

溶接ヒューム 障害防止対策



改正法令に対応した
アーク溶接の安全衛生対策のポイント

一般社団法人 日本労働安全衛生コンサルタント会 東京支部

労働安全コンサルタント

労働衛生コンサルタント

中井 知章

改正法令に対応した アーク溶接の安全衛生対策のポイント

1. 溶接ヒュームとは
2. 溶接ヒュームは特化則に指定されました
3. アーク溶接の安全衛生対策の基本
4. 安全衛生対策のポイント1(ヒューム発生量の低減策)
5. 安全衛生対策のポイント2(風速の影響)
6. 安全衛生対策のポイント3(濃度測定)
7. その他の安全衛生対策

アーク溶接の危険・有害因子と人体に及ぼす影響

危険・有害因子		人体に及ぼす影響	
		部位	主な障・傷害
ヒューム	Fe, Mn, Cr などの酸化物	呼吸器ほか	金属熱, じん肺 化学性肺炎 呼吸器障害
ガス	CO, CO2, NOX 有機分解ガスなど	呼吸器ほか	血液の異常, 中枢神経障害, 心臓循環器障害, 酸素欠乏症
アーク光	紫外線	眼	表層性角膜炎
	可視光		網膜障害
	赤外線		白内障
	紫外・赤外線	皮膚	光線皮膚炎
スパッタ スラグ	—	眼	外傷, 異物混入
		皮膚	熱傷
電撃	—	皮膚	熱傷
		その他の 臓器・器官	心臓・循環器障害, 中枢神経障害
火災・爆発	スパッタなどの 飛散, 可燃性物, 引火性ガス・液体	熱傷, ガス中毒 煙死 爆死	—
熱	スパッタ, スラグ, アークなど	全身	熱中症

Mn:呼吸器障害・神経機能障害

ヒューム:肺がん

アーク溶接等に係る最近の改正法令

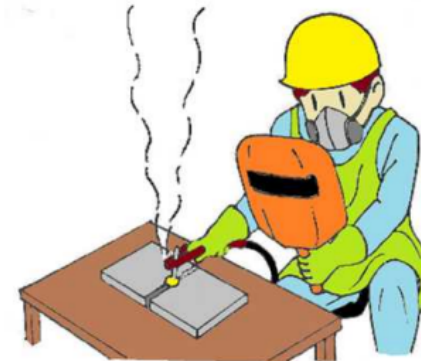
金属アーク溶接等作業において、溶接ヒュームは、特定化学物質障害予防規則(特化則)において、特定化学物質「第2類物質の管理第2類物質」に指定された。従って、特化則（金属アーク溶接等作業に係る措置）**第三十八条の二十一が追加された。**

溶接ヒューム（金属アーク溶接等作業(※)において加熱により発生する粒子状物質）について、新たに特化則の特定化学物質（管理第2類物質）として位置付けました。

①

※金属アーク溶接等作業

- ・金属をアーク溶接する作業、
- ・アークを用いて金属を溶断し、またはガウジングする作業
- ・その他の溶接ヒュームを製造し、または取り扱う作業
(燃焼ガス、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ません)



②

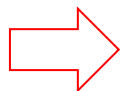
溶接ヒューム

主な有害性（発がん性、その他の有害性）	性状
発がん性：国際がん研究機関（IARC）グループ1 ヒトに対する発がん性	溶接により生じた蒸気が空气中で凝固した固体の粒子 (粒径0.1～1μm程度)
その他：溶接ヒュームに含まれる酸化マンガン（MnO） について 神経機能障害 三酸化二マンガン（Mn ₂ O ₃ ）について 神経機能障害、呼吸器系障害	

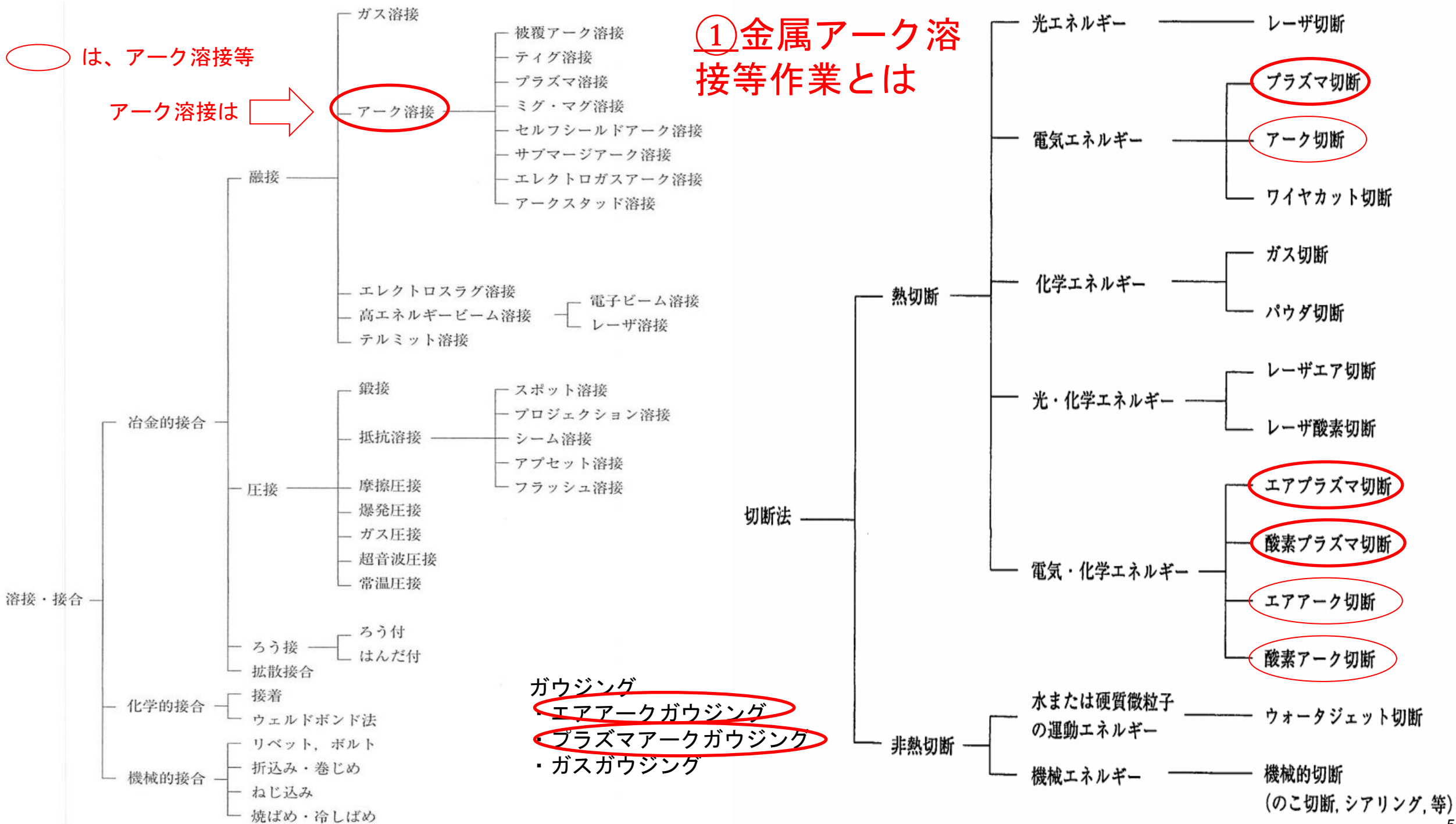
資料：
厚生労働省・都道府県労働局・労働基準監督署
リーフレット

は、アーク溶接等

アーク溶接は



①金属アーク溶接等作業とは



ガウジング

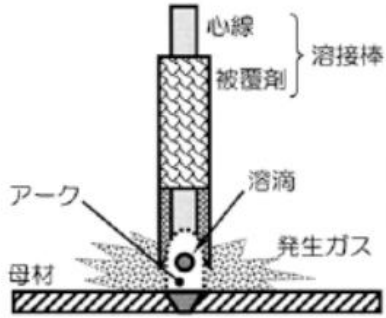
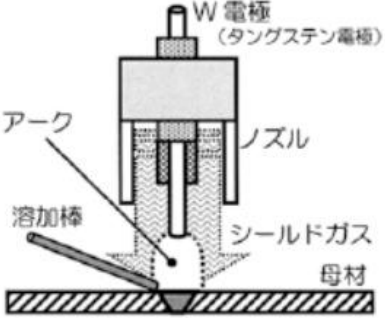
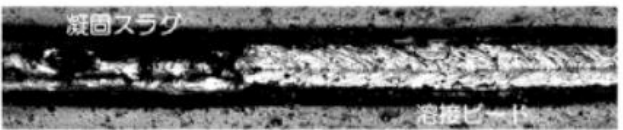
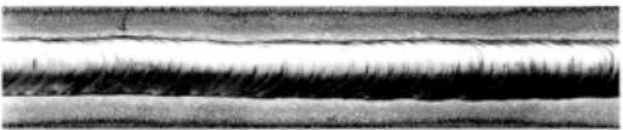
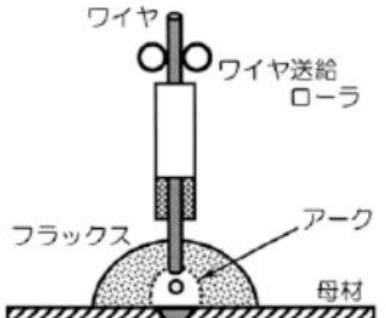
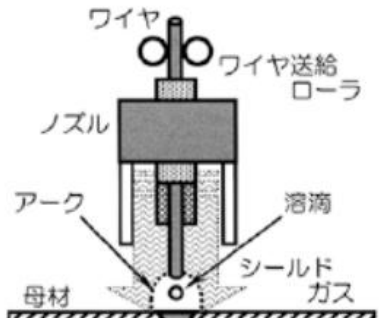
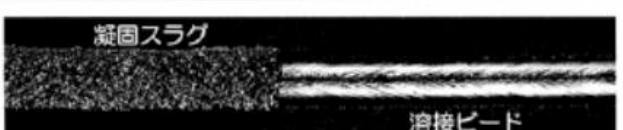
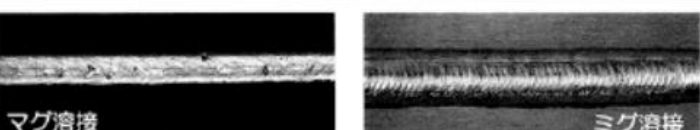
・エアアークガウジング

・プラズマアークガウジング

・ガスガウジング

各種アーク溶接法

資料:
溶接・接合技術入門
溶接学会編

溶 接 法		電 極	シールド	溶 接 法		電 極	シールド
被覆アーク溶接		溶極式 (溶接棒)	フラックス	ティグ溶接		非溶極式 (W電極)	ガ ス
	ビード外観 				ビード外観 		
サブマージアーク溶接		溶極式 (ワイヤ)	フラックス	マグ溶接・ミグ溶接		溶極式 (ワイヤ)	ガ ス
	ビード外観 				ビード外観 		

TIG(Tungsten Inert Gas)

- シールドガス:
Ar, He, Ar+H₂, Ar+He
- 母材:
炭素鋼、ステンレス鋼、アルミニウム合金、チタン合金、銅合金

MAG(Metal Active Gas)

- シールドガス
CO₂, Ar+CO₂, Ar+O₂
- 母材
炭素鋼、ステンレス鋼

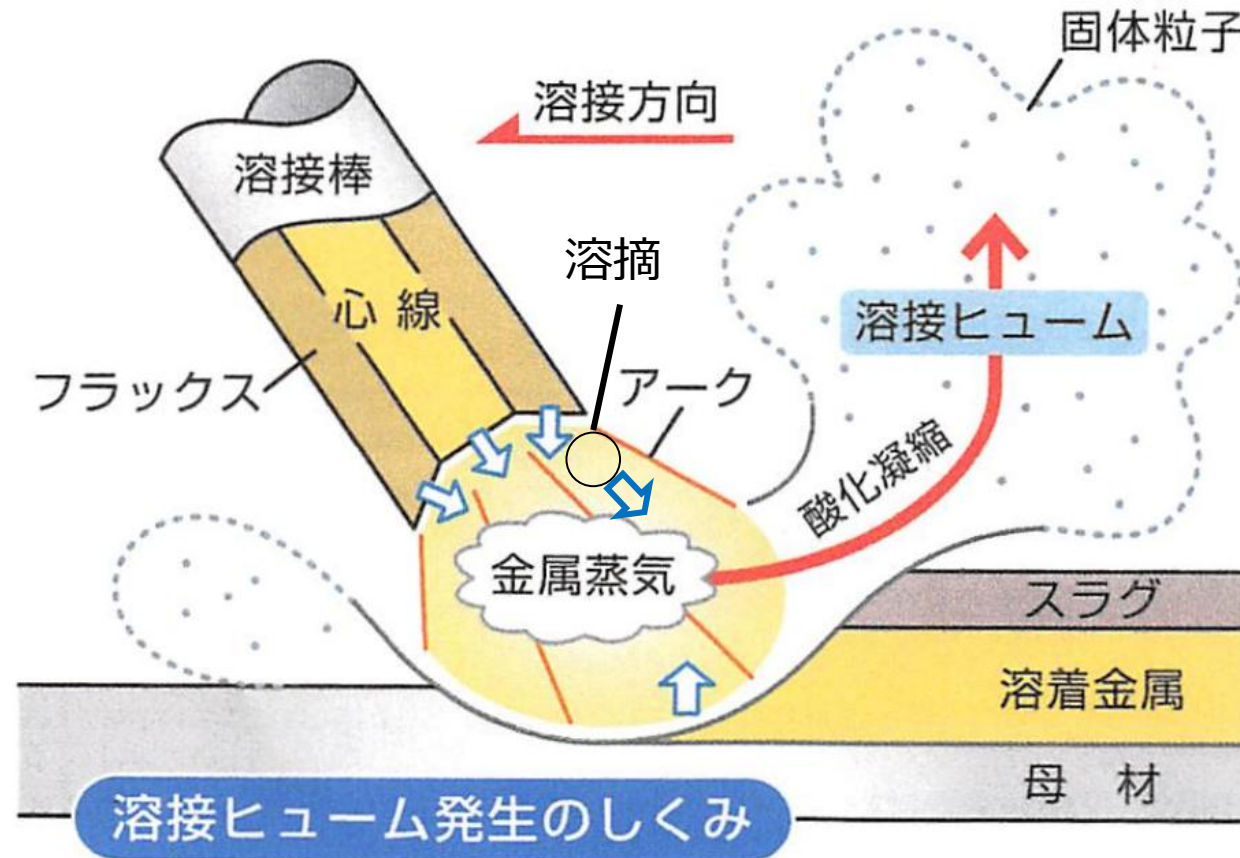
MIG(Metal Inert Gas)

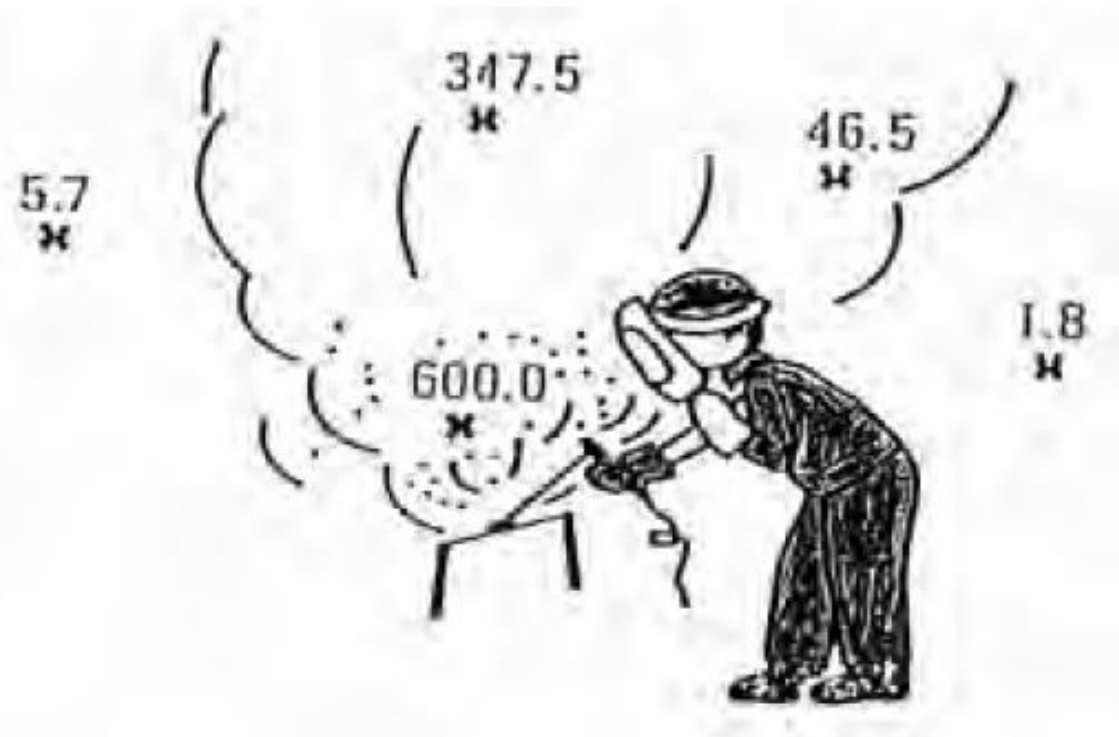
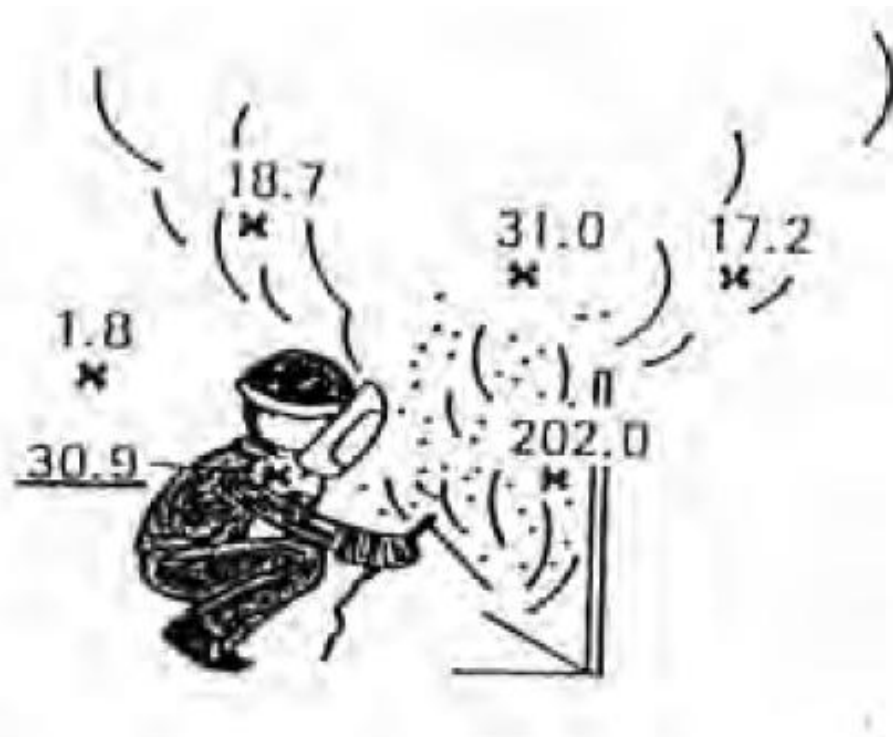
- シールドガス
Ar, He, Ar+He
- 母材
アルミニウム合金、ステンレス鋼

