

Q-42 溶接作業時には防じんマスクが必要であると聞いていますがその理由などについて教えてください。

A-42 溶接作業時には、各種保護具が必要ですが、防じんマスクもそのうちの重要な保護具となります。それは、溶接中に発生するヒュームの吸引を防止するために必要なのです。

屋内などで行なわれるアーク溶接作業は、粉じん障害防止規則において「粉じん作業」として定義されており、溶接作業場における動力による全体換気の実施ないしは溶接作業場に対する呼吸用保護具の着用を義務付けされています。ただし、局所排気装置を設置した場合は、呼吸用保護具の着用は省略できるとされています。しかし、必ずしも

全体換気や局所排気装置の設置ができるところばかりではありません。したがって、溶接作業にはヒュームや有害ガスの吸入防止のために常に呼吸保護具の着用を徹底するように習慣づけられることが好ましいとされています。

その呼吸用保護具は、Fig. 1のように分類されています。酸素濃度18%以上の作業環境では、ろ過式の防じんマスクとして、取替え式または使い捨て方式が使用されています。防じんマスクとしての性能向上のためには、国家検定済のマスクを着用することはもちろんですが、マスクと顔面との密着性が肝要です。暑い季節では息苦しさも加わるので装着の困難性もあり、電動ファン付きのタイプを含めて機種を選定が望まれます。Fig. 2に代表的な防じんマスクの構造例を示します。

