

すべり支承免震構造物の過大応答変形抑制に関する実験的研究  
その1.性能可変オイルダンパーを設置した場合

正会員 根本 真孝\*1 同 井上 範夫\*4  
同 堀 則男\*2 同 中田 信治\*5  
同 五十子 幸樹\*3 同 花井 勉\*6

性能可変オイルダンパー 免震構造 すべり支承  
振動実験 免震層変形

1.はじめに

現在、戸建住宅に用いる免震装置は転がり系とすべり系が主流となっている。しかし、これらの戸建免震住宅は、想定以上の地震入力により、免震層に過大変形が生じる可能性が指摘されている。こうした問題を解決するための方法として、免震層の過大変形を抑制するための安全装置の設置が考えられる。筆者らはこれまでに、転がり系の免震構造物に安全装置として、性能可変オイルダンパーまたは連結機構摩擦ダンパーを設置した場合について検討を行ってきた。そこで本研究では、この2種類の安全装置をすべり支承免震構造物に設置した場合の地震応答性状を実験的に明らかにすることを目的とする。

その1では安全装置として、変形に応じて減衰性能が変化する性能可変オイルダンパーを用いた場合について、その2では過大変形時に摩擦力を発揮する連結機構摩擦ダンパーを用いた場合について検討を行う。

2.性能可変オイルダンパー概要<sup>[1]</sup>

性能可変オイルダンパーは電気やコンピュータを必要としないパッシブ型でありながら、変形に応じて減衰性能を自動的に変化させ、応答変形を低減させるものである。これにより、変形が大きくなり、すべり支承による等価粘性減衰定数が低下したときに、性能可変オイルダンパーの減衰性能を上昇させ、過大変形を抑制することが可能になる。

図1に性能可変オイルダンパーの力学的特性を示す。

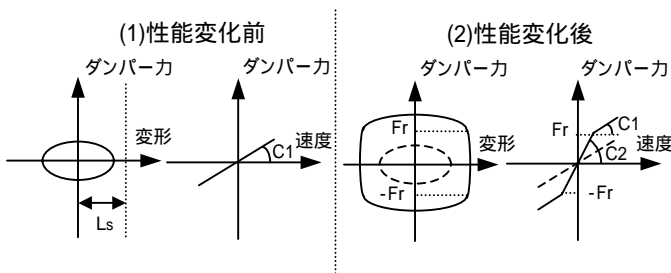


図1 性能可変オイルダンパー特性模式図

(1)性能変化前

変形が設定クリアランス(以下、 $L_s$ )以下のときは、一般的なオイルダンパーとして速度に比例した力を発揮する。

(2)性能変化後

変形が  $L_s$  を越えると、オイルの流路抵抗が機械的に変化し、ダンパー力 - 速度関係が2折線型となる。

3.免震試験体概要

実験で使用した免震試験体(性能可変オイルダンパーを設置した状態)の立面図を図2に示す。なお、免震構造としての水平剛性はコイルばねを設置して確保している。また、すべり支承が免震架台を支持しており、同時にその摩擦力により減衰装置としても働いている。

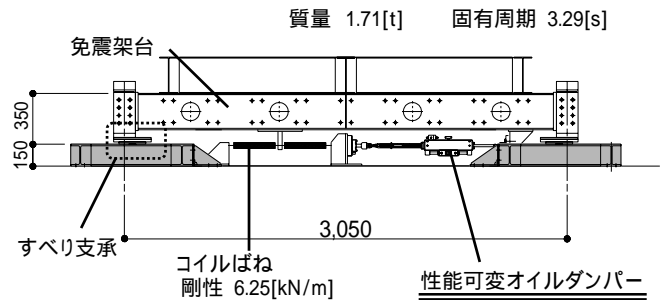


図2 免震試験体立面図(単位:mm)

すべり支承の特性を把握するため、性能可変オイルダンパーを設置しない状態で加振を行った。なお、入力は定常的な sin 波を用い、周波数は 1.0[Hz]、振幅は 40[mm]とした。

図3に慣性力 - 変形関係を示す。実験結果よりすべり支承の復元力特性が剛塑性型となっていることが確認できる。切片の値(図3中の破線)から摩擦力は 0.9[kN]であることがわかった。このことから、すべり支承の摩擦係数は 0.053 と求められる。また、摩擦力を考慮した 100[mm]変形時の等価周期は 2.11[s]、性能可変オイルダンパーを除く等価粘性減衰定数は 37.4[%]となる。

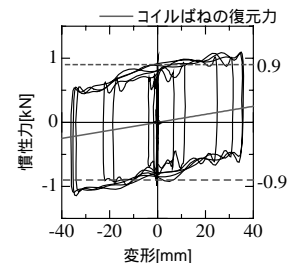


図3 慣性力 変形関係

4.地震波加振実験

性能可変オイルダンパーをすべり支承免震構造物に設置した場合の応答性状を明らかにするために、水平一方

向で地震波加振実験を行った。なお、入力地震動は 1995 年兵庫県南部地震 JR 鷹取駅 EW 記録とし、入力レベルはダンパーストロークを考慮し、性能変化なし(通常のオイルダンパー相当)の場合の変形が 100[mm]程度となるように 40[%]とした。

図 4 に性能変化なしの場合と性能変化あり(Ls=40[mm])の場合の実験結果の時刻歴波形、履歴ループの比較を、表 1 に最大応答値の比較を示す。変形の時刻歴から、変形が 4.5[s]付近で Ls を越え性能変化することにより、それ以降の変形が低減されていることが確認できる。また、最大変形を見ると約 30[mm]低減されている。一方、性能変化に伴う加速度の上昇はほとんどみられない。

