



Title	オーステナイト系ステンレス鋼の高温高圧純水中の応力腐食割れに関する金属組織学的研究
Author(s)	延, 倫模
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/36424
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)	よん 延	ゆん 倫	も 模
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	8 6 7 8	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	オーステナイト系ステンレス鋼の高温高圧純水中の応力 腐食割れに関する金属組織学的研究		
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、高温高圧純水中で生じる SUS304 および SUS316 鋼の応力腐食割れの現象について溶体化処理時の粒界での不純物偏析挙動と鋭敏化時に生じる炭化物の析出挙動の関係を金属組織学的に調べている。そしてこれらの金属組織学的知見をもとに応力腐食割れ現象を明らかにし、これらと粒界腐食の関係を明確にしている。そしてさらに応力腐食割れの防止についても検討している。本論文は次の9章からなっている。

第1章では沸騰水型原子炉におけるオーステナイト系ステンレス鋼の応力腐食割れの問題点を考察し、本研究の必要性とその目的について述べている。

第2章では鋭敏化した SUS304 鋼の高温高圧純水における応力腐食割れ挙動に及ぼす溶存酸素およびひずみ速度の影響を低ひずみ速度型応力腐食割れ試験装置を用いて調べ、応力腐食割れが生じやすい試験条件を確立している。

第3章では SUS304 および SUS316 鋼における溶体化処理時の不純物元素の粒界偏析挙動を Huey 試験およびアノード分極による孔食電位の測定により検討している。その結果、P 含量が多いほどまた溶体化処理温度が低いほど P の粒界偏析が多いことを明らかにしている。

第4章では鋭敏化処理時、炭化物析出に及ぼす溶体化処理温度および P 量の影響を検討し、溶体化処理時に粒界に偏析した P が後の鋭敏化処理で $M_{23}C_6$ の粒界析出を助長することを薄膜による透過電子顕微鏡観察により明らかにしている。

第5章では 923 K での鋭敏化処理による粒界腐食に及ぼす溶体化処理温度および P 量の影響を検討し、粒界腐食幅は P 量の増加とともに増加することを明確にしている。同一 P 量においても 1373 K での溶

体化処理材の場合の粒界腐食幅は1573Kでの溶体化処理材の場合に比べて広い。粒界に偏析したPは炭化物の析出を増加させ、そのため粒界近傍でのCr欠乏層を増加させることを明らかにしている。

第6章ではSUS304鋼の高温高圧純水での応力腐食割れに及ぼす溶体化処理温度およびPの影響について調べ、P量を0.033%以下に減らすと鋭敏化処理時の $M_{23}C_6$ の析出が抑制され粒界応力腐食割れ感受性が減少することを明らかにしている。

第7章ではSUS304およびSUS316鋼の高温高圧純水中での応力腐食割れ感受性と粒界腐食との関連性を調べ、粒界腐食速度から応力腐食割れの発生を予測することを可能にしている。

第8章ではSUS304鋼の高温高圧純水中でのIGSCC機構を粒界でのP偏析および溶体化処理温度と関連させ考察している。そして応力腐食割れ防止のための考察を行い、SUS316L鋼およびSUS347鋼を用いて鋭敏化処理に伴う粒界での炭化物析出挙動と高温高圧純水中での応力腐食割れ感受性を比較している。

第9章は本研究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

熱交換装置等の配管材として用いられているSUS304鋼製の溶接継手部が高温高圧(562K, 8MPa)純水中において使用された時、応力腐食割れが発生することが報告されている。このためSUS304およびSUS316鋼での不純物元素偏析、炭化物析出および粒界腐食特性などについて個々に研究した報告は多い。しかしこのような金属組織学的要因を系統的に変化させて高温高圧純水中での応力腐食割れとの関係を調べたものは少ない。

本論文は上記の点に注目し、高温高圧純水中で発生するステンレス鋼溶接部の応力腐食割れについて金属組織学的見地から検討したものである。すなわち市販のSUS304鋼、SUS316鋼およびP含有量を変化させて試作したSUS304鋼を用いて、溶体化熱処理過程(溶接熱影響部が含まれる)での材料中の不純物元素の粒界への偏析挙動とその後の鋭敏化処理時の合金炭化物の析出挙動との関係を明らかにしている。そしてこれらの金属組織変化と応力腐食割れ現象との関連を明確にしている。得られた主な成果は次の通りである。

- (1) 低歪速度型応力腐食割れ試験装置を用いて、高温高圧(562K, 8Ma)純水中における304および316鋼の応力腐食割れにおよぼす溶存酸素ならびに歪速度の影響を調べている。そして溶存酸素が約8PPM以上で歪速度が遅い程割れが発生しやすいことを明らかにしている。
- (2) 304および316鋼に対する溶体化熱処理温度(1573Kおよび1373K)と粒界偏析挙動との関連を調べた結果、熱処理温度が低い場合に、より粒界にPなどの不純物元素が多く偏析することを示している。
- (3) P含有量の異なる(0.008%–0.1%P)304型ステンレス鋼を試作し、それを用いて溶体化熱処理を行い、Pの粒界における偏析と熱処理温度の関係を明確にしている。

- (4) これら粒界に偏析したPは粒界腐食を助長させ、さらに鋭敏化熱処理を行うとさらにPの影響が顕著になることを示している。
- (5) Pは鋭敏化熱処理過程でM₂₃C₆タイプの炭化物の粒界析出を大いに助長していることを電子顕微鏡を用いた金属組織観察で明らかにしている。そしてこれら炭化物が多数析出するとその周囲にCr 欠乏層が形成し耐腐食性を低下させることを示している。
- (6) 高温高圧純水中での応力腐食割れは溶体化熱処理のみの試料では発生しない。しかし鋭敏化熱処理を行うと、P含有量が多く、溶体化処理温度が低い程、粒界応力腐食割れがおこりやすいことを示している。

以上のように複数の金属組織学的因子が相互に関連しておこる高温高圧純水中での応力腐食割れに対して不純物元素Pの挙動に注目し、Pの偏析におよぼす熱処理温度、炭化物析出におよぼすPの影響および析出場所などを解明し、割れ発生機構についても考察し、多くの新しい知見を得ている。

以上の成果は、今後の溶接材料の開発および溶接方法の選択への有用な基礎資料を与えたものであり、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。