*2	98%
圧力損失*3	29.4%

\*1 ろ過材5枚をRH90%の環境に1昼夜放置後の平均値と標準偏差

\*2 0.3μmのステアリン酸粒子を用い、20cm/sの面速で測定した値

\*3 面速1cm/sにおける値

#### イ 粉塵採取条件

本検証における、捕集装置の設定条件を表4に示す。測定点は燃焼した室内において、気流の影響等を考慮して設定した。残火現場において粉塵採取を開始した時期は、鎮圧報後15分未満が過半数を占めており、平均開始時期は鎮圧報後18分であった。また、本検証を行った残火現場の鎮圧から鎮火までに要した時間は、平均1時間7分であった。一方、調査現場において粉塵採取を開始した時期は、残渣物の掘り返しを開始した時点とし、火災発生日の翌日に行ったものが20件中17件、当日に行ったものが3件であった。

表4 設定条件

吸引流量	9.6L/min
設定点	1点
捕集時間	30分
高さ	床上約50cm～1m

#### (2) ガス成分の濃度測定及び定量分析

燃焼した室内において、ガス成分の濃度の測定を行った。測定は粉塵採取と同時に行った。測定ガスは、アンモニア (NH<sub>3</sub>)、二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>)、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)、塩素 (Cl<sub>2</sub>)、二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>)、シアン化水素 (HCN) 及び一酸化炭素 (CO) の7種類とした。

COについては、吸引ポンプ及び容量3Lの捕集バッグを使用して燃焼した室内の雰囲気ガスを捕集後、酸欠空気危険性ガス測定器 (理研計器株式会社 GX-111) を使用して、濃度を測定した。CO以外の6種類のガス成分については、ガス検知警報器 (Drager社 Multiwarn II) にて現場で30分間濃度を測定した。測定場所は捕集装置と同位置とした。

ベンゼン、トルエン、キシレン (全異性体及びその混合物) 及びスチレンの4種類については、燃焼した室内において容量1Lの試料採取容器を用いて雰囲気ガスの採取を行い、そこに含まれる成分について阻害物質除去装置付ガスクロマトグラフ質量分析装置 (Entech社 7100A、Agilent technologies社 6890N/5973inert) (以下「質量分析装置」という。) を使用して定量分析を行った。分析条件を表5に示す。

表5 分析条件

阻害物質除去装置		
3ステージ トラップ	第1トラップ	-180～230℃
	第2トラップ	-180～230℃
	第3トラップ	-190～80℃
昇温速度		10,000℃/min
スイープパージガス		高純度ヘリウム (450kPa)
GC・MS		
カラム	HP-1 (60m×0.25mmφ)	
オープン温度範囲	40～300℃	
昇温速度	5℃/min	
検出器	MS (四重極型質量分析器)	
検出器温度	150℃	
キャリアーガス	ヘリウム	
注入量	2μL	

#### (3) 防塵マスクの粉塵捕集率の計測

残火現場⑩～⑰ (表8参照) の6現場において、防塵マスク使用時と不使用時の粉塵濃度の比較を実施した。使用したマスクは表6に示す6種類とした。N95規格マスクは米国NIOSH (国立労働安全衛生研究所) による検定合格品、DS1、DS2及びDS3規格マスクは日本の国家検定合格品であり、それぞれの性能試験方法を表7に示す。

粉塵捕集率の測定には、粉じん計及び防塵マスクを適当な大きさに切り取り、ポリエチレン製の筒の一方の末

端に取り付けたもの（以下「マスク装置」という。写真6参照）を使用した。マスク装置を採気口に装着した粉じん計（写真7参照）と装着しない粉じん計を2台使用し、同時に同じ地点で粉塵濃度を測定した。マスク装置を取り付けたときと取り付けないときの粉塵濃度を比較し、以下に示す式(1)により、マスクの粉塵捕集率を算出した。

