



Title	原子力用高強度ニッケル基合金の耐応力腐食割れ性に関する研究
Author(s)	服部, 成雄
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39371
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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	はっ 服 部 成 雄
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 6 9 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 2 月 2 1 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	原子力用高強度ニッケル基合金の耐応力腐食割れ性に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 向 井 喜 彦 教 授 松 田 福 久 教 授 中 尾 嘉 邦 教 授 柴 田 俊 夫 教 授 塚 古 勝

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、沸騰水型軽水炉用高強度部材である析出強化型ニッケル基合金、X-750合金の高温水中粒界型応力腐食割れ (IGSCC) について、機構究明とそれに基づく耐 SCC 性向上策の確立、およびより高耐食性の高強度ニッケル合金の開発を目的として行った研究の成果をまとめたものであり、次の6章より構成されている。

第1章では、SCC 事例や従来研究を調査し、本研究の課題と範囲およびアプローチの考え方を示している。

第2章では、X-750合金の IGSCC 感受性が [1050~1100 ° C, 固溶化処理 (SHT) + 704 ° C, 20h] の「直接時効」で低下すること、上記以外の温度での SHT や、[800~900 ° C, 中間熱処理 + 704 ° C, 20h] の「二段時効」で顕著に高まることを明確にしている。また、直接時効前の冷間加工では、約30%以下の低加工は SCC 感受性を高め、30%以上の強加工はそれを低めることを明らかにしている。極低炭素化やB添加は直接時効材において有害であり、二段時効材では Si が SCC 感受性を高めることも明らかにしている。さらに SCC 発生下限応力は、適正な直接時効材で0.2%耐力 (σ_y) 付近、二段時効材では σ_y よりかなり低いことを示している。

第3章では、本合金の主要な SCC 機構が粒界 Cr 欠乏 (鋭敏化) のみでなく、二段時効材などの高い割れ感受性は不整合な粒界析出物や Si 等の粒界偏析、または腐食に伴う水素の吸蔵による粒界脆化などの内、いずれかの要因が関与していると推定している。一方、直接時効材は粒界に Cr 炭物が分散析出する場合に耐 SCC 性が高く、冷間加工などにより著しい Cr 欠乏層を含むセル状炭化物が多く析出すると、鋭敏化により SCC 感受性が高まることを明らかにしている。分散した Cr 炭化物は不純物元素を捕捉するとも考えられ、Cr 炭化物析出の無いことが二段時効材や極低炭素材などの高い SCC 感受性の一因と推定している。

第4章では、第2章で見出した X-750合金の耐 SCC 性改善熱処理材 (直接時効材) の寿命裕度は二段時効材の約20倍以上であり、さらに負荷応力の低減も有効で、100MPa の低減で3倍以上寿命が延長されることを明らかにしている。

第5章では、SCC 要因の排除を基本とした新合金の開発について述べている。鋭敏化抵抗と不働態強化に十分な母相組成を決定し、耐食性、強度、靱性が良好な Ti : Nb 比を選定して析出強化型合金 (Fe-55%Ni-20%Cr-3%

Mo - 0.5 % Al - 1.5 % Ti - 3.7 % Nb) を開発している。本合金は X - 750 合金改善熱処理材に対して4倍以上の耐 SCC 性裕度をもつことを明らかにしている。

第6章では、第5章までに得られた知見を総括している。

論文審査の結果の要旨

本研究は、沸騰水型軽水炉用高強度部材である折出強化型ニッケル基合金, X - 750 の IGSCC 感受性におよぼす合金元素・熱処理の影響について調査し, IGSCC の機構を究明するとともに, 耐 SCC 性に優れた合金の開発をしたもので, 得られた主な成果は次の通りである。

(1) X - 750 合金の IGSCC 感受性は $1050 \sim 1100^{\circ}\text{C}$ SHT + 704°C , 20h の直接時効で低下, 上記以外の温度での SHT や $800 \sim 900^{\circ}\text{C}$ 中間熱処理 + 704°C , 20h の二段時効で顕著に高まることを明確にしている。また, 直接時効前の冷間加工については, 約 30 % 以下の低加工は SCC 感受性を高め, 30 % 以上の強加工は SCC 感受性を低下させることを明らかにしている。

(2) 極低炭素化や B 添加は直接時効材の SCC 感受性を高め, 二段時効材では Si が SCC 感受性を高めることを明らかにしている。これらのことから本合金の SCC 機構は粒界 Cr 欠乏 (鋭敏化) のみでなく, 不整合な粒界析出物や Si などの粒界偏析なども含まれるものと推論している。

(3) SCC 要因の排除を基本とした新合金の開発設計を行い, 耐 SCC 性, 強度, 靱性が良好な Ti : Nb 比を選定して折出強化型合金 (Fe - 55 % Ni - 20 % Cr - 3 % Mo - 0.5 % Al - 1.5 % Ti - 3.7 % Nb) を開発している。本合金は X - 750 合金改善熱処理材に対して4倍以上の耐 SCC 性裕度をもつことを確認している。

以上のように, 本論文は折出強化型ニッケル基合金, X - 750 合金の IGSCC に及ぼす熱処理・合金元素の影響について検討し, その結果から耐 IGSCC に優れた新合金を開発したもので, 金属材料学ならびに生産加工工学の発展に寄与するところが多い。よって, 本論文は博士論文として価値あるものと認める。