

平成20年度
屋外のアーク溶接作業及び金属等
研ま作業に係る調査研究報告書

平成21年3月

中央労働災害防止協会
労働衛生調査分析センター

(はじめに)

新たにじん肺の所見が見られた労働者の発生数は、昭和 55 年には 6,842 人であったのに比べ、その後は、大幅に減少し、一時(平成 15 年、16 年)は、242 人にまで減少した。しかし、その後は、横ばい傾向に転じ、平成 19 年においては、264 人となっている。そのうち、製造業は 215 人(81%)となっていて、20 名を超える新規有所見者が認められた業種は金属製品製造業(59 名、22%)、その他の輸送用機械器具製造業(31 名、12%)、一般機械器具製造業(24 名、9%)であった。

中央労働災害防止協会は厚生労働省からの委託を受け、粉じん作業に関する労働衛生管理について、有効なじん肺予防対策の立案に資するための実態調査を行ってきた。

平成 19 年度には、屋内作業場におけるアーク溶接作業及び溶断作業についての粉じんに係る作業環境測定及びばく露濃度測定を実施し、その調査結果を報告した。

屋外のアーク溶接作業及び金属等研ま作業に係る粉じん障害防止対策については、平成 19 年 7 月に取りまとめられた「粉じん障害防止対策の課題と方向性について」(粉じん障害防止対策の検討のための調査研究班)において、今後検討が必要であるとされたところであり、また、第 7 次粉じん障害防止総合対策においても、実態を把握した上、必要な検討を行うとされているところである。

これらのことを踏まえ、平成 20 年度は、屋外におけるアーク溶接、金属等の研ま作業時の粉じん濃度を調査し、「屋外のアーク溶接作業及び金属等研ま作業に係る調査研究」に関する報告書を作成した。

本報告書をまとめるにあたりまして御協力頂きました委員各位、及び粉じん実態調査の場を御提供頂きました各事業場の担当者各位に厚くお礼申し上げます。

平成 21 年 3 月

早稲田大学理工学術院

教授 名古屋 俊士

(屋外のアーク溶接作業及び金属等

研ま作業に係る調査研究委員会委員長)

(委員名簿)

(五十音順 敬称略 ◎委員長)

<委員>

小笠原仁夫 (社)日本溶接協会 技術アドバイザー

近藤 充輔 産業医科大学産業保健学部安全衛生マネジメント学講座教授

齋藤 光和 清水建設株式会社 安全環境本部安全部長

杉本 浩明 三菱重工業株式会社 人事部安全衛生グループ長

◎名古屋俊士 早稲田大学 理工学術院教授

西野 濃 JFE スチール株式会社 安全衛生部長

<厚生労働省>

労働基準局 安全衛生部 労働衛生課

<事務局>

中央労働災害防止協会 労働衛生調査分析センター

(委員会開催状況)

1. 平成 20 年 11 月 20 日 (木)

第 1 回調査研究委員会

- (1) 平成 20 年度委員会の設置目的及び実施計画の説明
- (2) 実態調査の進め方及び今後の予定
- (3) 報告書作成について
- (4) 今後のスケジュール
- (5) その他

2. 平成 21 年 1 月 15 日 (木)

第 2 回調査研究委員会

- (1) 報告書記載事項の確認 (結果等は除く)
- (2) 屋外のアーク溶接・金属等研ま作業場所の粉じんに係る個人サンプラーを用いたばく露濃度測定の結果報告と検討
- (3) 今後のスケジュール
- (4) その他

3. 平成 21 年 2 月 20 日 (金)

第 3 回調査研究委員会

- (1) 平成 20 年度報告書内容の検討と確認
- (2) その他

目 次

(はじめに)

(委員名簿)

(委員会開催状況)

1. 粉じん作業実態調査の概要	1
(1) 粉じん作業実態調査実施日及び調査対象事業場	1
(2) 粉じん作業実態調査事業場及び対象作業	2
(3) 粉じん作業実態調査の溶接条件及び作業場所	3
(4) 個人サンプラーを用いた粉じん濃度の測定	5
(5) 呼吸用保護具に関する聞き取り調査	7
2. 粉じん作業実態調査の結果	8
(1) 高層ビル建設作業	12
(2) 土木構造物建設作業	15
(3) 造船作業	18
(4) コンクリート製品製造作業	31
(5) 鋼管製造作業	37
(6) 鉄筋かご組立溶接作業	48
(7) 呼吸用保護具に関する聞き取り調査結果	53
3. 調査結果のまとめ	54
(1) アーク溶接作業の粉じん濃度	54
(2) 研ま作業の粉じん濃度	55
(3) 屋内と屋外におけるアーク溶接作業時の粉じん濃度	56
(4) 呼吸用保護具の使用に関する聞き取り調査	57
(5) まとめ	58
参考資料	59

「屋外作業場等における作業環境管理に関するガイドライン」

1. 粉じん作業実態調査の概要

(1) 粉じん作業実態調査実施日及び調査対象事業場

屋外のアーク溶接作業及び金属等の研ま作業に係る粉じん作業の実態を把握するために個人サンプラー（改良型 PDS-2 粉じん計）を用いてガイドライン「屋外作業場等における作業環境管理に関するガイドライン（平成17年3月31日付基発0331017号）」（以下、ガイドラインと略す。）に準じて、粉じんについての作業環境の測定を表1のとおり実施した。

表1. 粉じん作業実態調査実施日及び調査対象事業場等

事業場名	業種	調査日時	天候		温・湿度、 気流	調査対象 人数（名）
A 事業場	高層建築工事業	平成 20 年 11 月 17 日	AM	曇	15.8℃、70.2%、 1.4m/s	2
			PM	曇	17.7℃、67.4%、 0.6m/s	2
	土木工事業	平成 20 年 11 月 18 日	AM	晴	24.4℃、50.3% 0.1m/s	2
			PM	晴	24.4℃、48.1%、 0～0.2m/s	2
B 事業場	造船業	平成 20 年 12 月 8 日	AM	雨	11.0℃、91.7%、 0～1.8m/s	2
			PM	雨	12.8℃、99.9%、 0.1～0.2m/s	4
		平成 20 年 12 月 9 日	AM	曇	14.4℃、98.4%、 0～0.1m/s	2
C 事業場	土石製品製造業	平成 20 年 12 月 18 日	PM	晴	20.4℃、51.0%、 0.5～0.5m/s	2
		平成 20 年 12 月 19 日	AM	晴	13.5℃、28.6%、 0.2～0.4m/s	1
D 事業場	金属製品製造業	平成 21 年 1 月 6 日	AM	晴	10.7℃、23.1%、 0.2～0.1m/s	2
			PM	晴	14.2℃、 0.1～1.4m/s	3
		平成 21 年 1 月 7 日	AM	曇	9.9℃、23.1%、 0～3.2m/s	2
E 事業場	鉄道工事関連 建設業	平成 21 年 1 月 14 日	AM	晴	11.5℃、12.0%、 0～1.4m/s	2
			PM	晴	14.8℃、11.6%、 0～1.1m/s	2

注）屋外作業場とは、屋内作業場（昭和 54 年 7 月 26 日基発第 382 号「労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令及び粉じん障害防止規則の施行について」の第 3 の 4(1)に規定するもの）、坑（同第 3 の 5(1)に規定するもの）内作業場を除く作業場におけるアーク溶接等を行う作業を粉じん作業実態調査の対象とした。

(2) 粉じん作業実態調査事業場及び対象作業

各事業場における粉じん作業実態調査の対象作業は、表 2 のとおりである。溶接作業と研ま作業に分けられ、さらに、溶接は、炭酸ガス半自動・全自動アーク溶接、被覆アーク溶接及びサブマージアーク溶接に分類し、まとめた。また、研まは、金属とコンクリート研まの 2 作業であった。

表 2. 粉じん作業実態調査の対象作業等

事業場名	調査日時		作業名	作業内容
A 事業場	平成 20 年 11 月 17 日	AM	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接
			溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接
		PM	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接
			溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接
	平成 20 年 11 月 18 日	AM	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接
			溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接
		PM	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接
			溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接
B 事業場	平成 20 年 12 月 8 日	AM	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接
			溶接	炭酸ガス全自動アーク溶接
		PM	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接
			溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接
			溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接
			溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接
	平成 20 年 12 月 9 日	AM	溶接	被覆アーク溶接
			溶接	サブマージアーク溶接
C 事業場	平成 20 年 12 月 18 日	PM	研ま	ワイヤブラシ（電動）による金属の研ま
			研ま	手持ちグラインダーによるコンクリート製品の研ま
	平成 20 年 12 月 19 日	AM	研ま	手持ちグラインダーによるコンクリート製品の研ま
D 事業場	平成 21 年 1 月 6 日	AM	溶接	炭酸ガス全自動アーク溶接
			溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接
		PM	溶接	炭酸ガス全自動アーク溶接
			溶接	被覆アーク溶接
			研ま	手持ちグラインダーによる金属の研ま
	平成 21 年 1 月 7 日	AM	溶接	被覆アーク溶接
			研ま	手持ちグラインダーによる金属の研ま
E 事業場	平成 21 年 1 月 14 日	AM	溶接	被覆アーク溶接
			溶接	被覆アーク溶接
		PM	溶接	被覆アーク溶接
			溶接	被覆アーク溶接

(3) 粉じん作業実態調査の溶接条件及び作業場所

各事業場における粉じん作業実態調査の溶接条件及び作業場所は表3のとおりである。

表3. 粉じん作業実態調査の溶接条件及び作業場所等

事業場名	調査日時	作業 者	作業名	作業内容	溶接条件等	作業場所概要
A 事業場	11 月 17 日	A-1	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接	SF-1、YGW11～13、1.2mmφ、245A、27V	20F、4 面開放メッシュシート、鉄骨溶接作業
		A-2	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接	SF-1、YGW11～13、1.2mmφ、195～198A、23～24V	20F、4 面開放メッシュシート、鉄骨溶接作業
	PM	A-3	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接	KC-55G、1.2mmφ、305A、34.8V	20F、4 面開放メッシュシート、鉄骨溶接作業
		A-4	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接	KC-55G、1.2mmφ、320A、35V	20F、周囲青ネット、鉄骨溶接作業
	11 月 18 日	A-5	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接	YM-55C(Y)	床面以外防炎シートで養生、鉄骨溶接作業
		A-6	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接	YM-55C(Y)	床面以外防炎シートで養生、鉄骨溶接作業
	PM	A-7	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接	200A、22-28V	床面以外防炎シートで養生、鉄骨溶接作業
		A-8	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接	200A、22-28V	床面以外防炎シートで養生、鉄骨溶接作業
B 事業場	AM	B-1	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接	SF-1、1.2mmφ、280A、30V	ブルーシートで天井設置、総組場の居住区画ブロック上溶接作業
		B-2	溶接	炭酸ガス全自動アーク溶接	YM-26、1.2mmφ、360A、35V	ブルーシートで天井設置、総組場の居住区画ブロック横壁溶接作業
	12 月 8 日	B-3	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接	SF-1、1.2mmφ、280A、30V	総組場の居住区画ブロック内側溶接作業
		B-4	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接	SF-1、1.2mmφ、280A、30V	総組場の居住区画ブロック横壁溶接作業
	PM	B-5	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接	SF-1、1.2mmφ、320A、30V	総組場の小型ブロック溶接作業
		B-6	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接	SF-1、1.2mmφ、320A、30V	総組場の小型ブロック溶接作業
	12 月 9 日	B-7	溶接	被覆アーク溶接	TB-24、3.2mmφ、120A	船内エンジンルームは大気開放
		B-8	溶接	サブマージアーク溶接	US-36、4.8mmφ、1100A、39V	建造船内 2 面開放、デッキ床面の溶接作業

事業場名	調査日時	作業 者	作業名	作業内容	溶接条件等	作業場所概要
C 事業場	12月18日	C-1	研ま	ワイヤブラシ（電動）による金属の研ま	カップ型ワイヤブラシ	金属製型枠の表面研ま作業
		C-2	研ま	手持ちグラインダーによるコンクリート製品の研ま	手持ちグラインダー	コンクリートパイル外面仕上げ研ま作業
	12月19日	C-3	研ま	手持ちグラインダーによるコンクリート製品の研ま	手持ちグラインダー	コンクリートパイル外面仕上げ研ま作業
D 事業場	1月6日	D-1	溶接	炭酸ガス全自動アーク溶接	MG-50、1.6mmφ、420A、40V	補強リング自動溶接作業
		D-2	溶接	炭酸ガス半自動アーク溶接	MG-50、1.2mmφ	吊金具内・外面仮留め作業
		D-3	溶接	炭酸ガス全自動アーク溶接	MG-50、1.6mmφ、420A、40V	補強リング自動溶接作業
		D-4	溶接	被覆アーク溶接	B-17、4mmφ、180A、30V↓	端板仮留め溶接作業
	1月7日	D-5	研ま	手持ちグラインダーによる金属の研ま	手持ちグラインダー：FUJI FA-6C-1、7600rpm、砥石：A・AW24P 27号、4300./min	溶接面仕上げ研ま作業
		D-6	溶接	被覆アーク溶接	B-17、180A、4mmφ	端板仮留め溶接作業
		D-7	研ま	手持ちグラインダーによる金属の研ま	グラインダーFUJI FA-6C-1	溶接面仕上げ研ま作業
		E-1	溶接	被覆アーク溶接	RB-26、5.0φ×400mm、250A	鉄筋かご組立溶接作業
E 事業場	1月14日	E-2	溶接	被覆アーク溶接	RB-26、5.0φ×400mm、250A	鉄筋かご組立溶接作業
		E-3	溶接	被覆アーク溶接	RB-26、5.0φ×400mm、250A	鉄筋かご組立溶接作業
	PM	E-4	溶接	被覆アーク溶接	RB-26、5.0φ×400mm、250A	鉄筋かご組立溶接作業

(4) 個人サンプラー（改良型 PDS-2 粉じん計）を用いた粉じん濃度の測定

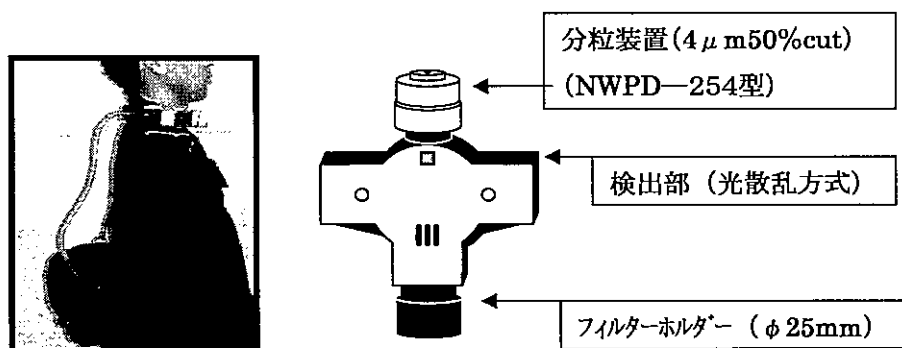
事業場の各作業場所の現場管理者等に、当該作業場所において代表的な作業（質的・時間的）を行う作業者の選定を依頼し、粉じん作業実態調査対象者とした。選定された作業者について、以下のとおり、アーク溶接作業場所等についてガイドラインに準じて作業環境の測定を行った。

作業環境の測定は、参考写真に示したとおり個人サンプラーを該当作業者の右肩に、ポンプユニットとロギングユニットは作業者腰部に装着して、溶接作業等が行われている（最大の発じんが予想される作業時間を含む）時間帯についての測定を行った。

改良型 PDS-2 粉じん計は以下の参考写真のとおりで、 $4\mu\text{m}\phi$ 、50%cut の分粒特性を持つ改良型 NRPD-254 個人サンプラーとレーザー粉じん（相対濃度）計の PDS-2 を組み合わせた仕様で、相対濃度と質量濃度を同時に測定できる粉じん計である。

吸入性粉じんの質量濃度（NRPD-254）は $25\text{mm}\phi$ グラスファイバーろ紙に $4\mu\text{m}\phi$ 、50%cut の粉じんを捕集した後、その質量を分析し、採気量で除し、粉じん濃度を求め、作業環境の測定値とした。

また、粉じん濃度の測定時間内の推移は、粉じんの相対濃度（PDS-2）をロギングユニットに記録し、毎秒、毎分あたりのカウント（cpm/t）に質量濃度換算係数（K 値）を乗じて求めた。



参考写真 改良型 PDS-2（吸引流量 2.5L/min）と着用例

粉じんにかかる作業環境の測定結果の評価のための基準値は、同ガイドライン別表 1 の 1 に示された管理濃度の算出式に、アーク溶接作業及び金属研ま作業は $Q=0$ （遊離けい酸含有率％）を代入し $3.0\text{mg}/\text{m}^3$ 、セメント製品研ま作業は $Q=13.3$ （X線回折法による分析値）を代入し $0.34\text{mg}/\text{m}^3$ とした。

作業環境の測定結果は、個人サンプラーによる粉じん濃度の測定値が管理濃度を超えていれば便宜的に「2：作業環境管理及び作業管理によって粉じん濃度を低減する」、管理濃度に達していなければ「1：特段の措置を要しない」との評価を与えた。

注：作業環境の測定結果の評価基準において、鉱物性粉じんの評価にあたっては、遊離けい酸含有率をX線回折法又は重量分析方法によって測定し、前述の粉じん管理濃度の算出式から遊離けい酸含有率を求めることとなっている。

前述のセメント製品研ま作業に係る遊離けい酸含有率については、X線回折法により当該作業場の分析値（ $Q=13.3$ ）を求め、前述の粉じん管理濃度の算出式に代入し、 $0.34\text{mg}/\text{m}^3$ とした。

なお、アーク溶接作業及び金属研ま作業で発散する粉じんには遊離けい酸が含有していないものと仮定して、同式に 0％を代入して求めることとした。

(5) 呼吸用保護具に関する聞き取り調査

呼吸用保護具に関する聞き取り調査票を表4に示す。

表4. 呼吸用保護具に関する聞き取り調査票

項 目	回 答
呼吸用保護具の種類	1) 取替え式防じんマスク 2) 使い捨て式防じんマスク 3) 電動ファン付き呼吸用保護具 4) 防毒マスク 5) その他 ()
現在、使用しているフィルター・吸収缶の使用期間	1) 1週間以内 2) 1ヶ月以内 3) 3ヶ月以内 4) 6ヶ月以内 5) 1年以内 6) その他 ()
フィルター・吸収缶の交換の判断基準	1) 汚れ 2) 臭い 3) 息苦しさ 4) 一定の使用期間を決めている 5) 交換したことがない 6) その他 ()
マスクの弁・締め紐の点検・交換をしたことがあるか	1) ある → どういう時にするか () 2) ない
メリヤスカバーは使用しているか	1) 使用していない 2) 使用している
マスクは常時つけているか、必要に応じてつけているか	1) 常時 2) 必要に応じて → 1日の作業の中でマスクをつけている 時間はどれ位か 約 () 分
マスクの顔面への密着性を確認しているか	1) している → どのような方法でしているか () 2) していない
マスクはどこに保管しているか	1) 個人のロッカー 2) 作業場内に放置 3) マスク専用保管箱 4) その他 ()
マスクの選択や使用方法について会社から指導されたことがあるか	1) ある → () 年 () 月頃 2) ない
・ 作業者の年齢 ・ 溶接作業に携わっている年数 ・ 喫煙の有無	
・ 痰や咳等、気になる症状 痰がよくでる、かぜをよくひく(年4回以上)、のどが渇く、鼻汁が多い、鼻がつまりやすい 咳がよくでる、くしゃみがでる、のどが痛い、息切れがする、しわがれ声になる、 鼻血がでやすい、夜間咳こむ、症状なし	

2. 粉じん作業実態調査の結果

粉じん作業実態調査は、5 事業場について屋外作業場におけるアーク溶接作業（25 作業者）及び金属等の研ま作業（5 作業者）に係る粉じんの作業環境の測定を延べ 30 名の作業者を対象（表 5）に実施した。なお、参考として 10 分間平均粉じん濃度の推移を併せて測定した。

また、前年度（平成 19 年度）の屋内作業場における作業環境の測定結果を表 6 に示し、今年度（平成 20 年度）と前年度（平成 19 年度）の結果を対比して図 1 に示した。

これより、屋外作業場での炭酸ガスアーク溶接、被覆アーク溶接及び金属等の研ま作業の作業環境の測定結果は、炭酸ガスアーク溶接では最小：0.74mg/m³、平均：8.62mg/m³、最大：57.13mg/m³、被覆アーク溶接では最小：0.08mg/m³、平均：1.32mg/m³、最大：3.37mg/m³、金属等の研までは最小：0.01mg/m³、平均：0.22mg/m³、最大：0.56mg/m³となった。

作業方法別に粉じんの測定値を高い順にみると、炭酸ガスアーク溶接、被覆アーク溶接、金属研ま、コンクリート研まの順となった。また、作業環境の測定の結果の評価では、管理濃度を超えるものは、26 名中 14 名（54%）であった。また、A-1 の作業環境の測定結果は管理濃度を下回るものの、10 分間平均粉じん濃度の推移は測定中に管理濃度を超える時間帯のあることが認められた。これは、作業時間（50 分）を通しての粉じん濃度は著しく高くはないが、作業時間の一部では管理濃度を超えることを示すものである。

表 5. 平成 20 年度に実施した屋外作業場所における粉じんの作業環境の測定結果

No.	業種	作業内容	ガイドラインに基づく作業環境の測定結果 (mg/m ³)	ガイドラインに基づく測定結果の評価	作業場所概要
A-1	高層建築工事業	炭酸ガス半自動7-ク溶	2.48	1	20F、4面開放メッシュシート、鉄骨溶接作業
A-2		炭酸ガス半自動7-ク溶	6.05	2	20F、4面開放メッシュシート、鉄骨溶接作業
A-3		炭酸ガス半自動7-ク溶	0.77	1	20F、4面開放メッシュシート、鉄骨溶接作業
A-4		炭酸ガス半自動7-ク溶	5.16	2	20F、周囲青ネット、鉄骨溶接作業
A-5	土木工事業	炭酸ガス半自動7-ク溶	8.31	2	床面以外防災シートで養生、鉄骨溶接作業
A-6		炭酸ガス半自動7-ク溶	7.08	2	床面以外防災シートで養生
A-7		炭酸ガス半自動7-ク溶	7.22	2	床面以外防災シートで養生
A-8		炭酸ガス半自動7-ク溶	10.85	2	床面以外防災シートで養生
B-1	造船業	炭酸ガス半自動7-ク溶	0.87	1	ブルーシートで天井設置、総組場の居住区画ブロック上溶接作業
B-2		炭酸ガス全自動7-ク溶	9.70	2	ブルーシートで天井設置、総組場の居住区画ブロック横壁溶接作業
B-3		炭酸ガス半自動7-ク溶	3.89	2	総組場の居住区画ブロック内側溶接作業
B-4		炭酸ガス半自動7-ク溶	1.06	1	総組場の居住区画ブロック横壁溶接作業
B-5		炭酸ガス半自動7-ク溶	11.67	2	総組場の小型ブロック溶接作業
B-6		炭酸ガス半自動7-ク溶	57.13	2	総組場の小型ブロック溶接作業
B-7		被覆アーク溶接	0.47	1	船内エンジンルームは大気開放
B-8		サブマージ溶接	0.41	1	建造船内2面開放、デッキ床面の溶接作業
C-1	土石製品製造業	金属研ま	0.20	1	PC壁体型枠のコンクリート除去研ま作業
C-2		コンクリート研	0.10	1	コンクリートパイル外面仕上げ研ま作業
C-3		コンクリート研	0.01	1	コンクリートパイル外面仕上げ研ま作業
D-1	金属製品製造業	炭酸ガス全自動7-ク溶	0.74	1	補強リング自動溶接作業
D-2		炭酸ガス半自動7-ク溶	9.82	2	吊金具内・外面仮留め作業
D-3		炭酸ガス全自動7-ク溶	3.74	2	補強リング自動溶接作業
D-4		被覆アーク溶接	0.17	1	端板仮留め溶接作業
D-5		金属研ま	0.25	1	溶接面仕上げ研ま作業
D-6		被覆アーク溶接	0.08	1	端板仮留め溶接作業
D-7		金属研ま	0.56	1	溶接面仕上げ研ま作業
E-1	鉄道工事 関連建設業	被覆アーク溶接	3.33	2	鉄筋カゴ組立作業
E-2		被覆アーク溶接	0.77	1	鉄筋カゴ組立作業
E-3		被覆アーク溶接	3.37	2	鉄筋カゴ組立作業
E-4		被覆アーク溶接	1.05	1	鉄筋カゴ組立作業

炭酸ガスアーク溶接 (n=17)	平均値	8.62
	標準偏差	13.03
被覆アーク溶接 (n=7)	平均値	1.32
	標準偏差	1.43
金属研ま (n=3)	平均値	0.34
	標準偏差	—
コンクリート研ま (n=2)	平均値	0.06
	標準偏差	—
全体 (n=24) (研ま、サブマージ除く)	平均値	6.49
	標準偏差	11.41