4(1)において、粉じん計の欠点について示したが、本検証で粉じん計を使用した理由は以下のとおり。

- ・マスクの粉塵捕集率を計測するには、同時期に同一地点で測定を行わなければならないため、測定装置が2台必要である。
  - ・残火現場での測定では、小型軽量で携帯性及び移動性に優れる装置が必要である。
  - ・粉じん計を使用すると、6種類のマスクについて計測する場合においても短時間での測定が可能である。
- なお、できる限りミストや煙の影響を受けない時期及び場所を、燃焼した室内の中で選定して測定を行った。

捕集率(%)

$$= \left[ 1 - \frac{\text{マスク使用時の粉塵濃度 (CPM)}}{\text{マスク不使用時の粉塵濃度 (CPM)}} \right] \times 100 \quad \dots(1)$$



写真6 マスク装置



写真7 粉塵を採取する状態

表6 検証に使用したマスク

	粒子捕集効率
N 9 5	95%以上
D S 3	99.9%以上
D S 2	95%以上
D S 1	80%以上
A (規格外)	
B (規格外)	

表7 捕集効率の性能試験方法

	NIOSH 規格	国家規格 (日本)
試験粒子 (固体)	塩化ナトリウム (NaCl)	塩化ナトリウム (NaCl)
粒径 (μm)	0.075±0.02	0.06~0.1
試験流量	85L/分	85L/分
捕集効率の判定	200±5mg 供給する間の最低値	100mg 供給する間の最低値

## 5 検証結果及び考察

### (1) 粉塵の質量濃度

残火現場及び調査現場における、粉塵の質量濃度の測定結果を表8に示す。粉塵を採取した部屋における外気への開放状況を表す指標として、窓、天井等の開放している面数により表した。同一平面上の窓等の開放部については合わせて1面とし、4面以上が開放している場合は多面と表した。また、各現場における質量濃度の測定データの基本統計量を表9に示す。表9より、残火現場及び調査現場における粉塵質量濃度の測定値について比較すると、測定値の散らばり具合及び平均値はほぼ等しかったが、残火現場の方が調査現場に比べて平均値に近い値が多く測定されていることがわかる。

安衛法施行令第21条に定める、作業環境測定を行うべき作業場において、測定結果の評価は評価基準に従って行われ、表10に示すとおり、第一管理区分から第三管理区分までに区分される。それぞれの区分での措置は、粉じん障害防止規則に定められており、表10に併せて示す。第一評価値とは全ての測定点の粉塵濃度の実現値のうち、高濃度側から5%に相当する濃度の推定値をいい、第二評価値とは全ての測定点の粉塵濃度の算術平均値をいう。本検証においては、1地点のみでの30分間の測定であるから、1地点での測定値と管理濃度の比較を行った。

管理濃度とは、作業環境管理を進める過程で、有害物質に関する作業環境の状態を評価するために、測定基準に従って単位作業場所について実施した測定結果から当該単位作業場所の作業環境管理の良否を判断する際の管理区分を決定する際の指標であり、測定値を統計的に処理したものと対比すべきもので、濃度の変動の幅が大きい場合にも利用される暴露限界（日本産業衛生学会の許容濃度、ACGIH(米国産業衛生専門家会議)のTLV-TWA等)とは異なるものである。管理濃度は以下の式(2)により算定され、遊離けい酸の含有率により、0.05~3.00mg/m<sup>3</sup>と変化する。遊離けい酸とは、けい酸塩鉱物を構成する結合けい酸と区別した名称で、けい素が酸素と3次元的に結合している、他の元素とは化学的に結合していない状態の鉱物のことであり、石英、トリジマイト、クリストパライト等、化学式がSiO<sub>2</sub>またはSiO<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>Oで表されるものをいう。本検証では最も厳しい値0.05mg/m<sup>3</sup>と比較したところ、残火現場では17件中13件(76%)、

表8 粉塵の質量濃度の測定結果  
(単位: mg/m<sup>3</sup>、網掛は管理濃度以上を示す)

