

Title	サブマージドアーク溶接用ボンドフラックスの研究
Author(s)	一海, 俊景
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/28800">http://hdl.handle.net/11094/28800</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名・(本籍)	一 海 俊 景 いっ かい とし かげ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 6 1 2 号
学位授与の日付	昭 和 39 年 12 月 22 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	<b>サブマージドアーク溶接用ボンドフラックスの研究</b> (主査)
論文審査委員	教授 岡田 実 (副査) 教授 大西 徹 教授 安藤 弘平 教授 渡辺 正紀 教授 伊藤 博 教授 足立 彰

### 論 文 内 容 の 容 旨

本論文は緒論，本論 2 編および総括よりなる。第 1 編はサブマージドアーク溶接用ボンドフラックスの試作研究について詳論し，第 2 編はサブマージドアーク溶接に拡張した化学冶金学の基礎的考察を記述したものである。

まず，ボンドフラックスの特徴を要約すると (1) フラックスに合金成分を添加し，それより溶着鋼の化学組成を調整しうること。(2) フラックスの製作が容易で，造滓組成を自由に調整し，かつフラックスからの強制脱酸が可能であることである。

さて，本論文の第 1 編は 8 章よりなり，第 1 章はボンドフラックスの製作方法と原料の配合割合について記述している。

第 2 章はフラックスに合金成分を添加した場合の金属成分の移行と歩留りについて記述し，それよりフラックス中の金属成分の配合割合と溶接条件および層数から溶着金属の化学組成の推定を行なえるようにしたている。

第 3 章から第 7 章は軟鋼，高張力鋼，低温用鋼，高クロム鋼およびオーステナイト系ステンレス鋼に用いるボンドフラックスを試作し，それによる溶着金属の性能調査の結果について報告している。第 3 章は軟鋼から 60 キロまでの高張力鋼について，第 4 章は 70～80 キロの超高張力鋼について記述した，これらの造滓成分の主原料には珪灰石 ( $\text{CaSiO}_3$ ) を用い，それに引張強さを高め，かつ，じん性を向上させるため，Mn, Ni, Cr, Mo などの合金成分をフラックスから添加し，各鋼種に適應したフラックスを製作した。

第 5 章は低温用鋼としてのアルミキルド鋼，3.5% Ni 鋼に適應するフラックスとして高塩基性の成分の調整を行ない，Ni の添加が有効であることを示した。

第6章では高クロム鋼として 18Cr 鋼用ポンドフラックスを試作し、溶接部の性能調査を行なっている。18Cr 鋼の溶接部は従来の溶接法では粗大な結晶粒となるが、本研究では高塩基性のフラックスに Al, Ti, Cb の金属成分を添加し、これらの効果で結晶粒の微細化とじん性の向上をはかっている。

第7章はオーステナイト系ステンレス鋼用ポンドフラックスを用いて、従来の熔融型によって生じる欠陥を排除し、フラックスから Cr を添加して、耐食性の改善と高温割れの防止を行なっている。また、造滓成分には珪灰石にジルコン砂を添加することによってスラグの剝離性を非常に良好にしている。第8章は第1編の総括である。

第2編はこのようなフラックスの基本成分と溶鋼の反応について、すでに研究された化学冶金学的基礎理論をサブマージドアーク溶接に拡張して考察した結果を記述した。サブマージドアーク溶接は製鋼反応に比して高温で反応するので、従来のやや酸性のフラックスを用いると溶着鋼中に還元される Si 量が多く、かつ酸素量が非常に高い値を示す事が知られており、これらの問題を解くよう試みたものである。

第1章は単純な溶滓  $\text{FeO-SiO}_2$  と溶鉄  $\text{Fe-Si-O}$  および溶滓  $\text{FeO-MnO}$  と溶鉄  $\text{Fe-Mn-O}$  との反応について述べ、第2章では溶接に近い基本溶滓組成  $\text{FeO-CaO-MnO-SiO}_2$  と溶鉄中の Si, Mn の挙動についてシェンクの分子説にもとづき説明を行なった。このように溶滓組成に  $\text{SiO}_2, \text{MnO}$  が存在すると高温反応で、Si, Mn が還元されるが、溶接ではその増加とともに酸素量が増す。このような現象の説明には溶鉄中の  $\text{Fe-Si-Mn-O}$  間の濃度の相互の活量係数を吟味することによってある程度の説明が可能であるが、統計熱力学的手法を用いることにより一層明確に説明しうる。

第3章は統計熱力学的考察にもとづき、 $\text{FeO-Fe}_2\text{O}_3\text{-CaO-SiO}_2$  系溶滓について、溶鉄と酸素ガスとの平衡条件式を誘導し、その計算を行なって、溶鉄中の Si と O の挙動について、その傾向を明確にした。これにより、溶着鋼中の酸素量を少なくし、機械的性質を良好にするための溶滓の組成の選定を行なう際の知見をうるのに役立てうる。第4章は第2編の総括である。

このように本研究は新しいサブマージドアーク溶接用ポンドフラックスについて系統立った研究を行ない、従来の方法に比して非常に高性能な溶接技術の開発をはかり、従来みられなかった特殊鋼の自動溶接を可能ならしめ、実際の化学機械をはじめ、船舶、車両の分野に広く活用されつつある。

