

造船所のための 溶接ヒュームに関する新規規制対応手引き

2021年5月

一般社団法人 日本中小型造船工業会

目 次

はじめに	1
1. 溶接ヒューム規制の解説	2
(1) 経緯	2
(2) 米国産業衛生専門家会議勧告・欧州委員会科学委員会勧告	2
(3) 日本の対応	2
(4) 改正特化則の規制の概念	2
(5) 改正特化則の要点	3
2. 造船所が溶接ヒューム規制対応のために行わなければならないこと	6
(1) 金属アーク溶接等を継続して行う屋内作業場に適用される要件	7
①溶接ヒューム濃度の測定及び呼吸用保護具の選定(溶接作業環境の整理を含む) ..	7
②特定化学物質作業主任者の選任	18
③呼吸用保護具のフィットテストの実施及び結果記録の保存	18
④特殊健康診断の実施	19
⑤安全衛生教育の実施	19
⑥その他	19
(2) 金属アーク溶接等を行う屋外作業場に適用される要件	21
①特定化学物質作業主任者の選任	21
②特殊健康診断の実施	21
③安全衛生教育の実施	21
④その他	22
(3) 測定実施スケジュール(時系列)の例	23
①事前準備《1ヶ月以上前》	23
②測定会社への連絡等《約1週間前》	23
③測定会社との打合せ等《前日》	23
④測定《当日》	23

⑤測定終了後《2～3週間後》	24
(4) 規制の適用にあたっての注意点	27
①測定関係	27
②特定化学物質作業主任者の選任	27
(5) 規制の施行期日	28
(6) その他	28
①溶接ヒューム規制対応に関する相談窓口	28
②推奨測定会社	28
③測定費用の目安	29
3. 参考資料集	30
(1) 造船業における溶接作業と留意点	30
①造船業における溶接作業	30
②手溶接技能者資格の種類	31
③溶接作業の種類	32
④溶接作業における保護具及び保護装置	33
(2) 溶接ヒュームの性質	42
①溶接ヒュームの発生メカニズム	42
②溶接ヒュームの成分	42

はじめに

厚生労働省の管理濃度等検討委員会において、マンガンの管理濃度の見直しに向けた検討が行われた結果、令和2年4月22日に特定化学物質障害予防規則（特化則）の一部を改正する省令が公布され、令和3年4月1日（一部は令和4年4月1日、令和5年4月1日）から施行されることとなりました。

これにより、溶接ヒュームが新たに労働安全衛生法の特定化学物質に追加され、金属アーク溶接を継続的に行う屋内作業場における溶接ヒュームの個人サンプリング測定、特定化学物質作業主任者の選任、特殊健康診断の実施などの新たな規制が導入されました。

造船業は金属アーク溶接を伴う作業が非常に多い一方で、中小規模の事業者が多いこと、また協力会社による作業も多く行われているのが特徴です。また、労働安全衛生法等の法律は多数の法令、告示及び通達から構成されており、規制の内容を体系立てて理解し適切に対応するのは容易ではありません。

このため、一般社団法人日本中小型造船工業会は、日本財団のご支援のもと、令和2年度から「溶接ヒューム（塩基性酸化マンガ）に対する新規規制への対応」事業を実施し、わが国造船関係者が規制の内容を的確に理解し適切に対応できるよう、本手引きを作成しました。

本手引きがわが国造船関係者の溶接ヒューム規制への円滑な対応の一助となることを期待します。

1. 溶接ヒューム規制の解説

(1) 経緯

溶接作業で発生する溶接ヒューム中には、マンガンが含まれています。現在、マンガンは、特定化学物質障害予防規則（以下「特化則」といいます。）の第2類物質となっていますが、塩基性酸化マンガンは除外されていました。溶接で発生する溶接ヒューム中のマンガンは、塩基性酸化マンガンと考えられているため、これまでは溶接ヒュームは特化則の規制対象物質とはなっていませんでした。

(2) 米国産業衛生専門家会議勧告・欧州委員会科学委員会勧告

近年、欧米におけるマンガン許容濃度が見直されるとともに、さらにマンガン濃度を測定する場合に、その対象となる粒子の種類（大きさ）が決められました。具体的には、溶接作業中の呼吸に関係した鼻腔や喉頭で沈着する吸引性（インハラブル）粒子や肺胞まで到達する吸入性（レスピラブル）粒子を対象にしています。

2011年にEC（欧州委員会）科学委員会の職業曝露限度に関する科学専門委員会(SCOEL)は、インハラブル粒子：0.2 mg/m³、レスピラブル粒子：0.05 mg/m³として、2013年に米国産業衛生専門家会議(ACGIH)は、インハラブル粒子：0.1 mg/m³、レスピラブル粒子：0.02 mg/m³として、それぞれ粒径別のばく露限界値を勧告しました。

(3) 日本の対応

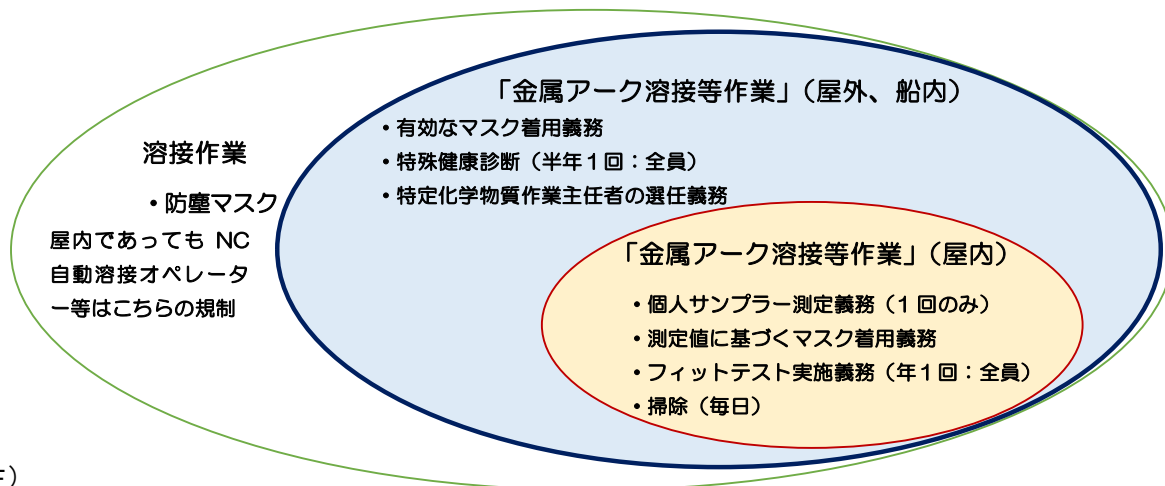
上記(2)の海外での検討動向を踏まえて、日本においても平成28年（2016年）8月から厚生労働省の管理濃度等検討委員会において、マンガンの管理濃度の見直しに向けた検討が始まりました。

この結果、特化則の特定化学物質（第2類物質）に「溶接ヒューム」と「塩基性酸化マンガン」を追加し、マンガンとしての管理濃度を0.05mg/m³とすることとされました。

これを受けて、令和2年4月22日に特化則の一部を改正する省令が、令和2年7月31日に「金属アーク溶接等を継続して行う屋内作業場に係る溶接ヒュームの濃度の測定方法等を定める告示」（以下「測定方法告示」といいます。）がそれぞれ公布され、令和3年4月1日（一部は令和4年4月1日及び令和5年4月1日）から施行されることとなりました。

(4) 改正特化則の規制の概念

改正特化則による溶接ヒュームに対する規制の概念は、図1のようになっています。



注)

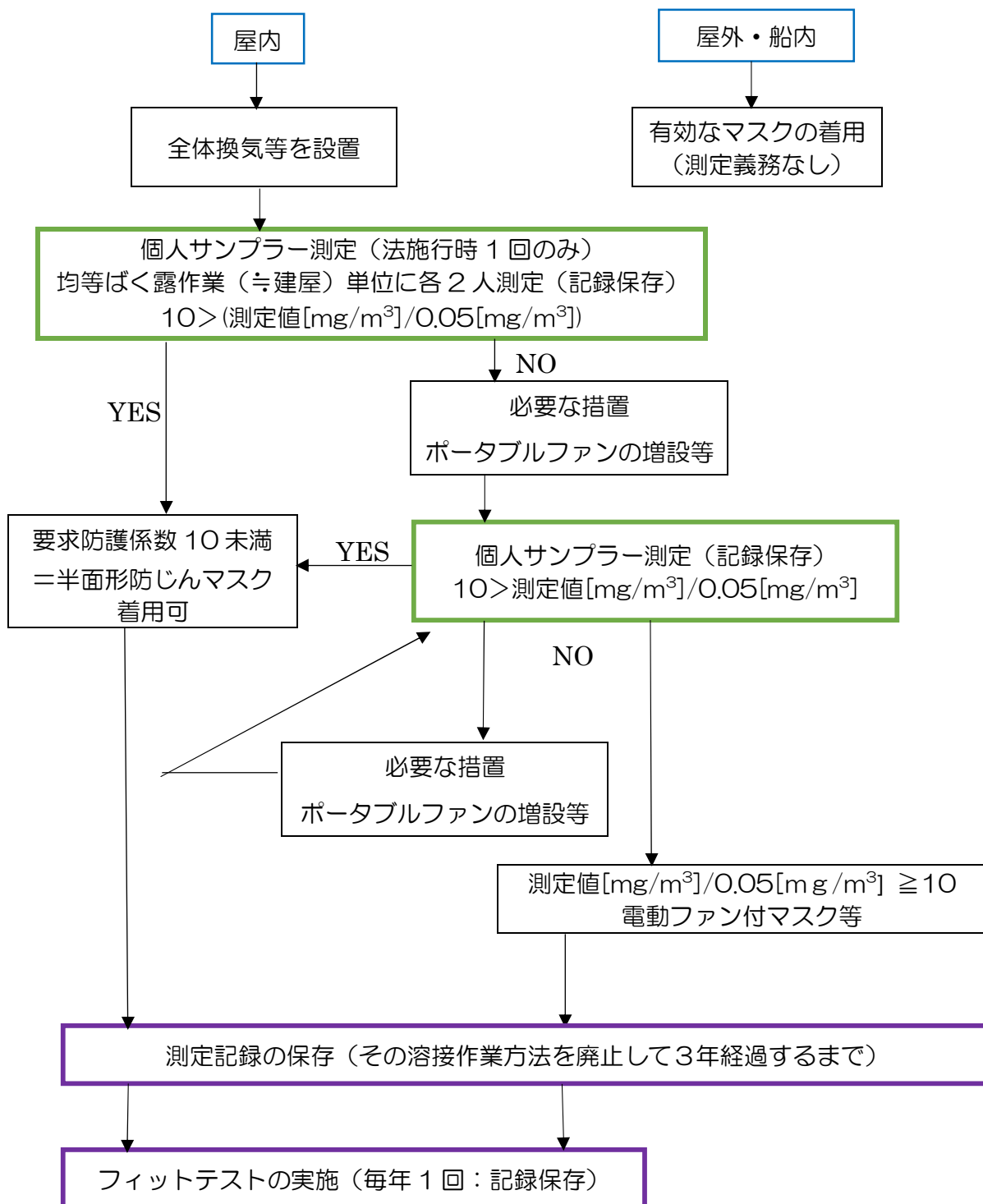
- 1 規制は、作業エリアと金属アーク溶接等の作業内容で決められている。
- 2 金属アーク溶接等作業（屋内）の従事者のマスク種別は、個人サンプラー測定の結果によることとされている。
- 3 具体的な規制の体系は、次節参照
- 4 規制は、令和3年4月1日施行
 - ・但し、個人サンプラー測定は令和4年3月末までに終わることになっている（外注事業者を含む）。
 - ・特定化学物質作業主任者の選任義務は、令和4年3月末まで経過措置が設けられている。
 - ・フィットテスト実施義務は、令和5年3月末まで経過措置が設けられている。

図1 改正特化則による溶接ヒュームに対する規制の概念

(5) 改正特化則の要点

改正特化則の要点は下記のとおりです。規制の詳しい解説及び事業者の具体的な対応のしかたについては、「2. 造船所が溶接ヒューム規制対応のための行わなければならないこと」以降に記載します。

- ・特定化学物質（第2類物質）としてのマンガンの定義から塩基性酸化マンガンの除外を外し、マンガンはすべて規制対象物質とする。
- ・一方で、溶接ヒュームをマンガンとは独立して新たに特化則の第2類物質と位置づけ、第2類物質としての共通規制（労働者の健康影響の抑制、特殊健康診断の実施、作業主任者の選任等）に加えて、溶接ヒューム特有の規制を適用する。
- ・具体的には、溶接ヒュームに関しては作業環境測定の対象とはせず、個人サンプリングによるばく露濃度測定（以下「個人サンプラー測定」といいます。）を行う。
- ・溶接ヒューム規制の目的は、労働者の溶接ヒューム中マンガンへのばく露を最小限（0.05mg/m³以下）に抑えることであり、有効な呼吸用保護具の決め方は図2のフローのようになる。



注)

1. このフローは、各造船所等で多用されている「取替え式半面形防じんマスク」（捕集効率 95.0%以上、指定防護係数 10）を前提としている。
2. 規制対象は、「金属アーク溶接等作業」。同作業は、作業場所が屋内又は屋外であることにかかわらず、アークを熱源とする溶接、溶断、ガウジングの全てが含まれる。一方、燃烧ガス、レーザービーム等を熱源とする溶接、溶断、ガウジングは含まれない。

なお、自動溶接を行う場合、「金属アーク溶接等作業」には、溶接中に溶接機のトーチ等に近付く等、溶接ヒュームにばく露するおそれのある作業が含まれる。一方、溶接機のトーチ等から離れた操作盤の作業、溶接作業に付帯する材料の搬入・搬出作業、片付け作業等は含まれない。

