

2013年度 第11回 建築・住宅技術アイデアコンペ

| | | |
|------------------|---|---|
| 提案タイトル | アーチ形ダンパーによる建物の制震化 | |
| 提案概要 (200字程度) | <p>地震時に変形をコントロールするダンパーには、様々な材料・部材形状のものが開発され、実用化されている。それら制震ダンパーの多くは建物内部に設置されるので、既存建物の補強に利用する場合には使用性を低下させることになる。</p> <p>建物外部に設置できる制震ダンパーがあれば、居室空間を維持した状態で、かつ使いながらの補強が可能となる。アーチ形の鋼製ユニットを建物外部に設置することにより、地震時の応答性状をコントロールできるので、建物の制震化や耐震補強に活用できる。</p> | |
| 提案ポイント | ① 新規性 | 既往の制震補強技術は、ブレース形状のダンパーを柱梁で囲まれた構面内に設置する方法が多い。本アイデアは、柱梁の構面内でもなく、さらに建物外部であることが新しいと言える。 |
| | ② 実用性 | アーチ形のダンパーは、一般的な鉄骨を材料とするので、製作は可能である。また、ユニット化したアーチ形のダンパーを建物外部に取付け方法としては、あと施工アンカーやPC圧着接合など既往の方法により設置可能である。 |
| | ③ 実現可能性 | 建物の外部と敷地境界線との間に設置するスペースがあれば可能である。 |
| | ④ 建築や社会に対するインパクト | 建物の耐震化を諦めていた建物所有者に対して興味を持てる技術として紹介できるので、耐震化の活性化に貢献できる。 |

提案ポイントについて

- ① 新規性 : 「従来の建築・住宅技術」に対する新規性について述べて下さい。
- ② 実用性 : ご提案のアイデアが、学術研究や情報の蓄積や整理の範囲にとどまらず、都市・建築空間で実地に用いる、あるいは実際に役立つ点を述べて下さい。
- ③ 実現可能性 : ご提案のアイデアが、理論や知識と情報、組織や体制、資金などの面から、達成される見込み・見通しを述べて下さい。
- ④ 建築や社会に対するインパクト : 生活や産業経済、建築空間に対する影響など、研究目標が達成され、成果が実用化された場合の建築や社会に対するインパクトについて述べて下さい。

※こちらにご記入頂いた内容も審査の対象となります。提案ポイント項目は審査評価基準に基づきません。

1. アーチ形ダンパー

アーチ形ダンパーで制震化した建物の概念を図1に示す。上下の斜め材と鉛直材の3つの要素から構成される。中央の鉛直材が鋼材ダンパーとして機能する部分である。このアーチ形ダンパーを図2に示すように建物外部に1層あるいは複層床間を結ぶように躯体に固定する。

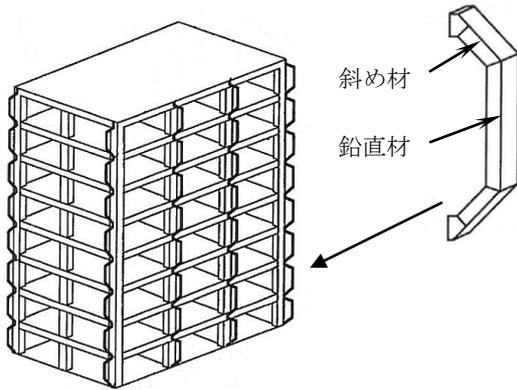


図1. アーチ形ダンパー設置建物概念図

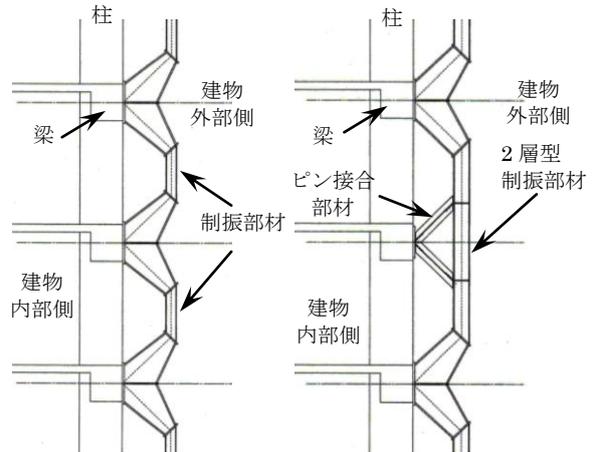


図2. ダンパー取付け例

斜め材に H-700×300×19×25(SN400), 鉛直材に H-200×200×8×12(SN400)を使用したときの履歴性状を図3に示す。図3の荷重と変形角は、階高 2,700mm と 4,100mm に設置したアーチ形ダンパーに静的に強制変位を与え層に生じた応力と制御変形角である。鉛直部材が同じ断面・クリア高さであればダンパーのせん断力は階高に応じて変化する。