## 論文の審査結果の要旨

本論文はサブマージドアーク溶接用フラックスにかんする研究であり、とくに従来使用されていた溶融型フラックスに代り、低温度加熱によって造られるポンドフラックスについて行なわれた研究である。

本論文は緒論、本論2編および全編総括よりなる。第1編はサブマージドアーク溶接におけるポンドフラックスの試作研究である。第2編は鋼のサブマージドアーク溶接における化学冶金反応についての研究で、溶滓組成と溶鉄中の Si, Mn とそれに平衡する酸素について理論的考察を行なったものである。

第1編は緒論と8章よりなる。緒論は本研究の動機と必要性について記述している。

第1章ではサブマージドアーク溶接に使用されるフラックスの種類を分類し、ボンドフラックスの特徴について説明している。また、ボンドフラックスを製作する場合の適正な原料の選択とその製造方法に言及し、本研究において試作した各種鋼材用の代表的なフラックスの配合割合について記述している。

第2章ではフラックスに合金成分を添加した場合、溶接時、熔融スラグ中から金属成分が溶鋼中に移行する割合と酸化による合金成分の歩留りについて記述し、それによってフラックス中の金属成分の配合割合と溶接条件および層数から溶着金属の化学組成の推定ができることを示している。

第3章は軟鋼および引張強さ  $60\text{Kg/mm}^2$  までの高張力鋼、第4章は  $70\sim 80\text{Kg/mm}^2$  の超高張力鋼に対するボンドフラックスの効果について記述している。フラックスを塩基性にすることによって機械的性質を向上しうが、溶着金属への添加成分として、それぞれ引張強さ  $50\text{Kg/mm}^2$  までは Si-Mn 系  $55\sim 60\text{Kg/mm}^2$  は Mn-Mo 系または Mn-Ni-Mo 系、 $70\text{Kg/mm}^2$  は Mn-Ni-Mo 系、 $80\text{Kg/mm}^2$  は Mn-Ni-Cr-Mo 系となるようにワイヤとフラックスから合金成分の添加調整を行なっている。またそれらの各種高張力鋼の諸性質について調査した結果をも報告している。

第5章では、高塩基度のボンドフラックスを用いアルミキルド鋼ならびに  $3.5\%$  Ni 鋼のサブマージドアーク溶接を行ない、溶接部の低温衝撃試験結果が規格値を十分上廻っていることを明らかにしている。

第6章では自動溶接の適用がもっとも困難とされているフェライト系ステンレス鋼中、18Cr 鋼に使用するボンドフラックスについて研究し、Al, Ti, Nb などの合金成分を添加して、溶着金属の結晶粒の微細化と曲げ加工性ならびに常温におけるじん性の改善を行ない、サブマージドアーク溶接を可能にしている。

第7章では化学機械材料でもっとも多く使用されているオーステナイト系ステンレス鋼の溶接について検討しスラグの剝離性をよくするため、ジルコン砂と珪灰石を配合してボンドフラックスを造り、この種の自動溶接法を容易にした。

第8章は第1編の総括である。

第2編は緒論と4章よりなり、緒論ではサブマージドアーク溶接におけるスラグとメタルの反応の重要性について述べている。

第1章はフラックスの基本となる単純な Feo-SiO<sub>2</sub> と Feo-MnO 系溶滓と溶鉄との反応を論じ、溶接時の高温における溶滓組成と温度の変化に対する Si, Mn 還元の挙動とそれぞれの Si, Mn に平衡する酸素量との関係を化学平衡論の立場から活量を考慮に入れて吟味したものである。

第2章では溶接用フラックス組成に近いやや複雑な FeO-CaO-SiO<sub>2</sub>-MnO 系溶滓と溶鉄との反応について、シエンクの分子説を用いて溶鉄中に平衡する Si, Mn を計算し、FeO-SiO<sub>2</sub>-MnO 系では FeO-CaO-SiO<sub>2</sub> 系に比し、SiO<sub>2</sub> の遊離成分が低く、還元される Si 量も少ないことを明確にしている。

また溶滓の分子説についても若干考察を附加している。

第3章ではサブマージドアーク溶接中にみられる Si の増加とともに酸素量の増加する現象を説明

するため、 $\text{FeO-CaO-SiO}_2$  系溶滓と  $\text{Fe-Si-O}$  の系溶鉄との反応について、全系の自由エネルギーを各組成の関数として表わし、それより化学ポテンシャルを求め、そのエネルギー最少の条件より平衡の連立方程式をたて、電子計算機によって数値解を得ている。その結果として  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  の濃度、平衡酸素圧  $P_{\text{O}_2}$ 、溶鉄中の Si と酸素量などを溶滓組成と温度との関係で表示できるようにしている。これより溶滓に  $\text{SiO}_2$  が多くなるにつれ、Si が増加することと、酸素もある限界値以上では Si の増加にともなってふえる関係を明瞭にし、逆に CaO がふえると Si は減少するが酸素にあるところで最小を値示すことが判明し、最適な溶滓組成を選定しうる指針をあたえている。

本論文はサブマージドアーク溶接用フラックスとして従来用いられている溶融型、あるいは焼結型とことなり脱酸剤および合金剤の添加を容易にしたボンド型フラックスについて種々なる角度から研究を行っており実用性の高いフラックスを開発したことにかんするもので溶接工学上および工業上、貢献するところが大きい。ことに主要成分として珪灰石を活用したことは特筆すべきである。よって本論文は博士論文として十分価値あるものと認められる。