3. 個人サンプラー測定は、均等ばく露作業単位に各最低2人測定（均等ばく露作業は、溶接方法が同一であり、溶接材料、母材や溶接作業場所の違いが溶接ヒュームの濃度に大きな影響を与えないことが見込まれる作業）を行い、その均等ばく露作業の測定結果（測定値）は、各々の作業者のばく露測定値のうち最高値 (mg/m³) とする。
4. フィットテストの実施については、令和5年3月末まで経過措置が設けられている。
5. 防じんマスクと電動ファン付きマスクの指定防護係数は以下の通り。（厚労省リーフレットより抜粋）

指定防護係数*一覧（抜粋）

呼吸用保護具の種類			指定防護係数	
防じんマスク	取替え式	全面形面体	RS3又はRL3	50
			RS2又はRL2	14
			RS1又はRL1	4
		半面形面体	RS3又はRL3	10
			RS2又はRL2	10
			RS1又はRL1	4
	使い捨て式	DS3又はDL3		10
		DS2又はDL2		10
		DS1又はDL1		4
電動ファン付き呼吸用保護具	全面形面体	S級	PS3又はPL3	1,000
		A級	PS2又はPL2	90
		A級又はB級	PS1又はPL1	19
	半面形面体	S級	PS3又はPL3	50
		A級	PS2又はPL2	33
		A級又はB級	PS1又はPL1	14
	フード形又はフェイスシールド形	S級	PS3又はPL3	25
		A級		20
		S級又はA級	PS2又はPL2	20
		S級 A級又はB級	PS1又はPL1	11

（注）RS1、RS2などは、防じんマスクの規格の規定による区分、S級、A級およびB級、PS1、PS2などは、電動ファン付き呼吸用保護具の規格の規定による区分です。

図2 有効な呼吸用保護具の決め方フロー

2. 造船所が溶接ヒューム規制対応のために行わなければならないこと

造船所においては、金属アーク溶接等を実施する作業場所はおおむね次の2通りに分類されます。

- (1) 金属アーク溶接等を継続して行う屋内作業場
- (2) 金属アーク溶接等を行う屋外作業場

以下に、(1)及び(2)の作業場ごとに、造船所が溶接ヒューム規制に対応するために具体的に行うべきことを解説します。なお、厚生労働省ホームページ「令和2年4月の特定化学物質障害予防規則・作業環境測定基準等の改正(塩基性酸化マンガンおよび溶接ヒュームに係る規制の追加)」に、関係規則、通達、リーフレット等の資料がまとめられています。

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000099121_00001.html

注)「金属アーク溶接等作業を継続して行う屋内作業場」の範囲について

①金属アーク溶接等作業を継続して行う屋内作業場の内部にあるタンク、閉囲区画

従前の粉じん規制の考え方と異なり、個人管理を念頭においていることから、当該タンクや閉囲区画も、「金属アーク溶接等作業を継続して行う屋内作業場」の一部になると考えられます。

②移動式屋根や移動式側壁を有する作業場

粉じん障害防止規則の運用等を踏まえ、個々の建屋の構造に応じて、「金属アーク溶接等作業を継続して行う屋内作業場」に該当するか否かを判断して、測定機関等に測定計画の事前相談の際に説明することが適当と考えられます。

参考 粉じん障害防止規則第5条の「屋内作業場」の定義(昭和54年7月26日基発第382号)

「屋内作業場」とは、屋根(又は天井)及び側壁、羽目板その他のしゃへい物により区画され、外気の流入が妨げられている建屋の内部の作業場をいい、したがって建屋の側面の概ね半分以上にわたって壁、羽目板その他のしゃへい物が設けられておらず、かつ、粉じんがその内部に滞留するおそれのない建屋の内部の作業場は含まないこと。

参考 厚労省リーフレット「金属アーク溶接等作業を継続して屋内作業場で行う皆様へ金属アーク溶接等について健康障害防止措置が義務付けられます」より

※「屋内作業場」とは、以下のいずれかに該当する作業場をいいます。

・作業場の建屋の側面の半分以上にわたって壁、羽目板その他のしゃへい物が設けられている場所

・ガス、蒸気又は粉じんがその内部に滞留するおそれがある場所

※「継続して行う屋内作業場」には、建築中の建物内部等で金属アーク溶接等作業を同じ場所で繰り返し行わないものは含まれません。

屋外の船台上における船内の溶接作業は、同じ場所で繰り返し金属アーク溶接等を行うことはないため、厚労省の通達及びリーフレットの記載に鑑み、金属アーク溶接等作業を継続して行う屋内作業場には含まれないと考えられます。

(1) 金属アーク溶接等を継続して行う屋内作業場に適用される要件

①溶接ヒューム濃度の測定及びマスクの選定（溶接作業環境の整理を含む）

今回の改正で、使用されるマスクについては、個人の溶接作業環境ごとに決めていくとの概念が導入されました。

ただし、個人ごとに測定して決定する事は困難であることから、同じような溶接作業環境（これを「均等ばく露作業」といいます。）にある作業者の代表を選んで、1日個人サンプラー測定を行うこととされました。これは、令和4年3月31日までに実施する必要があります。

以下に、測定方法、マスクの選定等について説明します。

ア. 測定場所、対象者の選定（均等ばく露作業の設定）

溶接作業（自動溶接、手溶接、小組、大組等）によって、溶接ヒュームにさらされる程度が異なることから、その作業単位（＝「均等ばく露作業」）で、最低2名ずつ測定することとされています。

このまま測定を行うと、測定対象者が多数になり、膨大な手間が掛かってしまうことから、事前に測定を行う測定機関と十分に打合せを行い、合理的に説明できる範囲で必要最小限とします。

具体的には、換気環境がほぼ同一とみなされる建屋ごとに、代表的な溶接ヒュームのばく露濃度の溶接作業方法を取っている作業場で、かつ、代表的な溶接ヒュームの濃度の作業（小組、大組等（仮付け、自動溶接は除く。））に従事している者を選定し、この建屋のマスクのレベルを決めることとします。

測定方法告示では、均等ばく露作業とは「金属アーク溶接等作業のうち労働者にばく露される溶接ヒュームの量がほぼ均一であると見込まれる作業」と定義されています。また、「金属アーク溶接等作業を継続して行う屋内作業場に係る溶接ヒュームの濃度の測定の方法等の施行について」（令和2年7月31日基発0731第1号）では、「『均等ばく露作業』には、溶接方法が同一であり、溶接材料、母材及び溶接作業場所の違いが溶接ヒュームの濃度に大きな影響を与えないことが見込まれる作業が含まれること。」と規定されています。

これに関し、（一社）日本造船工業会と厚生労働省とのやり取りの中で、「溶接を行う作業場（建屋）の全体的な換気条件等が、ほぼ同じで、ほぼ同じ溶接方法で作業をしている場合、当該作業場（建屋）が均等ばく露作業になる。」という見解が得られていますので、これをもとに、測定機関の理解を得て、均等ばく露作業を設定することが適切です。なお、同じ作業場、建屋で種類の異なる母材（軟鋼、高張力鋼、アルミ、SUS等）の溶接を行っている場合、母材の違いが溶接ヒュームの濃度に大きな影響を与えるかどうかは一概には言えませんが、測定機関とも協議のうえ、母材ごとに独立して均等ばく露作業を設定するのも一案です。

イ. 適切な測定計画の立案

個人サンプラー測定は、精密・繊細な測定方法なので、適切な測定計画を立案し、それに沿った測定を行うことが重要です。適切な測定が適切なマスクの選定につながります。

具体的には、適切な測定結果を得るために、測定日の作業計画・環境、測定対象者の選定、測定中の溶接姿勢、測定器の取付、測定記録等について、十分な配慮が必要です。また、測定機材を身体に取り付けての作業となることから、狭隘な場所や高所での作業については安全上の配慮が必要です。

(i) 測定日の作業計画・環境

個人サンプラー測定は、均等ばく露作業単位（≒建屋ごと）に、代表的な作業を行っている2名の測定者について、測定日の全作業時間にわたって行います。

造船業における溶接作業者は、溶接以外にも、配材等諸作業、位置決め、チッパー、さび止めなど多様な作業を行っている現状（図3参照）を踏まえて、測定日当日の測定対象者が、これらの作業を平均的に含む様な作業内容、作業スケジュールを定めることが重要です。

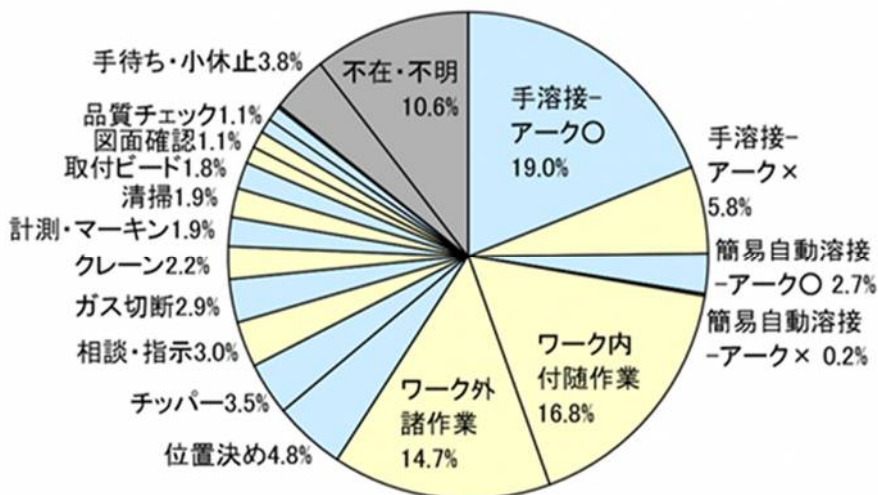


図3 造船業における溶接作業者の作業内容
（（国研）海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所による調査）

特に、溶接ヒューム濃度の高い作業が通常行っている程度以上に含まれないように作業計画を立案するとともに、当日は、測定補助者を配置し、作業計画通りの作業とするように配慮する必要があります。

また、周辺の溶接作業者の溶接ヒュームやグラインダー作業が、測定に影響を与えないような作業密度管理、作業配置とする必要があります。

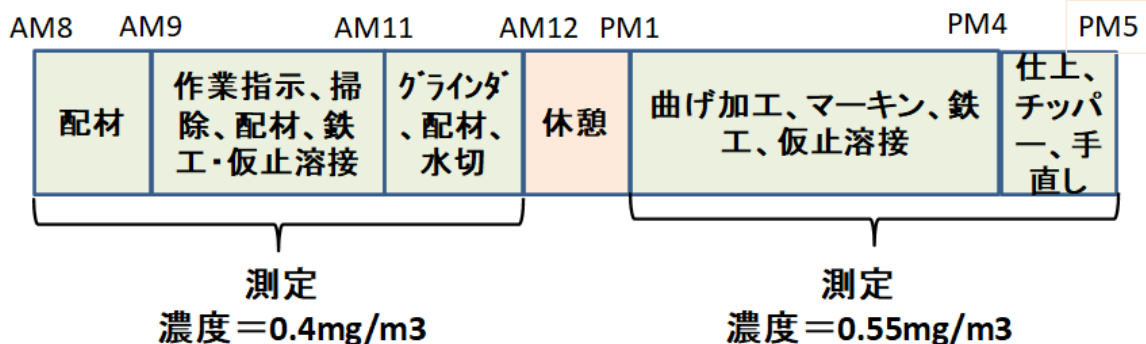
測定方法告示及び基発0731第1号によると、「測定時間は、当該作業日に作業者が金属アーク溶接等作業に従事する全時間とする。これには、溶接の準備作業、溶接の合間に行われる研磨作業、溶接作業終了後の片づけが含まれるが、溶接と関係ない組立や塗装作業等の時間は含まれない。断続的に溶接作業を行った場合は、測定時間に対する時間加

重平均で当該作業日の濃度とする。」とされていますが、(一社)日本造船工業会が厚労省に確認したところ、溶接作業以外のすべてが測定対象に含まれるという回答を得ています。したがって、溶接ヒュームを浴びない時間を含め、全作業時間を測定対象時間に含めることが適当です(図4、図5参照)。

個人ばく露測定結果及び作業記録				
No.	作業場/組織			
1.2	サブ定盤			
同じ作業を行う全作業者数		3名	同じ作業を行う作業者のうち測定を行った作業者数	
			1名	
時刻	作業場所	屋内 or 屋外	作業内容	呼吸保護具の種類 と装着の有無 ①吸入・防音 マスク ②③④・全面形
7:00				
8:00	サブ定盤	屋内	配材	有
9:00	サブ定盤	"	作業指示、掃除、配材、鉄工・仮止め溶接30分	"
10:00	サブ定盤	"	鉄工・仮止め溶接45分	"
11:00	サブ定盤	"	グラインダー10分、配材30分、水切り20分	"
12:00	昼休み			
13:00	サブ定盤	屋内	曲げ加工30分、鉄工・仮止め溶接30分	有
14:00	サブ定盤	"	マーキン30分、鉄工・仮止め溶接30分	"
15:00	サブ定盤	"	鉄工・仮止め溶接45分	"
16:00	サブ定盤	"	仕上げ溶接30分、チッパー・手直し15分	"
17:00				
18:00				
備考	測定を行っていない時間帯は同じばく露があったと考え、8時間時間加重平均濃度を計算した。			
<small>個人ばく露測定で定量下限値未満のデータは、「0」としてTWA8時間を計算した。ただし、個人ばく露測定で定量下限値未満の場合は、TWA8時間を計算せずに、「-」を記載した。 ※欄外に「<」を付した数値はその値未満であることを示す。</small>				

図4 作業記録の例

(出典：中央労働災害防止協会 令和元年度 溶接ヒュームに含まれるマンガンのばく露実態調査)



⇒作業日の濃度=(0.4*4+0.55*4)/8=0.48mg/m3

図5 図4の作業記録に基づいた濃度計算の例(濃度は架空の数値)

