

学位論文及び審査結果の要旨

氏 名 佐藤 健太郎

学 位 の 種 類 博士（工学）

学 位 記 番 号 工府博甲第440号

学位授与年月日 平成26年12月31日

学位授与の根拠 学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学 府 ・ 専 攻 名 工学府 システム統合工学専攻

学 位 論 文 題 目 高強度鋼板の高速変形特性・破断挙動評価技術の開発
(Development of the evaluation technology of mechanical properties and fracture behavior of high strength steels at high strain rate)

論 文 審 査 委 員 主査 横浜国立大学 教授 于 強
横浜国立大学 教授 高木 純一郎
横浜国立大学 教授 秋庭 義明
横浜国立大学 教授 川井 謙一
横浜国立大学 教授 山田 貴博

論文及び審査結果の要旨

本論文では、静的からひずみ速度 10^3 s^{-1} の高速度域における、材料変形特性および破断挙動を評価できる各種の実験評価手法を提案し、それらの評価技術を用いて高強度鋼板の変形および破断の速度依存性を明らかにすることを目的としている。さらに、得られた実験データから高精度の材料モデルを構築することで、衝突FEM解析の精度向上に寄与することを目指している。本論文に記載した研究成果を以下に記す。

第1章、第2章では、本研究の背景、およびFEM解析精度向上のための課題について述べ、本研究の目的を明確にしている。

第3章では、材料評価の基盤となる、変形・破断ひずみを高精度で計測する方法を提案している。デジタル画像から発生ひずみ量を計測する解析アルゴリズムを開発し、その概要について説明している。実施例として、各種の引張り試験における破断挙動を評価し、提案手法の有効性を検証している。本手法を用いることで、材料特性・破断限界を高い精度で同定でき、FEM解析の信頼性向上に寄与すること示している。

第4章では、ひずみ速度 100s^{-1} 以上における鋼板の変形および破断現象の評価を目的とし、高速度デジタル画像ひずみ計測システムを適用した高速引張り試験方法を提案している。開発した高速引張り試験手法の特徴について示し、その試験手法の有効性を明らかにしている。その高速引張り試験装置を用いて、強度レベル $270\text{MPa}\sim 1470\text{MPa}$ 級の鋼板の変形・破断挙動に及ぼすひずみ速度の影響を調査し、得られた試験結果から速度依存性を考慮したFEM材料モデルを構築し、その材料モデルの妥当性を検証している。

第5章では、自動車モデル部品の衝突変形特性を評価するための、高速変形試験方法を提案している。開発した試験装置の概要および特徴を示し、自動車モデル部品の高速3点曲げ変形および高速軸圧壊変形特性に及ぼす材料強度・板厚、部材形状等の影響を明らかにしている。この手法で得られる実験データをもとに衝突FEM解析精度を詳細に検証することができ、FEM解析精度向上に寄与できることを示している。

第6章では、まず、第4章で構築した材料モデルを用いてモデル部材の高速変形FEM解析を行い、第5章で述べた高速変形試験機によるモデル部品の高速変形試験結果と比較し、本研究で提案した材料評価および材料モデル化手法の妥当性を検証している。さらに応用例として、衝突変形時のスポット溶接破断解析を示している。そのなかで、本研究で開発したひずみ計測システムを用いて、スポット溶接部は熱影響を模擬した材料の変形挙動および破断限界を定量化する方法を提案している。さらに、自動車部品構造最適化の検討例を示し、材料および溶接部破断を考慮する車体設計手法の有効性を検証している。

第7章は本研究の結果とし、第3章から第6章までの総括と今後の研究課題について示している。

以上により、本論文は工学的に価値が高く、博士（工学）の学位論文として適格であると認められる。