

Title	火力発電ボイラ用W含有9Crフェライト系耐熱鋼の溶接材料の開発
Author(s)	森本, 裕
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43014
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	もり 森 もと 本 ひろし 裕
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 0 0 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 1 1 年 1 1 月 2 5 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	火 力 発 電 ボ イ ラ 用 W 含 有 9Cr フェ ラ イ ト 系 耐 熱 鋼 の 溶 接 材 料 の 開 発
論 文 審 査 委 員	(主 査) 教 授 小 林 紘 二 郎 (副 査) 教 授 豊 田 政 男 教 授 西 本 和 俊 助 教 授 廣 瀬 明 夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、W含有9Crフェライト系耐熱鋼に適用する溶接材料の開発を目的として、Wが溶接金属の特性に及ぼす影響および、その溶接金属の特性を改善するために行われる溶接後熱処理(PWHT)の影響を明らかにすると共に、新しく設計した溶接金属を用いたW含有9Crフェライト系耐熱鋼溶接継手のクリープ破断特性について検討、考察を行った結果を述べたものである。本論文は、7章から構成されており、各章の内容は次のとおりである。

第1章では、本研究の背景およびその問題点を指摘し、本研究の目的について述べている。

第2章では、従来のフェライト系耐熱鋼およびそれに適用する溶接金属の機械的特性に及ぼす合金元素の影響を、既報の文献を参照して整理している。これらの知見を基に作製された溶接金属のクリープ破断強度と、W含有高強度フェライト系耐熱鋼のクリープ破断強度とを比較して、本研究の目的であるWを含有した溶接材料の開発の必要性を明確にしている。

第3章では、新たに添加するWがGTAW溶接金属の組織、機械的特性およびクリープ破断強度に及ぼす影響を明らかにしている。さらに、電解抽出残渣の分析による析出物の同定、熱力学平衡計算によるPWHT温度およびクリープ破断試験温度での平衡時の析出相の予測、およびクリープ破断試験中のWの動的析出挙動の予測計算を行い、Wの強化機構では固溶強化の寄与が大きいことを明らかにしている。さらに、それらの結果に基づきGTAW溶接材料を得ている。

第4章では、第3章で得られた溶接材料によるGTAW溶接金属の組織、機械的特性およびクリープ破断強度に及ぼすPWHTの影響について調査している。さらに、GTAW溶接継手のクリープ破断特性に及ぼすPWHTの影響について調査している。それらの結果を基に、Wを含有したGTAW溶接金属に対するPWHT条件の指針を明らかにしている。

第5章では、フェライト系耐熱鋼溶接継手特有の破断形態であるType IVの破断形態について検討している。Type IV破断は、溶接熱サイクルにより A_{c3} 点近傍に加熱されクリープ破断強度の低下した溶接熱影響部の存在と、その周囲の塑性拘束の2つの要因により起こる現象であることを明らかにしている。

第6章では、GTAW 溶接材料に加えて新しく設計した SMAW 溶接材料および SAW 溶接材料による溶接金属は、実用に耐える特性を持つことを明らかにしている。

第7章では、本研究で得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

火力発電ボイラ等のエネルギー分野では、より高温で使用できる溶接材料の要求が高まっており、高温強度の向上の手段やそのメカニズムの解明は、このような高強度溶接材料の成分設計を行う上で、極めて重要な研究課題となっている。さらに、高温下での溶接部の特性の把握は溶接構造物としての火力発電プラントを設計する上で不可欠な課題である。

本論文はこれらの課題に対して、高温強度を向上させるといわれているWが溶接金属の組織、機械的特性およびクリープ破断強度に及ぼす影響について検討し、強化機構の解明を行っている。そして、これらの検討の結果を基に、Wを含有した GTAW、SMAW および SAW 溶接材料を得ている。加えて、溶接金属の機械的特性に及ぼす PWHT の影響を検討し、その適正条件の指針の導出を行っている。さらに、フェライト系耐熱鋼溶接継手特有のクリープ破断形態である Type IV破断について検討を行い、その発生機構について明確にしている。得られた成果を要約すると次のようになる。

- (1) 既存の知見を基に作製された溶接金属のクリープ破断強度と、W含有高強度フェライト系耐熱鋼のクリープ破断強度とを比較して、本研究の目的であるWを含有した溶接材料の開発の必要性を明確にしている。
- (2) 新たに添加するWが GTAW 溶接金属の組織、機械的特性およびクリープ破断強度に及ぼす影響を明らかにしている。さらに、電解抽出残渣の分析による析出物の同定、熱力学平衡計算による PWHT 温度およびクリープ破断試験温度での平衡時の析出相の予測、およびクリープ破断試験中のWの動的析出挙動の予測計算を行い、Wの強化機構では固溶強化の寄与が大きいことを明らかにしている。それらの結果に基づき GTAW 用溶接材料を得ている。
- (3) 本研究で新しく得られた溶接材料による GTAW 溶接金属の組織、機械的特性およびクリープ破断強度に及ぼす PWHT の影響について調査している。さらに、GTAW 溶接継手のクリープ破断特性に及ぼす PWHT の影響について調査している。それらの結果を基に、Wを含有した GTAW 溶接金属に対する PWHT 条件の指針を明らかにしている。
- (4) フェライト系耐熱鋼溶接継手特有の破断形態である Type IV破断は、溶接熱サイクルにより A_{C3} 点近傍に加熱されクリープ破断強度の低下した溶接熱影響部の存在と、その周囲の塑性拘束の2つの要因により起こる現象であることを明らかにしている。
- (5) GTAW 溶接材料に加えて、本研究で得られた結果に基づき SMAW 溶接材料および SAW 溶接材料の化学組成を設計し、その溶接金属が実用に耐える特性を持つことを明らかにしている。

以上のように、本論文は、高温強度を向上させるWが溶接金属の組織、機械的特性およびクリープ破断強度に及ぼす影響について検討し、その強化機構の解明を行い、これらの検討の結果を基に、Wを含有した GTAW 溶接材料、SMAW 溶接材料および SAW 溶接材料を得ている。また、これらの溶接材料による溶接金属の機械的特性に及ぼす PWHT の影響を検討し、その適正条件の指針の導出を行っている。さらに、フェライト系耐熱鋼溶接継手特有のクリープ破断形態である Type IV破断について検討を行い、その発生機構について明確にしている。これらの成果は、高温強度に優れたフェライト系耐熱鋼用の溶接金属の成分設計を行う上で指針を与えるものであり、さらにフェライト系耐熱鋼の溶接を行う上での指針を与えているものであり、生産科学工学、材料科学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。