

博士學位論文審査要旨

学位申請者氏名	古巢 克也
論文題目	薄板で構成された箱形断面梁の座屈に関する研究
審査委員 (職名・氏名・印)	
主査	教授 弓削 康平
審査委員	教授 酒井 孝
	教授 笠原 和夫
	教授 山田 貴博
論文審査結果 (合 否)	合格
論文審査の要旨	<p>近年,自動車車体強度の向上と軽量化のために高強度鋼板の利用が多くなってきている.これに伴い,車体骨格部の耐力算出にあたっては,薄板で発生しやすい弾性座屈を考慮する必要が生じてきた.本論文はこの方向の研究の一環として,車体の骨格の基礎的な構造である箱形断面梁の弾性座屈荷重の設計式を求めることを目的としている.</p> <p>論文の構成と概要は以下のとおりである.</p> <p>第1章では研究の背景と目的が述べられている.自動車車体の強度剛性を高めるため高強度鋼の利用が多くなり,かつ軽量化のために薄板化を進めた結果,自動車車体骨格部の耐力算出に弾性座屈荷重が重要になってきたこと,特に車体骨格の基礎である箱形断面梁の算出式が強く求められているにも関わらず算出式を導出した既存の研究が少ないために,様々な荷重に対するこの算出式の導出を研究目的としたことが書かれている.また検討の手順として,境界条件を満たす座屈変形を与えて各薄板同士の連成を考慮に入れエネルギー法を利用し,座屈変形が無限級数で表される場合には有限項で近似し,かつ車体骨格の概念設計に使いやすく,理論的背景が明確で,素性の良い設計のために実用的な式を導出することを念頭においたことが書かれている.</p> <p>第2章では,本研究で取り扱われている箱形断面梁の座屈解析の基礎となる薄板の様々な荷重に対する弾性座屈理論に関する既存の研究内容を調査している.座屈の微分方程式が板の曲げ方程式から求められることを述べ,長方形平板の圧縮座屈はその微分方程式を解くことによって得られること,一方,せん断,および純曲げの応力が組み合わさった場合など一般的な形状の構造要素においては,座屈が主としてエネルギー法を利用して求められていることを述べている.また,複合荷重時の座屈応力関係式が主と</p>

論文審査の要旨（続）

して理論値の回帰式として求められていること、箱形断面梁に関する過去の研究例はあるもののその数は少ないことが記されている。

第 3 章では、箱形断面梁に対するねじり時のせん断座屈応力を簡便に求める方法を検討している。エネルギー法に基づいて求められる箱形断面梁のせん断座屈の固有方程式は有限項で近似しても十分な精度が出ないこと、しかし、縦板と横板の幅に関して対称性を有することから公知の平板のせん断座屈応力の式とを基にして、横板と縦板の幅に関する同次かつ対称な座屈応力近似式を提案している。また、その精度を検証して、有限要素法による結果と比較して、断面の実用上重要なアスペクト比である 0.4~1 の間においては誤差はおよそ 5%以内であり、十分に実用的な精度であることが示されている。

第 4 章では、箱形断面梁の曲げ座屈に関して、エネルギー法に基づいてその座屈応力を求めている。ねじりや圧縮が作用する場合、梁を構成する薄板の座屈変形を軸対称として考えることができるが、梁の曲げに対しては、薄板の変形形状が軸対称とはならないため、ねじりや圧縮とは異なる考え方が必要で、断面を構成する薄板には、曲げモーメントにより曲げ応力が作用する面と圧縮応力が作用する面、および引張応力が作用する面とが存在し、それぞれの面で座屈発生時の変形形状を仮定し、かつ隣接する薄板同士の連成を考慮する必要があることが述べられている。このため、圧縮または曲げを受ける 3 面で座屈が発生すると仮定した場合、および圧縮面のみ座屈し、隣接する 2 面は強制変形すると仮定した場合に関して、座屈応力係数を導出し、その精度を有限要素法による座屈固有値解析で求められる結果との比較により検証している。その結果、前者は、仮定した曲げ応力による座屈変形が有限要素解析とは異なることより、有限要素法による計算結果と大きな差が見られること、後者は有限要素法による結果との差は最大でも 14%であり、実用的な座屈応力係数の近似式であることが示されている。また、本章では、曲げモーメントによる箱形断面梁の座屈応力係数は、断面のアスペクト比のみの関数であるという重要な知見が得られている。

第 5 章では、圧縮荷重、曲げモーメント、ねじりトルクが複合する荷重における箱形断面梁の座屈応力や耐力を求めるための基礎である座屈応力関係式を求めている。はじめに、複合荷重時の平板の座屈応力関係式がエネルギー法に基づいて得られることを示している。さらに、それらの式の類似性について考察している。続いて、この方法を拡張することにより薄板で構成された箱形断面梁に軸圧縮力とねじりトルクが複合する場合に関して、圧縮とせん断の座屈応力関係式を提案し、その精度を有限要素法による座屈固有値解析結果と比較し検証している。また、得られた関係式は、一つのパラメータにより関連づけることができることを示している。さらに、箱形断面梁の圧縮ねじり座屈に対する座屈応力関係式を提案し、車体骨格に使用されるアスペクト比の範囲では十分な精度を有していることが示されている。

第 6 章では、各章で実施したエネルギー法に基づく箱形断面梁の各種荷重条件に対する弾性座屈応力の近似式の導出とそれらの精度検証により得られた知見がまとめられている。また、本研究に関する注意点として、実構造へ適用するにあたっては初期不整の影響を考慮することが必要であること、本研究で用いたエネルギー法をさらに種々の断面を有する梁に拡張する場合には、適切な座屈変形を仮定することが重要であることが述べられている。

以上のように本論文は、近年の自動車車体への高強度鋼板の導入に伴い重要性が増してきた箱形断面梁の種々の荷重条件に対する弾性座屈荷重の近似式をエネルギー法に基づいて求めその精度を検証したものであり、博士（工学）の学位論文として新規性と工学的有用性を十分に有するものであると判定した。

以上

(以 上)