(ii) 測定対象者の選定、測定器の取付、測定時の溶接姿勢等

個人サンプラー測定は、精密・繊細な測定方法なので、溶接ヒューム濃度を低減するために必要な措置（ポータブル送風ファン等の適切な稼働、測定器の適切な取付、面体の適切な利用、正しい溶接姿勢）を十分に取った上で測定を行うことが重要です。

特に、溶接姿勢は溶接ヒューム濃度に大きく影響を与えると考えられるので、溶接ヒュームがなるべく面体内部に入り込まないように、注意することが重要です。（(イ)溶接姿勢 参照）

また、測定器の取付位置は、測定結果を大きく左右することから、取付は慎重かつ適切に行う必要があります。

更に、測定対象者が、適切な溶接姿勢・作業手順を取れる技量等を保持しているとともに、長時間の測定でも普段通りの対応が可能な作業員を選定する必要があります。

なお、喫煙者は、正しい測定結果が得られないおそれがあるので、出来るだけ回避すべきです。

(7) 測定の原理と測定機材の適切な装着

測定に用いる個人サンプリング用測定器は、慣性衝突式個人サンプラー（図6）又はサイクロン式個人サンプラー（図7）があり、測定機材の構成としては、小型ポンプ（バッテリー内蔵）、チューブ、分粒装置（慣性衝突式又はサイクロン式）となります。（図8）

測定時は小型ポンプを稼働し、チューブを経由して分粒装置を通してレスピラブルダスト（空気力学径 $4\mu\text{m}$ で捕集効率が 50%である粒子）を、ろ紙上に捕集したあと、酸で溶解し、吸光光度又は原子吸光分析にて分析しマンガン量 (mg/m^3) を算出するものです。



図6 慣性衝突式個人サンプラー 図7 サイクロン式個人サンプラー



図8 測定機材（小型ポンプ及びチューブ）

測定方法告示第1条では「当該試料採取機器の採取口は当該労働者の呼吸する空気中の溶接ヒュームの濃度を測定するため最も適切な部位に装着しなければならない。」とされています。また、「最も適切な部位」とは、基発0731第1号にて「当該労働者が使用する呼吸用保護具の外側であって、両耳を結んだ直線の中央を中心とした、半径30センチメートルの顔の前面に広がった半球の内側。但し呼吸用保護具を使用することにより呼吸域に試料採取機器(分粒装置)の吸気口を装着できない場合は、呼吸位置にできるだけ近い位置とすること。また、溶接用の面体(遮光面)の外側の溶接ヒュームの濃度は、内側と比較して大幅に高いため、試料採取機器(分粒装置)の採取口が溶接用の面体の内側の位置にするように装着すること。」とされています。

簡単に言えば、個人サンプラー測定では試料採取機器(分粒装置)を取り付ける場所により、そのばく露濃度が著しく異なることから、適切に採取口を取り付ける必要があります。取り付ける場所としては、図9のとおり遮光面の内側で溶接作業者が装着する防じんマスクの面体上に工夫して取り付けることが必要です。マスクの面体上に装着することが困難な場合は、図9上段左側の写真のように呼吸域に近い喉元に装着することも考慮する必要があります。

測定機関等に個人サンプラー測定を委託する際は、試料採取機器(分粒装置)の取り付け場所は、遮光面の内側とし、当該作業者が着用する呼吸用保護具(防じんマスク等)のフィルターの位置に取り付けるよう、測定機関等への発注仕様書に明記することや、測定時の確認を徹底することが肝要です。



図9 適切な測定機材(採取口)の装着例(上段:慣性衝突式、下段:サイクロン式)
(上段の写真は、(一社)日本造船工業会提供)



図 10 不適切な測定機材（採取口）の装着例（採取口が溶接用の面体の内側に位置できない）

（協力：（国研）海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所）

また、溶接姿勢や換気の有無は、個人ばく露濃度の測定に大きく影響を及ぼすことから、測定にあっては、適切な作業姿勢（溶接点からできるだけ離れること）や適切な換気（送気又は排気）が必要となりますので、事前に関係先（溶接部門）との調整が必要となります。

(イ) 溶接姿勢

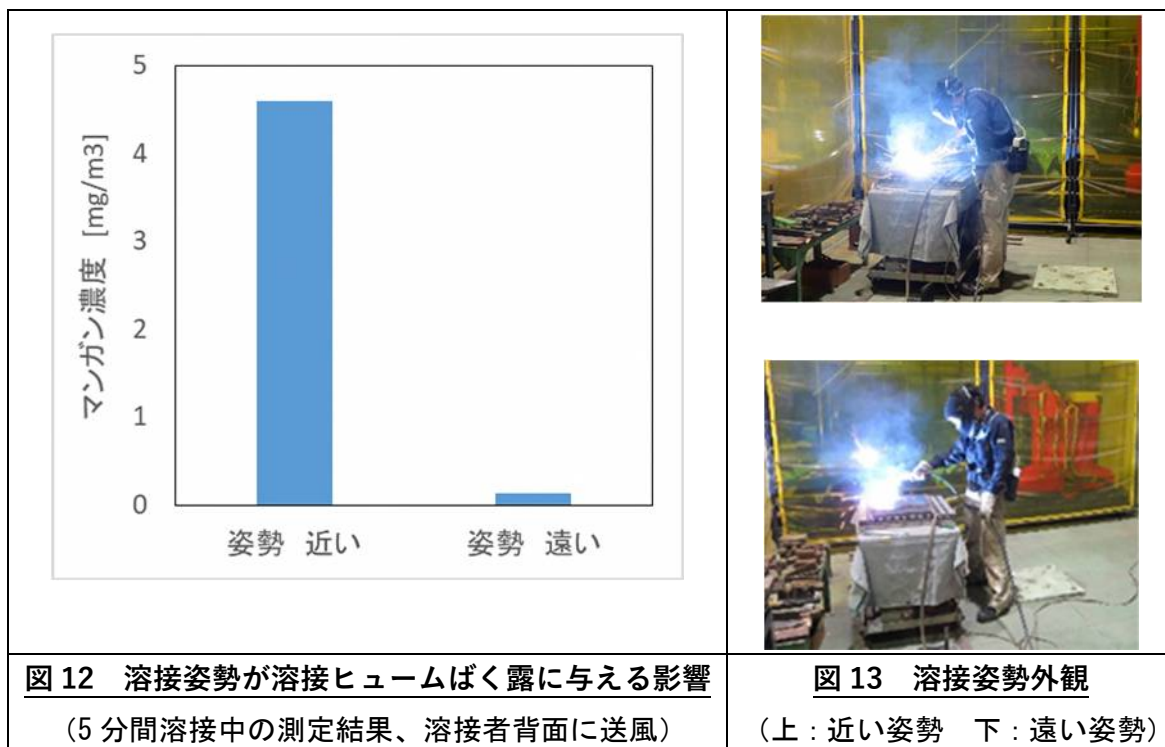
閉所や狭小区域以外でも溶接箇所顔面に近い場合、溶接ヒュームを吸いやすくなります。図 11 に示すように、溶接箇所を覗き込む場合、過度な溶接ヒュームがサンプリングされるおそれがあるので、覗き込むような姿勢は避ける必要があります。



図 11 溶接ヒュームの作業者へのばく露イメージ

（提供：（国研）海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所）

図 12 に溶接姿勢が溶接ヒュームばく露に与える影響、図 13 に測定時の溶接姿勢を示します。顔を溶接箇所に近づけた場合、近づけない場合と比べると溶接ヒューム濃度が高くなっていることが分かります。示した測定結果は一例ですが、開放区域での溶接であっても溶接姿勢の影響が大きいことが分かります。測定では、溶接者の真後ろから送風を行っていますが、溶接姿勢が近い場合（図 13 上段）、溶接により発生した煙が溶接者の顔面付近まで到達していることが分かります。



(7) 適切な換気方法

ガスシールド溶接（CO₂ 溶接等）において電動ファン又はエジェクターを用いて送気する場合、溶接品質への悪影響を防止するため、溶接点における風速が過大（0.3m/s 以下が目安）とならないよう留意する必要があります。

開放及び密閉空間の溶接作業においては、電動ファンやエジェクターにより換気を行い溶接作業することが溶接ヒュームばく露低減に効果的です。図 14、図 15 にその例を示します。

電動ファンによる送風（送気）は、溶接作業者の真後ろから送風（送気）すると作業者の呼吸域に巻き込み気流が発生し、適切な換気ができないこともあることから、溶接作業者の横から送風（送気）するほうが、溶接ヒュームのばく露が少ない傾向があります。

ただし、吸引（排気）する換気方法は、送風（送気）と比較すると換気効果が局所的で、一定の場所で移動作業のない溶接作業等には効果があるものの、移動しながらの溶接作業には吸引（排気）口を溶接ヒューム発散源に合わせて移動させるなど、注意が必要です。

図 16 に開放区画の溶接作業における送風（送気）及び吸引（排気）時の溶接ヒュームばく露状況を、図 17 に測定時の写真を示します。

溶接作業者の背面から送風（送気）した場合は、電動ファン（送風・送気）の気流が溶接作業者自身に妨げられ、巻き込み気流が発生し、溶接ヒュームを効果的に取り除くことができないことが分かります。一方溶接作業者の横からの送風（送気）や吸引（排気）においては、溶接ヒュームが効果的に排気されていることが確認できます。

