

溶接ヒュームに関する研究

亜鉛めっき鋼板溶接におけるヒューム発生量について

森田春美, 黒木秀彦

1. はじめに

溶接作業に伴う障害（災害）には、アーク光による災害、感電による災害、スパッタおよびスラグによるやけどおよび火災、ヒュームとガスによる災害などがある。この中で、ヒュームとガスによるもの以外はその影響がただちに明らかになる場合が多いので、その対策については十分検討されてきた。それに対しヒュームとガスが作業環境を汚染する最大のものとして注目されだしたのは比較的最近のことである。昭和54年、粉じん障害防止規則が公布され、溶接作業者の健康管理と共に溶接作業場の環境改善対策が必須となった今日、溶接棒メーカーにおいても低ヒューム溶接棒の開発が行なわれるなど溶接ヒュームに対する関心は非常に高くなっている。とくに亜鉛メッキ鋼板を使用する場合、その発生するヒューム量が通常の熱間圧延鋼板に比べて多量に発生し、健康管理上大きな問題となっている。そこで亜鉛メッキ鋼板の溶接で発生するヒュームについて発生量におよぼす溶接条件、および亜鉛付着量の影響と、低ヒューム棒と称されるもののヒューム発生量におよぼす影響効果について検討を行った。

2. 供試材および溶接方法

2-1. 供試材

供試材は、板厚9mmのSS41を母材とする溶融亜鉛メッキ鋼板で、メッキ付着量100g/m²（片面）・300g/m²（片面）のものと、比

較用に黒皮付きのSS41を使用した。溶接棒は一般に使用されているライムチタニア系の3.2mmφの低ヒューム棒と、同系、同径の普通棒を使用した。

2-2. 溶接方法

溶接方法は被覆アーク溶接とし溶接条件を表1に示す。

表1 溶接条件

溶接方法	被覆アーク溶接	
溶接棒	ライムチタニア系 低ヒューム棒	ライムチタニア系 普通棒
継手形状	ビードオンプレート（ストレート）	
溶接電流	メーカーの推奨する電流範囲	
溶接時間	30秒	

3. ヒューム発生量測定方法

ヒューム量の測定方法はJIS, Z3930に規定されている全ヒューム量測定法を採用した。測定器の外観・測定要領を図1に示す。

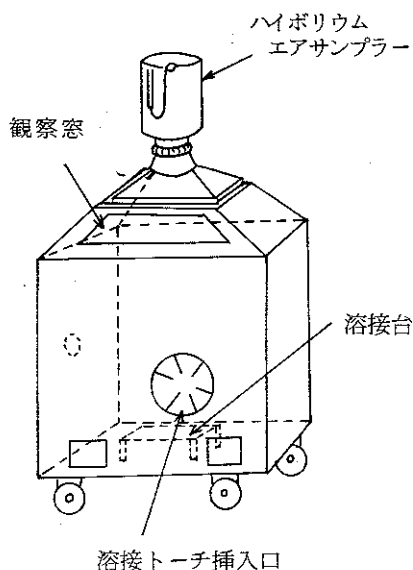


図 1. 測定器の外観・測定要領

4. 実験結果と考察

4-1. 溶接条件の影響

溶接条件の中でヒューム発生量に影響をおよぼす要因として、溶接電流、アーク電圧、溶接速度が考えられる。この要因のうちアーク電圧は一般に変動が少ないのでヒューム発生量におよぼす影響は少ないものと考えられる。また溶接速度については溶接時間を限定すると溶接により発生する熱エネルギー ($H = I \cdot V \cdot t$) には影響をおよぼさないと考えられ、従って溶接ヒュームの発生にも影響はないものと考えられる。そこで本実験では溶接電流についてのみ調査を行なった。