	番号	構造	開放状況 (面数)	焼損床面 積(m <sup>2</sup> )	粉塵質量 濃度
残火現場	①	防火	3	20	0.07
	②	防火	2	40	0.10
	③	防火	多面	30	0.17
	④	防火	2	20	0.14
	⑤	防火	1	33	0.17
	⑥	防火	2	10	0.03
	⑦	防火	多面	80	0.24
	⑧	耐火	1	50	0.49
	⑨	防火	1	33	0.03
	⑩	防火	多面	60	0.03
	⑪	防火	1	60	0.28
	⑫	木造	多面	383	0.52
	⑬	準耐	2	30	0.31
	⑭	防火	多面	23	0.03
	⑮	防火	2	41	0.07
	⑯	耐火	3	85	0.10
	⑰	防火	2	25	0.10
調査現場	①	防火	2	60	0.10
	②	耐火	3	50	0.21
	③	防火	2	120	0.12
	④	防火	2	60	0.21
	⑤	耐火	1	15	0.10
	⑥	防火	2	95	0.07
	⑦	防火	1	125	0.16
	⑧	防火	3	20	0.10
	⑨	防火	3	80	0.28
	⑩	防火	1	62	0.10
	⑪	防火	多面	30	0.08
	⑫	防火	3	80	0.03
	⑬	防火	1	33	0.14
⑭	防火	3	83	0.07	
⑮	防火	多面	80	0.17	
⑯	防火	多面	60	0.03	
⑰	耐火	2	18	0.31	
⑱	木造	多面	50	0.10	
⑲	耐火	2	35	0.24	
⑳	プレハブ	多面	90	0.03	

調査現場では20件中17件(85%)が管理濃度を上回った。このことから、粉塵に対して、残火現場、調査現場の両現場において、防塵マスクの装着等、何らかの防護措置が必要であると考察する。以下、管理濃度は0.05mg/m<sup>3</sup>として検討する。

$$E = \frac{3.0}{0.59Q+1} \dots(2)$$

E:管理濃度 (単位: mg/m<sup>3</sup>)

Q:当該粉じんの遊離けい酸含有率

表9 粉塵の質量濃度の基本統計量

	残火現場	調査現場
平均値	0.17	0.15
中央値	0.10	0.11
最頻値	0.03	0.10
標準偏差	0.15	0.11
尖度	4.00	4.78
歪度	1.32	1.28

表10 測定結果の評価

管理区分	評価値と管理濃度との比較の結果	措置
第一管理区分	第一評価値 < 管理濃度	なし。
第二管理区分	第二評価値 ≤ 管理濃度 ≤ 第一評価値	事業者は、施設、設備、作業工程又は作業方法の点検を行い、その結果に基づき、施設又は設備の設置又は整備、作業工程又は作業方法の改善その他作業環境を改善するため必要な措置を講ずるよう努めなければならない。
第三管理区分	第二評価値 > 管理濃度	事業者は、直ちに、施設、設備、作業工程又は作業方法の点検を行い、その結果に基づき、施設又は設備の設置又は整備、作業工程又は作業方法の改善その他作業環境を改善するため必要な措置を講じ、当該場所の管理区分が第一管理区分又は第二管理区分となるようにしなければならない。措置を講じたときは、粉塵濃度を測定し、結果の評価を行わねばならない。事業者は、労働者に有効な呼吸用保護具を使用させるほか、健康診断の実施その他労働者の健康の保持を図るため必要な措置を講じなければならない。

※ 第一評価値とは全ての測定点の粉塵濃度の実現値のうち、高濃度側から5%に相当する濃度の推定値をいい、第二評価値とは全ての測定点の粉塵濃度の算術平均値をいう。



## (2) ガス成分の濃度測定及び定量分析

ガス成分の許容濃度として、CO、NH<sub>3</sub>、Cl<sub>2</sub>、HCN、CO<sub>2</sub>、ベンゼン、トルエン、キシレン及びスチレンは日本産業衛生学会が示す許容濃度<sup>4)</sup>、NO<sub>2</sub>及びSO<sub>2</sub>はACGIHが示す許容濃度<sup>5)</sup>を使用した。