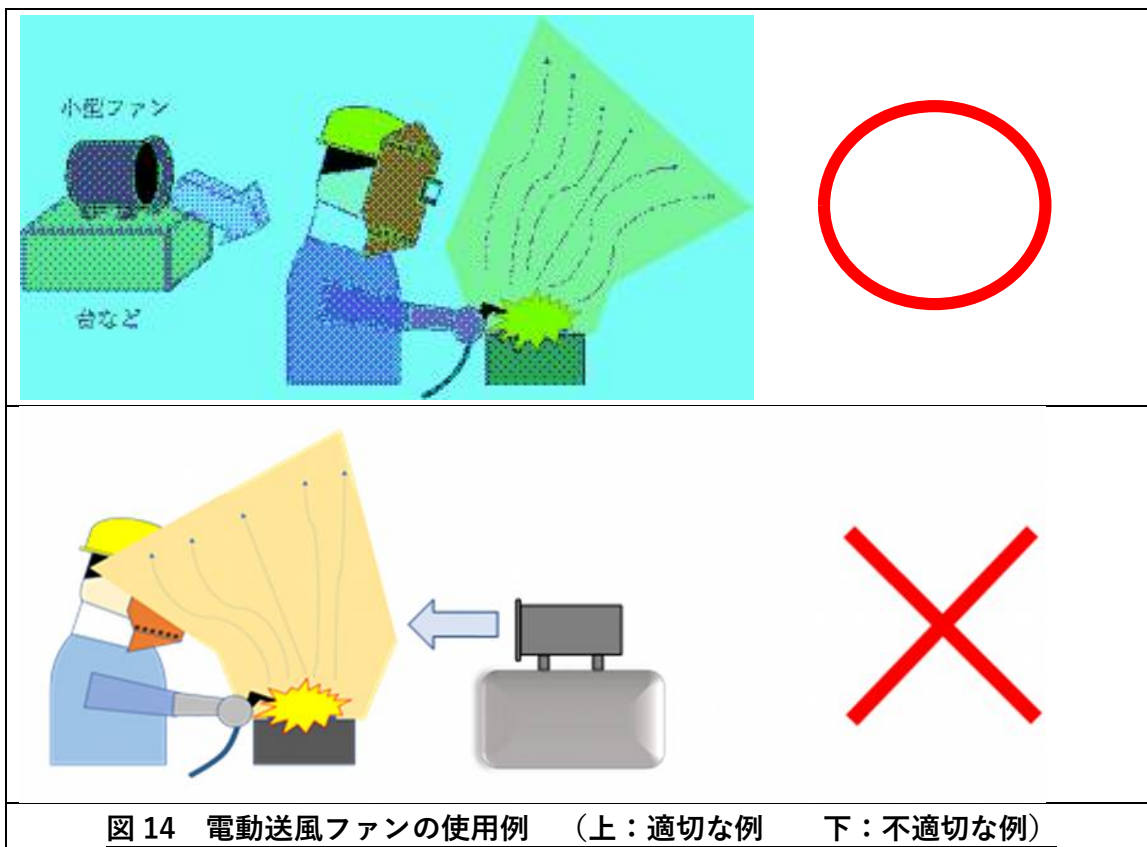


図 15 造船所における電動送風ファンの適切な使用例

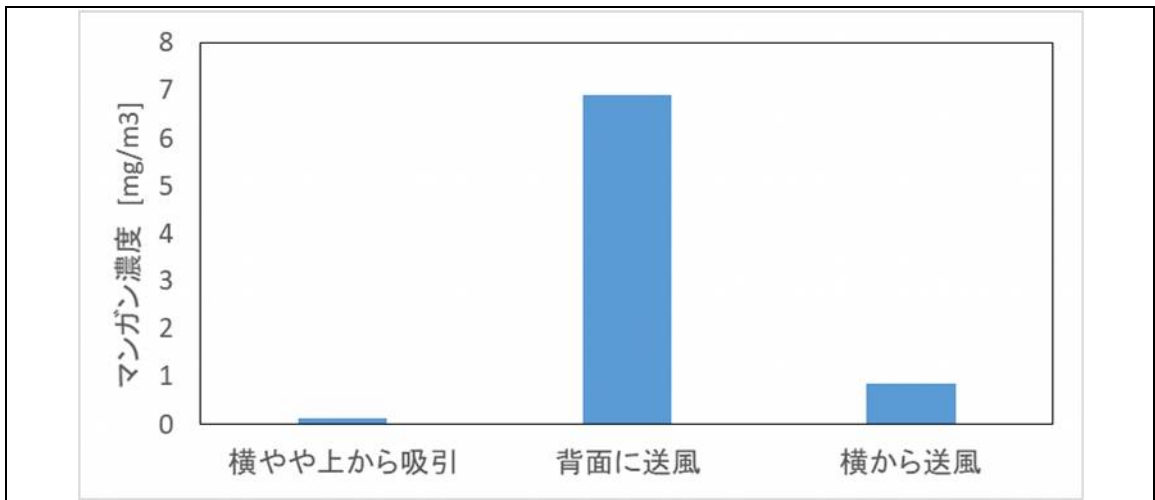
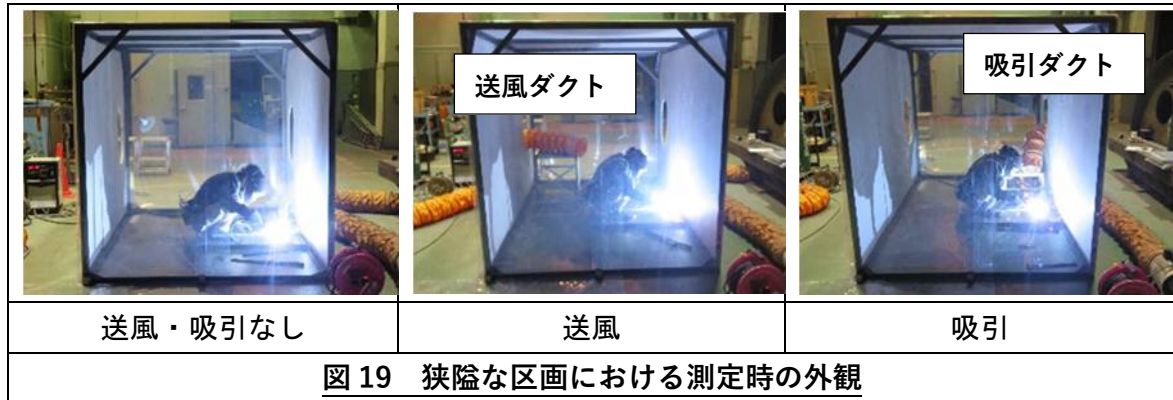
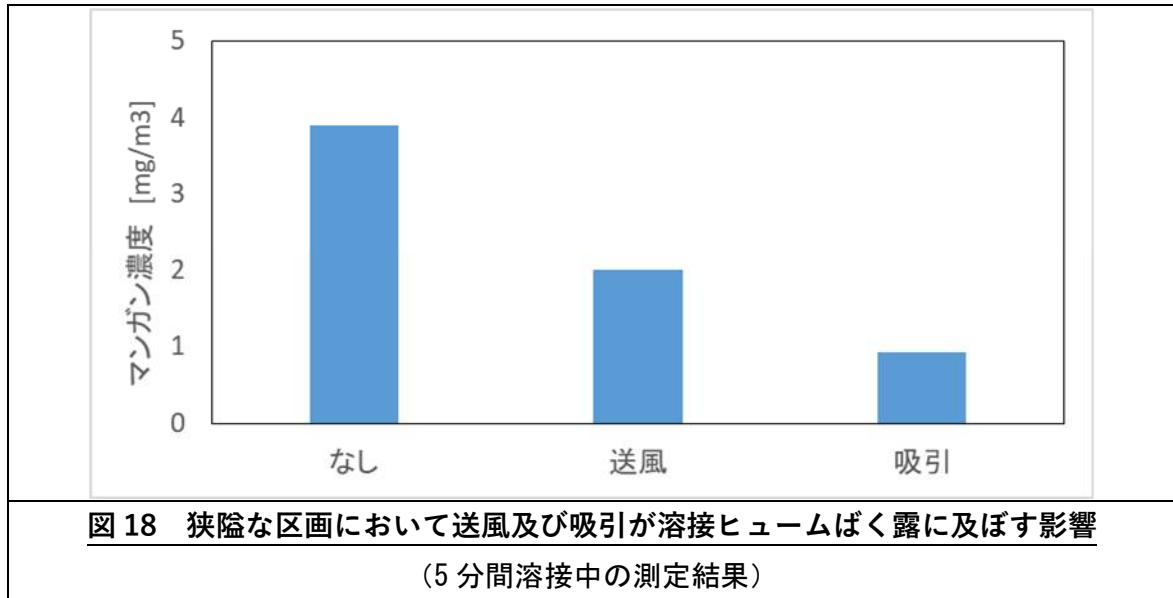


図 16 開放区画における送風及び吸引が溶接ヒューム濃度ばく露に与える影響
(5 分間溶接中の測定結果)



図 17 開放区画における測定時の外観

閉鎖的な区画で溶接作業を行う際は、電動ファンやエジェクターを用いて溶接作業者の呼吸域付近に送風（送気）や吸引（排気）を行うことは、溶接ヒューム低減に効果的です。ただし、区画内への溶接ヒュームを拡散させるような送風（送気）は、逆効果になることもありますので、区画内から溶接ヒュームを取り除くような換気対策が必要です。図 18 及び図 19 に狭隘な区画において送風（送気）及び吸引（排気）が溶接ヒュームばく露に及ぼす影響及び測定時の外観をそれぞれ示します。



ウ. 有効な呼吸用保護具の使用（特化則第 38 条の 2 第 6 項及び測定方法告示第 2 条）

均等ばく露作業（≒建屋）ごとに、測定した溶接ヒュームばく露濃度測定結果（時間加重平均濃度）の最大値 (mg/m³) をマンガ管理濃度 0.05mg/m³ で除した値（要求防護係数）を上回る値（指定防護係数）に適應する呼吸用保護具を選択し、その建屋で働く金属アーク溶接作業員全員に使用させる必要があります。

特化則では、 $10 > \text{測定値}[\text{mg}/\text{m}^3] / 0.05[\text{mg}/\text{m}^3]$ であれば、取替え式又は使い捨て式の半面形防じんマスク（2 又は 3 クラス）が適切な呼吸用保護具となります。その他取替え式全面形面体防じんマスク（クラス 1）及び取替え式半面形防じんマスク（クラス 1）並びに使い捨て式防じんマスク（クラス 1）以外の呼吸用保護具は有効となります。

測定値[mg/m^3]/ $0.05[\text{mg}/\text{m}^3] \geq 10$ であれば、取替え式全面形面体防じんマスク(クラス 2 又は 3)又は半面形電動ファン付き呼吸用保護具、全面形電動ファン付き呼吸用保護具が適切な呼吸用保護具となります。

〈参考〉

防じんマスク(クラス 1)とは、捕集効率 80%以上

防じんマスク(クラス 2)とは、捕集効率 95%以上

防じんマスク(クラス 3)とは、捕集効率 99.9%以上

指定防護係数*一覧 (抜粋)

呼吸用保護具の種類			指定防護係数	
防じんマスク	取替え式	全面形面体	RS3又はRL3	50
			RS2又はRL2	14
			RS1又はRL1	4
	使い捨て式	半面形面体	RS3又はRL3	10
			RS2又はRL2	10
			RS1又はRL1	4
			DS3又はDL3	10
電動ファン付き呼吸用保護具	全面形面体	DS2又はDL2	10	
		DS1又はDL1	4	
		S級	PS3又はPL3	1,000
	半面形面体	A級	PS2又はPL2	90
		A級又はB級	PS1又はPL1	19
		S級	PS3又はPL3	50
		A級	PS2又はPL2	33
	フード形又はフェイスシールド形	A級又はB級	PS1又はPL1	14
		S級	PS3又はPL3	25
		A級		20
		S級又はA級	PS2又はPL2	20
S級A級又はB級		PS1又はPL1	11	

(注) RS1、RS2などは、防じんマスクの規格の規定による区分、S級、A級およびB級、PS1、PS2などは、電動ファン付き呼吸用保護具の規格の規定による区分です。

図 20 主なマスクの指定防護係数 (厚労省リーフレットより)

- 注) 1. 通常測定会社からの測定報告書に計算結果が記載されますので、必ず確認して下さい。
2. 測定結果により、測定単位(≒建屋)毎に、使用するマスクの種類が異なる可能性がありますので、十分に注意して下さい。

なお、測定の結果希望するマスクの使用が認められないような溶接ヒューム濃度であった場合は、溶接作業環境の見直し(換気・送風の増加、作業密度の見直し等)を行ったうえで、再度測定を行うことができます。測定機関や所属団体、地方運輸局等に相談の上、再度測定を行ってください。(1.(5)改正特化則の要点参照)

エ. 測定結果の記録及び保存(特化則第38条の2第8項)

測定を行った後は、次に掲げる事項を記録し、当該作業場で金属アーク溶接等を行わなくなった日から起算して3年を経過する日まで保存する必要があります。

- ・測定日時
- ・測定方法
- ・測定箇所
- ・測定条件
- ・測定結果
- ・測定を実施した者の氏名
- ・測定結果に応じて改善措置を講じたときは、当該措置の概要

- ・測定結果に応じた有効な呼吸用保護具を使用させたときは、当該呼吸用保護具の概要注) 構内下請け会社のみでの作業建屋等がある場合の記録の保管は、元請け会社が保管することとなっていますので、ご注意下さい。

オ. 誰が測定を行わなければならないか

特化則の規定上、個人サンプラー測定義務は事業者には課せられていますが、基発0422第4号により、実際の測定は、第1種作業環境測定士、作業測定機関などの測定について十分な知識・経験を有する者により実施されるべきものとされています。

したがって、通常は造船所から個人サンプリング測定の能力を有する測定機関に測定を依頼することとなります。(※)

このとき、測定対象となる溶接作業がもっぱら協力工により実施されている場合、特定元方である造船所は関係請負人である協力会社に対して安全指導の義務があるため、造船所がイニシアティブをとって測定の手配をすることが適切です。

※ 令和3年1月26日に公布された特定化学物質障害予防規則の再改正に関するパブリックコメントで、厚労省より、「溶接ヒュームの濃度測定は、第1種作業環境測定士や作業環境測定機関等が実施しなければならないものではなく、事業者自身が測定機器をレンタルして、分析のみ専門機関に依頼することも可能であることを、周知してまいります。」との回答がなされています。

<https://public-comment.e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000213232>

②特定化学物質作業主任者の選任

令和4年3月31日までに、特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者技能講習を修了した者から特定化学物質作業主任者を選任する必要があります。技能講習は募集開始後すぐに満席になる場合も多いため、早めに特定化学物質作業主任者候補を決定し、技能講習を受ける必要があります。

なお、特化則上は、事業者が、「作業」に対して作業主任者を選任することとなっており、「作業場ごとに」作業主任者を選任することは求められていませんが、主任者が不在の場合等を考慮し、作業場ごとに正副2名の主任者を選任しておくのが賢明です。

また、協力会社も溶接作業を行っている場合は、造船所・協力会社双方から作業主任者を選任する必要があります。

③呼吸用保護具のフィットテストの実施及び結果記録の保存（特化則第38条の21第6項）

①で決定したマスクは、1年以内ごとに1回、定期的にフィットテストを実施し、その結果を3年間保存する必要があります。このフィットテストの具体的な方法については、測定方法告示では、「日本産業規格 JIS T8150（呼吸用保護具の選択、使用及び保守管理方法）に定める方法又はこれと同等の方法」と定めていますが「同等の方法」の具体的な内容についてはまだ明らかになっていません。このため、フィットテストの実施については経過措置が設けられており、実施義務は令和5年4月1日からとされています。

④特殊健康診断の実施（特化則第39条～第42条）

令和3年4月1日から、溶接ヒュームが管理第2類物質となったことに伴い、金属アーク溶接等に常時従事する労働者に対し、すでにじん肺法第7条～第9条の2に基づき実施しているじん肺健康診断（個人票の保存期間7年間）に加えて、特化則第39条に基づく特殊健康診断（個人票の保存期間5年間）を行う必要があります。

特殊健康診断は、雇入れ時又は配置換えで金属アーク溶接等作業に常時従事させることとなった際及びその後6か月ごとに1回、定期的に1次健康診断（特化則別表第3第62号）を実施し、1次健康診断の結果医師が必要と認める場合は2次健康診断（特化則別表第4第51号）を実施する必要があります。

<1次健康診断項目>

- 業務の経歴の調査
- 作業条件の簡易な調査
- 溶接ヒュームによるせき等パーキンソン症候群様症状の既往歴の有無の検査
- せき等パーキンソン症候群様症状の有無の検査
- 握力の測定

<2次健康診断項目>

- 作業条件の調査
- 呼吸器に係る自覚症状がある場合、胸部理学的検査及び胸部エックス線直接撮影による検査
- パーキンソン症候群様症状に関する神経学的検査
- 医師が必要と認める場合は、尿中等マンガンの量の測定

⑤安全衛生教育の実施（安全衛生規則第35条）

令和3年4月1日以降、金属アーク溶接等作業に従事する労働者を新たに雇い入れたときや、労働者の作業内容を変更したときは、労働者が従事する業務に従事する安全又は衛生のため必要な事項について、教育を行う必要があります。

⑥その他

その他、令和3年4月1日から、以下の措置が必要となります。

ア. 全体換気装置による換気の実施又はこれと同等以上の措置の実施（特化則第38条の2第1項）

実際には、粉じん障害防止規則第5条ですでに課せられている要件と同じになりますので、新たに措置を講じる必要はありません。

（参考）粉じん障害防止規則第5条

事業者は、特定粉じん作業以外の粉じん作業を行う屋内作業場については、当該粉じん作業に係る粉じんを減少させるため、全体換気装置による換気の実施又はこれと同等以上の措置を講じなければならない。

イ. 不浸透性の床及び掃除（特化則第21条、第38条の2第9項）

屋内作業場の床等は、水洗等によって容易に掃除できる構造とするとともに、水洗等粉じんの飛散しない方法によって毎日1回以上掃除する必要があります。また、作業場所の床は、不浸透性のもの（コンクリート、鉄板等）とする必要があります。

