

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

オイルダンパー 性能可変 戸建て免震システム
長周期地震動 やや長周期パルス

正会員 ○皆川隆之*¹ 同 花井 勉*²
同 飯場正紀*³ 同 中田信治*⁴

1. はじめに

筆者らは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限界変位を超える地震動が作用した時に、その応答速度に感応して減衰性能が大きくなる性能可変型オイルダンパーの開発を行なっている¹⁾²⁾³⁾。本編ではその3で報告した圧縮反転時の不具合等をダンパー機構の改良により解消し、単体試験および実大振動台実験によりその性能を確認した結果を報告する。

2. ダンパー機構の改良

開発したダンパーは収まりおよび施工性の面よりピストンが片側のみとなるユニフロー形式を採用している。ユニフロー形式のダンパーは図1のように引張時と圧縮時で圧縮する区域およびオイルの容量が異なるため特性を揃えるのが難しい機構である。緊急回路圧縮反転時に圧力の立ち上がりが遅れるのは、その直前のA室のオイルに吸い込み不足またはエアレーション（空気混入）が生じている疑いがあるため、ダンパー上部に補助タンクを抱かせることにより（図2）、吸い込み不足解消とリリーフバルブ（図1中⑤）通過後のオイルが空気面と隔絶するように解決を図った。

また、緊急回路の保持時間に直結するチェックバルブ回路（図1中③）のクリアランスの影響を見るため、ク

リアランス 5μ を2体（ダンパーB,C）、 10μ を3体（ダンパーD,E,F）作成した。

3. 単体試験

改良したダンパー5体を前年度と同様に振動

台を加振機として単体試験を行なった。加振波は振幅を漸増させた正弦波（ $D_{max}=30\text{cm}$, $V_{max}=140\text{cm/s}$, $f=0.74\text{Hz}$ ）と、ダンパーを組み込んだ時の免震層応答波（K-NET 柏崎 NIG018 NS⁴⁾ 応答変位解析波形 80%： $D_{max}=21\text{cm}$, $V_{max}=64\text{cm/s}$ ）を5秒間のインターバルを置いて連続加振する波である（図3）。尚、ダンパーのリリーフ荷重はこの仕様の設計限界降伏荷重 70kN としている。

図4にはダンパーBでの免震層応答波加振の結果を示す。荷重-変形関係は想定どおりの長方形履歴を描き、荷重-速度関係も概ね設定した値であり、改良の成果は得られたといえる。同図cにはダンパー内の圧力の時刻歴変動を示しているが、インターバルの間も圧力はあまり

下りながら緊急回路を保持しており、加振後数十秒かけて圧力が下がっているのが分かる。ただし、2,3分後の次の加振では通常回路に戻っていることから、本震後の余震時には通常回路状態での応答となる。