各現場において測定した7種類のガス成分の濃度を表11に示す。COは調査現場では検出されなかったが、残火現場では17中11件で検出され、うち1件においては許容濃度の約4倍の数値を示した。他の6件は許容濃度以下であった。SO<sub>2</sub>は残火現場10件、調査現場20件中の5件で検出され、許容濃度の90~95%を示した現場もあった。NH<sub>3</sub>及びHCNは、いくつかの現場で検出されたものの、許容濃度と比べて低い値であった。今回の測定において、CO<sub>2</sub>、Cl<sub>2</sub>及びNO<sub>2</sub>は、いずれの現場でも検出されなかった。また、質量分析装置にて定量分析を行った結果、ベンゼン(許容濃度:1ppm)について、残火現場⑤で0.6ppm、残火現場⑫及び残火現場⑬で0.35ppmを示したが、調査現場では最高でも0.03ppmであった。トルエン、キシレン及びスチレンの3種類のガス成分については、残火現場及び調査現場とも、許容濃度と比較して極めて低い値であった。

なお、CO、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、HCN及びCO<sub>2</sub>は、過去に延焼中の火災室において濃度の測定を行っており、全てのガス成分について上記の許容濃度を上回り、CO(許容濃度:50ppm)に関しては5%(50,000ppm)に達した現場も存在した<sup>6)</sup>。その際にガス採取を開始した時期は、火災覚知後5分以上10分未満が過半数を示し、平均開始時期は13分であった。今回の測定で、ガス濃度が延焼中の濃度と比べて低かったのは、鎮圧後に行ったためであると考察される。

## (3) 防塵マスクの粉塵捕集率の計測

表8に示す粉塵の質量濃度と、各マスクの粒子捕集効率の規格値から、各現場でマスクを装着したと仮定したときに装着者が曝露する粉塵の質量濃度(以下「曝露濃度」という。)を算出した。算出結果を表11に示す。粒子捕集効率99.9%のDS3規格マスクについて、曝露濃度は最大で0.01mg/m<sup>3</sup>、粒子捕集効率95%のN95規格マスク及びDS2規格マスクについて、曝露濃度は最大で0.03mg/m<sup>3</sup>となり、粒子捕集効率95%以上のマスクに関しては、全ての現場で管理濃度0.05mg/m<sup>3</sup>以下となることわかった。粒子捕集効率80%のDS1規格マスクについては、曝露濃度は最大で0.10mg/m<sup>3</sup>となり、残火現場17件中4件、調査現場20件中3件で管理濃度0.05mg/m<sup>3</sup>以上となることわかった。以上の規格値を用いた計算結果から、DS1規格マスクの使用時には、管理濃度以上の濃度の粉塵を曝露する現場が存在したが、粒子捕集効率95%以上の規格マスク使用時には、全ての現場で管理濃度以下となることわかった。

そこで、残火現場の6現場において、マスクの粉塵捕集率の実測を行った。採気口にマスク装置を装着した粉

じん計及び装着しない粉じん計それぞれの相対濃度の測定結果を表12に示す。表12の測定値から、各マスクの粉塵捕集率の平均値を計測したところ、各検定試験による規格値に比べて高い数値となった(表13参照)。これは、残火現場及び調査現場における粉塵の粒径は、規格検定の試験粒子(粒径0.06~0.1μm)に比べて大きかったことに関係すると思われる。残火現場及び調査現場において採取した粉塵を、走査型電子顕微鏡(日本電子株式会社JSM-6390LA)により観察したところ、粒径は1~10μmであった。(写真8、写真9参照)

