



Title	Al-Zn-Mg3元系高力アルミニウム合金の溶接凝固割れ感受性の改善に関する研究
Author(s)	中田, 一博
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3070544">https://doi.org/10.11501/3070544</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	中 田 一 博
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 9 3 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 5 年 9 月 21 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	Al-Zn-Mg 3 元系高力アルミニウム合金の溶接凝固割れ感受性の改善に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 松田 福久 教 授 向井 喜彦    教 授 中尾 嘉邦    教 授 小林紘二郎 教 授 牛尾 誠夫

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、Al-Zn-Mg 3 元系高力アルミニウム合金の溶接凝固割れ感受性の改善を目的とし、溶接中の固液共存温度域における低延性特性の解明を行うとともに、溶接部の合金組成ならびに溶接法からの改善方法についてそれぞれ基礎的研究を行い、さらに実用的見地から両者の最適条件の組合せによる同合金の溶接凝固割れ感受性の改善方法を新たに開発し、その有効性を明らかにしている。本論文は緒論、本文 6 章及び総括より述べている。

第 1 章は緒論であり、本研究の背景及び必要性ならびに研究目的について述べている。

第 2 章では、Al-Zn-Mg 3 元系合金を含む各種実用アルミニウム合金の溶接中の固液共存温度域における延性特性を明らかにすることにより、溶接凝固割れ感受性を支配する因子を解明している。そして、アルミニウム合金の溶接凝固割れ感受性を改善するための基本的な指針を明らかにしている。

第 3 章では、Al-Zn-Mg 3 元系合金の溶接凝固割れ感受性に及ぼす Zn 及び Mg の影響を等割れ線図を作成することにより検討し、実用組成範囲では凝固割れ感受性は Mg 量に依存し、Mg 量の増加により低下することを明らかにするとともに、その理由を金属組織学的な観点から解明している。そして、溶加材として新たに試作した高 Mg 含有量の Al-Mg 合金溶接ワイヤが本合金の溶接凝固割れ感受性の改善に有効であることを示している。

第 4 章では、本合金の溶接凝固割れ感受性の改善に効果的な微量添加元素を見いだすために、12種類の微量添加元素について検討を行ない、凝固割れ感受性は形成組織の結晶粒微細化に伴い低下することを明らかにするとともに、最も効果的な微量添加元素として Zr を見いだしている。

第 5 章では、微量添加元素として Zr に注目し、本合金の溶接凝固割れ感受性を十分に低減するための有効添加量について検討するとともに、Zr の有効効果は溶接金属の結晶粒微細化に強く影響するためであることを示し、結晶粒微細化とともに溶接中の固液共存温度域における溶接金属の延性を著しく増加させることを明らかにしている。

第 6 章では、Zr 添加による溶接凝固割れ感受性の改善効果が磁気攪拌による溶融池内の効果的な攪拌によりさらに著しく促進されることを明らかにし、溶接法の観点より効果的な溶融池攪拌の必要性を明確にしている。

第 7 章では、溶加材として新たに Zr を添加した Al- 高 Mg 合金溶接ワイヤを試作し、溶融池の攪拌方法として低

周波パルス溶接法が最も適していることを明らかにするとともに、両者の最適条件の組合せによる溶接凝固割れ感受性の改善方法について検討している。そして本法が Al-Zn-Mg 3 元系合金の溶接凝固割れ感受性を改善する上で極めて有効な方法であることを実証している。

第 8 章は結論であり、本研究で得られた結果について総括を行っている。

## 論文審査の結果の要旨

Al-Zn-Mg 3 元系高力アルミニウム合金は高強度軽量構造用材料として高速鉄道車両や高速船等の主要構造用材料として注目され、また適用されているが、溶接凝固割れ感受性が極めて高い欠点があり、これを改善することがこれらの構造物の信頼性向上の観点から極めて重要な課題となっている。

本論文は、アルミニウム合金の溶接中の固液共存温度域における低延性特性の解明を通して溶接部の合金組成制御、溶接法制御ならびに両者の最適条件の組合せ制御による Al-Zn-Mg 3 元系合金の溶接凝固割れ感受性の改善方法を新たに提案し、その有効性を実証している。得られた結果を要約すると次のようである。

- (1) 各種実用アルミニウム合金の溶接中の固液共存温度域における低延性特性の原因を明らかにすることにより、アルミニウム合金の溶接凝固割れ感受性を支配する因子を解明し、その溶接凝固割れ感受性を改善するための基本的な指針を明らかにしている。
- (2) Al-Zn-Mg 3 元系合金の溶接凝固割れ感受性に及ぼす Zn 及び Mg の影響を基礎的に解明し、耐凝固割れ感受性に優れた合金組成を明らかにしている。
- (3) 本合金の溶接凝固割れ感受性は Zr の微量添加によって著しく改善されることを見いだすと同時に、その理由として溶接金属の結晶粒微細化により溶接中の固液共存温度域における延性が著しく増加することを明らかにしている。さらにまた、Zr 添加によるこの改善効果は溶融池内の磁気攪拌により著しく促進されることを示し、溶接法の観点より、効果的な溶融池攪拌の必要性を明確にしている。
- (4) 以上の結果に基づいて、Zr 添加溶加材を新たに開発し、また溶融池の攪拌方法として低周波パルス溶接法が最適であることを示すと同時に、さらに両者の最適条件の組合せによる溶接凝固割れ感受性の改善方法を新たに提案し、本法が Al-Zn-Mg 3 元系合金の溶接凝固割れ感受性を改善する上で極めて有効な方法であることを実証している。

以上のように本論文は、アルミニウム合金の溶接凝固割れ感受性を支配する因子を基本的に解明し、組成制御及び溶接法制御により Al-Zn-Mg 3 元系高力アルミニウム合金の溶接凝固割れ感受性の改善方法を確立しており、その成果は溶接工学ならびに生産加工技術の発展に貢献するところ大である。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。