注 1) 粉じん濃度が管理濃度を超えたものは便宜的に「2」、以下のものは「1」と表現した。

表 6. 平成 19 年度に実施した屋内作業場所における粉じんの作業環境の測定結果

No.	業種	作業内容	ガイドラインに基づく作業環境の測定結果 (mg/m ³)	ガイドラインに基づく測定結果の評価	作業概要
1	金属製品製造業	アーク溶接	3.36	2	金属部品のアーク溶接作業
2		ガス溶断	0.16	1	鋼板のLPガス半自動溶断機による溶断作業
3	建築部材製造業	プラズマ溶断	2.49	1	鋼板のプラズマ全自動溶断機による溶断作業
5-1	電機製品製造業	アーク溶接	0.90	1	電機部品の全自動アーク溶接
5-2		アーク溶接	1.54	1	電機部品の全自動アーク溶接
5-3		アーク溶接	1.06	1	電機部品の全自動アーク溶接
5-4		アーク溶接	1.55	1	電機部品の全自動アーク溶接
6	住宅設備製造業	アーク溶接	2.27	1	鉄製フレームの炭酸ガス全自動・半自動溶断作業
8	鉄鋼業	プラズマ溶断	0.36	1	鋼板のプラズマ全自動溶断機による溶断作業
9		レーザー溶断	1.22	1	鋼板のレーザー全自動切断機による溶断作業
10		レーザー溶断	0.23	1	鋼板のレーザー全自動切断機による溶断作業
11		レーザー溶断	0.60	1	鋼板のレーザー全自動切断機による溶断作業
12-1		ガス溶断	0.76	1	鋼板のガス全自動切断機による溶断作業
12-2		ガス溶断	0.32	1	鋼板のガス全自動切断機による溶断作業
15	住宅設備製造業	アーク溶接	2.73	1	鉄骨材の炭酸ガスアーク全自動・半自動溶接作業
17		アーク溶接	20.88	2	鉄骨材の炭酸ガスアーク全自動・半自動溶接作業
18		アーク溶接	3.53	2	鉄骨材の炭酸ガスアーク半自動溶接作業
19		アーク溶接	27.11	2	鉄骨材の炭酸ガスアーク全自動・半自動溶接作業
20		アーク溶接	7.39	2	鉄骨材の炭酸ガスアーク半自動溶接作業
21-1		アーク溶接	7.46	2	鉄骨材の炭酸ガスアーク半自動溶接作業
21-2		アーク溶接	2.65	1	鉄骨材の炭酸ガスアーク半自動溶接作業
アーク溶接 (n=13)			平均値	6.34	
			標準偏差	8.21	
溶断 (n=8)			平均値	0.77	
			標準偏差	0.78	
全体 (n=21)			平均値	4.22	
			標準偏差	6.95	

注 1) 粉じん平均濃度が管理濃度を超えたものは便宜的に「2」、以下のものは「1」と表現した。

注 2) 平成 19 年度報告書の評価の記載は I、II で示したが、ここではそれぞれ 1、2 と表示した。

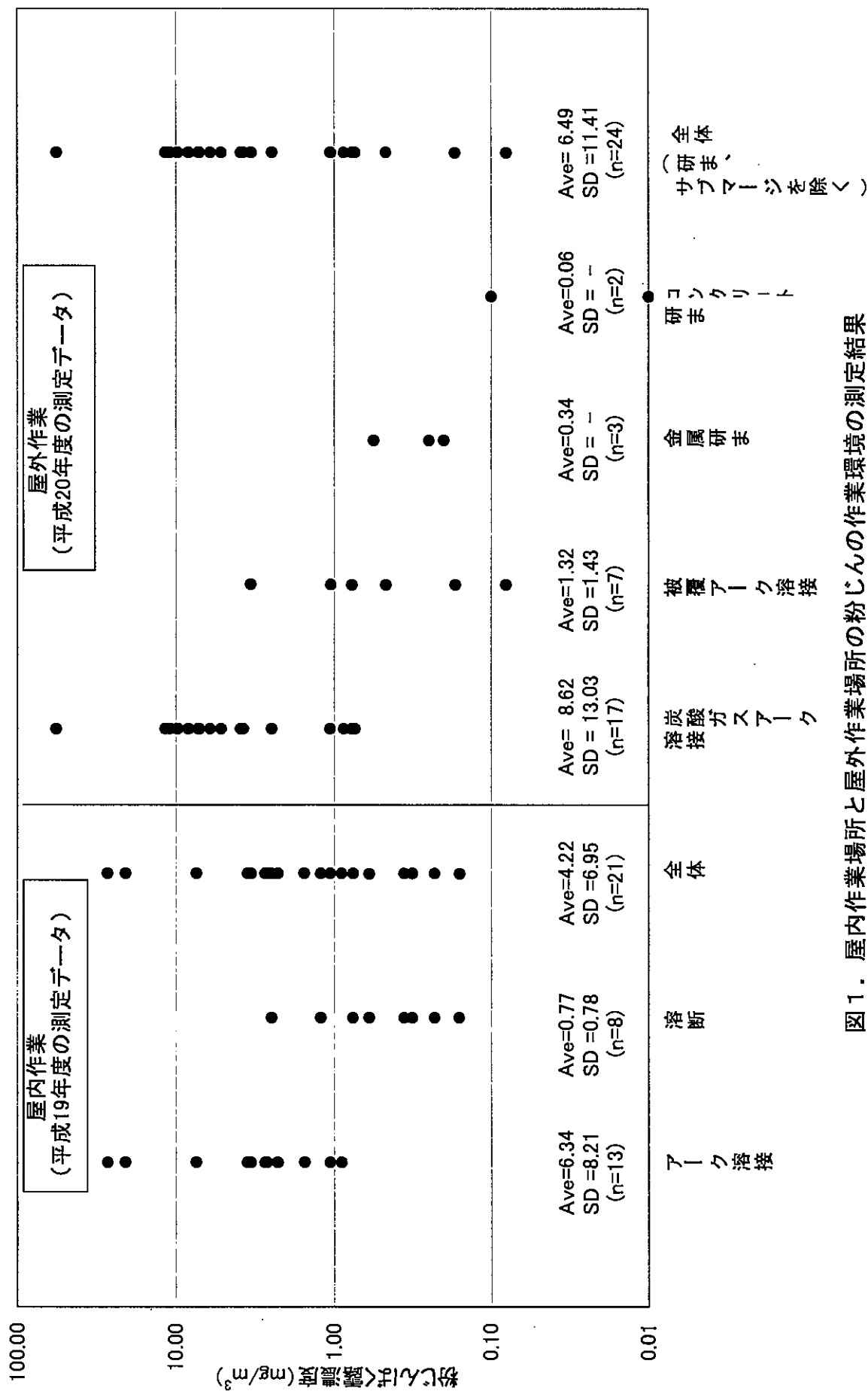
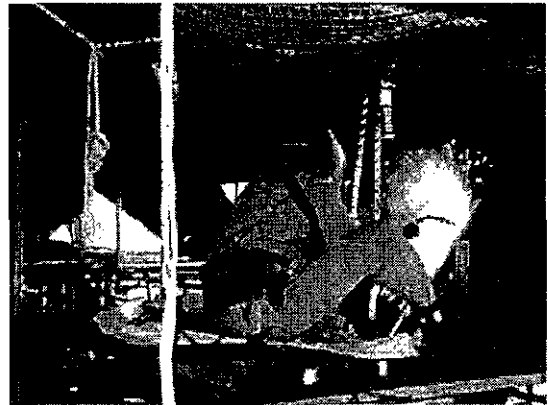


図 1. 屋内作業場所と屋外作業場所の粉じんの作業環境の測定結果

(1) 高層ビル建設作業（炭酸ガス半自動アーク溶接）



4 側面の換気状況



中央：A-1



中央：A-2

4 側面開放の作業場（天井、床面有り）における、鉄骨構造の炭酸ガス半自動アーク溶接作業を対象に、延べ4名の作業者について、個人サンプラーによる粉じんの作業環境の測定と粉じんの10分間平均濃度の推移を測定した。

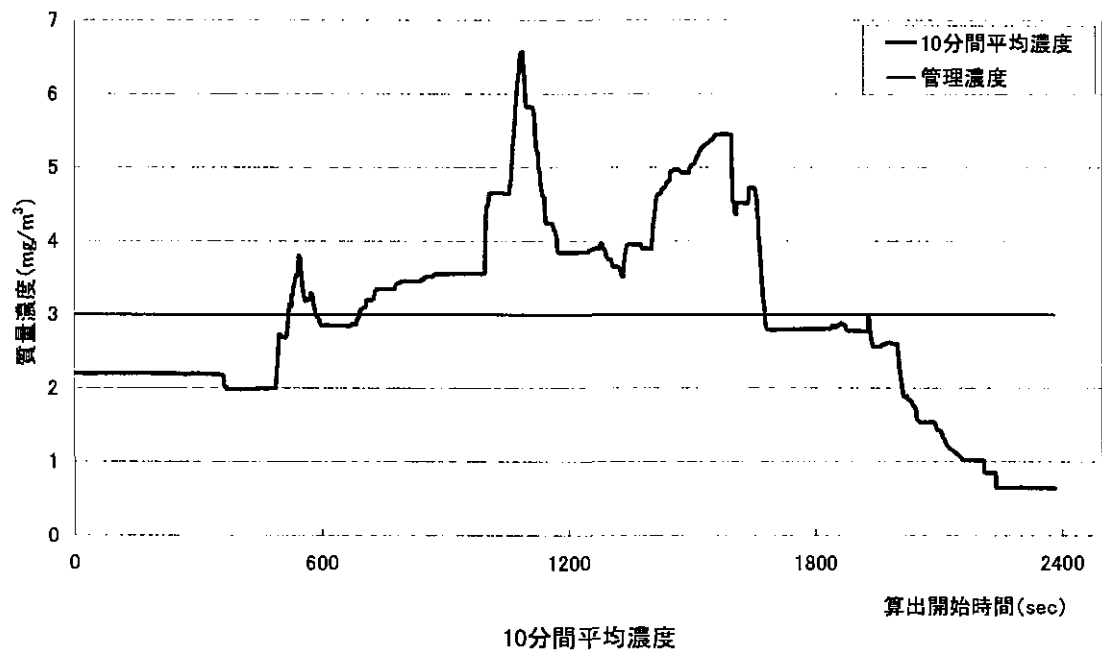
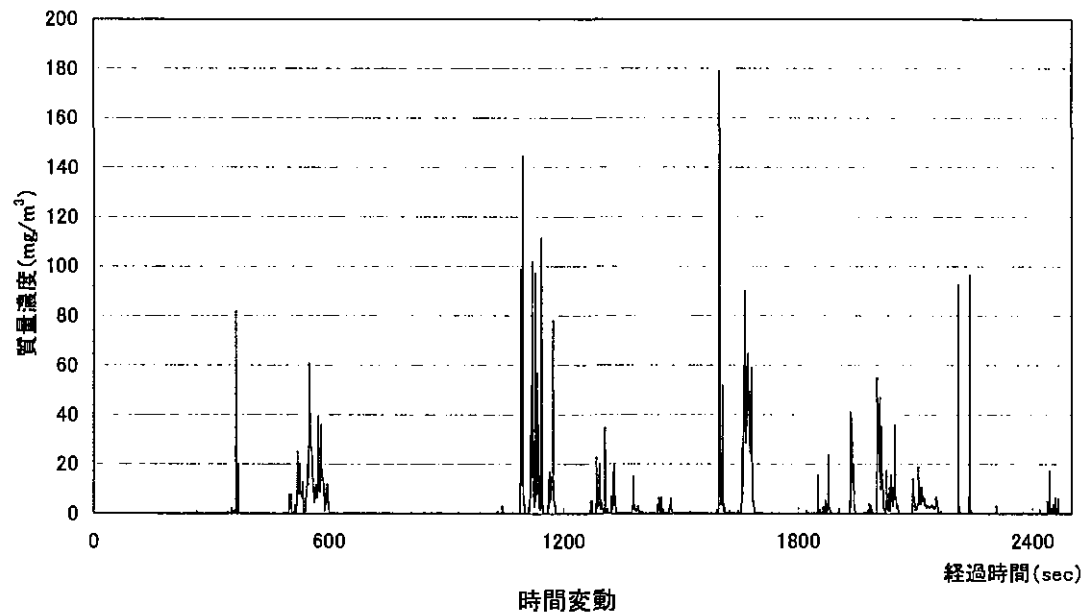
作業者はA-1～A-4で、作業環境の測定結果は表5に示したとおりである。

粉じんの作業環境の測定結果は、A-1： $2.48\text{mg}/\text{m}^3$ 、A-2： $6.05\text{mg}/\text{m}^3$ 、A-3： $0.77\text{mg}/\text{m}^3$ 、A-4： $5.16\text{mg}/\text{m}^3$ であった。作業環境の測定結果の評価では、管理濃度を超えるものが2名であった。また、A-1の作業環境の測定値は管理濃度を超えてはいなかったが、粉じんの10分間平均濃度の推移によると測定時間の1部では管理濃度を超えていた。

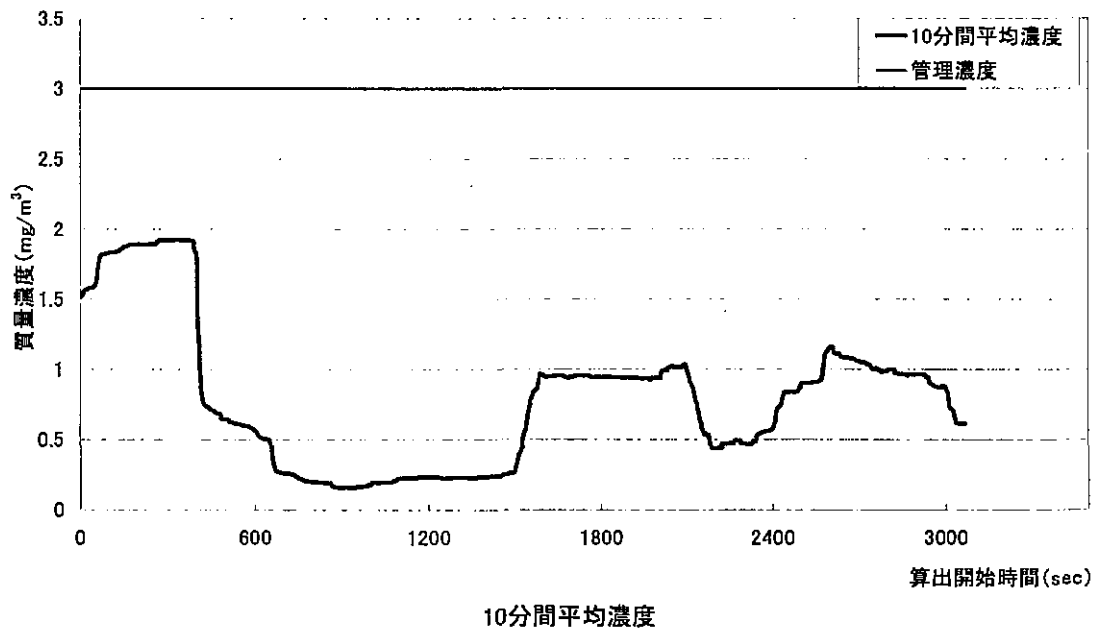
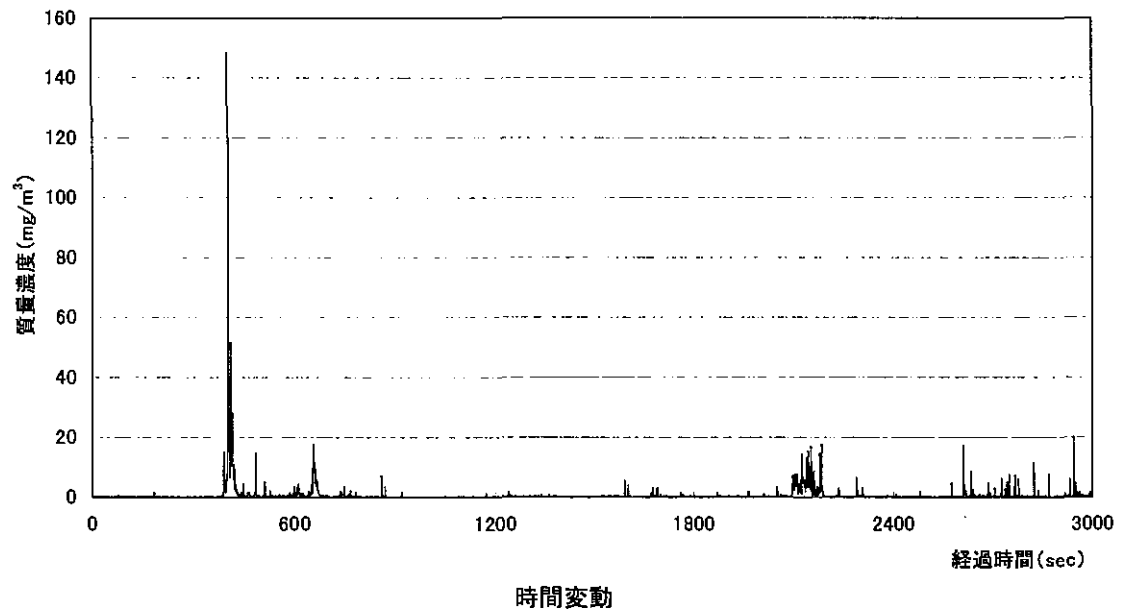
A-1、A-2、A-4の溶接作業は、ともに溶接作業が長時間であったこと、作業位置の自然換気が充分でなかったこと、及び作業姿勢がかがみ込みなどにより、測定時間の1部に管理濃度を超える高い粉じん濃度が得られたものと思われた。

なお、A-2、A-4は作業環境の測定を行ったが、データ解析が行えなかったことにより10分間平均濃度の推移の記載を割愛した。

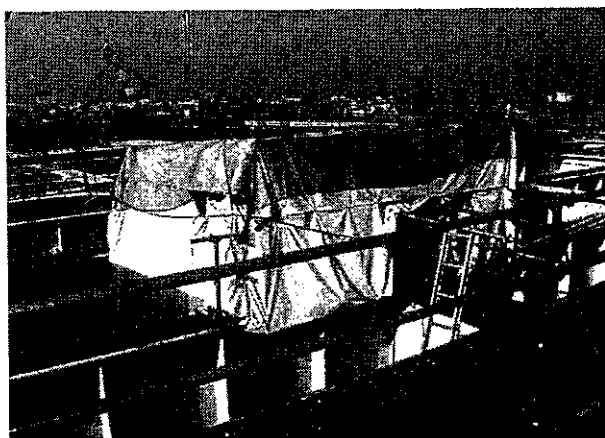
【A-1 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



【A-3 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



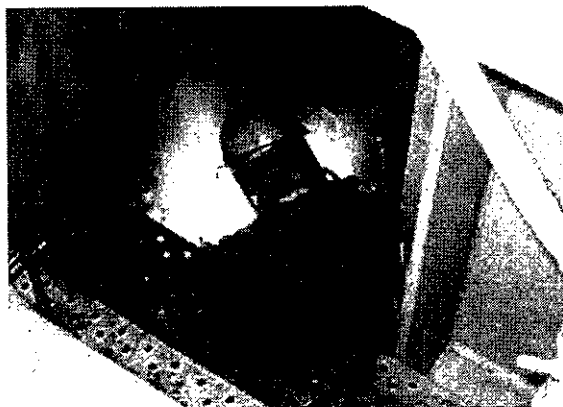
(2) 土木構造物建設作業（炭酸ガス半自動アーク溶接）



防災シートによる風雨除け養生外観



風雨除け養生内部の状況



中央：A-5

床面を除く天井及び 4 側面の防災シートによる風雨除け養生内におけるジャケット間の炭酸ガス半自動アーク溶接作業を対象に、延べ 4 名の作業者について、個人サンプラーによる粉じんの作業環境の測定と粉じんの 10 分間平均濃度の推移の測定を行った。

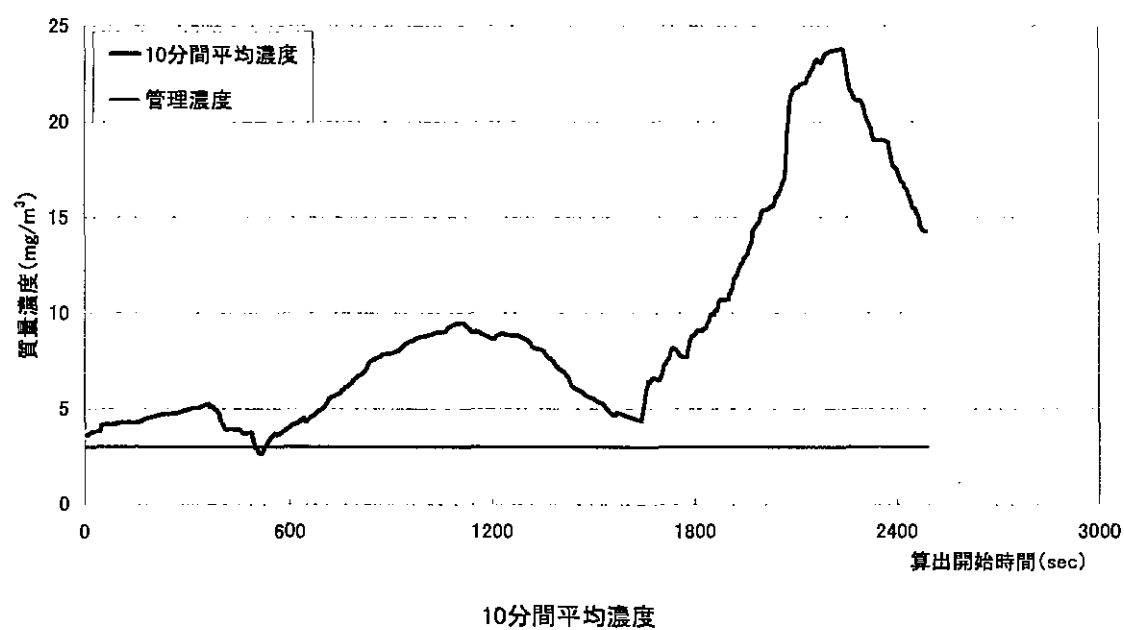
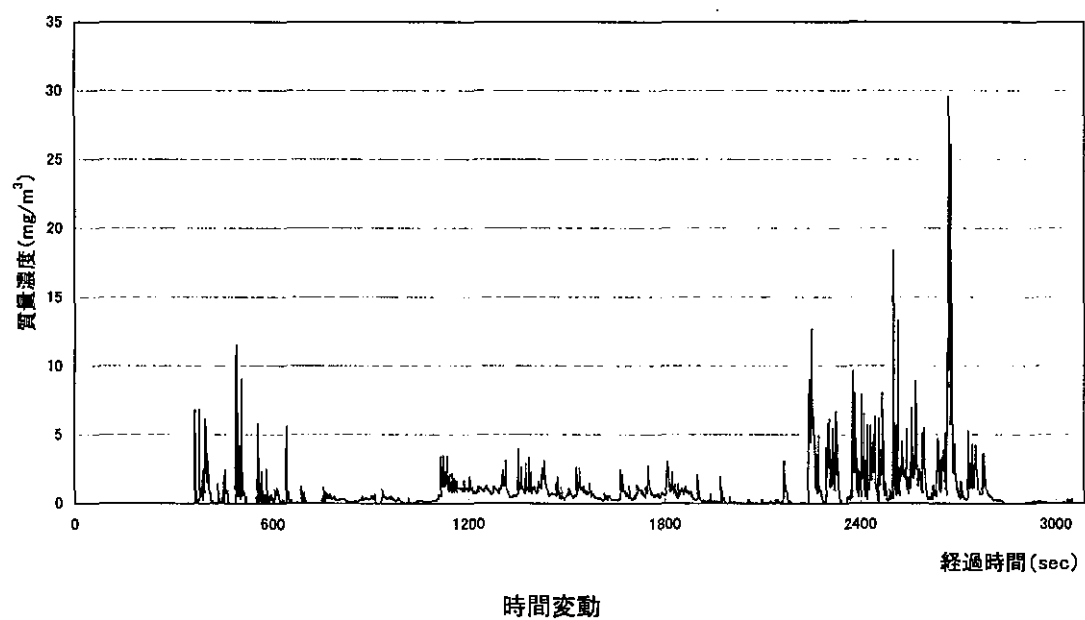
作業者は A-5～A-8 で、作業環境の測定結果は表 5 に示したとおりである。

粉じんの作業環境の測定結果は A-5:8.31mg/m³、A-6:7.08mg/m³、A-7:7.22mg/m³、A-8:10.85mg/m³と全員が管理濃度を超える値を示していた。また、粉じんの 10 分間平均濃度の推移によると A-5 及び A-7 が溶接作業の開始時には既に粉じん濃度が管理濃度を超えていた。

