

制震ダンパーを集中配置した構造システムの検討
その1 多質点モデルによる検討

正会員 ○大島 実穂*¹ 同 木本幸一郎*²
同 伊藤 隆之*¹ 同 上野 敏範*²
同 松平 有生*² 同 島崎 和司*³

制震 集中配置 履歴ダンパー
鋼材ダンパー 地震応答解析

1. はじめに

近年、中高層建物を制震構造とする需要が高まっている。制震構造は、制震ダンパーを各階に配置する方法(分散配置)が一般的だが、基準階の計画に制約がないように下層階のみに配置(集中配置)する事例報告もある。

集中配置の制震建物の耐震性能は、制震ダンパーを配置する層とその他の層の剛性比や、制震ダンパーの耐力により影響を受けると考えられる。

その1では、中高層建物を想定し、1階の層剛性および制震ダンパーの耐力を変化させ、多質点モデルにより応答の傾向を観察する。その2では、2質点に簡略化したモデルにより、剛性比、ダンパー耐力比等をパラメータとして最適設計のための検討を行う。

2. モデル建物の概要

モデル建物は、鉄骨造11階建ての事務所ビルで、平面形状、立面形状ともに整形な建物である。1階伏図を図1、軸組図を図2に示す。制震ダンパーは鋼材ダンパー(座屈補剛ブレース)とし、1階のみに配置する。

極めて稀に生じる地震(レベル2)における目標性能は、基準階(2~11階)の最大応答層間変形角を1/100以内、層の塑性率を2以下とし、X方向の検討を行う。

3. 検討方法

3.1 解析モデル

解析モデルは、11質点系等価せん断型モデルとし、制震ダンパーはせん断バネを並列配置とする。主架構の復元力特性を標準トリリニア型とし、制震ダンパーを低降伏点鋼バイリニア型¹⁾とする。

検討モデルは、1階の主架構の層剛性を2階の層剛性の約1/2としたモデル(層剛性1/2モデル)、約1/4としたモデル(層剛性1/4モデル)とする。

また、制震ダンパーの降伏耐力を4500kN~10500kN(建物重量の約5~12%)まで変化させて、応答層間変形角の変化の傾向をみる。

主架構の層重量、初期剛性を図2中に、刺激関数図を図3に示す。分散配置の刺激関数と比較し、集中配置(層剛性1/4モデル)では、1階部分の刺激関数が大きくなる。

3.2 地震応答解析

硬質地盤立地を想定し、入力地震動は工学的基盤告示

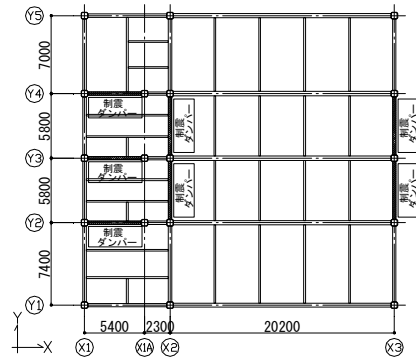
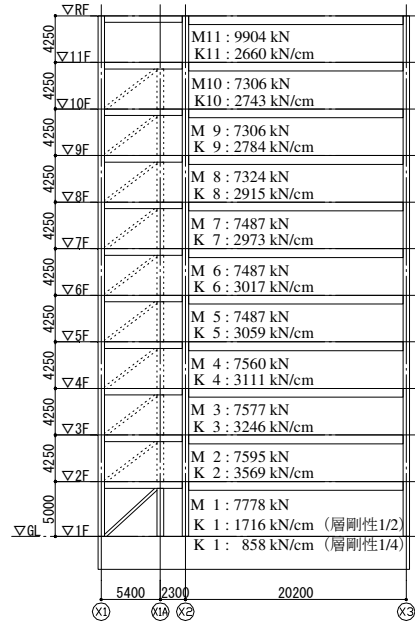
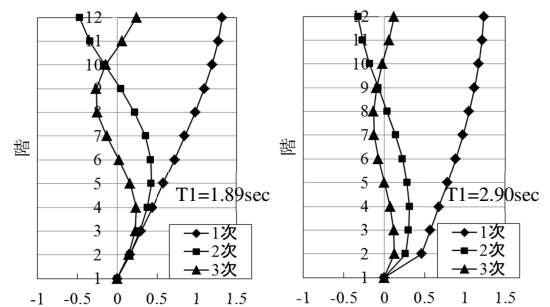


図1 1階伏図



(.....は分散配置の場合の部材位置を示す)

図2 Y2通り軸組図



(1) 分散配置 (2) 集中配置(層剛性1/4モデル)
図3 主架構の刺激関数図(制震ダンパー無し)

波 (レベル2) とし、位相は八戸 NS (E.B-HACH)、JMA 神戸 NS (E.B-KOBE)、ランダム (E.B-RAND) の3波とする。

減衰は、主架構の1次固有周期に対して2%の初期剛性比例型とし、数値積分は、Newmark β 法 ($\beta=0.25$) とし、時間刻みは0.005秒とする。

4. 検討結果

図4に層剛性1/2モデルの最大応答層間変形角の分布を示す。制震ダンパーの耐力が7500kNより小さい場合、1階の層間変形角は大きくなるが、基準階の層間変形角は1/90程度以下となる。制震ダンパーの耐力が大きくなると1階の層間変形角が小さくなり、一般的な耐震建物の応答性状に近くなる。これは、ダンパー耐力の増加に伴って1階の層剛性も大きくなり、一般的な耐震建物の剛性比に近くなるためと考えられる。