なお、粉じんの飛散しない方法として、超高性能（HEPA）フィルター付きの真空掃除機による清掃も認められますが、粉じんの再飛散に注意する必要があります。

ウ. ぼろ等の処理（特化則第12条の2）

溶接ヒュームが含まれていると思われるウエスや紙くず等は、蓋つきの容器に収める必要があります。

エ. 関係者以外の立入禁止措置とその旨の表示（特化則第24条）

オ. 運搬及び貯蔵時の漏洩防止（特化則第25条）

溶接ヒューム自体を運搬又は貯蔵することは事実上ありえませんが、溶接ヒュームが含まれていると思われるウエスや紙くず等は、蓋つきの容器に収める必要があります。

カ. 休憩室の設置（特化則第37条）

金属アーク溶接等作業を行う作業場以外の場所に休憩室を設置する必要があります。この場合、休憩室は専用である必要はありませんが、有害物による休憩室の汚染及び健康管理の面からみた場合、専用であることが望ましいとされています。（昭和47年基発第799号）

キ. 洗浄設備の設置（特化則第38条）

ク. 作業場での飲食喫煙の禁止とその旨の表示（特化則第38条の2）

ケ. 有効な呼吸用保護具の備え付け、使用（特化則第43条、第45条）

作業場には、労働者の健康障害を予防するため、同時に就業する労働者の人数と同数以上のマスクを備え付け、常時有効かつ清潔に保持しておく必要があります。また、金属アーク溶接等作業に労働者を従事させるときは、当該労働者に有効なマスクを使用させる必要があります。

なお、令和4年4月1日以降は、マスクは①による所定の指定防護係数を有するマスクとする必要があります。

(2) 金属アーク溶接等を行う屋外作業場に適用される要件

①特定化学物質作業主任者の選任

令和4年3月31日までに、特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者技能講習を修了した者から特定化学物質作業主任者を選任する必要があります。技能講習は募集開始後すぐに満席になる場合も多いため、早めに特定化学物質作業主任者候補を決定し、技能講習を受ける必要があります。

なお、特化則上は、事業者が、「作業」に対して作業主任者を選任することとなっており、「作業場ごとに」作業主任者を選任することは求められていませんが、主任者が不在の場合等を考慮し、作業場ごとに正副2名の主任者を選任しておくのが賢明です。

また、協力会社も溶接作業を行っている場合は、造船所・協力会社双方から作業主任者を選任する必要があります。

②特殊健康診断の実施（特化則第39条～第42条）

令和3年4月1日から、溶接ヒュームが管理第2類物質となったことに伴い、金属アーク溶接等に常時従事する労働者に対し、すでにじん肺法第7条～第9条の2に基づき実施しているじん肺健康診断（個人票の保存期間7年間）に加えて、特化則第39条に基づく特殊健康診断（個人票の保存期間5年間）を行う必要があります。

特殊健康診断は、雇入れ時又は配置換えで金属アーク溶接等作業に常時従事させることとなった際及びその後6か月ごとに1回、定期的に1次健康診断（特化則別表第3第62号）を実施し、1次健康診断の結果医師が必要と認める場合は2次健康診断（特化則別表第4第51号）を実施する必要があります。

<1次健康診断項目>

- 業務の経歴の調査
- 作業条件の簡易な調査
- 溶接ヒュームによるせき等パーキンソン症候群様症状の既往歴の有無の検査
- せき等パーキンソン症候群様症状の有無の検査
- 握力の測定

<2次健康診断項目>

- 作業条件の調査
- 呼吸器に係る自覚症状がある場合、胸部理学的検査及び胸部エックス線直接撮影による検査
- パーキンソン症候群様症状に関する神経学的検査
- 医師が必要と認める場合は、尿中等マンガンの量の測定

③安全衛生教育の実施（安全衛生規則第35条）

令和3年4月1日以降、金属アーク溶接等作業に従事する労働者を新たに雇い入れたときや、労働者の作業内容を変更したときは、労働者が従事する業務に従事する安全又は衛生のため必要な事項について、教育を行う必要があります。

④その他

その他、令和3年4月1日から、以下の措置が必要となります。

ア. 不浸透性の床（特化則第21条）

作業場所の床は、不浸透性のもの（コンクリート、鉄板等）とする必要があります。

イ. ぼろ等の処理（特化則第12条の2）

溶接ヒュームが含まれていると思われるウエスや紙くず等は、蓋つきの容器に納める必要があります。

ウ. 関係者以外の立入禁止措置とその旨の表示（特化則第24条）

エ. 運搬及び貯蔵時の漏洩防止（特化則第25条）

溶接ヒューム自体を運搬又は貯蔵することは事実上ありえませんが、溶接ヒュームが含まれていると思われるウエスや紙くず等は、蓋つきの容器に収める必要があります。

オ. 休憩室の設置（特化則第37条）

金属アーク溶接等作業を行う作業場以外の場所に休憩室を設置する必要があります。この場合、休憩室は専用である必要はありませんが、有害物による休憩室の汚染及び健康管理の面からみた場合、専用であることが望ましいとされています。（昭和47年基発第799号）

カ. 洗浄設備の設置（特化則第38条）

キ. 作業場での飲食喫煙の禁止とその旨の表示（特化則第38条の2）

ク. 有効な呼吸用保護具の備え付け（特化則第43条、第45条）

作業場には、労働者の健康障害を予防するため、同時に就業する労働者の人数と同数以上のマスクを備え付け、常時有効かつ清潔に保持しておく必要があります。また、金属アーク溶接等作業に労働者を従事させるときは、当該労働者に有効なマスクを使用させる必要があります。

(3) 測定実施スケジュール（時系列）の例

前述の規制内容に従い、個人サンプラー測定を実施する時系列の具体例を説明します。

①事前準備<<1ヶ月以上前>>

- ・地区の推奨測定会社（(6) ②参照）に測定日（前日の打合せを含む。）を予約する。
- ・予約した測定日の作業密度が通常以上に高くないように、また、人員配置密度が通常以上に高くないように、全体の作業計画の調整を行う。
- ・作業計画に合わせて、測定場所・測定対象者の選定、測定支援担当者の配置等の実際の測定計画を立案して（図22の測定作業計画例参照）、関係部署の了解、調整を行う。
- ・疑問点等があれば、所属団体や親会社等と連絡をとり、解消しておく。

②測定会社への連絡等<<約1週間前>>

- ・測定会社と打合せを行い、測定計画について事前説明を行い、了解を得る。
- ・測定会社に連絡を取り、入構手続き、来訪者の確認等を行うとともに、入構時の安全対策等の準備を行う。
- ・測定当日の作業計画の最終的な調整を行い、測定が適切な環境で行われることを確認する。

③測定会社との打合せ等<<前日>>

- ・測定会社と打合せを行い測定計画について最終的な確認を行うとともに、測定手順の確認、現場の確認等を行う。
 - ※造船所が推奨する測定計画について事前の現場確認を行うので、測定準備を整え、周辺のエリアも含めて測定当日に近い状態にしておく必要がある。
 - ※測定計画は、造船所の推薦する計画をもとに測定会社と協議して決めることとなるため、測定計画の内容の適切性を測定会社に説明し了解を得る必要がある。
- ・入所に関して安全講習が必要な場合は、測定エリアの現場確認の前に安全講習を済ませるように準備をする。

④測定<<当日>>

●午前

- ・個人サンプラー測定対象者は、始業前に測定会社担当者から測定機材を装着してもらい、使用法や注意事項等の説明を受ける。その後、予定の作業スケジュールに従って測定に入る。
- ・造船所側の作業の準備が整い次第、測定を開始する。
 - ※測定は長時間にわたるので、測定対象者の近くに作業記録員を配置して、作業がスケジュール通りに進むよう指導するとともに、他者の溶接ヒュームが吸入口に入らないように周りに注意する。また、測定対象者が適切な溶接作業姿勢保持、換気等を行っているかについても指導する。

※測定対象者に作業記録員を常時配置できない場合は、班長、職長等が巡回し、上記の注意・指導を行う。なお、人数の関係から測定対象者が作業を中断して記録を取ることは差し支えないとされている。

※測定会社の作業員の安全には、造船所側が十分に注意を払う。

- ・午前の作業終了後、測定機材を一旦外し、必要に応じ測定会社の協力を得て個人サンプラーのフィルターのチェックを行う。(フィルターが黒くなっている時は、高い測定値が出る。)。異物混入のおそれがあるので必ず測定会社の協力のもと行うこと。

●昼休み

- ・喫煙等、測定に影響がでる行為は避ける。

●午後

- ・測定対象者は、測定開始直前に、再度測定会社担当者から測定機材を装着してもらう。
- ・造船所側の作業の準備が整い次第、測定計画に従って午後の測定を開始する。内容は午前と同様。
- ・定時就業時間終了後、測定機材を外す。その際に、必要に応じフィルターのチェックを行う。作業内容記録を測定会社に提出する。

⑤測定終了後《2～3週間後》

- ・測定会社から測定結果の報告があるので、その内容を確認するとともに、記録として保存((1)①エ参照)する。
- ・なお、測定結果が半面形防じんマスクに不適合の場合は、溶接環境を整備した上で、再度の測定が可能。

