

Title	圧力容器用Cr-Mo鋼の焼戻脆性に関する研究
Author(s)	村上, 賀國
Citation	大阪大学, 1983, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/33746">https://hdl.handle.net/11094/33746</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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a>〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名・（本籍）	むら 村	かみ 上	よし 賀	くに 國
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	6 1 6 6	号	
学位授与の日付	昭和 58 年 8 月 3 日			
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当			
学位論文題目	圧力容器用 Cr - Mo 鋼の焼戻脆性に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 菊田 米男			
	教授 向井 喜彦	教授 中尾 嘉邦	教授 堀 茂徳	

### 論 文 内 容 の 要 旨

石油精製装置などにおける高温高压水素反応用圧力容器材料として  $2\frac{1}{4}$ Cr - 1 Mo 鋼をはじめとする Cr - Mo 鋼が広く用いられているが、使用中の焼戻脆化現象による靱性低下が重要な問題点となっている。本論文は実機、長時間等温脆化試験、ステップクーリング試験により焼戻脆化現象を明らかにし、それを説明する基本的考察を行い、かつ焼戻脆化に長時間耐え得る鋼材を開発した経緯を述べたもので 8 章からなっている。

第 1 章は序論で、圧力容器用 Cr - Mo 鋼の焼戻脆化現象とその安全性にかかわる問題点を挙げ、既往研究の状況と関連させて本研究の位置づけについて述べている。

第 2 章では、各種 Cr - Mo 鋼の脆化感受性を比較検討し、それぞれの鋼種に適する化学成分上の対策を提案している。特に  $2\frac{1}{4}$ Cr - 1 Mo 鋼の脆化感受性を評価するパラメータとして、 $(Si + Mn) \cdot (P + Sn) \times 10^4$  (J - factor と名付けている) が最適であることを述べ、低 J - factor 化することが脆化感受性を低下させるのに有効であることを示している。

第 3 章では、溶接熱影響部 (HAZ 部) の焼戻脆化感受性に関する詳細な実験を行い、母材に対する化学成分上の対策が HAZ 部の脆化感受性低減にも充分有効であることを示している。

第 4 章では、実機の使用温度  $400^{\circ}\text{C} \sim 480^{\circ}\text{C}$  において、30,000 時間に及ぶ長時間等温脆化実験を行うとともに、J - factor と設計寿命経過後の靱性値との対応を明らかにし、J - factor の制御の具体的な根拠を示している。

第 5 章では、 $2\frac{1}{4}$ Cr - 1 Mo 鋼の脆化感受性と結晶粒度、組織および焼戻条件との関連性を明確にしている。特に焼戻条件では、焼戻温度の上昇により脆化感受性は増大し、約  $650^{\circ}\text{C}$  において最大となる

が、それ以上の温度では低減するという特徴的傾向を見出している。

第6章では、 $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$  鋼の焼戻脆化に対するSiの挙動を明らかにしている。すなわちSiは粒界偏析の実体に直接的な影響は及ぼさず、粒界応力集中など破壊時の力学的要因として関与することを現象面から明らかにし、粒界炭化物に着目したSiの役割に関する仮説を提案している。

第7章では、真空カーボン脱酸法（VCD法）による低Si鋼の製造に成功し、それが優れた使用性能を有することを実証するとともに、大型圧力容器材料として安全性向上に寄与した実績について述べている。

第8章では、本研究で得られた主要な結論を総括している。

### 論文の審査結果の要旨

高温高圧用容器材料として $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼をはじめとするCr-Mo鋼が広く用いられているが、使用中の焼戻脆化現象による靱性低下が重要な問題点となっている。本論文は実機、長時間等温脆化法、ステップクーリング法により、焼戻脆化現象を明らかにし、それを説明する基本的考察を行い、かつ焼戻脆化に長期間耐え得る鋼材を開発した経緯を述べたもので得られた主な知見は次の如くである。

- (1) 著者の提案した  $(\text{Si}+\text{Mn}) \cdot (\text{P}+\text{Sn}) \times 10^4$ なる成分パラメータ（J-factorと名付けている）が、特に最近使用頻度の高い $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼およびその溶接HAZ部の脆化感受性とよい相関を有することを見出している。
- (2) 実機を想定し、各種Cr-Mo鋼を用い $400\text{℃}\sim 480\text{℃}$ にて30,000時間に及び長時間等温脆化実験を行い、J-factorと設計寿命経過後の靱性値との対応を明らかにし、J-factorの制御の具体的根拠を示している。
- (3) 特に脆化感受性の著しい $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼を用い、焼戻脆化におけるSiの挙動を明らかにしている。即ち、Siは粒界偏析の実体に直接的な影響はおよぼさず、粒界応力集中など破壊時の力学的要因として関与することを明らかにし、粒界炭化物に着目したSiの役割に関する仮説を提案している。
- (4) 真空カーボン脱酸法（VCD法）により、耐焼戻脆性のすぐれた低Si鋼の開発に成功し、大型圧力容器の安全性向上に大きく寄与した。

以上のように本論文は、圧力容器用鋼として用いられる各種Cr-Mo鋼、特に $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼についてその焼戻脆化に関する系統的研究を行い貴重な多くの資料を提供するとともに焼戻脆化の基本的考察を行い、耐焼戻脆性のすぐれた低Si鋼の開発の経緯を述べたもので、溶接工学、溶接技術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。