

Title	薄肉構造部材の弾塑性力学挙動解明における溶接不整の提示と簡易不整モデルの力学的意義
Author(s)	朴, 度炫
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27630
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	朴 度 炫
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 24272 号
学位授与年月日	平成23年1月31日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科地球総合工学専攻
学位論文名	薄肉構造部材の弾塑性力学挙動解明における溶接不整の提示と簡易不整モデルの力学的意義
論文審査委員	(主査) 教授 金 裕哲 (副査) 教授 奈良 敬 教授 鎌田 敏郎

論文内容の要旨

本論文では、まず、大変形理論に基づく熱弾塑性解析プログラムを開発し、新たに開発した大変形理論に基づく熱弾塑性解析で得られる溶接変形・残留応力の力学的意義を明らかにした。そして、鋼構造部材の圧縮荷重下における弾塑性力学挙動を高精度に求めるために導入する初期不整（溶接変形・残留応力）の予測手法を明示した。その予測手法により得られた溶接不整を提示すると共に、弾塑性大変形解析に導入する初期不整を高精度に再現導入する方法を提案した。また、弾塑性大変形解析において高精度に再現された溶接不整が薄板構造部材の弾塑性挙動に及ぼす影響を明らかにすると共に、得られた結果を基本として、簡易不整モデルを用いて得られる結果とその力学的意義を明らかにした。

第1章では、本研究の背景および既往の研究について整理すると共に、本研究の目的・構成を述べた。
 第2章では、新たに開発した大変形理論を基本とする熱弾塑性解析プログラムを用い、突合せ溶接実験をシミュレーションした。得られた結果と微小変形理論に基づく熱弾塑性解析結果とを比較・検討し、大変形理論を基本とする熱弾塑性解析で得られる溶接変形・残留応力の力学的意義を検討した。結果によれば、溶接変形・残留応力を高精度に予測するといった命題に対し、微小変形理論に基づく熱弾塑性解析を実施することを明示した。
 第3章では、微小変形理論に基づく熱弾塑性解析により、突合せ溶接およびすみ肉溶接で生じる3次元溶接不整（溶接変形・残留応力）を提示すると共に、それらの特徴を明示した。
 第4章では、微小変形理論を基本とする熱弾塑性解析で求めた溶接変形・残留応力を弾塑性大変形解析における初期不整として再現するに際し、不整の高精度再現に伴う問題点を指摘した。すなわち、微小変形理論に基づく熱弾塑性解析により溶接不整が高精度に求められたとしても、これを弾塑性大変形解析に導入すれば、双方の理論の違いにより不釣合い力が不可避的に生じることがわかった。また、不整の高精度再現における支配因子は、不整導入時に不可避的に生じる不釣合い力と、板の曲げ剛性であることがわかった。他方、溶接変形が精度高く再現できない場合、溶接変形を高精度に再現するひとつの方法を提案すると共に、その正当性を検証した。
 第5章では、簡易不整を用いて得られる弾塑性力学挙動を種々検討し、簡易不整の力学的意義を明らかにした。
 突合せ溶接した板を対象に、簡易不整を初期不整として得られる弾塑性力学挙動を精査し、その力学的意義を検討した。溶接線方向に圧縮荷重が載荷される場合、載荷方向の面外たわみである縦曲り変形が板の挙動を支配することを確認した。残留応力のうち、溶接線方向の応力成分のみを簡易化して用いる場合、応力全6成分を考慮する場合は荷重負荷下における塑性化の進展状況が異なり、力学挙動が正しく評価されない場合のあることが

わかった。溶接線方向の応力成分のみを簡易化して得られた従来研究成果は、残留応力の観点からは板の終局強度を過大評価する危険性がある。

すみ肉溶接した板を対象に、簡易不整を初期不整として得られる弾塑性力学挙動を精査し、その力学的意義を検討した。すみ肉溶接モデルの場合、全6応力成分のうち、溶接線方向成分以外の成分はほぼゼロであった。このため、結果として、溶接線方向の応力成分のみを簡易化した簡易不整と同じ弾塑性力学挙動を示した。連続補剛板モデルを想定した場合、溶接線方向の応力成分のみならず溶接線直角方向の応力成分が大きくなる。すなわち、応力全6成分を考慮した場合と、溶接線方向の応力成分のみを簡易化した場合とでは、弾塑性履歴が大きく異なるため、両者の力学挙動に大きな違いが生じた。従来研究における簡易残留応力では、圧縮応力が注目されることがほとんどであったが、境界条件によっては、引張応力が板の終局強度に大きく影響を及ぼす。特に、板幅が大きい場合、簡易残留応力の引張応力の存在域を大きく見積る傾向にあり、簡易残留応力モデルを作製する場合、この点特段の注意が必要であることが明らかになった。

