

WES

溶接，熱切断及び関連作業における
安全衛生 第8部：ガス溶接・レーザ溶
接・ろう接及び熱切断におけるヒューム及
び有害ガス

Safety and health in welding, thermal cutting and allied
processes Part 8 : Fume and gases in gas welding, laser
welding, brazing, and thermal cutting

WES 9009-8 : 20XX

令和 x 年 x 月 x 日 制定

一般社団法人 日本溶接協会

The Japan Welding Engineering Society

WES 9009-8（溶接，熱切断及び関連作業における安全衛生 第8部：ガス溶接・レーザ溶接・ろう接及び熱切断におけるヒューム及び有害ガス）

原案作成委員会 構成表

	氏 名	所 属
(委員長)	山 根 敏	埼玉大学
(委員)	山 田 比路史	株式会社重松製作所
"	澤 口 直 哉	株式会社神戸製鋼所
"	高 見 信 敬	山本光学株式会社
"	左 成 信 之	柴田科学株式会社
"	保 坂 信 行	興研株式会社
"	久保田 裕 仁	興研株式会社
"	齋 藤 佑 介	日鉄溶接工業株式会社
"	芹 田 富美雄	一般社団法人日本溶接協会
"	齊 藤 宏 之	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
"	畠 山 航	小池酸素工業株式会社
"	新 井 聡	株式会社巴コーポレーション
"	海 福 雄一郎	株式会社ガステック
"	飯 島 直 之	公益社団法人産業安全技術協会
"	梅 本 晋 吾	日本製鉄株式会社
"	住 森 大 地	IPG フォトニクスジャパン株式会社
"	内 野 一 成	株式会社名村造船所
"	白 髪 裕 二	トヨタ自動車株式会社
"	金 子 翔	株式会社スズキッド
"	矢 野 良 明	JFEエンジニアリング株式会社
"	齋 藤 文 昭	株式会社エステーリンク
"	猪 瀬 幸太郎	株式会社 IHI
(事務局)	金 子 謙	一般社団法人日本溶接協会
"	染 谷 直 登	一般社団法人日本溶接協会

原案作成委員会			分科会（WG）	構成表
	氏	名	所	属
（主 査）	山	根	敏	埼玉大学
（委 員）	山	田	比路史	株式会社重松製作所
〃	澤	口	直 哉	株式会社神戸製鋼所
〃	高	見	信 敬	山本光学株式会社
〃	左	成	信 之	柴田科学株式会社
〃	保	坂	信 行	興研株式会社
〃	久保	田	裕 仁	興研株式会社
〃	齋	藤	佑 介	日鉄溶接工業株式会社
〃	芹	田	富 美雄	一般社団法人日本溶接協会
〃	齊	藤	宏 之	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
（事務局）	金	子	謙	一般社団法人日本溶接協会
〃	染	谷	直 登	一般社団法人日本溶接協会

制定年月日：令和X年X月X日

原案作成委員会：一般社団法人日本溶接協会 安全衛生・環境委員会（委員長 山根 敏）

WES 9009-8原案作成委員会（委員長 山根 敏）

審議委員会：一般社団法人日本溶接協会 規格委員会（委員長 山根 敏）

この規格についてのご意見又はご質問は、一般社団法人日本溶接協会 業務部（〒101-0025 東京都千代田区
神田佐久間町4-20）にご連絡ください。

なお、WESは、少なくとも5年を経過する日までに一般社団法人日本溶接協会 規格委員会の審議に付され、
速やかに、確認、改正又は廃止されます。

目 次

ページ

1 適用範囲	1
2 法令及び引用規格	1
3 用語及び定義	2
4 リスク評価濃度	2
5 溶接等作業によって発生するヒューム	3
5.1 はんだ付	3
5.2 ろう付	4
6 溶接等作業によって発生する有害ガス	6
8 障害の防止対策	6
9 環境改善	7
10 呼吸用保護具	7
11 その他考慮すべき状況での対処方法	7
12 溶接等作業の労働安全衛生法及びじん肺法による事業者への義務付け	7
12.1 労働安全衛生規則による規制	7
12.2 粉じん障害防止規則による規制	7
12.5 じん肺法による規制	8
附属書 A (参考) 各種物質のリスク評価濃度, 許容濃度及び濃度基準値	9
附属書 B (参考) 金属アーク溶接等作業時の溶接ヒューム濃度の測定方法及び評価方法	13
附属書 C (規定) 指定防護係数	13
解説	14

まえがき

この規格は、一般社団法人日本溶接協会（以下、協会という。）の定款及び諸規定に基づいて規格案が作成され、パブリックコメント公募を経て規格委員会の審議及び理事会によって承認された日本溶接協会規格（WES）である。

当協会は、この規格に関する説明責任を有するが、この規格に基づいて使用又は保有したことから生じるあらゆる経済的損害、損失を含め、一切の間接的、付随的、また結果的損失、損害についての責任を負わない。また、この規格に関連して主張される特許権及び著作権等の知的財産権の有効性を判断する責任も、それらの利用によって生じた知的財産権の侵害に係る損害賠償請求に応ずる責任ももたない。そうした責任は、全てこの規格の利用者にある。

この規格の内容の一部又は全部を他書に転載する場合には、当協会の許諾を得るか、又はこの規格からの転載であることを明示のこと。このような処置がとられないと、著作権及び出版権の侵害となり得る。

WES 9009 規格群（溶接、熱切断及び関連作業における安全衛生）は、次に示す部編成がある。

- WES 9009-1** 第1部：一般
- WES 9009-2** 第2部：溶接ヒューム及び有害ガス
- WES 9009-3** 第3部：有害光
- WES 9009-4** 第4部：電撃及び高周波ノイズ
- WES 9009-5** 第5部：火災及び爆発
- WES 9009-6** 第6部：熱、騒音及び振動
- WES 9009-7** 第7部：レーザー溶接・切断