②溶接ヒュームとは

溶接ヒュームとは、「溶接又は切断時に熱によって蒸発した物質が冷却されて固体となった微粒子」と定義されている。(JIS Z3001)

粒子の大きさは、数nm～100nm程度の球状、針状又は不規則形状の極めて微細な一次粒子(ナノ粒子)が形成され、さらにその一部は凝集され、粒径が10 μ m以下となる二次粒子が存在する。

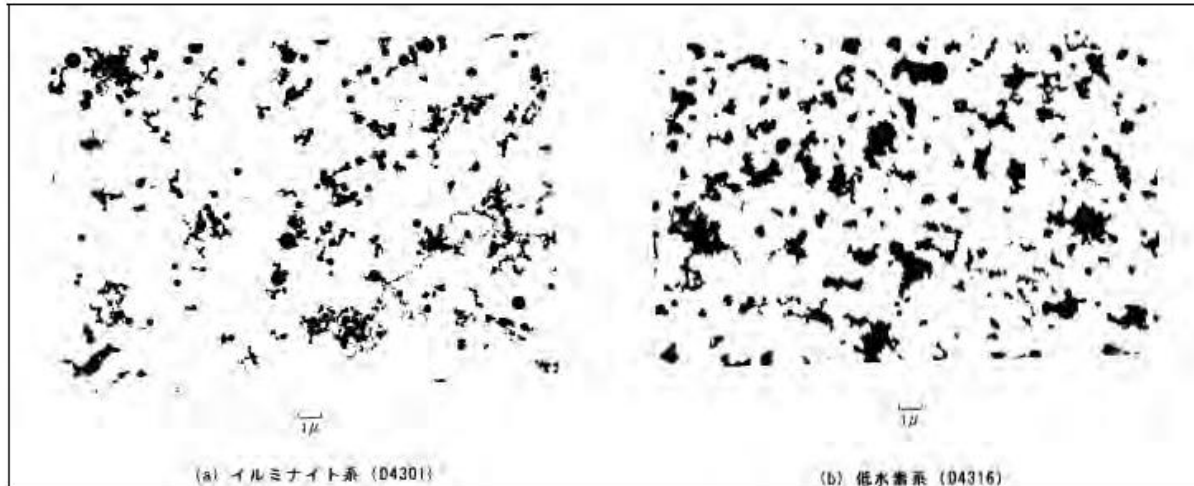




アーク点近傍のヒューム濃度 (mg/m³)

平成21年度
屋外のアーク溶接作業等に係る
粉じんばく露防止対策等報告書(平成22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p75

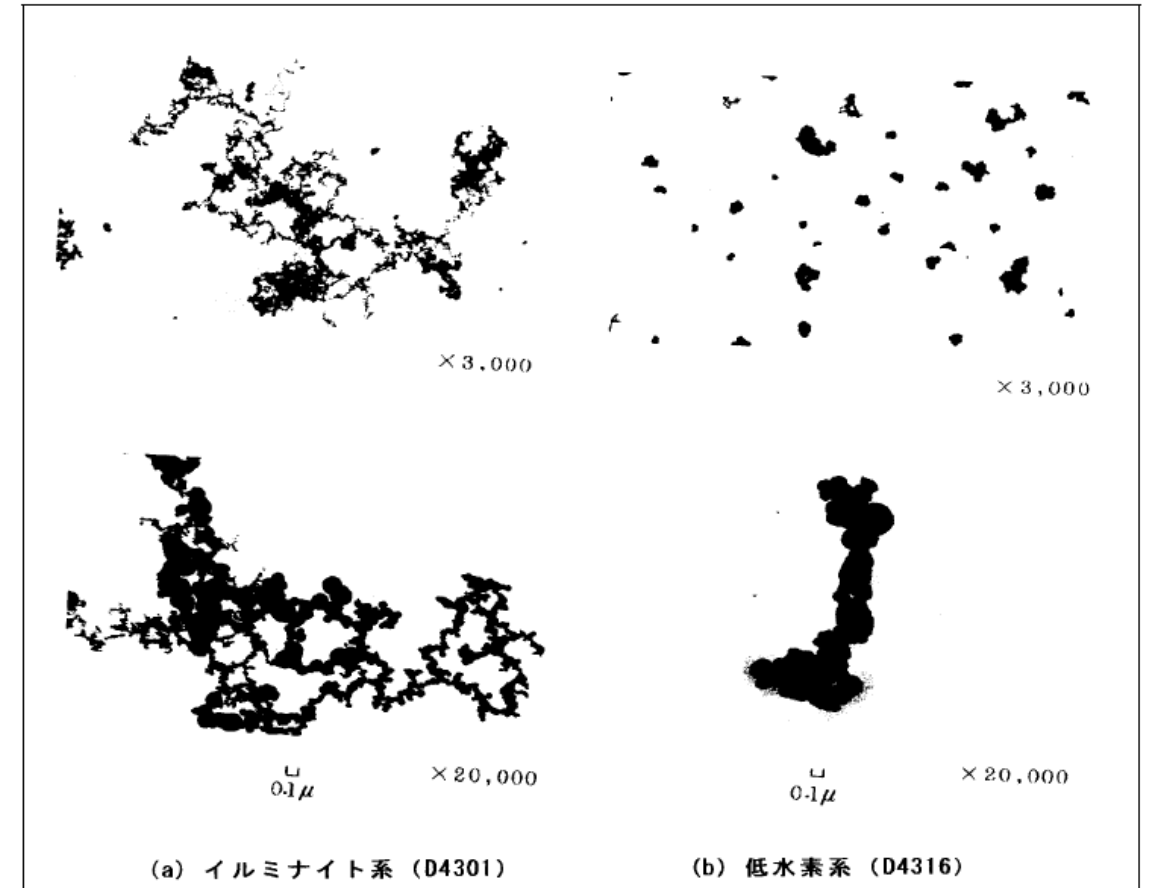
呼吸域のヒューム粒径は1 μ m以下



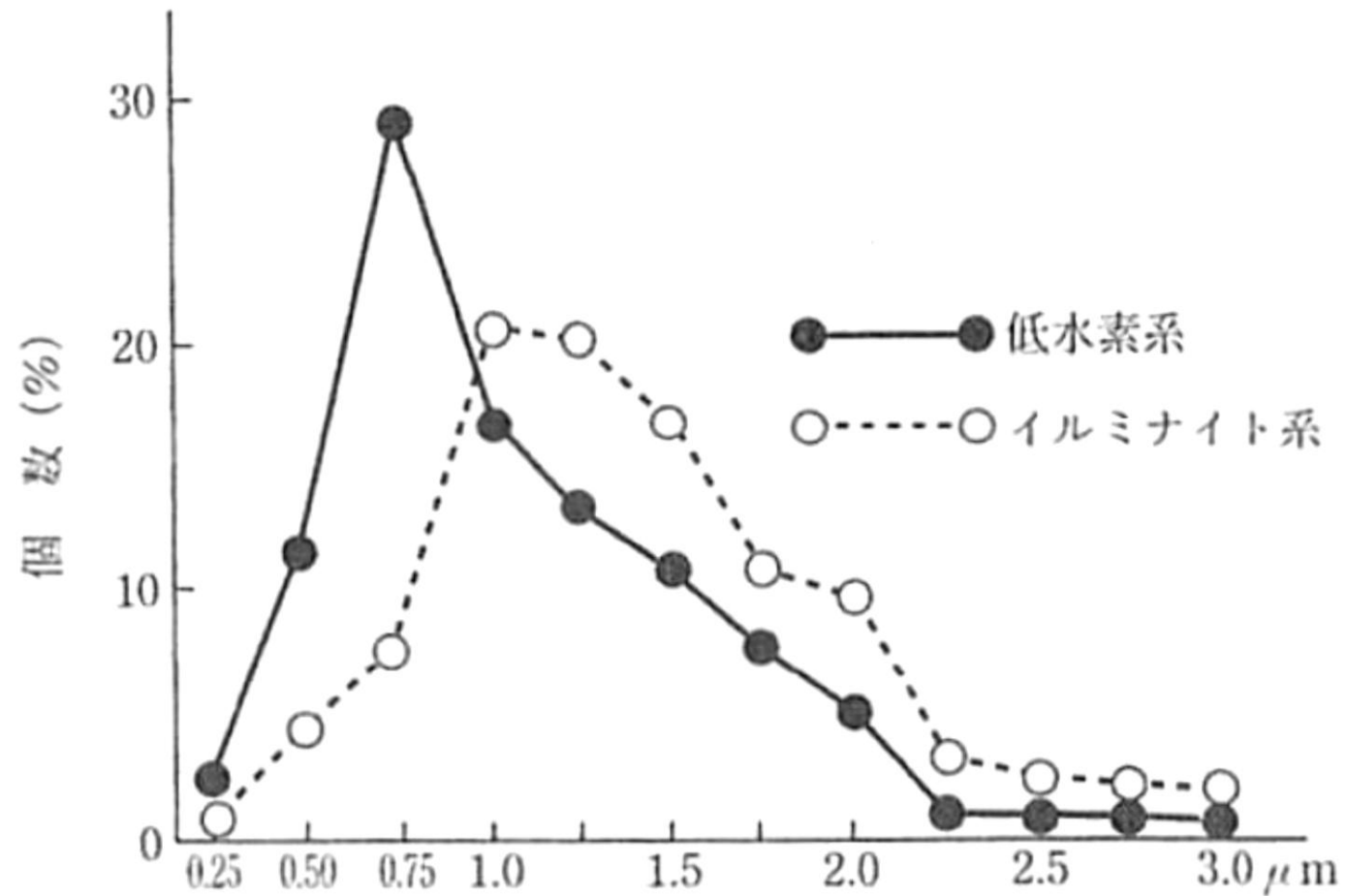
作業者口元近傍のヒュームの電子顕微鏡写真

平成21年度
屋外のアーク溶接作業等に係る
粉じんばく露防止対策等報告書(平成22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p76

自然沈降したヒューム粒径は10 μ m以下



自然沈降ヒュームの電子顕微鏡写真



被覆アーク溶接棒ヒュームの粒度分布

表1 母材及び溶加材の主な化学成分

		(mass%)						
材 料		C	Si	Mn	Ni	Cr	Mg	Fe
母 材								
	FCD450-10	3.40	2.98	0.20	—	—	0.040	残部
	溶加材							
CO ₂ 溶接	→ YGW12 (Fe系)	0.02～ 0.15	0.50～ 1.00	1.25～ 2.00	—	—	—	残部
Ar-2%O ₂ 溶接	→ YS308 (Fe-Cr-Ni系)	≤ 0.08	≤ 0.65	1.0～ 2.5	9.0～ 11.0	19.5～ 22.0	—	残部
被覆アーク溶接	→ E4916 (Fe系)	≤ 0.15	≤ 0.75	≤ 1.60	≤ 0.30	≤ 0.20	—	残部

表2 主な溶接条件

溶接方法	GMAW (ガスメタルアーク溶接)		SMAW (被覆アーク溶接)
溶接材料	YGW12-100 % CO ₂	YS308-98 % Ar + 2 % O ₂	E4916
電極直径 (mm)		1.2	3.2, 5.0
溶接電流 (A)		100, 200	100, 200
溶接電圧 (V)	19.6, 23.8	16.7, 26.7	23.5, 24.5
ワイヤ送給速度 (m/min)	2.4, 6.0	2.7, 7.5	—
ワイヤ突出し長さ (mm)		10～15	—
シールドガス流量 (L/min)	15	20	—