ヒューム捕集時間を3分間として各溶接電流域でのヒューム発生量を調査した結果を図2に示す。これは3回測定の実値であるが、どの鋼板、どの溶接棒を使用しても溶接電流が増加するに従って、発生するヒュームの量も増加することがわかる。また低ヒューム棒を使用するとメッキのあるなしにかかわらず1分間当り40～120 ミリグラム、ヒューム発生量が低下している。このことは図3の単位質量当りの全ヒューム量からわかる

$$F_t = \frac{W_2 - W_1}{T} \times 60$$

$$F_w = \frac{W_2 - W_1}{M_1 - M_2}$$

F_t : 溶接の単位時間当りの全ヒューム量 (mg/min)

F_w : 消費溶接棒の単位質量当りの全ヒューム量 (mg/g)

W_1 : ヒューム捕集前のろ紙の質量 (mg)

W_2 : ヒューム捕集後のろ紙の質量 (mg)

T : 溶接時間 (S)

M_1 : 溶接前の溶接棒の質量 (g)

M_2 : 溶接後の溶接棒の質量 (g)

ように低ヒューム棒からのヒューム発生量が普通棒に比べて少ないことが影響しているものと考えられる。

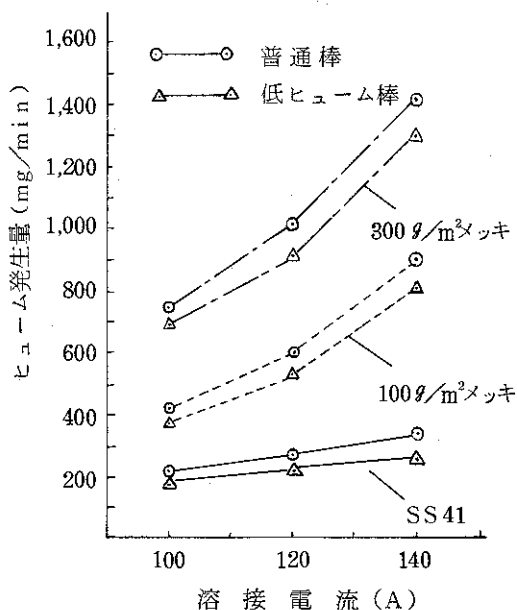


図 2. 単位時間当りの全ヒューム量

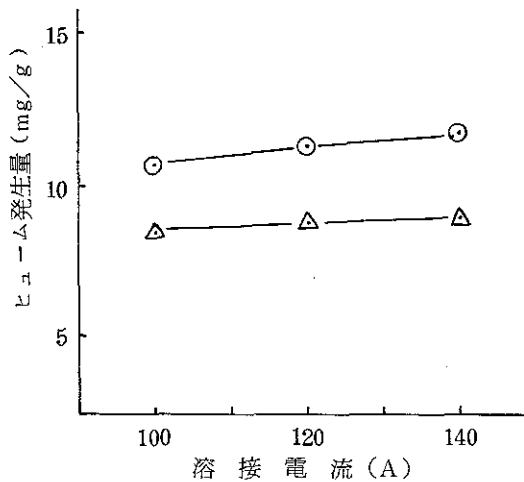


図3. 単位質量当りの全ヒューム量

4-2 棒径の影響

同一銘柄の棒径の異なる低ヒューム棒を用いてヒューム量を測定した結果を図4に示す。棒径が異なっても発生する熱エネルギー ($H = I \cdot V \cdot t$) には影響はないので発生するヒューム量にも影響はないと考えられるが電流密度が異なるため、その影響を調査する意味で実験を行なった。しかし実験の結果は図4のように同一電流で棒径を変えても発生するヒュームの量は推察したとおりほ