DRAFT

日本溶接協会規格

溶接，熱切断及び関連作業における安全衛生

第8部：ガス溶接・レーザ溶接・ろう接及び熱切断
におけるヒューム及び有害ガス

Safety and health in welding, thermal cutting and allied processes
Part 8: Fume and gases in gas welding, laser welding, brazing, and thermal
cutting

1 適用範囲

この規格は、溶接^{1),2)}，熱切断³⁾及び関連作業⁴⁾（以下，溶接等作業という。）を行う際に発生するヒューム及び有害ガスの吸入による障害から作業者を保護するための指針を示す。

注¹⁾ 金属アーク溶接等作業については WES9009-2 で規定している。

²⁾この規格における溶接とは，ガス溶接，レーザ溶接，及びろう接をいう。

ただし，水中溶接を除く。

³⁾この規格における熱切断とは，ガス切断及びレーザ切断をいう。

⁴⁾この規格における関連作業とは，ガス加熱及びガスガウジングをいう。

2 法令及び引用規格

次に掲げる法令及び引用規格は，この規格に引用されることによって，その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成している。これらの引用規格は，その最新版（追補を含む。）を適用する。

労働安全衛生規則（昭和 47.9.30 労令第 32 号）（以下，安衛則という。）

粉じん障害防止規則（昭和 54.4.25 労令第 18 号）（以下，粉じん則という。）

特定化学物質障害予防規則（昭和 47.9.30 労令第 39 号）（以下，特化則という。）

酸素欠乏症等防止規則（昭和 47.9.30 労令第 42 号）（以下，酸欠則という。）

鉛中毒予防規則（昭和 47.9.30 労令第 37 号）（以下，鉛則という。）

じん肺法（昭和 35.3.31 法律第 30 号）

じん肺法施行規則（昭和 35.3.31 労令第 6 号）

防じんマスクの規格（昭和 63.3.30 労働省告示第 19 号）

電動ファン付き呼吸用保護具の規格（平成 26.11.28 厚生労働省告示第 455 号）

JIS T 8001 呼吸用保護具用語
JIS T 8150 呼吸用保護具の選択、使用及び保守管理方法
JIS T 8151 防じんマスク
JIS T 8153 送気マスク
JIS T 8157 電動ファン付き呼吸用保護具
JIS Z 3001-1 溶接用語―第 1 部：一般
JIS Z 3001-2 溶接用語―第 2 部：溶接方法
JIS Z 3001-7 溶接用語―第 7 部：アーク溶接
JIS Z 3920 溶接ヒューム分析方法
JIS Z 3950 溶接作業環境における浮遊粉じん濃度測定方法
JIS Z 3952 溶接作業環境におけるガス濃度測定方法
WES 9002 溶接ヒュームなどに関する注意書の表示標準

3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、次によるほか、**JIS Z 3001-1**、**JIS Z 3001-2**、**JIS Z 3001-3**、**JIS T 8001** 及び **WES 9009-2** による。

4 リスク評価濃度

粉じん、ヒューム中の特定成分及びガスのリスク評価濃度は、**表 1** による。なお、リスク評価濃度の詳細は、**附属書 A** のとおりである。また、リスク評価のための測定方法は、**7.1** による。

注記 アーク溶接作業は、特化則に係る作業環境測定の適用除外とされている。

表 1—リスク評価濃度及び法令で定められている濃度

物質		リスク評価濃度 ^{a)}		
		mg/m ³	ppm	
粉じん		2 ^{b) c)}	—	
ヒュームに含まれる成分	Al及びAl ₂ O ₃		0.5 ^{c)}	—
	Bi化合物		2 ^{c) e)}	—
	Fe ₂ O ₃		1 ^{c)}	—
	Mg 化合物		2 ^{c) e)}	—
	Mn		0.02 ^{c) f)}	—
	Mo	不溶性化合物	3 ^{c) f)}	—
		水溶性化合物	0.5 ^{c) f)}	—
	SiO ₂ （非晶質）		2 ^{c)}	—
	TiO ₂		1 ^{c)}	—
	W		3 ^{c) f)}	—
	Be		0.000 05 ^{d) f)}	—
	Co		0.02 ^{d) f)}	—
	Cr	Cr(III)化合物	0.003 ^{d) f)}	—
		Cr(VI)化合物	0.000 2 ^{d) f)}	—
	Cu		0.2 ^{f)}	—
	F		2.5 ^{f)}	—
	Ni	不溶性化合物	0.1 ^{f)}	—
水溶性化合物		0.01 ^{f)}	—	
V ₂ O ₅		0.05	—	
ZnO		0.1 ^{c)}	—	
有害ガス	CO		—	50
	CO ₂		—	5 000
	NO		—	25
	NO ₂		—	0.2
	O ₃		—	0.05

注^{a)} リスク評価濃度の値は、日本産業衛生学会の許容濃度、又はACGIH（米国産業衛生専門官会議）のTLV（許容濃度）のいずれかから引用した。

注^{b)} 吸入性粉じん（レスピラブル粒子）としての値とする。

注^{c)} 吸引性粉じん（インハラブル粒子）としての値とする。

注^{d)} 各化合物としての値とする。

注^{e)} 各元素としての値とする。

5 溶接等作業によって発生するヒューム

5.1 はんだ付

はんだ付によって発生するヒューム中の主な成分は、表2による。

表 2—はんだ付で発生する有害物質

[illegible]