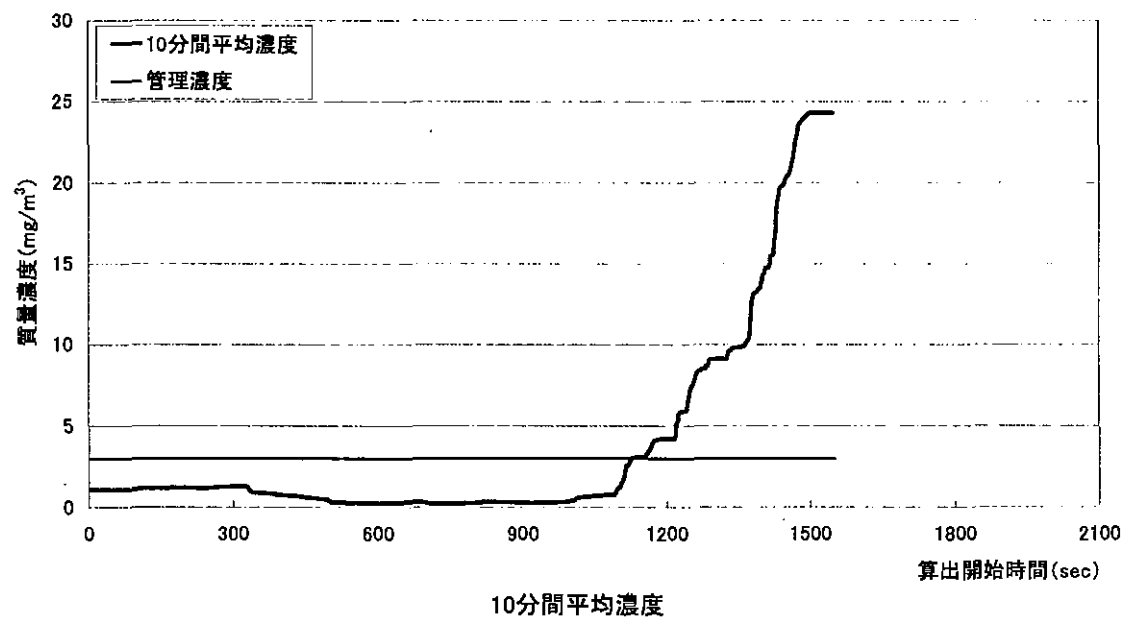
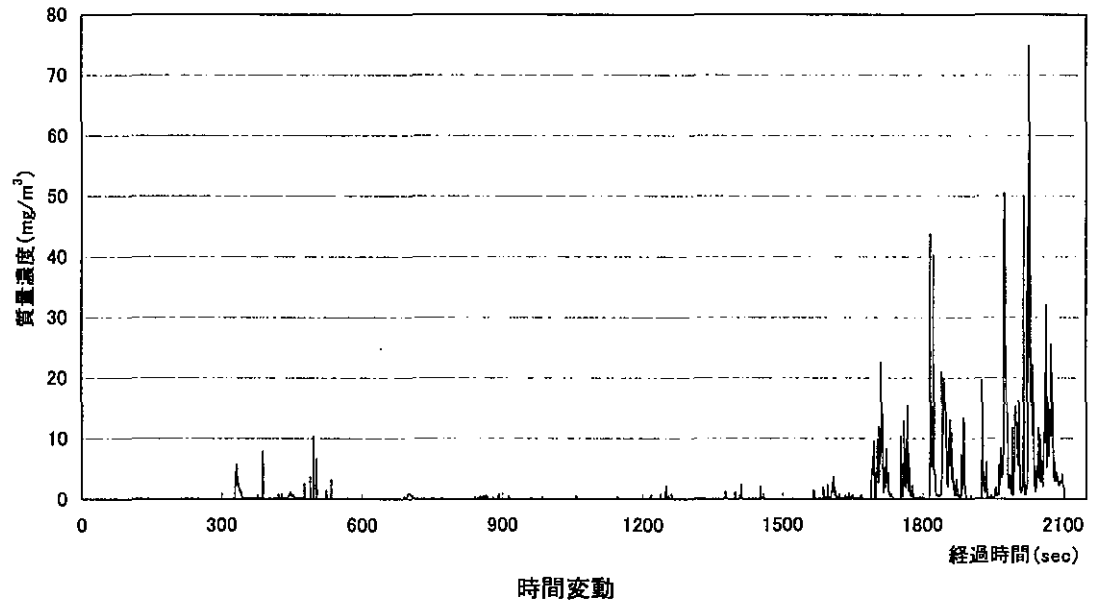
このように、4 作業者のいずれもが、高い粉じん濃度を示したのは、複数の作業者により長時間の溶接作業が行われていたこと、作業姿勢の随時のかみ込みにより、粉じんのばく露機会が著しく増大したためと思われた。

なお、A-6、A-8 は作業環境の測定を行ったが、10 分間平均濃度の推移はデータ解析が行えなかったので評価を行わなかった。

【A-5 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



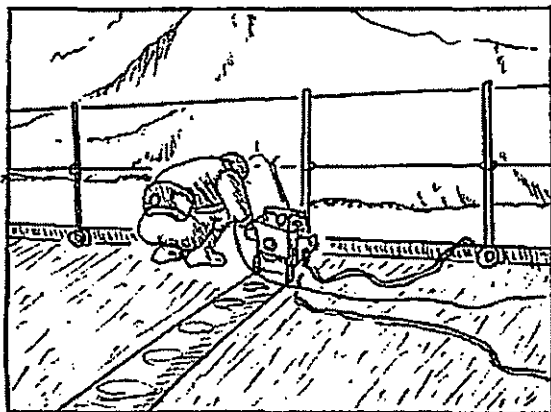
【A-7 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



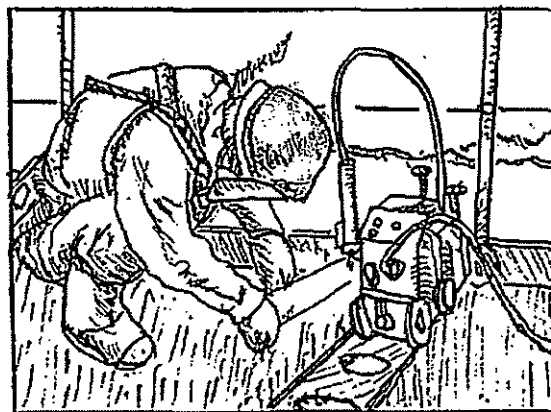
(3) 造船作業（炭酸ガス半・全自動アーク溶接・サブマージアーク溶接）

造船作業については、溶接方法、換気状況及び船体ブロックの内・外を考慮して、以下の4作業場所に分けて結果を記す。

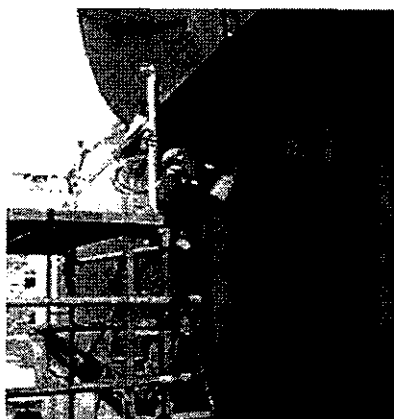
1) 居住ブロック外面溶接（炭酸ガス半・全自動アーク溶接）



中央：B-2（全自動）



中央：B-2（全自動）



中央：B-1



中央：B-1



中央：B-3



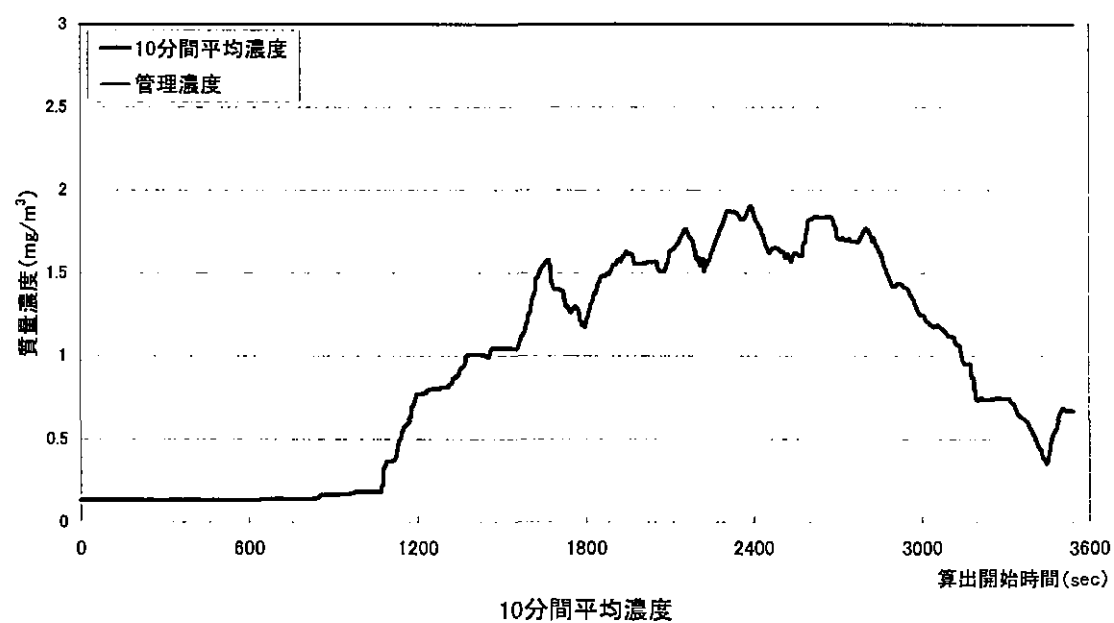
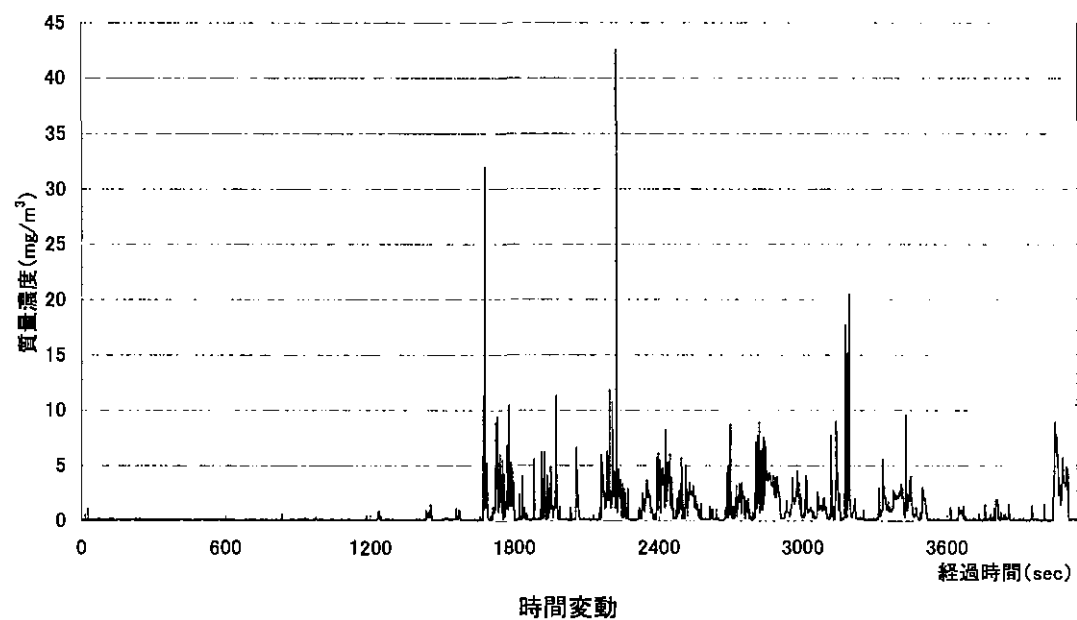
中央：B-4

居住区画ブロックの溶接面を除く 5 方向が大気開放された場所における、居住区画ブロック材の炭酸ガス半自動・全自動アーク溶接作業を対象に、延べ 4 名の作業者について、個人サンプラーによる粉じんの作業環境の測定と粉じんの 10 分間平均濃度の推移の測定を行った。

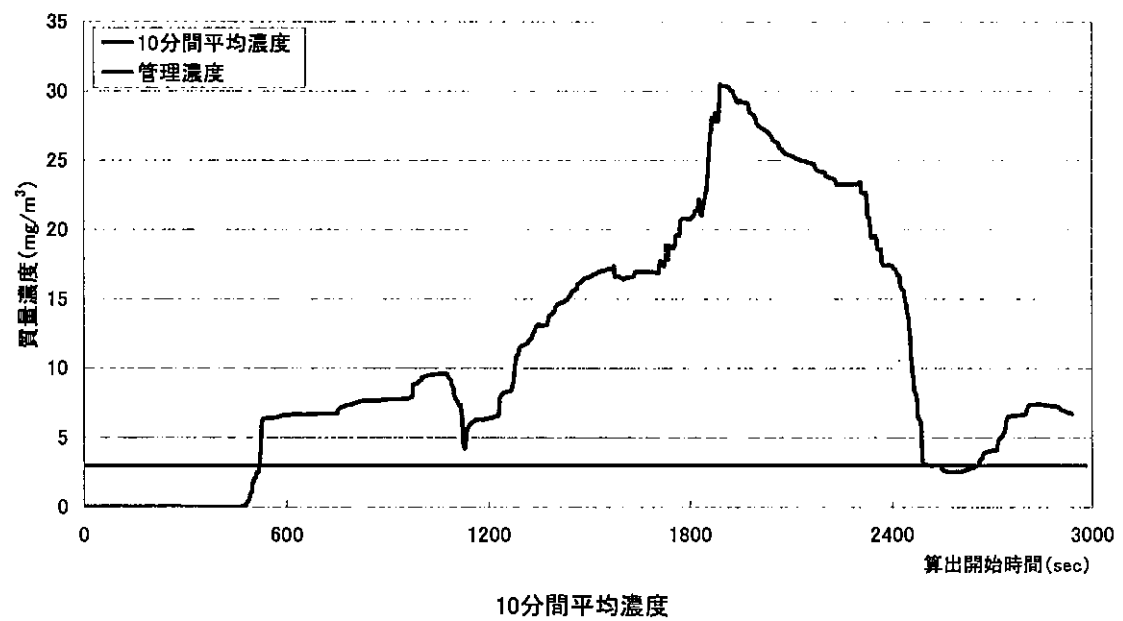
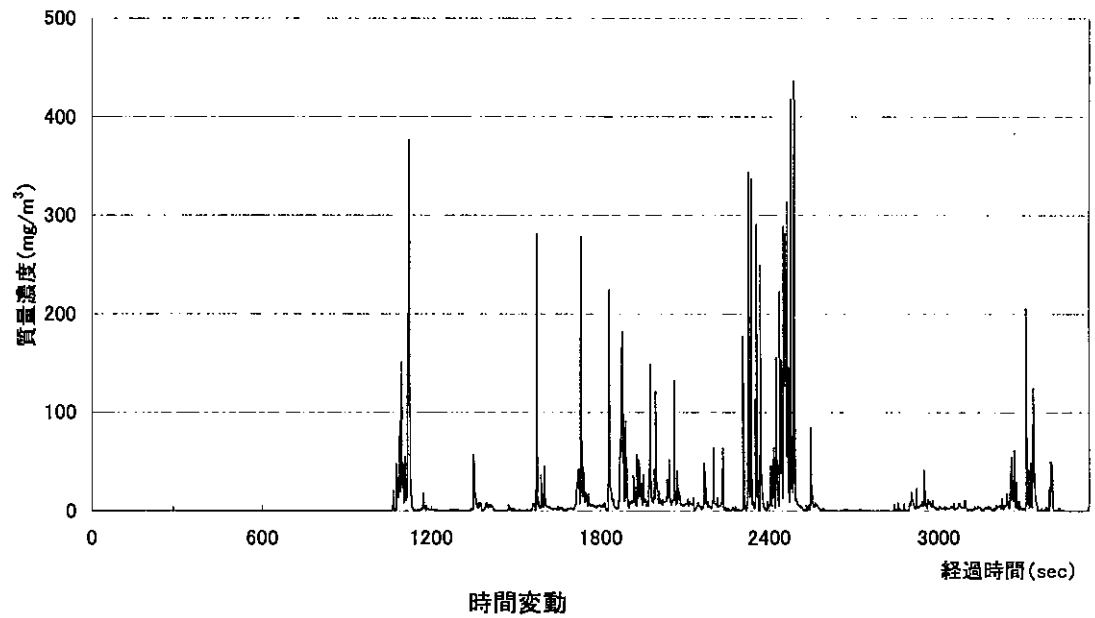
作業者は B-1～B-4 で、作業環境の測定結果は表 5 に示したとおりである。粉じんの作業環境の測定結果は B-1:0.87mg/m³、B-2:9.70mg/m³、B-3:3.89mg/m³、B-4:1.06mg/m³で、10 分間平均濃度の推移の測定によると B-2、B-3 が測定時間の 1 部で管理濃度を超える値を示していた。

B-2、B-3 の粉じん濃度が高い値を示したのは、溶接作業時間が長く、測定当日は雨天のためブルーシートで雨除け用に天幕を張ったことにより、大気開放面積が狭小になり、当該天幕内に粉じんが高濃度に停滞したことが理由として考えられた。

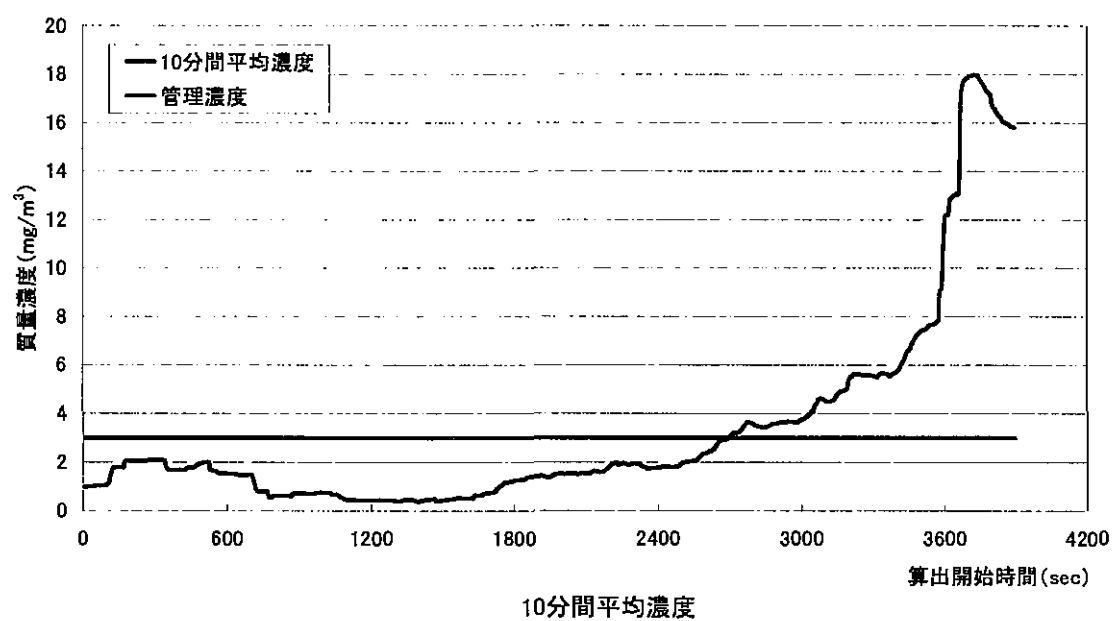
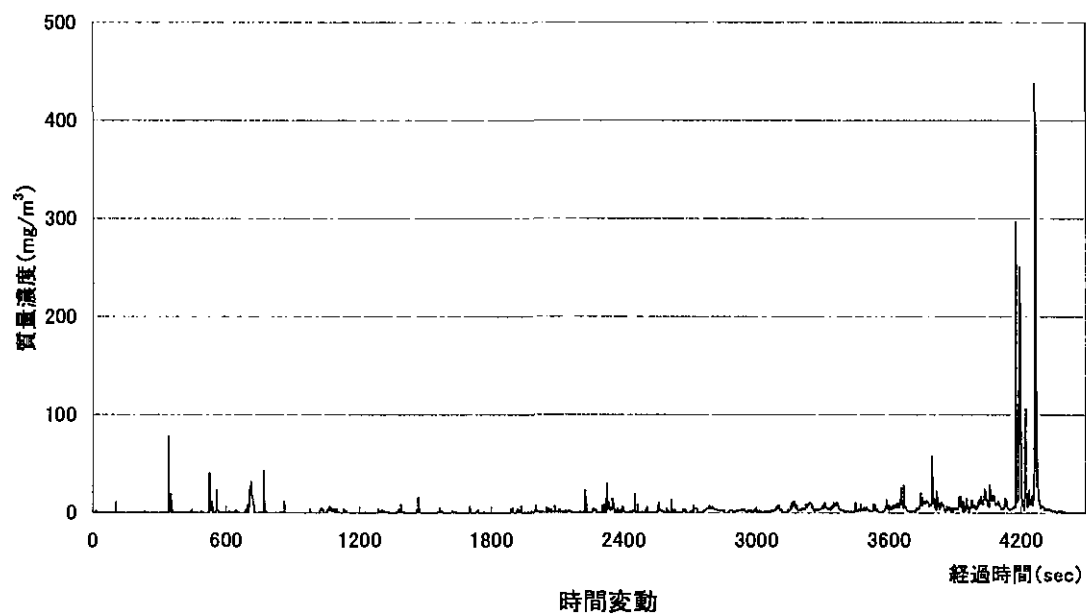
【B-1 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



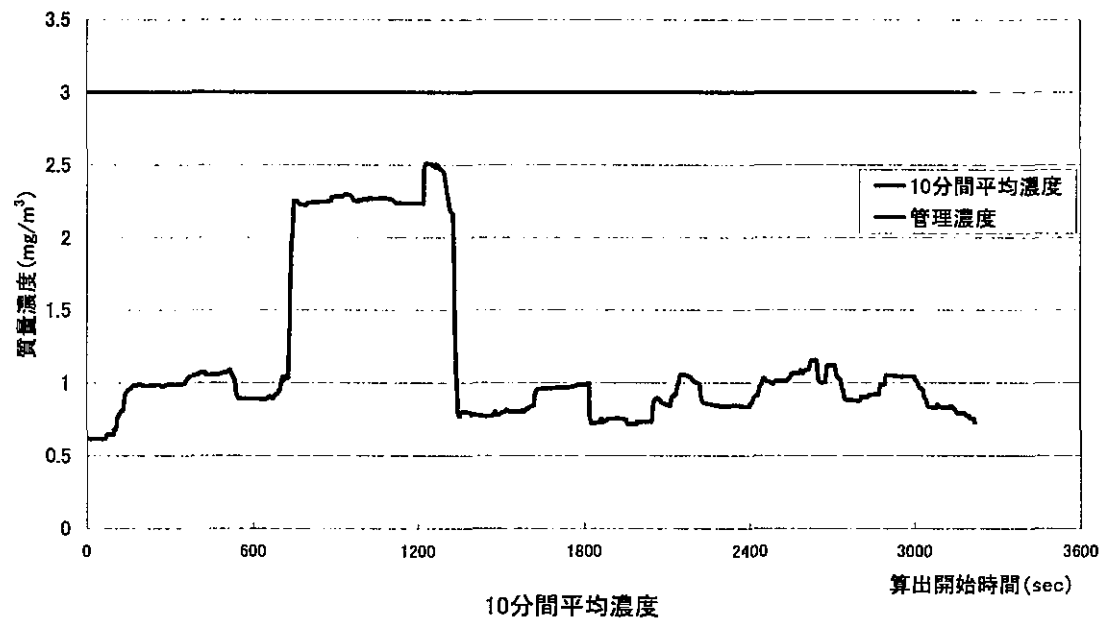
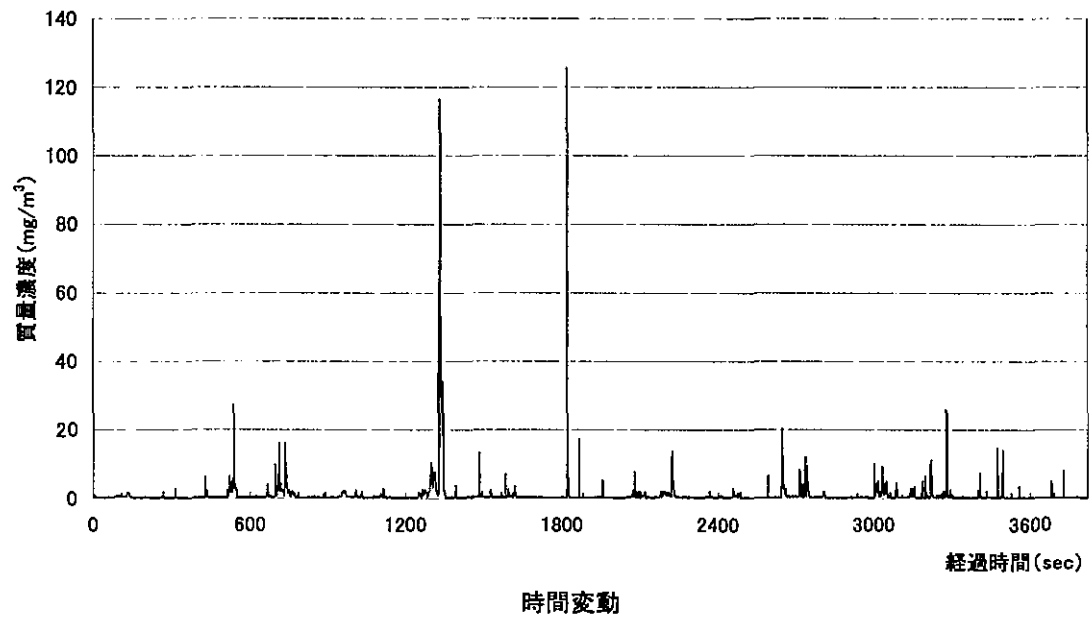
【B-2 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



【B-3 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



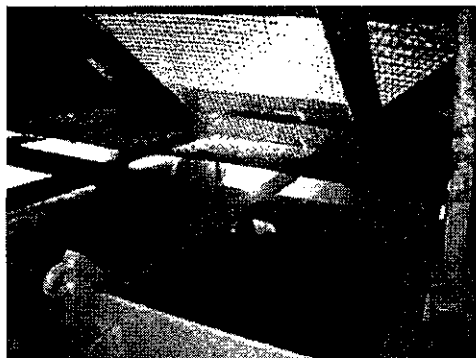
【B-4 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



