The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	低炭素鋼溶接金属におけるアシキュラーフェライト生成機構に関する研究
Author(s)	髙田, 充志
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/52179
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　髙　田　充　志　）	
論文題名	低炭素鋼溶接金属におけるアシキュラーフェライト生成機構に関する研究

論文内容の要旨

本論文は低炭素鋼溶接金属におけるアシキュラーフェライトの生成機構を解明することを目的として実施した。

第1章は緒論であり、本研究の背景、アシキュラーフェライトに関する過去の研究内容とその課題、これを踏まえた本研究の目的を示した。

第2章では、アシキュラーフェライト組織の発展挙動の解明を目的とした。結晶学的解析と組織発展挙動のその場観察、3次元構築手法を組み合わせて解析し、アシキュラーフェライト組織特有の微細でインターロックした組織が形成されるメカニズムについて議論した。

第3章では、アシキュラーフェライト組織形成に及ぼすAl/O比の影響を調査した。Al/O比によって形成される介在物組成とミクロ組織の関係を明らかにした。また、Al/O比によって介在物組成が変化することで、粒界変態抑制元素であるBのオーステナイト粒界への偏析挙動に差異が生じ、ミクロ組織にも大きな影響を与えることを明らかにした。

第4章では、旧オーステナイトの結晶方位をアシキュラーフェライトの結晶方位から再構築し、正確に求めることで、アシキュラーフェライト、介在物、旧オーステナイト3者における結晶方位関係を解析した。さらに、母相オーステナイト中においてアシキュラーフェライト及び介在物がとりうる方位について検討し、結晶学的観点からアシキュラーフェライトの核生成機構を議論した。

第5章では、溶接プロセスにおける介在物の形成挙動を明らかにするため、液体Sn急冷法用いて、溶接プロセス中の介在物組成の変化挙動を時系列的にとらえた。また、熱力学計算により各温度における平衡状態での介在物組成を計算することで、介在物の形成挙動を検討した。さらに、Bが介在物の形成挙動に与える影響を調査し、Bが形成挙動に大きな影響を与えることを示した。

第6章では、Ti量を変化させた試料を作製し、Ti量による介在物組成の変化挙動を調査し、これらの組成をもつ介在物からのアシキュラーフェライト組織形成挙動を明らかにした。

第7章では、アシキュラーフェライトの核生成に関して熱力学的観点から考察を行った。核生成に伴う界面エネルギー変化、介在物周囲に形成される局所的な溶質元素の希薄、及び介在物サイズがアシキュラーフェライト核生成に与える影響を考察し、アシキュラーフェライトの核生成には界面エネルギー変化の影響が最も大きいことを示した。

第8章は総括であり、各章で得られた結果を総括した。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（高　田　充　志）	
論文審査担当者	（職）　氏　名 主 査　教 授　小溝　裕一 副 査　教 授　才田　一幸 副 査　教 授　伊藤　和博 副 査　准教授　寺崎　秀紀

論文審査の結果の要旨

本論文は、低炭素鋼溶接金属におけるアシキュラーフェライト生成機構に関して、アシキュラーフェライト組織の形成挙動、及び溶接金属組成が介在物組成及び溶接金属のミクロ組織に与える影響を明らかにしている。さらに、結晶学的、及び熱力学的観点からアシキュラーフェライトの核生成機構を検討したものであり、以下の事項を明らかにしている。

本論文では、まずアシキュラーフェライト組織の形成挙動について検討されている。結晶学的解析、組織発展挙動のその場観察、及び 3 次元構築手法を組み合わせて組織の発展挙動が解析されており、1 次のアシキュラーフェライトが溶接金属中の介在物から形成され、さらに、低界面エネルギーとなる結晶方位を選択して 2 次のアシキュラーフェライトがアシキュラーフェライト/オーステナイト界面から形成されることで、アシキュラーフェライト組織特有の微細でインターロックした組織が形成されることが示されている。

次に、溶接金属組成が介在物及びミクロ組織に与える影響が明らかにされている。脱酸元素である Al、Ti、B の添加によって介在物組成が変化する様子が透過型電子顕微鏡法の観察により詳細に示されており、さらに、溶接プロセス中の凍結実験及び熱力学計算により溶接金属における介在物の形成挙動が明らかにされている。また、これらの介在物組成がアシキュラーフェライトの形成挙動に与える影響についても明確に示されている。

また、結晶学的観点からアシキュラーフェライト、オーステナイト、介在物 3 者の方位関係が解析され、母相オーステナイト中でアシキュラーフェライト及び介在物がとりうる結晶方位について検討されている。解析の結果、アシキュラーフェライトは介在物及び母相オーステナイトの両者に対して結晶方位関係を有することが明らかにされており、両者の結晶方位関係を満たすメカニズム、及びアシキュラーフェライトの核生成メカニズムについて新たな知見が示されている。

さらに、熱力学的観点からアシキュラーフェライトの核生成が考察されている。核生成に伴う界面エネルギー変化、介在物周囲に形成される局所的な溶質元素の希薄、及び介在物サイズがアシキュラーフェライト核生成に与える影響が検討されており、このなかで核生成に伴う界面エネルギー変化がアシキュラーフェライトの核生成に最も大きく影響することが明らかにされている。

以上のように、本論文は低炭素鋼溶接金属におけるアシキュラーフェライト生成機構を詳細に調査・検討されたものであり、今後の溶接金属の設計指針となりうるものである。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。