注記2 金属成分は、ビスマス (Bi)、アンチモン (Sb)、銀 (Ag)、銅 (Cu)、インジウム (In) 及び亜鉛 (Zn) が含まれる場合がある。

- a) **すず (Sn)** 良性のじん肺症であるすず肺が知られている。けい肺に比べるとはるかに少ない。かなり濃縮された粉じんでないとするず肺は起こりにくいからである。すず肺は、胸部 X 線撮影によって発見される。X 線検査の所見は、すずの吸入が多いか、期間が長い場合には直径 2 mm～4 mm の濃い陰影が肺の全体に均等に分布する。組織学的な変化はわずかで、線維症を起こすことはない。肺機能には異常なく、自覚症状もほとんどない。
- b) **鉛 (Pb)** 鉛含有はんだを用いるはんだ付で発生する。鉛を含むショッププライマ（一次防錆塗料）塗布鋼板などの溶接及び熱切断でも発生する。急性影響は、金属熱のほかに激痛を伴う鉛せん痛を起こす。低濃度長期ばく露による慢性影響は、神経の障害及び血液の障害（赤血球・ヘモグロビンの減少、貧血、顔面の鉛色化、歯肉の灰黒色化、造血機能低下）を起こす。IARC の発がん性評価は 2B（ヒトに対する発がん性がある可能性がある）である。
- c) **アンチモン (Sb)** アンチモン及びアンチモン化合物は、ばく露すると眼、皮膚や鼻・粘膜への強い刺激が生じ、摂取によって喉や口腔の刺激、咳、めまい、頭痛などを起こす。急性毒性としては、著しい体重の減少、脱毛、皮膚の乾燥・鱗片化などが起き、血液中の好酸球が増加し、病理的所見で心臓、肝臓及び腎臓に急性のうっ血が認められる。アンチモン及びアンチモン化合物は、硫化アンチモンなど一部の例外を除いて、劇物取締法、薬機法、安衛法などで劇物・劇薬・危険有害物などに指定されている。酸化アンチモンの IARC の発がん性評価は 2B（ヒトに対する発がん性がある可能性がある）である。
- d) **樹脂成分 (α -ピネン)** 眼、気道、肺及び皮膚を刺激し、炎症を起こすことがある。
- e) **脂肪族アミン (エタノールアミン)** 多量に吸入した場合、粘膜を刺激し、さらに、麻酔作用、肺炎、肝臓障害などを起こすことがある。
- f) **芳香族アミン アニリン** 多量に吸入した場合、チアノーゼを起こすことがある。アニリンの国際がん研究機関 (IARC) の発がん性評価は 2A（ヒトに対しておそらく発がん性がある）である。
- g) **ハロゲン化水素 塩化水素** 多量に吸入した場合、呼吸器系を刺激し、息苦しくなることがある。臭化水素は、多量に吸入した場合、喉、気管支、肺などを刺激し、粘膜が侵されることがある。
- h) **フェノール** 多量に吸入した場合、全身けん怠、呼吸困難、頭痛、めまい、耳鳴、吐き気、虚脱症状などを起こすことがある。
- i) **ホルムアルデヒド** 多量に吸入した場合、鼻、喉、気管支、肺などを激しく刺激し炎症を起こすことがある。IARC の発がん性評価は 1（ヒトに対する発がん性がある）である。
- j) **トルエン** 眼、鼻、喉などへの刺激性があり、主に吸入によって速やかに吸収され中枢神経系に作用する。多量に吸入した場合、疲労感、眠気、めまい、錯感覚、吐き気、めいてい、精神錯乱、歩行異常などを起こすことがある。
- k) **イソプロピルアルコール** 眼、鼻、喉、気管支などの粘膜や肺を刺激する。多量に吸入した場合、咳、めまい、し（嗜）眠、頭痛、咽頭痛などを起こすことがある。

5.2 ろう付

ろう材及びろう付用フラックスに含まれる主な成分は、それぞれ表 3 及び表 4 による。

表3—ろう材に含まれる主な成分

種類	Ag	Cu	Zn	Cd	Sn	Ni	In	Li	Mn	Ti	P	Au	Pd	Al	Si	Mg	Cr	Co	B	Fe	C	W	Mo	Nb
銀ろう	◎	◎	○	○	○	○	○	△	○	○	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
りん銅ろう	○	◎	—	—	○	○	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
銅及び銅合金ろう	○	◎	○	—	○	○	—	—	○	—	△	—	—	—	△	—	—	—	—	—	—	—	—	—
金ろう	○	◎	○	○	○	◎	—	—	—	—	—	◎	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
パラジウムろう	◎	◎	—	—	—	◎	—	—	○	—	—	—	◎	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ニッケルろう	—	○	—	—	—	◎	—	—	○	—	○	—	—	—	○	—	○	—	○	○	△	○	○	○
アルミニウム合金ろう	—	○	○	—	—	—	—	—	△	△	—	—	—	◎	○	○	△	—	—	△	—	—	—	—

注記 ◎：主成分 ○：副成分 △：1%未満の添加物

表4—ろう付用フラックスに含まれる主な成分

種類	ほう酸類		ふっ化物類						塩素化合物類			
	H ₃ BO ₃	Na ₂ B ₄ O ₇	KF	KHF ₂	KBF ₄	NaF	AlF ₃	ZnF ₂	LiCl	KCl	NaCl	ZnCl ₂
高温用フラックス	◎	◎	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
銀ろう用フラックス	◎	—	◎	○	○	—	—	—	○	—	—	—
アルミ用フラックス	—	—	◎	—	—	○	○	○	◎	◎	○	○