2) 小型ブロック内部溶接（炭酸ガス半自動アーク溶接）



中央：B-5



中央：B-6



中央：B-6

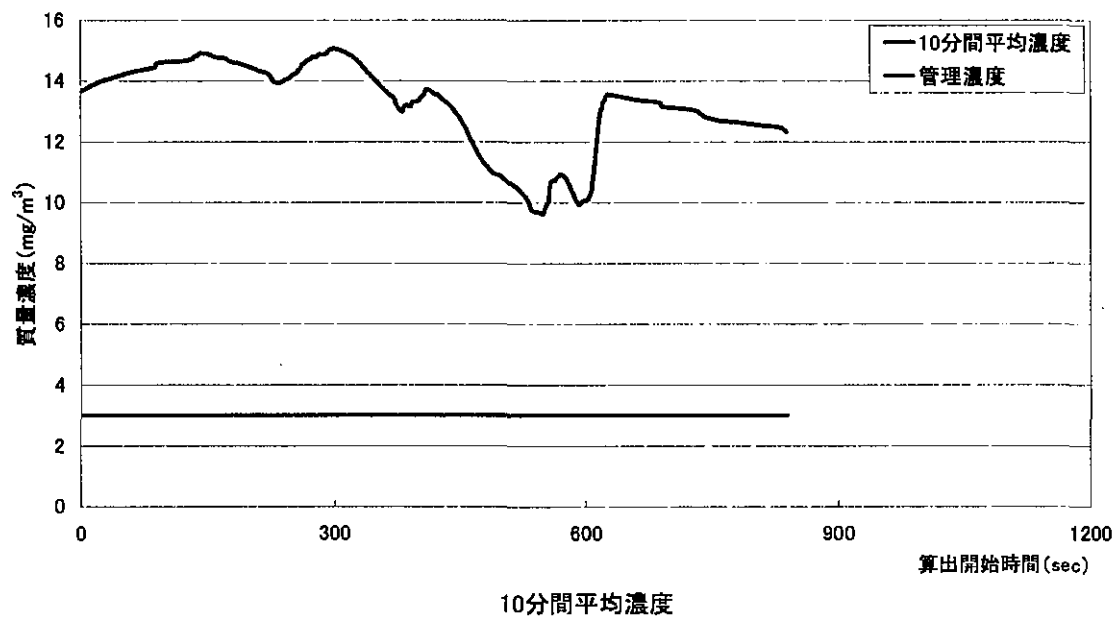
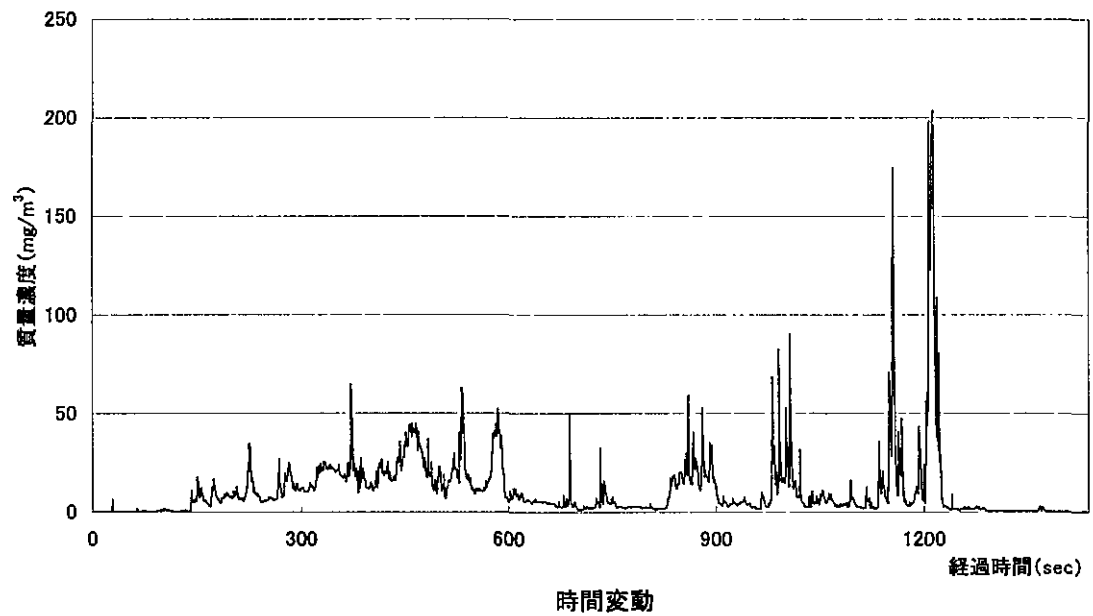
屋外の小型ブロック（1面開放）内部に作業者が立ち入り、小型ブロック部材の炭酸ガス半自動アーク溶接作業を対象に、延べ2名の作業者について、個人サンプラーによる粉じんの作業環境の測定と粉じんの10分間平均濃度の推移の測定を行った。

作業者はB-5、B-6で、作業環境の測定結果は表5に示したとおりである。

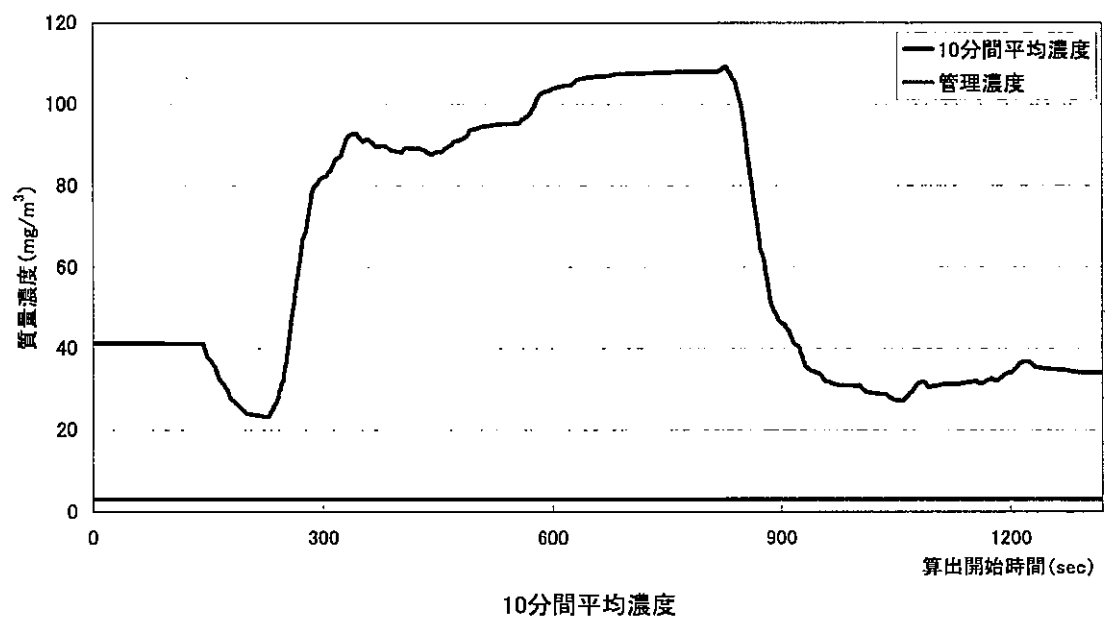
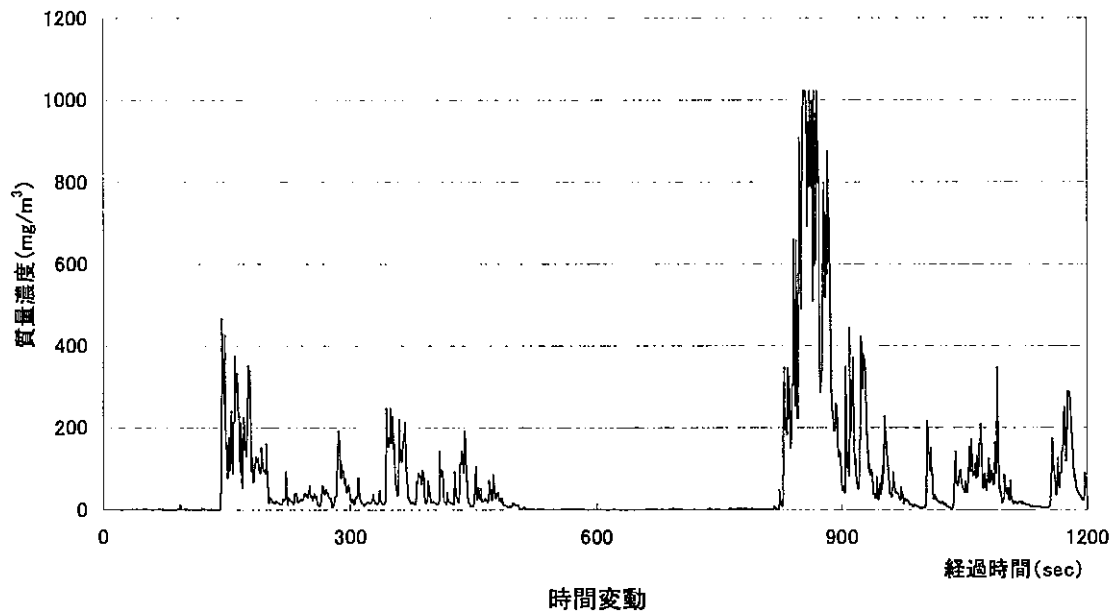
粉じんの作業環境の測定結果は、B-5：11.67mg/m³、B-6：57.13mg/m³で、両者ともに粉じんの10分間平均濃度の推移の測定による結果では、すべての時間帯で管理濃度を大きく超える結果となった。

これは、ブロック内の換気は一面の開放部分からの自然換気に頼ることによるもので、測定当日には新鮮外気の流入が少なく、小型ブロック内に粉じんの高濃度の滞留が認められたこと、溶接部分に覆いかぶさる姿勢での作業であったこと、溶接作業時間が長かったこと等により、粉じん濃度及び10分間平均濃度の測定結果ともに管理濃度を大きく超えたものと思われた。

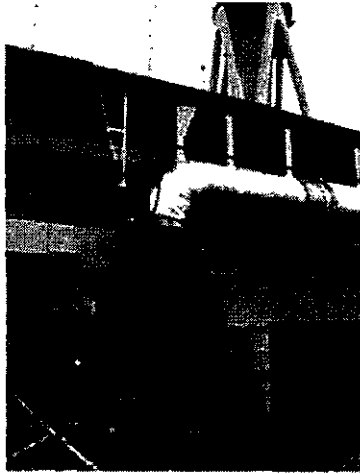
【B-5 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



【B-6 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



3) 船内エンジンルーム部分溶接（被覆アーク溶接）



中央：B-7



右側：B-7

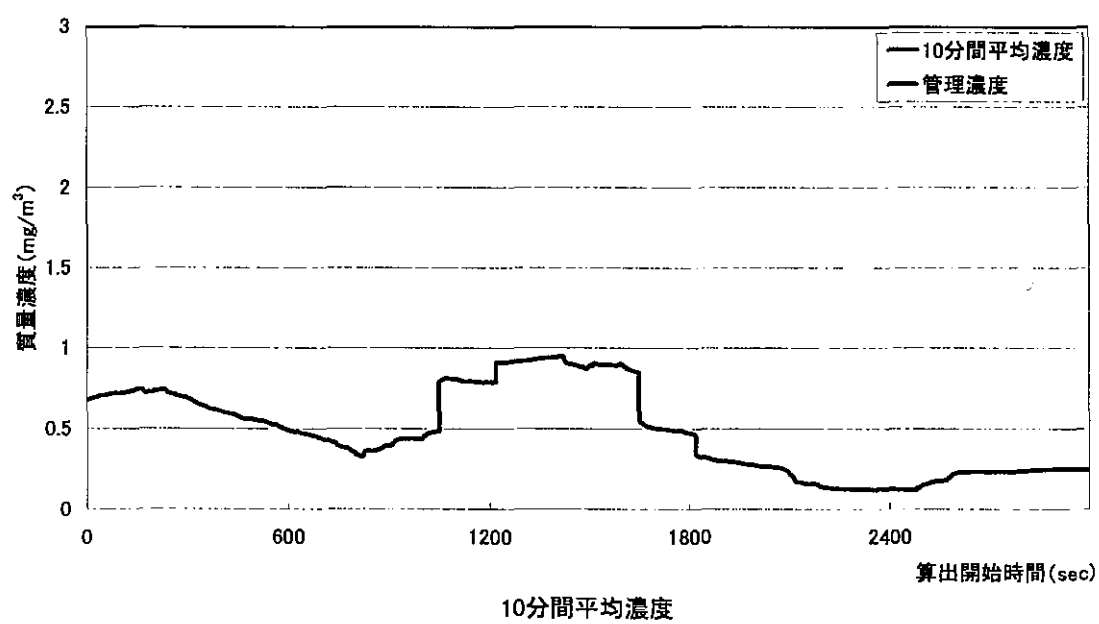
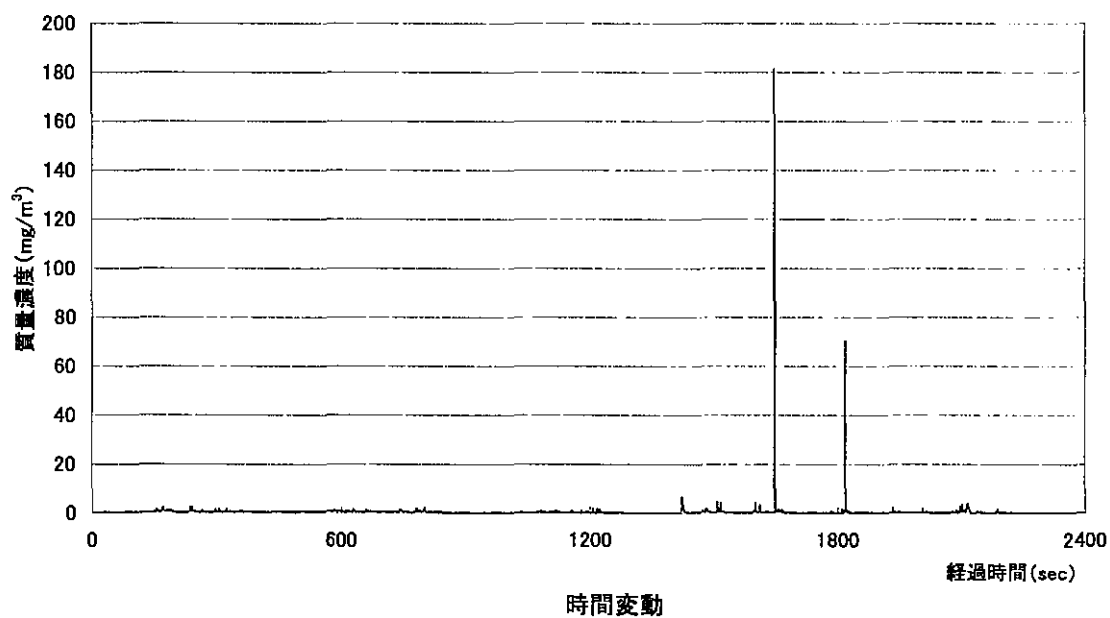
天井部分が大気開放のエンジン設置空間の、壁面を除く 5 面が開放された場所における艀装部品の被覆アーク溶接作業を対象に、1 名の作業者について、粉じんの作業環境の測定と粉じんの 10 分間平均濃度の推移の測定を行った。

作業者は B-7 で、作業環境の測定結果は表 5 に示したとおりである。

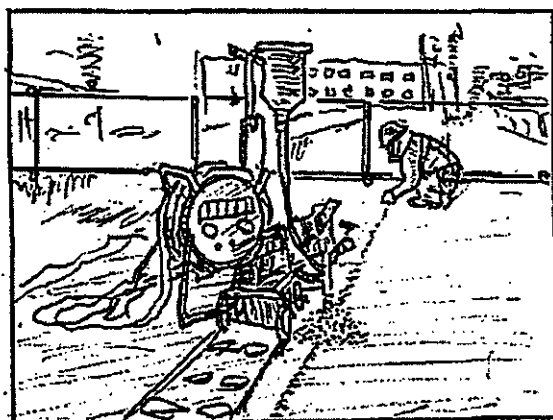
粉じんの作業環境の測定結果は、 $0.47\text{mg}/\text{m}^3$ で、粉じんの 10 分間平均濃度の推移の測定でも管理濃度を大きく下回るものであった。

両者ともに、このように低い測定値が得られたのは、溶接作業が極めて間歇的かつ短時間で粉じん発生量が少ないこと、溶接位置が高く速やかにヒューム気流が頭上に抜けたことによるものと思われた。

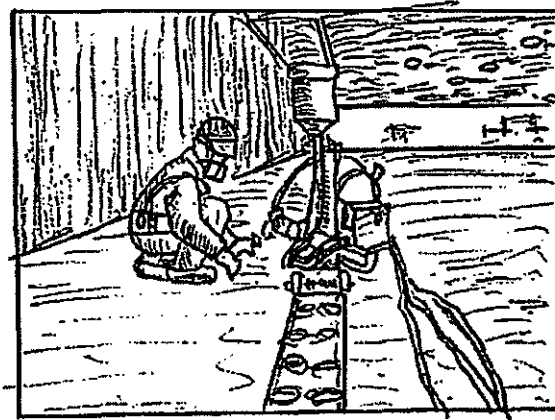
【B-7 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



4) 建造船内デッキ溶接（サブマージアーク溶接）



右奥：B-8



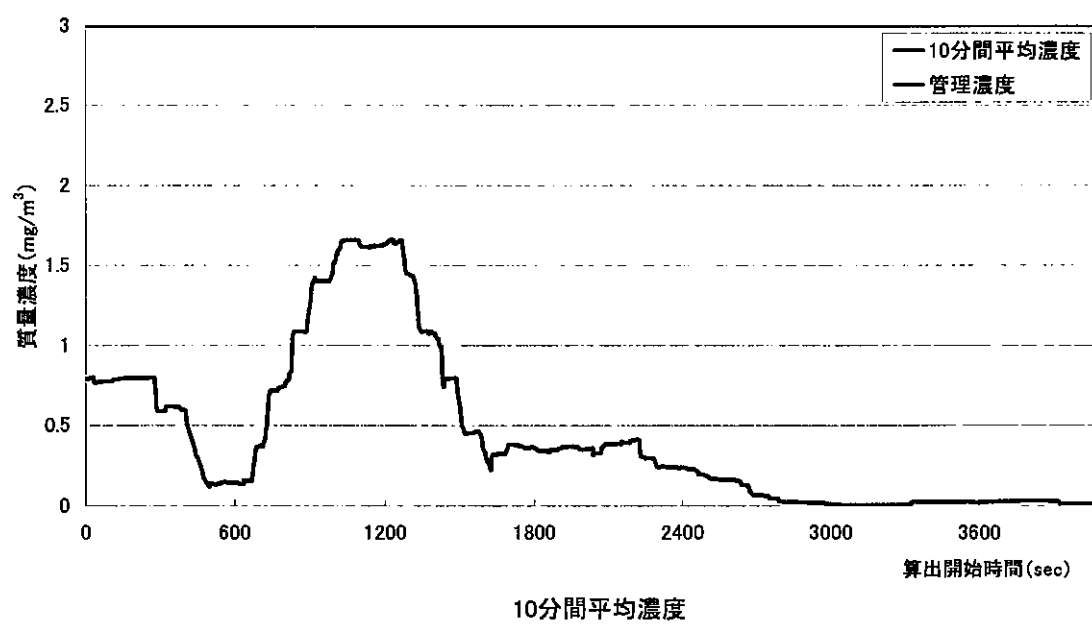
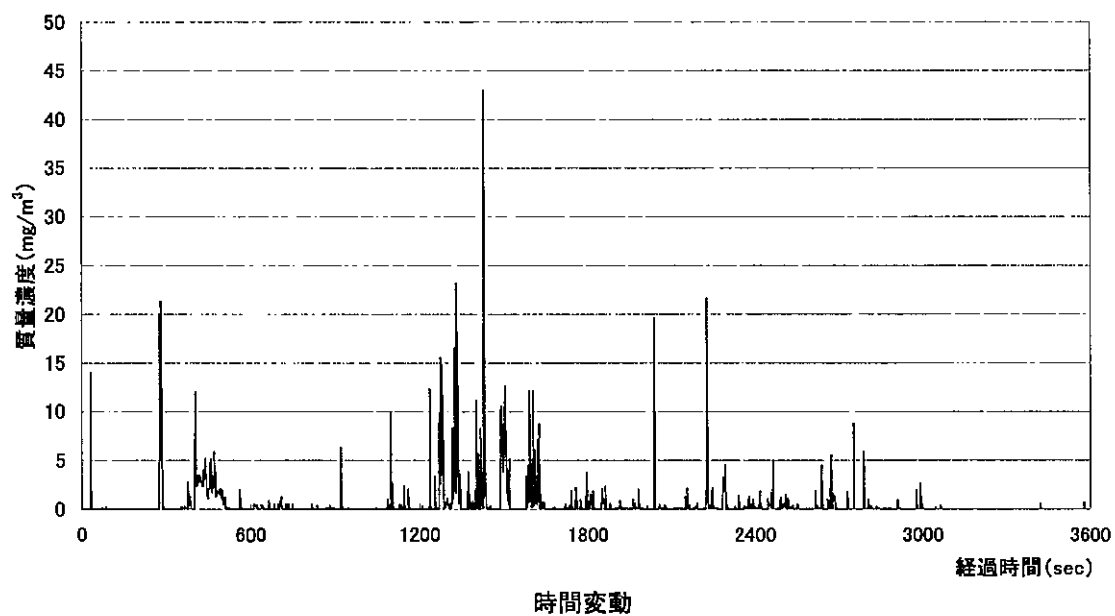
左側：B-8

船首方向、船尾方向の2面が屋外に開放されたデッキ鋼板のサブマージアーク溶接作業を対象に、1名の作業者について、個人サンプラーによる粉じん濃度の測定と粉じんの10分間平均濃度の推移の測定を行った。

作業者はB-8で、作業環境の測定結果は表5に示したとおりである。

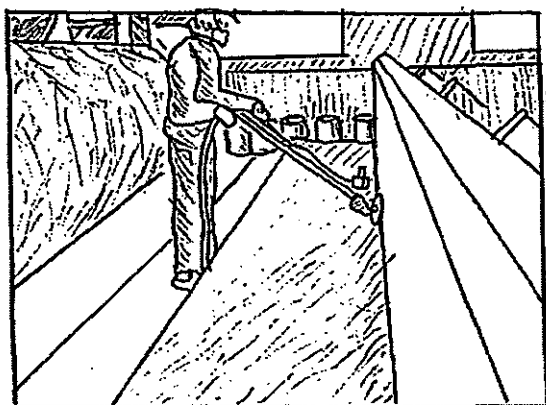
粉じんの作業環境の測定結果は $0.41\text{mg}/\text{m}^3$ で、粉じんの10分間平均濃度の測定ではともに管理濃度を大きく下回る値であった。サブマージアーク溶接の作業時間は継続され且つ長時間であったが、溶接位置からの粉じんの発生は殆んど目視できなかったこと等から、このような測定値が得られたものと思われた。

【B-8 の時間変動及び 10 分間平均濃度】

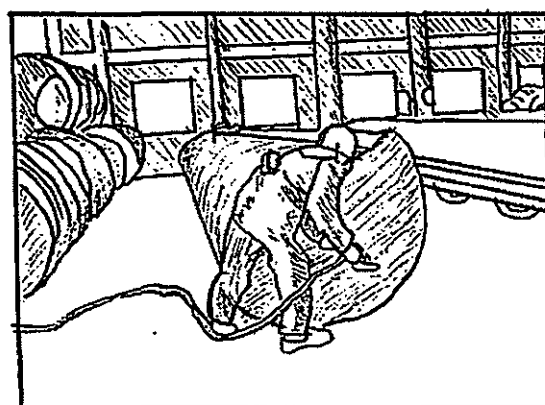


(4) コンクリート製品製造作業

1) 金属製型枠の研ま（屋内作業場所担当）



中央：C-1



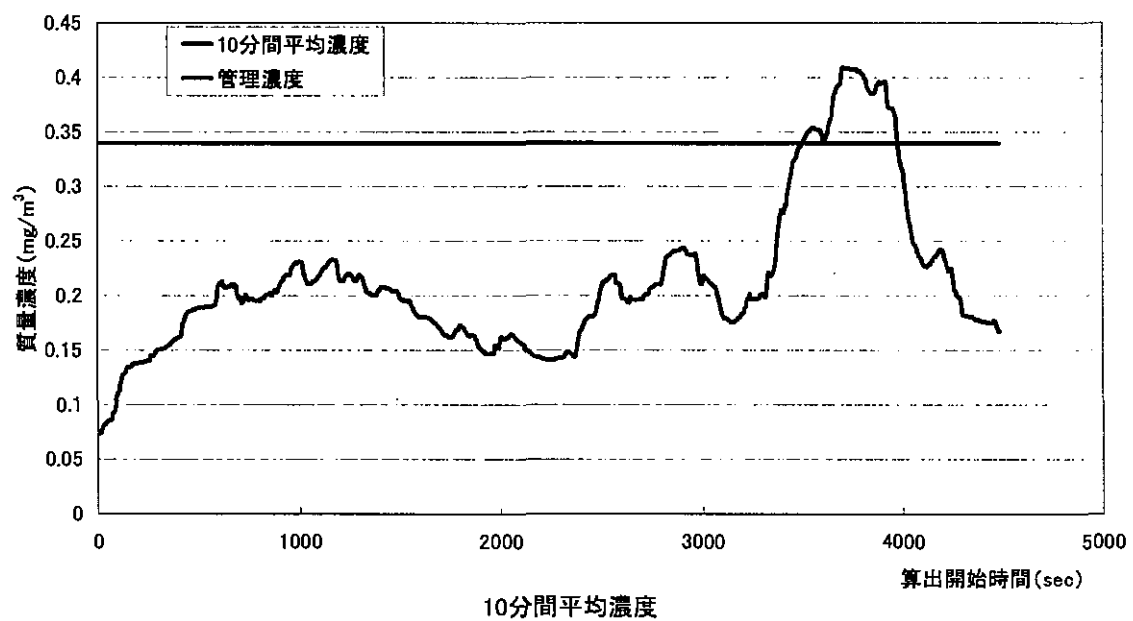
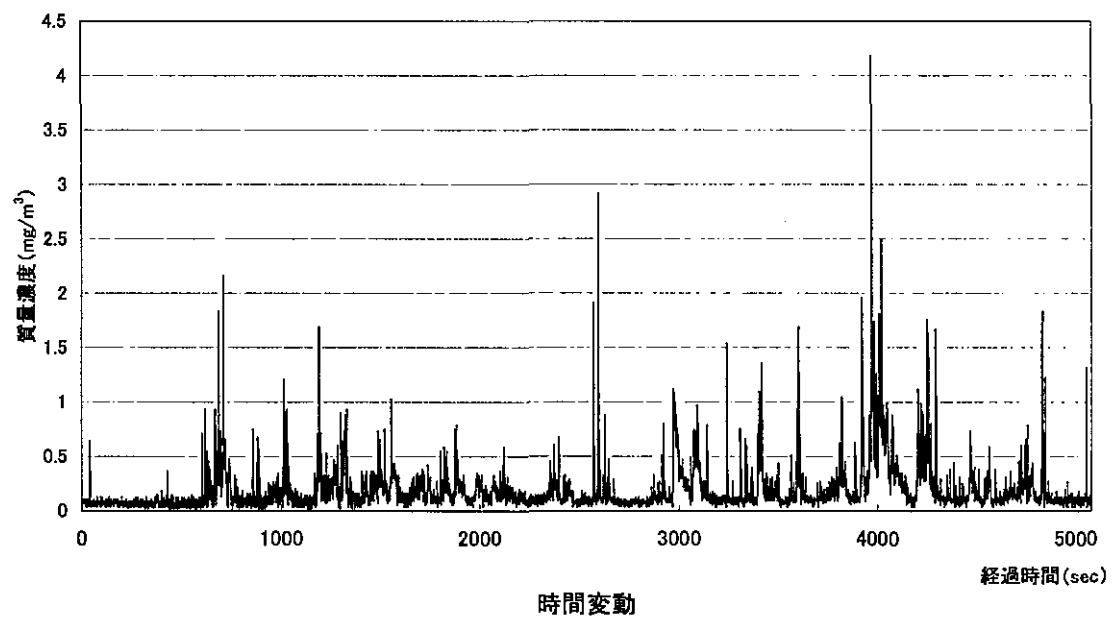
中央：C-1

