

論文の要旨

題目 角形鋼管を外管に用いた複数の丸鋼芯材による座屈拘束ブレースに関する研究

(Study on buckling-restrained brace with multiple steel bar cores using square hollow section outer tube)

氏名 張 思晋

本論文は、丸鋼芯材を用いた座屈拘束ブレース(Buckling-restrained brace, BRB)に着目し、その転造ネジ加工の適用可能な丸鋼断面の制限から BRB の最大設計軸力が限られているという問題を解決するために、幅広い範囲の軸力に対応できる複数の丸鋼を用いた BRB を提案している。提案する BRB の座屈拘束材の設計式を提示するとともに、繰返し載荷実験と数値解析により BRB の構造性能を確認する。本論文は、全 6 章で構成されている。

第 1 章は、序章であり、本研究の背景として、丸鋼芯材を用いた BRB の低い最大設計軸力を克服し、中低層建物から高層建物まで幅広い範囲の建築物に対応する BRB の開発が期待されることを述べている。丸鋼芯材として用いている ABR (建築用アンカーボルト) は最大の規格が M48 に限られているため、BRB の最大設計軸力が限定されていた。そのため、芯材に鋼板や鋼管を用いた BRB と比べて丸鋼芯材を用いた BRB の適用範囲が狭いという問題点があった。そこで、本研究では高い軸力にも対応できるように複数の丸鋼を用いた BRB を提案することを目的としている。

第 2 章では、複数の丸鋼芯材を用いた座屈拘束ブレースの構成形式の一つとして、まず 2 次補剛管中央配置形式ブレースの構成概要や設計法などを示す。続いて、繰返し載荷実験について述べ、ブレースの全体挙動、スプリング機構の挙動、座屈拘束材の挙動および応力状態を分析している。最後に、有限要素解析について述べ、1 次補剛管の寸法をパラメタとした解析結果より 1 次補剛管に用いる設計式の妥当性と安全度について分析している。

第 3 章では、前章 (第 2 章) で 2 次補剛管中央配置形式ブレースを検討し、ブレースの重量や構造の複雑さなどの問題点を明らかにした。そこで、本章で改良したブレースを検討し本研究の提案ブレースとする。まず、ブレースの中央に配置する 2 次補剛管を外に配置する形式 (外管と呼ぶ) に変更し、ブレースの軽量化を図る。さらに、ブレース端部接合形式およびスプリング機構を簡素化する。本章では、角形鋼管を外管に用いた複数の丸鋼芯材による座屈拘束ブレースの構成を示し、ブレース改良点の詳細を述べ、内管と外管による座屈拘束材の設計法を提示している。

第 4 章では、第 3 章に提示した座屈拘束材の設計式を用いて、内管のスペーサー間隔をパラメタとした計 3 体の実大レベルの試験体を製作する。外管については座屈しない余裕度ある設計とする。3 体の試験体は内管の安全度評価から座屈するケースと座屈しないケースを想定する。実際のブレース架構を想定し、ブレース試験体を 45 度の設置角度とし、十字継手を用いて載荷フレームの柱梁接合部と連結する。漸増振幅繰返し載荷を行い、提案ブレースの復元力特性を確認する。特にスペーサー間隔が内管の座屈挙動に及ぼす影響を明らかにする。スプリング機構の有効性を確認するとともに、ブレースの上下の塑性化部の変形状態を比較する。内管と外管の応力状態を分析する。

第 5 章では、有限要素解析プログラムを用いて、3 体の試験体に対応する解析モデルを構築する。効率的に解析を行うために、外管が座屈しないと仮定した 1/2 モデルの解析を行う。ブレースの各部材の挙動と復元力特性を再現し、前章 (第 4 章) の実験との比較することで解析の妥当性を確認するとともに、芯材と内管の相当応力分布および芯材に生じる軸歪について分析する。また、縮み代の設置条件がブレース芯材の弾塑性挙動に及ぼす影響を 2 つ解析モデルを比較することで明らかにする。

第 6 章は第 5 章までに得られた研究知見を要約し、本研究の総括的な結論を示すとともに、今後の課題を提示している。