



Title	中, 高炭素低合金鋼の溶接熱影響部における焼割れの低音割れ現象およびその防止に関する研究
Author(s)	朴, 和淳
Citation	大阪大学, 1988, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/35906">https://hdl.handle.net/11094/35906</a>
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、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>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・(本籍)	ばく 朴	ふあ 和	すん 淳
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	8 1 7 7	号
学位授与の日付	昭 和 63 年 3 月 25 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	中, 高炭素低合金鋼の溶接熱影響部における焼割れの低温割れ現象 およびその防止に関する研究		
論文審査委員	(主査) 教 授 松田 福久		
	教 授 佐藤 邦彦	教 授 向井 喜彦	教 授 中尾 嘉邦

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、中高炭素鋼および中, 高炭素低合金鋼の溶接熱影響部に発生し易い焼割れの低温割れに対してその発生挙動および特徴を解明し、また割れ感受性に及ぼす金属組織、組成および冷却条件の影響を明らかにすることによって、この種の割れ防止の基本的指針を与えている。さらに割れ感受性を粒界偏析の観点から検討し、粒界偏析と割れ発生挙動を明らかにすると共にその防止に関する指針を与えたもので、次の7章からなっている。

第1章では、従来の研究内容、経過ならびに本研究の必要性および目的について述べている。

第2章では、実際の溶接継手に対する拘束割れ試験を用いて拘束応力の発生過程、割れの発生挙動および割れのマイクロ組織的特徴について述べている。特に、液化後の旧オーステナイト粒界で割れが発生し易いことを明らかにしている。さらに予熱による割れ防止の基本的指針を与えている。

第3章では、溶接熱サイクル再現試験を用いて焼割れの低温割れの再現に適した試験条件を確立している。これには破断応力および割れのミクロ的な様相を第2章での結果と比較しつつ検討し、両者がよく対応する試験条件を確立している。

第4章では、機械構造用炭素鋼、機械構造用合金鋼、工具鋼および軸受鋼等の計19種に対して、溶接熱サイクル再現試験により割れ感受性を比較し、硬さ、マイクロ組織、不純物元素および冷却条件の影響を検討している。まず、粒界割れの発生限界から硬さが約Hv600以上で焼割れの低温割れが問題となること、また、不純物としては磷(P)が悪影響を及ぼす主原因の一つであることを明らかにしている。また、硬さとP含有量から破断応力を推定する実験式を示している。さらに種々の予熱条件時の冷却サイクルを用いて予熱による割れ防止条件を硬さおよび破断応力の観点から明らかにしている。

第5章では、不純物元素Pおよび硫黄（S）の影響について検討し、Pは粒界割れを促進して割れ感受性を増加させること、一方、Sはほとんど影響がないことを明らかにしている。またPの影響は粒界偏析によることをAES分析から明らかにしている。さらにセリウム（Ce）添加がPによる粒界脆化を抑制するのに効果があることを示している。

第6章では、溶接熱サイクル中のPの粒界偏析挙動について粒界液化による濃化とその後の冷却中における平衡偏析の概念から理論的検討を行っている。すなわち、粒界液化によりPの粒界濃度がかなり増加すること、またマルテンサイト変態開始後はCとの競合偏析を考慮することによりPの粒界偏析の挙動および破断応力の傾向が説明できることを示している。

第7章は本論文で得られた主な結果を総括している。

### 論文の審査結果の要旨

中、高炭素低合金鋼のように硬化能の高い材料の溶融溶接においては従来の水素による低温割れとは異なる機構により発生する焼割れの低温割れが問題となる。そのためこれらの鋼種はその利用範囲が非常に広いにもかかわらず溶接して使用されることがほとんどなかった。しかし、最近の技術革新によりこれらの鋼種の溶融溶接が次第に要求されるようになってきている。このため、これらの鋼種を溶接して優れた継手性能を得る溶接技術を確立することは工業界において極めて重要な課題となっている。本論文は、上記の点に注目して溶接割れ試験および再現熱サイクル低温割れ試験等を用いて割れの現象、機構および感受性ならびにその防止法について検討を行ったものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

- (1) 実際の溶接継手に対して拘束溶接割れ試験を行い割れ発生現象を明らかにし、割れは液化後の旧オーステナイト粒界で発生し易いことを明らかにしている。
- (2) 焼割れの低温割れをより詳細にまた広範囲に検討するのに有効であり、かつ実際の溶接継手における割れの発生応力とミクロ組織的特徴を評価できる再現熱サイクル低温割れ試験法を確立している。
- (3) 広範囲な鋼種に再現熱サイクル低温割れ試験を用いて、焼割れの低温割れ感受性を評価するための破断応力が主として硬さおよび不純物元素のPによって低下すること、またSはほとんど影響しないことを明らかにし、さらに硬さとP含有量によって破断応力を推定できる実験式を与えている。
- (4) 広範囲な鋼種に対して種々の冷却条件を用いて再現熱サイクル低温割れ試験を行い、硬さとしては約Hv600以下あるいは破断応力としては約950MPa以上が得られる冷却条件においては割れが防止できることを示し、実施工的に予熱によりこの種の割れを防止するための基本的指針を与えている。
- (5) 不純物元素Pの影響について、Pは粒界に偏析することによって粒界割れを促進して割れ感受性を増加させることを明らかにしている。また、CeはPの悪影響を抑制する効果を有していることを示している。
- (6) Pの粒界偏析の測定結果および破断応力の傾向について、粒界液化による濃化と平衡偏析の概念に

基づいて理論的に計算することによって溶接熱サイクル時におけるPの粒界偏析挙動についての基本的な考え方を提案している。そしてまたこの計算結果が実際の粒界偏析の測定結果をよく説明することを示し、さらにこれにより割れ防止に対する有益な指針を与えている。

以上のように、本論文は中、高炭素低合金鋼の溶接時における焼割れの低温割れ現象およびその防止法に対して、冶金学的な観点から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試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。