[鋼材の履歴則] (1)式の R-O モデルを使用

$$\left| \frac{M'}{M_y} \right| = \frac{K_o}{M_y} |\theta| - \alpha \left| \frac{M'}{M_y} \right|^\gamma \quad (1)$$

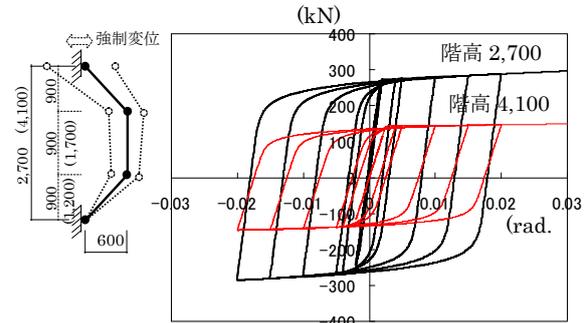


図3. アーチ形ダンパーの Q-R 関係

K_o : 初期剛性(kN・m²),
 M_y : 鉛直材の降伏モーメント(kN・m),
 θ : 鉛直材端部回転角(rad.), $\alpha=1.0$, $\gamma=20$
 降伏後の剛性は 1/100

2. 効果の検証方法

解析によりアーチ形ダンパーの制震効果を検討した。例として採りあげる解析モデル建物は、文献 1)に掲載された簡易的な集合住宅 10 階建である(図 4)。階高は 1 階が 4.1m, 2 階から 10 階まで 2.7m, 各階の地震時単位床重量は 11.76kN/m²である。

解析では等価曲げせん断質点系モデル(曲げ剛性は弾性)とし、せん断に関する復元力特性を図 5 のように設定した。各層の降伏耐力 Q_u は $0.3A_i$ とし、第 1 折点の耐力を $Q_u/3$, 第 2 折点の変形を 1/100 としている。また、第 3 勾配はいずれの層も一律 1/100 とした。履歴特性は武田モデル, 粘性減衰は減衰定数 3%, 瞬間剛性比例型とし、P- δ 効果は無視している。

解析に用いた入力地震波は、標準 3 波 (El Ccentoro-NS, Taft-EW, Hachinohe-NS) の 50kine 相当および BCJ-L2 とした。

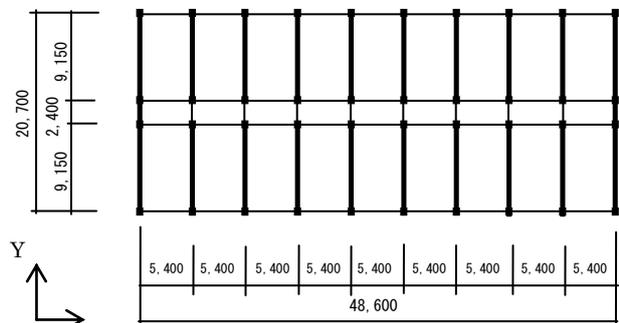


図4 基準階平面プラン

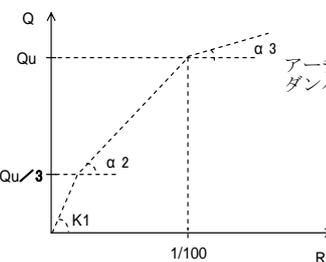


図5. 層のせん断に関する復元力特性

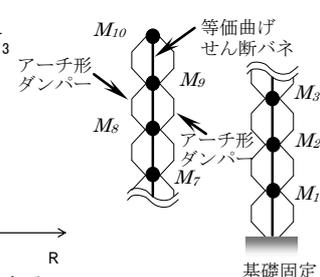


図6. 解析モデル

3. 応答性状

解析結果を図7~10に示す。固有周期は、非設置 1.02 秒、アーチ形ダンパー設置 0.87 秒である。アーチ形ダンパーを設置することにより一部応答値が増加する場合もあるが、大きな応答になることを抑制し、応答層間変形角、応答層せん断力、転倒モーメント、応答加速度ともに地震波に関わらず均一化する。応答層せん断力は全ての層で Q_u に対して余裕度が増加し、耐震性が向上したと考えられる。

図11に最大応答層間変形角が最も大きくなる3階のアーチ形ダンパー1本当たりの応答せん断力と応答軸力の履歴 (BCL-L2, 50秒まで)を示す。応答せん断力は静的解析の履歴と一致する。応答軸力は、応力換算で引張・圧縮ともに 1N/mm^2 程度であり、部材の履歴性状に影響を与えるものではないと考えられる。