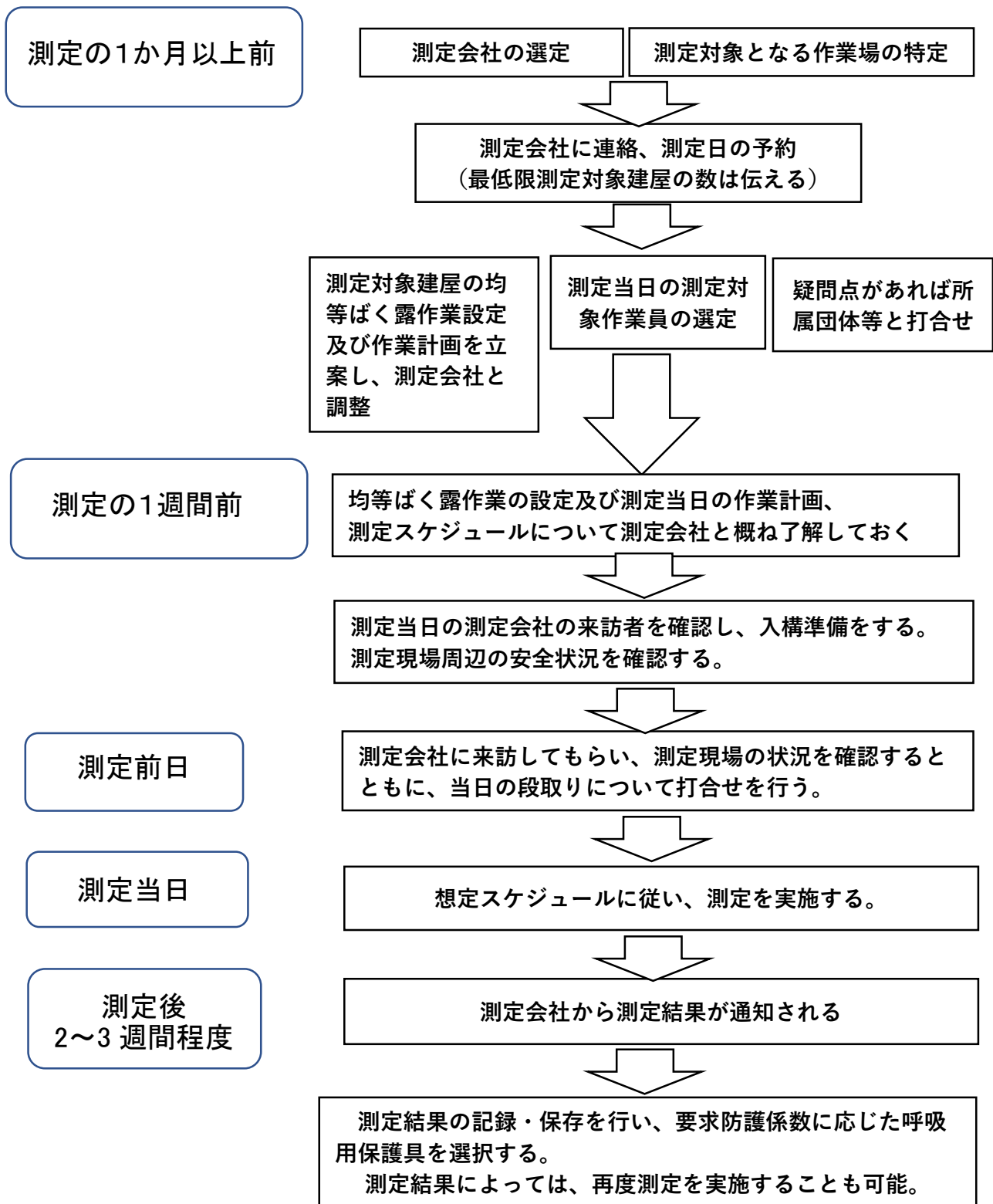


図 21 測定実施スケジュール（時系列）の例

溶接ヒューム個人ばく露濃度測定作業計画書（例）

事業場名		㈱CAJS造船所							
事業場の所在地		東京都千代田区霞が関A-B-C							
事業場測定責任者		中小 太郎							
測定実施予定年月日		令和3年XX月YY日							
測定依頼機関名称		㈱ヒューム測定							
測定依頼機関		東京都千代田区霞が関X-Y-Z							
所在地・連絡先		03-AAAA-BBBB							
測定依頼機関担当者氏名		測定 太郎							
測定対象作業場の状況									
建屋名称	1か所目			2か所目					
	内業・鉄工工場			組立工場					
全体換気装置の有無、種類		有り			有り				
定盤（作業場）		南定盤、北定盤			東定盤、西定盤				
母材及び溶接材料の種類		SS400			SS400（東定盤）、SUS410（西定盤）				
溶接材料の種類		Z3313			Z3313（東定盤）、D410（西定盤）				
均等ばく露作業設定の考え		建屋で1か所			建屋で2か所（母材の種類ごとに設定）				
均等ばく露作業ごとの詳細情報									
設定する均等ばく露作業		均等ばく露作業（南定盤、北定盤）		均等ばく露作業（東定盤）		均等ばく露作業（西定盤）			
溶接対象の態様		小組工事（外板へのスチフナ取付等）		大組工事（二重底ブロック）		大組工事（上部構造物）			
ポータブルファン、局所排気装置、集じん機等の配置		測定対象者1名につきスイデンφ250 1台で横から送風 加えて首振り大型扇風機稼働		測定対象者1名につきスイデンφ288 2台（フレキシブルダクト付き）で送風と排気を行う		測定対象者1名につきスイデンφ288 2台（フレキシブルダクト付き）で送風と排気を行う			
測定対象溶接作業者の氏名、所属		協力 太郎（協力工業）※南定盤 協力 次郎（協力工業）※北定盤		中小 次郎（CAJS造船所） 中小 三郎（CAJS造船所）		協力 三郎（協力工業） 協力 四郎（協力工業）			
測定補助者の氏名、所属		中小 四郎（CAJS造船所）※南定 中小 五郎（CAJS造船所）※北定		中小 六郎（CAJS造船所） 中小 七郎（CAJS造船所）		中小 八郎（CAJS造船所） 中小 九郎（CAJS造船所）			
測定前日・当日の作業スケジュール									
前日	13:00	㈱ヒューム測定と打合せ		13:00	㈱ヒューム測定と打合せ		13:00	㈱ヒューム測定と打合せ	
	14:00	㈱ヒューム測定と測定対象場所の現場確認		14:00	㈱ヒューム測定と測定対象場所の現場確認		14:00	㈱ヒューム測定と測定対象場所の現場確認	
	16:00	㈱ヒューム測定と測定段取りの最終打合せ		16:00	㈱ヒューム測定と測定段取りの最終打合せ		16:00	㈱ヒューム測定と測定段取りの最終打合せ	
当日	7:50	測定機材装着		7:50	測定機材装着		7:50	測定機材装着	
	8:00	始業、測定開始		8:00	始業、測定開始		8:00	始業、測定開始	
		溶接準備（配材、運搬等）			溶接準備（配材、運搬等）			溶接準備（配材、運搬等）	
	9:00	溶接作業 （外板スチフナ取付）		9:00	溶接作業（二重底ブロック暴露部他）		9:00	溶接作業（上部構造物他）	
	10:00	曲げ加工、グラインダー		10:00	ひずみ取り、防錆塗布		10:00	掃除、作業指示、打合せ	
	11:00	溶接作業、関連作業		11:00	作業指示、グラインダ、溶接作業		11:00	作業指示、グラインダ、溶接作業	
	12:00	休憩（測定機材取り外し）		12:00	休憩（測定機材取り外し）		12:00	休憩（測定機材取り外し）	
	13:00	測定機材装着、測定再開		13:00	測定機材装着、測定再開		13:00	測定機材装着、測定再開	
		溶接作業（外板ブラケット取付）			溶接作業（二重底ブロック暴露部他）			溶接作業（上部構造物他）	
	14:00	作業指示、グラインダ、溶接作業		14:00	掃除、作業指示、打合せ、溶接作業		14:00	ひずみ取り、防錆塗布、溶接作業	
	15:00	溶接作業（休憩含む）		15:00	溶接作業（休憩含む）		15:00	溶接作業（休憩含む）	
	16:00	仕上げ、チップパー、手直し、掃除		16:00	仕上げ、チップパー、手直し、掃除		16:00	チップパー、手直し、掃除	
17:00	測定終了、測定機材取外し		17:00	測定終了、測定機材取外し		17:00	測定終了、測定機材取外し		

図 22 測定作業計画の例

(4) 規制の適用にあたっての注意点

①測定関係

- ・令和4年3月31日までに測定を終了させる必要がありますが、地区の推奨測定会社((6)②参照)は、それほど社数が多くないので、前広に測定を行う準備を進めるとともに、同業他社、地域のリーダー会社と連携して対応して下さい。
- ・下請け会社、構外下請け会社、ブロック委託会社等についても、金属アーク溶接等作業を行えば、規制の対象となりますので、元請け会社が十分に指導し相談に乗って測定を円滑に行えるようにして下さい。
- ・溶接作業環境が整備されている場合は、特化則に基づく測定を進めて頂いて構いません。ただ、溶接作業環境の整備状況が不透明な場合は、最初から特化則に基づく測定を行うのではなく、試測定の実施や所属団体からの助言を受ける等の対策を行ってから、正式な測定を行うことをお勧めします。

②特定化学物質作業主任者の選任

- ・特定化学物質作業主任者の資格を得るための技能講習は、開催頻度や開催場所が少ないため、地域の労働基準協会等の講習開催状況を確認のうえ、選任期日までに間に合うように準備を進めて下さい。
- ・前述のとおり、特定化学物質作業主任者の資格を有する者の必要人数については、各社の溶接現場の状況等で変わりますので、十分に検討の上、余裕を持った人数として下さい。

(5) 規制の施行期日

現に金属アーク溶接等作業を行っている事業者には課せられる義務要件を施行期日ごとに整理すると、表1の通りです。

	令和3年4月1日から	令和4年4月1日から	令和5年4月1日から
継続して金属アーク溶接等作業を行う屋内作業場	<ul style="list-style-type: none"> ○溶接ヒューム個人ばく露濃度の測定及び結果の記録保存(既存の作業場は令和4年3月31日までに実施) ○全体換気装置等による換気実施(粉じん則で対応済み) ○特殊健康診断 ○安全衛生教育 ○ぼろ等の処理 ○不浸透性の床の設置、毎日の清掃 ○関係者以外立入禁止措置 ○ヒューム運搬時の堅固な容器使用 ○休憩室の設置 ○洗浄設備の設置 ○喫煙飲食禁止 ○有効な呼吸用保護具の使用、備付け 	<ul style="list-style-type: none"> ○測定結果に応じた呼吸用保護具の使用 ○特定化学物質作業主任者の選任 	<ul style="list-style-type: none"> ○測定結果に応じた呼吸用保護具について、毎年のフィットテスト実施及び結果の記録保存
金属アーク溶接等作業を行う屋外作業場	<ul style="list-style-type: none"> ○特殊健康診断 ○安全衛生教育 ○ぼろ等の処理 ○不浸透性の床の設置、毎日の清掃 ○関係者以外立入禁止措置 ○ヒューム運搬時の堅固な容器使用 ○休憩室の設置 ○洗浄設備の設置 ○喫煙飲食禁止 ○有効な呼吸用保護具の使用、備付け 	<ul style="list-style-type: none"> ○特定化学物質作業主任者の選任 	

表1 事業者の義務要件整理表

(6) その他

①溶接ヒューム規制対応に関する相談窓口

造船業界及び測定機関団体の窓口は以下の通りです。

団体名	部署	連絡先
(一社) 日本造船工業会	総務部 (労務担当)	03-3580-1578
(一社) 日本中小型造船工業会	企画調査室・業務部	03-3502-2063
(一社) 日本作業環境測定協会	https://www.jawe.or.jp	

②推奨測定会社

表2に(一社)日本造船工業会の作成提供による推奨測定会社一覧を示します。推奨測定会社とは、作業環境測定のため日頃より同会会員造船所に出入りし、造船現場事情に詳しい測定会社のこと、他の測定会社を利用するよりも事前準備、測定のスケジューリング、測定の実施等に際し、円滑な連絡調整が可能ということです。

この表に記載された推奨測定会社は、記載された日本造船工業会会員造船所と取引のある測定会社ではあるものの、その他の造船所に関しては必ずしも情報を持っていません。よって、推奨測定会社の利用に際しては、まず日本造船工業会相談窓口にて測定会社利用希望の一報を入れ、当該担当者から造船所へ、測定会社への仲介依頼をした後、測定会社とコンタクトを取ることをお勧めします。

	都道府県	測定会社 住所 電話番号		URL	造船会社・事業所
1	北海道	環境コンサルタント(株) 函館営業所 函館市 港町3丁目18-27 0138-40-2235		http://kankyocon.co.jp/company/	函館どつく・函館造船所
2	神奈川	(株)IHI 検査計測 横浜市金沢区福浦2-6-17 045-791-3516		https://www.iic-hq.co.jp/	JMU・横浜事業所
3	東京	(株)環境管理センター 八王子市下恩方町323-1 042-650-7200		https://www.kankyo-kanri.co.jp/	日本造船工業会 (サンプル測定で利用)
4	愛知	(株)イズミテック 豊橋市高師町字北新切267番地5 0532-46-8521		http://izumitec.co.jp/	新来島豊橋造船
5	三重	(株)東海テクノ 松阪分析センター 松阪市若葉町92-1 0598-51-9490		https://www.tokai-techno.co.jp/	JMU・津事業所
6	京都	(一財)京都工場保健会 京都市中京区西ノ京北壺井町67番地 075-823-0528		https://hokenkai-recruit.jp/	JMU・舞鶴事業所
7	兵庫	(株)神戸工業試験場 播磨事業所 加古郡播磨町新島47-13 079-435-5010		https://www.kmtl.co.jp/ja/company	三菱重工業・神戸造船所
8	兵庫	(株)神戸工業試験場 土山工場 加古郡播磨町北野添1-12-2 078-943-0370		https://www.kmtl.co.jp/ja/company	三菱重工業・神戸造船所
9	兵庫	中外テクノス(株) 関西技術センター 神戸市西区井吹台東町7丁目3-7 078-997-8000		https://www.chugai-tec.co.jp/company/	川崎重工業・神戸工場
10	岡山	三井E&Sテクニカルリサーチ 玉野市玉3丁目1番1号 0863-23-2620		http://www.mestrc.co.jp/	三井E&S造船・ 玉野艦船工場
11	広島	(株)中国環境分析センター 広島県竹原市塩町一丁目3番1号 0846-22-2629		http://www.toho-zinc.co.jp/center/index.html	今治造船・広島工場
12	広島	JFE西日本ジーエス(株) 福山市鋼管町1番地 084-945-3835		http://www.jfe-ngs.co.jp/	尾道造船・尾道造船所
13	広島	(株)アサヒテクノリサーチ 大竹市晴海2丁目10番22号 0827-59-1800		https://asahigrp.co.jp/atr/	三菱造船・下関
14	広島	ラボテック(株) 呉営業所 呉市昭和町11-1 0823-23-0879		https://www.labotec.co.jp/	JMU・呉事業所
15	香川	朝日肥料(株) 高松市朝日町四丁目11番1号 087-851-8907		http://www.asahi-hiryu.co.jp/index.html	今治造船・丸亀事業本部、 川崎重工業・坂出工場
16	愛媛	(株)西条環境分析センター 西条市樋之口452番地 0897-55-3367		http://saijo-kankyo.co.jp/index.html	今治造船・今治工場 今治造船・西条工場
17	長崎	MHIソリューションテクノロジー(株) 長崎支社 長崎市深堀町五丁目717番地1 095-834-2700		https://www.mhisoltech.co.jp/company/	三菱造船・長崎 大島造船所 名村造船所
18	長崎	(株)微研テクノス 佐世保市白岳町166番地1 0956-31-9557		https://www.biken-t.co.jp/	佐世保重工業・ 佐世保造船所
19	熊本	(株)野田市電子 熊本市中央区世安町335 096-322-0617		https://www.nodaichig.jp/company_profile_d	JMU・有明事業所

表2 推奨測定会社一覧 ((一社) 日本造船工業会提供)

③測定費用の目安

測定費用は測定会社によって異なりますが、測定機材の機器損料、測定担当者の日当・出張費用、分析費用等を合わせると、目安として測定対象者1名あたり5~10万円となることが多いようです。

3. 参考資料集

(1) 造船業における溶接作業と注意点

①造船業における溶接作業

アーク溶接機等を用いて行う金属の溶接、溶断等の作業は、造船業、建設業等をはじめ幅広い業種において行われています。

屋内やタンク等の内部においてアーク溶接機等を用いる作業は粉じん作業に該当することから、粉じん障害を防止するための対策を適切に講じてアーク溶接等の作業に従事する必要があります。

ア. 溶接方法の種類について

溶接方法には融接、圧接、ろう接、に大分類されます。

- ・融接は溶融接合の略称で被溶接材（母材）を溶融し、継手に機械的圧力を加えないで行う方法の総称です。
- ・圧接は加圧溶接の略称で継手に大きな機械的圧力を加えておこなう方法の総称です。
- ・ろう接は母材をできるだけ溶融しないで、母材よりも低い融点を持った金属の溶加材（ろう）を溶融して毛細管現象を利用して接合面の間隙に行き渡らせて行う方法でろう付、はんだ付けの総称です。

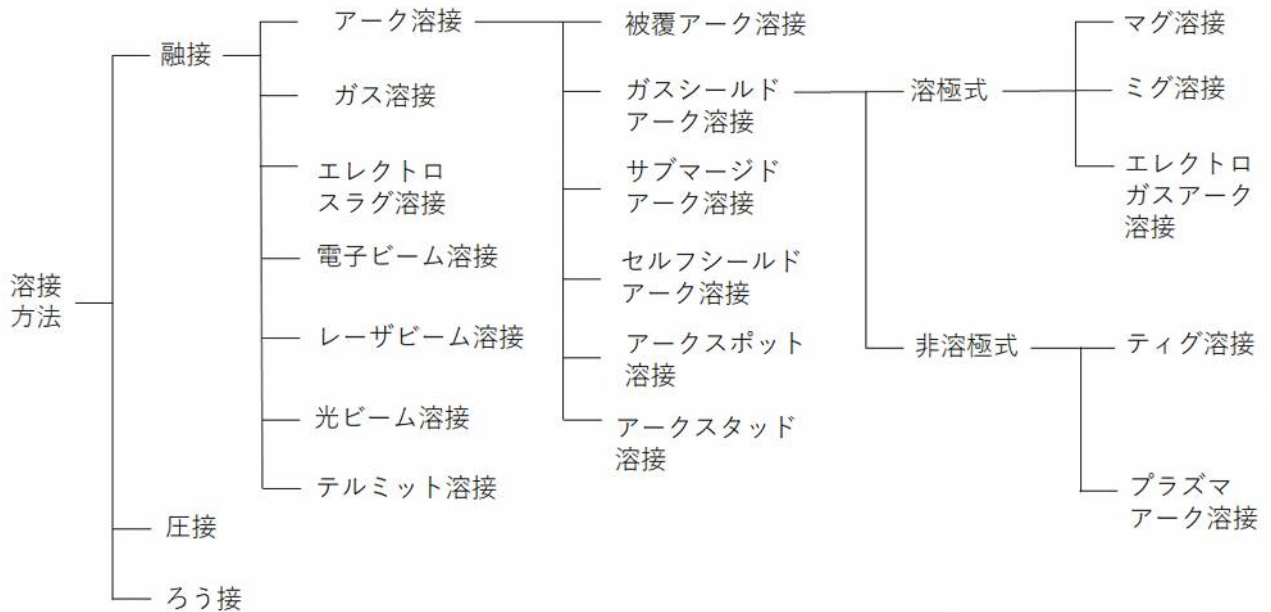


図 23 溶接方法分類

造船業は主にアーク溶接で船体を組み立てており、一般的に手動の溶接作業に使用されている溶接方法が被覆アーク溶接、ガスシールドアーク溶接（マグ溶接（炭酸ガスアーク半自動溶接））です。