一面開放建屋（開口面積大の屋内作業場相当）内で、手持電動工具のワイヤーブラシを用いた金属製型枠の研ま作業を対象に、1名の作業者について、個人サンプラーによる粉じんの作業環境の測定と粉じんの10分間平均濃度の推移の測定を行った。

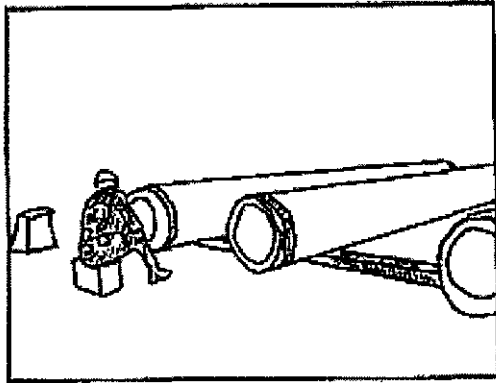
作業者はC-1で、作業環境の測定結果は表5に示したとおりである。当該作業の管理濃度は、金属で金属を研ますることから別表1の1式によりQ（遊離けい酸含有率）を0%として算出し $3.0\text{mg}/\text{m}^3$ とした。これより、粉じんの作業環境の測定結果は $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ で、粉じんの10分間平均濃度の推移では測定時間の全ての時間で管理濃度を下回る値であった。

これは、研ま作業の作業時間は長時間であったものの、粉じんの発生量が少なかったことと、飛散粒子径が比較的大きく、空気中の滞留時間が短いと推測されることによるものと考えられた。

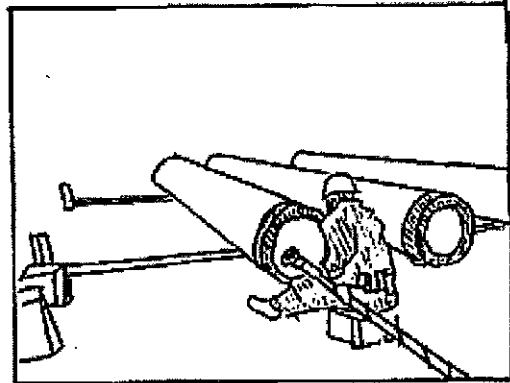
【C-1 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



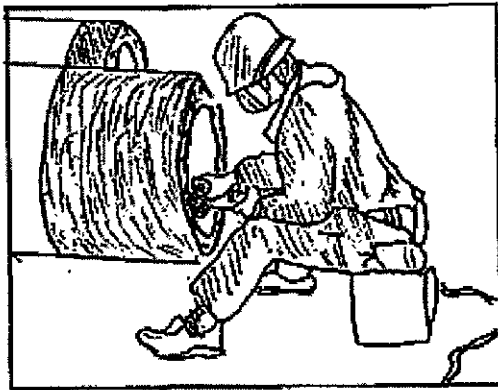
2) コンクリート製品の研ま



左手前：C-2



右手前：C-2



中央：C-3

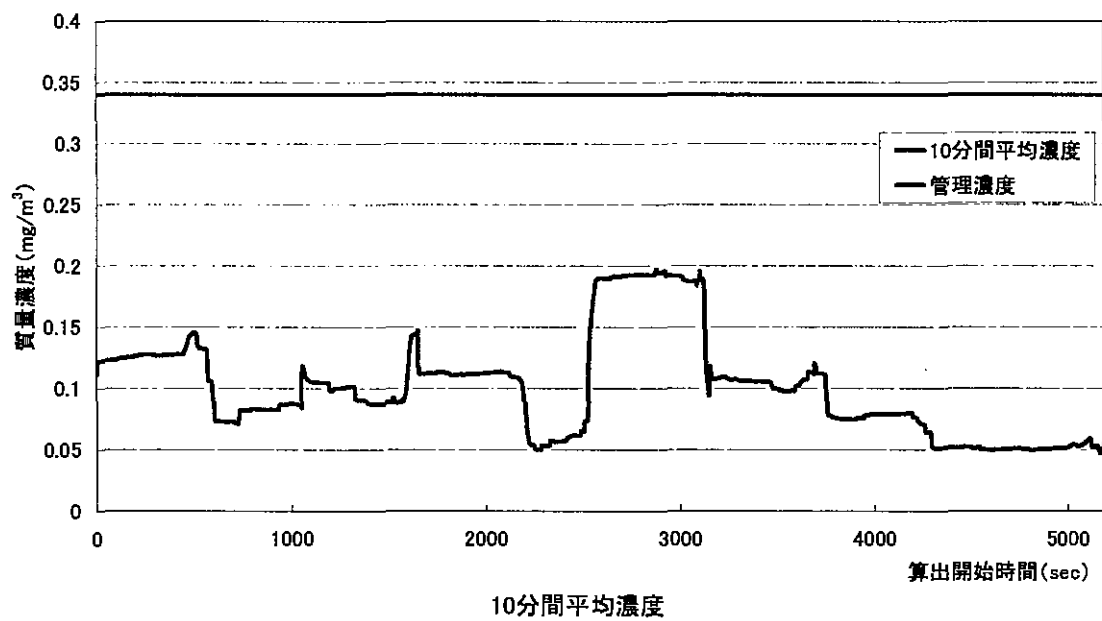
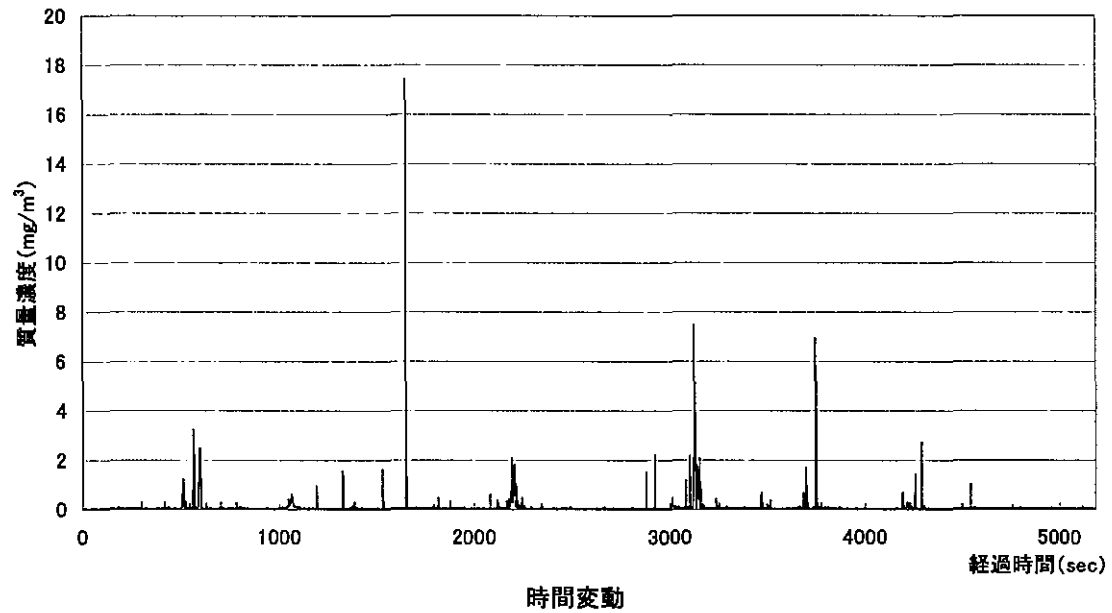
作業場は全くの屋外で、コンクリート製中空パイルの内面を研まする作業を対象に、延べ 2 名の作業者について、個人サンプラーによる粉じんの作業環境の測定と粉じんの 10 分間平均濃度の推移の測定を行った。基準となる評価値は、ガイドライン（別表第 1）に従って遊離けい酸含有率（X 線回折法による測定値： $Q=13.3\%$ ）から管理濃度を求める所定の式で算出し、 $0.34\text{mg}/\text{m}^3$ との管理濃度を得た。

作業者は C-2、C-3 で、作業環境の測定結果は表 5 に示したとおりである。

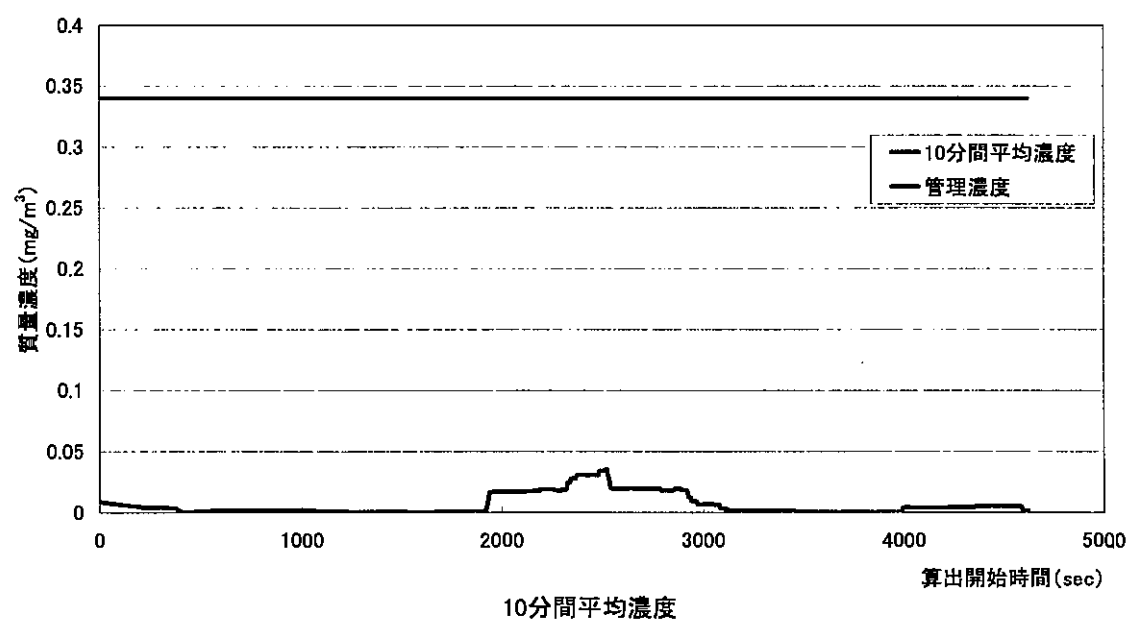
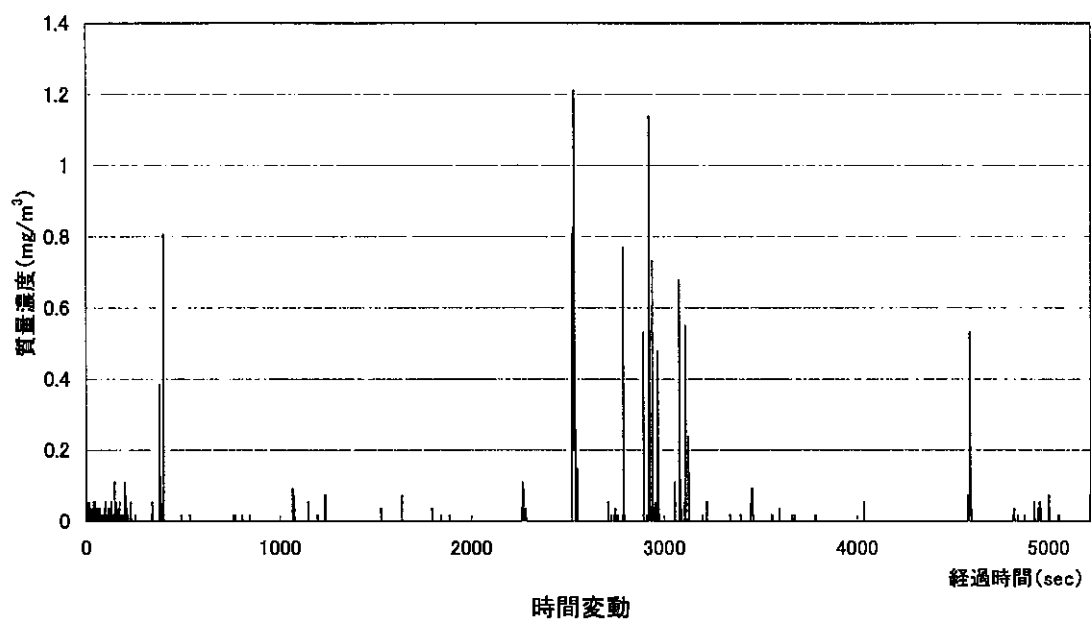
粉じんの作業環境の測定結果は、C-2： $0.10\text{mg}/\text{m}^3$ 、C-3： $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ で、粉じん濃度は低い値を示していた。また、粉じんの 10 分間平均濃度の推移の測定では測定時間帯の全てで管理濃度を下回る値であった。

これは、研ま作業の作業時間は長時間であったが、粒子径が比較的大きいと推測されることから空気中の浮遊時間が短く、かつ $4\mu\text{m}\phi$ 以上の粉じんは測定対象外であったこと、及び作業者が粉じんの発散源に対して風上に位置していたことによると考えられた。

【C-2 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



【C-3 の時間変動及び 10 分間平均濃度】

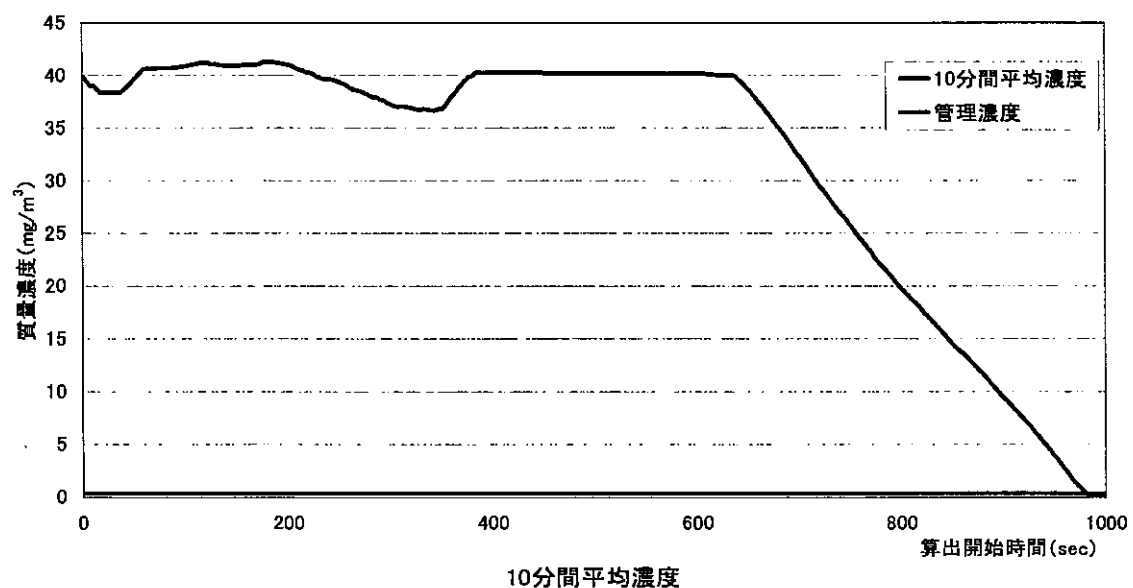
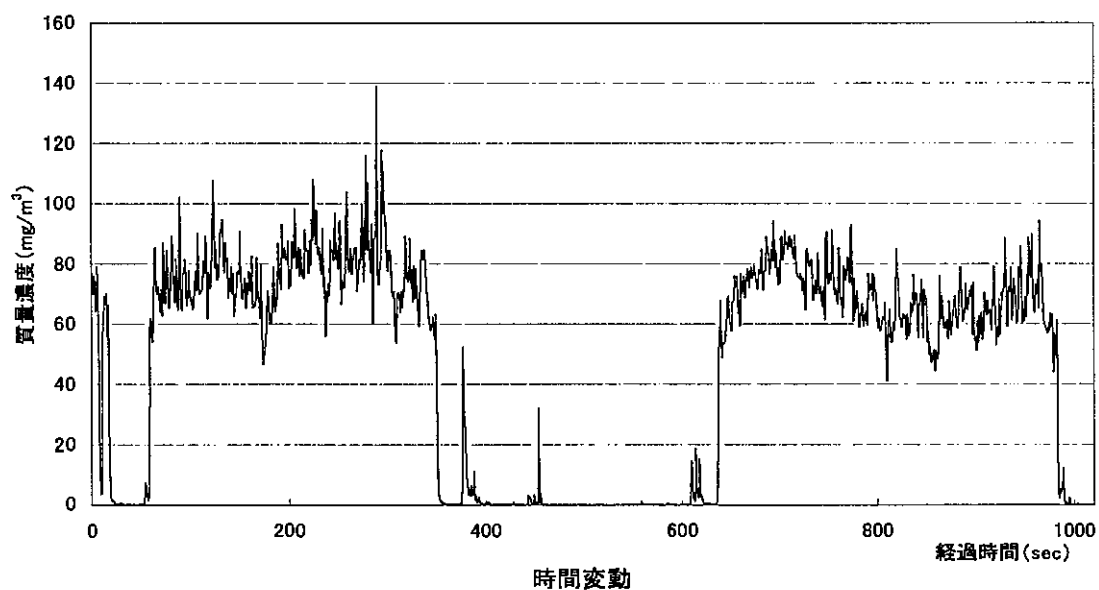


参考：コンクリート製品研ま作業粉じん高濃度位置

屋外の中空パイル内面研ま作業において、風下側開口部の高濃度(47.01mg/m³)の粉じんが認められた位置で、行った。パイル風上側開口内面研まのため微小粉じんは大気に飛散することなく、風下側に移動してC-4: 47.01mg/m³と非常に高濃度の粉じんが吹き出していたことが認められた。

このことは、風下側で研ま作業を行う場合に、粉じん濃度は高い値を示すものと推測することが可能であった。

【高濃度の状況】



(5) 鋼管（パイプ）製造作業（炭酸ガス半・全自動アーク溶接）

鋼管製造作業は、発生する粉じんの種類及び溶接方法の差異等を考慮して、以下の4作業場所に分けて結果を記す。

1) 補強・端板リング全自動アーク溶接



左上写真 左奥：D-3

右上写真 中央：D-5

左下写真 中央：D-1

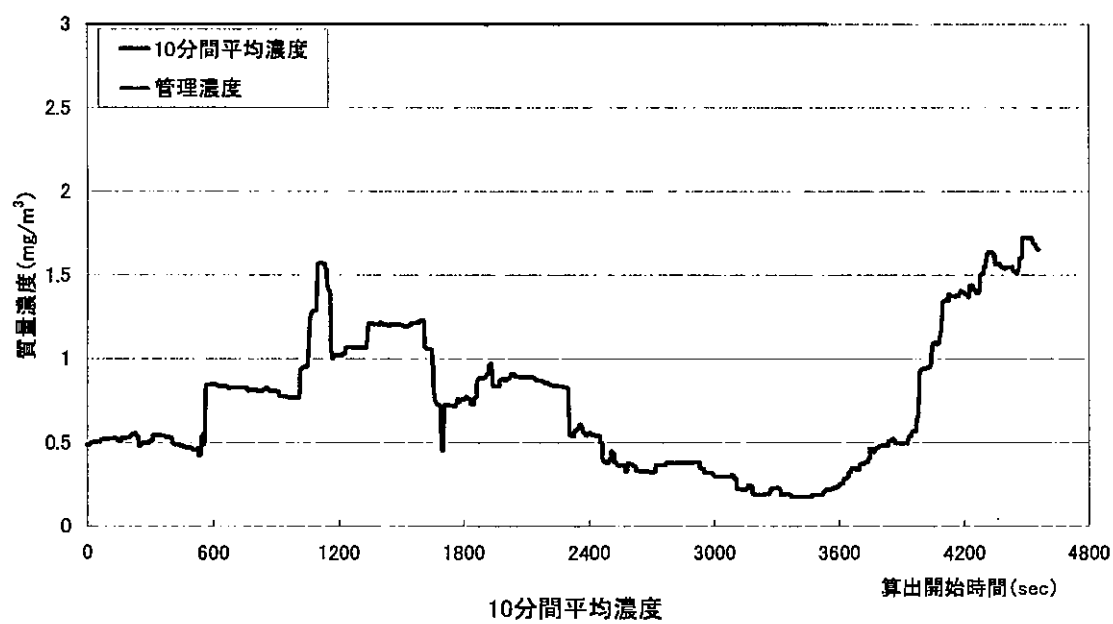
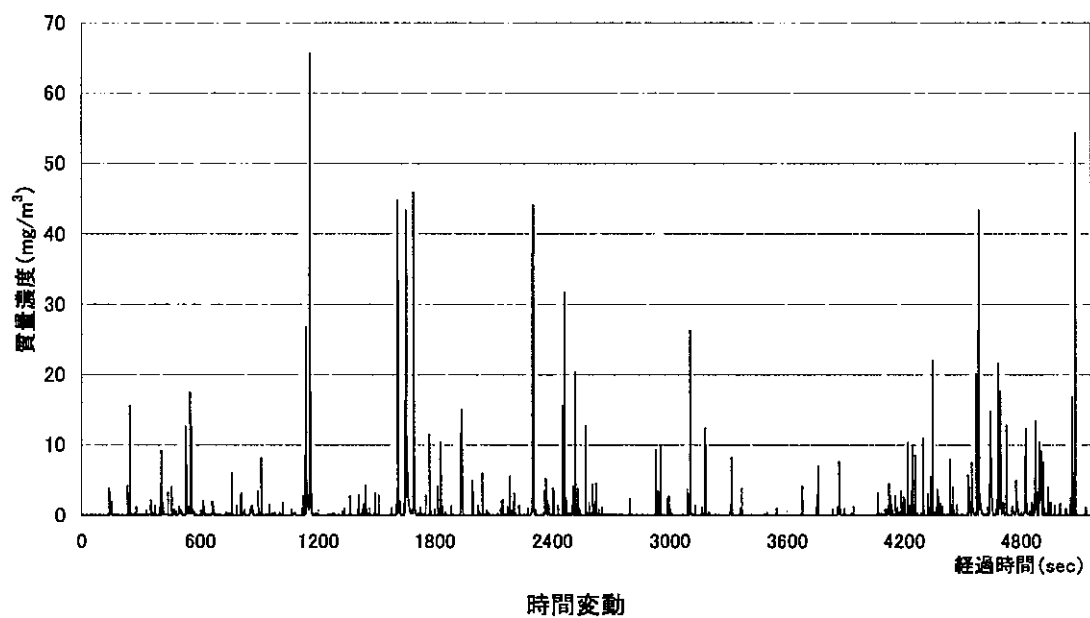
天井、床面及び1側面を除く3面が開放された場所での鋼管と補強リング乃至は端板リングの炭酸ガス全自動アーク溶接作業を対象に、延べ2名の作業員について、個人サンプラーによる粉じんの作業環境の測定と10分間平均濃度の推移の測定を行った。

