

別紙様式 8 (Attached Form 8)

研 究 主 論 文 抄 録

論文題目 和文

タイプレートによる溝形鋼柱の座屈補剛効果に関する研究

熊本大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology

環境共生工学専攻 Field 循環建築工学 講座 Course

( 主任指導 Main Supervisor 小川厚治 教授 )

論文提出者 佐藤珠希 (by Tamaki Sato )

主論文要旨

鉄鋼系低層住宅の軸組には溝形鋼やリップ溝形鋼が多く用いられており、これらは非常に薄肉で断面も小さく、細長比が100を超えることが多い。このような場合、柱は曲げねじれ座屈により、その最大軸圧縮力は単純に曲げ座屈するとして求めた耐力よりもさらに低い値となる。しかしながら、住宅では、構造躯体のスペースも限られており、明確な効果が期待できる強剛な座屈補剛を施すことは困難である。

本論では、部分的に柱材のリップまたはフランジを小片の鋼板（本論では、タイプレートと称す）で部分的に閉断面とすることだけで、最大軸圧縮力の上昇を図ることを提案する。すなわち、タイプレートが最大軸圧縮力に及ぼす影響を実験的、解析的に検討し、その効果を定量化している。さらに、これらの方法を用いてタイプレートが最も効果的な位置を検討し、柱の最適設計を行えるよう提案した。

本論は5章から構成され、各章の概要は以下のとおりである。

第1章では、本論の背景及び目的を述べた。

第2章では、実験による検討結果を示した。試験体は、住宅で主に用いられる細長比が100を超えるようなリップ溝形鋼柱および溝形鋼柱を用意し、すべての断面形状について、タイプレートが接合されている柱と接合されていない柱を用意した。

実験の結果、開断面柱は、タイプレートにより部分的にねじり剛性が高い閉断面となることで、ねじれに伴うそりが拘束され、柱の最大軸圧縮力が上昇するということが確認できた。また、その効果は、座屈モードにおいてねじれ変形が支配的であるものほど大きいこと等も示し、本論で示すような断面の柱とタイプレートの組み合わせにおいて、タイプレートは曲げねじれ座屈補剛に有用であることを実験的に示した。

第3章では、有限要素解析による検討結果を示した。第2章では、リップ溝形鋼柱および溝形鋼柱の座屈挙動やタイプレートの補剛効果について、実験結果に基づいて検討した。

しかし、長柱の最大軸圧縮力は初期不整や残留応力の影響を強く受けるため、ばらつきが大きい。したがって、例えばタイプレートの位置を変えて実験を行っても、実験による最大軸圧縮力の大小関係がタイプレートの位置を直接反映したものか、または、初期不整などに起因するばらつきであるのかを判断することは困難である。タイプレートの効果が最大になる位置を実験で探ろうとするなら、タイプレート位置を変えた試験体を多数準備して、平均値などの統計的処理結果による必要がある。そこで、筆者は、ばらつきのある長柱圧縮試験結果の傾向を明確に把握する手段を得るため、タイプレートにより補剛された柱モデルについて有限要素解析を行い、その弾性座屈荷重を用いることで柱の最大軸圧縮力を適切に評価できることを示した。部材の最大軸圧縮力は元たわみや残留応力、塑性化の影響を受けるが、個々の部材の初期不整を考慮して設計することは不可能である。したがって、このような部材の最大軸圧縮力は初期不整のない弾性部材の耐力から曲げ座屈細長比を算出し、初期不整の影響を考慮した既往の圧縮材の耐力式によって評価するのが、実用的であると考えた。第3章では、有限要素解析結果による曲げ座屈細長比と既往の耐力式を組み合わせることで、柱の最大軸圧縮力の近似値や下限値が算定できることを確認している。

第4章では、エネルギー法を用いた簡便な弾性座屈耐力の近似解析法を提案した。2章、3章では、タイプレートの補剛効果について、実験及び有限要素解析により評価可能であることを示しているが、有限要素解析の結果も実験結果と同様に対象試験体の最大軸圧縮力を与えるだけであり、補剛材がどのような変形を、どのように拘束した結果が耐力上昇に繋がっているのかを明らかにするものではない。

そこで、第4章では、エネルギー法を用いた溝形鋼柱の座屈解析法を示し、既往の実験結果と比較した。その結果、本研究で対象とした試験体については、エネルギー法による解析で実験結果と概ね対応した結果が得られることを示し、タイプレートは柱のそり変形を拘束することでねじれ補剛の効果を発揮することも確認している。また、この解析方法を用いて、タイプレートの最適位置について検討し、タイプレート4枚を最適位置に取り付けることによって、さらに大きな最大軸圧縮力を確保することが可能であることを解析的に明らかにした。

エネルギー法は、座屈耐力を陽な形で表現する設計式を誘導する際などに多く用いられてきた。しかし、ここで示したエネルギー法は、変形を適当に仮定しながら試行錯誤で座屈耐力の最小値を見出そうとするものであり、必要な式の誘導は比較的容易である。有限要素解析以外の手段がなかった複雑な座屈問題に対して、エネルギー法の新たな活用方法を提示できたと考えている。

第5章では、各章で得られた結論をまとめて示した。