

Title	動的直接観察測定法（MISO法）による溶接凝固割れ現象の基礎的研究
Author(s)	富田, 正吾
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/1169
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・（本籍）	とみ 富	た 田	しょう 正	ご 吾
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	8680	号	
学位授与の日付	平成元年	3月	24日	
学位授与の要件	工学研究科溶接工学専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	動的直接観察測定法（MISO法）による溶接凝固割れ現象 の基礎的研究			
論文審査委員	(主査) 教授 松田 福久 教授 中尾 嘉邦 教授 向井 喜彦			

論文内容の要旨

本論文は、新しく考案した動的直接観察法を用いて溶接中の凝固現象および凝固割れの発生挙動について検討している。また、凝固割れの発生時の限界歪の測定を行ない、材料間の凝固割れ感受性を評価し、限界歪に及ぼす溶接速度および歪速度の影響を明確にしている。さらに、本研究結果を基にして各種凝固割れ試験法について検討し、その合理性について考察を加えている。本論文は次の6章からなっている。

第1章では、従来の研究経過および本研究の必要性ならびに目的を述べている。

第2章では、新しく考案した動的直接観察測定（Measurement by means of In Situ Observation, 略してMISO）法を用いて溶接中の凝固前面の挙動を明らかにしている。また、MISO法を引張型高温割れ試験に適用することにより、凝固割れの発生および伝播挙動を明瞭に観察できることを示している。さらに、凝固割れ破面の検討により凝固割れの発生および伝播挙動の特徴について述べている。

第3章では、試作の炭素鋼および市販のステンレス鋼に対して急速引張型高温割れ試験にMISO法を適用して、凝固割れの発生時の限界歪を再現性よく測定できること、また、延性曲線を良好な精度で作成できることを示している。さらに、限界歪には溶接速度依存性があることを示し、その理由も明らかにしている。

第4章では、試作の炭素鋼、市販のステンレス鋼およびNi系合金に対してクロスヘッド・スピードを種々変化させた引張型高温割れ試験を行ない、限界歪には歪速度依存性があることを明確にし、歪速度の増加と共に限界歪は上昇することを示している。また、実際の溶接施工時において溶接金属部にかかる歪速度は凝固割れが発生し得ない限界の歪速度（以下、限界歪速度）程度に遅いことも明らかにしている。

そして、溶接施工を想定した場合の凝固割れ感受性指標としては限界歪速度が最も適していることを示している。さらに、凝固割れには凝固中における粒界すべりが関与していることを明確にし、限界歪の歪速度依存性の理由を粒界すべりによる変形量の観点から説明できることを明らかにしている。

第5章では、まず第3および4章の結果に基づいて各種凝固割れ試験法の意義について検討している。そして、拘束緩和式U型高温割れ治具を用いた引張型高温割れ試験を行ない、第4章におけるMISO法によるミクロ的な限界歪速度とU型高温割れ治具における歪ゲージによるマクロ的な限界変形速度はよい対応関係にあり、限界変形速度によっても材料間の凝固割れ感受性を良好に評価できることを示している。

第6章では、本研究で得られた主な諸結果を総括している。

論文の審査結果の要旨

溶融溶接中の溶接金属部においてしばしば発生する溶接凝固割れは溶接において重要な問題であり、多くの研究がなされている。しかしそのほとんどは溶接終了後の観察に基づいたものであり、実際に発生する時点における現象としてはまだ不明の点が多く残されたままである。また、材料の凝固割れ感受性を評価するための試験法は多く考察されているが、凝固割れの発生・伝播・停止の現象が解明されていないため、各試験法間や実際の溶接施工との相関性が必ずしも明確ではなく、一般に材料間の相対的な比較法として用いられているのが現状である。本論文では、上記の点に注目して凝固割れの発生について材料の変形能の観点より基礎的な検討を行なった。すなわち、まず凝固割れの発生挙動を直接かつ微視的に検討できる動的直接観察法を考案した。そして、この方法を引張型高温割れ試験法に適用して溶接中の凝固割れ現象および凝固割れの発生挙動について検討を行なったものである。得られた主な成果は次のとおりである。

- (1) 新しく考案したMISO法を用いて溶接中の凝固前面の挙動を明らかにしている。また、凝固割れの発生および伝播挙動を明瞭に観察できることを示し、その特徴を明らかにしている。
- (2) MISO法によれば凝固割れ発生時の限界歪を再現性よく測定できること、また延性曲線を良好な精度で測定できることを示している。さらに、限界歪には溶接速度依存性があることを示し、その理由も明らかにしている。
- (3) 限界歪には歪速度依存性があることを明確にし、歪速度の増加と共に限界歪は上昇することを示している。また、実際の溶接施工時において溶接金属部にかかる歪速度は凝固割れが発生し得ない限界歪速度程度に遅いことも明らかにしている。
- (4) 溶接施工を想定した場合の凝固割れ感受性指標としては限界歪速度が最も適していることを明らかにしている。
- (5) 凝固割れには凝固中における粒界すべりが関与していることを明らかにし、限界歪の歪速度依存性の理由を総歪に対する粒界すべりの寄与という観点から説明できることを明らかにしている。
- (6) 各種凝固割れ試験法の原理について考察を加えることにより、各試験法の意義について検討している。

そして、拘束緩和式U型高温割れ治具を用いた引張試験を行ない、MISO法によるミクロ的な限界歪速度とU型高温割れ治具における歪ゲージによるマクロ的な限界変形速度の相関性について検討を行ない、これらはほぼよい対応関係にあり、マクロ的な限界変形速度によっても材料間の凝固割れ感受性を良好に評価できることを示している。

以上のように、本論文は溶接凝固割れ現象に対して、新しく考案した動的直接観察測定法を用いて多くの新しい知見を得ることによって今後の溶接技術の進歩に対して有用な基礎資料を与えたものであり、その成果は溶接工学ならびに工業上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。