

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	本 田 正 徳
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 高強度・薄板中空フレーム曲げ強度の質量効率を向上させるための断面形状と設計プロセスに関する研究 (A Study on Cross-Sectional Shape and Design Process for Improving Mass Efficiency of High-Strength, Thin Plate Hollow Frame Bending Strength)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	北村 充	印
審査委員	教 授	濱田 邦裕	印
審査委員	准教授	竹澤 晃弘 (早稲田大学)	印
審査委員	准教授	田中 智行	印
〔論文審査の要旨〕 本論文は、CO ₂ 排出量低減のため、自動車の走行抵抗低減に繋がる自動車車体の軽量化を実現する新しいフレーム構造の合理化技術を研究している。特に、車体構造の特徴である超薄板の高張力鋼板で形成された中空フレーム構造を対象とし、軽量化における最大の阻害要因である衝突安全性能において重要なフレーム曲げ強度の質量効率を高めることに焦点を絞り、フレーム断面形状の設計指針と新形状や薄板構造力学と機械学習及び統計解析を融合した新しい最適構造設計プロセスを構築している。 本論文は、以下のように6章で構成されている。 第1章の「序論」では、自動車が抱える課題を説明し、高強度薄肉中空フレームの曲げ強度質量効率を高める新しい断面形状と機械学習や統計解析などを駆使した新たな構造設計プロセスを導出する必要性について述べている。 第2章の「工学的な観点に基づく断面形状の検討」では、自動車ボディフレームの断面を構成する薄板のうち断面の縦面における面内曲げ座屈を対象とし、高張力鋼板の材料強度を十分に引き出すための縦面を支持する周辺構造の形状と縦面そのものの形状について検討している。 第3章「数学を活用した最適断面形状の検討」では、RBF法とGAによる最適化過程で得られた大量のデータを、SS-ANOVA、PCA、SOM、クラスタリングといった統計的アプローチで分析することにより、曲げ強度質量効率を高めるための自動車用フレームの断面形状の設計指針を再構築している。 第4章の「設計画像データを用いて特徴量を抽出する手法の検討」では、CAEビッグデータから、設計者が予め想定できない未知の設計因子を抽出することを狙い、自動車のボディフレームに関する設計画像データ(断面形状)、フレーム機能量(曲げ強度の質量効率)の関係を、機械学習の一種であるスパースモデリングで定式化することで、機能向上に重			

要な画像上の特徴量を抽出できる手法を開発している。また、本手法で可視化したフレーム断面の形状における重要部位とそこから求めた断面形状に関する設計の指針は第2章や第3章で得られている知見とも合致していることを示している。

第5章の「実験による効果検証」では、第4章までの工学・数学両面での検討から得られた車体フレーム曲げ強度の質量効率を高めるための断面設計の指針に基づき、新しいBピラー断面形状を設計した上で、CAE・実験の両面での効果を3点曲げ／軸曲げという2種類の境界条件で実証している。その結果、いずれの境界条件においても従来の断面形状と同等の質量で約1.5倍の曲げ強度を確認している。

第6章の「本論文の結論」では、本論文で獲得した知見を総括している。

.....

以上のように、本論文は高張力鋼板で形成される薄肉中空フレームの曲げ強度質量効率を高めており、自動車及び関連業界への寄与が期待できる。審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。