作業員はD-1、D-3で、作業環境の測定結果は表5に示したとおりである。

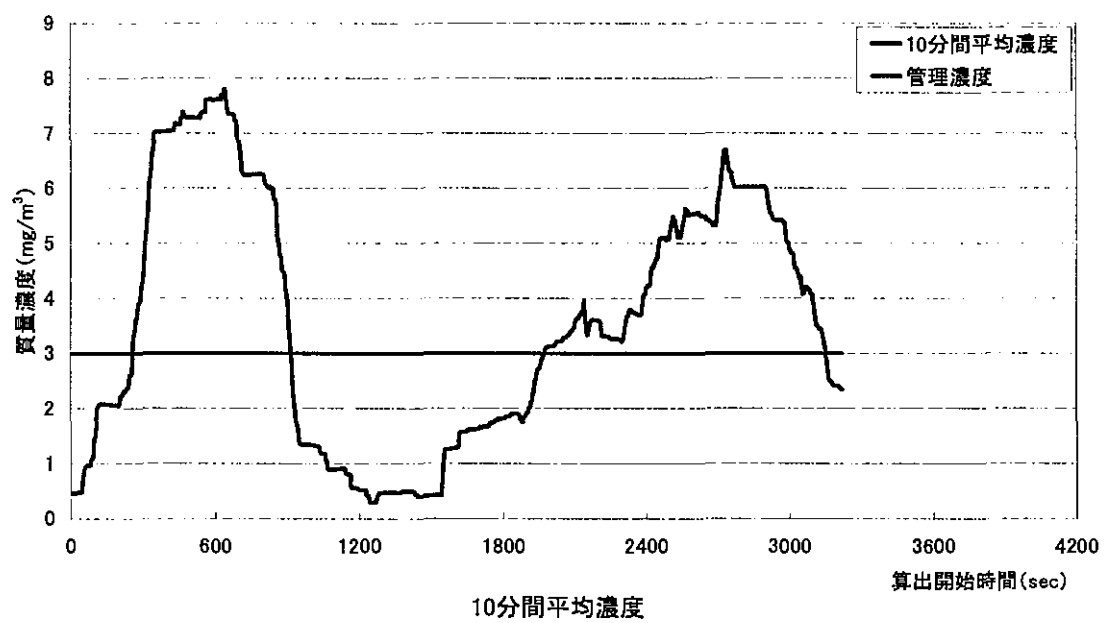
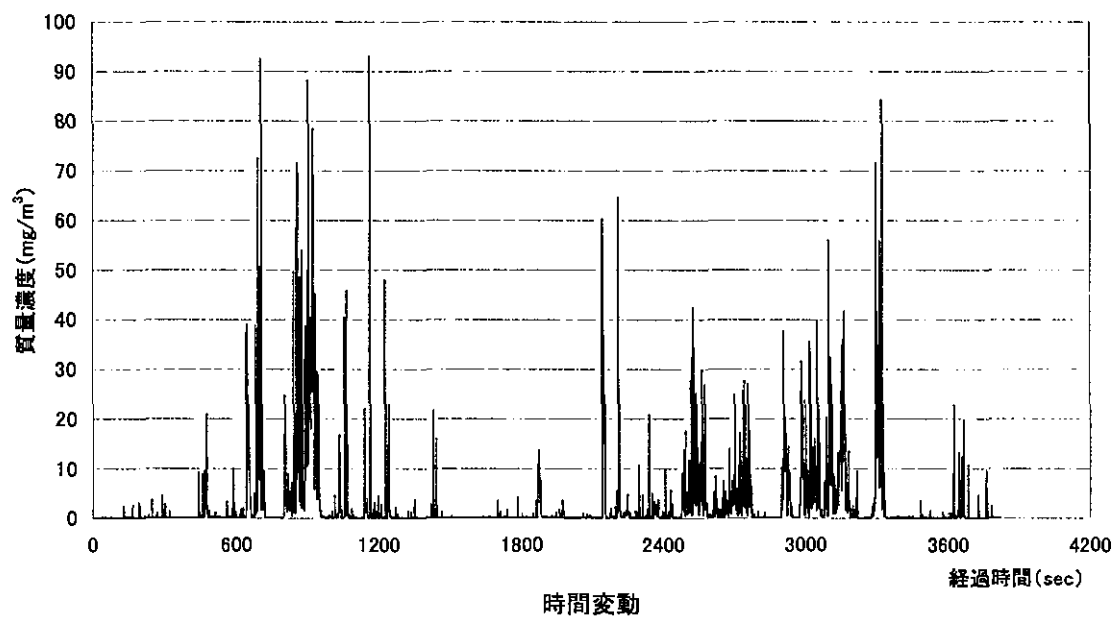
粉じんの作業環境の測定結果は、D-1：0.74mg/m³、D-3：3.74mg/m³であった。また、D-1は、粉じんの10分間平均濃度の推移の測定においても全ての時間帯において管理濃度未満を示していた。

D-1、D-3は同一作業員で、作業内容、作業密度も同様であったが、午前と午後の粉じん濃度に大きな差が認められた。この理由は、風向の変化、作業姿勢の差によるものと考えられることもできるが、その差を明確に理由づけることはできなかった。

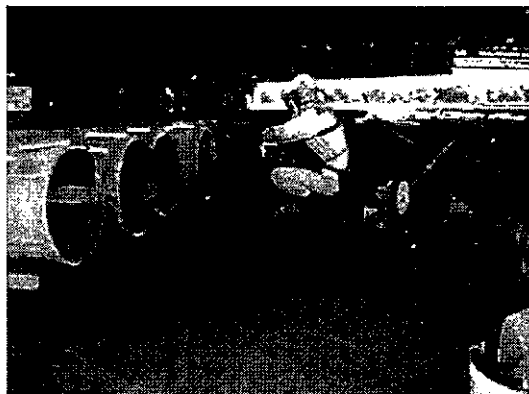
【D-1 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



【D-3 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



2) 吊金具溶接（炭酸ガス半自動アーク溶接）



中央：D-2



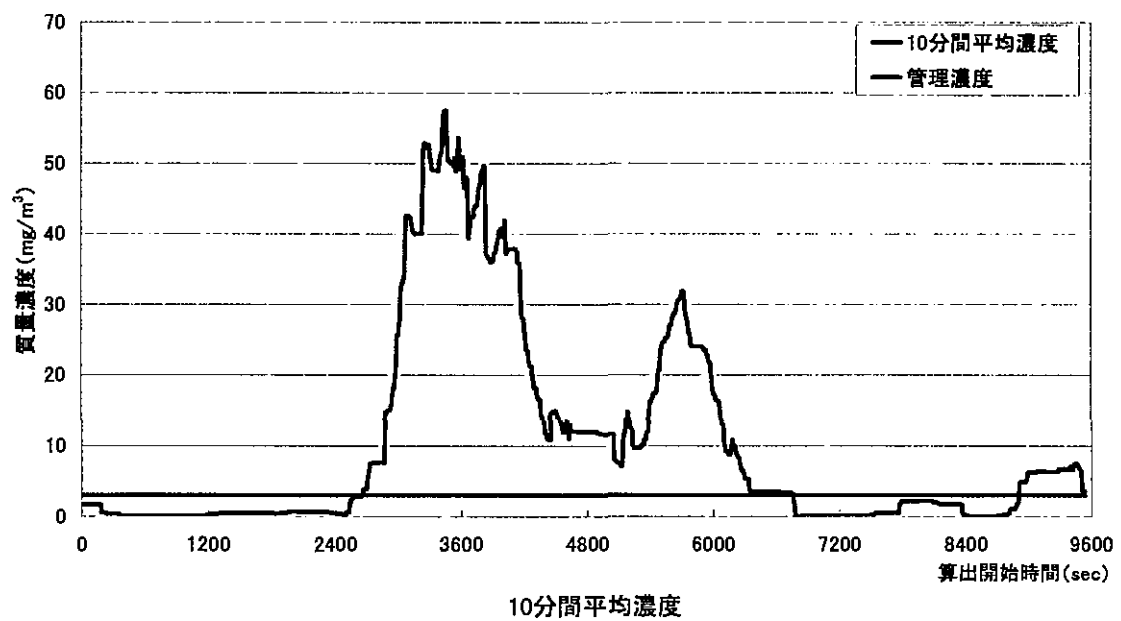
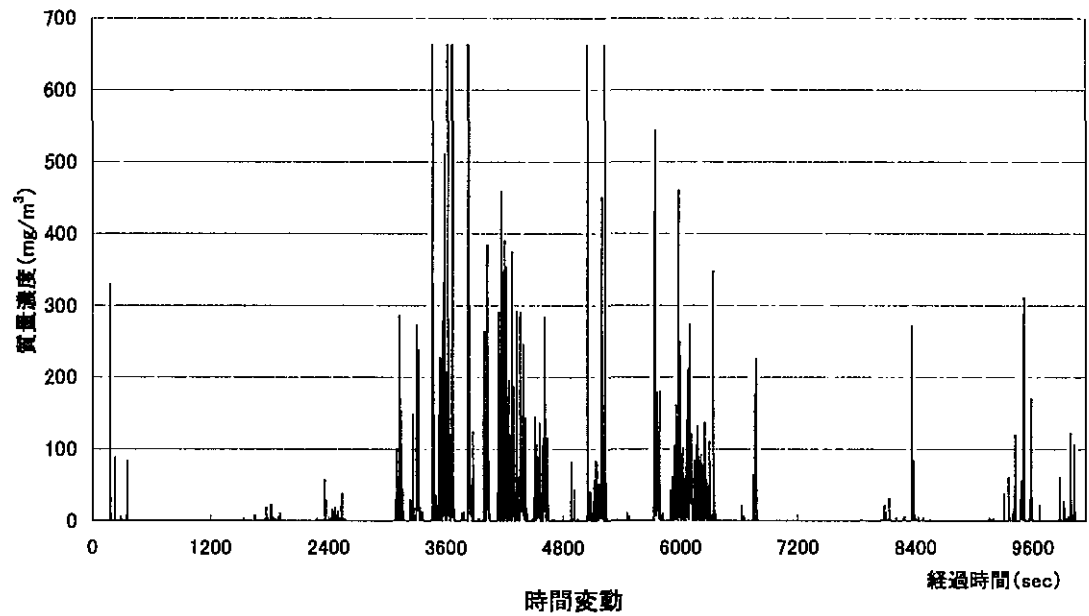
中央：D-2

2 側面開放の作業場所で、鋼管外面及び内側への吊金具の炭酸ガス半自動アーク溶接作業を対象に、1名の作業者について、個人サンプラーによる粉じんの作業環境の測定と粉じんの10分間平均濃度の推移の測定を行った。

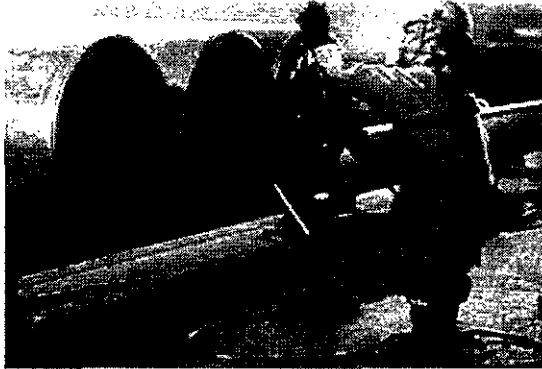
粉じんの作業環境の測定結果は $9.82\text{mg}/\text{m}^3$ と高い測定値を示し、10分間平均濃度の推移の測定では、測定時間帯の1/2弱の時間が管理濃度を大きく超えていた。

これは、溶接作業自体は間歇的であったが、溶接位置が低く、かがみ込み姿勢によりヒューム上昇気流がD-2作業者の呼吸位置に達したことがあったためである。また、気流方向が不安定で作業者位置が粉じんの発散源の風下に位置したこと等により、このような値が得られたものと考えられた。

【D-2 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



3) 端板仮付け溶接（被覆アーク溶接）



右手前：D-2



中央：D-2

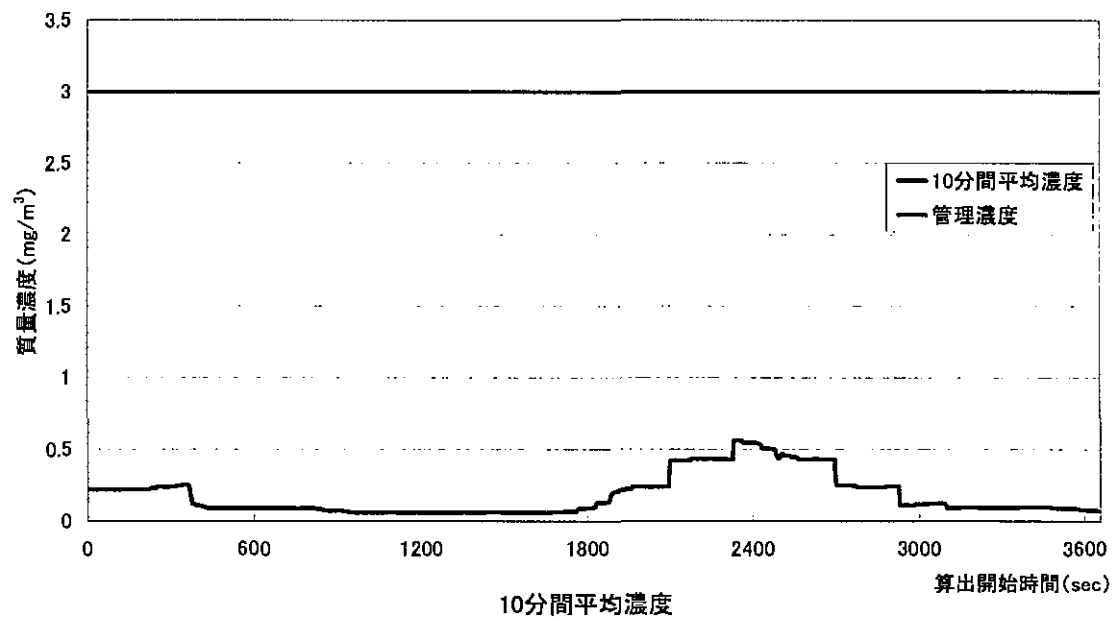
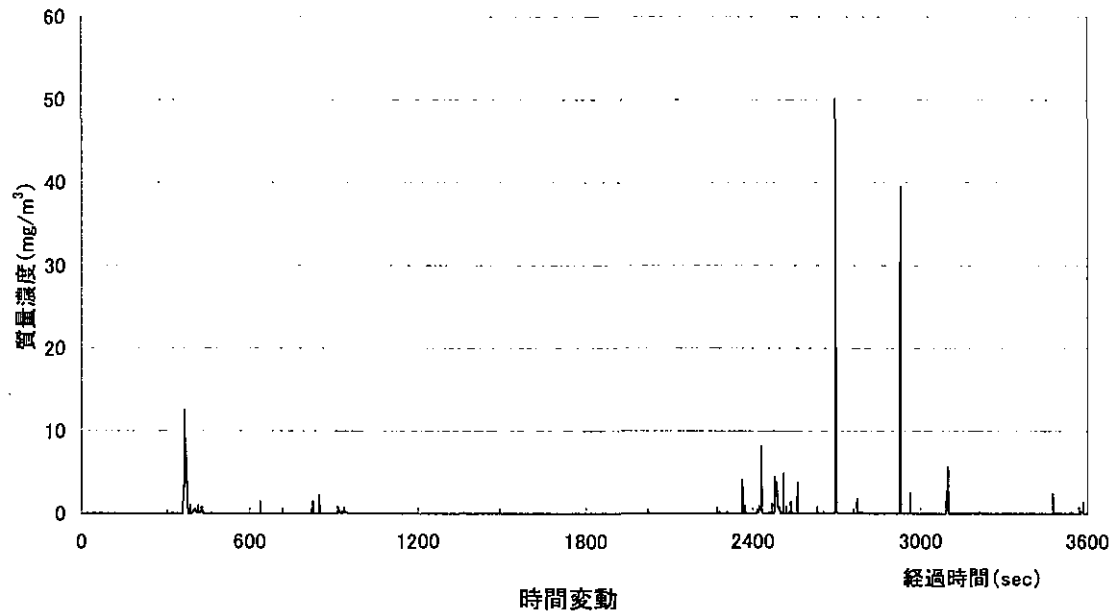
作業場所は全くの屋外で、鋼管への端板の被覆アーク溶接作業を対象に、延べ 2 名の作業者について、個人サンプラーによる粉じんの作業環境の測定と粉じんの 10 分間平均濃度の推移の測定を行った。

作業者は D-4、D-6 で、作業環境の測定結果は表 5 に示したとおりである。

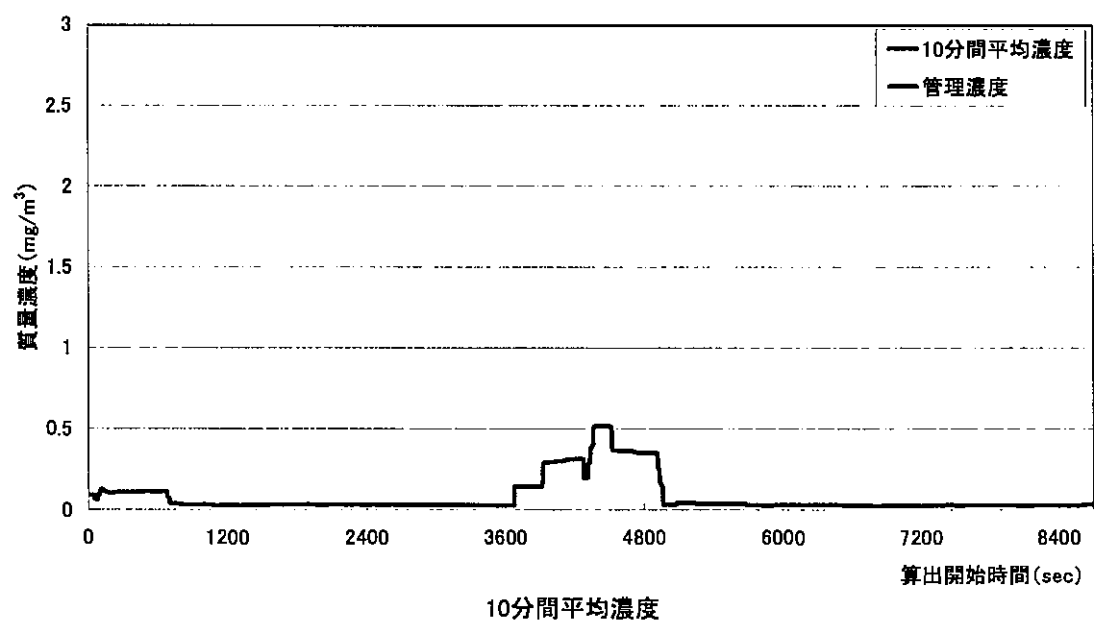
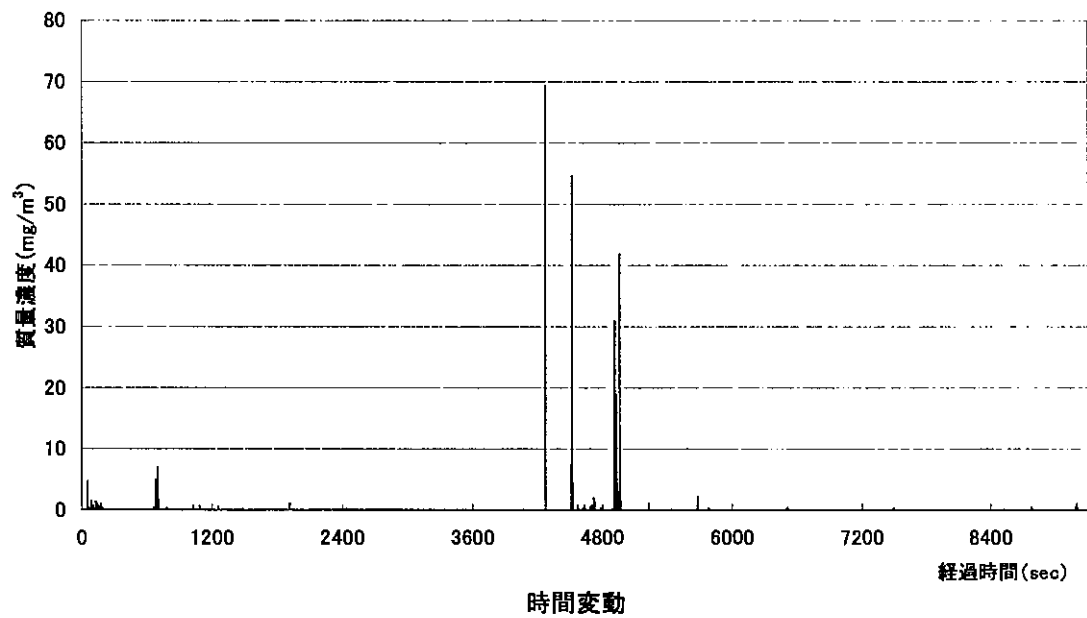
粉じんの作業環境の測定結果は、D-4： $0.17\text{mg}/\text{m}^3$ 、D-6： $0.08\text{mg}/\text{m}^3$ と低い値を示し、粉じんの 10 分間平均濃度による推移は両者ともに管理濃度を下回る値であった。

これは、被覆アーク溶接作業は端板の鋼管への仮付け溶接を目的としていたため、溶接作業自体は間歇的かつ短時間で、粉じん発生量が多くはなかったことが主たる要因として考えられた。

【D-4 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



【D-6 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



4) 鋼管溶接部の研ま（金属研ま）



右手前：D-5



中央：D-5



右手前：D-7

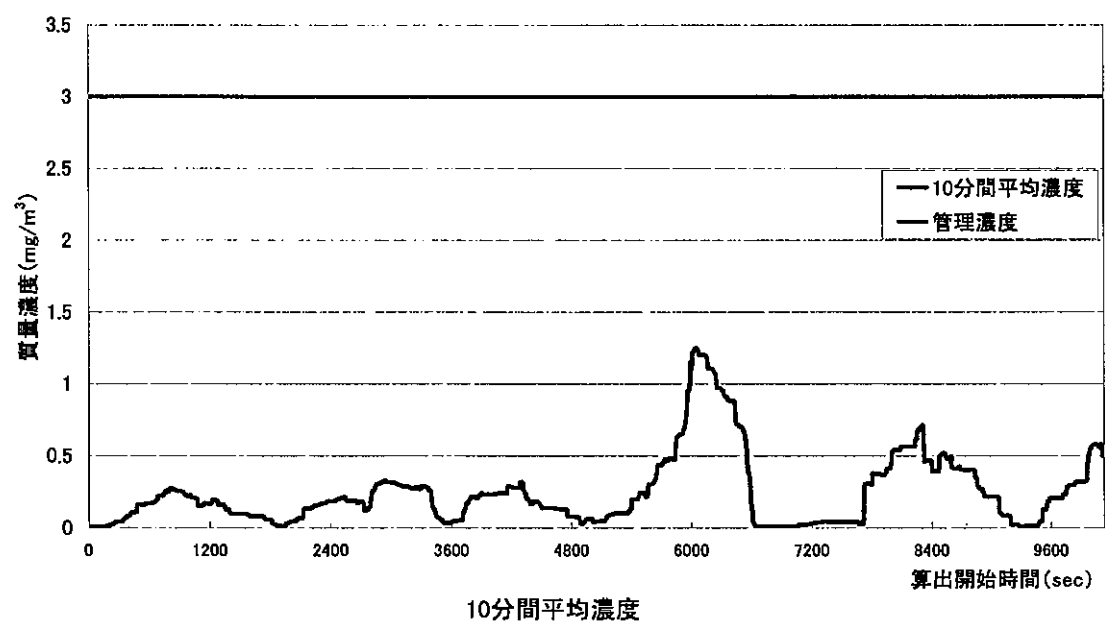
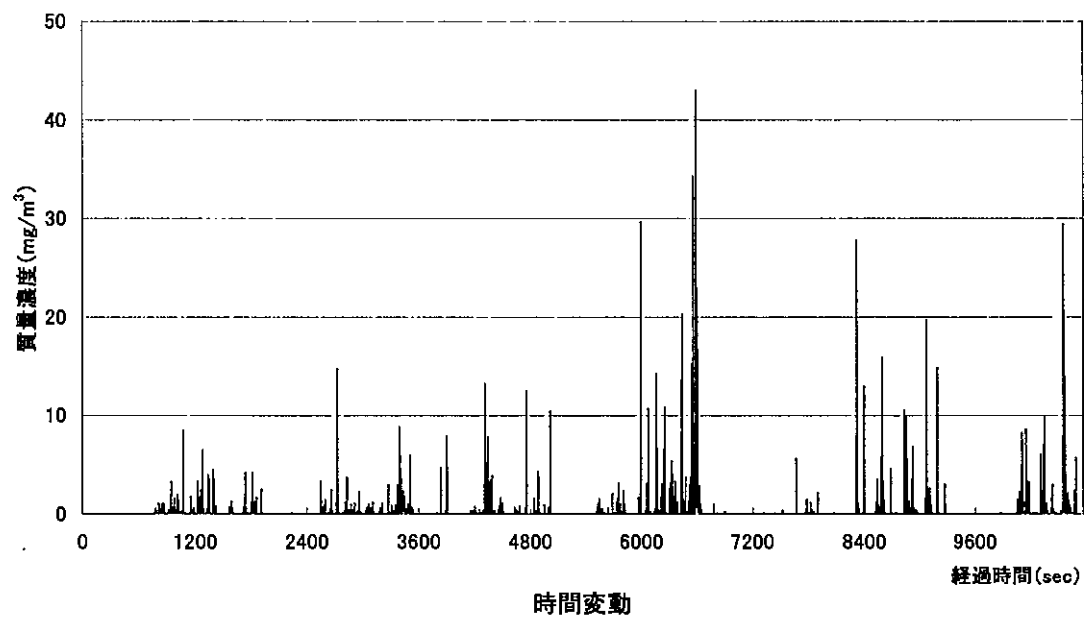
当該作業場所は屋外で、補強リング及び端板溶接部分の手持グラインダーによる仕上げ研ま作業を対象に、延べ 2 名の作業者について、個人サンプラーによる粉じんの作業環境の測定と粉じんの 10 分間平均濃度の推移の測定を行った。