ところで、防じんマスク着用理由のヒュームに関してで

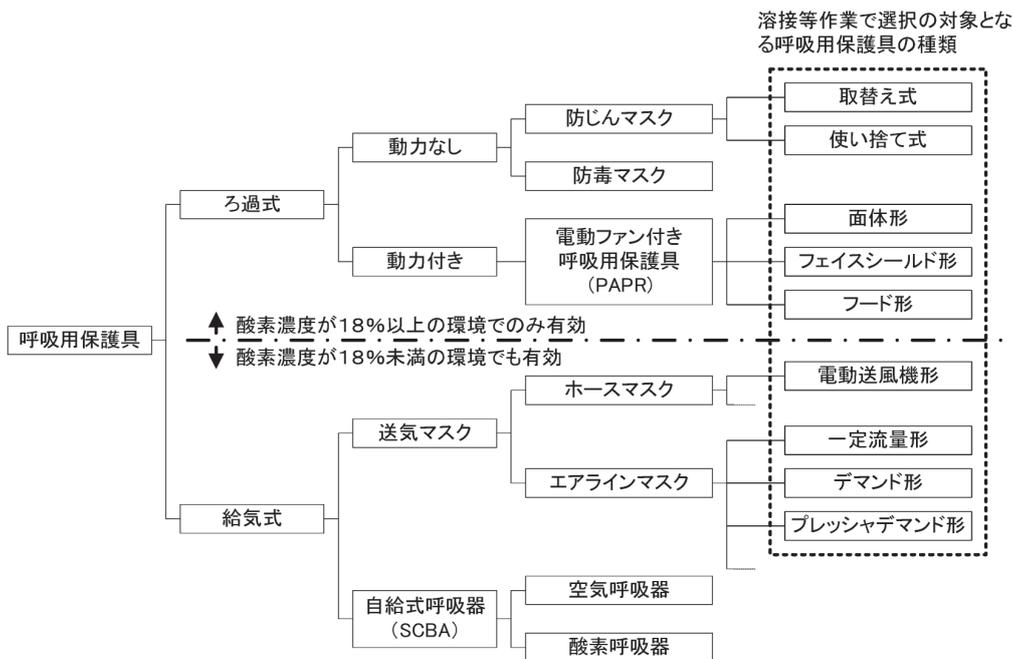


Fig. 1 呼吸用保護具の分類

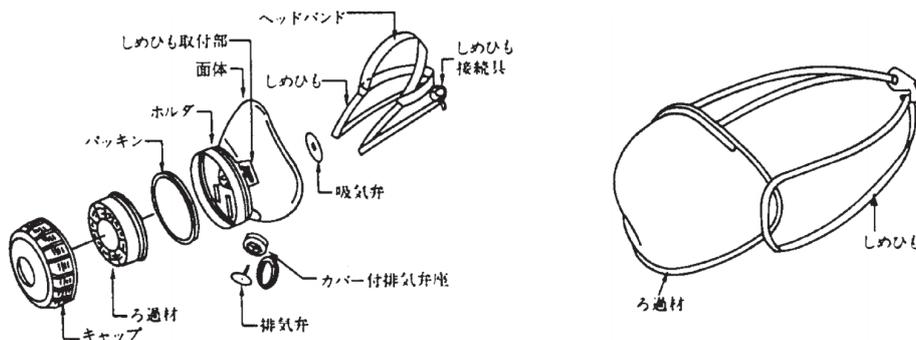


Fig. 2 防じんマスクの種類

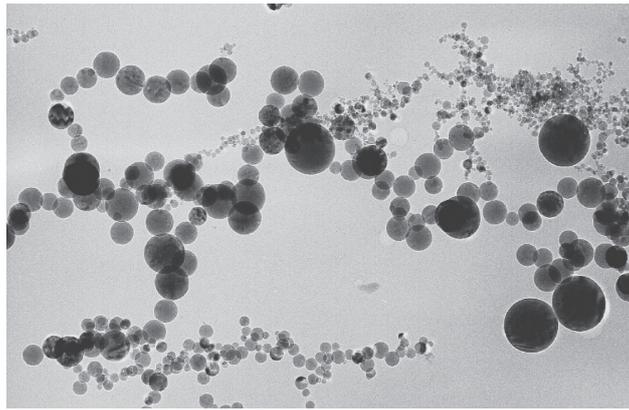


Fig. 3 アルミニウム合金溶接ヒュームの超微粒子と凝集状態を示す電子顕微鏡写真（写真中で一番大きい粒子の直径が0.2 μ m程度）

すが、そのほとんどはアルミニウム金属蒸気が酸化した酸化アルミニウム (Al_2O_3) です。その形態は大半が結晶状態であり、コランダム (Al_2O_3) の球形超微粒子となっています。アルミニウム合金の種類によっては、スピネル ($MgAl_2O_4$) の結晶の超微粒子であったり、酸化亜鉛が加わったりしたものとなります。これらのアルミニウム合金溶接ヒュームは、直径が約0.2 μ m~5 nmの範囲にわたる球形の超微粒子で構成されており、煙草の煙の粒子程度の大きさです。その発生源は溶融池で、蒸発したアルミニウムおよびその他の金属はシールドガス雰囲気中で凝固し、この雰囲気から外に出ると周囲の空気によって酸化され、上昇気流に乗って煙霧のようにたち昇るのです。その煙（ヒューム）を構成している微粒子の形状は球状ですが、互いに接触して凝集しており、大部分は数珠状になっています。Fig. 3に透過電子顕微鏡で観察したヒュームの形態と凝集状態の例を示します。

アルミニウム合金溶接ヒュームを多量に吸引すると、急性影響として金属ヒューム熱や気管支炎などを引き起こし、慢性影響としては、長期間の作業で肺線維症（じん肺）や肺気腫などの呼吸器官の障害を起こす危険があります。一方、アルミニウム合金溶接ヒュームの主成分である酸化アルミニウム・ヒュームは、酸化鉄ヒュームに比べて肺線維症の発現力がかかなり強いと見られているので、鉄鋼溶接以上の嚴重な曝露防止対策を施して作業に従事しなくてはなりません。環境に浮遊している粉じんが呼吸によって体内に取込まれた時、空気の流れに従って鼻腔、咽頭、気管、気管支、細気管支、肺胞と進むにつれて粒子径の選択が起きて、より細かい粒子ほど肺胞に到達する確率が高くなります。肺胞に到達可能な大きさの粉じんを吸入性粉じん（respirable dust）と呼び、その大きさは空気力学相当径で大略7 μ m以下とされています。

各種の化学物質の人体に対する許容濃度あるいは曝露限界値については、関連学会や政府機関などから提示・公布されています。そのうち、日本産業衛生学会の「許容濃度の勧告値」および米国産業衛生専門家会議（ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygien-

Table 1 アルミニウム合金溶接ヒュームおよびガス中の各種物質の許容濃度

物質	状態	許容濃度 (mg/m ³)	
		日本産業衛生学会	ACGIH
Al	溶接ヒュームおよび高温粉末アルミナ (Al_2O_3 : 吸入性粉じん)	— 0.5	5 10
Fe	酸化鉄（吸入性粉じん） ヒューム（Feとして）	1 —	— 5
Cu	ヒューム	—	0.2
Mg	MgO ヒューム	—	10
W	不可溶性化合物（Wとして） 可溶性化合物（Wとして）	— —	5 1
Zn	ZnO ヒューム	5	5
NO ₂	二酸化窒素	検討中	3*
O ₃	オゾン	0.1*	0.1*C
COCl ₂	ホスゲン	0.1*	0.1*

* : ppm C : 限界しきい値

ists) の「TLV-TWA」(Threshold Limit Value-Time Weighted Average : 限界しきい値一時間荷重平均値) を Table 1 に示します。

日本産業衛生学会による「許容濃度の勧告値」では、ACGIHのように溶接ヒュームそのものの記載はありませんが、酸化アルミニウムが第1種粉じんに分類されており、その総粉じんの許容濃度が2 mg/m³、吸入性粉じんでは0.5 mg/m³です。アルミニウム合金溶接ヒュームのほとんどは吸入性の酸化アルミニウム粉じんであることから、長期にわたり常時アルミニウム合金溶接作業をする場合、酸化アルミニウムの吸入性粉じんの濃度以下の環境で行うことが望ましいのです。ちなみにACGIHでは、アルミニウム合金溶接ヒュームの限界閾値は5 mg/m³となっています。

参 考 文 献

鈔軽金属溶接構造協会発行、「アルミニウム合金構造物の溶接施工管理VI」