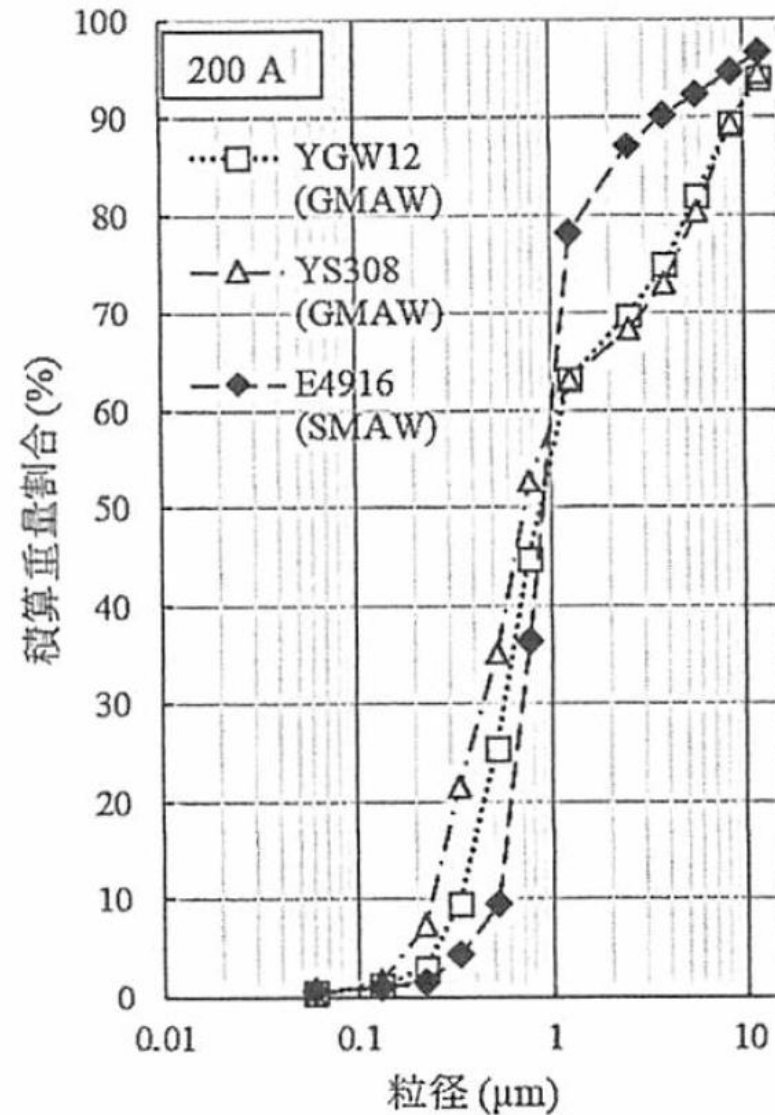
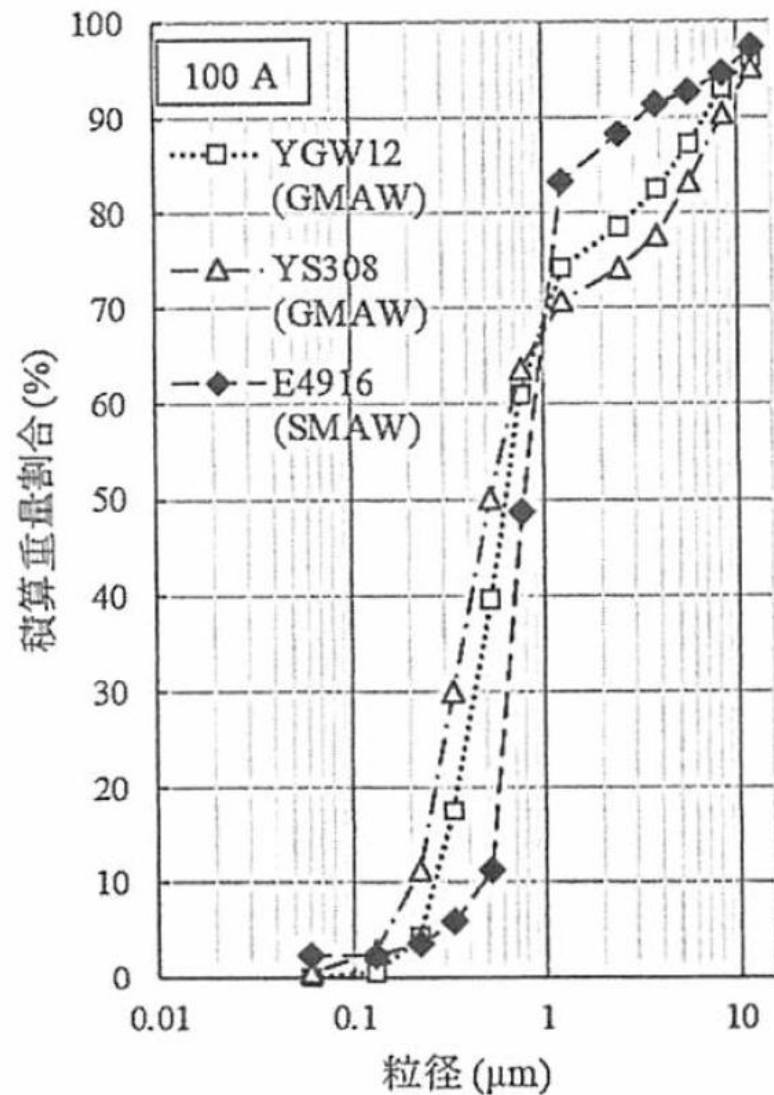
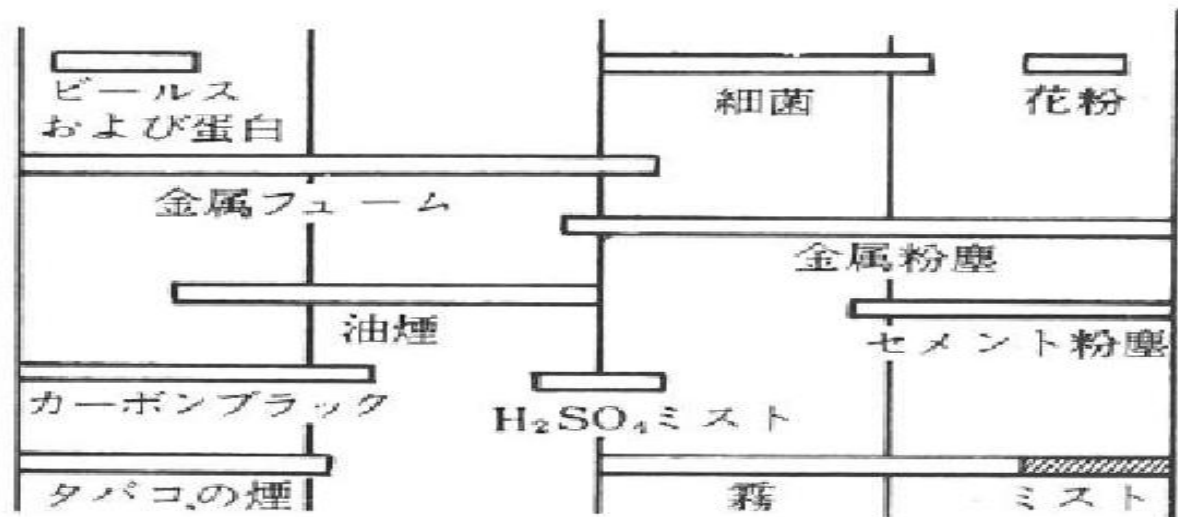
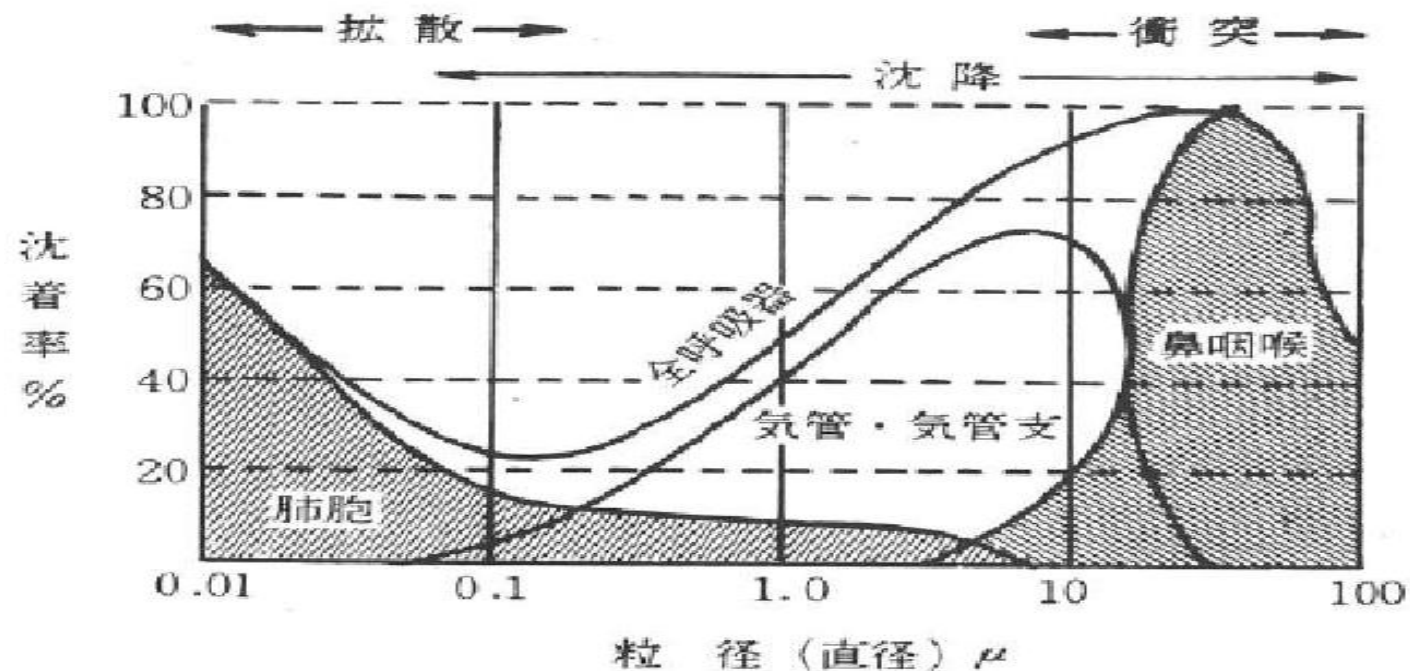


図3 発生したヒュームの粒度分布（積算分布）

独立行政法人高齢・障害・休職者雇用
支援機構 職業能力開発総合大学校
高橋潤也
安全衛生コンサルタント 2021 vol.41
No.138



粉じん粒径と呼吸器内沈着率

名村造船所マンガン中毒労災認定戦いの記録
 参考資料(1)溶接作業での健康障害とその予防対策
 八上享司 関西労働者安全センター(大阪)ホームページ

吸入性金属ヒュームの人体への影響

金属成分	急性影響	慢性影響
Fe酸化物	比較的影響低い	酸化鉄肺(溶接工肺)
Si酸化物	比較的影響低い	軽度の繊維化(非晶質で遊離ケイ酸少ない)
Mn酸化物	金属熱	神経機能障害
Cr(Ⅲ)酸化物	喘息、気管支炎、肺炎	影響低い
Cr(VI)酸化物	喘息、気管支炎、肺炎	鼻中隔欠損、気管支炎、腎臓障害、肺がん(IARC:グループ1)
Ni酸化物	喘息、肺炎、肺水腫	肺がん(IARC:グループ1)
Al酸化物	比較的影響低い	アルミナ肺
Zn酸化物	金属熱	肺機能低下、間質性肺炎
Cu酸化物	上気道・眼の刺激、金属熱	貧血、皮膚・毛髪の脱色、肝臓・腎臓の障害
Ti酸化物	未確認	発がん性(IARC:グループ2B)
Mg酸化物	金属熱、眼や粘膜の刺激、咳、胸痛	未確認
Mo酸化物	比較的影響低い、眼と粘膜の刺激	体重低下、肝臓・腎臓の障害
Co酸化物	気管支炎、肺炎、眼の角膜・結膜の炎症	発がん性(IARC:グループ2B)
Be酸化物	上気道の刺激、気管支炎、間質性肺炎	ベリリウム肺、発がん性(IARC:グループ1)

マンガンについて

① 沸点が鉄より低い

Mn: 融点 1244°C、沸点 1962°C

Fe: 融点 1535°C、沸点 2750°C

Si: 融点 1410°C、沸点 2355°C

② 酸化されやすい

$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}$ -1.18eV (標準還元電位)

$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$ -0.44eV (標準還元電位)

③ 2価の塩基性酸化マンガンが最も安定である

MnO (酸化マンガン) $\text{Mn}: +2$ 価

Mn_2O_3 (三酸化二マンガン) $\text{Mn}: +3$ 価

Mn_3O_4 (四酸化三マンガン) $\text{MnO}:\text{Mn}_2\text{O}_3=1:2$

圧延鋼板JIS抜粋(軟鋼)

		一 般 用 G3101	溶 接 構 造 用 G3106		
		SS400	SM400A	SM400B	SM400C
板 厚mm*		16～40	16 ～ 50		
化 学 成 分 (%)	C _{max}	—	0.23	0.20	0.18
	Mn	—	≥2.5C	0.60～1.40	≤1.40
	Si	—	—	≤0.35	≤0.35
	P _{max}	0.050	0.035	0.035	0.035
	S _{max}	0.050	0.035	0.035	0.035
引 張 試 験	降伏点 (N/mm ²)	≥235	≥235 (16～40mm)		
	引張強さ	400～510	400～510		
	伸び (1号)(%)	≥21	≥22 (16～50mm)		
Vシャルピー吸収エネルギー(J) (以上)		—	—	≥27 (0℃)	≥47 (0℃)

備考 *板厚の値はSS400は降伏点と伸び値に，SM400は伸び値とC_{max}値に対応するもの。

種類の記号		化学成分 単位 %				引 張 強 さ (N/mm ²)	降伏点の下限または 耐力 (N/mm ²)			Vシャルピー 吸収エネルギー	
		C		Si	Mn		≤16 mm	16～40 mm	>40 mm	温度 (℃)	平均値の下限 (J)
		≤50mm	>50mm								
SM400	A	0.23	0.25	—	2.5×C 0.60	400～510	245	235	215	—	—
	B	0.20	0.22	0.35	～ 1.40					0	27
	C	0.18	—	0.35	1.40					0	47
SM490	A	0.20	0.22			490～610	325	315	295	—	—
	B	0.18	0.20	0.55	1.60					0	27
	C	0.18	—							0	47
SM490Y	A					490～610	365	355	335*	—	—
	B	0.20	—	0.55	1.60					0	27
SM520	B					520～640	365	355	335	0	27
	C	0.20	—	0.55	1.60					0	47
SM570		0.18	—	0.55	1.60	570～720	460	450	430	—5	47

〔注〕 (1) PおよびS≤0.035%
(2) SM570のC_{eq}はすべてに適用されるのではなくQT材のみであることおよびシャルピー吸収エネルギーは板厚12mm越えに適用される

*板厚75mm超えは325N/mm²

軟鋼および高張力鋼用ソリッドワイヤの規格抜粋(JIS Z3312-1999)

種 類	シールドガス	適用鋼種	化学成分 mass%											引張強さ N/mm ²	降伏点 又は0.2% 耐力 N/mm ²	伸び %	衝撃試験	
			C	Si	Mn	P	S	Cu ⁽¹⁾	Ni	Cr	Mo	Al	Ti-Zr				温度 ℃	シャルピー吸 収エネルギー J
YGW 11	炭酸ガス (CO ₂)	軟鋼および 引張強さ 490N/mm ² 級 高張力鋼	0.15 以下	0.55～ 1.10	1.40～ 1.90	0.030 以下	0.030 以下	0.50 以下	—	—	—	0.10 以下	0.30 以下	490以上	390以上	22 以上	0	47以上
YGW 12			0.15 以下	0.55～ 1.10	1.25～ 1.90	0.030 以下	0.030 以下	0.50 以下	—	—	—	—	—				0	27以上
YGW 13			0.15 以下	0.55～ 1.10	1.35～ 1.90	0.030 以下	0.030 以下	0.50 以下	—	—	—	0.10 ～0.50	0.30 以下				0	27以上
YGW 14			0.15 以下	—	—	0.030 以下	0.030 以下	0.50 以下	—	—	—	—	—	420以上	345以上		0	27以上
YGW 15	80%アルゴン —20%炭酸ガス の混合ガス (80Ar-20CO ₂)		0.15 以下	0.40～ 1.00	1.00～ 1.60	0.030 以下	0.030 以下	0.50 以下	—	—	—	0.10 以下	0.13 以下	490以上	390以上		-20	47以上
YGW 16			0.15 以下	0.40～ 1.00	0.85～ 1.60	0.030 以下	0.030 以下	0.50 以下	—	—	—	—	—				-20	27以上
YGW 17			0.15 以下	—	—	0.030 以下	0.030 以下	0.50 以下	—	—	—	—	—	420以上	345以上		-20	27以上
YGW 18	炭酸ガス (CO ₂)	引張強さ 490N/mm ² 級,	0.15 以下	0.55～ 1.10	1.40～ 2.60	0.030 以下	0.030 以下	0.50 以下	—	—	0.40 以下	0.10 以下	0.30 以下	540以上	430以上		0	47以上
YGW 19	80%アルゴン —20%炭酸ガス の混合ガス (80Ar-20CO ₂)	520N/mm ² および 540N/mm ² 級 高張力鋼	0.15 以下	0.40～ 1.00	1.40～ 2.00	0.030 以下	0.030 以下	0.50 以下	—	—	0.40 以下	0.10 以下	0.30 以下				-20	47以上
YGW 21	炭酸ガス (CO ₂)	引張強さ 590N/mm ² 級 高張力鋼	0.15 以下	0.50～ 1.10	1.30～ 2.60	0.025 以下	0.025 以下	0.50 以下	—	—	0.60 以下	0.10 以下	0.30 以下	570以上	490以上	19 以上	-5	47以上
YGW 22			0.15 以下	—	—	0.025 以下	0.025 以下	0.50 以下	—	—	—	—	—				-5	27以上
YGW 23	80%アルゴン —20%炭酸ガス の混合ガス (80Ar-20CO ₂)		0.15 以下	0.30～ 1.00	0.90～ 2.30	0.025 以下	0.025 以下	0.50 以下	1.80 以下	0.70 以下	0.65 以下	—	0.20 以下				-20	47以上
YGW 24			0.15 以下	—	—	0.025 以下	0.025 以下	0.50 以下	—	—	—	—	—				-20	27以上

注(1) 銅めっきが施されている場合は、めっきの銅を含む。

各種溶接法とヒューム発生量

溶接法	対象銅種	JIS	径(mm)	溶接条件	ヒューム発生量(mg/min)
CO ₂ アーク溶接	軟銅および 490N/mm ² 級 高張力銅	YGW11 (ソリッドワイヤ)	1.2	280A-30V	630
		YGW12 (ソリッドワイヤ)		150A-21V	213
		YFW-C50DR (フラックス入りワイヤ)	1.2	280A-31V	697
	ステンレス鋼	YF308C (フラックス入りワイヤ)	1.2	200A-29V	480
被覆アーク溶接	軟銅および 490N/mm ² 級 高張力銅	D4301 (イルミナイト系)	4.0	170A	415
		D4303 (ライムチタニヤ系)			250
		D4313 (高酸化チタン系)			256
		D4327 (鉄粉酸化鉄系)			280
		D5016 (低水素系)	4.0	170A	308
		D5016 (無害低水素系)			297
	ステンレス鋼	D308-16	4.0	140A	229
サブマージアーク溶接	軟銅および 490N/mm ² 級 高張力銅	YS-S1(ソリッドワイヤ) × FS-BN2(フラックス)	6.4	1200A	40
セルフシールドアーク溶接	軟銅および 490N/mm ² 級 高張力銅	YFW-S500B (フラックス入りワイヤ)	2.4	300A-28V	2480

