

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 FIDES Suzanne
Lorenzo Fucnles

本論文は、様々な種類のパッシブダンパーを配した鉄筋コンクリート造建物の地震応答の特徴を抽出し、さらに、非線形性を考慮した応答評価手法を提案することを目的として行われた解析的研究をまとめたものであり、7章で構成される。なお、原文はすべて英文である。

第1章「序」では、近年耐震設計で多く用いられるようになってきているパッシブダンパーの種類と原理を概説し、既往の研究を概観し、耐震設計が理論よりも個別の数値解析に依存して行われていることを指摘している。そこで、本研究の目的として、種類や配置の異なるパッシブダンパーをもつ建物の地震応答の特徴を抽出して、応答低減効果を理論的に評価することとしている。

第2章「多自由度系応答解析の手法」では、ダンパーをつける前の解析対象、解析手法、入力地震動、ダンパーがない場合の建物の応答解析結果などについて述べられている。

第3章「ダンパーつき構造システム」では、ダンパーの解析モデルおよびダンパーがある場合の地震応答の特徴について述べられている。4階、12階及び24階建てのパッシブダンパーを配した一般的な鉄筋コンクリート造建物を設計し、2次元の多質点系モデルに置換している。ダンパー種別としては、粘性ダンパー、粘弾性ダンパー及び履歴ダンパーの3種類を対象とし、それぞれのダンパーに対して、等価粘性減衰を算出する方法を検討している。また、ダンパーの付加による非比例減衰の効果については、建物高さ方向のダンパーの配置方法ごとに解析を行ない、検討している。ダンパーの配置方法には、(1)解析や設計でよく仮定される比例減衰の条件に近くなるように配置する UNIF 分布、(2)中央部に2倍配置する CENT 分布、(3)一つの層にのみダンパーを配置する CONC 分布の3通りを対象とし、特にダンパーを多く配置した層の上下の層では応答が増大することがあること、一般にダンパーの最適配置は比例減衰とは大きく異なること、などを指摘している。

第4章「ダンパーの高さ方向の配置」では、動的解析を多数行なって、パッシブダンパーの最適配置を決定する手法を検討している。繰り返し解析により、得られた最適配置では、ダンパーによる応答の低減効果は非常に良い。最適配置では、履歴ダンパーを用いた場合は少ない層にダンパーが集中するのに対して、粘性ダンパーを用いた場合は多くの層に分布する。

ただし、以上の解析は計算が非常に繁雑になることも指摘している。

第5章「最大応答変形の推定」では、非線形静的解析を基本にした応答推定法でさまざまな種類のパッシブダンパーの応答低減効果を一般的に評価する手法が提案されている。Capacity-spectrum 法などでは、非線形静的解析に基づく評価の手法が用いられているが、粘性減衰を適切に考慮する方法は確立されていない。そこで本研究では、静的解析に粘性ダンパーの配置を取り入れるため、ダンパーをそのエネルギー吸収能力によって等価剛性を決定して、弾性トラスに置換する手法を提案している。複数の建物モデル及び入力地震動を用いて、提案した手法による応答評価と、時刻歴地震応答解析の結果を比較することにより、提案手法の適用性が検証されている。ダンパーの配置によって非比例減衰となる場合に対しても、平均的には提案手法によって地震応答を精度よく予測することを確認している。ただし、応答予測の精度は建物の高次モードによって強く影響を受けるので、ダンパーのモデルによって、層毎に影響の度合を設定する必要があることも指摘している。

第6章「入力地震動の影響の検討」では、地震動の違いによる応答への影響を一般的に考慮する手法を検討している。特に、減衰定数が大きい場合について、短周期領域を対象とし、等価粘性減衰を評価する方法を検討し、応答スペクトルの修正方法を提案している。ダンパーの配置によって、建物の減衰だけでなく剛性と強度も増大することを考慮して減衰補正係数を修正する式を提案し、減衰が大きい場合の精度が向上することを確認している。

第7章「結論」では本研究の成果がまとめられている。開発した手法により、静的解析を基本にした応答予測が可能であること、さらに非比例減衰応答を考慮してダンパー配置の検討が可能であること、などを明らかにしたが、高次モードの効果に関してはさらに検討が必要であることも指摘している。

以上のように、本論文は、さまざまな種類のパッシブダンパーを有する構造物の応答低減効果を一般的に評価する手法を提案しており、また、ダンパーをもつ建物の性能設計における耐震設計規範に対して理論的な意味を付与することに大きく貢献している。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。