作業者は D-5、D-7 で、作業環境の測定結果は表 5 に示したとおりである。

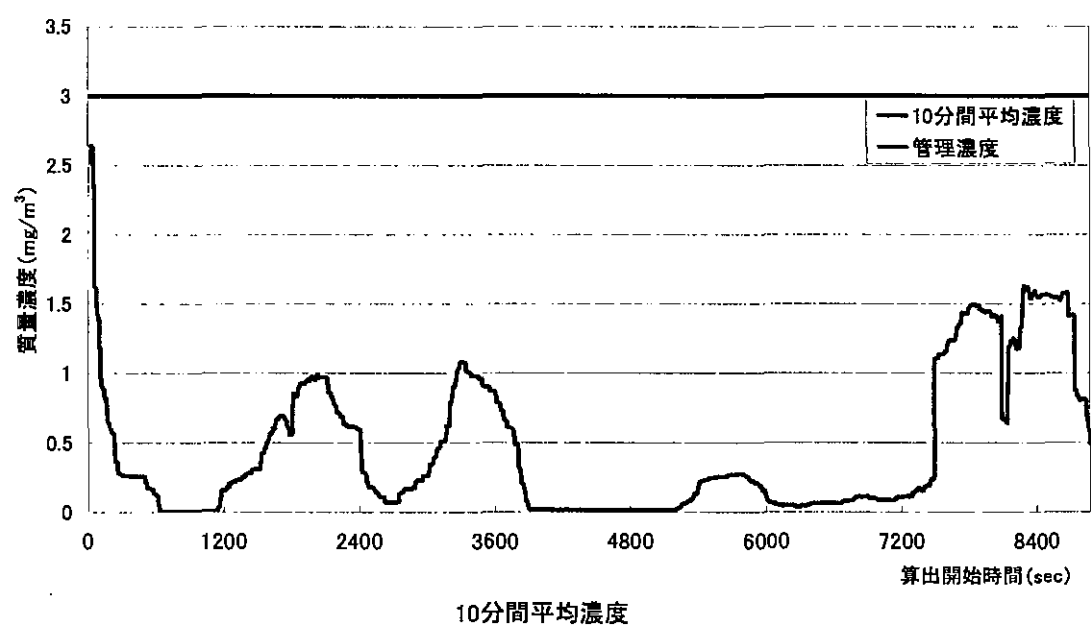
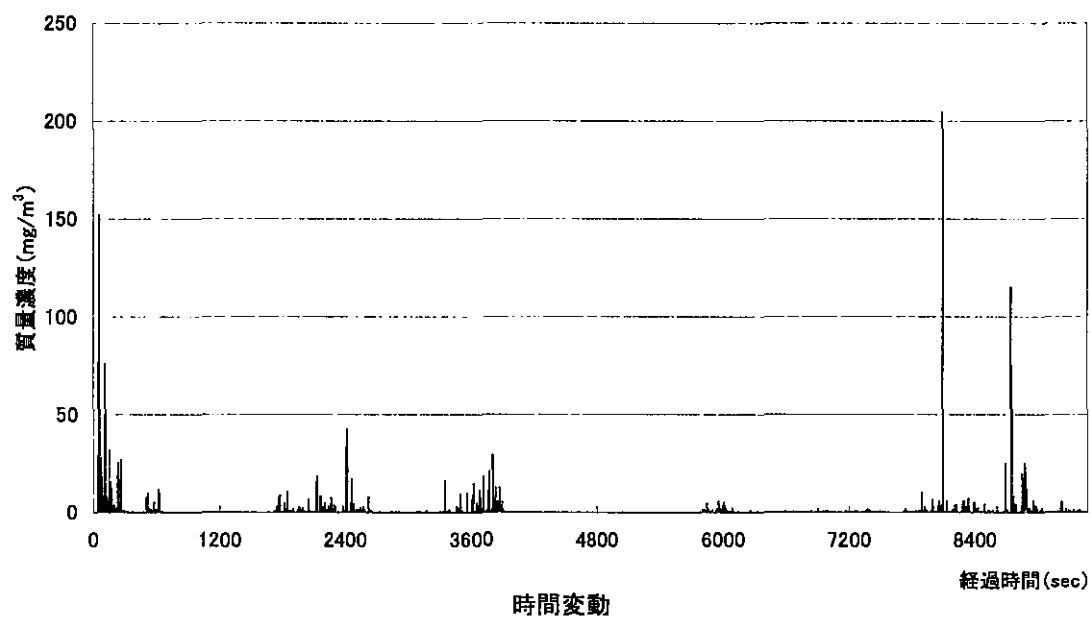
粉じんの作業環境の測定結果は、D-5： $0.25\text{mg}/\text{m}^3$ 、D-7： $0.56\text{mg}/\text{m}^3$ であった。また、粉じんの 10 分間平均濃度の推移の測定では全ての時間帯においても管理濃度を下回っていた。

これは、手持グラインダーによる研ま作業自体は極めて間歇的に行われていたこと、粉じんの発散量は多くなく、かつ粉じん径が比較的大きいと推測されること等によって、両者の粉じん濃度は管理濃度を下回る結果になったものと思われた。

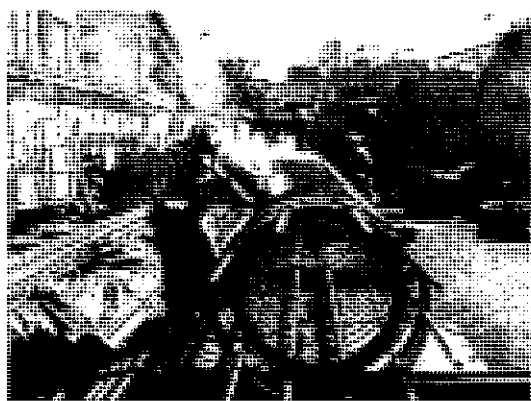
【D-5 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



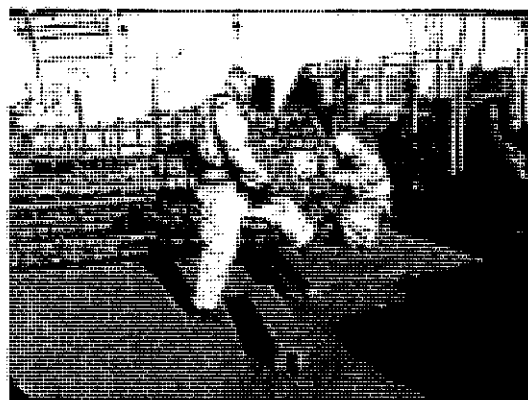
【D-7 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



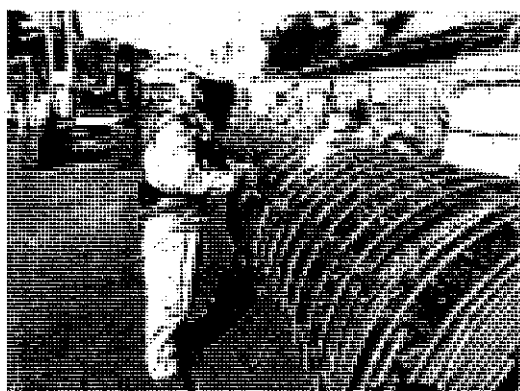
(6) 鉄筋かご組立溶接作業（被覆アーク溶接）



左手前：E-1、右奥：E-2



左手前：E-2、右奥：E-1



中央：E-4



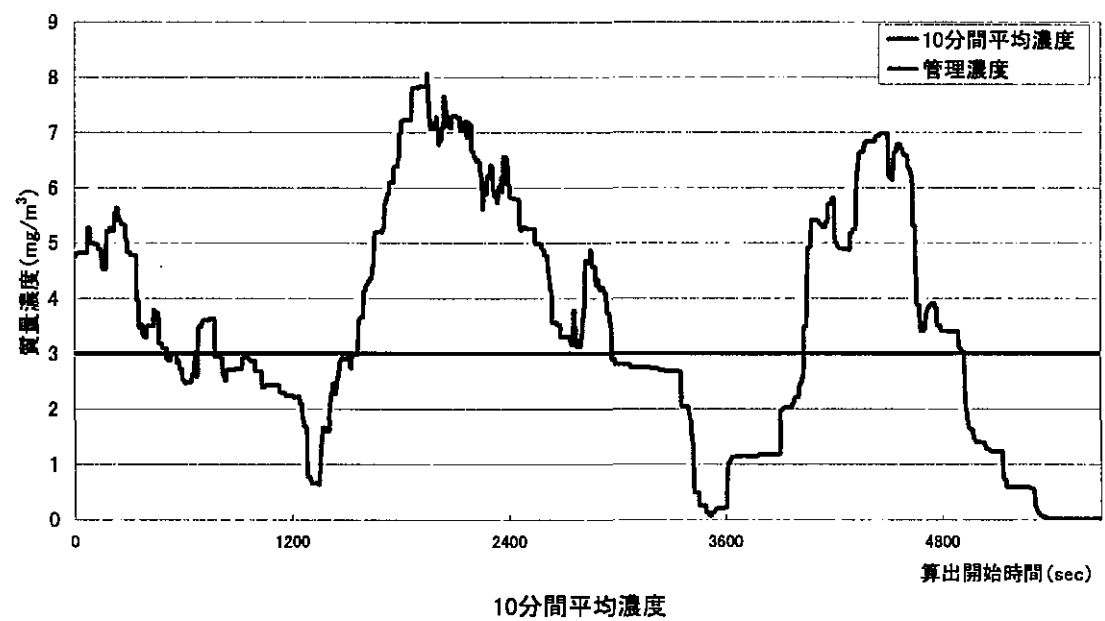
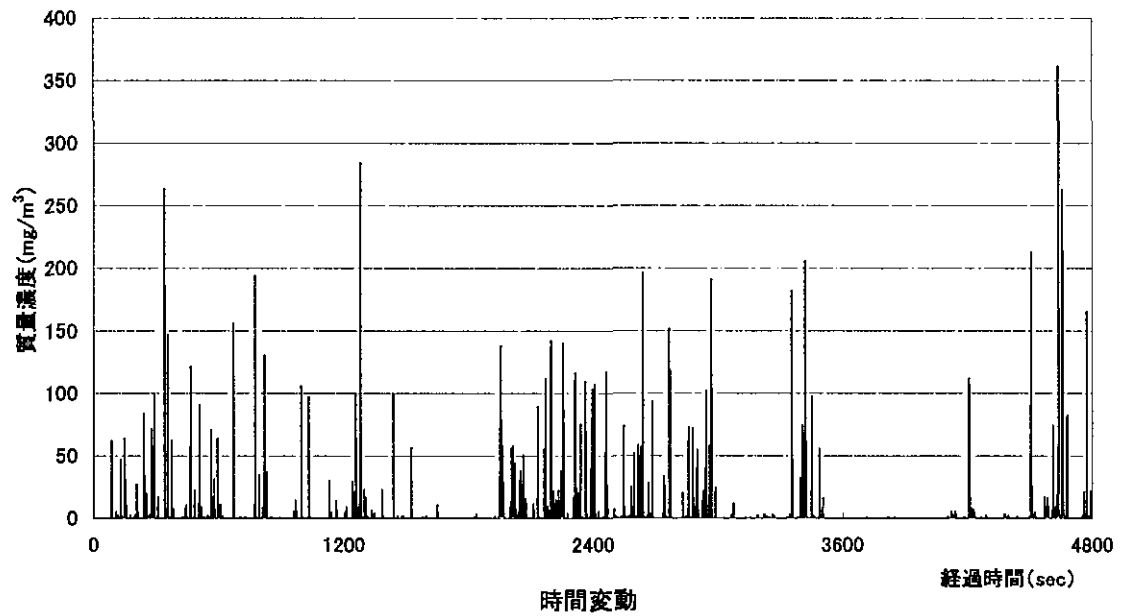
中央：E-3

屋外での基礎杭鉄筋かごの被覆アーク溶接による組立作業を対象に、延べ 4 名の作業員について、個人サンプラーによる粉じんの作業環境の測定と粉じんの 10 分間平均濃度の推移の測定を行った。作業環境の測定結果は表 5 に示したとおりである。

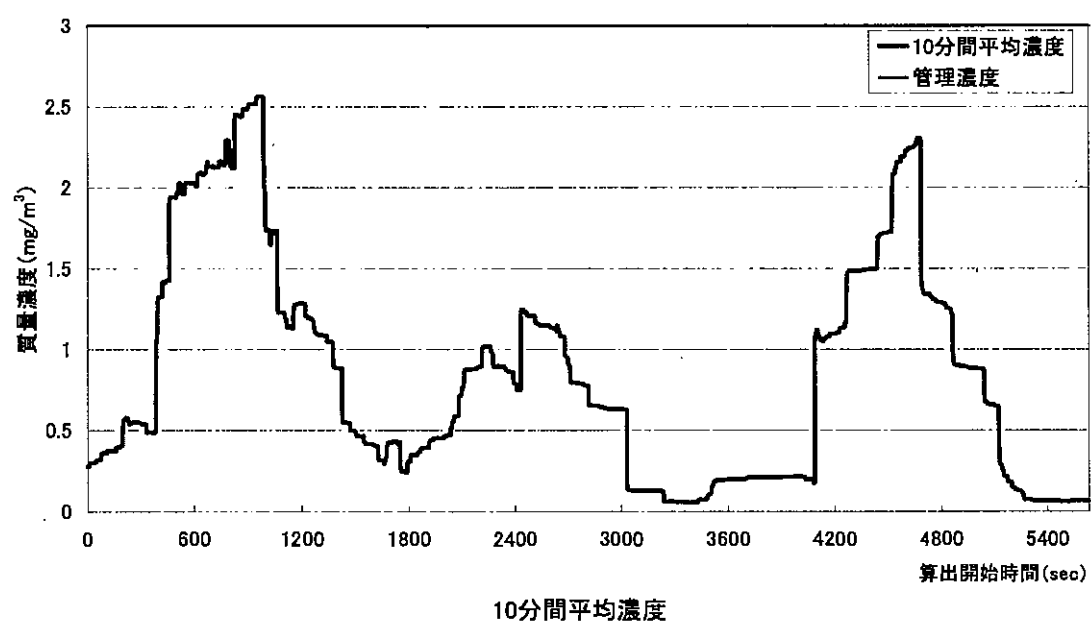
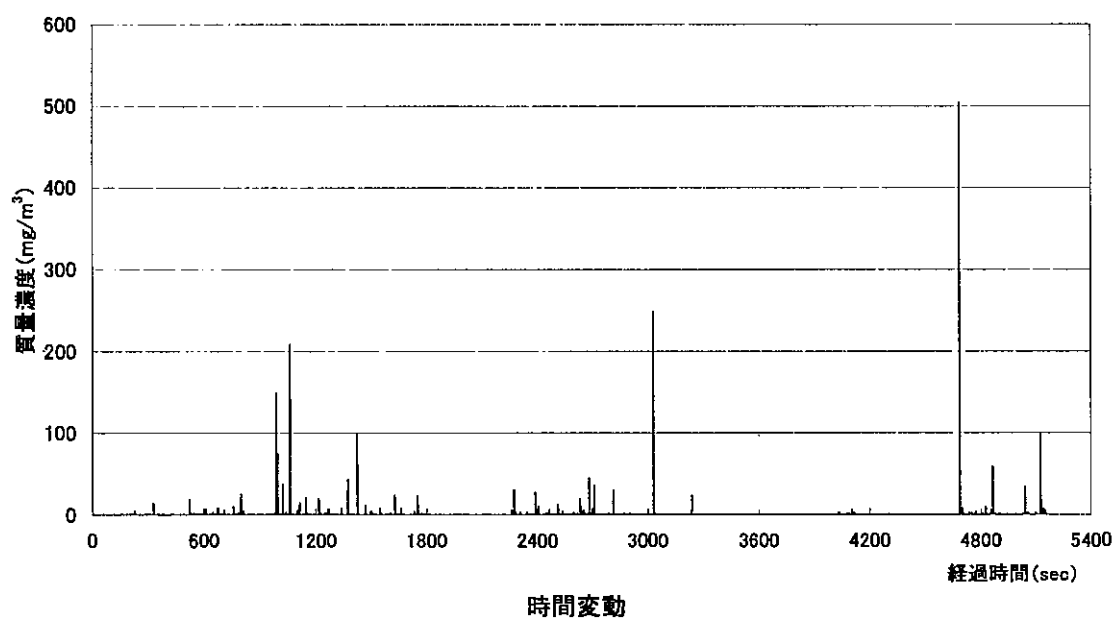
作業員は E-1、E-2、E-3、E-4 で、E-1、E-3 は同一作業員で、粉じんの作業環境の測定結果は午前・午後ともに $3.33\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $3.37\text{mg}/\text{m}^3$ と高い値を示し、粉じんの 10 分間平均濃度の推移の測定でも、測定時間帯のほぼ 1/2 で管理濃度を超えていた。

一方、E-2、E-4 も同一作業員で、午前・午後に行われた粉じんの作業環境の測定結果は $0.77\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $1.05\text{mg}/\text{m}^3$ と管理濃度を下回る値であった。しかし、E-4 は 10 分間平均濃度の測定において作業時間の一部で管理濃度を超えていた。この E-1、E-3 と E-2、E-4 の粉じん濃度の差異は、常態として E-1、E-3 作業員が風下、E-2、E-4 作業員が風上で溶接作業を行っていたためと思われた。

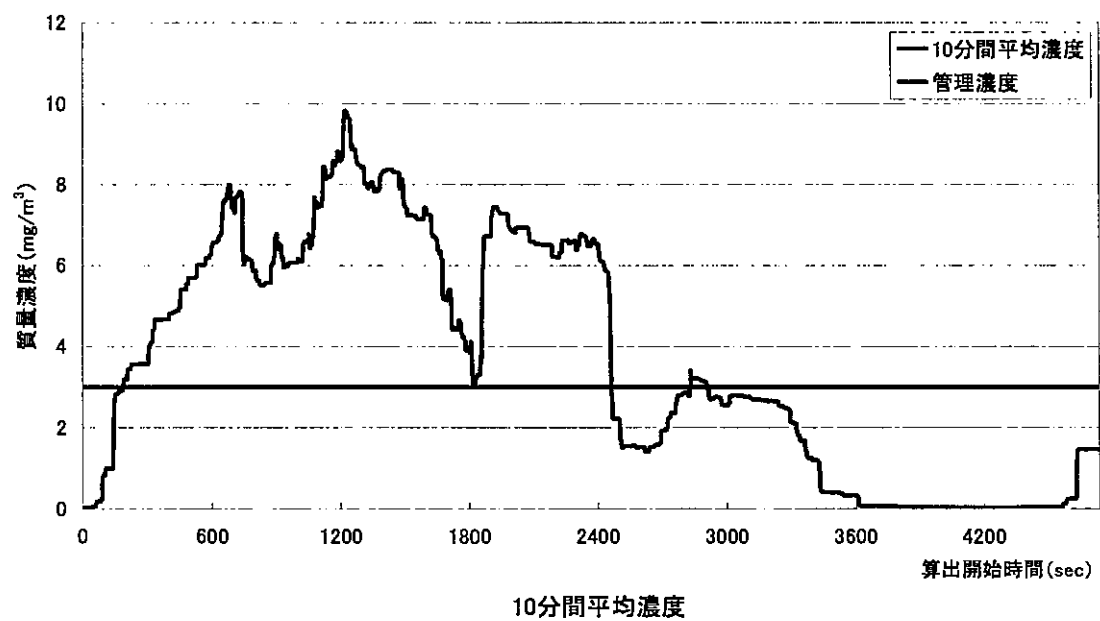
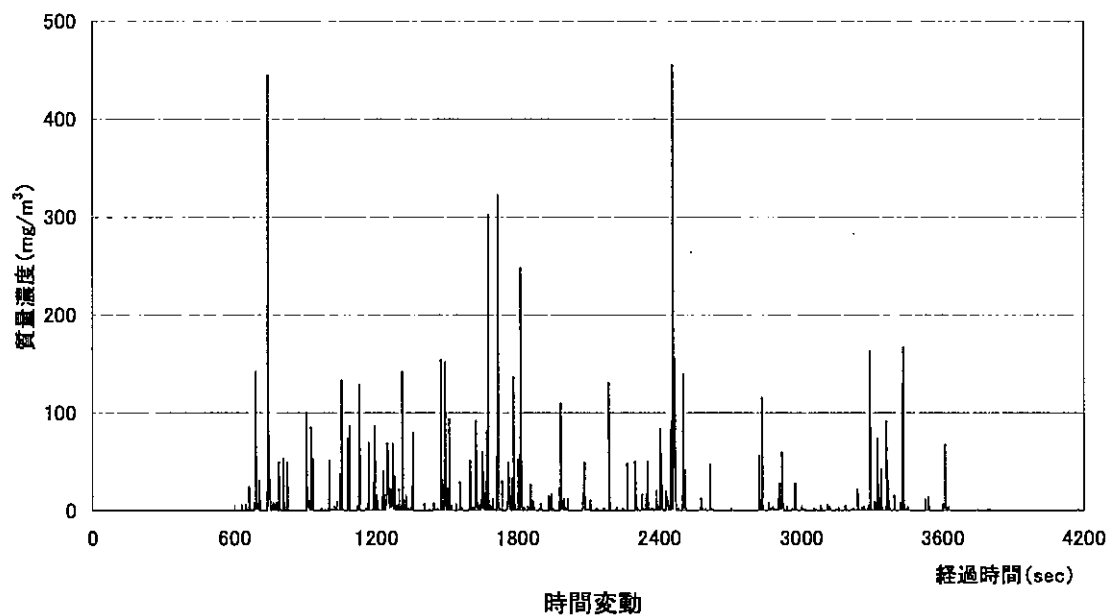
【E-1 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



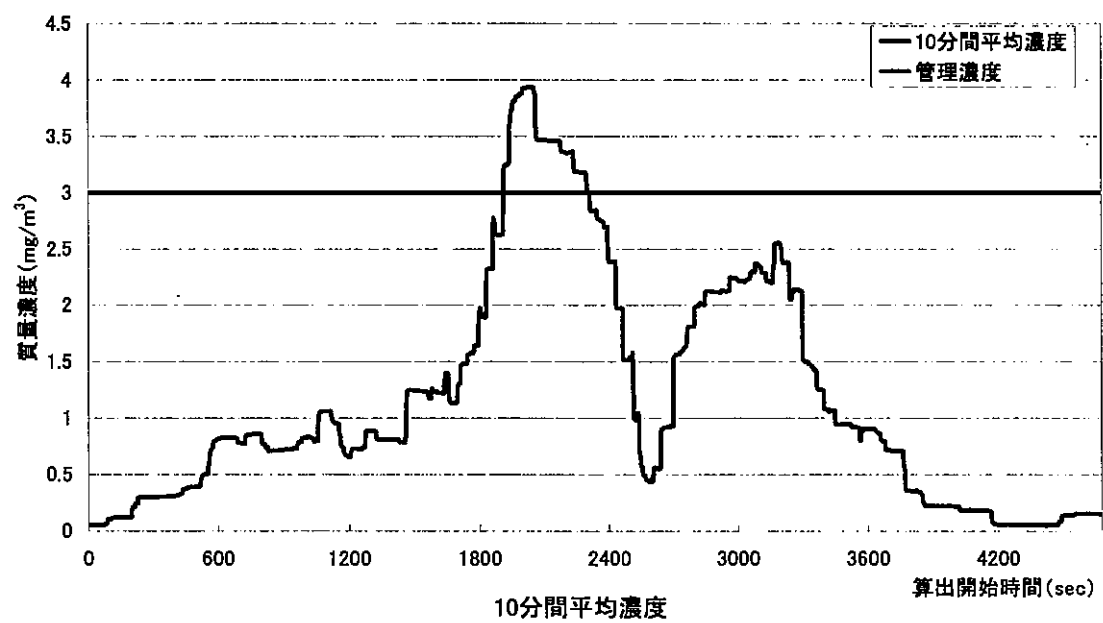
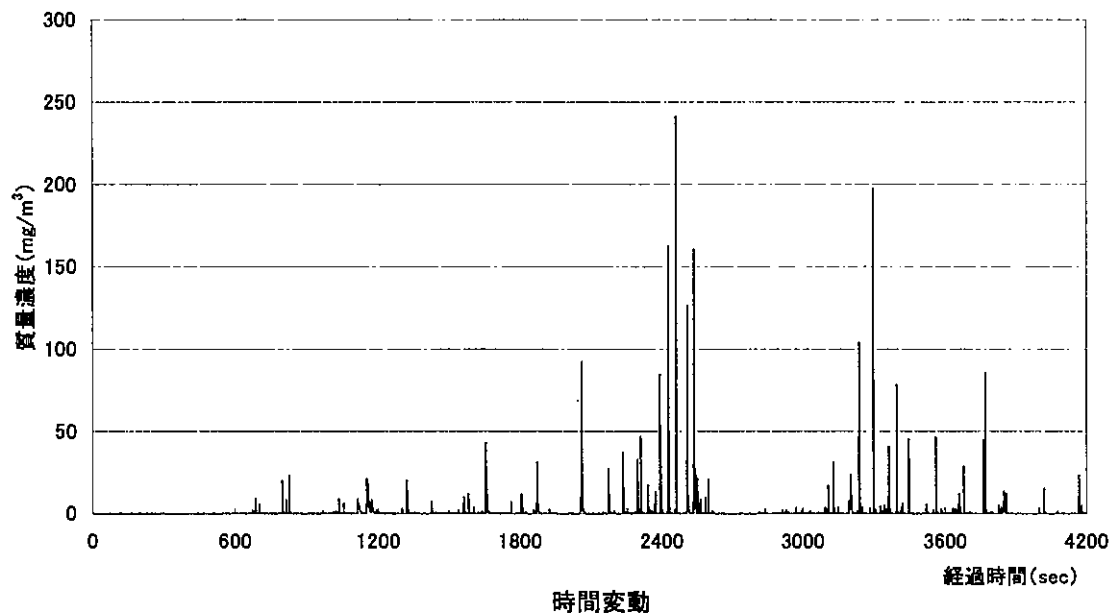
【E-2 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