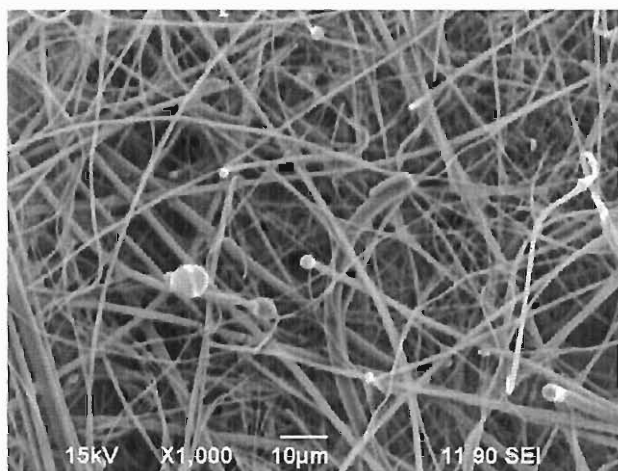


写真8 残火現場での粉塵粒子の拡大写真(1,000倍)

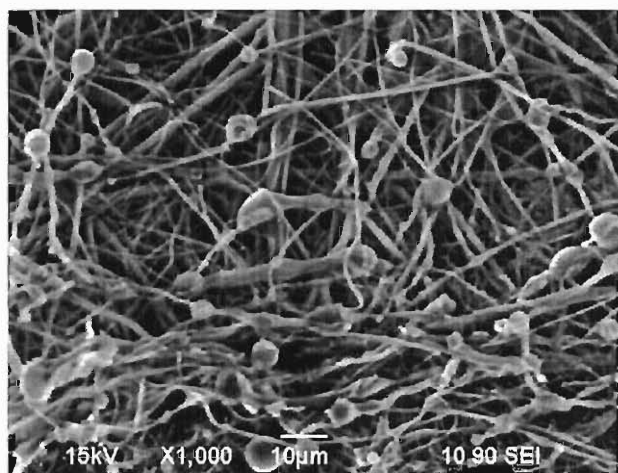


写真9 調査現場での粉塵粒子の拡大写真(1,000倍)

表 11 ガス成分の濃度測定結果  
(網掛は許容濃度以上を示す。単位:ppm)

	CO	NH <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	HCN	CO <sub>2</sub>
許容濃度	50* <sup>1</sup>	25* <sup>1</sup>	3* <sup>2</sup>	2* <sup>2</sup>	0.5* <sup>1</sup>	5* <sup>1</sup>	5000* <sup>1</sup>
残火現場	①	0	0	0	0.5	0	0
	②	0	0	0	1.9	0	0
	③	19	3	0	0	0	0
	④	5	3	0	0.4	0	0
	⑤	16	2	0	0.9	0	0
	⑥	4	0	0	0	0	0
	⑦	0	0	0	0.6	0	0
	⑧	8	0	0	0.5	0	0
	⑨	0	0	0	0	0	0
	⑩	0	0	0	0	0	0
	⑪	3	0	0	0	0	0
	⑫	185	0	0	0	0	0
	⑬	12	2	0	1.0	0	0.02
	⑭	0	0	0	0.2	0	0
	⑮	4	0	0	0.5	0	0
	⑯	5	0	0	1.3	0	0.04
	⑰	1	0	0	0	0	0
調査現場	①	0	0	0	0	0	0
	②	0	0	0	0	0	0
	③	0	0	0	1.2	0	0.3
	④	0	0	0	0	0	0
	⑤	0	0	0	0.3	0	0
	⑥	0	0	0	1.8	0	0
	⑦	0	0	0	0	0	0
	⑧	0	0	0	0.5	0	0
	⑨	0	0	0	0	0	0
	⑩	0	0	0	0.4	0	0
	⑪	0	0	0	0	0	0
	⑫	0	0	0	0	0	0
	⑬	0	0	0	0	0	0
	⑭	0	0	0	0	0	0
	⑮	0	0	0	0	0	0
	⑯	0	0	0	0	0	0
	⑰	0	0	0	0	0	0
	⑱	0	2	0	0	0	0
	⑲	0	0	0	0	0	0
	⑳	0	0	0	0	0	0

\*1 日本産業衛生学会の許容濃度

\*2 ACGIHの許容濃度

表 12 粉じん計による相対濃度測定結果 (単位:CPM)