資料:
溶接安全衛生マニュアル
日本溶接協会安全衛生・環境委員会編

溶接ヒュームの化学組成

(%)																		
対象材料	溶接法	JIS	径(mm)	溶接条件	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	BaO	Cr ₂ O ₃	NiO	CuO	Na ₂ O	K ₂ O	F
軟鋼および 490N/mm ² 級 高張力鋼	CO ₂ アーク 溶接	YGW11 (ソリッドワイヤ)	1.2	280A-30V	75.50	10.45	15.13	0.37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		YGW12 (ソリッドワイヤ)		150A-21V	78.52	11.26	12.86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		YFW-C50DR (フラックス入りワイヤ)	1.2	280A-31V	54.74	10.58	16.09	6.74	0.55	0.71	2.42	—	—	—	—	5.17	2.27	2.55
	被覆アーク 溶接	D4301 (イルミナイト系)	4.0	170A	52.55	16.60	12.15	2.31	0.42	2.10	0.51	—	—	—	—	5.57	4.97	—
		D4303 (ライムチタニヤ系)			48.26	21.20	6.18	1.87	0.43	1.47	1.32	—	—	—	—	5.73	7.65	—
		D4313 (高酸化チタン系)			41.82	29.45	5.38	3.40	0.52	0.95	0.32	—	—	—	—	5.60	7.56	—
		D4327 (鉄粉酸化鉄系)			47.18	31.60	7.84	1.20	0.27	1.17	0.22	—	—	—	—	4.65	3.25	—
		D5016 (低水素系)			16.87	6.20	5.06	0.45	0.31	14.08	0.35	3.44	—	—	—	10.18	19.57	17.05
		D5016 (無害低水素系)			18.94	6.10	5.30	0.38	0.24	16.09	7.54	5.69	—	—	—	20.29	0.90	13.73
	セルフシールド アーク溶接	YFW-S50GB (フラックス入りワイヤ)	2.4	300A-28V	25.38	1.25	3.10	—	15.73	20.67	27.77	—	—	—	—	2.33	1.55	9.84
ステンレス 鋼	CO ₂ アーク 溶接	YF308C (フラックス入りワイヤ)	1.2	200A-29V	34.60	13.91	13.04	1.33	0.42	0.51	—	—	18.56	2.55	—	5.54	2.72	2.63
	被覆アーク 溶接	D308-16	4.0	140A	8.98	7.25	5.51	9.24	0.79	4.87	0.12	—	8.77	0.73	—	2.87	26.20	13.16
		D430Nb-16			12.51	2.25	1.68	1.10	5.59	19.07	3.53	—	5.31	—	—	24.78	1.40	14.42
銅	被覆アーク 溶接	DCu	4.0	150A	—	20.50	14.45	—	—	0.68	—	—	—	—	40.99	5.65	4.14	10.01
アルミニウム 合金	ミグ溶接	A4043-WY (ソリッドワイヤ)	1.6	250A-21V	2.13	7.80	—	—	84.1	—	1.04	—	—	—	1.80	—	—	—
		A5183-WY (ソリッドワイヤ)			0.33	0.15	—	—	82.6	—	12.9	—	—	—	0.16	—	—	—

資料:
溶接安全衛生マニュアル
日本溶接協会安全衛生・
環境委員会編

溶接ヒュームの組成（軟鋼、50kg/mm2高張力鋼溶接材料）

溶接方法	溶接材料の種類	化学成分 %									
		Fe ₂ O ₂	SiO ₂	MnO (Mn)	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	F
CO ₂ アーク	YGW11 ソリッド (AL,Ti入り)	76.5	9.0	11.1 (8.6)	0.4	0.2	—	—	—	—	—
	YGW12 ソリッド	77.8	10.8	9.9 (7.7)	—	—	—	—	—	—	—
	T490T1- 1CA-K-U フラックス 入り	48.8	10.5	16.3 (12.6)	10.0	2.6	0.9	1.0	5.2	0.7	2.8
被覆 アーク	E4319	52.6	16.6	12.2 (2.4)	2.3	0.4	2.1	0.5	5.6	5.0	—
	E4303	48.3	21.2	6.2 (4.8)	1.9	0.4	1.5	1.3	5.7	7.7	—
	E4313	41.8	29.5	5.4 (4.2)	3.4	0.5	1.0	0.3	5.6	7.6	—
	E4316	16.9	6.2	5.1 (3.8)	0.5	0.3	14.1	0.4	10.2	19.6	17.1
	E4327	47.2	31.6	7.8 (6.1)	1.2	0.3	1.2	0.2	4.7	3.3	—

アーク溶接作業の安全と
衛生(第4回)
(一社)日本溶接協会溶接
情報センターWEL-COM
溶接技術者交流会

塩基性酸化マンガンの有害性について

- ①文献によれば、溶接ヒューム及び溶解フェロマンガ・ヒュームのいずれも、塩基性酸化マンガが含まれているとされる。文献によれば、塩基性酸化マンガを含む溶接ヒューム及び溶解フェロマンガ・ヒュームへのばく露による神経機能障害が多数報告され、その多くは、ばく露量—作用関係が認められた。また塩基性酸化マンガに関する特殊健康診断において、一定の有所見者(2.4%)が認められる。
- ②以上から、従来の第二類特定化学物質である「マンガ及びその化合物(塩基性酸化マンガを除く。)」から「(塩基性酸化マンガを除く。)」を削除し、「マンガ及びその化合物」とすることが妥当である。
- ③ACGIH及びECの提案理由書及びそれに引用されている文献等をレビューした結果を踏まえ、マンガ及びその化合物の管理濃度は、マンガとし0.05mg/m³(レスピラブル粒子)とすべきである。

令和元年度化学物質による労働者の健康障害防
止措置に係る検討会報告書
(マンガ及びその他並びに溶接ヒューム)
令和2年2月10日

溶接ヒュームの発がん性について

日本産業衛生学会 許容濃度等の勧告（2021年

溶接ヒューム 発がん分類 「第1群」
度)

「第1群」はヒトに対して発がん性があると判断できる物質・要因である。
この群に分類される物質・要因は、疫学研究からの十分な証拠がある。

発がん性分類の提案

溶接ヒュームにおいて、症例対照研究のプール解析や多施設症例対照研究、コホート研究の結果から、溶接ヒュームが肺がんを誘発する十分な発がん性の証拠があると判断した。以上より溶接ヒュームの発がん性分類を第1群とすることを提案する。

産業衛生学会誌63巻,2021 p264-266

発がん性分類の提案暫定物質(2021)の提案理由 2021年5月18日

表1 溶接ヒュームの発がん性の証拠

カテゴリー	試験名	所見	発がん性の証拠
ヒトの発がん性	症例対照研究	肺がんのリスク増加	十分な証拠
	コホート研究	肺がんのリスク増加	
動物の発がん性	吸入曝露試験 (2段階発がんモデル)	肺腫瘍の促進作用	限定的な証拠
	咽頭吸引試験 (2段階発がんモデル)	肺腫瘍の促進作用	
メカニズムとその 関連データ	慢性炎症・免疫抑制：(+) 遺伝毒性：所見(+) (-) 酸化ストレス, 細胞増殖, 細胞死：(+) (-)		強い証拠 中程度の証拠 中程度の証拠

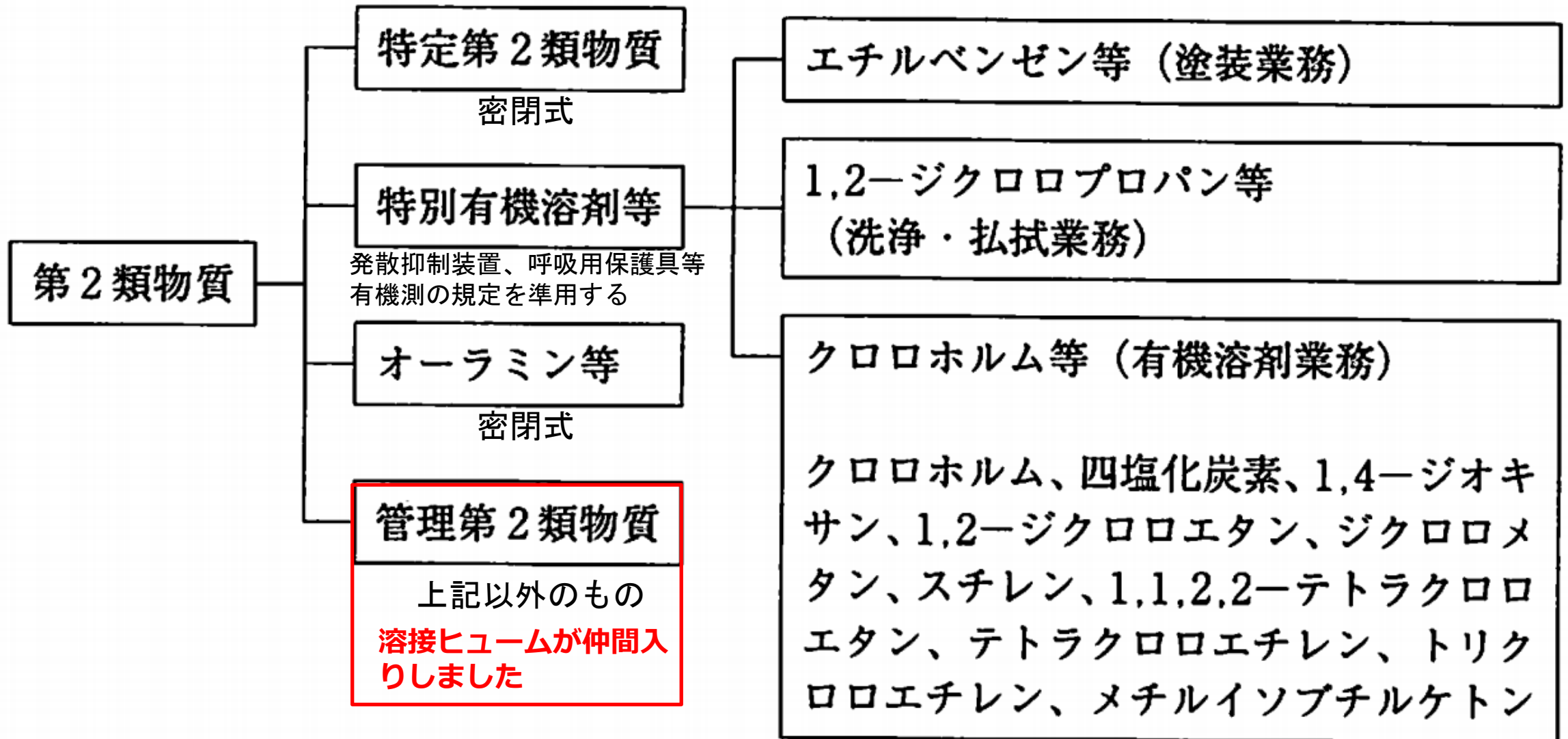
溶接ヒュームの発がん性について

令和元年度 化学物質による労働者の健康障害防止措置に関する検討会報告書
(マンガン及びその化合物並びに溶接ヒューム) 令和2年2月10日

国際がん研究機構 (IARC) は、2017 年、溶接ヒュームをグループ 1 (ヒトに対する発がん性) に分類した (IARC (2017))。20 程度の症例対照研究、30 程度のコホート研究において、溶接作業等溶接ヒュームにばく露する者の肺がんのリスクが上昇していることが報告されている。累積ばく露に関するばく露反応関係も、いくつかの大規模研究で確認されたとしている (tMannetje ら (2012)、Matrat ら (2016)、Sorensen ら (2017)、Siew ら (2008))。ただし、ヒュームへのばく露は、間接的な評価による (溶接工程や材料、業種、職種、専門家の評価又は事故申告)。原因物質や発生機序についての報告はない。

発がん性に伴う特別管理物質への位置付けについては、溶接ヒュームは、疫学研究によって発がん性があることが示されたが、原因物質は特定されず、じん肺を機序とする原発性肺がんとの区別もついていない (別紙 1 参照)。このため、当面、特別管理物質としては位置付けず、**発がんの原因物質等の知見が明らかになった時点で、再度検討を行うことが妥当である。**

第2類物質は慢性・遅発性障害を引き起こす物質のうち第1類物質に属しないものをいう。
第2類物質の製造又は取扱いに際して設備上の措置のあり方の違いによって分類されている。



労働安全衛生法施行令

別表第三 特定化学物質（第六条、第九条の三、第十七条、第十八条、第十八条の二、第二十一条、第二十二条関係）

一 第一類物質 1 ジクロルベンジジン及びその塩 2 アルファ-ナフチルアミン及びその塩 3 塩素化ビフェニル（別名 P C B） 4 オルト-トリジン及びその塩 5 ジアニシジン及びその塩 6 ベリリウム及びその化合物 7 ベンゾトリクロリド 8 1 から 6 までに掲げる物をその重量の二パーセントを超えて含有し、又は 7 に掲げる物をその重量の〇・五パーセントを超えて含有する製剤その他の物（合金にあつては、ベリリウムをその重量の三パーセントを超えて含有するものに限る。）

二 **第二類物質** 1 アクリルアミド 2 アクリロニトリル 3 アルキル水銀化合物（アルキル基がメチル基又はエチル基である物に限る。） 3 の 2 インジウム化合物 3 の 3 エチルベンゼン 4 エチレンイミン 5 エチレンオキシド 6 塩化ビニル 7 塩素 8 オーラミン 8 の 2 オルト-トルイジン 9 オルト-フタロジニトリル 10 カドミウム及びその化合物 11 クロム酸及びその塩 11 の 2 クロロホルム 12 クロロメチルメチルエーテル 13 五酸化バナジウム 13 の 2 コバルト及びその無機化合物 14 コールタール 15 酸化プロピレン 15 の 2 三酸化ニアンチモン 16 シアン化カリウム 17 シアン化水素 18 シアン化ナトリウム 18 の 2 四塩化炭素 18 の 3 一・四-ジオキサン 18 の 4 一・二-ジクロロエタン（別名二塩化エチレン） 19 三・三'-ジクロロ-四・四'-ジアミノジフェニルメタン 19 の 2 一・二-ジクロロプロパン 19 の 3 ジクロロメタン（別名二塩化メチレン） 19 の 4 ジメチル-二・二-ジクロロビニルホスフェイト（別名 DDVP） 19 の 5 一・一-ジメチルヒドラジン 20 臭化メチル 21 重クロム酸及びその塩 22 水銀及びその無機化合物（硫化水銀を除く。） 22 の 2 スチレン 22 の 3 一・一・二・二-テトラクロロエタン（別名四塩化アセチレン） 22 の 4 テトラクロロエチレン（別名パークロルエチレン） 22 の 5 トリクロロエチレン 23 トリレンジイソシアネート 23 の 2 ナフタレン 23 の 3 ニッケル化合物（24 に掲げる物を除き、粉状の物に限る。） 24 ニッケルカルボニル 25 ニトログリコール 26 パラ-ジメチルアミノアゾベンゼン 27 パラ-ニトロクロルベンゼン 27 の 2 砒(ひ)素及びその化合物（アルシン及び砒(ひ)化ガリウムを除く。） 28 弗(ふつ)化水素 29 ベータ-プロピオラクトン 30 ベンゼン 31 ペンタクロルフエノール（別名 P C P）及びそのナトリウム塩 31 の 2 ホルムアルデヒド 32 マゼンタ 33 マンガン及びその化合物 **(塩基性酸化マンガンを除く)** 33 の 2 メチルイソブチルケトン 34 沃(よう)化メチル **34 の 2 溶接ヒューム 34 の 3 リフラクトリーセラミックファイバー** 35 硫化水素 36 硫酸ジメチル 37 1 から 36 までに掲げる物を含有する製剤その他の物で、厚生労働省令で定めるもの

三 第三類物質 1 アンモニア 2 一酸化炭素 3 塩化水素 4 硝酸 5 二酸化硫黄 6 フェノール 7 ホスゲン 8 硫酸 9 1 から 8 までに掲げる物を含有する製剤その他の物で、厚生労働省令で定めるもの

改正法令に対応したアーク溶接の 安全衛生対策の基本

特化則 第五章の二 特殊な作業等の管理
(金属アーク溶接等作業に係る措置)

第三十八条の二十一が追加され、これに基づいた安全衛生対策が基本となります。

「屋内作業場」と 「継続して行う屋内作業場とは

「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。

- ①作業場の建屋の側面の半分以上にわたって壁、羽目板その他の遮蔽物が設けられている場所
- ②ガス、蒸気また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作業を同じ場所で繰り返して行わないものは含まれません。

改正法令に対応したアーク溶接の安全衛生対策のフロー

①全体換気の実施又はプッシュプル換気、局所排気の措置を講ずる(特化則第38条の21第1項)

ただし、①は「屋内作業場」に適用

②身体に装着する試料採取機器を用いて溶接ヒューム濃度を測定する(特化則第38条の21第2項)

ただし、②および、以下③④⑤⑥は「継続して行う屋内作業場」に適用、

③溶接ヒュームの濃度測定結果(マンガン0.05mg/以上のとき)に応じて換気装置の風量増加その他必要な措置を講ずる(特化則第38条の21第3項)

- 溶接方法、母材もしくは溶接材料等の変更による溶接ヒューム発生量の低減-
- 集じん装置による集じん
- 移動式送風機による送風-

ポイント1

ポイント2

④効果確認のため溶接ヒューム濃度を測定する(特化則第38条の21第4項)

ポイント3

⑤測定結果に応じて、有効な呼吸用保護具度を使用させる(特化則第38条の21第4項)

⑥1年以内毎に1回定期的に適切に装着されているかフィットテストを実施する(特化則第38条の21第7項)

⑦溶接ヒューム濃度測定は所定の事項を記録し3年間保存する(特化則第38条の21第8項)