注記 ◎：主成分 ○：副成分

ろう付によって発生するヒューム中の主な成分の人体への影響は、次による。

- a) **銅（Cu）** 銅・銅合金などに含まれている。また、溶接ワイヤのめっきにも含まれている。急性影響としては、上気道、眼の刺激、金属熱などを起こす。慢性影響としては、貧血、皮膚・毛髪の色脱色、肝臓・腎臓の障害などがある。
- b) **亜鉛（Zn）** 亜鉛—アルミニウム系合金、一次防錆塗料などに含まれている。急性影響は、酸化亜鉛（ZnO）による金属熱で、症状は悪寒、筋肉痛、吐き気、発熱、喉の渇き、咳、疲労感、金属味、かすみ眼、腰痛、不定愁訴、呼吸困難などである。慢性影響は、肺機能の低下及び間質性肺炎の疑いがある。
- c) **カドミウム（Cd）** 銀ろう付及び金ろう付によって発生することがある。急性影響としては、金属熱のほかに、肺水腫、気管支炎などを起こす。慢性影響としては、肺気腫（0.1 mg/m³の長時間ばく露で発病する。）、腎不全、嗅覚障害、歯の色素沈着、骨の劣化などを起こす。IARC の発がん性評価は1（ヒトに対する発がん性がある）である。
- d) **すず（Sn）** 5.1 a) 参照。
- e) **ニッケル（Ni）** ステンレス鋼、ニッケル・ニッケル合金などに含まれている。急性影響は、ぜん息、肺線維症、肺浮腫、接触性皮膚炎などがある。症状として頭痛、めまい、おう吐、咳、咽頭痛、胸部圧迫感などが起きる。慢性影響として、肺がんや喉頭がんの可能性があり、IARC の発がん性評価は、金属が“2B”（ヒトに対する発がん性がある可能性がある）、可溶性と非可溶性との化合物が“1”（ヒトに対する発がん性がある）である。
- f) **マンガン（Mn）** 炭素鋼、低合金鋼、ステンレス鋼、ニッケル合金、銅合金、アルミニウム合金など多くの金属に含まれている。急性影響は、金属熱の疑いがある。慢性影響では、脳及び中枢神経系の障害をきたし、症状は、頭痛、無気力、興奮性、進行性精神不調、進行性筋力低下、言語力低下、インポテンツなどがある。また、パーキンソン症候群が疑われている。
- g) **アルミニウム（Al）** アルミニウム・アルミニウム合金などに含まれている。急性影響は比較的低い。高濃度慢性影響としては、酸化アルミニウム（アルミナ）によるじん肺症（アルミナ肺）の発症が懸

念される。

- h) **クロム [Cr(III)]** ステンレス鋼、ニッケルクロム合金などを溶接する際に発生する溶接ヒュームに含まれている。クロム金属及び Cr(III)は、急性影響として上気道の刺激、気管・気管支炎、間質性肺炎、皮膚炎などを起こす。慢性影響は比較的低く、まれに肺機能の低下を起こす。
- i) **クロム [Cr(VI)]** ステンレス鋼、ニッケルクロム合金などを溶接する際に発生する溶接ヒュームに含まれ、特に被覆アーク溶接及びフラックス入りワイヤを用いるマグ溶接時に発生する溶接ヒュームに含まれやすい。酸化性が強く、細胞膜透過性も大きいため、急性影響はクロム金属と Cr(III)と同様であるがはるかに強い。慢性影響としては、鼻粘膜潰瘍、鼻中隔欠損、気管支炎、腎臓障害などに加えて肺がんを発症する危険性がある。IARC の発がん性評価は、“1”（ヒトに対する発がん性がある）である。
- j) **コバルト (Co)** コバルト合金などに含まれている。上気道の刺激、気管支炎、肺炎、皮膚炎（接触によるアレルギー反応）、眼の角膜、結膜の炎症をきたす。慢性影響としては、過敏性肺炎、化学性ぜん息、閉塞性肺疾患を起こす。IARC の発がん性評価は、“2B”（ヒトに対する発がん性がある可能性がある）である。
- k) **鉄 (Fe)** 炭素鋼、低合金鋼、ステンレス鋼などに含まれている。急性影響は、比較的低い。慢性影響としては、長期にわたって吸入すると肺内に溶接ヒューム（酸化鉄）が沈着し、じん肺（鉄じん肺、溶接工肺など）を起こす。
- l) **ほう素 (B)** 一部のニッケルろうを使用する際に発生する。動物に対する半数致死量（LD50）は、体重 1 kg 当たりおおよそ 6 g であり、ヒトに対する最小致死量は、明確でない。
- m) **りん (P)** りん銅ろう、一部の銅及び銅合金ろう、一部のニッケルろうの使用時に発生する。眼、皮膚、気道などに腐食性を示し、吸入すると肺水腫を引き起こすことがある。また、腎臓及び肝臓に影響を与え、死に至ることがある。長期ばく露によって、骨に影響を与えることがある。
- n) **インジウム (In)** 銀ろうに 10%内外含有されている。また、はんだにも若干含まれている場合がある。インジウムの有害性としては、インジウム-スズ酸化物（ITO）製造・加工工場、インジウムリサイクル工場及び酸化インジウム（In₂O₃）製造工場の労働者に、間質性肺炎や肺線維症、肺泡たん白症などの肺疾患を発生させることがある。インジウム化合物については、国際がん研究機関（IARC）の発がん性評価は 2A（ヒトに対しておそらく発がん性がある）である。金属インジウムの発がん性は、不明である。
- o) **ベリリウム (Be)** ベリリウム銅合金などに含まれている。急性影響は、上気道の刺激、気管・気管支炎、間質性肺炎、皮膚炎などを起こす。慢性影響では、じん肺（ベリリウム肺）、肺がんなどを発症する危険性があり、IARC の発がん性評価は、“1”（ヒトに対する発がん性がある）である。

6 溶接等作業によって発生する有害ガス

溶接等作業によって、二酸化炭素（CO₂）が発生するおそれがあり、人体への影響は、次による。

- a) **二酸化炭素（CO₂）** 二酸化炭素の毒性は弱いが、高濃度の場合は麻酔作用が現れるなど、健康上問題となる。3 %～5 %空気中に存在すると生理的影響が現れ、8 %以上では呼吸困難、10 %以上では意識喪失、18 %で致命的である。

7 障害の防止対策

金属アーク溶接等作業で発生する溶接ヒューム及び溶接ヒューム中の成分についてのリスク評価をするための濃度測定は、個人ばく露測定により、その測定方法は、JIS Z 3950 による。また、測定に関する補

