



Title	大変形繰返し荷重を受ける建築鉄骨溶接継手構造の塑性変形能力評価に関する研究
Author(s)	梅田, 敏弘
Citation	大阪大学, 2025, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/101658">https://hdl.handle.net/11094/101658</a>
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。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</a> 大阪大学の博士論文について

*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 ( 梅田 敏弘 )	
論文題名	大変形繰返し荷重を受ける建築鉄骨溶接継手構造の塑性変形能力評価に関する研究
論文内容の要旨	
<p>南海トラフ地震などの海溝型長周期地震に対する建築鉄骨の耐震安全性を確保するためには、繰返し大変形により延性破断する危険性がある溶接継手が十分な塑性変形能力を有するよう適切な溶接仕様を選定することが重要であり、本論文では、大変形繰返し載荷に対して塑性変形能力に優れた多層溶接仕様を検討するために、大変形繰返し載荷により延性き裂の発生・進展を伴い破断に至る建築鉄骨多層溶接継手構造の塑性変形能力評価手法を構築することを目的とした。本論文では、大変形繰返し荷重を受ける多層溶接継手構造の延性き裂の発生・進展を再現する数値シミュレーション手法を構築し、同手法を活用して大変形繰返し荷重を受ける多層溶接継手構造の塑性変形能力を評価した。</p> <p>第1章では、本研究の背景と目的を示し、大変形繰返し荷重を受ける梁端溶接継手構造の塑性変形能力と延性破断挙動および大変形繰返し荷重による延性き裂進展挙動を再現する数値シミュレーション手法と溶接継手への適用に関する既往研究の知見を整理し、これらをふまえて本研究の構成を示した。</p> <p>第2章では、多層溶接継手構造の大変形繰返し載荷実験を行い、大変形繰返し荷重を受ける溶接継手構造の塑性変形能力評価に延性き裂進展シミュレーションを適用するにあたり、シミュレーションの対象とすべき塑性変形能力を決定づける要因となる延性き裂進展挙動を明確にした。</p> <p>第3章では、大変形繰返し載荷による延性き裂進展挙動を再現するために、単調載荷を想定した延性損傷数理モデルを大変形の繰返し載荷に拡張し、当該モデルの妥当性を検証するための要素実験を行った。本論文では、大変形繰返し載荷による材料の変形挙動と損傷発展挙動を再現する加工硬化則と損傷発展則を導入することで、モデルを大変形繰返し載荷による延性き裂進展の評価に拡張し、拡張したモデルが大変形繰返し載荷による延性き裂進展挙動と延性き裂の進展に伴う荷重の変動を精度よく再現できることを実証した。</p> <p>第4章では、第3章で提案した拡張延性損傷数理モデルにより大変形繰返し載荷による多層溶接継手の延性き裂進展挙動を再現するために、再現HAZ組織材により溶接熱影響部組織の材料特性を取得し、同特性を用いた延性き裂進展シミュレーションを行った。再現HAZ組織の材料特性評価では、粗粒HAZと二層域の再熱を受ける粗粒HAZの延性が母材に比べて低下することが確認された。シミュレーションでは、再現HAZ組織の材料特性を用いてHAZ組織をモデル化することでHAZにおける延性き裂進展挙動を再現できることが確認された。また、シミュレーションにおけるHAZ組織のモデル化は簡略化できる可能性があることが示唆された。</p> <p>第5章では、本論文で提案した大変形繰返し載荷による多層溶接継手の延性き裂進展シミュレーション手法を用いて塑性変形能力に優れた多層溶接仕様を提案することを目的に、溶接仕様が延性き裂進展挙動に及ぼす影響を評価するためのシミュレーションと、シミュレーション結果を受けて提案した塑性変形能力に優れた溶接仕様を適用した梁端溶接継手構造の塑性変形能力を検証するための大変形繰返し載荷実験を行った。塑性変形能力に及ぼす各種溶接仕様の影響についてシミュレーションにより検討し、シミュレーション結果を受けて提案した溶接仕様による梁端溶接継手構造の塑性変形能力が一般的な溶接仕様による梁端溶接継手構造に比べて約1.5倍塑性変形能力に優れる結果が得られた。</p> <p>第6章では、第1章～第5章までの結論をまとめて示した。</p> <p>以上より、大変形繰返し荷重を受ける多層溶接継手構造の延性き裂進展シミュレーション手法を構築した。また、同手法を建築鉄骨溶接継手構造における塑性変形能力に優れた多層溶接仕様の設計に活用できることを実証した。</p>	

