



Title	オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属の低温鋭敏化とレーザ表面溶融処理によるその改善
Author(s)	森, 裕章
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3129048">https://doi.org/10.11501/3129048</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	もり 森 ひろ 裕 章
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第13149号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科生産加工工学専攻
学位論文名	オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属の低温鋭敏化とレーザ表面溶融処理によるその改善
論文審査委員	(主査) 教授 西本 和俊 教授 小林紘二郎 教授 豊田 政男 教授 宮本 勇

### 論文内容の要旨

本論文は、オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属における低温鋭敏化の現象ならびにその発生機構を解明すると同時に、この現象を短時間で再現するための加速熱処理条件の確立を目的として、溶接金属の鋭敏化挙動に関する理論的解析を行っている。さらに、鋭敏化した溶接金属における耐食性を改善する手法としてレーザ表面溶融処理を行い、その鋭敏化改善効果について検討しているものであり、以下の7章から構成されている。

第1章は、緒言であり、従来の研究の経過とそれらにおける問題点、および本研究の必要性並びに目的について述べている。

第2章では、オーステナイト系ステンレス鋼溶接部の低温鋭敏化およびレーザ表面溶融処理に関する研究の現状を述べ問題点を指摘しており、本研究の背景および着眼点を明確にしている。

第3章では、溶接金属における低温鋭敏化現象の発生機構および発生条件を解明するために、溶接熱サイクル過程およびその後の熱処理過程におけるCr炭化物の析出挙動およびそれに伴う鋭敏化挙動について検討を行っている。その結果、溶接金属では溶接過程において $\delta/\gamma$ 粒界にCr炭化物が析出することを示しており、このCr炭化物の存在によりその後の鋭敏化が加速される現象を明らかにしている。さらに、 $\delta$ フェライトの存在によりCr炭化物の析出が加速され、母材やHAZより顕著な低温鋭敏化が生じることを明らかにしている。

第4章では、溶接金属における低温鋭敏化に関して理論的解析を行い、溶接金属の鋭敏化挙動を計算により明らかにするとともに、この結果に基づき低温鋭敏化の加速熱処理条件の決定手法を提案している。

第5章では、溶接金属の鋭敏化を改善する手段としてのレーザ表面溶融処理の有効性について調査しており、この手法による鋭敏化の改善機構に関して考察を加えている。その結果、鋭敏化された溶接金属の表面をレーザで溶融処理することにより、鋭敏化が大幅に改善されたことを明らかにしている。さらに、レーザ走行速度が小さい条件では、冷却速度が急峻でないレーザ熱サイクルを受けることにより、 $\delta/\gamma$ 粒界へのCr炭化物の再析出とそれにともなう再鋭敏化が生じるために、鋭敏化改善効果が他の条件と比較して若干不十分であることを明らかにしている。また、 $\delta$ フェライトの存在は、Cr炭化物の再析出と共に伴う再鋭敏化を比較的短時間で発生させることを明らかにしている。

第6章では、前章の結果に基づき、より有効なレーザ表面溶融処理技術の確立を目的として、シールドガスに窒素を用いた場合の鋭敏化改善効果について検討を行っている。また、この場合の鋭敏化改善機構および窒素のレーザ処

理部中への吸収機構に関する考察を加えている。レーザ処理部における耐食性改善効果を調査した結果、アルゴンをシールドガスとした場合では銳敏化改善効果が若干不十分であったレーザ走行速度が低い条件においても、窒素シールドの場合、Cr炭化物の粒界析出は認められず、良好な銳敏化改善効果が得られたことを示している。さらに、レーザ処理材に対して再度熱処理を加えた場合の銳敏化挙動においても、アルゴンシールドでのレーザ処理材と比較して窒素シールドの方は大幅に再銳敏化が抑制されることを明らかにしている。

第7章では、本研究で得られた結果を総括している。

### 論文審査の結果の要旨

オーステナイト系ステンレス鋼の低温銳敏化に関しては、これまで主として溶接熱影響部について研究がなされてきた。本論文は、従来未解明であった溶接金属における低温銳敏化に着目し、その現象ならびに発生機構を解明するとともに、この現象に関する加速熱処理条件の確立を目的として理論的解析を行っている。さらに、溶接金属における銳敏化による耐粒界腐食性の劣化を改善する手法としてレーザ表面溶融処理の有効性についての検討を行っている。本研究で得られた主な知見は以下のとおり要約される。

- (1) 溶接金属においては、溶接熱サイクル過程ですでにCr炭化物が $\delta/\gamma$ 粒界に析出していることを見いだし、これに伴い溶接後の熱処理過程における銳敏化が加速される、低温銳敏化が溶接金属においても生じることを明らかにしている。
- (2) Cr炭化物の析出に伴うCr欠乏層が粒界に対して垂直方向へ成長すると仮定した一次元モデルを用いることにより、溶接金属における低温銳敏化挙動を理論的に解析した結果に基づき、低温銳敏化の加速熱処理条件が理論的に算出できることを示している。
- (3) レーザ表面溶融処理により、溶接金属における銳敏化を大幅に改善できることを明らかにしている。
- (4) レーザ表面溶融処理部中に $\delta$ フェライトが存在した場合、冷却速度の低い処理条件においては、レーザ処理時の熱サイクルにより、 $\delta/\gamma$ 粒界にCr炭化物が再析出し、これに伴い再銳敏化が生じることを明らかにしている。
- (5) レーザ表面溶融処理時のシールドガスとして窒素を用いることにより、 $\gamma$ 化促進効果を有する窒素がレーザ処理部に吸収され、レーザ処理部内の $\delta$ フェライト生成量が低減できる。これにより、Cr炭化物の再析出およびそれに起因した再銳敏化が抑制されることから、窒素をシールドガスとしたレーザ表面溶融処理は、溶接金属における銳敏化改善および再銳敏化抑制に対して有効であることを示している。

以上のように本論文は、オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属における低温銳敏化について、その現象を実験的に解明するとともに、理論的解析に基づき、低温銳敏化の加速熱処理条件の決定法を提案している。さらに、銳敏化改善手法としてレーザ表面溶融処理が有効であることを明らかにしている。これらの知見は原子力構造物に代表される粒界応力腐食割れの生じる環境下でのステンレス鋼溶接部における腐食寿命の評価とその腐食損傷の防止に対して重要な示唆を与えることが展望され、その成果は、材料加工工学及び生産加工工学の発展に寄与するところが大である。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。