

薄板で構成された箱形断面梁の座屈に関する研究

古巣克也

概要

近年自動車車体の骨格において、強度を保ちつつ軽量化を図るため、高強度鋼板の利用が多くなり、かつ鋼板が薄くなってきている。従来、この車体の骨格の静的強度や衝突性能を考慮した初期概念設計において、骨格を構成する断面の全塑性力を評価し断面形状を決定する方法が用いられていた。しかし、薄板化に伴い弾性座屈が発生しやすくなり、これに伴う耐力(強度)や剛性の低下を見積もるためには、弾性座屈応力や座屈後の応力・変形を知ることが必要である。この目的のため一般に、有限要素法(FEM)に代表されるCAE(Computer Aided Engineering)が利用される。しかし、設計の初期段階において詳細な車両の形状が確定していないため、CAE計算モデルを作成することは困難であり、逆に、詳細な形状が確定した後で設計要件を満たさないことがわかっていても基本形状の設計を変更することは容易ではない。そこで、車体の骨格の耐力を詳細設計前に見積もるために、初期設計段階において弾性座屈の発生を考慮した耐力の評価方法を明確にし、その理論的背景を理解することが重要となる。

本論文では、車体骨格の基礎的な形状である箱形(長方形)断面の梁に関して、特に実用的なアスペクト比(短辺/長辺)0.4~1の間の断面において、耐力算出

に不可欠である弾性座屈応力を求める。梁に作用する基本的な荷重のうち、軸圧縮については既に有用な結果があるため、主としてねじりトルク、曲げモーメントに対する座屈応力を、座屈時の変形を仮定してエネルギー法を利用して算出した。また、それらが複合した場合の座屈応力関係式についても言及した。その結果、以下の結論を得た。

- ・エネルギー法による解析から得られる知見と、平板のせん断座屈応力の式を基にして、ねじり座屈時のせん断応力を求める近似式を提示した。FEM による結果と比較して、誤差はおよそ 5% 以内であり、充分実用的な精度であった。

- ・圧縮を受ける面が座屈し、曲げ面はその座屈に伴い強制的に変形されると仮定し、座屈応力を求めた。FEM の結果との誤差は最大 14% であるが、充分実用的な結果が得られた。

- ・エネルギー法により得られる座屈固有方程式を低次数の項で近似することにより、複合荷重時の平板の座屈応力関係式を求めることができた。得られた関係式には類似性があり、一つのパラメーターにより関連づけられることを示した。