第6章は、本研究で得られた主な知見と成果をまとめた。

論文審査の結果の要旨

本論文では、まず、大変形理論に基づく熱弾塑性解析プログラムを新たに開発し、これを用いて得られる溶接変形・残留応力の力学的意義を明らかにした。そして、鋼構造部材の圧縮荷重下における弾塑性力学挙動を高精度に求めるために導入する初期不整（溶接変形・残留応力）の予測手法を明示した。その手法により得られる溶接不整を提示すると共に、弾塑性大変形解析に導入する初期不整を高精度に再現導入する方法を提案した。また、高精度に再現された溶接不整が薄板構造部材の弾塑性挙動に及ぼす影響を明らかにすると共に、得られた結果を基本として、簡易不整モデルを用いて得られる結果とその力学的意義を明らかにした。

第1章では、本研究の背景および既往の研究について整理すると共に、本研究の目的・構成を述べた。
 第2章では、新たに開発した大変形理論を基本とする熱弾塑性解析プログラムを用い、突合せ溶接実験をシミュレーションした。得られた結果と微小変形理論に基づく熱弾塑性解析結果とを比較・検討し、大変形理論を基本とする熱弾塑性解析で得られる溶接変形・残留応力の力学的意義を検討した。結果によれば、溶接変形・残留応力を高精度に予測するといった命題に対し、微小変形理論に基づく熱弾塑性解析を実施することを明示した。
 第3章では、微小変形理論に基づく熱弾塑性解析を用いて、基本継手である突合せおよびすみ肉溶接で生じる3次元溶接不整（溶接変形・残留応力）を提示すると共に、それらの特徴を明示した。
 第4章では、微小変形理論を基本とする熱弾塑性解析で求めた溶接変形・残留応力を弾塑性大変形解析における初期不整として再現するに際し、不整の高精度再現に伴う問題点を指摘した。すなわち、不整の高精度再現における支配因子は、不整導入時に不可避的に生じる不釣合い力と、板の曲げ剛性であることを明らかにした。他方、溶接変形が高精度に再現できない場合、溶接変形を高精度に再現するひとつの方法を提案すると共に、その正当性を検証した。
 第5章では、簡易不整モデルを用いて得られる結果とその力学的意義を明らかにした。
 突合せ溶接した板を対象に、簡易不整モデルを初期不整として用い、得られる弾塑性力学挙動を精査し、その力学的意義を検討した。溶接線方向の応力成分のみを簡易化して得られる従来研究成果は、残留応力の観点からすれば、板の終局強度（耐力）を過大評価する危険性があることがわかった。一方、すみ肉溶接の場合、応力全6成分のうち溶接線方向成分以外はほぼゼロであった。このため、結果として、簡易不整モデルは系の弾塑性力学挙動を精度よく表わしていた。これに対し、連続補剛板を想定した場合、溶接線直角方向の応力成分が大きくなる。このため、応力全6成分を考慮した場合と、溶接線方向応力成分のみ簡易化した場合とでは、塑性化の進展状況、すなわち、弾塑性履歴が大きく異なることが明らかになった。他方、従来研究では、圧縮応力が注目されることがほとんどであったが、板幅が大きい場合、境界条件によっては、残留応力分布の中で、引張応力の存在域を大きく見積る傾向にあり、簡易残留応力モデルを仮定する場合、この点特段の注意が必要であることが明らかになった。
 第6章は、本研究で得られた主な知見と成果をまとめた。

以上のように、本論文では、まず、大変形理論に基づく熱弾塑性解析プログラムを新たに開発すると共に、これを用いて得られる溶接変形・残留応力の力学的意義を明示した。さらに、耐荷力評価に用いる初期不整を提示すると共に、これを用いて得られる結果と簡易不整モデルを用いて得られる結果とを比較検討し、その力学的意義を明確にした。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。