



Title	Fe-36%Ni インバー合金多層溶接金属の高温割れに関する研究
Author(s)	平田, 弘征
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43515
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	平 田 弘 征
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 7 0 8 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 14 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科生産科学専攻
学 位 論 文 名	Fe-36%Ni インバー合金多層溶接金属の高温割れに関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 西本 和俊 (副査) 教 授 小林紘二郎 教 授 池内 建二 助教授 才田 一幸

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、インバー合金多層溶接金属における高温割れ現象の解明ならびにその防止方法を確立することを目的とした検討を実施した。

第 1 章は緒言であり、インバー合金の厚板構造材への適用の意義を述べるとともに、その問題点を挙げ、本研究の必要性を明らかにした。

第 2 章では、インバー合金の特性ならびに溶接に関する研究の現状および問題点を明らかにし、本研究の目的および着眼点を明確にした。

第 3 章では、インバー合金の多層溶接金属に発生する割れの特徴を把握するとともに、割れ感受性に及ぼす影響因子の抽出を目的とした検討を行った。その結果、割れは、後続の溶接パスにより、延性が低下する温度範囲に加熱されて生じる延性低下割れであることがわかった。加えて、割れは、S の粒界偏析による脆化に起因することが明らかとなった。

第 4 章では、割れ現象をさらに詳細に解明するため、割れ現象に及ぼす粒界構造の影響について検討した。その結果、延性低下割れは、粒界すべりをともなって生じ、45° 付近をピークに粒界方位差が 20 から 70° 近傍の高角度粒界で発生しやすいことがわかった。

第 5 章では、割れの主要因であると考えられる S の粒界偏析の影響を明らかにすべく、粒界偏析挙動に関する理論解析を行った。その結果、S の粒界偏析は、ピーク温度 1000K 付近への加熱により、促進されることがわかった。さらに、実験により計算結果が妥当であることが明らかとなった。

第 6 章では、第 5 章までの実験結果をもとに、多層溶接金属における延性低下割れ発生機構について考察した。その結果、割れは、後続パスにより、1000K 近傍に加熱された領域において、S の粒界偏析により脆化した粒界に熱応力が作用することにより発生する割れであり、この領域に存在する高エネルギー粒界において優先的に発生すると考えられた。

第 7 章では、割れ防止方法を確立するために、割れ感受性に及ぼす合金元素の影響について検討し、その防止機構について考察した。その結果、多層溶接金属における高温割れは、C、Nb の複合添加により防止できることがわかった。さらに、延性低下割れの防止は、NbC の晶出および凝固組織の複雑化により、S の偏析が軽減されることに加え、粒界すべりが抑制されることによると推察された。加えて、凝固割れの防止は、NbC の晶出により、液相中へ

の Nb の偏析が軽減し、凝固時の固液共存温度範囲が小さくなることによると考えられた。

第 8 章では、本研究で得られた結果を総括した。

論文審査の結果の要旨

インバー合金の溶接割れ現象については、これまで主として薄板に関して研究がなされてきた。本論文は、これまでに十分に説明されていない厚板の多層溶接金属における高温割れ現象に着目し、その現象および発生機構を説明するとともに、その防止方法を確立することを目的に、材料学的見地から検討を行っている。本研究で得られた主な知見は以下の通り要約される。

- (1) インバー合金多層溶接金属に発生する割れは、後続の溶接パスによる熱サイクルにより、延性が低下する温度範囲に加熱されることにより生じる延性低下割れであることを明らかにしている。さらに、割れの主因は、S の粒界偏析による脆化に起因することを示している。
- (2) 多層溶接金属における延性低下割れは、粒界すべりをともなって生じ、45° 付近をピークに粒界方位差が 20 から 70° の範囲の高エネルギー粒界で発生しやすいことを示している。
- (3) S の粒界偏析に関する理論解析を行い、S の粒界偏析は、ピーク温度 1000K 付近への加熱により促進され、加熱回数の増加により、S の粒界濃度が増加するとの計算結果を示している。さらに、実験により計算結果が妥当であることを明らかにしている。
- (4) 得られた実験結果にもとづき、多層溶接金属における延性低下割れは、後続の溶接パスにより、1000K 近傍に加熱された領域において、S の粒界偏析により脆化した粒界に熱応力が作用することにより発生する割れであり、この領域において、高エネルギー粒界が、溶接熱応力方向に対して、45° 近傍の角度をもつ場合に優先的に発生するとの結論を示している。
- (5) 多層溶接金属における延性低下割れおよび凝固割れは、C、Nb の複合添加により、防止できることを明らかにしている。さらに、延性低下割れの防止は、NbC の晶出および凝固組織の複雑化により、S の偏析が軽減されることに加えて、粒界すべりが抑制されることによるとの結論を示している。加えて、凝固割れの防止機構は、NbC の晶出により、液相中への Nb の偏析が軽減し、凝固時の固液共存温度範囲が小さくなるためであることを示している。

以上のように本論文は、インバー合金多層溶接金属における割れの特徴およびその発生機構を明確にしている。さらに、割れ防止に有効な合金元素の特定ならびにその有効組成範囲を明確にするとともに、その防止機構を解明している。これらの知見は、低温用機器へのインバー合金厚板の適用を拓くための重要な示唆を与えることが展望され、その成果は、生産科学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。