被覆アーク溶接は心線に被覆材を塗布した被覆アーク溶接棒と母材との間にアークを発生させ、被覆材から生ずるガス及びスラグで溶接部を保護しながら行う溶接法で、使用する棒の長さは450mm以下を使用します。

ガスシールドアーク溶接はコイル状にまかれた溶極（ワイヤ）を供給モーターにより供給し、母材とワイヤとの間にアークを発生させ溶接する方法で、大気中の酸素を遮断するため、炭酸ガス（CO₂）、アルゴン（Ar）などのガスをシールド（遮蔽）として使います。

ガスの種類によってマグ溶接（MAG: Metal Active gas）とミグ溶接（MIG: Metal Inert Gas）があり、マグ溶接はシールドガスに炭酸ガス単独または炭酸ガス+アルゴンガスの混合ガスを使用し、ミグ溶接はシールドガスにアルゴン、ヘリウムなどの不活性ガスまたは少量の活性ガスを混合したガス（2%酸素又は5%炭酸ガス）を使用します。

造船業では顔面に近い状態で溶接する作業についてはこの2種類が主であり、その他融接については、自動で溶接する方法に主に使用されているため省略します。

②手溶接技能者資格の種類

手溶接技能者資格の種類は日本産業規格（JIS）又は日本溶接協会で示されている通りで、溶接姿勢（継手方向）については、下向（基本級）、立向、横向、上向（専門級）に分類されます。板の開先形状によりさらに分類されますが、ここでは下向（F）、立向（V）、横向（H）、上向（O）の溶接方法で説明します。

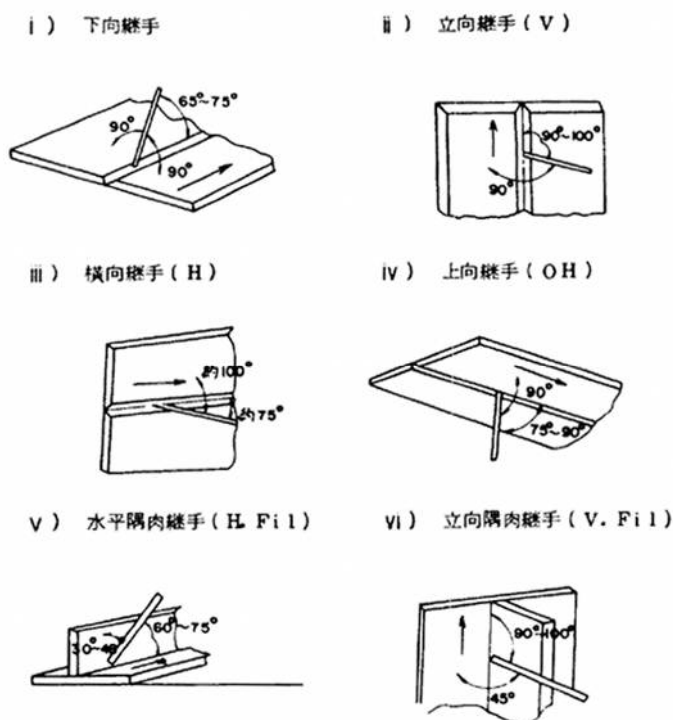


図 24 継手の種類

(出典：日本財団助成事業 「通信教育造船科講座 船体工作法 学習指導書」
(財)日本小型船舶工業会)

③溶接作業の種類（小組・中組・大組・ブロック搭載・艙装他）

船体の組立には建造船舶の大きさ、その工場の定盤、クレーン能力により大きく異なりますが、基本的には船台（またはドック）での作業を減らすためブロック工法を採用しています。

ブロック製作においては各ステージで溶接作業は大きく異なりますが、出来るだけ自動溶接、半自動用溶接を行えるよう日々改良がなされています。しかし、人力による溶接（手溶接）は必ず行わなければなりません。

各造船所によりブロックの大きさで呼び方は様々ですが、建造工程順に板継・小組・中組・大組・ブロック搭載総組・艙装等に分け、溶接作業の種類について説明します。

ア. 平板ブロック板継・・・納入された鋼板をつなぎ合わせる作業。

現在はほぼすべての造船所で自動溶接が進んでいます。手溶接の場合は下向（F）溶接となります。

イ. 小組・・・ロンジやフレーム等にブラケット、スティフナー等を取付ける作業。

平らな板又は曲げ加工された板に型鋼、ブラケットなどを仮溶接します。条件により本溶接は半自動溶接、グラビティー溶接などで行われています。

ウ. 中組・・・小組された部材を工場内などである程度の大きさ（天井クレーンの能力で製作可能な大きさ）のブロックに組み立てます。この工程はほとんどの中小造船所は省略し、大組ステージへ移行します。

エ. 大組・・・小組あるいは中組されたブロックを搭載用ブロックに組み立てます。

大組ブロックになると簡単に下向き（F）溶接できる状態に部材は移動できないので、下向（F）、立向（V）、横向（H）、上向（O）の各姿勢での溶接が必要となります。船体ブロックはこの段階まではほとんどの造船所は工場内作業となります。

オ. 総組・・・船台あるいはドックにブロックを船の形に搭載していきます。

各ブロックをつなぎ合わせるため、溶接姿勢は下向（F）、立向（V）、横向（H）、上向（O）となります。総組は建屋の大きさに影響されるため、ほとんどの造船所は工場内作業ができませんが、一部造船所では工場内で総組を行っているところもあります。

カ. 艙装・・・機器架台、通行装置（手すり、階段等）、電路、配管等の製作は、製品が小さいためほとんどが工場内で（外注製作も含めて）行われています。溶接については下向（F）、立向（V）、横向（H）が考えられます。



図 25 船体の組立（中組、大組、総組）

④溶接作業における保護具及び保護装置（マスク・溶接面・皮手袋・溶接頭巾他）

ア. 保護具等

溶接作業においては、体を保護する様々な保護具が必要となります。ここでは保護具等の目的を、どのような災害が発生するかを含めて解説します。

(i) 保護衣

作業衣は、皮膚の火傷を防止するために、発火・燃焼することなく、高温のスパッタ・スラグとの接触およびアーク光の直接照射に耐える材質のものでなければなりません。さらに、身体を十分に覆い、破れ、ボタンの欠損などがなく、作業者の体格に合った衣類を着用しなければなりません。なお、通気性の低い作業衣、呼吸用保護具、保護面、前掛けなどは、汗が蒸発するはずの皮ふや衣服の表面を覆ってしまうことから、熱中症が発生しやすい条件の一つになるので注意が必要です。

- ・ 燃えやすい合成繊維（難燃性の合成繊維は除く）の衣類は着用しないこと。
- ・ 一般的には木綿が使われているが、可燃性を低下させるために、難燃処理することが望ましいこと。
- ・ 油類の付着した衣類は着用しないこと。
- ・ まくり上げた袖、ポケット、ズボンの折り返し部などに、高温のスパッタ・スラグが飛来して、熱傷の原因となることがあるので、注意する必要があること。

(ii) 保護帽

頭部損傷を防ぐために、保護帽を常時着用します。保護帽を着用する際には、脱落しないように、あごひもをしっかり締めておかなければなりません。

保護帽については、「保護帽の規格」があり、この規格に適合（型式検定に合格）したものを使用しなければなりません。（労働安全衛生法第 42 条）



図 26 保護帽

・保護帽の種類

厚生労働省の型式検定により次の2種類に分類されます。

・飛来・落下物用

・墜落時保護用（電気用を兼用するものもある）

型式検定に合格したものには「労・検」のラベルが貼付されています。

・保護帽の選び方

保護帽の材質は大きく分けて、次の4つに分けられ、作業環境・条件にあった種類の保護帽の選択が必要となります。

・熱硬化性樹脂製のFRP（繊維強化プラスチック）

・熱可塑性樹脂製のABS（合成樹脂の一種）

・PC（ポリカーボネイト）

・PE（ポリエチレン）

(ア) 耐熱性

溶鉱炉など、輻射熱のひどい職場では、不向きな材質があります。特にABS、PC、PEは変形の恐れがあります。

(イ) 溶剤

化学工場、溶剤、ガソリンなどを扱う可能性のあるサービス業務では溶剤に弱い材質は避けるのが基本です。（例えば、荷役、運搬会社、化学工場、石油工場構内で働くエンジニアリング会社など）

(ウ) 表面硬度

梁や鉄骨などにぶつかったり、物が当たったりすることがあります。PCやPEなどの表面の柔らかい材質は傷がつきやすい欠点がある。

(エ) ひさしのかぶさった保護帽

視界を妨げる危険があるため、作業環境に適した形のものを選ぶことが必要です。長すぎるひさしは上部の視界を妨げる危険があります。

(オ) 全周つば付き

屋外の仕事では、全周つばがあると、雨や降水が直接顔にかかることや落下物も防げます。側面からの荷重に強いが、つばが邪魔になることもあります。

(カ) 天井のリブ

天井のリブ（肋骨状の隆起物）は、保護帽の強化に役立ちます。しかし、リブの付け方によっては、落下物が落ちにくくなることもあります。（落下物は、なるべく頭部からスルリと逃がしてやる方がよい（衝撃荷重を逃がす））。その意味で、表面は平滑に近い方が望ましい。

(キ) 溝付き

溝の付いた保護帽は、側面からの圧迫に強くなり、雨が首筋に入らないという利点がありますが、下を向くと、溝にたまった水が流れおちて手に持った書類や図面などをぬらすこともあります。

(iii) 安全靴

安全靴は足部の損傷、火傷などの災害防止のために、常時着用し、素足、下駄履き、サンダル履きなどで作業しないこと。また、耐熱性および絶縁性のものを使用すること。

安全靴の種類は甲被によって分けられます。革製では牛革、総ゴム製では耐油及び非耐油ゴムを使用しています。

近年人工皮革の性能も向上してきましたが、着用環境によっては向かない場合があるので注意が必要です。人工皮革やビニルレザーや合成樹脂引布などを使用した製品で、たとえつま先部に硬質先しんが入っていても安全靴とは呼べず、JIS マークも付けることができません。

市販品の中には、つま先部に鋼製先しんを装着して「安全靴」として販売している製品がありますが、これらは正確な「安全靴」ではなく、プロテクティブスニーカーと呼ばれます。(公益社団法人日本保安用品協会 (JSAA) 規格)

安全靴は作業区分により種類分けがされており、安全性能の差により

H種 (重作業用 約 1.5t の耐圧迫荷重)

S種 (普通作業用 約 1t の耐圧迫荷重)

L種 (軽作業用 約 450kg の耐圧迫荷重)

となっています。もともとH種 (重作業用) は、鉱山作業や鉄鋼・造船作業の一部で使用されていますが、必要な職場環境は減少しています。



短靴

長編上靴

半長靴

図 27 安全靴

安全靴の選択にあたっては、作業に合った安全靴を選ぶことがポイントです。

- ・ 溶剤などを取扱う作業：底材がその溶剤に対して耐性をもっていること。防爆の観点から静電靴用が望ましい
- ・ 滑り易い床面：耐滑性に優れた靴が必要
- ・ 高熱作業場：耐熱靴が必要
- ・ 高所作業場：高所作業に適した比較的屈曲性に優れた靴が望ましい

(iv) 溶接用革製保護手袋

溶接中は、アーク熱、スパッタ、スラグ、熱い材料などが手に直接接触することを防止するため (火傷防止のため) 溶接用革製保護手袋 (JIS T8113:1976) を用いるが、

手が汗などで濡れると手袋が水気を帯びて絶縁性が低下し、感電の危険性が高まります。

そのため、革をシリコン樹脂で処理した手袋を用いるなどの対策を行うことが大切です。

溶接用革製保護手袋は、難燃性、耐熱性および絶縁性の優れた材質の、手首覆いがついたものを着用します。

なお、革製手袋だけでは耐熱性が不十分な場合があるので、軍手を下に着用しておくのが望まれます。



図 28 溶接用革製保護手袋

(v) 前掛け、足カバーおよび腕カバー

スパッタおよびスラグから体を保護するために、難燃性（革製など）の前掛けおよび足カバーを着用します。また、上向姿勢の溶接作業などでは、必要に応じて腕カバーなどを着用します。



図 29 前掛け



図 30 腕カバー



図 31 足カバー

(vi) 耳栓および帽子

耳管への危険がある場合は、難燃性の耳栓などの保護具を耳管に正しく取り付けなければなりません。また、頭部の火傷を防止するために、必要に応じて保護帽の下に難燃性材料で作られた帽子（頭巾）を着用します。



図 32 溶接用頭巾



図 33 耳栓

(vii) 溶接用保護面

有害光線から眼および皮膚を保護するとともに、スパッタ、スラグなどによる火傷の危険から顔面、前頭部、耳およびのど部前面を保護するために、JIS T8141:2016「遮