ダンパー力 - 速度、変形関係を見ると、性能変化によりダンパー力が上昇し、速度に対し 2 折線型となっていることが確認できる。

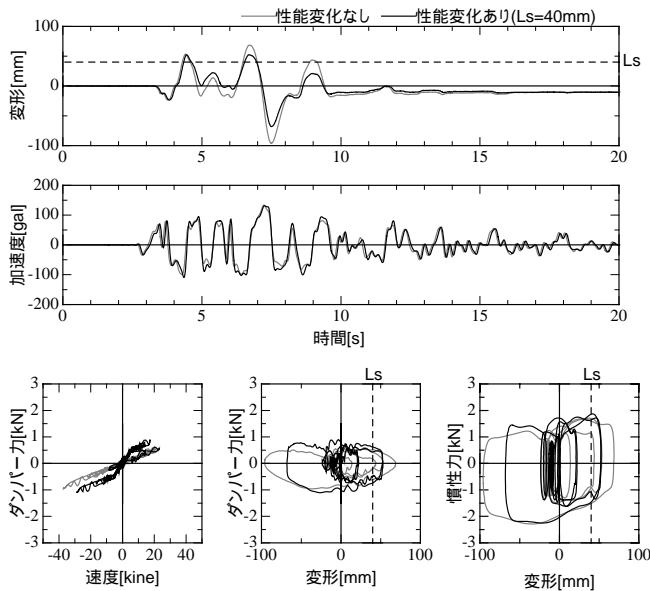


図 4 実験結果

表1 最大応答値の比較

実験ケース	変形[mm]	加速度[gal]
性能変化なし	96.0	132.2
性能変化あり(Ls=40mm)	68.1	130.3

### 5. シミュレーション解析

実験で用いた免震試験体を図 5 に示すような 1 質点系としてモデル化し、その妥当性を検証するためにシミュレーション解析を行う。なお、性能可変オイルダンパーのパラメータは実験結果から算出した値を用いる。

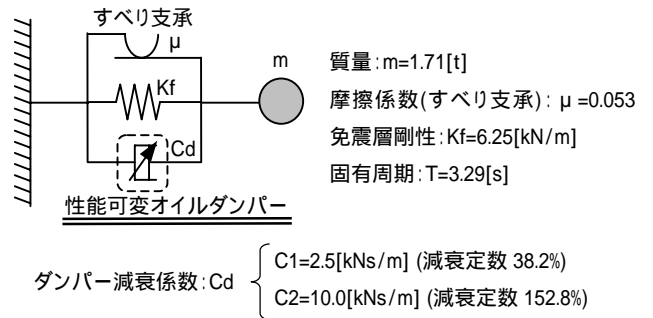


図 5 解析モデル

性能変化あり(Ls=40[mm])の場合の実験結果と解析結果の比較を図 6 に示す。解析結果の方が変形をわずかに大きく評価している箇所も見られるが、実験結果と概ね一致しており、モデル化は妥当であるといえる。

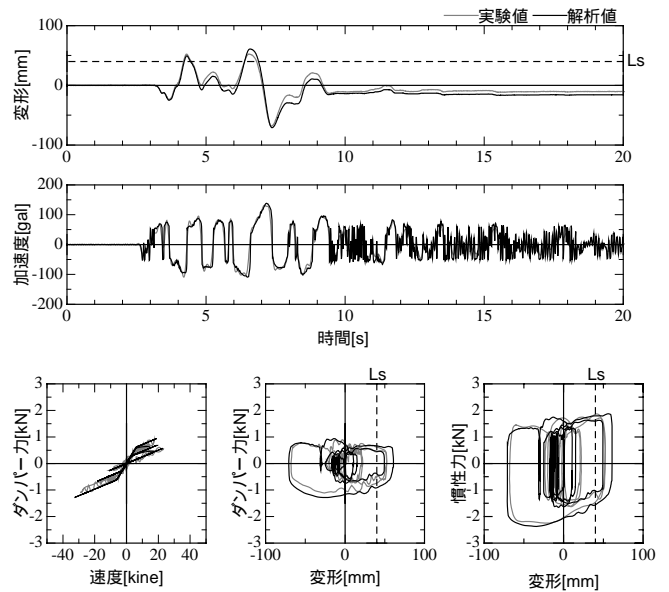


図 6 解析結果

### 6. まとめ

すべり支承免震試験体にダンパーを設置しない状態で sin 波加振実験を行い、すべり支承の特性を把握した。

次に、性能可変オイルダンパーを設置したすべり支承免震試験体による地震波加振実験を行い、性能変化により加速度の上昇を抑えつつ、変形を大きく低減できることを確認した。その後、シミュレーション解析を行い、モデル化の妥当性を確認した。

参考文献

参考文献はその 2 に示す。

\*1 東北大学大学院 大学院生

\*2 東北工業大学 准教授・工博

\*3 東北大学大学院 准教授・工博

\*4 東北大学大学院 教授・工博

\*5 旭化成ホームズ 工博

\*6 えびす建築研究所 工博

\*1 Graduate Student, Graduate School of Engineering, Tohoku University

\*2 Associate Prof., Tohoku Institute of Technology, Dr. Eng.

\*3 Associate Prof., Graduate School of Engineering, Tohoku University, Dr. Eng.

\*4 Prof., Graduate School of Engineering, Tohoku University, Dr. Eng.

\*5 Asahi Kasei Homes Corporation, Dr. Eng.

\*6 Ebisu Building Laboratory, Dr. Eng.