足事項は、**附属書 B** による。なお、各金属元素の化学分析は、**JIS Z 3920** による。

溶接等作業で発生する有害ガスについてのリスク評価をするための濃度測定は、**JIS Z 3952** による。

8 環境改善

WES 9009-2 の **箇条 9** による。

ただし、金属アーク溶接等作業を溶接作業に読み替える。

9 呼吸用保護具

WES 9009-2 の **箇条 10** による。

ただし、金属アーク溶接等作業を溶接作業に読み替える。

10 その他考慮すべき状況での対処方法

WES 9009-2 の **箇条 10** による。

ただし、金属アーク溶接等作業を溶接作業に読み替える。**WES 9009-2** の **11.3** 及び **11.4** は適用しない。

11 溶接等作業の労働安全衛生法及びじん肺法による事業者への義務付け

11.1 労働安全衛生規則による規制

安全衛生教育及び健康障害防止に関して、**表 5** の措置を講じることが義務付けられている。

表 5—労働安全衛生規則による規制とその対処措置

規制項目	対 処 措 置
雇入れ時等の教育	労働者を雇い入れ、又は労働者の作業内容を変更したときは、労働者に対し、安全又は衛生のための必要な事項について教育を行わなければならない（安衛則 第35条）。
ガス等の発散の抑制	屋内作業場における空気中のヒューム・ガスの濃度が有害な程度にならないように全体換気装置、局所排気装置又はプッシュプル型換気装置を設けるなどの必要な措置を行わなければならない（安衛則 第577条）。
立入禁止	関係者以外の人が立ち入ることを禁止し、かつ、その旨を見やすい箇所に標示しなければならない（安衛則 第585条）。
保護具の備え及び数	適切な呼吸用保護具を備えるとともに、同時に就業する労働者の人数と同数以上を備え、常時、有効、かつ、清潔に保持しなければならない（安衛則 第577条及び同則 第596条）。

11.2 粉じん障害防止規則による規制

11.2.1 規制対象

規制対象は、次による。

- a) 金属をアーク溶接する作業

- b) 屋内、坑内又はタンク、船舶、管、車両等の内部において、金属を溶断し、又はアークを用いてガウジングする作業

11.2.2 対処措置

規制対象作業の対処措置は、表 6 による。

表 6—粉じん障害防止規則による規制（金属を溶断する作業）

項目	対処措置	場所	
		屋内	屋外
換気	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（粉じん則 第5条）。	○	—
休憩設備	- 作業場以外の場所に休憩設備を設けなければならない。 - 休憩設備には、労働者が作業衣等に付着した粉じんを除去できる用具を備えなければならない。 - 労働者は、作業に従事したときは、休憩設備を利用する前に作業衣等に付着した粉じんを除去しなければならない。 （粉じん則 第23条）	○	○
清掃の実施	- 屋内の作業場所については、毎日一回以上、清掃を行わなければならない。 - 屋内作業場の床、設備等及び休憩設備が設けられている場所の床等は、たい積した粉じんを除去するため、一月以内ごとに一回、真空掃除機を用いて、又は水洗する等、粉じんの飛散しない方法で清掃を行わなければならない。 - ただし、粉じんの飛散しない方法で清掃を行うことが困難な場合で、清掃に従事する労働者に有効な呼吸用保護具を使用させたときは、その他の方法により清掃を行うことができる。 （粉じん則 第24条）	○	—
呼吸用保護具	作業に従事する労働者に有効な呼吸用保護具を使用させなければならない（粉じん則 第27条）。	○	○

11.3 じん肺法による規制

WES 9009-2の 12.5 による。

ただし、金属アーク溶接等作業を溶接作業に読み替える。WES 9009-2の11.3及び11.4は適用しない。

附属書 A (参考)

各種物質のリスク評価濃度，許容濃度及び濃度基準値

各種物質の日本産業衛生学会の許容濃度，ACGIHのTLV及び濃度基準値，並びに表1で規定したリスク評価濃度を表A.1に示す。

リスク評価濃度は，個人ばく露濃度測定によってリスク評価を実施するときの判断基準となる濃度である。

リスク評価濃度の値は，日本産業衛生学会の許容濃度^{a)}，ACGIHのTLV^{b)}及び濃度基準値を出典元とし，適切と思われる値を引用した。複数の出典元に記載がある場合は，安全性を考慮して，最も低い値を引用した。

なお，じん肺のリスクを考慮して，日本産業衛生学会の“第1種粉じん”から“第3種粉じん”として扱うべきものはその値を使用し，気中粉じん濃度測定法による吸入性粉じんの値を示した。その他の金属物質の成分は気中金属粉じん濃度測定による。

注^{a)} 日本産業衛生学会：許容濃度等の勧告（2024）

注^{b)} ACGIH（米国産業衛生専門官会議）：2024 TLVs and BEIs（Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents, and Biological Exposure Indices）

注^{c)} 労働安全衛生規則第577条の2第2項の規定に基づき厚生労働大臣が定めるもの及び厚生労働大臣が定める濃度の基準

表 A.1—各種物質のリスク評価濃度（1/4）

物質	形態 [CAS No.] ^{a)}	許容濃度 mg/m ³		濃度 基準値 mg/m ³	リスク 評価濃度 mg/m ³	値を引用した 根拠
		産衛 ^{b)}	ACGIH c), d)			
Al	アルミニウム [7 429-90-5]	—	—	—	0.5 ^{s)} (Al及び Al ₂ O ₃)	産衛“第1種粉 じん”による。
	金属及び不溶性化合物	—	1 ^{e)}			
Be	ベリリウム [7 440-41-7] 及びその化合物 (Beとし て)	—	0.000 05 ^{g)}	—	0.000 05 ^{q), r), ①)}	ACGIHによる。
	ベリリウム [7 440-41-7] 及びベリリウム化合物 (Be として)	0.002	—			
Bi	ビスマス化合物	—	—	—	2 ^{q), s)}	産衛“第3種粉 じん”による。
Co	コバルト [7 440-48-4] 及 び無機化合物 (Coとして)	—	0.02 ^{g)}	—	0.02 ^{q), r), ①)}	ACGIHによる。
	コバルト [7 440-48-4] 及 びコバルト化合物 (Coとし て)	0.05	—	—	—	—

表 A.1—各種物質のリスク評価濃度 (2/4)

