

1) 住宅・建築関連先導技術開発助成事業

1) - 1 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

Study on an improved damper for response control for seismically isolated house under earthquake motions with long period

(研究期間 平成 21~22 年度)

構造研究グループ

Dept. of Structural Engineering

飯場正紀

Masanori Iiba

In this study, a passively controlled i.e. variable oil damper with velocity is applied to isolated systems to reduce the response against earthquakes with long period or high velocity. The viscous characteristics are changed through controlling flow of fluid mechanically. When the relative velocity of isolated layers will exceed a certain values and the viscous force will be large at that time. A variable oil damper which is manufactured is tested and it is demonstrated that the damper is practically applicable to the system. Through the numerical calculation, the response of seismically isolated houses under the earthquake motions, the effects of the damper on the response are investigated.

【研究目的及び経過】

免震層に設計余裕の少ない戸建て住宅用免震システムに対し、長周期地震動、やや長周期パルス地震動のように免震層の応答変位を大きくする地震動が作用する場合に、その応答を低減させるダンパーの設置が必要となる。免震層の応答速度に対応して減衰性能が大きくなる性能を有する可変型オイルダンパーを検討対象とした¹⁾。ここでは実用化に向けたダンパー単体の高速度性能試験及び戸建て免震システムの免震層に組み込んだ実験を報告する。

【研究内容】

1) 単体の高速度性能試験

ダンパーの性能を図 1 のように定めて製作し、各種依存性試験を含めた性能試験を行なった。図中の初期減衰性能①は既存免震住宅の追加用のダンパーとして低速度では減衰係数が小さいため、既存の免震性能を維持し、性能②はダンパーの付加減衰を見込んで免震層を設計するタイプである。尚、高速度の加振装置として 1 軸の振動台を用いた。

2) 実大振動台実験

一部屋の上部架構を戸建て住宅の免震部材で支持する試験体の免震層に、設定の異なる 2 種類のダンパー(A,B)を組み込んで地震動による一方向加振を行い、実大の免震層に組み込んだモデルにおけるダンパーの応答抑制性能を確認した(図 2)。加振波は既往の観測波のレベルを調整して用いた。また、可変減衰(減衰付加)の上部架構に及ぼす影響を見るためアスペクト比が約 6 の本棚を床上に配置した。

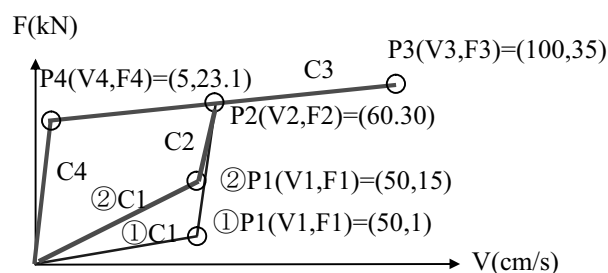


図 1 ダンパー特性



図 2 実大振動台実験外観

【研究結果】

1) 単体の高速度性能試験結果

試験では設定どおりダンパーの速度が 50cm/s を超えると減衰力が急激に増加し、高減衰特性を有する現象が確認された。ただし、速度が速くなるとダンパーの圧縮

側反転時に減衰力の立ち上がりに遅れが生じ、荷重変形履歴に欠ける現象が確認された。(図 3)

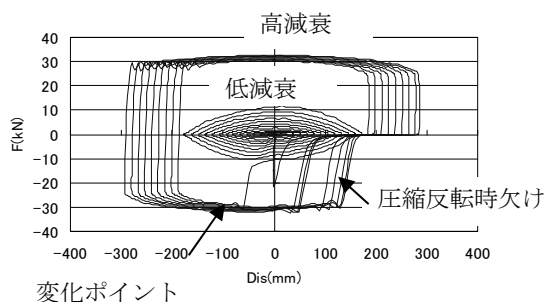


図 3 SWEEP 加振結果

圧縮側反転時の欠けの原因を圧縮時のオイルの吸い込み不足とみて、以下の改良を行った。

a) ダンパー改良 1

吸い込み不足改良のため、チェック弁のオイル通過穴の面積を 2 倍とする。また、空気圧縮比、オイル量を調整しタンク圧力を上昇させる改良を行なったが、改良の効果は見られなかった。

