

技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発 ・住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発 <input checked="" type="radio"/> 住宅等の安全性の向上に資する技術開発 以上の中から選択してください。	課題名 次世代型ダンパーを用いた長周期地震動対応戸建て免震システムに関する技術開発
--	---

1. 技術開発のあらまし

(1) 概要

戸建て住宅用の免震システムはコストおよび敷地に余裕がないことから、最低限である建築基準法の地震動レベルに対して装置の性能、組み合わせが決まっていることが多い。このような免震住宅を、内閣府中央防災会議などから発表されている発生確率が十分に高い海溝型の長周期地震動が襲った場合、免震層の応答変位が設計時の想定を超える場合がある。免震構造のような単純なメカニズム機構にとって、長周期地震動に対する応答は隣家への衝突など予期せぬ深刻な災害を招きかねない。そこで、想定内の地震動では免震性能は通常状態でありながら、免震層の限界変位を超えてしまう想定外の地震動に対し、減衰性能を大きくするなど免震層の性能を受動的に可変にできる免震装置の装備及びその設計法の構築が望まれる。

本プロジェクトではこの次世代型のダンパーを以下のステップで開発した。

STEP1 次世代型ダンパーの技術開発

- 1) 入手可能な長周期地震動と戸建て免震システムの調査を行い、今回対象とした地震動では、特に観測波において免震層の限界変位を大きく超える応答が出ることが確認された。
- 2) このような地震動でも免震層を限界変位以内にとどめるためには、図1のように免震層の速度により減衰性能が変化するダンパーが望まれる。
- 3) ダンパーの作動速度により変化するダンパー内部の圧力をパイロット圧力として利用することで、高減衰となる別回路にオイルを誘導する機構を設計した。この機構を用いれば、免震層の応答速度を利用してパッシブにダンパーの減衰性能を可変にできる。

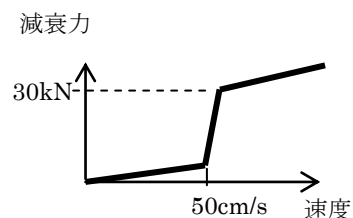


図1 本ダンパー必要性能

STEP2 ダンパーを組み込んだ戸建て免震住宅の設計法の開発

- 1) ダンパーの設計用モデルを構築し、これを組み込んだモデルでの応答解析により、今回設定した地震動はダンパー基数を調整することで、免震層応答を制御可能であることが分かった。
- 2) パラメータスタディにより対象とする地震動により適正なダンパーの仕様と装置数が提示できることが分かった。
- 3) ダンパー選択の早見表を作成することで、簡易な設計フローが構築できた。

STEP3 次世代型戸建て免震システムの検証

ダンパーを実設計で要求される性能に設定して単体試験を行い、さらに標準的な戸建て免震システムに組み込んだ実大振動台実験により以下の成果が得られた。

- 1) 想定どおり免震層が所定の速度に達するとダンパーの減衰力が切り替わり高い制動力を発揮する。長周期地震動等の想定外の地震動に対して免震層応答を限界変位以内に収めるために有効な装置であることが確認された。
- 2) ダンパーの繰り返し、振動数、温度依存性はほとんどない。
- 3) 振動台実験により解析モデルの整合性が確認された。
- 4) ダンパーが高減衰に切り替わると上部架構の応答が上がり、アスペクト比の高い家具が転倒するおそれがある。ダンパーの設置と共に家具の転倒防止策を講じるとよい。
- 5) 加振波によってはダンパーが高減衰に変化した後、圧縮方向に高速反転する時にオイルの吸い込みが間に合わず、ダンパー内に空気が溜まるなど不具合が発生する場合がある。この不具合は免震応答の片振りを誘発するので改良する必要がある。

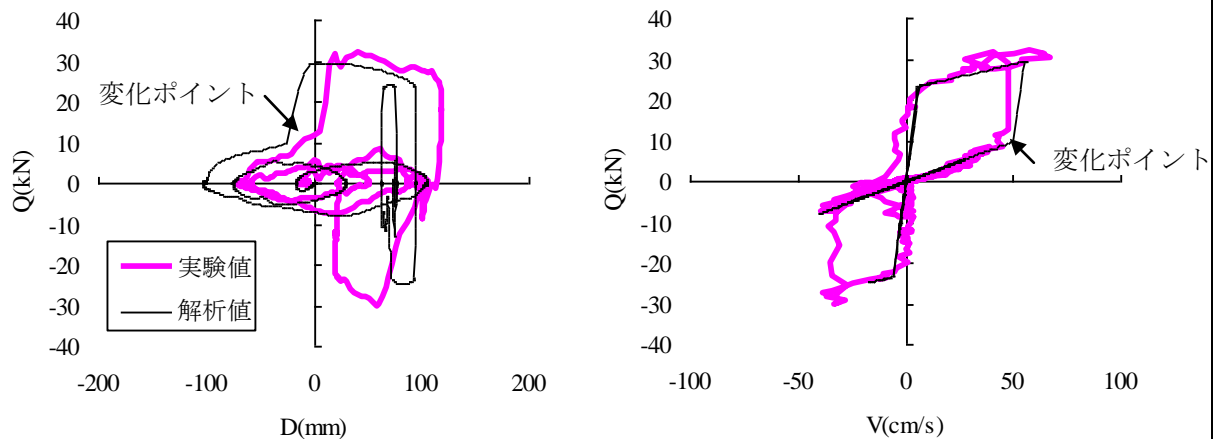


図2 柏崎波ダンパー履歴

(2) 実施期間

(平成21年度～平成22年度)