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏名 ( 梅田 敏弘 )	
	(職) 氏名
	主査 教授 大畠 充
論文審査担当者	副査 教授 平田 弘征
	副査 教授 桑原 進
	副査 教授 三上 欣希

## 論文審査の結果の要旨

南海トラフ地震などの海溝型長周期地震に対する建築鉄骨の耐震安全性を確保するためには、繰返し大変形により延性破断する危険性がある溶接継手が十分な塑性変形能力を有するよう適切な溶接仕様を選定することが重要である。本研究は、大変形繰返し載荷に対して塑性変形能力に優れた多層溶接仕様を検討するために、大変形繰返し載荷により延性き裂の発生・進展を伴い破断に至る建築鉄骨多層溶接継手構造の塑性変形能力を評価する手法を構築することを目的に一連の研究を行っている。本論文に対する審査結果の要旨をまとめると以下のようである。

(1) 多層溶接継手構造の大変形繰返し載荷実験を行い、大変形繰返し荷重を受ける溶接継手構造の塑性変形能力評価に延性き裂進展シミュレーションを適用するにあたり、シミュレーションの対象とすべき塑性変形能力を決定づける要因となる延性き裂進展挙動を明確にしている。

(2) 大変形繰返し載荷による延性き裂進展挙動を数値シミュレーションで再現するために、単調載荷を想定した延性損傷数理モデルを大変形の繰返し載荷に拡張することを試み、さらに当該モデルの妥当性を検証するための要素実験を行っている。本論文では、大変形繰返し載荷による材料の変形挙動と損傷発展挙動を再現する加工硬化則と損傷発展則を導入することで、モデルを大変形繰返し載荷による延性き裂進展の評価に拡張し、拡張したモデルが大変形繰返し載荷による延性き裂進展挙動と延性き裂の進展に伴う荷重の変動を精度よく再現できることを実証している。

(3) 提案した拡張延性損傷数理モデルにより大変形繰返し載荷による多層溶接継手の延性き裂進展挙動を再現するために、溶接熱影響部組織の材料特性を再現 HAZ 組織材を作製して取得し、同特性を用いた有限要素法による延性き裂進展シミュレーションを行っている。再現 HAZ 組織の材料特性評価では、粗粒 HAZ と二層域の再熱を受ける粗粒 HAZ の延性が母材に比べて低下することを確認している。シミュレーションでは、再現 HAZ 組織の材料特性を用いて HAZ 組織をモデル化することで、HAZ における延性き裂進展挙動を再現できることを実証している。また、シミュレーションにおける HAZ 組織の有限要素モデル化は簡略化できる可能性があることを提示している。

(4) 構築した大変形繰返し載荷による多層溶接継手の延性き裂進展シミュレーション手法を用いて、塑性変形能力に優れた多層溶接仕様を提案することを目的に、塑性変形能力に及ぼす各種溶接仕様の影響についてシミュレーションにより検討している。さらに、得られた結果から提案した溶接仕様による梁端溶接継手構造を製作し、塑性変形能力が一般的な溶接仕様による梁端溶接継手構造に比べて約 1.5 倍優れることを実証している。

以上のように、本論文は大変形繰返し荷重を受ける多層溶接継手構造の延性き裂進展シミュレーション手法を構築しており、建築鉄骨溶接継手構造における塑性変形能力に優れた多層溶接仕様の設計に活用できることを実証している。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。