他のダンパーでも同様の応答結果が得られ、製造のばらつきは少ないこと、この設計限界荷重での挙動は問題ないこと、およびチ

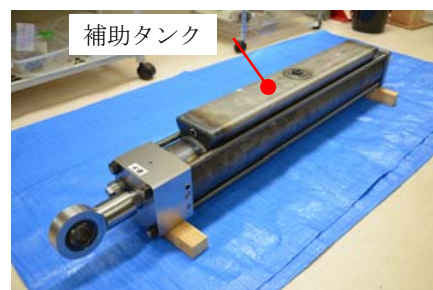


図2 改良ダンパー姿図

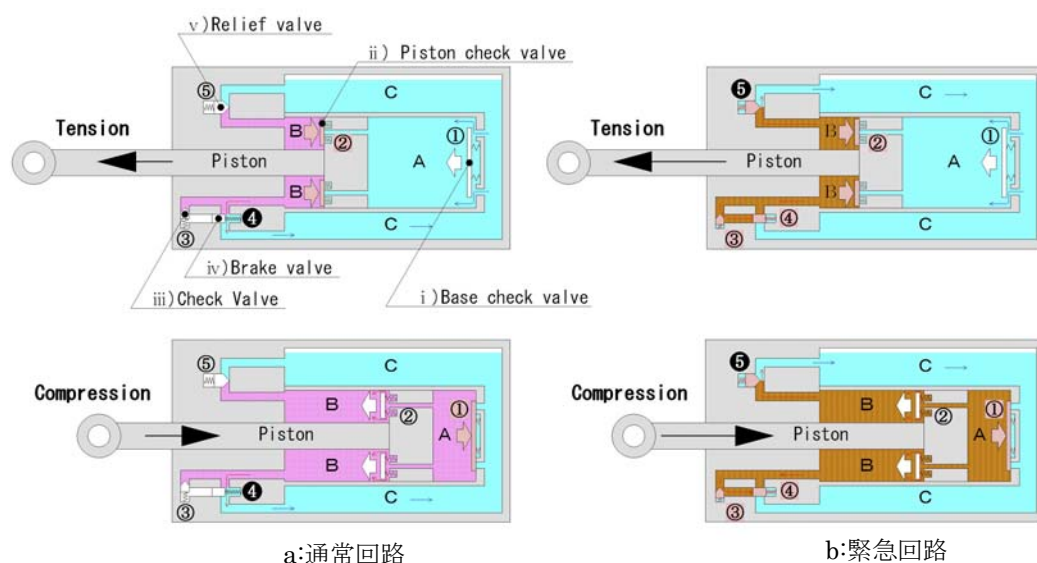


図1 ダンパー機構概念図

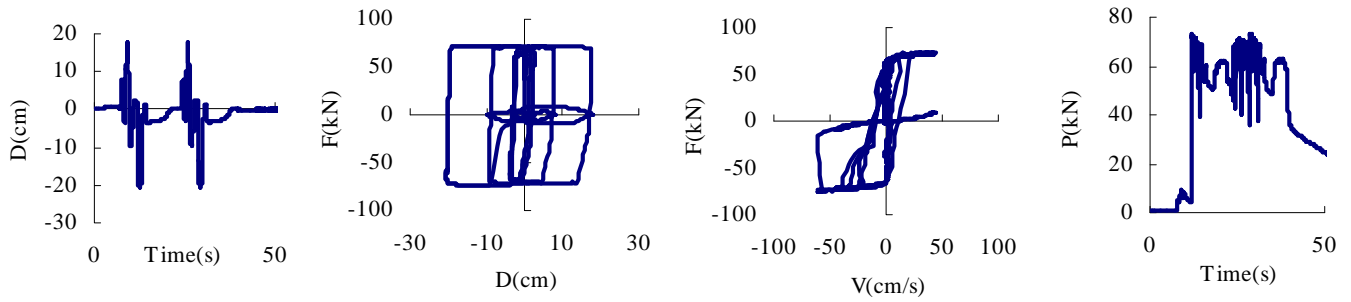


図3 連続加振波形

a:荷重-変形関係

b:荷重-速度関係

c:ダンパー内圧力変動

図4 単体試験応答

エックバルブ回路の空き寸法は5~10 μ の精度であれば性能に影響しないことを確認した。

4. 実大振動台実験

前年度と同様に1部屋の上部架構を戸建て住宅の免震装置で支持する試験体の免震層にダンパー(B)1基を組み込んで、地震波等による1方向加振を行なった。振動台の重量制限よりダンパーのリリーフ荷重は50kNとしている。

図5には正弦波(Dmax=22.8cm, Vmax=82cm/s, f=1Hz)と鷹取NS波⁹⁾80%(Dmax=37.5cm, Vmax=105cm/s)入力時の免震層応答とダンパー負担荷重の関係を示す。免震層の速度が設定した50cm/sを超えるとダンパーの抵抗力が上がり強震中は高い減衰力を保持しているのが分かる。図6は鷹取波の免震層応答変形を解析値と比較したものである。一質点に縮約した解析値は実験値をほぼ追えているといえる。ダンパーがない場合は試験体の制約から入力はできなかったが、解析値より本ダンパーを入れることで応答変形が免震層の限界変形を超える41.1cmから設計限界変形以内の10.9cmに大幅に減少することとなる。