(3) 技術開発に係った経費

(技術開発に係った経費 20,994千円 補助金の額 10,497千円)

(4) 技術開発の構成員

独立行政法人建築研究所 (構造研究グループ長 飯場正紀)

株式会社えびす建築研究所 (代表取締役 花井 勉)

有限会社シズメテック (代表取締役 鎮目武治)

旭化成ホームズ株式会社 (主席研究員 中田信治)

(5) 取得した特許及び発表した論文等

発表した論文

1. 平成22年3月 5WCSCM (独立行政法人建築研究所 構造研究グループ長 飯場正紀)
 タイトル: **Effects of passively oil damper on response reduction of seismically isolated houses under high velocity earthquake motion**
2. 平成22年9月 日本建築学会 (独立行政法人建築研究所 構造研究グループ長 飯場正紀、株式会社えびす建築研究所 開発設計室 飯田秀年)
 タイトル: 次世代型ダンパーを用いた長周期地震動対応戸建て免震システム その1 性能可変ダンパーの必要性能とその設計、その2 性能可変ダンパーの性能試験結果とモデル化による応答解析
3. 平成23年8月 日本建築学会 (株式会社えびす建築研究所 開発設計室 皆川隆之)
 タイトル: 次世代型ダンパーを用いた長周期地震動対応戸建て免震システム その3 性能可変ダンパーの実用化実験
4. 平成24年9月 日本建築学会 (株式会社えびす建築研究所 代表取締役 花井勉)
 タイトル: 速度感応型性能可変ダンパーを用いた免震建築物の上町断層想定地震動対応
5. 平成24年9月 日本建築学会 (株式会社えびす建築研究所 開発設計室 皆川隆之)
 タイトル: 次世代型ダンパーを用いた長周期地震動対応戸建て免震システム その4 性能可変ダンパーの改良実験
6. 平成24年9月 15WCEE (独立行政法人建築研究所 構造研究グループ 飯場正紀)
 タイトル: **Experimental verification of passively variable oil damper applied to seismically isolated houses for response reduction**

2. 評価結果の概要

(1) 技術開発成果の先導性

日本建築学会大会梗概集では、昨年から今年にかけて、免震変位制御、免震擁壁衝突、クリアランスなどのジャンルで論文が多数発表されており、免震建築物は特に想定外の長周期地震動に対する対策が必要との認識が高まってきたようである。本技術開発では、その対策の一つとしての速度可変型のダンパーを3年前より開発経過を発表しつつ、先導的に完成させており、特に既往の免震建築物では、想定内の地震動での免震性能を悪化させないためには、本ダンパーを耐震改修として用いるのは大変有効であるといえる。

(2) 技術開発の効率性

本ダンパーは免震層の速度に応じて減衰性能を変化させる機構のため、実大のダンパーを製作し、免震層に組み込んで実大振動台実験によりその性能を検証する必要があった。製作、振動台実験を考えて戸建て用ダンパーから開発を始めたのは、資金的に適切であり、2年目に高速度の振動台を持ち、戸建て免震住宅の実験実績をもつ旭化成ホームズ(株)に加わっていただいたのは、体制的にも適切であったといえる。ただし、戸建て用のダンパーは外径等の制約が多く、回路が複雑な上、精度を要求することになり、助成期間の2年では開発が終了せず、さらに1年改良を続けることになった。開発者一同やむを得ない開発経緯と認識している。

(3) 実用化・市場化の状況

平成24年5月に戸建て用のダンパー開発が完了し、現在、戸建て免震を扱うハウスメーカーに営業をかけると共に、ダンパーメーカーに製造を打診中である。新築で用いる場合は、確認審査機関などにヒアリングを行い、必要であれば免震材料認定を取得していく。

(4) 技術開発の完成度、目標達成度

平成22年度終了時には、圧縮反転時に圧力が上がらない不具合が生じていたため、機構を改良し、単体実験と振動台実験を繰り返して不具合の解消に成功し、平成24年5月に戸建て用ダンパー開発が完了した。この内容は本年度建築学会大会梗概集にて公表している。

(5) 技術開発に関する結果

・成功点

戸建て用から開発を始めたことで、試験体の製造コストや試験装置、振動台実験装置への負荷がビル用と比べると軽かったことが、試行錯誤を容易にして、不具合の解消へもつながった。

免震応答変位抑制技術については、既往の変位感応型から速度感応型としたことで、大きな応答となるときは原点付近から高い減衰力で免震層を制動し始めるため、期待通りの変位抑制効果を得ることが出来た。

試験体の減衰性能は、ねじで容易に変化させることができるようにしたため、初期減衰、変化後の減衰力を変化させて実験を行い、解析と合わせて建物により最適な設定を提示することが出来た。

・残された課題

ダンパーメーカーに低コストで製造してもらうためには需要が必要であり、新築、既築を含めてハウスメーカー数社に営業をかけている。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

大阪市内では上町断層を考慮する設計が推奨されている。通常の免震層設計ではこの地震動に対処することは難しいことから、本ダンパーをビル用に設計した場合の優位性を大手設計事務所に提案している(本年度日本建築学会大会論文)。ビル用は一物件当たりのダンパー費用が大きく、社会的重要性も高いことから、ダンパーメーカーも参入しやすいと思われ、ここからの展開も図っていく。