4. 適用建物

- 1) 上記解析例のような板状集合住宅の桁行方向の補強として妻面に設置
- 2) 建物周辺にスペースがある公共建築物 (校舎・庁舎他) や郊外の一般建築物
- 3) ダンパー断面を小型化すれば戸建住宅にも可能性あり

5. 課題

- 1) アーチ形ダンパーの製作方法
鉄骨断面および斜め材・鉛直材の接合方法
- 2) 質点系モデル解析方法
- 3) 建物とアーチ形ダンパーの取付け方法
および接合部のモデル化

6. 開発体制

下記メンバーにより研究会にて可能性・課題を検討する。その後、共同研究にて構造実験の実施や設計施工法を構築する。なお、課題検討で得られた成果(発明を含む)は共有とする。

- ・ゼネコン
- ・鉄鋼メーカー
- ・大学学識者
- ・設計事務所
- ・戸建住宅メーカー

【参考文献】 1) 日本建築学会：長周期地震動と建築物の耐震性, pp.202-212, 2007.12

【特許】 特願 2011-284956 「制震建築構造物の構築方法およびそのための制振部材」

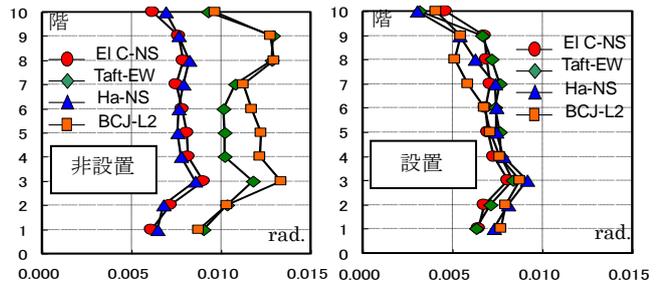


図7. 応答層間変形角

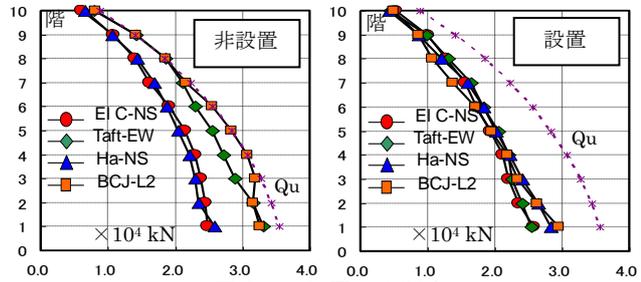


図8. 応答層せん断力

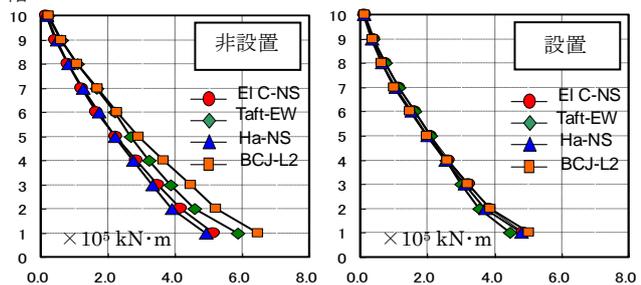


図9. 転倒モーメント

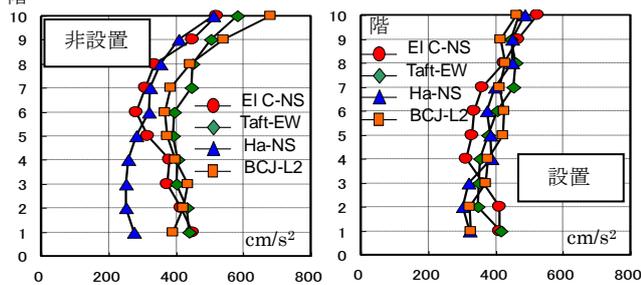
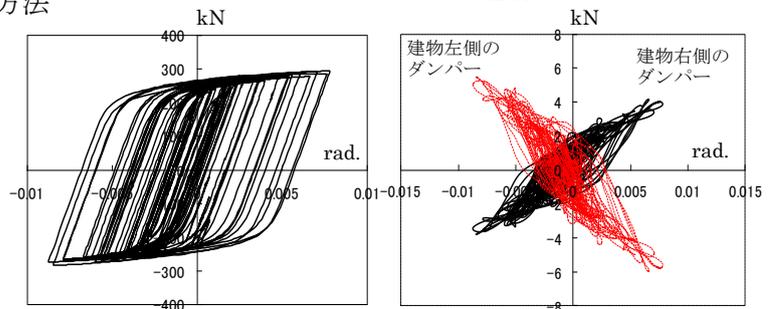


図10. 応答加速度



(a) 応答せん断力

(b) 応答軸力

図11. アーチ形ダンパー (3階) の履歴 (BCJ-L2)