図5に層剛性1/4モデルの最大応答層間変形角の分布を示す。層剛性1/4モデルでは、層剛性1/2モデルよりも基準階の層間変形角が小さくなり、制震ダンパーの耐力が小さい場合には免震構造のような性状を示し、基準階の層間変形角は1/100以下となる。ただし、1階の層間変形角は大きくなるため、1階の層間変形角が許容値を満たすように制震ダンパーの耐力を十分に確保するとともに、1階の変形限界に対する設計上の配慮が必要となる。

図6に制震ダンパーの耐力と制震ダンパーのエネルギー吸収効率 (入力エネルギーに対するダンパー内部エネルギーの比) の関係を示す。層剛性1/2モデルよりも層剛性1/4モデルの方がエネルギー吸収効率が大きいことがわかる。これは、1階の剛性が小さい方が1階に変形が集中するためであると考えられる。また、今回の検討範囲では、制震ダンパーの耐力を一定以上大きくすると、エネルギー吸収効率が小さくなる傾向がある。これは、制震ダンパーにより1階の層剛性が大きくなり、ダンパーの変形が小さくなるためと考えられる。

分散配置で目標性能を満足するには、総耐力24000kN (建物重量の約30%) の制震ダンパーを1階から10階まで各階1500kN~3000kN配置する必要がある。集中配置 (層剛性1/4モデル) を分散配置と比較すると、1/2~1/3程度の総耐力でほぼ同等の耐震性能を有することがわかる。

5. まとめ

中高層事務所ビルを想定し、制震ダンパー (鋼材ダンパー) を1階に集中配置する場合の検討を行った。1階の層剛性を2階の層剛性の約1/2と約1/4で検討を行い、約1/4の場合には制震ダンパーの耐力を適切に選べば、目標性能を満足することができた。また、剛性比、制震ダンパー耐力とエネルギー吸収効率の相関性を示した。

参考文献 1) 近藤一平ほか: 制震を適用したSHRC住宅構造システムの開発、佐藤工業 技術研究所報 No.25、1999年

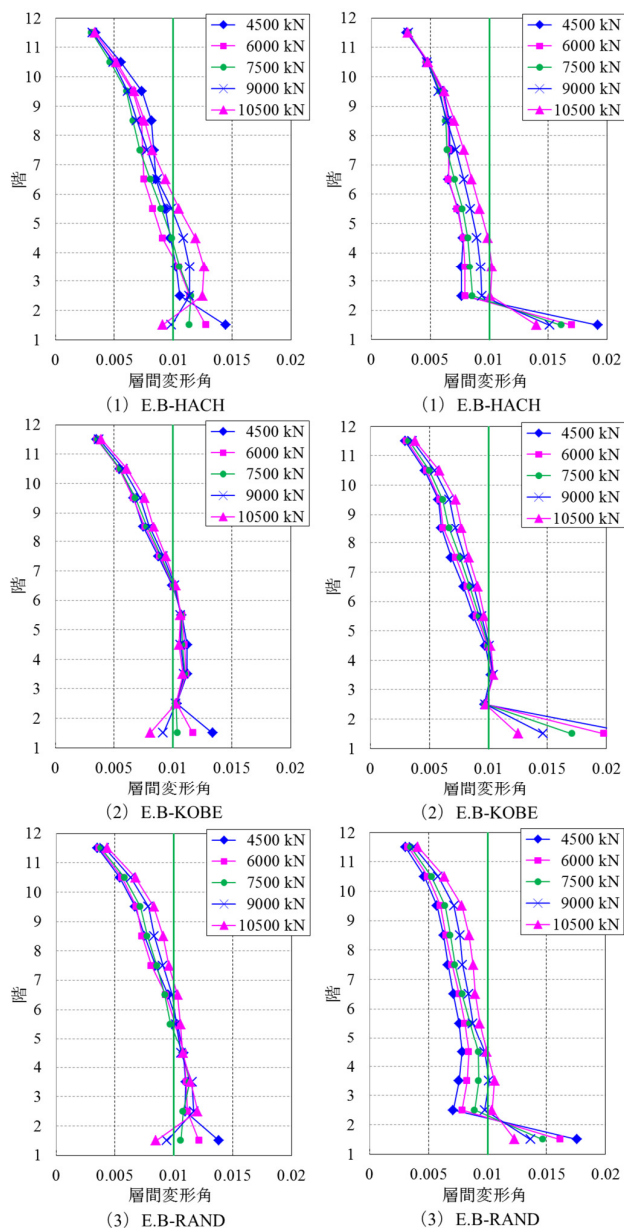


図4 最大応答層間変形角 (層剛性1/2モデル)

図5 最大応答層間変形角 (層剛性1/4モデル)

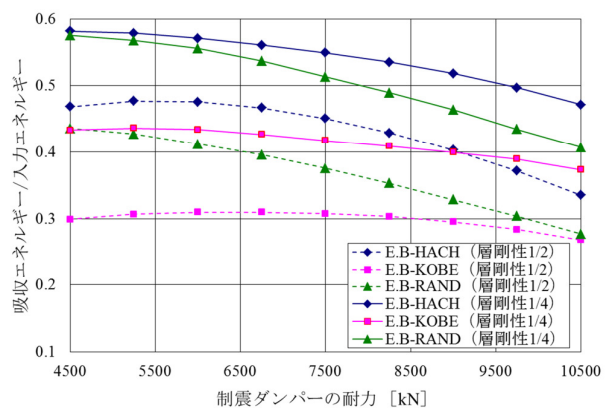


図6 制震ダンパーの耐力とエネルギー吸収効率の関係

*1 安藤ハザマ

*2 (株)エス・エー・アイ構造設計事務所

*3 神奈川大学工学部 教授、工博