4. まとめ

前年度の不具合を詳細に分析してダンパー機構の改良を行なった。検証用に行なった単体実験、実大振動台実験およびモデル解析との比較により以下のことが分かった。

- ・ 実用上支障の無い範囲で目標性能が実現できている
- ・ 製作した5体の性能のばらつきは少ない
- ・ この仕様で設計限界降伏荷重70kNまでを確認した

謝辞

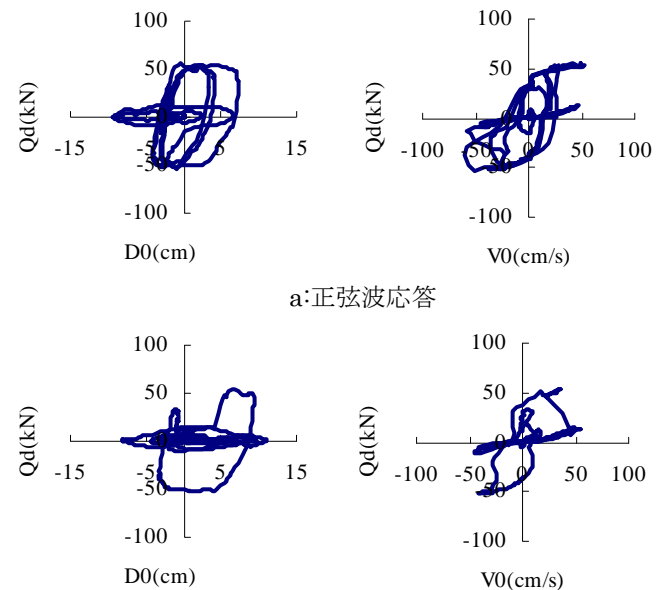
本開発は国土交通省平成21・22年度住宅・建築関連先導技術開発助成事業に採択されたものである。共同開発者鎮目武治氏、近藤信雄氏に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 2) 飯場正紀、花井 勉、他：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

- 3) 皆川博之、花井 勉、他：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、日本建築学会大会学術講演梗概集、B2、pp.467-468、2011.8
 4) 防災科学技術研究所：強震観測網、<http://www.kyousin.bousai.go.jp>
 3) 中村豊、他：1995年兵庫県南部地震の地震動記録波形と分析(II)、JR地震情報No.23d、(財)鉄道総合技術研究所ユレダス開発推進部、1996年3月(使用データはJR警報地震計鷹取駅FDシリアル番号R-004による)



a:正弦波応答

b:鷹取波応答

図5 実大振動台実験応答

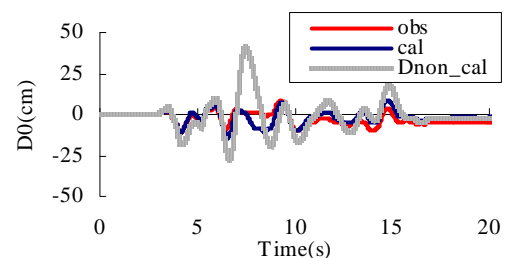


図6 免震層応答変形(鷹取波)

*1 えびす建築研究所
 *2 えびす建築研究所 代表取締役・博士(工学)
 *3 建築研究所 博士(工学)
 *4 旭化成ホームズ 博士(工学)

*1 Ebisu Building Laboratory Co.,
 *2 President, Ebisu Building Laboratory Co., Dr. Eng.
 *3 Director, Building Research Institute, Dr. Eng.
 *4 Asahi-kasei Homes Co., Dr. Eng.