



Title	薄板の電子ビーム溶接継手における残留応力分布特性に関する研究
Author(s)	永井, 卓也
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/61751
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 （ 永 井 卓 也 ）	
論文題名	薄板の電子ビーム溶接継手における残留応力分布特性に関する研究
論文内容の要旨 本研究では、実際には近年適用が増えつつあるものの、未だ研究事例の少ない「薄板の電子ビーム溶接により生じる残留応力特性」について、溶接条件等の各種要因との関係を明らかにし、今後ますます増加すると考えられている部分溶け込み溶接を含む薄板への電子ビーム溶接の適用のための重要な基礎特性を資することを目的として、以下の検討を行った。 第1章においては、電子ビーム溶接における残留応力特性に関するこれまでの研究についてまとめ、薄板の電子ビーム溶接継手における残留応力分布特性についての問題点を述べた。さらに、電子ビーム溶接継手に適用可能な残留応力計測手法について比較検討を行い、本研究における実測手法の選定を行った。 第2章においては、薄板の電子ビーム溶接の基本的な残留応力特性を把握するために、板厚9.5 mmの軟鋼板において入熱（ビーム出力および焦点径）を変えて行った試験結果をまとめた。その結果、疲労強度に大きく影響する溶接線直角方向、溶接金属止端部の残留応力は、ビーム出力が増加するほど、またビーム径が焦点に近づくほど圧縮側にシフトすることを把握できた。また、この現象は、溶込み深さの大小に関係することも分かった。 第3章においては、電子ビーム溶接部近傍の内部残留応力を第2章で用いたFEM解析とX線回折法に加え、ひずみゲージ切断法および改良型深穴穿孔法（MIRS法）を用い評価した。狭い領域で残留応力の勾配が極端に大きい場合、残留応力をある程度の体積平均として算出することになる実測だけでの評価は困難であるため、測定結果と解析結果を併用し、残留応力の特性を明らかにしていくことが有効であると結論づけた。 第4章においては、残留応力分布に対する鋼種の影響を明らかにした。止端部の残留応力について、溶接線方向では、降伏応力が大きい鋼種ほど引張応力となることが分かった。また、溶接線直角方向では、降伏応力が大きい鋼種ほど圧縮応力となることが分かった。これについては、フェライト系、マルテンサイト系鉄鋼材料だけでなく、SUS304、A5052についても同じ枠組みで整理できることを示した。 第5章においては、実際に行った疲労試験結果から、薄板の電子ビーム溶接における疲労設計では、疲労強度に対し応力集中だけでなく残留応力の影響も評価することが重要であることを示した。 第6章においては、本研究で得られた結果を総括した。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (永 井 卓 也)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教 授	望月 正人
	副 査	教 授	大畑 充
	副 査	准教授	三上 欣希
	副 査	准教授	塚本 雅裕
	副 査	准教授	堤 成一郎

論文審査の結果の要旨

本論文は、薄板の電子ビーム溶接継手における残留応力分布特性に関する内容についてのものであり、次の 6 章で構成されている。以下に各章の概要を示す。

第 1 章においては、電子ビーム溶接全般における残留応力特性に関する既知の研究成果について述べ、薄板の電子ビーム溶接継手における残留応力分布特性について明らかにするための課題を整理するとともに、電子ビーム溶接継手に適用可能な残留応力計測手法について比較検討を行い、本論文における実測手法を選定するに至った理由を示している。

第 2 章においては、薄板の電子ビーム溶接の基本的な残留応力特性を把握するために入熱（ビーム出力および焦点径）を変えて検証試験を行い、疲労強度に大きく影響する溶接線直角方向、溶接金属止端部の残留応力が、ビーム出力が増加するほど、またビーム径が焦点に近づくほど圧縮側にシフトすることを把握している。また、この現象は、溶込み深さの大小に関係することも明らかにしている。

第 3 章においては、電子ビーム溶接部近傍の内部残留応力を第 2 章で用いた FEM 解析と X 線回折法に加え、ひずみゲージ切断法および改良型深穴穿孔法（MIRS 法）を用い評価している。狭い領域で残留応力の勾配が極端に大きい場合、残留応力をある程度の体積平均として算出することになる実測だけでの評価は困難であるため、測定結果と解析結果を併用することにより残留応力の特性を明らかにしていくことが妥当であることを提起している。

第 4 章においては、残留応力分布に対する鋼種の影響について、溶接線方向では降伏応力が大きい鋼種ほど止端部が引張応力となり、溶接線直角方向では、降伏応力が大きい鋼種ほど止端部が圧縮応力となることを明らかにしている。また、この結果については、フェライト系鉄鋼材料、マルテンサイト系鉄鋼材料だけでなく、オーステナイト系ステンレス鋼、アルミニウム合金についても同じ枠組みで整理できる可能であるという結果を得ている。

第 5 章においては、実際に行った疲労試験結果から、薄板の電子ビーム溶接における疲労設計では、疲労強度に対し応力集中だけでなく残留応力の影響も評価することが重要であることを示している。

第 6 章においては、本論文で得られた結果を総括している。

以上のように、本論文は薄板の電子ビーム溶接継手における残留応力分布特性を解明したものであり、学術的に重要な成果を有している。また、本研究で得られた成果は電子ビーム溶接における残留応力特性についての指針が得られただけでなく、産業界において様々な構造物・溶接継手への電子ビーム継手の適用が拡大に貢献するものと期待される。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。