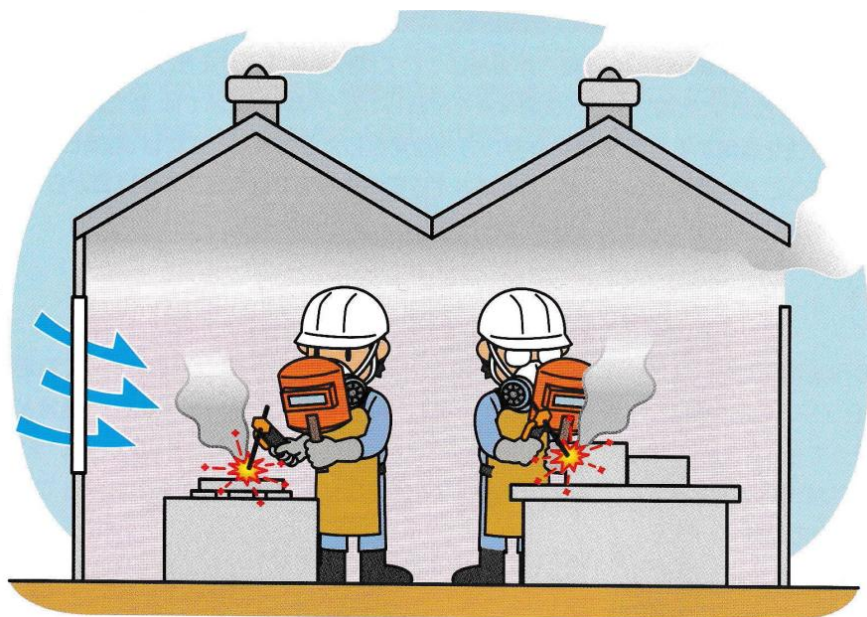
ポイント3

左記以外
の場合

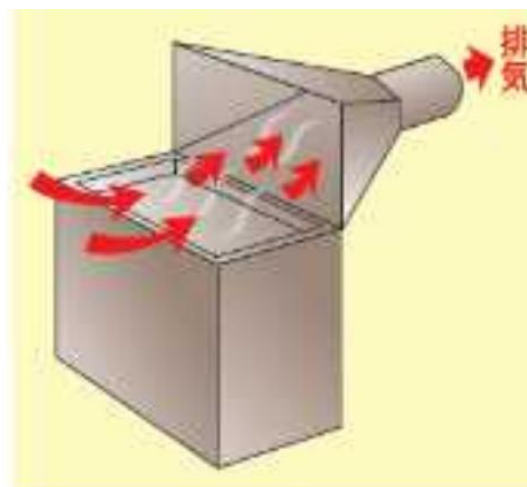
①全体換気の実施又は局所排気、プッシュプル換気の措置を講ずる(特化則第38条の21第1項)

ただし屋内作業場に適用

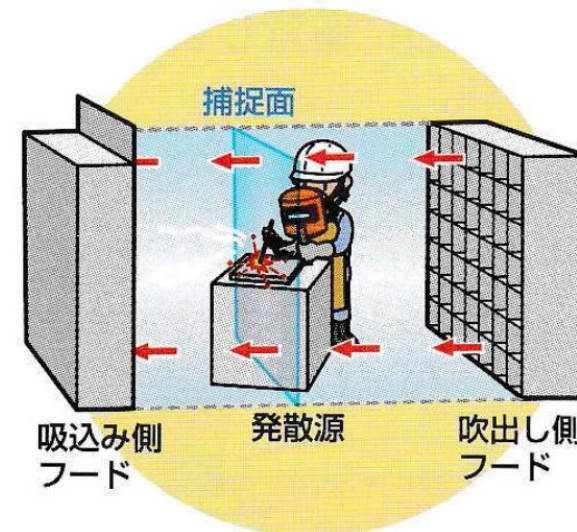
【全体換気装置の例】



【局所排気装置の例】

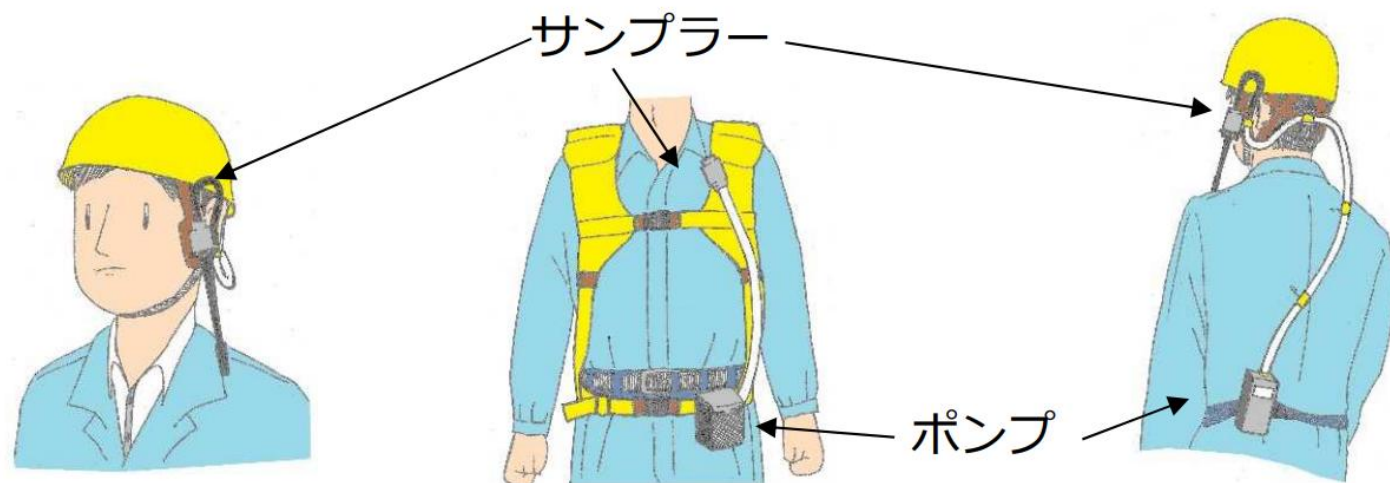


【プッシュプル換気装置の例】



②身体に装着する試料採取機器を用いて溶接 ヒューム濃度を測定する(特化則第38条の21第2項) ただし、「継続して行う屋内作業場」に適用

個人ばく露測定により、空気中の溶接ヒュームの濃度を測定します。



(注) 個人ばく露測定は、**第1種作業環境測定士**、**作業環境測定機関**などの、当該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です。

資料:厚生労働省・都道府
県労働局・労働基準監督署
リーフレット

試料採取方法は、作業環境測定基準第2条第2項の要件に該当する分粒装置を用いるろ過捕集方法又はこれと同等以上の性能を有する試料採取方法により行う。

溶接ヒューム サンプルング機器

★原則 2 人以上の作業者に装着が必要→ 2 セット必要

慣性衝突式サンプラー NWPS-254型

吸引流量2.5 L/minでレスピラブル粒子の捕集が可能

レスピラブル（吸入性）粉じん
→ 4 μm 以上の粒子を50%カットした粉じん



PM4個人サンプラーセット



サンプルングに必要なものが
全て揃ったセット品

PTFEバインダーフィルター “TF98R” ろ紙

測定結果 (n=5測定平均)

単位: $\mu\text{g/g}$

	V	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb
TF98R	<0.002	0.04	4.48	0.08	0.06	20.8	<0.02	<0.002	0.03

分析条件: 試料0.5gに硝酸20mLを入れ、80℃の湯浴中で1時間抽出した抽出液をICP質量分析法で測定した。

個人ばく露測定の詳細

- ① 試料空気の採取は、金属アーク溶接等作業に従事する労働者の**身体に装着する試料採取機器**を用いる方法により行います。

※試料採取機器の採取口は、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に**最も適切な部位（呼吸域）**に装着する必要があります。その際、採取口が**溶接用の面体の内側**となるように留意します。

- ② 試料空気の採取の対象者、時間は以下のとおりです。

- ・試料採取機器の装着は、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**（以下「**均等ばく露作業**」）ごとに、それぞれ、**適切な数（2人以上に限る）**の労働者に対して行います。

※均等ばく露作業に従事する一の労働者に対して、必要最小限の間隔をおいた2以上の作業日において試料採取機器を装着する方法により採取が行われたときは、この限りではありません。

- ・試料空気の採取の時間は、当該採取を行う作業日ごとに、労働者が**金属アーク溶接等作業に従事する全時間**です。なお、採取の時間を短縮することはできません。

- ③ 試料採取方法は、作業環境測定基準第2条第2項の要件に該当する**分粒装置**を用いる**ろ過捕集方法**またはこれと同等以上の性能を有する試料採取方法により行います。

- ④ 分析方法は、吸光光度分析方法、原子吸光分析方法、左記と同等以上の性能を有する分析方法により行います。

※ 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（令和2年厚生労働省告示第286号）

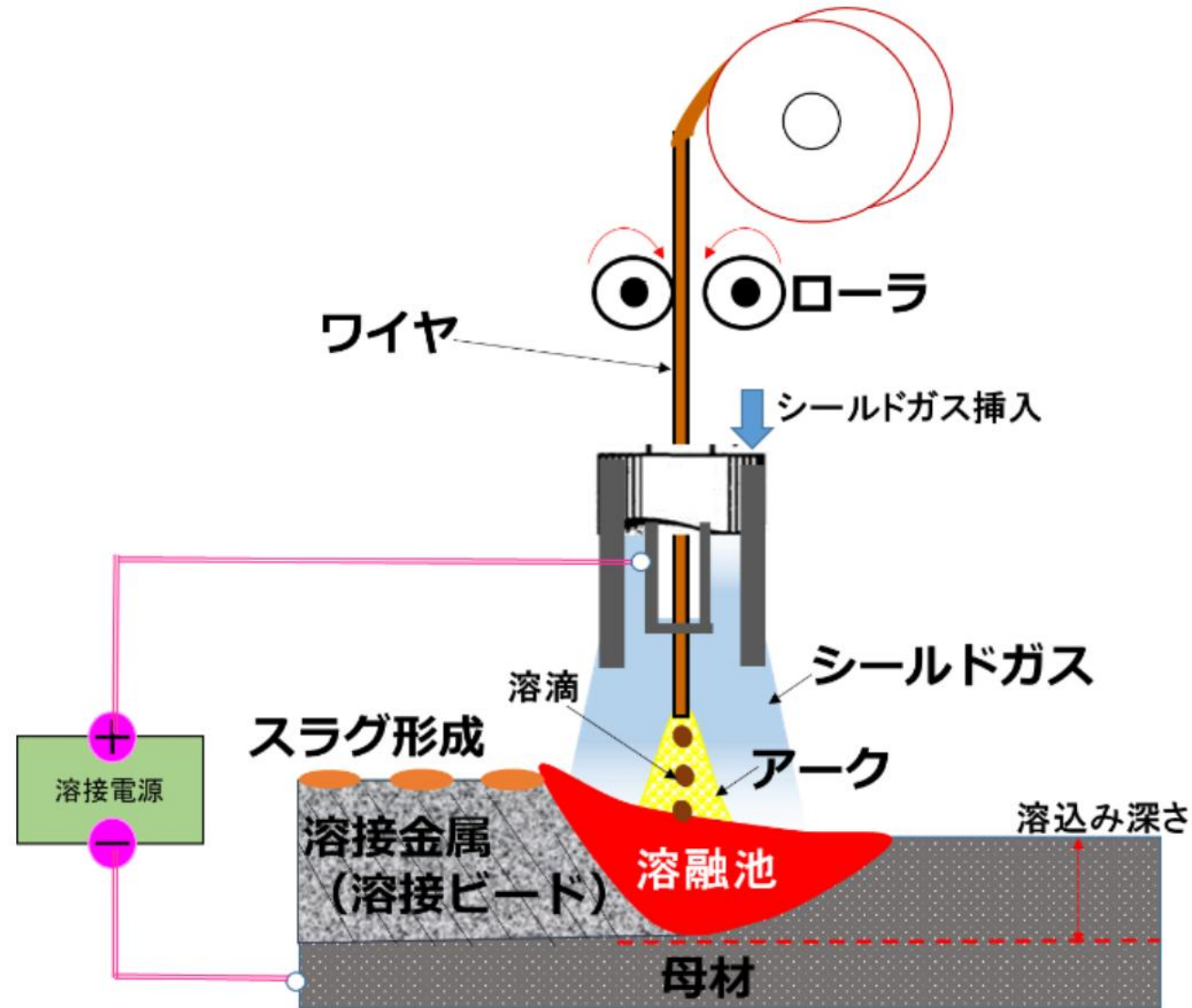
③溶接ヒュームの濃度測定結果(マンガン0.05mg/以上のとき)に応じて換気装置の風量増加その他必要な措置を講ずる(特化則第38条の21第3項)

- 溶接方法、母材もしくは溶接材料等の変更による溶接ヒューム発生量の低減
- 集じん装置による集じん
- 移動式送風機による送風

(ポイント1) 溶接ヒューム発生量の低減方法

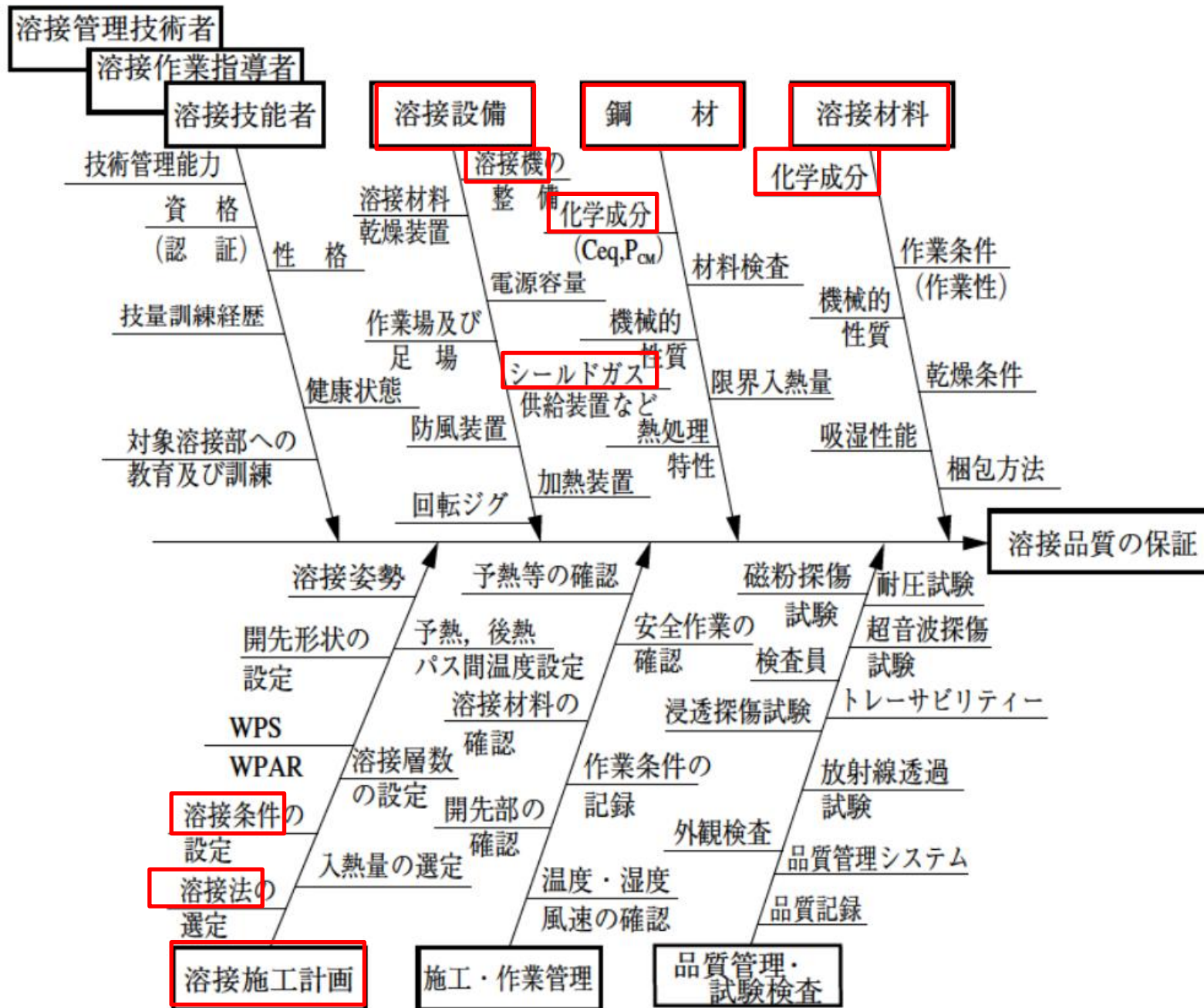
- [1]シールドガスを炭酸ガスからアルゴン系ガスに変更する
- [2]溶接条件(溶接電流、アーク電圧等)を見直し変更する
- [3]低ヒュームワイヤに変更する
- [4]パルス溶接機に変更する