物質	形態 [CAS No.] ^{a)}	許容濃度 mg/m ³		濃度 基準値 mg/m ³	リスク 評価濃度 mg/m ³	値を引用した 根拠
		産衛 ^{b)}	ACGIH ^{c), d)}			
Cr	クロム [7 440-47-3] 及びクロム化合物 (Crとして)	—	—	0.5 (クロム 単体)	0.003 ^{r), v)} [Cr(III)化合物]	ACGIH “3価クロム化合物” による。
	金属クロム	0.5	—			
	3価クロム化合物	0.5	—			
	6価クロム化合物	0.05	—			
	ある種の6価クロム化合物	0.01	—		0.000 2 ^{r)} [Cr(VI) 化合物] 0.2 ^{q), r)}	ACGIH “6価クロム化合物” による。
	クロム [7 440-47-3] 及び無機化合物	—	—			
	金属クロム [Cr(0)として]	—	0.5 ^{g)}			
	3価クロム化合物 [Cr(III)として]	—	0.003 ^{g)}			
Cu	銅 [7 440-50-8]	—	—	—	0.2 ^{q), r)}	ACGIH “ヒューム” による。
	ヒューム (Cuとして)	—	0.2			
	粉じん及びミスト (Cuとして)	—	1			
F	フッ化物 (Fとして)	—	2.5	—	2.5 ^{q), r)}	ACGIHによる。
Fe	Fe ₂ O ₃ [1 309-37-1]	—	5 ^{q)}	—	1 ^{s)} (Fe ₂ O ₃)	産衛 “第2種粉じん” による。
Mg	MgO [1 309-48-4]	—	10 ^{g)}	—	2 ^{q), s)}	産衛 “第3種粉じん” による。
Mn	マンガン [7 439-96-5] 及びマンガン化合物 (Mnとして, 有機マンガン化合物を除く)	0.02 ^{q)} [0.1 ^{q)}]	—	—	0.02 ^{q), r), s)}	産衛及びACGIHによる。
	マンガン元素 [7 439-96-5] 及び無機化合物 (Mnとして)	—	0.02 ^{q)} [0.1 ^{g)}]			
Mo	モリブデン [7 439-98-7] (Moとして)	—	—	—	3 ^{r), s)} (不溶性化合物)	ACGIHによる。
	金属及び不溶性化合物	—	10 ^{h)} [3 ^{g)}]	—		
	可溶性化合物	—	0.5 ^{q)}	—	0.5 ^{r), s)} (水溶性化合物)	ACGIHによる。

表 A.1—各種物質のリスク評価濃度 (3/4)

物質	形態 [CAS No.] ^{a)}	許容濃度 mg/m ³		濃度 基準値 mg/m ³	リスク 評価濃度 mg/m ³	値を引用した 根拠
		産衛 ^{b)}	ACGIH ^{c), d)}			
Ni	ニッケル化合物 (総粉じん) (Niとして)	—	—	0.1 (ニッケル 単体)	0.1 ^{r)} (不溶性化合物)	産衛 “ニッケル化合物, 水溶性でないもの” による。
	ニッケル化合物, 水溶性でないもの	0.1	—			
	ニッケル化合物, 水溶性	0.01	—		0.01 ^{r)} (水溶性化合物)	産衛 “ニッケル化合物, 水溶性” による。
	ニッケル [7 440-02-0]	1	1.5 ^{g)}			
	不溶性無機化合物 (Niとして)	—	0.2 ^{g)}			
	水溶性無機化合物 (Niとして)	—	0.1 ^{g)}			
Si	SiO ₂ [7 631-86-9] (非晶質)	—	—	—	2 ^{s)} [SiO ₂ (非晶質)]	産衛 “第3種粉じん” による。
Ti	二酸化チタン [13 463-67-7]	1.5 ^{h)} [2 ^{h)}]	—	—	1 (TiO ₂)	産衛 “第2種粉じん” による。
	二酸化チタンナノ粒子	0.3	0.2 ^{h)}			
	二酸化チタン微細粒子	—	2.5 ^{h)}			
V	V ₂ O ₅ [1 314-62-1] (Vとして)	—	0.05 ^{g)}	—	0.05 (V ₂ O ₅)	産衛による。
	V ₂ O ₅ [1 314-62-1]	0.05	—			
	FeV [12 604-58-9] 粉じん	1	1 [3 ^{h)}]			
W	コバルトを含有しないタングステン [7 440-33-7] 及びその化合物 (Wとして)	—	3 ^{h)}	—	3 ^{g), r), s)}	ACGIHによる。
Zn	ZnO [1 314-13-2]	—	2 ^{h)} [10 ^{h), h)}]	0.1 ^{s)} (ZnO)	0.1 ^{s)} (ZnO)	濃度基準値による。
	ZnO [1 314-13-2] ナノ粒子	0.5	—			
第1種粉じん	滑石, ろう石, アルミニウム, アルミナ, 珪藻土, 硫化鋳, 硫化焼鋳, ベントナイト, カオリナイト, 活性炭, 黒鉛	0.5 ^{h)} [2 ^{h)}]	—	—	—	—
第2種粉じん	結晶質シリカ含有率3%未満の鋳物性粉じん, 酸化鉄, カーボンブラック, 石炭, 酸化亜鉛, 二酸化チタン, ポートランドセメント, 大理石, 線香材料粉じん, 穀粉, 綿塵, 草粉, コルク粉, ベークライト	1 ^{h)} [4 ^{h)}]	—	—	—	—
第3種粉じん	石灰石 ^{m)} , その他の無機及び有機粉じん	2 ^{h)} [8 ^{h)}]	—	—	—	—
溶接ヒューム	—	—	—	—	2 ^{s)}	産衛 “第3種粉じん” による。
C ₆ H ₅ OH	フェノール [108-95-2]	5 ^{o)}	5 ^{o)}	—	—	—

表 A.1—各種物質のリスク評価濃度 (4/4)

