



Title	オーステナイト系2相ステンレス鋼の熱時効脆化現象とその構造体の保全技術の開発に関する研究
Author(s)	坂元, 成夫
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39577">https://hdl.handle.net/11094/39577</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	坂 元 成 夫		
博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )		
学 位 記 番 号	第 1 2 1 6 1 号		
学 位 授 与 年 月 日	平成 7 年 11 月 28 日		
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当		
学 位 論 文 名	オーステナイト系2相ステンレス鋼の熱時効脆化現象とその構造体の保全技術の開発に関する研究		
(主査)			
論 文 審 査 委 員	教 授 松田 福久 教 授 向井 喜彦 教 授 牛尾 誠夫	教 授 豊田 政男 教 授 壽古 勝	教 授 小林紘二郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、2相ステンレス鋼(SCS14A)およびその溶接金属(316L系オーステナイト組成)を高温で長時間使用した場合に生じる熱時効脆化の問題について、従来知られていなかった熱時効脆化挙動、熱時効後の金属組織学的変化および破壊形態を系統的に検討し、熱時効脆化メカニズムを明らかにしている。その検討をもとに原子力プラントにおける2相ステンレス鋼の熱時効脆化度の非破壊検出方法および溶接補修技術の検討を行ない、原子力プラントの長寿命化技術に必要な2相ステンレス鋼の熱時効脆化予測と原子力プラントの溶接補修技術の目途を得たものである。本論文は、緒論、本文6章および総括より成っている。

第1章は緒論であり、原子力プラントにおける2相ステンレス鋼の熱時効脆化について述べるとともに本研究の必要性と目的について述べている。

第2章ではフェライト量の異なる2相ステンレス鋼および溶接金属を用いて、時効条件を変化させて脆化特性に及ぼす熱時効の影響を検討している。韌性はフェライト量と相関があり、フェライト量が多くなるほどシャルピー吸収エネルギーが低くなること、およびこのシャルピー吸収エネルギーは時効パラメータで整理でき、材料の化学成分がわかれればフェライト量ごとに高温で時効したデータから実機運転温度レベルでの長時間側を予測できることを明らかにしている。

第3章ではフェライト量の異なる2相ステンレス鋼を用いて、熱時効による2相ステンレス鋼シャルピー吸収エネルギーの変化を金属組織学的に検討している。そして熱時効脆化はスピノーダル分解による相分離が主因であることを明らかにしている。また、高温長時間側では粗大なG相が析出し、韌性の低下を大きくすることを明らかにしている。

第4章では2相ステンレス鋼における破壊形態についてシャルピー衝撃試験と破壊韌性試験により検討している。そして時効パラメータが大きくなるにつれ、延性破面からフェライト相の劈開破面やフェライト・オーステナイト相境界破面が混在する破面に変化していくことを明らかにしている。

第5章では、2相ステンレス鋼の熱時効による脆化メカニズムについて検討している。そして脆化メカニズムを明らかにするとともに破壊形態と脆化メカニズムの模式図を作成している。

第6章では原子力プラントにおける2相ステンレス鋼熱時効脆化材の保全技術について検討している。そして熱時効材の経年劣化度を非破壊的に検出できることを明らかにし、熱時効材の溶接補修も可能であることを明らかにしている。第7章は総括であり、本研究で得られた諸結果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

2相ステンレス鋼（SCS14A）およびその溶接金属（316L系オーステナイト組成）は溶接性、耐食性および強度が優れるため、原子力プラントの主要機器に多く使用されているが、長時間加熱後に熱時効脆化するという問題があり、2相ステンレス鋼を長時間使用するためには、その熱時効脆化材の脆化メカニズムを解明し、さらに経年劣化度を非破壊的に検出するとともに溶接補修技術を開発しておくことが重要な課題となっている。

本論文は2相ステンレス鋼を原子力プラントで長時間使用した場合に生じる熱時効脆化の問題について、フェライト量、時効温度および時効時間の観点から検討を行ない、この熱時効脆化メカニズムを解明するとともに、原子力プラント2相ステンレス鋼熱時効脆化材の保全技術を確立した研究をまとめたものである。得られた主な成果を要約すると次のようである。

- (1) 2相ステンレス鋼の熱時効脆化の靭性について、フェライト量に着目して検討を行ない、靭性の劣化は時効パラメータで整理すると、フェライト量に応じて双曲線関数で整理できることを明らかにしている。
- (2) 2相ステンレス鋼の靭性低下の原因を金属組織学的に検討し、熱時効による脆化メカニズムを解明するとともに破壊形態の特徴を明らかにしている。
- (3) 2相ステンレス鋼の熱時効によるフェライト相の相分離過程を正確にとらえることは従来、困難であった。このため本研究ではこれを従来のX線回析、電子線回析に加え、APFIMおよび透過型メスバウア分光法の使用により、より正確にとらえ、これらの挙動を明らかにしている。
- (4) プラント保守のために脆化検出手法と補修技術について検討し、反射型メスバウア分光法により熱時効脆化度を非破壊的に検出できることを明らかにするとともに溶接補修も可能であることを明らかにしている。

以上のように本論文は、2相ステンレス鋼の熱時効脆化を基礎的に解明し、熱時効脆化度を予測手法を見出すとともに脆化度の非破壊検出技術および溶接補修によるプラントの保全技術を確立しており、その成果は溶接工学ならびに非破壊試験技術の発展に貢献するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。