(ポイント1) 溶接ヒューム発生量の低減方法



マグ溶接・ミグ溶接

資料:
アイアール技術者教育研究所
ホームページ 記事コラム
→生産技術・設備技術
→生産技術のツボ



溶接ヒューム発生量に及ぼす因子

- [1] シールドガス
- [2] 溶接条件
溶接電流
溶接電圧
トーチ角度
- [3] 溶接材料(ワイヤ)
- [4] 溶接機
波形制御

シールドガスの役割

1. 溶接品質の改善

アーク雰囲気や溶融池への大気侵入を防止するため

- ①酸素、窒素によるブローホール発生を防止
- ②溶接金属の靱性劣化を防止

2. 作業性の改善

アークの安定性向上やアーク特性(電流、電圧、集中度)を制御するため

- ①溶接ビードの健全性維持(ビード形状・外観)
- ①溶込み形状や深さの改善
- ②溶着速度増加による溶接能率の向上

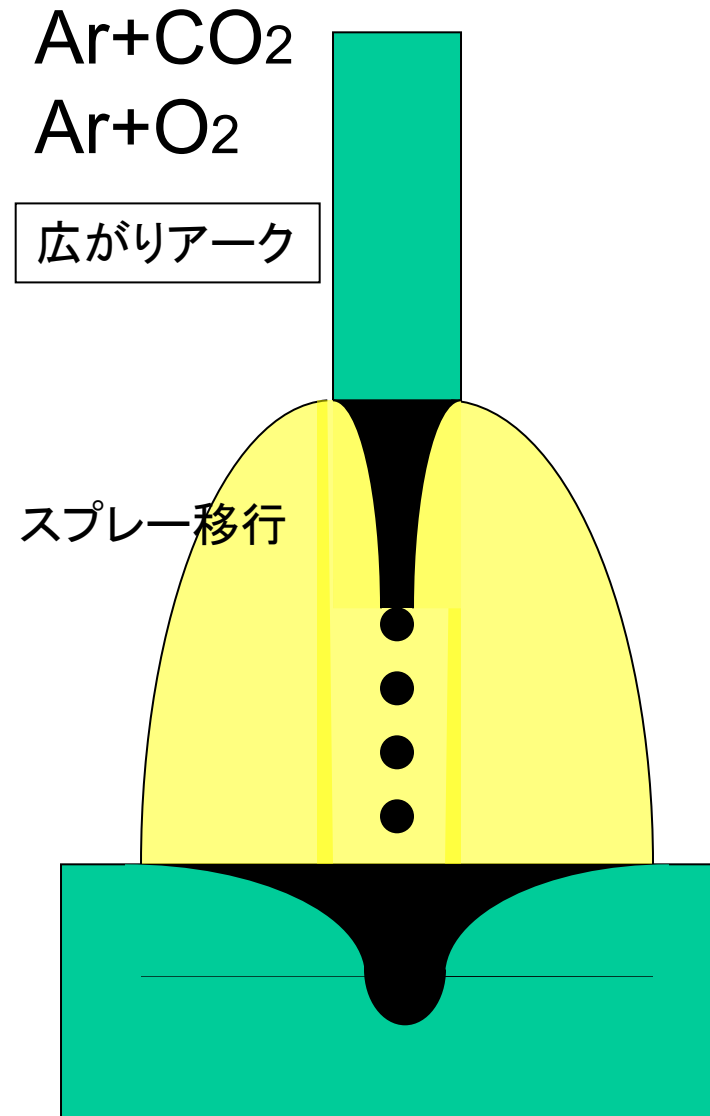
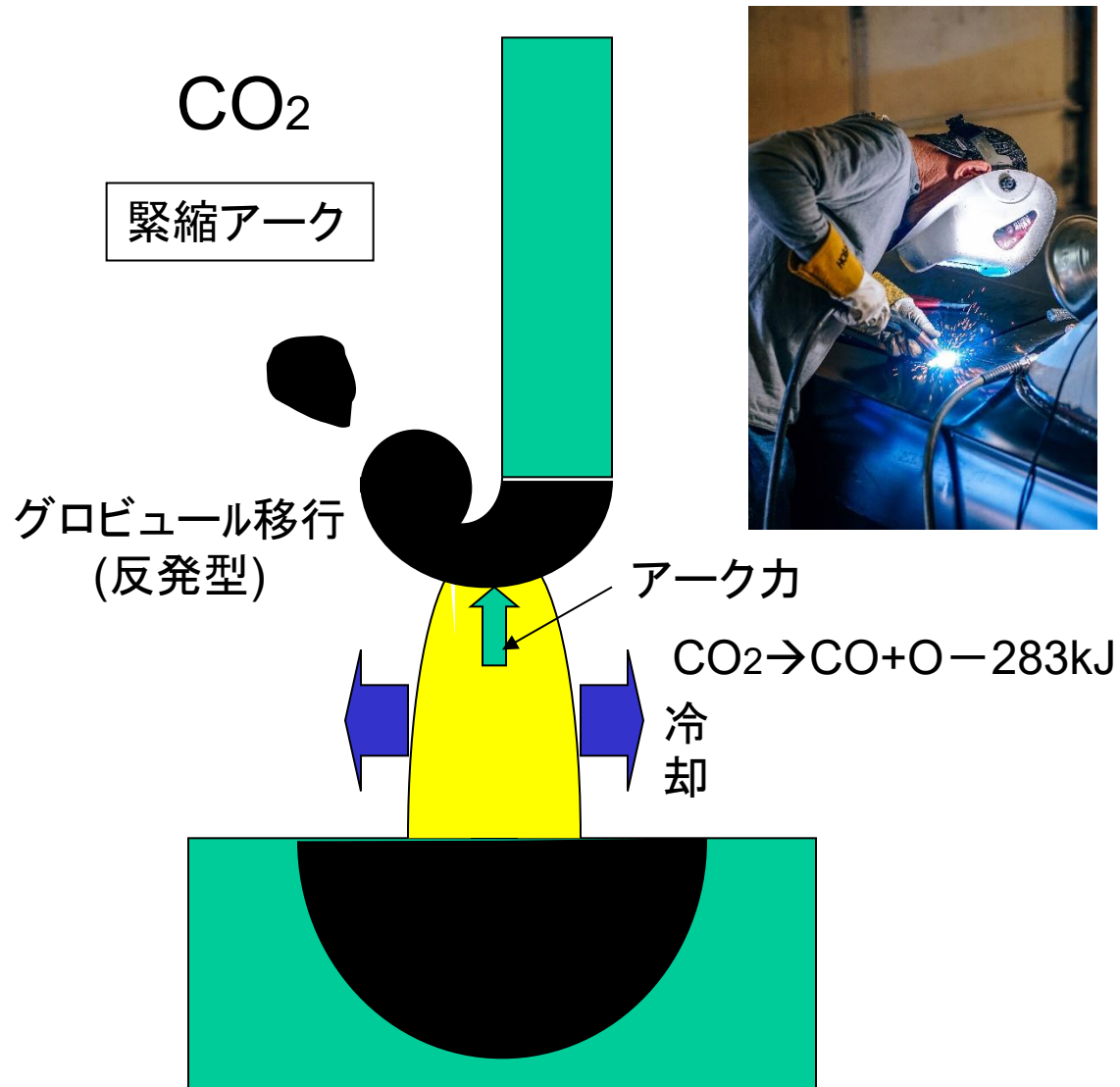
3. 作業環境の改善

アークの安定性向上やアーク特性(電流、電圧、集中度)を制御するため

- ①溶滴移行形態の改善によるスパッタ発生量の低減
- ②溶接ヒューム発生量の低減
- ③一酸化炭素やオゾン発生量の低減

[1]シールドガスを炭酸ガスからアルゴン系ガスに変更する

CO₂は引き締まったアーク、Ar系ガスは広がったアーク



溶接ヒューム発生量の測定方法

ハイボリウム・エアサンプラー
(1.5m³/min)による全量捕集法
(JIS Z3930)

- ・ 捕集箱(内容積0.32m³)
- ・ ろ紙(ガラス繊維)
- ・ アーク発生時間:1分間
- ・ 吸引時間:3分間

$$F_s = \frac{W_2 - W_1}{T} \quad [\text{mg/s}]$$

$$F_h = F_s \times 3.6 \quad [\text{g/h}]$$

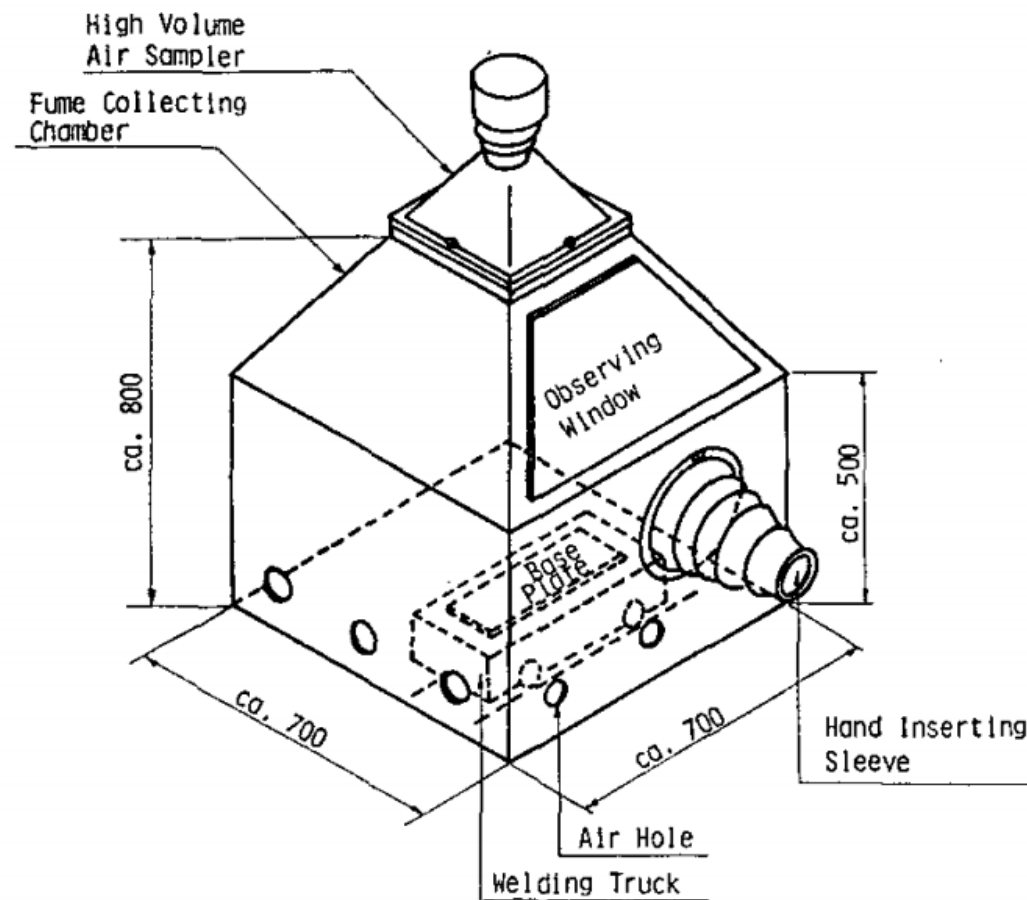
F_s :溶接1秒間当たりのヒューム発生量[mg/s]

F_h :溶接1時間当たりのヒューム発生量[g/h]

W_2 :ヒューム採取前のろ過材の質量[mg]

W_1 :ヒューム採取後のろ過材の質量[mg]

T :アークタイム[s]



- ・ 炭酸ガスアーク溶接用ソリッドワイヤのヒューム発生現象
(溶接学会研究論文集2-220)菅哲男、小林実(株神戸製鋼所溶接棒事業部)
- ・ 炭酸ガスアーク溶接用フラックス入りワイヤのヒューム発生現象
(溶接学会研究論文集2-638)菅哲男、小林実(株神戸製鋼所溶接棒事業部)

アルゴン系シールドガス (Ar+CO₂)は溶接ヒューム 発生量の低減に効果がある

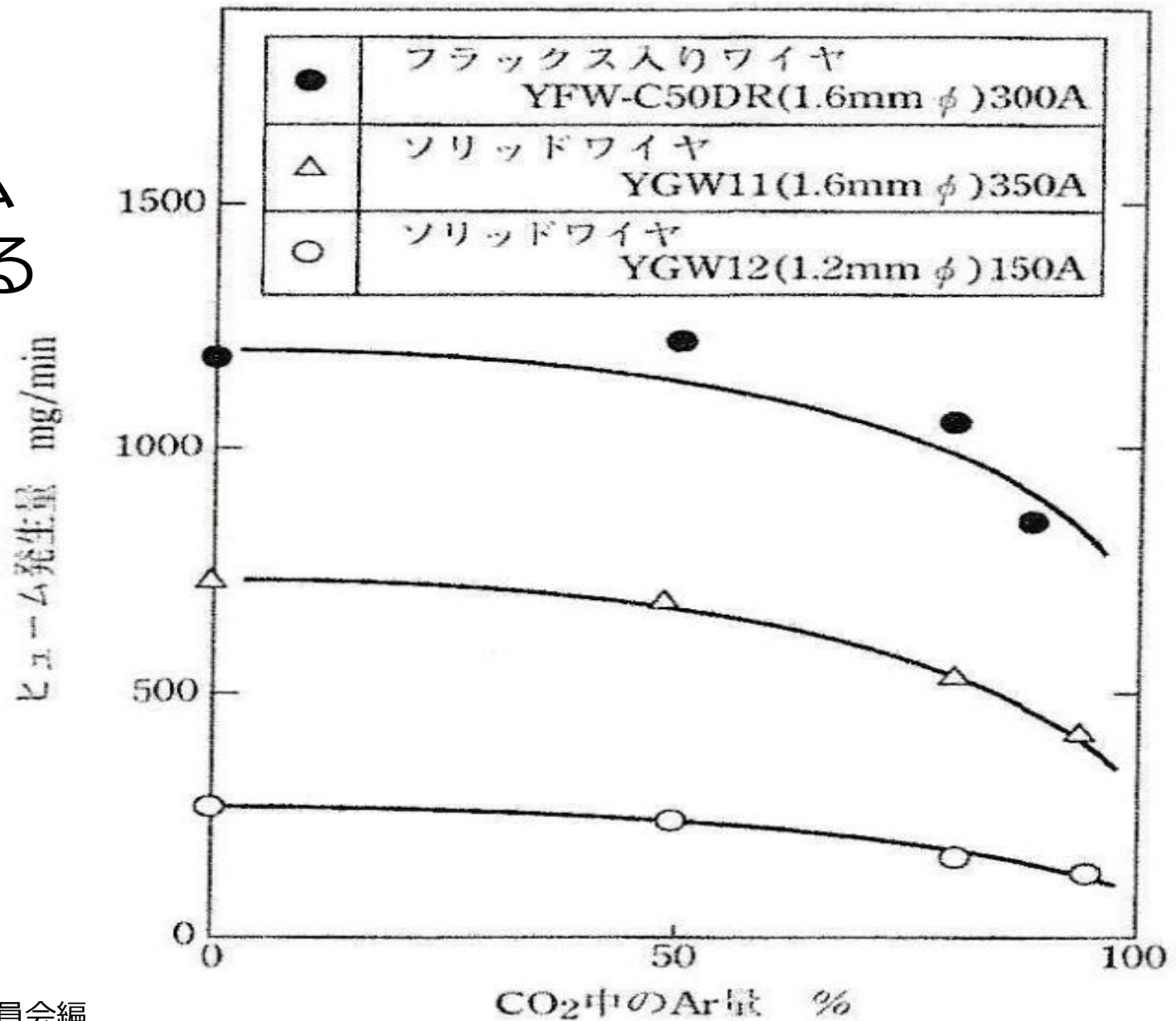
ハイボリューム・エアサン普拉
(1.5m³/min)

全量捕集法(JIS Z3930)

- ・母材 SM41B
- ・板厚 12mm
- ・ソリッドワイヤYGW11、YGW12
- ・フラックス入りワイヤYFW23

資料:

- ・溶接安全衛生マニュアル 日本溶接協会安全衛生・環境委員会編
- ・エンジニアリングシート68 炭酸ガスアーク溶接におけるヒューム発生量 株式会社神戸製鋼技術部



アルゴン含有量とヒューム発生量の関係

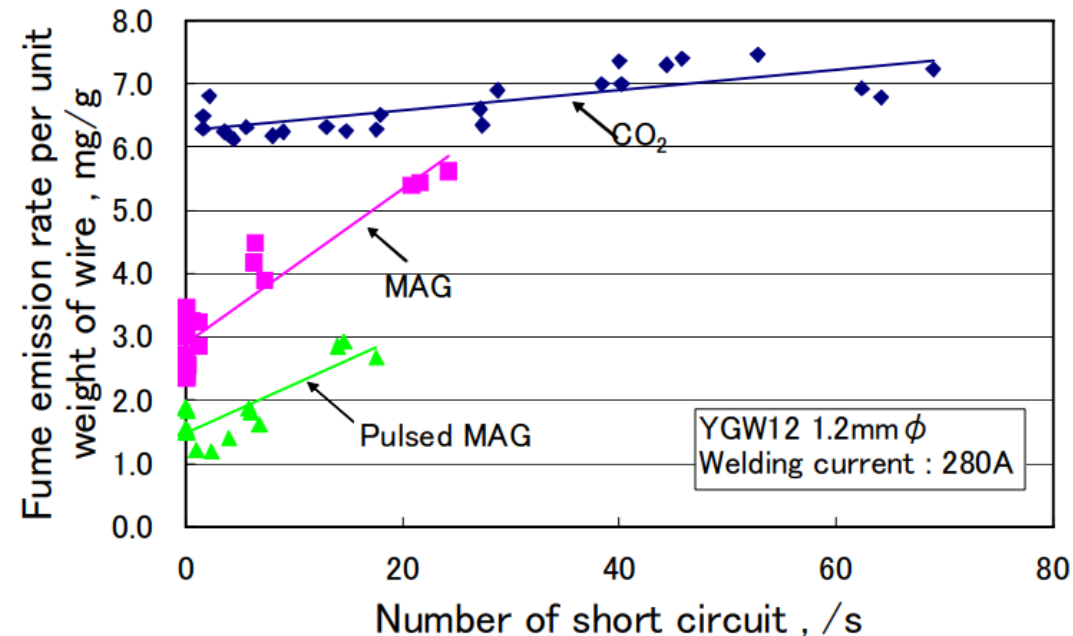
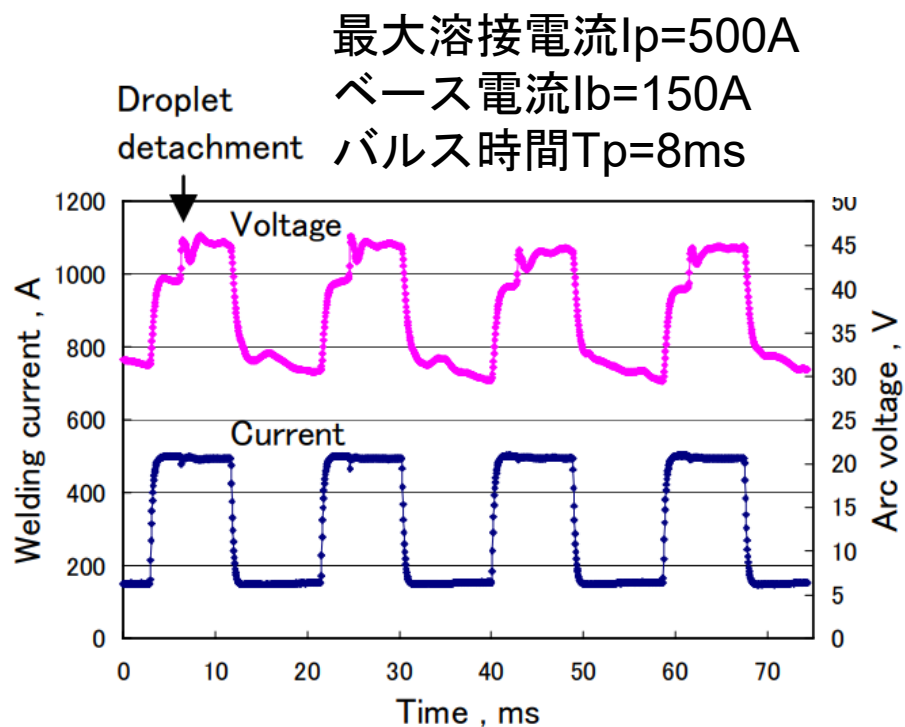
①アルゴン系シールドガス($\text{Ar} + \text{CO}_2$)は溶接ヒューム発生量の低減に効果がある。