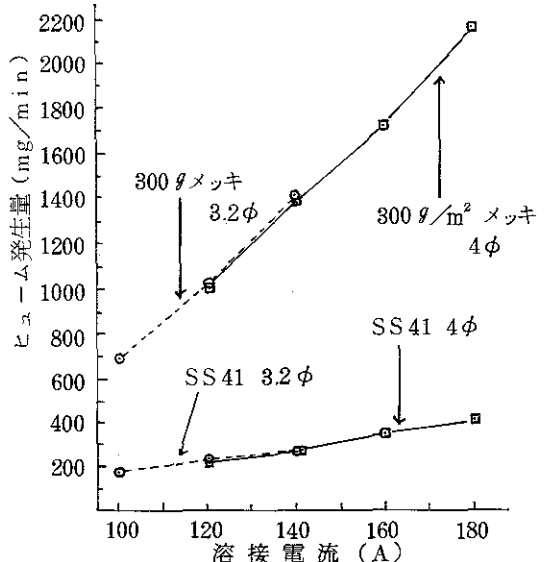


図4. 棒径とヒューム発生量の関係

とんど変化はない。以上のことからヒューム発生量に最も大きな影響をおよぼす溶接条件は溶接電流であることがわかった。

4-3. 亜鉛付着量の影響

同一溶接条件における亜鉛付着量とヒューム発生量の関係を図5に示す。

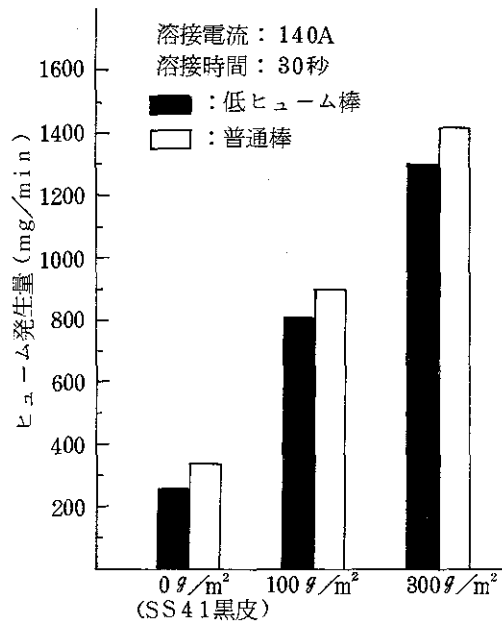


図5. 亜鉛付着量とヒューム発生量の関係

図よりヒュームの発生量はSS41の黒皮材が最も少なく亜鉛付着量が多くなるに従い増加していることがわかる。また低ヒューム棒はその特徴がよくあらわれ約120ミリグラム、発生量が減少している。これは溶接棒自身から発生するヒューム量の差ではあるが長時間の溶接作業では相当大きな量になると考えられる。

5. おわりに

溶融亜鉛メッキ鋼板の溶接で発生するヒュームについて発生量におよぼす溶接条件および亜鉛付着量の影響と低ヒューム棒の効果について検討を行なったが結果は次のとおりである。

- 1) 溶接条件の中でヒューム発生量に最も影響をおよぼす要因は溶接電流であり、電流が高くなるほどヒューム発生量は増加する。
- 2) 溶接棒の径が変わっても電流が同じであればヒューム発生量はほとんど変化しない。
- 3) 亜鉛付着量が増加するとヒューム発生量は多くなる。
- 4) 低ヒューム棒で溶接すると普通棒を使用したときに比べヒューム発生量は約10～20%少くなる。
- 5) 低ヒューム棒を使用して溶融亜鉛メッキ鋼板を溶接した場合、発生ヒュームの総量からみると効果は期待できない。

以上のことから溶接作業者の健康管理と作業環境の改善のために、適正電流を使用し、溶融亜鉛メッキ鋼板等を溶接するときは溶接前にグラインダ等によりメッキ層を完全に除去することが必要である。また溶接棒の選定についても極力、低ヒューム棒を使用することが望ましい。

参 考 文 献

- 1) J I S Z-3930
- 2) 溶接全書 18 産報出版
- 3) 溶接学会誌 第50巻(1981)第5号
- 4) 日新製鋼技報第41号