	残火現場					
	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰
マスクあり (N95 規格)	10	234	0	6	7	0
マスクなし	576	4651	816	392	528	27
マスクあり (DS3 規格)	1	69	0	8	44	5
マスクなし	4449	1598	1962	236	3394	98
マスクあり (DS2 規格)	55	48	2	8	39	0
マスクなし	2019	2169	4001	519	818	43
マスクあり (DS1 規格)	31	110	1	8	13	0
マスクなし	998	3452	1157	345	430	52
マスクあり (規格外A)	40	107	3	23	35	0
マスクなし	590	2010	897	358	1660	24
マスクあり (規格外B)	636	768	38	151	1470	21
マスクなし	1082	1460	1982	355	2650	51

表 13 粒子捕集効率の規格値と粉塵捕集率の実測値

マスク	規格値	実測値
N95 規格	95%	98.4%
DS3 規格	99.9%	97.7%
DS2 規格	95%	98.1%
DS1 規格	80%	98.0%
A (規格外)		96.5%
B (規格外)		57.9%

## 6 おわりに

### (1) 粉塵について

残火現場で 17 件中 13 件 (76%)、調査現場では 20 件中 17 件 (85%) が、評価基準に示す最も厳しい管理濃度  $0.05\text{mg}/\text{m}^3$  を上回っていたことから、粉塵に対する防護措置を行うことが望ましい。

### (2) 粉塵の防護措置について、

粒子捕集効率 95%以上の規格マスクを使用すると、残火処理活動及び火災原因調査の両現場で、評価基準に示す最も厳しい管理濃度  $0.05\text{mg}/\text{m}^3$  以下となり、有効であることがわかった。

### (3) 有毒ガスについて

今回の検証で測定した 11 種類のガス成分の濃度について、CO については残火現場 1 件で許容濃度を上回っていた。CO 以外の 10 種類のガス成分については、許容濃度を超える現場はなかったが、SO<sub>2</sub> については、許容濃度の 90~95%を示した現場もあった。これらの結果から、CO については残火現場で、SO<sub>2</sub> については残火現場及び調査現場の両方で、ガス検知警報器等による警戒を行い、必要に応じて空気呼吸器の装着等の対策を講じる必要がある。

## 謝辞

本検証を行うにあたり、粉塵濃度の測定方法に関して独立行政法人労働安全衛生総合研究所の芹田博士から貴重な助言を頂きました。謝意を表します。

### [参考文献]

- 1) (社)日本作業環境測定協会、作業環境測定ガイドブック 1 pp.3-8,23-32
- 2) (社)日本作業環境測定協会、作業環境測定ガイドブック 0 pp.13-34
- 3) 安全衛生情報センターHP (<http://www.jaish.gr.jp>)
- 4) 日本産業衛生学会 HP (<http://www.sanci.or.jp>)
- 5) ACGIH HP (<http://www.acgih.org/home.htm>)
- 6) 鈴木、武田、稲村、田中：火災現場における燃焼生成ガスの採取・分析について、平成元年度東京消防庁消防科学研究所報 26 号 pp.45-52



# Verification of the Dust Left in the Overhauling Scene and the Protection Measures

Hiroyuki OKAZAKI\*, Masamitsu GOMI\*, Shinji KAIWA\*, Kiyoharu KIDA\*

## Abstract

To secure the safety of on-scene firefighters and volunteers, we measured and analyzed dust and toxic gases during the overhauling and fire cause investigations for the fires that burned the residential sections of buildings. We also verified the dust collecting effect of dust-protective masks.

As a result, concerning dust control, it was found out that, at many fire scenes, the dust level exceeded the control concentration defined under the Industrial Safety and Health Act, and the use of protective dust masks such as the N95 type was effective.

Concerning toxic gas components, at some scenes, only carbon monoxide exceeded the permissible concentration specified in terms of advisory value, etc. of the Japan Association for Occupational Health. However, the levels of the several other types of gasses we measured did not exceed the respective permissible concentrations.