物質	形態 [CAS No.] ^{a)}	許容濃度 mg/m ³		濃度 基準値 mg/m ³	リスク 評価濃度 mg/m ³	値を引用した 根拠
		産衛 ^{b)}	ACGIH c), d)			
CO	一酸化炭素 [630-08-0]	50 ^{o)}	25 ^{o)}	—	50 ^{o)}	厚労省通達 ⁱ⁾ で産衛を引用していることによる。
CO ₂	二酸化炭素 [124-38-9]	5 000 ^{o)}	5 000 ^{o)} [30 000 ^{h)} , o)]	—	5 000 ^{o)}	産衛及びACGIHによる。
NO	一酸化窒素 [10 102-43-9]	—	25 ^{o)}	—	25 ^{o)}	ACGIHによる。
NO ₂	二酸化窒素 [10 102-44-0]	検討中	0.2 ^{o)}	0.2	0.2 ^{o)}	ACGIHによる。
O ₃	オゾン [10 028-15-6]	0.1 ^{o)}	—	0.1 ^{o)}	0.05 ^{o)}	ACGIH “オゾン：重作業” による。
	重作業	—	0.05 ^{o)}			
	中程度作業	—	0.08 ^{o)}			
	軽作業	—	0.10 ^{o)}			
	2時間以下の作業	—	0.20 ^{o)}			

注^{a)} 米国化学会の“Chemical Abstract Service (CAS)”において、化学物質検索を容易にするためにつけられた番号。国際的に文献調査などの際に広く利用されている。

注^{b)} 日本産業衛生学会：許容濃度等の勧告（2024）

注^{c)} ACGIH（米国産業衛生専門官会議）：2024 TLVs and BEIs（Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents, and Biological Exposure Indices）

注^{d)} ACGIHが勧告するTLVは、国際的に最も権威ある指標として受け止められている。TLVは閾値であるので、許容濃度と訳すのは必ずしも適当ではないが通常この語が用いられている。

注^{e)} 変更が予告されている物質及び値であり、現在、提案中の変更予告表によって意見を聴取しているとされている。なお、表中の値は既採択TLVである。

注^{f)} “Respirable”（吸入性粒子）として記載されている。

注^{g)} “Inhalable”（吸引性粒子）として記載されている。

注^{h)} 短時間ばく露限界値として記載されている。

注ⁱ⁾ 吸入性粉じんとして記載されている。

注^{j)} 総粉じんとして記載されている。

注^{k)} 厚生労働省 平成16年基安化発第0921002号

注^{l)} 石綿繊維及び1%以上の結晶質シリカを含まないことと記載されている。

注^{m)} 最大許容濃度として規定されている。

注ⁿ⁾ “Ceiling limit”（上限値）として規定されている。

注^{o)} 単位（ppm）

注^{p)} $E=3.0/(1.19Q+1)$ （mg/m³），Q：当該粉じんの遊離けい酸含有率（%）

注^{q)} 対象は各元素の化合物とする。

注^{r)} 各元素としての値とする。

注^{s)} 吸入性粉じんとして。

注^{t)} 吸引性粉じんとして。

附属書 B (参考)

金属アーク溶接等作業時の溶接ヒューム濃度の測定方法及び評価方法

B.1 一般

溶接作業現場における溶接ヒューム濃度測定方法には、作業環境管理を目的に作業環境測定基準に従って行う“作業環境測定方法”とリスク評価の観点から、作業者が作業時間中にばく露する溶接ヒューム濃度及び有害物質濃度を知るための“個人ばく露濃度測定方法”がある。目的に応じて、これらの測定方法を選択する必要がある。

B.2 リスク評価のための個人ばく露濃度の測定方法及び評価方法

B.2.1 リスク評価のための個人ばく露濃度測定方法

個人ばく露濃度測定方法には、測定対象によって次の3種類がある。

- a) **吸入性粉じん** 作業者の呼吸域付近に分粒装置付き個人サンプラを装着して、作業時間を考慮した所定の方法で得られた測定値から時間加重平均値を求める。これをリスク評価濃度と比較して、リスク評価を行う。

試料採取機器の採取口は、作業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にもっとも適切な部位に装着しなければならない。これに適する領域は、呼吸域である。呼吸用保護具によって試料採取機器の採取口が呼吸域に装着できない場合は、呼吸域に可能な限り近い位置で、溶接用保護面の内側に位置するように装着しなければならない。

なお、粉じん濃度の時間的変動状況が併せて測定できる個人サンブラタイプの粉じん相対濃度計を用いて個人ばく露濃度測定を行うと、作業者のばく露の実態をより正確に把握することも可能である。

- b) **溶接ヒューム中の特定成分** 溶接ヒュームを測定対象とし、作業者にオープンフェイス型個人サンブラを作業者の呼吸域付近に装着して、作業時間を考慮した所定の方法で得られた測定値から 8 時間の時間加重平均値を求める。これをリスク評価濃度と比較して、リスク評価を行う。

なお、オープンフェイス型個人サンブラを用いたニッケルの測定は、捕集時のフィルタの面速度を 19 cm/s にして測定する必要がある。

- c) **溶接ヒューム中のマンガンの濃度** a)の場合と同等の分粒装置付き個人サンブラを用い、サンブラの採取口は、作業者の呼吸域に装着しなければならない。試料空気の採取時間は、当該採取を行う作業日ごとに、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。この全時間には、金属アーク溶接等作業の準備作業、作業の間に行われる研磨作業、作業後の片付けなどの関連作業の時間が一連の作業時間として含まれる。ただし、金属アーク溶接等作業と関連しない形で行われる組立、塗装作業などの時間は含まれない。なお、採取の時間を短縮してはならない。採取試料は、吸光光度分析方法、若しくは原子吸光分析方法又はこれらと同等以上の性能を有する分析方法によって、溶接ヒューム中のマンガンの濃度を求める。分析の定量下限値は、要求防護係数の計算の際に用いるマンガンの基準値である 0.05 mg/m³ の 1/10 以下（すなわち、0.005 mg/m³）となる必要がある。測定を行ったときは、その都度、必要な事項を記録し、これを当該測定に係る金属アーク溶接等作業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しなければならない。