b) ダンパー改良 2

改良 1 に加え、吐き出しパイプを 300→820mm に長くして吸い込み口に近づける。チェック弁の動きをスムーズにするため、内径形状を R 形状にする、また油面を高くするため補助タンクを追加する等の改良を行ったが、性能の改良は確認できなかった。

c) ダンパー改良 3

ダンパー性能の不安定さの原因を解明するため以下の試験を行なった。

- ・油量の違う装置 3 体を試験する
- ・タンク内の空気による悪影響をなくすため、外部にアキュムレータを装着する
- ・減衰力を可変させずに最初から高減衰とする
- ・ダンパーのリリーフ荷重(降伏荷重)を 30→20kN に下げる

アキュムレータの試験では、横向きに装着したことで、油をうまく吐き出せず試験を中止した。最初から高減衰とする試験でも改良が見られないことから、原因は可変装置でないことを確認した。降伏荷重を下げ、油量により圧力を上げた装置で圧縮側反転時の欠けの改善がみられた。ただし、最も圧縮された状態(第 3 象限)ではタンク内圧力が高圧になり想定より減衰力が上がる現象が現れていた(図 4)。

2) 実大振動台実験結果

試験ダンパー A, B (降伏荷重がそれぞれ 30、20kN) 共に免震層が所定の速度に達すると減衰力が切り替わり、高い制動力を発揮する。特に柏崎波では、ダンパー

無しの時の免震層予測変位は免震層の限界変位 350mm を超える大きく超える 577mm に対し、ダンパー A 装着時の変位は 124mm にとどまっている(図 5)。

減衰力が切り替わる前は本棚はほとんど応答していないが、降伏荷重 P_y を 20kN と低めに設定したダンパー B でも減衰力が切り替わると本棚が動き出す現象がみられる。

神戸波ではダンパー圧縮側反転時に荷重の立ち上がりが遅れ、応答履歴が欠ける現象が数回見られた。取り外して調査するとダンパー内にエアが発生していて圧縮方向に無抵抗の領域が数十ミリ存在する。

ダンパーのモデルはダンパー単体試験より設定したが、免震モデルのミュレーション解析結果は、図 6 のようにダンパー圧縮側反転時の欠けを除いては比較的実験結果と対応する結果が得られた。

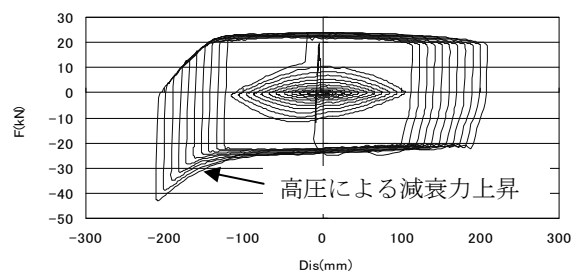


図 4 圧縮側の欠けが改善した SWEEP 加振結果

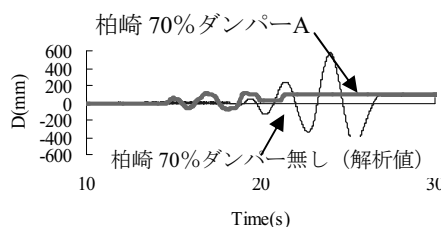


図 5 柏崎波ダンパー有無の免震層応答比較

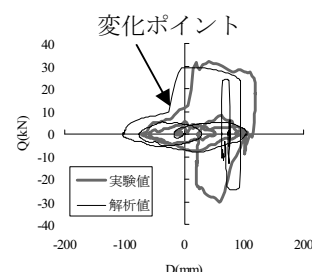


図 6 柏崎波ダンパー履歴

謝辞

本開発は国土交通省平成 22 年度住宅・建築関連先導技術開発助成事業に採択されたものである。共同開発者 鎮目武治氏、近藤信雄氏に感謝申し上げる。

【参考文献】

- 1) 飯場正紀、花井 勉、皆川隆之、飯田秀年：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、日本建築学会大会学術講演梗概集、B2、pp.321-324、2010.9