



Title	溶接材料のヒューム発生現象に関する研究
Author(s)	菅, 哲男
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43253
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 菅 哲 男

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 6 4 4 0 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 13 年 5 月 24 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第2項該当

学 位 論 文 名 溶接材料のヒューム発生現象に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 牛 尾 誠 夫

(副査)
教 授 松 縄 朗 教 授 豊 田 政 男 教 授 小 林 紘 二 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、アーク溶接において発生する溶接ヒュームの性質を、その生成機構と物性の両面から追求し、各種の溶接材料とくに被覆アーク溶接棒、CO₂アーク溶接用ソリッドワイヤ、及びCO₂アーク溶接用フラックス入りワイヤにおけるヒューム発生量の低減策を論じたものであり、全体を8章で構成している。

第1章は緒論であり、本研究の背景、必要性、内容などを述べている。

第2章では、ヒュームの発生機構について、被覆アーク溶接棒を対象として検討し、「ヒュームは、溶接棒の先端より発生した高温蒸気がアークブローにより大気中に放出されて、酸化を伴いつつ急冷固化したものである」ことを明らかにしている。

第3章では、被覆アーク溶接棒の被覆剤組成とヒューム組成の関係について検討している。ヒューム中の種々の物質の含有量は被覆剤中のそれぞれの原物質の含有量と比例関係にあり、蒸気圧の高い物質ほどそれらの間の相関性が強いことなどを把握している。

第4章では、被覆アーク溶接棒のヒューム発生量に及ぼす溶接条件及び被覆剤組成の影響に関して調査している。ヒューム発生量の低減には、被覆剤中のTiO₂の増加、CaF₂の減少及びアルカリ成分の減少などが有効であり、この現象は被覆剤成分の蒸気圧が主因であることなどを指摘している。

第5章では、ソリッドワイヤのヒューム発生現象について検討し、ソリッドワイヤ中のMn、Si、Ti、Alの増加及びC、Sの減少によって、ヒューム発生量は減少することを示している。また、ヒューム発生量の増減は、ソリッドワイヤ固有のアーク短絡の現象によって支配されることを明らかにしている。

第6章では、フラックス入りワイヤのヒューム発生量に及ぼす溶接条件及びワイヤ組成の影響に関して調査している。フラックス中のCaF₂の減少、TiO₂、Fe-Si、Al₂O₃の増加によってヒューム発生量は減少する傾向にあり、この現象は成分の蒸気圧との相関性が強いことを把握している。また、ワイヤ外皮金属及び潤滑剤中のC量の減少が、ヒューム低減に著しい効果があることも示している。

第7章では、前章までで得られたヒューム発生現象に関する基礎的知見に基づいて開発された各種の低ヒューム溶接材料(被覆アーク溶接棒、ソリッドワイヤとフラックス入りワイヤ)について説明し、これらを用いると従来のワイヤに比べてヒューム発生量が低減されることを確認している。

第8章は結論であり、本研究によって得られた主な結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

アーク溶接過程で発生するヒュームは、溶接作業者が長時間にわたり吸入した場合にはじん肺の発生などの危険性があることから、環境改善の面より深い関心が寄せられている。溶接材料についても、組成やアークの発生形態を改善してヒューム発生量をいかに低減できるかが、大きな技術課題となっている。

本論文では、溶接ヒュームの本質を、その生成機構と物性の両面から追求し、各種の溶接材料とくに被覆アーク溶接棒、CO₂アーク溶接用ソリッドワイヤ、及びCO₂アーク溶接用フラックス入りワイヤにおけるヒューム発生量の低減策を提示している。本論文の成果を要約すると次の通りである。

- (1)被覆アーク溶接におけるヒューム発生機構について検討し、溶接ヒュームの発生機構として、「溶接ヒュームの主体は、溶接棒の先端に付着した溶滴あるいは保護筒内面から発生した高温蒸気がアークブローによりアーク柱下部から大気中に放出され、酸化を伴いつつ急冷凝縮して生じる固体微粒子である」ことを提案している。
- (2)被覆アーク溶接棒を対象として、溶接ヒュームの物性面の基本的調査を行い、被覆剤中の種々の原物質の含有量の増加によってヒューム中のそれらの含有量は直線的に増加し、それらの物質の間の回帰係数は蒸気圧の高い物質ほど大きいことを把握している。また、ヒューム中の酸化鉄とアルカリ成分が非低水素系と低水素系で異なる理由について、アーク現象に大きな相違があることにより説明している。
- (3)被覆アーク溶接棒のヒューム発生量に及ぼす溶接条件及び被覆剤組成の影響について明らかにしている。被覆剤中のTiO₂の増加、CaF₂の減少及び固着剤のK₂O量の減少は、ヒューム発生量を低下させ、この現象は被覆剤に含まれるそれぞれの成分の蒸気圧との相関性が強いことを示している。また、鉄粉酸化鉄系では、被覆剤中の鉄粉量の増加とともにヒューム発生量は減少し、一方、被覆径の増大はヒューム発生量を増加させることも示している。
- (4)CO₂アーク溶接用ソリッドワイヤのヒューム発生量と溶接条件及びワイヤ成分の関係を把握している。ワイヤ中のC、S成分の減少、Mn、Si、Ti、Alのそれぞれの成分の増加によって、ヒューム発生量は減少する傾向にあるが、Pの影響はあまりないことを示している。また、ソリッドワイヤのヒューム発生量は、溶接条件一定の場合にはワイヤ固有のアーク短絡数にほぼ比例しており、この短絡数の変化でワイヤ成分についての種々の結果は説明されることを明らかにしている。
- (5)CO₂アーク溶接用フラックス入りワイヤのヒューム発生量に及ぼす溶接条件の影響について調査するとともに、ワイヤ組成の影響についても把握している。フラックス中のCaF₂の減少、TiO₂、Fe-Si、Al₂O₃の増加によって、ヒューム発生量は減少する傾向にあるが、Fe-Mnと鉄粉の影響はあまりないことを示し、この現象はフラックス成分の蒸気圧の大小と関連づけられることを明らかにしている。また、ワイヤ中のC量の減少によりヒューム発生量は著しく低減し、特に外皮金属及び潤滑剤中のC量の影響が大きく、この結果は懸垂溶滴において生じるCOガスの爆発の大小で説明されることを示している。

以上のように、本論文は、各種溶接材料の溶接ヒュームの低減策に係わる基礎的検討を行い、ヒューム低減のために有益な具体策を提言している。また、ここでの基礎的知見を基に、ヒューム発生量を10-40%減少させ得る各種溶接材料を開発・実用化している。本研究で得られた成果は、将来における更に高グレードの低ヒューム溶接材料の開発のための指針も与えており、この分野の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。