



Title	原子炉用耐熱合金の電子ビーム溶接に関する基礎的研究
Author(s)	清水, 茂樹
Citation	大阪大学, 1977, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/1426">https://hdl.handle.net/11094/1426</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名・(本籍)	清 水 茂 樹
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	第 4 1 1 6 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 12 月 24 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	原子炉用耐熱合金の電子ビーム溶接に関する基礎的研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 荒 田 吉 明 (副査) 教 授 丸 尾 大 教 授 井 川 博 教 授 松 田 福 久 教 授 円 城 敏 男 教 授 佐 野 忠 雄 教 授 菊 田 米 男 教 授 山 根 寿 己 教 授 西 口 公 之

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、原子炉用耐熱合金の電子ビーム溶接における溶接性、特に欠陥特性とその防止対策ならびに溶接継手の冶金学的、機械的特性の研究に関するものであり、その本文は9章から成っている。

第1章においては、原子炉用耐熱合金の溶接上の問題点とその解決策として電子ビーム溶接法適用の理由、さらにその問題点について述べ、本研究の必要性を明示した。

第2章においては、溶接諸元を変化させた場合の材料のビード特性、特に溶込み形態および欠陥特性などを究明し、これらと溶接諸元との関連性について検討し、溶接部欠陥防止の可能な適正溶接諸元の範囲を示した。

第3章においては、電子ビーム溶接による割れ感受性を示す指標として、ミクロ割れ阻止限界入熱 $q_{cr}$ の存在を確認し、この $q_{cr}$ が従来の割れ試験法である高温延性試験およびTrans-Varestraint試験から得られる指標と良い相関性を示すことを明らかにした。

第4章においては、ミクロ割れ発生部である凝固線近傍熱影響部における析出物について、冶金学的検討を行い、ミクロ割れは結晶粒界における析出物の液化現象に起因することを明らかにした。

第5章においては、溶接過程における溶接部の温度および応力分布を有限要素法によって解析し、ネイルヘッド部にミクロ割れが集中して発生する機構を解明した。

第6章においては、割れ感受性の高いInconel 617にNb含有量を変化させた耐熱合金を試作し、Nb含有量の耐割れ性におよぼす影響および析出物の形態について検討し、析出物の液化現象に起因する割れ発生機構の妥当性を実証し、これに基づく割れ防止対策を提案した。

第7章においては、電子ビーム溶接継手の機械的特性、特に高温強度特性について検討し、その延

性がTIG溶接継手に比べて格段に優れていることを明らかにするとともに、これがクリープおよびクリープ破断特性を評価する重要な指標になることを明示した。

第8章においては、電子ビーム溶接継手のHe雰囲気中における腐食挙動およびクリープ破断特性などについてTIG溶接継手と比較検討し、溶接継手のHeの高温環境効果の影響を明らかにした。

第9章は総括であって、以上の各章で論考した原子炉用耐熱合金の電子ビーム溶接に関する諸問題について明らかにした点を取りまとめた。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は、原子炉用耐熱合金の電子ビーム溶接における溶接性、特に欠陥特性とその防止対策ならびに溶接継手の冶金学的、機械的特性に関する研究について述べたもので主な結果は次の通りである。

- 1) 溶接部に発生する主要な欠陥は、Rポロシティとマイクロ割れであることを明確にし、欠陥防止の可能な適正溶接諸元の範囲を示した。
- 2) ミクロ割れ阻止に対し、限界入熱 $q_{cr}$ の存在する事実を確かめるとともに、この $q_{cr}$ が従来の割れ試験法である高温延性試験、Trans-Varestraint試験結果と良い相関性を示すこと、さらに電子ビーム溶接におけるマイクロ割れ感受性評価の定量化に役立つことを示した。
- 3) ミクロ割れが溶接凝固線近傍熱影響部における析出物の液化に基づくことを明らかにするとともに、溶接過程における溶接部の温度および応力分布を解析することによって、ネイルヘッド部に対する割れの集中する機構を明らかにした。
- 4) 熱影響部における析出物の液化現象とそれに基づくマイクロ割れの防止対策法を提案し、これをマイクロ割れ感受性のきわめて高いInconel 617に適用することによってその妥当性を実証し、新しい耐熱合金の可能性を示した。
- 6) 電子ビーム溶接継手の高温強度特性は、従来のものに比べて可成り優れていることを明らかにするとともに、特にクリープ特性の評価について、延性とその破壊抵抗を表示する重要な指標になり、これによって継手性能の評価に役立つことを明示した。

以上の研究結果は、原子炉用耐熱合金にたいする電子ビーム溶接の欠陥特性を明らかにし、その防止について詳細に論考し、有効かつ実用的対策を確立し、従来困難とされた原子炉用耐熱合金の溶接継手に対し、電子ビーム溶接の効果的な適用を可能にしたもので工学上ならびに工業上貢献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。