【理由】

アルゴン系シールドガスは溶滴が小さく溶滴移行がスムーズに行われる。アークによる溶滴への加熱時間が小さいと考えられる。また高温蒸気の急激な吹き出しも抑制され周囲への飛散が少ないものと考えられる。

資料:

- ・炭酸ガスアーク溶接におけるスパッタ及びヒューム低減プロセスの開発
溶接学会 平成20年度春季全国大会 セッションID120
株式会社神戸製鋼溶接カンパニー 山崎、鈴木、輿石



- ②パルス溶接を利用すると、溶接ヒューム発生量は低減する
- ③短絡回数が増えると溶接ヒュームは増加する

資料:

- ・炭酸ガスアーク溶接におけるスパッタ及びヒューム低減プロセスの開発
 溶接学会 平成20年度春季全国大会 セッションID120
 株式会社神戸製鋼溶接カンパニー 山崎、鈴木、興石

②パルス溶接を利用すると、溶接ヒューム発生量は低減する

【理由】

パルスによるピンチ効果により溶滴が小さく溶滴移行がスムーズに行われる。アークによる溶滴への加熱時間が小さいと考えられる。また高温蒸気の急激な吹き出しも抑制され周囲への飛散が少ないものと考えられる。

③短絡回数が増えると溶接ヒュームは増加する

【理由】

アーク発生状態では埋もれアーク気味となって高温蒸気の大気中への拡散が抑制されること、短絡状態では高温蒸気の発散部が消滅し高温蒸気はほとんど発生しない。しかし、再点孤するとアーク熱により高温蒸気が増加しアーク長の増加とともにプラズマ気流の増大により高温蒸気が大気中に拡散される。

資料:

- ・炭酸ガスアーク溶接用ソリッドワイヤのヒューム発生現象
株式会社神戸製鋼所溶接棒事業部 菅哲男、小林実

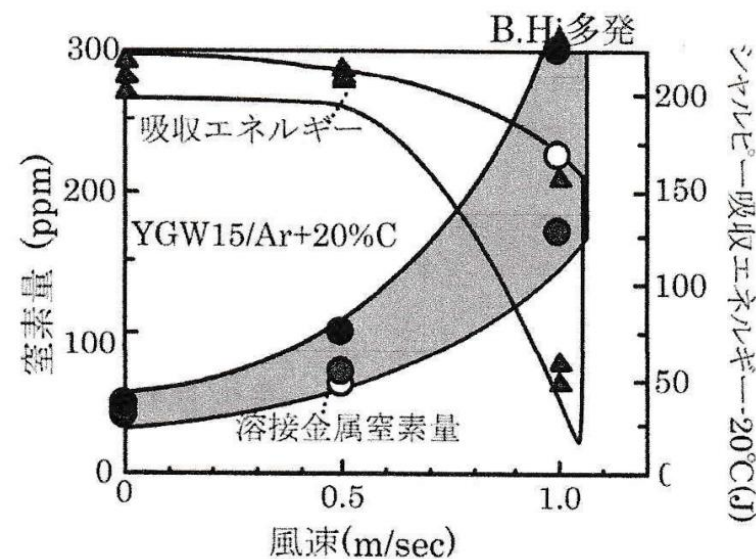
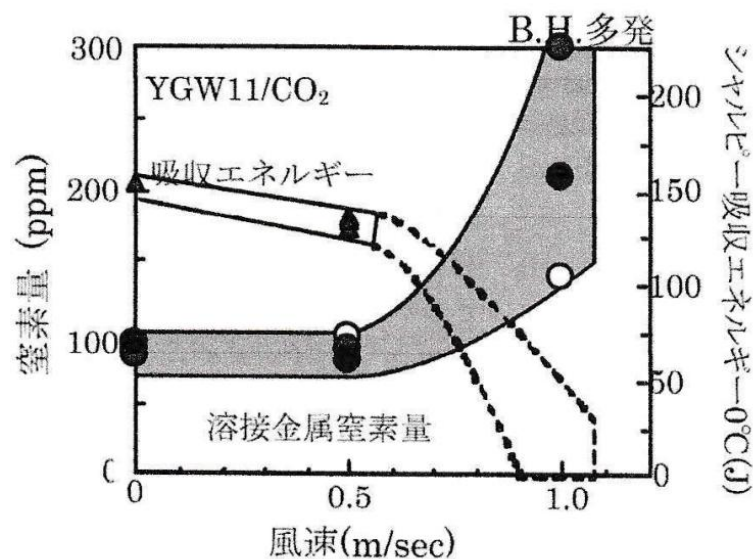
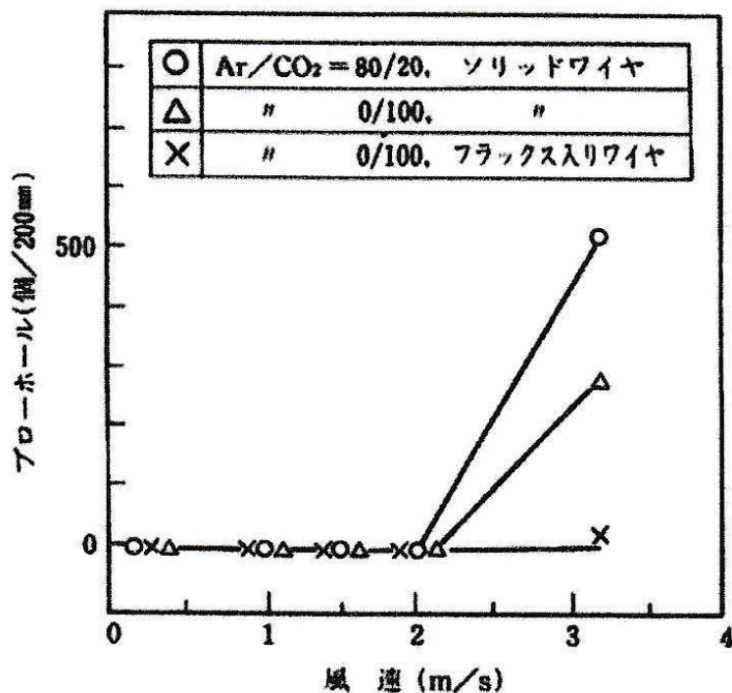
シールドガスによる溶接ヒューム 発生量低減方法の結論

アルゴン系シールドガス($\text{Ar} + \text{CO}_2$)
を用いた、短絡のないパルスアーク溶
接が最も溶接ヒューム発生量の低減に
効果がある。

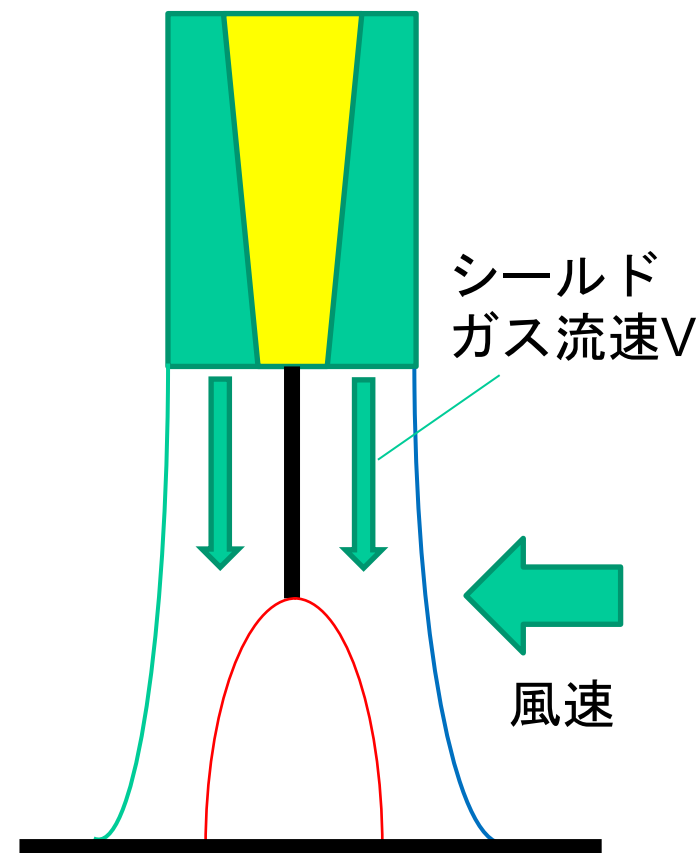
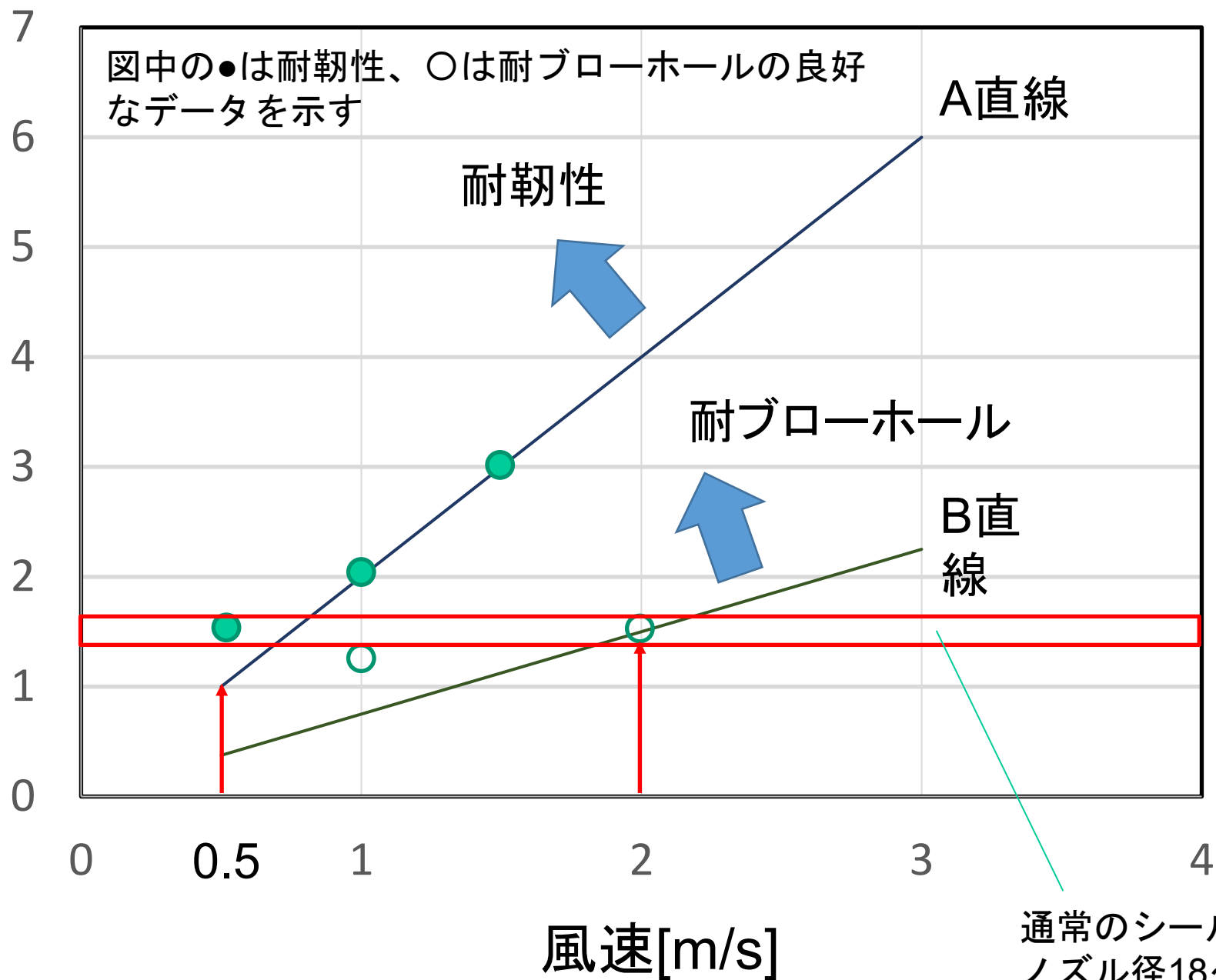
(ポイント2)集じん機と送風機使用時の注意事項

風が吹きつけるとシールドガスが乱され、**ブローホール**が発生するので、**2m/s以下**にする必要がある。

2m/s以下の風でも溶接金属の窒素が増加し、シャルピー吸収エネルギーが低下するので、**靱性**が要求されるところでは、風速を**0.5m/s以下**にする必要がある。



シールドガス流速 V [m/s]



通常のシールドガス条件範囲:
ノズル径18~19mm Φ 、流量20~25L/min

⑤測定結果に応じて、有効な呼吸用保護具度を使用させる(特化則第38条の21第4項)

- ① 溶接ヒュームの濃度の測定の結果得られたマンガン濃度の最大の値（C）を使用し、以下の計算式により「**要求**防護係数」を算定します。

$$\text{要求防護係数 } PF_r = \frac{C}{0.05}$$

- ② 「**要求**防護係数」を上回る「**指定**防護係数」を有する呼吸用保護具を、以下の一覧表から選択します。

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。

※ 電動ファン付き呼吸用保護具とエアラインマスクのうち、実際の作業時の測定等により得られた防護係数がこの表に掲げる指定防護係数を上回ることを**製造者が証明する特定の型式**については、別に定める指定防護係数を使用することができます。

資料:厚生労働省・都道府県労働局・
労働基準監督署 リーフレット

⑥1年以内毎に1回定期的に適切に装着されているかフィットテストを実施する

●フィットテストの方法

- ① **JIS T8150**（呼吸用保護具の選択、使用および保守管理方法）に定める方法またはこれと同等の方法により、呼吸用保護具の外側、内側それぞれの溶接ヒュームの濃度を測定し、以下の計算式により「**フィットファクタ**」を求めます。

JIS T8150(令和3年5月改正)

$$(\text{フィットファクタ}) = \frac{\text{呼吸用保護具の}\textbf{外側}\text{の測定対象物質※の濃度}}{\text{呼吸用保護具の}\textbf{内側}\text{の測定対象物質の濃度}}$$

- ② 「フィットファクタ」が、以下の「**要求**フィットファクタ」を上回っているかどうかを確認します。

呼吸用保護具の種類	要求フィットファクタ
全面形面体を有するもの	500
半面形面体を有するもの	100

●フィットテストの記録の方法

確認を受けた者の氏名、確認の日時、装着の良否、上記の確認を外部に委託して行った場合の受託者の名称を記録します。

記録は3年間保存する

(記録の例)

確認を受けた者	確認の日時	装着の良否	備考
甲山一郎	12/8 10:00	良	●●社に委託して実施(以下同じ。)
乙田次郎	12/8 10:30	否(1回目) 良(2回目)	最初のテストで不合格となったが、マスクの装着方法を改善し、2回目で合格となった。

※ 大気粉じん等、JIS T8150で定めるものです。

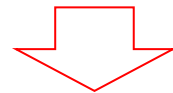
(ポイント3) 溶接ヒュームの濃度測定

(記録すべき事項)