光保護具」で規定するフィルタプレートを装着した溶接用保護面(JIS T8142:2003)を用いなければなりません。

顔面全体を覆うもので、ヘルメット形とハンドシールド形の2種類があります。

溶接用保護面は、下めがねでは防護できないアーク光、スパッタなどから顔部および頭や頸部の前面を保護する役目もあります。

なお、溶接用保護面の着用による長時間連続の作業は、眼に大きな負担を伴うので、計画的な休息をとり、作業終了時には、冷水で洗顔、冷湿布を行うなどの対策を講ずることが望まれます。



図 34 溶接用保護面

(viii) 保護めがね

スパッタ、スラグ、その他の飛来物などから眼を保護するために、保護めがね(JIS T8147:2016)または遮光保護具(めがね)(JIS T8141:2016)を着用します。

選択に当たっては、側方からの飛来にも対応するため、ゴーグル形、またはスペクタクル形若しくはフロント形のサイドシールド付のものが望まれます。



図 35 保護めがね

眼の災害は溶接時に発生するアークの眼に見える可視光と目に見えない紫外線および赤外線が発生するために起きます。その中で、特に眼に有害な光は、紫外線と可視光の青光(400~500nm)です。

また、アークの点火または再点火の場合に、保護面での遮光が遅れると、有害光にばく露する危険をはらんでいます。それに備えて、常時、保護面の装着とは別に、下めがね(保護めがね)を着用していることが望まれます。

なお、一眼式は、近視用などの矯正用めがねをしていても、その上から着用できる便利さもあります。

(7) 紫外線

紫外線は、眼にきわめて吸収されやすく角膜の表層部に障害を与えます。これは、電気性眼炎症として知られている症状です。

紫外線の照射を一定量以上眼に受けると、被ばく条件にもよりますが、眼に異物または砂が入った感じになり、涙が流れ、まぶたの痙攣などを伴った急性症状が、潜伏

時間の関係で数時間後に現れます。このような症状は、通常、24時間程度持続し、48時間後にはすべての不快感は消失し、大抵、2～3日後には角膜上皮が再生されて治癒します。

一方、紫外線の照射を露出した皮膚に受けると、“日焼け”と同様の赤みを帯びた水腫れの症状となります。

(イ) 青光（ブルーライト）

アーク光を直視すると非常にまぶしさを感じます。可視光の領域の青光によって発症する網膜炎については、多くの症例が報告されています。光網膜炎は、視力の低下、視野の一部が見えなくなる、かすんで見えるなどの症状が現れ、数週間から数ヵ月間続き、日常生活に大きな支障を及ぼすこともあります。

(ix) 墜落制止用器具

墜落制止用器具には、その用途によってフルハーネス型と胴ベルト型とがありますが、作業床の高さによって使い分けられます。

厚生労働省の「墜落制止用器具の安全な使用に関するガイドライン（平成30年6月22日付け基発0622第2号）」第4 墜落制止用器具の選定 1 基本的な考え方では、次のように定められています。

胴ベルト型を使用することが可能な高さの目安は、フルハーネス型を使用すると仮定した場合の自由落下距離とショックアブソーバの伸びの合計値に1メートルを加えた値以下とする必要があること。このため、いかなる場合にも守らなければならない最低基準として、ショックアブソーバの自由落下距離の最大値（4メートル）及びショックアブソーバの伸びの最大値（1.75メートル）の合計値に1メートルを加えた高さ（6.75メートル）を超える箇所で作業する場合は、フルハーネス型を使用しなければならないこと。



フルハーネス型墜落制止用器具



胴ベルト型墜落制止用器具

図 36 墜落制止用器具

(x) 呼吸用保護具

(ア) ろ過式防じんマスク

酸素濃度が 18%以上の環境においてアーク溶接作業用として有効な、ろ過式防じんマスクの種類を以下に示します。

・防じんマスク

労働安全衛生法に基づき国家検定規格として「防じんマスクの規格」が定められています。通達（「防じんマスクの選択、使用等について」平成 17 年 2 月 7 日基発第 0207006 号）により、溶接・熱切断作業で使用する防じんマスクの性能として粒子捕集効率が 95%以上を有するものとされています。



図 37 防じんマスク

・電動ファン付き呼吸用保護具

夏場の暑い時期、溶接作業を行うための防じんマスクの着用は、息苦しさが倍増し、かなりの肉体的な負担を伴います。

その点、電動ファン付き呼吸用保護具は、携帯バッテリーを電源として小型の電動ファンを回すことによって強制的に作業環境中の空気をフィルタでろ過し、清浄な空気を着用者の面体内に送り込む構造になっているので、息苦しさが大幅に緩和されるとともに、ろ過された清浄空気、保護具内が常に陽圧となるので、防じんマスクのように密着性を気にしなくても高い防護性能が確保できます。

電動ファン付き呼吸用保護具も、「電動ファン付き呼吸用保護具の規格」に基づいて国家検定が行われています。

電動ファン付き呼吸用保護具は、次の特長があります。

- ・高い防護性能を有しているため粉じんにはばく露するリスクが著しく軽減する。
- ・呼吸が楽になるため作業者の負担が軽減する。



図 38 電動ファン付き呼吸用保護具

(イ) 送気マスク

送気マスクは、狭い場所においてアーク溶接を行う際に、また、酸素濃度が 18%未滿または有害ガスが存在する環境においても使用できます。



図 39 送気マスク

イ. 保護装置等

溶接による死亡災害は、交流アーク溶接機用自動電撃防止装置、溶接棒ホルダおよび溶接用革製保護手袋などの規格化の進展ならびに労働安全衛生規則などの法令整備による効果により、昭和 36 年をピークに著しく減少してきています。

これまでの溶接作業での共通的な災害発生要因として、夏場の暑い季節（7～9 月）になると、

- ・ 作業者は気温の上昇から、とかく軽装となって皮ふを露出すること
- ・ 絶縁保護具（革製手袋、安全靴など）の着用が怠りがちになること
- ・ 作業時における注意力が散漫になること
- ・ 発汗によって皮膚の電気抵抗および皮膚と充電物との接触抵抗が減少することなどが影響していると見られます。

⑤感電災害の防止対策

ア. 溶接棒ホルダ

溶接棒ホルダは、溶接棒を挟んで、電気接続を確実にするための道具ですが、感電災害の発生状況の推移からホルダへの接触による感電災害が多く見受けられます。そのため、溶接棒を挟む部分を除いて、充電部がすべて絶縁され、かつ、耐熱性および耐衝撃性が優れたものを使用しなければなりません。

なお、溶接棒ホルダは、使用するアーク電流の大きさに適合したものを使用します。また、ホルダは、使用中に先端部の絶縁物が焼損することが多いので予備品を常備し、速やかに交換することによって常に安全な状態で作業ができるようにしておかなければなりません。



図 40 溶接棒ホルダ

イ. 自動電撃防止装置

自動電撃防止装置は、アーク溶接作業における感電を防止する目的で、交流アーク溶接機本体に内蔵または外付け接続して使用する安全装置です。

溶接棒を母材に短絡させる際にアークが発生して電流が流れますが、アークが発生しない（無負荷）ときには、溶接棒ホルダと母材との間に高い電圧がかかって大変危険なため、溶接機の二次無負荷電圧を低くして、電撃を防止する役目を果たします。

この装置の使用は、溶接棒に触れて起こる感電災害の防止以外に、万一、溶接機の二次側配線やホルダの絶縁不良があった場合でも防止効果を発揮します。労働安全衛生規則において、交流アーク溶接機による感電災害が起りやすい作業環境で、この装置の使用を義務付けているのは、このためです。

ウ. 損傷のない適正なケーブルの使用

溶接機二次側回路の配線は、一般に 600V ゴムキャブタイヤケーブルおよび溶接用ケーブルが用いられますが、その外装が破損して心線が露出すると、これに触れて感電するおそれがあります。

外装の破損は、機械的または過電流に基づく熱損傷が要因であることが多いです。ケーブルは、床面を牽引して用いると、被覆が破損しやすくなります。特に床面が油などで汚れているところでは、天然ゴムを外装とするキャブタイヤケーブルは、ゴム材料部が膨潤して劣化しやすいので、クロロプレンゴムを外装とするケーブルを用いるのが適切です。また、ケーブルが通路などを横切るときは、防護覆いを施し、外装が破損した場合は、完全に絶縁補修を行うか、新品と交換します。

なお、ケーブルは、アーク電流の大きさに適合した太さのケーブルを用います。細すぎると電流熱のため外装が早く劣化して、破損の原因になります。

エ. 母材の接地励行

母材の電位上昇防止のために、母材またはこれを保持する装置（ジグ、定盤など）には、D種接地工事を施さなければなりません。母材から大地へ溶接電流が分流して、思わぬ所で発熱することを防ぐために、溶接機の出力端子またはその近くで接地してはいけません。

(2) 溶接ヒュームの性質

① 溶接ヒュームの発生メカニズム

溶接ヒュームは、アーク溶接時に発生する固体状の細かい金属酸化物の粒子です。発生機構を図 41 に示します。アークの熱によって溶かされた金属が蒸気になり、その蒸気が空気中において冷却され固体状の細かい粒子となったもので、通常、煙のように見えます。

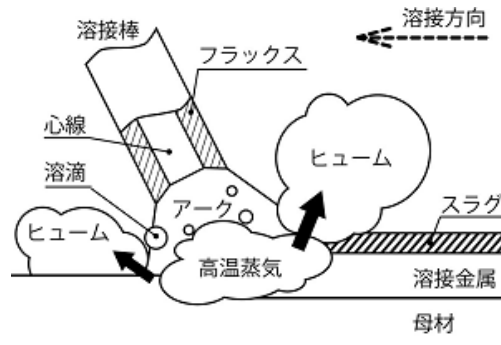


図 41 溶接ヒュームの発生機構

② 溶接ヒュームの成分

図 42 に、溶接ヒュームをフィルタで捕集し走査電子顕微鏡で観察した結果を示します。また、図 43 に図 42 の青枠線内の元素分析結果を示します。図 43 中、Mn-K と表示されている部分は、規制対象であるマンガンを示しています。フィルタで捕集した溶接ヒューム内に、マンガンが含まれていることが分かります。

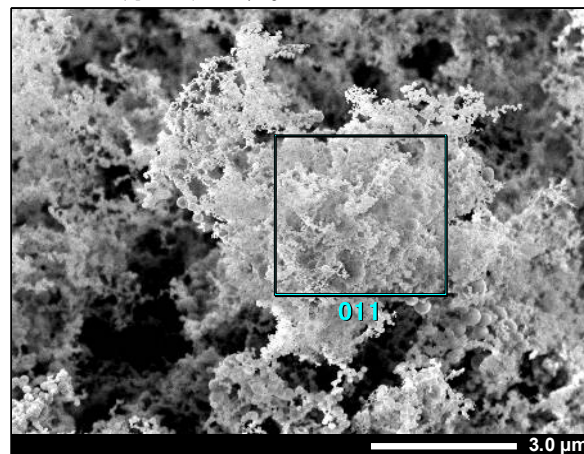


図 42 溶接ヒューム走査電子顕微鏡写真 (10000 倍)

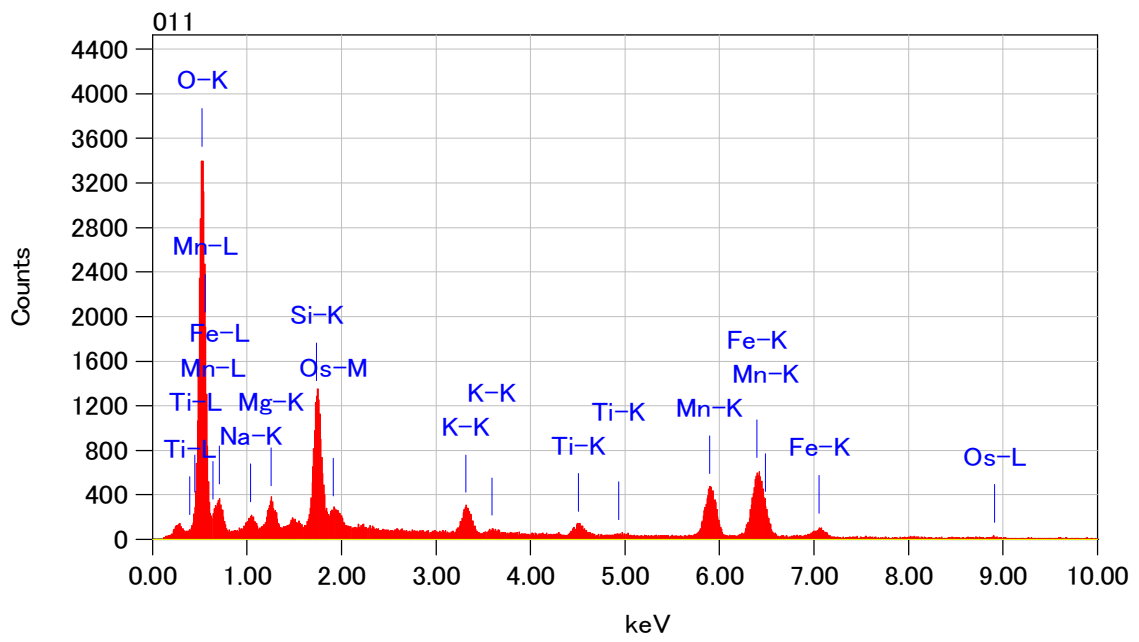


図 43 溶接ヒューム元素分析結果

本書はポートルースの交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

造船所のための溶接ヒュームに関する新規規制対応手引き

2021年（令和3年）5月発行

発行 一般社団法人 日本中小型造船工業会

〒100-0013 東京都千代田区霞が関 3-8-1 虎ノ門三井ビルディング 10階

TEL: 03-3502-2063 FAX: 03-3503-1479

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。