【E-3 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



【E-4 の時間変動及び 10 分間平均濃度】



(7) 呼吸用保護具に関する聞き取り調査結果

呼吸用保護具に関する聞き取り調査結果を表7に示す。

表7. 呼吸用保護具に関する聞き取り調査結果

(n=21)

質問項目	回答	回答数 (%)
呼吸用保護具の種類	取替え式防じんマスク	19 (90.5)
	防毒マスク	1 (4.8)
	その他(ガーゼマスク)	1 (4.8)
現在、使用しているフィルター・吸収缶の使用期間	1週間以内	16 (76.2)
	1ヶ月以内	4 (19.0)
フィルター・吸収缶の交換の判断基準	汚れ	11 (52.4)
	息苦しさ	8 (38.1)
	一定の使用期間を決めている	7 (33.3)
マスクの弁・締め紐の点検・交換をしたことがあるか	ある	13 (61.9)
	ない	7 (33.3)
メリヤスカバーは使用しているか	使用してない	18 (85.7)
	使用している	2 (9.5)
マスクは常時つけているか、必要に応じてつけているか	常時	17 (81.0)
	必要に応じて	3 (14.3)
マスクの顔面への密着性を確認しているか	している	15 (71.4)
	してない	5 (23.8)
マスクはどこに保管しているか	個人のロッカー	13 (61.9)
	作業場内に放置	3 (14.3)
	マスク専用保管箱	2 (9.5)
	その他	7 (33.3)
マスクの選択や使用方法について会社から指導されたことがあるか	ある	14 (66.7)
	ない	6 (28.6)

3. 調査結果のまとめ

(1) アーク溶接作業の粉じん濃度

今回は、広義のアーク溶接として炭酸ガスアーク溶接、被覆アーク溶接、サブマージアーク溶接について、各々の作業時の粉じんの作業環境の測定を行い、その結果を表5にまとめた。

作業環境の測定の結果、炭酸ガスアーク溶接が被覆アーク溶接より粉じん濃度が高かったのは、溶接方法の特性により炭酸ガスアーク溶接は連続性が高く、長時間の溶接作業であったが、被覆アーク溶接作業は間歇的で短時間であったためと考えられた。

なお、サブマージアーク溶接の粉じん濃度は管理濃度を大きく下回る値であった。サブマージ溶接は、溶接の部位のメカニズムから、溶接時の粉じん発生は高いものではなく、特記すべき知見は認められなかった。

また、炭酸ガスアーク溶接と被覆アーク溶接で粉じん濃度が低い者や粉じんの10分間平均濃度が測定時間内に管理濃度を超えることのなかった者は、両作業ともに作業が短時間であったり、極めて間歇的な作業であったことが主たる理由と考えられた。同時に、作業位置が粉じん発生源に対して風上に位置すること、アーク溶接部からの上昇気流内に呼吸位置が立入らない作業姿勢であったこと等も寄与していると考えられた。

一方、粉じん濃度が高い値を示した者に共通している条件は、作業密度（時間）が高いこと、防災シートでの風雨除け養生内における作業、雨除け天幕内や船体ブロック内では粉じんが短時間で高濃度に達し、比較的長い時間滞留することが理由として考えられた。その他には、粉じん発生源を覆い囲むような作業姿勢と不安定な風向により予想外に風下に位置するなど、屋外作業場でのアーク溶接時間が短時間であっても、高い濃度の粉じんにばく露されるリスクが高いものと考えられた。

屋外作業場での被覆アーク溶接作業の特徴として、仮付け溶接のように極めて短時間かつ間歇的な作業では、粉じん濃度が上昇することはないと考えられた。また、被覆アーク溶接のみではなく、溶接作業全般について言えることであるが、E事業場のE-1、E-3作業者とE-2、E-4作業者は同一時間帯にほぼ同一時間の被覆アーク溶接作業を行っていた。粉じん濃度は前者では $3.33\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $3.37\text{mg}/\text{m}^3$ で10分間平均濃度も作業時間の約1/2の時間帯で管理濃度を超えていた。しかし、後者では粉じん濃度が $0.77\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $1.05\text{mg}/\text{m}^3$ で、E-4作業者の1部時間帯を除いて10分間平均濃度も管理濃度を下回る値であった。この差異は、前者が発生源の風下、後者が風上位置で作業を行ったためによるものである。

(2) 研ま作業の粉じん濃度

本調査では、金属型枠の研ま 1 例、コンクリート研ま 2 例、鋼管溶接部の研ま 2 例について、粉じんの作業環境の測定と粉じんの 10 分間平均濃度の推移の測定を行ったが、いずれの作業とも粉じん濃度は高くはなく、粉じんの 10 分間平均濃度の値は測定時間の全てで管理濃度を超えるものではなかった。

これは、金属板及び鋼管の研ま作業自体からの粉じん発生が少なく、かつ、研ま粉じんの粒子径は比較的大きく、運動エネルギーによる作業者前方への飛散と、粒子の空気中での浮遊時間が短いことによるものと思われた。

しかし、コンクリート製品の内面研まは、粉じんの発生量は著しいが、粉じんが内面に閉じ込められ風下側に流出することにより、作業者位置での粉じん濃度が抑制されていたものと思われる。従って、風下側パイプ開口面では、非常に高い粉じん濃度が観察された。

(3) 屋内と屋外におけるアーク溶接作業時の粉じん濃度

平成 19 年度には屋内作業場におけるアーク溶接作業時の粉じん濃度を測定し、本年度は屋外作業場でのアーク溶接作業について同様の調査を行った。

その結果は、表 5、表 6、及び図 1 にまとめたとおりで、アーク溶接という括りで屋内と屋外の作業環境の測定結果の分布と平均値（屋内；最小：0.16mg/m³、平均：4.22mg/m³、最大：27.11mg/m³、標準偏差：6.95mg/m³、屋外；最小：0.08mg/m³、平均：6.49mg/m³、最大：57.13mg/m³、標準偏差：11.41mg/m³）をみると、屋外でのアーク溶接作業時の粉じん濃度は屋内でのアーク溶接作業に比較して、やや高い傾向にあると考えられた。

屋内作業場におけるアーク溶接作業と屋外作業場でのアーク溶接作業との粉じんばく露濃度に及ぼす影響要因の差は、前者に局所排気装置、全体換気装置が設置・稼動していることが多く、屋内の粉じん濃度は比較的制御されていると考えられた。また、屋内の作業場の気流は微弱でかつほぼ一定方向で、粉じん発生源の風下側でのばく露機会は抑制されているといえた。

(4) 呼吸用保護具の使用に関する聞き取り調査

粉じんばく露濃度の調査対象となった作業員 21 名に対し、調査時に着用していた呼吸用保護具の使用、保守管理状況等について聞き取り調査を行った(表 7)。

調査項目は以下の 9 項目である。

- 1) 呼吸用保護具の種類について
- 2) 使用しているフィルターの使用期間について
- 3) フィルターの交換の判断基準について
- 4) 呼吸用保護具の弁・締め紐の点検、交換について
- 5) メリヤスカバーの使用について
- 6) 呼吸用保護具の着用時について
- 7) 呼吸用保護具の顔面への密着性について
- 8) 呼吸用保護具の保管場所について
- 9) 呼吸用保護具の選択や使用方法に関する事業場からの指導について

調査の結果、取替え式防じんマスクを着用している作業員は 19 名(91%)であった。防毒マスクの使用が 1 名に見られたが、これは金属研ま作業と塗装作業を並行して行っていたためであり、吸収缶はフィルタ付きの「有機ガス・粉じん用」を使用していた。

フィルタの使用期間や交換の判断基準については、全員が汚れや息苦しさで判断しており、半数以上の者(67%)が毎日交換するとの回答を得た。

弁や締め紐については半数以上(62%)の者が点検及び交換を行っており、古くなったら呼吸用保護具ごと取り替えるという回答も 4 名(19%)から得られた。

メリヤスカバーに関しては、調査対象の事業場全てにおいて、原則使用を禁じているが、2 名(10%)が汗をかくため使用しているとの回答を得た。

調査対象とした作業員のいずれもが、溶接作業を行う際には確実に呼吸用保護具を着用しており、着用時に顔面への密着性を確認する等、適正に使用していること。保管場所については、作業場内に放置する者が 3 名(14%)にみられたが、ほとんど(71%)が個人のロッカーあるいはマスク専用保管箱に保管しており、適正な保守管理が行われていることがわかった。

聞き取り対象は大規模事業場で、いずれの事業場も呼吸用保護具について高い関心を持つ事業者をはじめ、衛生管理担当者や作業員等が積極的に呼吸用保護具の適正な取り扱いと管理について、指導・啓発・遵守されていた。ただし、これは限られた聞き取り対象であったため、溶接作業場を持つ全ての事業場が同様の傾向にあるとは断定できなかった。

(5) まとめ

屋外におけるアーク溶接作業において、作業環境の測定値の粉じん濃度の平均値は $6.49\text{mg}/\text{m}^3$ で、管理濃度を超えるアーク溶接作業者は、25 名中 14 名 (56%) であった。同様に、炭酸ガスアーク溶接に限ってみると、17 名中 12 名 (71%) の管理濃度を超える者が認められた。

粉じんの 10 分間平均濃度が測定時間帯の 1 部でも管理濃度を超えるアーク溶接作業者は 25 名中 11 名 (44%) であった。同様に、炭酸ガスアーク溶接に限ってみると、17 名中 8 名 (47%) の管理濃度を超える者が認められた。主たる要因は下記のとおりにまとめることができた。

- ① 半自動、全自動炭酸ガスアーク溶接共に溶接作業時間が長いこと。
- ② かがみ込み等、ヒュームの上昇気流内に呼吸器が位置する作業姿勢をとること。
- ③ 屋外作業場では、気流の方向が一定ではなく、時として粉じん発生源の風下側に位置すること。
- ④ 屋外作業場といえども、船体ブロック内、風雨除け養生内等の狭小な空間内の作業では気中粉じん濃度が容易に上昇すること。

また、屋外での手持ち工具による金属等の研ま作業では、延べ 5 名の粉じんの作業環境の測定結果は低く、10 分間平均濃度の推移の測定による測定時間中の粉じん濃度が短時間でも管理濃度を超えるものは認められなかった。

これは、以下の理由によるものと考えられた。

- ① 研ま粉じんは、砥石等の回転運動で作業前方へ飛散すること。
- ② 研ま粉じんは、粒子径が大きく長時間空気中に浮遊しないこと。
- ③ 研ま粉じんは、“吸入性粉じん/総粉じん”の値が小さいこと。
- ④ パイプ内面の研ま作業では、研ま粉じんが密閉空間に閉じ込められ、風下となる開口部では粉じん濃度が高くなること。

参 考 資 料

屋外作業場等における作業環境管理に関するガイドラインについて

基発第0331017号
平成17年3月31日

都道府県労働局長 殿

厚生労働省労働基準局長

屋外作業場等における作業環境管理に関するガイドラインについて

労働安全衛生法(昭和47年法律第57号)等に基づき、屋内作業場等について行う作業環境測定及びその結果の評価に基づく作業環境管理については、労働者の健康確保のための手法として定着し、重要な役割を果たしているところである。しかしながら、屋外作業場等については、屋内作業場等と同様に有害物質等へのばく露による健康障害の発生が認められているものの、屋外作業場等に対応した作業環境の測定の結果の評価手法が確立されていないことから、適切な作業環境管理が行われていない現状にある。

このため、労働安全衛生法第6条に基づき、平成15年3月24日に策定された第10次労働災害防止計画においては、屋外作業場における有害な化学物質へのばく露の低減を図ることが重点事項とされており、屋外作業場等の作業環境を的確に把握し、その結果に基づいた作業環境の管理を推進する必要がある。

今般、別添1のとおり「屋外作業場等における作業環境管理に関するガイドライン」を策定したので、関係事業者に対し、本ガイドラインの周知徹底を図るとともに、本ガイドラインによる屋外作業場等における作業環境管理の推進に努められたい。

なお、関係団体に対し、別添2のとおり要請を行ったので、了知されたい。

別添1

屋外作業場等における作業環境管理に関するガイドライン

1 趣旨

本ガイドラインは、有害な業務を行う屋外作業場等について、必要な作業環境の測定を行い、その結果の評価に基づいて、施設又は設備の設置又は整備その他の適切な措置を講ずることにより、労働者の健康を保持することを目的とする。

なお、本ガイドラインは、有害な業務を行う屋外作業場等について、事業者が構すべき原則的な措置を示したものであり、事業者は、本ガイドラインを基本としつつ、事業場の実態に即して、有害な業務を行う屋外作業場等における労働者の健康を保持するために適切な措置を積極的に講ずることが望ましい。

2 屋外作業場等における作業環境管理の基本的な考え方

屋外作業場等においては、屋内作業場等と同様に有害物質等へのばく露による健康障害の発生が認められているため、屋外作業場等の作業環境を的確に把握し、その結果に基づいた作業環境の管理が求められているところである。

しかしながら、屋外作業場等については、自然環境の影響を受けやすいため作業環境が時々刻々変化する事が多く、また、作業に移動を伴うことや、作業が比較的短時間であることも多いことから、屋内作業場等で行われている定点測定を前提とした作業環境測定を用いることは適切でないと考えられ、屋外作業場等における作業環境の測定は、一部の試験的な試みのほかは実施されていなかったところである。

厚生労働省では、屋外作業場等の作業環境の測定及びその結果の評価に基づく適正な管理のあり方について調査検討を進めてきたところであるが、今般、「屋外作業場等における測定手法に関する調査研究委員会報告書」がまとめられ、屋外作業場等については個人サンプラー（個人に装着することができる試料採取機器をいう。以下同じ。）を用いて作業環境の測定を行い、その結果を管理濃度の値を用いて評価する手法が提言されたところである。屋外作業場等における作業環境管理を行うには、この手法が現在では最も適当であることから、今後は、この手法による作業環境管理の推進を図ることとしたものである。

3 作業環境の測定の対象とする屋外作業場等

屋外作業場等とは、労働安全衛生法等において作業環境測定の対象となっている屋内作業場等以外の作業場のことであり、具体的には、屋外作業場（建物の側面の半分以上にわたって壁等の遮へい物が設けられておらず、かつ、ガス・粉じん等が内部に滞留するおそれがない作業場を含む。）のほか、船舶の内部、車両の内部、タンクの内部、ピットの内部、坑の内部、ずい道の内部、暗きょ又はマンホールの内部等とする。

測定は、以下の屋外作業場等であって、当該屋外作業場等における作業又は業務が一定期間以上継続して行われるものについて、行うものとする。なお、「一定期間以上継続して行われる」作業又は業務には、作業又は業務が行われる期間が予定されるもの、1回当たりの作業又は業務が短時間であっても繰り返し行われるもの、同様の作業又は業務が場所を変えて（事業場が異なる場合も含む。）繰り返し行われるものを含むものとする。

(1)土石、岩石、鉱物、金属又は炭素の粉じんを著しく発散する屋外作業場等で、常時特定粉じん作業（粉じん障害予防規則（昭和54年労働省令第18号）第2条第1項第3号の特定粉じん作業をいう。以下同じ。）が行われるもの

(2)労働安全衛生法施行令（昭和47年政令第318号。以下「令」という。）別表第3第1号若しくは第2号に掲げる特定化学物質を製造し、若しくは取り扱う屋外作業場等又は石綿等（令第6条第28号の石綿等をいう。）を取り扱い、若しくは試験研究のため製造する屋外作業場等（（5）に掲げるものを除く。）

(3)全別表第4第1号から第8号まで、第10号又は第16号に掲げる鉛業務（遠隔操作によって行う隔離室におけるものを除く。）を行う屋外作業場等

(4)全別表第6の2第1号から第47号までに掲げる有機溶剤業務（有機溶剤中毒予防規則（昭和47年労働省令第36号）第1条第1項第6号の有機溶剤業務をいう。）のうち、同規則第3条第1項の場合における同項の業務以外の業務を行う屋外作業場等（（5）に掲げるものを除く。）

(5)労働安全衛生法第28条第3項の規定に基づき厚生労働大臣が定める化学物質（平成3年労働省告示第57号）に定められた化学物質について、労働安全衛生法第28条第3項の規定に基づく健康障害を防止するための指針に基づき、作業環境の測定等を行うこととされている物を製造し、又は取り扱う屋外作業場等

（注）(1)から(4)までは、令第21条第1号、第7号、第8号及び第10号中「屋内作業場」を「屋外作業場等」とし、省令に委任されている内容を明確化したものである。この場合において、特定粉じん作業の定義の中に「屋内」等の語が含まれるものがあるが、適宜「屋外」等と読み替えるものとする。

ただし、上記(1)の作業又は業務のうち、ずい道等建設工事の粉じんの測定については、平成12年12月26日付け基経第768号の2「ずい道等建設工事における粉じん対策に関するガイドライン」第3の4(1)に示されている「粉じん濃度等の測定」による。

4 作業環境の測定の実施

測定は、以下に定めるところにより、屋外作業場等において取り扱う有害物質の濃度が最も高くなる作業時間帯において、高濃度と考えられる作業環境下で作業に従事する労働者に個人サンプラーを装着して行う。測定の実施には、個人サンプラーの取扱い等について専門的な知識・技術を必要とすることから、作業環境測定士等の専門家の協力を得て実施することが望ましい。

(1)測定頻度

測定は、作業の開始時及び1年以内ごとに1回、定期に行うこと。ただし、原料、作業工程、作業方法又は設備等を変更した場合は、その都度その直後に1回測定すること。

(2)測定方法

ア 測定点

測定の対象となる物質を取り扱う労働者は、その周辺にいる労働者よりも高濃度の作業環境下で作業に従事していると考えられることから、測定点は、当該物質を取り扱う労働者全員の呼吸域(鼻又は口から30cm以内の複元、胸元又は帽子の縁をいう。以下同じ。)とし、当該呼吸域に個人サンプラーを装着すること。ただし、作業環境測定士等の専門家の協力を得て実施する場合には、その専門家の判断により測定点の数を減らすことができる。

イ 測定時間

測定点における試料空気採取時間は、別表第1に掲げる管理濃度又は基準濃度(以下「管理濃度等」という。)の10分の1の濃度を精度良く測定でき、かつ、生産工程、作業方法、当該物質の発散状況等から判断して、気中濃度が最大になる時間帯を含む10分間以上の継続した時間とすること。

ウ 試料採取方法及び分析方法

試料採取方法及び分析方法は、測定の対象となる物質の種類に応じて作業環境測定基準(昭和51年労働省告示第46号)に定める試料採取方法及び分析方法とすること。ただし、上記3の(5)に係る化学物質の試料採取方法及び分析方法は、別表第2に掲げる物の種類に応じて、同表中欄に掲げる試料採取方法又はこれと同等以上の性能を有する試料採取方法及び同表右欄に掲げる分析方法又はこれと同等以上の性能を有する分析方法とすること。

なお、拡散式捕集方法(パッシブサンプラー)等の他の方法であっても、管理濃度等の10分の1の濃度を精度良く測定できる場合は、当該方法によることができる。

5 作業環境の測定の結果及びその評価並びに必要な措置

(1)作業環境の測定の結果及びその評価に基づく必要な措置については、衛生委員会等において調査審議するとともに、関係者に周知すること。

(2)作業環境の測定の結果の評価は、各測定点ごとに、測定値と管理濃度等とを比較して、測定値が管理濃度等を超えるか否かにより行うこと。

評価の結果、測定値が管理濃度等を1以上の測定点で超えた場合には、次の措置を講ずること。

ア 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、当該場所の測定値が管理濃度等を超えないようにすること。

イ 測定値が管理濃度等を超えた測定点については、必要な措置が講じられるまでは労働者に有効な呼吸用保護具を使用させるほか、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ること。

ウ 上記アによる措置を講じたときは、その効果を確認するため、上記4によりあらためて測定し、その結果の評価を行うこと。

また、管理濃度等の設定されていない物質については、作業場の気中濃度を可能な限り低いレベルにとどめる等ばく露を極力減少させることを基本として管理すること。

6 作業環境の測定の結果及びその評価の記録の保存

(1)測定結果

ア 記録事項

測定を行ったときは、その都度次の事項を記録すること。

(ア)測定日時

(イ)測定方法

(ウ)測定箇所

(エ)測定条件

(オ)測定結果

(カ)測定を実施した者の氏名

(キ)測定結果に基づいて労働者の健康障害の予防措置を講じたときは、その措置の概要

イ 記録の保存

記録の保存については、次のとおりとする。

(ア)上記3の(1)に係る測定については7年間。

(イ)上記3の(2)に係る測定については3年間。

ただし、令別表第3第1号1、2若しくは4から7までに掲げる物若しくは同表第2号4から6まで、8、12、14、15、19、24、26、29、30、31の2若しくは32に掲げる物に係る測定並びにクロム酸等(特定化学物質障害予防規則(昭和47年労働省令第39号)第36条第3項に規定するクロム酸等をいう。以下同じ。)を製造する作業場及びクロム酸等を鉱石から製造する事業場においてクロム酸等を取り扱う作業場について行った令別表第3第2号11又は21に掲げる物に係る測定については30年間、石綿に係る測定については40年間。

(ウ)上記3の(3)に係る測定については3年間。

(エ)上記3の(4)に係る測定については3年間。

(オ)上記3の(5)に係る測定については30年間。

(2)測定結果の評価

ア 記録事項

評価を行ったときは、その都度次の事項を記録すること。

(ア)評価日時

(イ)評価箇所

(ウ)評価結果

(エ)評価を実施した者の氏名

イ 記録の保存

記録の保存については、次のとおりとする。

(ア)上記3の(1)に係る評価については7年間。

(イ)上記3の(2)に係る評価については3年間。

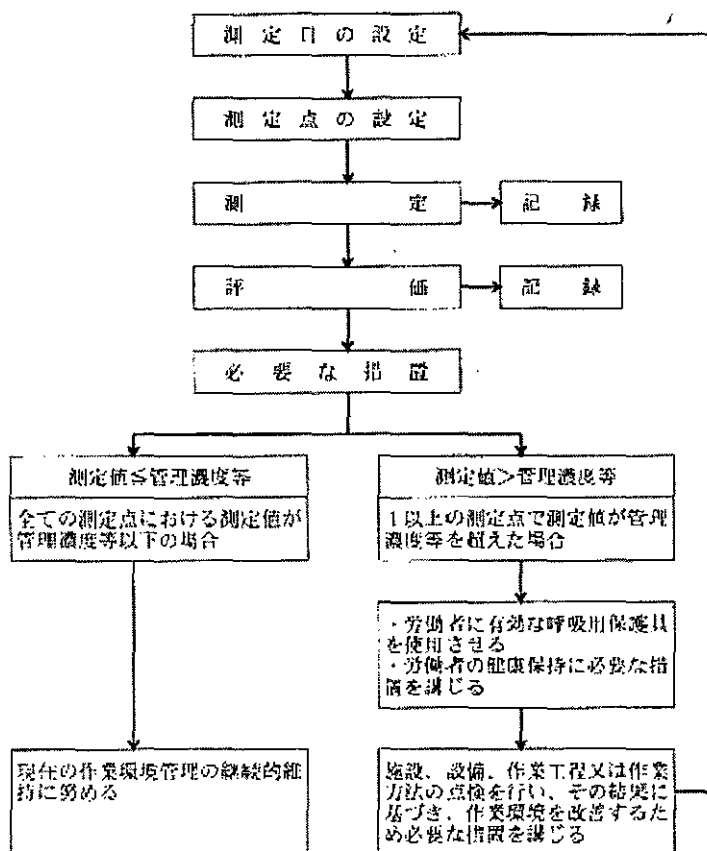
ただし、令別表第3第1号6に掲げる物若しくは同表第2号4から6まで、14、15、19、24、29、30

若しくは31の2に掲げる物に係る評価並びにクロム酸等を製造する作業場及びクロム酸等を鉱石から製造する事業場においてクロム酸等を取り扱う作業場について行った令別表第3第2号11又は21に掲げる物に係る評価については30年間、石綿に係る測定については40年間。

(ウ)上記3の(3)に係る評価については3年間。

(エ)上記3の(4)に係る評価については3年間。

(オ)上記3の(5)に係る評価については30年間。



屋外作業場等における作業環境管理のフローシート

別表第1

測定対象物質と管理濃度等

物の種類	管理濃度等
1 土石、岩石、鉱物、金属又は炭素の粉じん	次の式により算定される値 $E = \frac{3.0}{0.59Q + 1}$ この式において、E及びQは、それぞれ次の値を表すものとする。 E 管理濃度 (単位 mg/m^3) Q 当該粉じんの遊離水酸含有率 (単位 パーセント)

備考 この表の右欄の値は、温度 25 度、1 気圧の空気中における濃度を示す。

この表の左欄の物の種類は、2 アクリルアミドから 98 2-ブテナールを省略した。

(注)表に掲げる管理濃度等とは、作業環境評価基準(昭和63年労働省告示第79号)の別表に掲げる管理濃度及び労働安全衛生法第28条第3項の規定に基づく健康障害を防止するための指針に基づき作業環境の測定の結果を評価するために使用する基準濃度をいう。