- 一 測定日時
- 二 測定方法
- 三 測定箇所
- 四 測定条件
- 五 測定結果
- 六 測定を実施した者の氏名

七 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

八 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



(3)測定の結果に応じて講じた作業環境改善措置の内容と有効な呼吸用保護具の概要

(4)改善後の測定(第38条の21第4項)の場合、前回の測定結果

○前回の測定結果 ()mg/m³

○年月 ()年()月

保存；当該作業の方法を用いなくなった日から起算して3年経過まで

令和3年2月20日

報告書（証明書）番号 N-0220

特定化学物質障害予防規則第38条の21第2項及び第4項に基づく 空気中の溶接ヒューム濃度の測定結果報告書（証明書）（例）

技術士ライフプラン研究会 殿

貴事業場より委託を受けた標記測定の結果は、下記及び別紙溶接ヒューム濃度測定結果記録表に記載したとおりであることを証明します。

溶接ヒューム濃度の測定を実施した作業環境測定機関

① 名称	中井知章技術士事務所	② 代表者職氏名	中井知章
		②-(2) 測定結果の管理を担当する者の氏名	中井知章
③ 所在地 (TEL、FAX)	茨城県取手市桜が丘3-18-5 TEL090-1841-6396 FAX0297-83-7050		
④ 登録番号	8-1383	⑤ 作業環境測定に関する精度管理事業への参加の有無	無 (年度 参加 No.)
⑥ 連絡担当作業環境測定士氏名	中井 知章	⑦ 登録に係る指定作業場の種類	第 2 種
		⑦-(2) 個人サンプリング法が実施できる旨の登録の有無	有 ・ 無

測定を委託した事業場等

⑧ 名称	技術士ライフプラン研究会
⑨ 所在地 (TEL、FAX)	090-1841-6396 0297-83-7050

記

- 測定を実施した屋内作業場の名称：第一工場 炭酸ガス溶接作業場
- 測定した物質の名称等：溶接ヒューム（レスピラブル粒子）
呼吸用保護具の要求防護係数の計算に係る基準値：マンガンとして0.05mg/m³
- 測定年月日（1日目）2021年2月10日 （2日目）年 月 日
- 測定結果

⑩測定した溶接ヒューム濃度の最大値	⑪要求防護係数PPF(最大値/0.05)
0.5mg/m ³	10

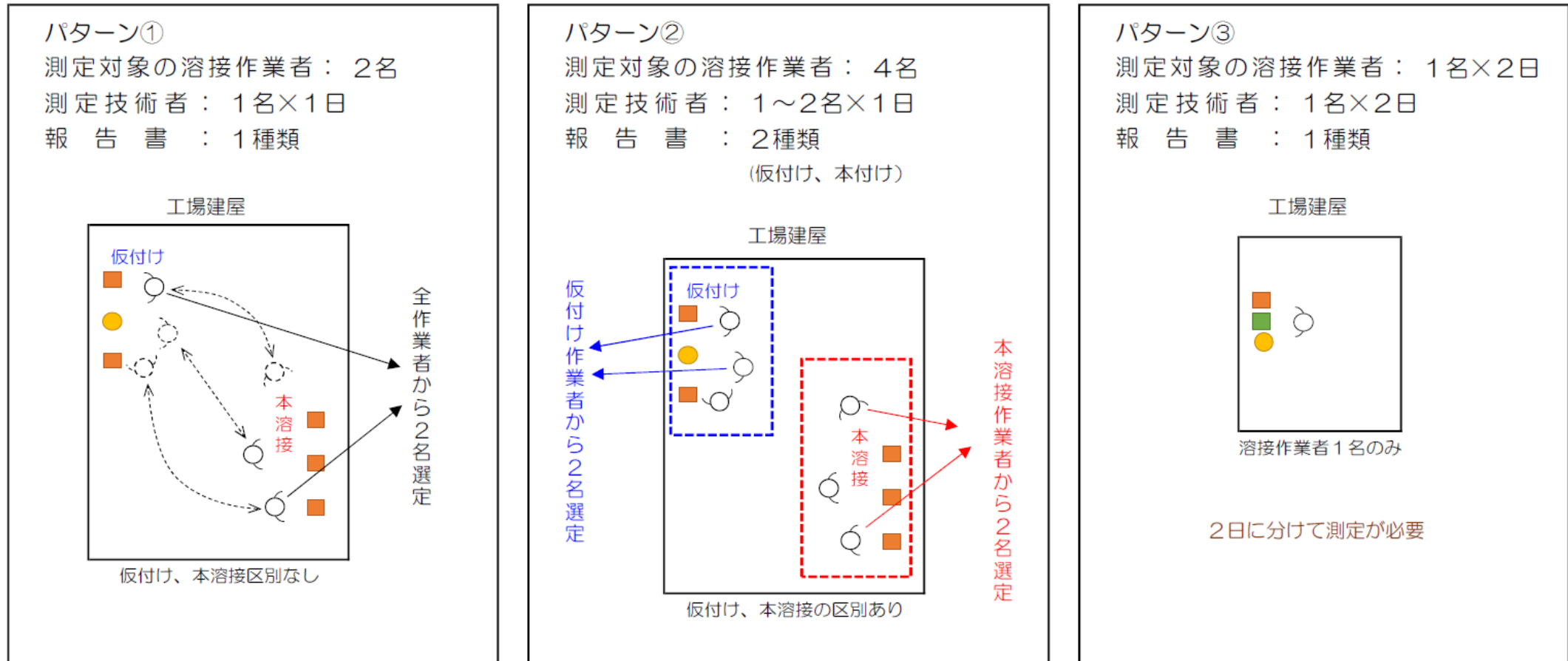
5. 測定の区分（新規、変更、改善効果確認）
変更の場合は、その内容（母材、溶接材料等、溶接方法、作業場所、その他（ ））

【事業場記入欄】（以下については事業場の責任において記入すること）	
作成者職氏名	作成年月日 年 月 日
(1) 衛生委員会、安全衛生委員会又はこれに準ずる組織に測定結果を報告した際の意見	
(2) 産業医又は労働衛生コンサルタントの意見	
(3) 測定の結果に応じて講じた作業環境改善措置の内容と有効な呼吸用保護具の概要	
(4) 改善後の測定（第38条の21第4項）の場合、前回の測定結果	
前回の測定結果	年 月
mg/m ³	

溶接ヒュームの濃度測定(例)

図 - ① 頻度の高い測定パターン3例

凡例
■ : 半自動溶接機 ■ : TIG溶接機
● : アーク溶接機  : 作業員



溶接ヒューム濃度測定作業記録(例)						
作業時間			溶接作業 時間(分)	ろ紙No	作業内容	溶接作業に 含むか否か
開始	終了	(分)				
8:30	8:45	15		①	朝礼	×
8:45	9:00	15	15		溶接準備(点検、セッティング)	○
9:00	10:00	60	60		アーク溶接、プラズマ切断、研磨、リー	○
10:00	10:15	15		②	休憩(ろ紙交換)	×
10:15	10:45	30	30		アーク溶接、研磨	○
10:45	12:00	75			曲げ、せん断、組立て	×
12:00	13:00	—		停止	昼休み(ろ紙交換)	×
13:00	13:20	20	20	③	溶接準備(セッティング)	○
13:20	14:00	40	40		アーク溶接	○
14:00	14:30	30	30		ガスガウジング、研磨	○
14:30	15:00	30	30		アーク溶接、研磨	○
15:00	15:15	15		④	休憩(ろ紙交換)	×
15:15	16:00	45			研磨、組立て	×
16:00	16:45	45			塗装	×
16:45	17:00	15	15		片付け、掃除	○
				測定終了		
総採取時間		450 分		測定状況		
溶接作業時間		240 分		・換気扇稼働、弱い気流あり、半自動アーク溶接		
				・ガスガウジング、プラズマ切断		

作業環境測定(C・D測定)と個人ばく露測定と溶接ヒューム濃度測定の比較

項目	作業環境測定(C・D測定)	個人ばく露測定	溶接ヒュームの測定
基準	作業環境測定基準(安衛法第65条)	化学物質の個人ばく露測定のガイドライン(日本産業安全衛生学会)	特化則第38条の21
	個人サンプラーによる場の測定	個人サンプラーによるばく露測定	個人サンプラーによるばく露測定
測定対象労働者数	「均等ばく露作業」ごとに5名以上	同左	「均等ばく露作業」ごとに2名以上
満たない場合	満たない場合は、繰り返し(作業時間を分割)測定して5以上とする	同左	満たない場合は、作業日を変えて測定する
測定時間	均等ばく露作業を行っている間の測定を原則とし、片付け作業等を含めるか否かは測定士が判断	同左	金属アーク溶接等作業の全時間について測定(準備、研磨、後片付けを含む)
測定時間の短縮	ばく露の程度が均一である場合は2時間まで短縮可	同左	測定時間の短縮は不可
分割サンプリング	作業者が5名未満の場合、分割サンプリングして測定数増は可	同左	分割サンプリングして測定数増は不可
測定結果の評価	作業環境評価基準に基づいて測定値を統計処理し第一評価値と第二評価値を求め、管理濃度と比べて管理区分を決定する	ガイドラインに基づいて測定値を統計処理し対数正規分布の上側95%値と算術平均値を求め、ばく露限界値(許容濃度)と比べて管理区分を決定する	測定値は統計処理せず、そのまま基準値と比べる
時間加重平均	C測定は 作業時間の時間加重平均値を用いる(作業時間平均値)	個人サンプラー 8時間の時間加重平均値を用いる(8時間平均値)	作業時間の時間加重平均値を用いる(作業時間平均値)
基準値	管理濃度	許容濃度	マンガンの管理濃度と同じ数値 0.05mg/m ³

その他必要な安全衛生対策①

(金属アーク溶接等作業に係る措置) **第三十八条の二十一**

9 事業者は、金属アーク溶接等作業に労働者を従事させるときは、当該作業を行う屋内作業場の床等を、水洗等によつて容易に掃除できる構造のものとし、**水洗等粉じんの飛散しない方法**によつて、**毎日一回以上掃除**しなければならない。

※「水洗等」には超高性能(HEPA)フィルター付き真空掃除機が含まれますが、粉じんの再飛散に注意する必要があります。

10 労働者は、事業者から第五項又は第六項の呼吸用保護具の使用を命じられたときは、これを使用しなければならない。

その他必要な安全衛生対策②

(特定化学物質作業主任者の選任) **第二十七条**

事業者は、令第六条第十八号の作業については、**特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者技能講習**(特別有機溶剤業務に係る作業にあつては、有機溶剤作業主任者技能講習)を修了した者のうちから、**特定化学物質作業主任者を選任**しなければならない。

2 令第六条第十八号の厚生労働省令で定めるものは、次に掲げる業務とする。

- 一 第二条の二各号に掲げる業務
- 二 第三十八条の八において準用する有機則第二条第一項及び第三条第一項の場合におけるこれらの項の業務(別表第一第三十七号に掲げる物に係るものに限る。)

(特定化学物質作業主任者の職務) **第二十八条**

事業者は、特定化学物質作業主任者に次の事項を行わせなければならない。

- 一 作業に従事する労働者が特定化学物質により汚染され、又はこれらを吸入しないように、**作業の方法を決定**し、労働者を指揮すること。
- 二 局所排気装置、プッシュプル型換気装置、除じん装置、排ガス処理装置、排液処理装置その他労働者が健康障害を受けることを予防するための装置を一月を超えない期間ごとに**点検**すること。
- 三 **保護具の使用状況を監視**すること。
- 四 タンクの内部において特別有機溶剤業務に労働者が従事するときは、第三十八条の八において準用する有機則第二十六条各号に定める措置が講じられていることを確認すること。

その他必要な安全衛生対策③

特殊健康診断の実施等 (特化則第39条～第42条)

金属アーク溶接等作業に**常時従事**する労働者に対して、健康診断を行うことが必要です。

- 金属アーク溶接等作業に常時従事する労働者に対し、雇入れまたは当該業務への配置換えの際およびその後**6月以内ごとに1回**、定期的に、規定の事項について健康診断を実施する（1次健診）。
- 上記健康診断の結果、他覚症状が認められる者等で、医師が必要と認めるものに対し、規定の事項について健康診断を実施する（2次健診）。
- 健康診断の結果を労働者に通知する。
- 健康診断の結果（個人票）は、**5年間の保存**が必要。
- 特定化学物質健康診断結果報告書（特化則様式第3号）を労働基準監督署長に提出する。
- 健康診断の結果異常と診断された場合は、医師の意見を勘案し、必要に応じて労働者の健康を保持するために必要な措置を講じる。

■溶接ヒュームの健診項目

1次検診	①業務の経歴の調査 ②作業条件の簡易な調査 ③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 ④せき等のパーキンソン症候群様症状の有無の検査 ⑤握力の測定
2次健診	①作業条件の調査 ②呼吸器に関する他覚症状等がある場合における胸部理学的検査等 ③パーキンソン症候群様症状に関する神経学的検査 ④医師が必要と認める場合における尿中等のマンガンの量の測定

※金属アーク溶接等作業に常時従事する場合は、上記とは別に「**じん肺健康診断**」の実施（じん肺法第7～9条の2）が必要ですのでご注意ください。

その他必要な安全対策④

① **安全衛生教育**（安衛則第35条）

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関する安全または衛生のため必要な事項について、教育を行う。

② **ぼろ等の処理**（特化則第12条の2）

対象物に汚染されたぼろ（ウエス等）、紙くず等を、ふた付きの不浸透性容器に納めておく。

③ **不浸透性の床の設置**（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。

④ **立入禁止措置**（特化則第24条）

関係者以外の立入禁止と、その旨の表示を行う。

その他必要な安全対策⑤

⑤ 運搬貯蔵時の容器等の使用等（特化則第25条）

対象物を運搬、貯蔵する際は、堅固な容器等を使用し、貯蔵場所は一定の場所にし、関係者以外を立入禁止にする。

⑥ 休憩室の設置（特化則第37条）

対象物を常時、製造・取り扱う作業に労働者を従事させるときは、作業場所以外の場所に休憩室を設ける。

⑦ 洗浄設備の設置（特化則第38条）

以下の設備を設ける。

- ・ 洗顔、洗身またはうがいの設備
- ・ 更衣設備
- ・ 洗濯のための設備

⑧ 喫煙または飲食の禁止（特化則第38条の2）

対象物を製造・取り扱う作業場での喫煙・飲食の禁止と、その旨の表示を行う。

⑨ 有効な呼吸用保護具の備え付け等（特化則第43条、第45条）

必要な呼吸用保護具を作業場に備え付ける。

施行日・経過措置

屋内作業場における金属アーク溶接等作業の規制は、下表のスケジュールで施行されます。

規制の内容	2020(令和2)年				2021(令和3)年				2022(令和4)年						
	1月	4月	7月	10月	1月	4月	7月	10月	1月	4月	7月	10月			
溶接ヒュームの濃度測定 ・呼吸用保護具の使用等	現に、継続して金属アーク溶接等作業を行っている屋内作業場は、令和4年3月31日までに溶接ヒュームの濃度の測定を行う必要があります。								溶接ヒュームの濃度測定(4/1～)				継続屋内		
									換気風量の増加 その他必要な措置(4/1～)				継続屋内		
	① 現時点でも、粉じん則の規定により、金属アーク溶接等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りません。 ② 令和4年4月1日以降は、特化則に基づき、溶接ヒュームの濃度測定結果に基づいて呼吸用保護具を選択し、使用しなければなりません。								再度の溶接ヒュームの濃度測定(4/1～)				継続屋内		
									呼吸用保護具の選択・使用(4/1～)				① 屋内 屋外 ② 継続屋内		
									フィットテストの開始 2023年4/1～				継続屋内		
特定化学物質 作業主任者の選任									選任義務(4/1～)				継続屋内 屋内 屋外		
全体換気の実施 ③					実施義務(4/1～)				③ 継続屋内 屋内						
特殊健康診断の実施 ④									④ 継続屋内 屋内 屋外						
その他必要な措置 ⑤									⑤ 継続屋内 屋内 屋外						

アーク溶接の粉じん則と特化則の適用		
	粉じん則	特化則
作業主任者の選任	—	○
特別教育	非該当であるが、その他アーク溶接等の特別教育は必要	○、その他アーク溶接等の特別教育が必要
作業環境測定の実施	—	非該当であるが、代わりに個人サンプラーによる個人ばく露測定
健康診断	3年に1回(現在作業者はじん肺管理区分1、過去作業者はじん肺管理区分2)、1年に1回(現在作業者はじん肺管理区分2,3、過去作業者はじん肺管理区分3)	6か月に1回
記録	7年	5年
健康管理手帳	○じん肺管理区分2,3	—
排気・換気装置・特定化学設備の定期自主検査	始めるとき、修理時	—
記録	3年	—
作業の記録	—	—
掲示	—	①作業主任者の氏名と職務、②立入禁止、③禁煙・飲食の禁止
換気装置・局所排気装置の計画届(設置届)	○(屋内は全体換気装置、坑内は換気装置、タンク・船舶の内部・管・車両はない)	○
呼吸用保護具	○規則別表第3に入る、電動ファン付き(ずい道の掘削・積込・積卸、コンクリート吹付)	○
保護衣・保護手袋・保護長靴	—	—
関係者以外の立ち入り禁止	—	○
運搬・貯蔵の容器処理	—	○
ぼろ等の処理	—	○
禁煙・飲食の禁止	—	○
休憩室・休憩設備	屋内・タンク・船舶の内部・管・車両において休憩設備	休憩室
洗浄設備	—	洗眼、洗身、うがい、更衣設備、洗濯設備
作業衣の汚染除去	休憩室に除去できる用具、休憩設備を利用する前に除去	洗浄設備で身体を洗浄
清掃	屋内において毎日一回以上床等を水洗等で清掃、月1回床、設備、休憩室を清掃	毎日一回以上床等を水洗等で掃除
適用除外	臨時作業	—
局所排気装置の特例	—	—



お疲れ様でした！

本日の講習が皆様の労働安全衛生の一助になれば幸いです。