B.2.2 評価方法

評価方法は、次のとおりとする。

- a) “時間加重平均値<リスク評価濃度”の場合 現状の換気対策でよい。
- b) “時間加重平均値 $\geq$ リスク評価濃度”の場合 現状を改善できる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（プッシュプル型換気装置，局所排気装置が含まれる）のいずれかを講じることが必要である。

DRAFT

WES 9009-8 : 20xx

溶接，熱切断及び関連作業における安全衛生

第8部：ガス溶接・レーザ溶接・ろう接及び熱切断における ヒューム及び有害ガス

解 説

この解説は，規格に規定・記載した事柄を説明するもので，この規格の一部ではない。

この解説は，日本溶接協会が編集・発行するものであり，これに関する問合せ先は日本溶接協会である。

1 制定時の趣旨

労働安全衛生法（以下，安衛法という。）及びその関連政令・省令等においては，溶接及び熱切断作業における危険防止及び健康障害の防止に関し詳細な規定がなされており，また，粉じん則によっても規制されていることから，日本溶接協会は，法令に準拠した溶接の安全衛生に関する管理基準をWES 9007:1982（溶接作業環境管理基準）として制定した。

当時，米国では，ANSI/ASC Z49.1-94 “Safety Welding, Cutting and Allied Processes（溶接，切断及び関連作業における安全）” が制定されており，カナダでも，同一名の規格がCSA W117.2-94として制定されていたが，我が国では，これらに相当する規格は制定されていなかった。このため，国内のガイドブックなども参考にして，WES 9009:1998を制定した。2026年にWES 9009-2:2022から金属アーク溶接等作業に関わる規定を改正規格WES 9009-2:2026とし、それ以外のガス溶接・レーザ溶接・ろう接及び熱切断に関わる規定を分離し、WES 9009-8（以下，本規格という。）を制定した。

3 構成要素について

3.1 本規格の名称

この規格の名称は，WES 9009-2:2022の名称に基づき，ガス溶接・レーザ溶接・ろう接及び熱切断に関する規定であることを明確にした。

3.2 適用範囲

WES 9009-2:2022の適用範囲を踏襲し，金属アーク溶接等作業に以外の溶接作業を示すために，適用範囲をガス溶接・レーザ溶接・ろう接及び熱切断およびその関連作業とした。

3.3 引用法規（箇条2）

この規格では，法規で規定されている項及び号については，積極的に本体の必要箇所で引用するようにした。他のWESでは，類を見ないが，この規格の性格上有害な溶接ヒューム及び有害ガスから作業者を保護するために必要欠くべからざる事項であることから，一義的に遵守しなければならないことを強調するようにした。

3.4 リスク評価濃度（箇条 4）

旧規格では、物質のリスク評価濃度を示す表において、この規格で最も注目すべき対象物である“溶接ヒューム”の名称を使わずに、引用文献である“許容濃度等の勧告”（日本産業衛生学会）に記載されている“粉じん”という名称を用いていた。しかし、特化則では、溶接ヒュームが特定化学物質に指定されていることなどから、物質名を“溶接ヒューム”とした。ただし、濃度基準値は規定されていないこと、IARCは発がん性Group 1としているが、ばく露限界濃度の規定はないことなどから、“許容濃度等の勧告”の第3種粉じん（吸入性粉じん）の許容濃度である2 mg/m³のままとした。

旧規格で規定していたろう接に関する物質については、新たなWES 9009規格群に移動する方針であること（解説箇条2参照）から、表1には記載しないこととした。

また、旧規格で規定していた“Pb”（鉛）は、表1には記載しなかった。その理由は、溶接材料としてPbを考える必要はないこと、塗装によってPbが存在するものを溶接・溶断する可能性はあるが、最近はほとんど使用されていないためである。

なお、“Cr”（クロム）については、化合物でないCrの濃度基準値は、0.5 mg/m³と規定されているが、ヒューム中のCrは、化合物としてしか存在しないため、表1には濃度基準値を記載しなかった。

3.5 金属アーク溶接等作業時の溶接ヒューム濃度の測定方法及び評価方法（附属書 B）

令和2年4月の労働安全衛生法施行令の改正で、溶接ヒュームが特化則の規制対象物質となった。溶接ヒュームの濃度は、“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方法等”（令和2年厚生労働省告示第286号）に基づいて、個人ばく露測定により、溶接ヒューム中のマンガン濃度の測定によることとした。

試料空気の採取時間は、当該採取を行う作業日ごとに、作業者が金属アーク等作業に従事する全時間である。この場合の全時間とは、単に溶接を行っている時間だけではなく、金属アーク溶接等作業の準備作業、作業の間に行われる研磨作業、作業後の片づけなどの関連作業が一連の作業時間として含まれる。ただし、金属アーク溶接等作業と関連しない形で行われる組立や塗装作業等の時間は、休憩時間を含め試料採取時間には含まれない。

なお、一作業日に、溶接ヒュームの濃度の測定を断続的に行ったために、複数の測定値がある場合は、金属アーク溶接等作業に従事した全時間の溶接ヒュームの時間加重平均値で評価を行う。

この評価方法はヒュームの自律管理を行い際に、同様な方法が有効なため、参考として記述する。

4 懸案事項

懸案事項は、次のとおりである。

- a) **濃度基準値の規定への対応** 今後、濃度基準値が規定される化学物質の種類が増えていくと予想され、溶接ヒューム中の成分などについてもその対象となる可能性が高い。行政の動きに注目し、必要に応じて適切な対応をする必要がある。また、この規格に関する事項については、迅速に規格に反映させることが必要である。

日本溶接協会規格

WES 9009-8 溶接，熱切断及び関連作業における安全衛生
第8部：ガス溶接・レーザ溶接・ろう接及び熱切断に
おけるヒューム及び有害ガス

令和 x年x月x日 第1刷発行

編 集 一般社団法人日本溶接協会 規格委員会

発行人 大丸 成一

発行所 一般社団法人 日 本 溶 接 協 会

〒101-0025 東京都千代田区神田佐久間町4-20

<https://www.jwes.or.jp>