

実大振動実験による戸建て免震住宅の装置別応答性状比較

その 8 軸力変動、ダンパー評価がねじれ振動へ与える影響

準会員 宇津野 将司*⁶ 正会員 中田 信治*¹
正会員 皆川 隆之*⁴ 正会員 桐山 伸一*²
正会員 花井 勉*³ 正会員 福和 伸夫*⁵

戸建て免震住宅 実大振動実験 免震装置比較

1. はじめに

(その 7) に引き続きすべり支承(装置 C)の場合について変動軸力がねじれ挙動にどの様に影響しているかを解析で確認する。また、転がり支承(装置 A)の場合についてダンパーの速度依存性がねじれ挙動に与える影響についても考察する。

2. すべり支承(装置 C)のモデル解析

実測データをもとに次の 4 ケースについてねじれ角の時刻歴を算出する。

C1: 変位の実測記録をもとに求める

C2: 軸力を長期荷重で一定、摩擦係数を設計値 ($\mu=0.046$) で一定として支承を等価剛性で評価する

C3: 支承の摩擦係数を計測記録の軸力変動の面圧依存性を考慮した(1)式に代入して求め、等価剛性で評価する

$$\mu_d = 1.0081 \left(\frac{1}{15} \right)^{-0.3345} : \text{装置実験式} \quad (1)$$

: すべり板面圧(N/mm²)

C4: 立体モデルによる応答解析。支承は剛塑性モデルで評価する

C1 ではステップ毎に平面両端部で測定された実測変位差を距離で割ったものをねじれ角としている。C2、C3 は平面両端部の実測変位記録と 1 つ前のステップの剛心、ねじれ角を用い、各支承材位置の変位より等価剛性を求め、そのステップの剛心を求めている。尚、剛心での変位が 10mm 未満の場合は変位 10mm 時の等価剛性を用いた。ねじれ角はそのステップで求めた剛心、偏心距離、ねじり剛性から求める。尚、ここでは重心位置の変化はないものとする。C4 は汎用構造解析ソフト SAP2000 による解析値である。上部構造は実験値に合うように剛性を調整している。ねじれ角の算定は C1 と同様に計算から求めた両端変位の差を距離で割って求めている。特記なき免震材料の特性は公称値(その 4)¹⁾を採用した。

3. 転がり支承(装置 A)のモデル解析

実測データをもとに次の 4 ケースについてねじれ角の時刻歴を算出する。

A1: 変位の実測記録をもとに求める

A2: ダンパーの負担せん断力無し($Q=0$)として評価する

ねじれ振動

A3: ダンパーの負担せん断力を設計で用いた式(2)にて考慮し等価剛性で評価する

$$Q = V^3/10^4 - 0.0166V^2 + 1,131V + 6.0 \quad (2)$$

V: 免震層相対速度(cm/s)

A4: 立体モデルによる応答解析。ダンパー減衰係数は ($C=26.5\text{kN/kine}$) とする

A2、A3 では転がり支承は等価剛性で評価し、すべり支承のときと同様の手順でねじれ角を求める。A4 の立体モデル応答解析も同様である。

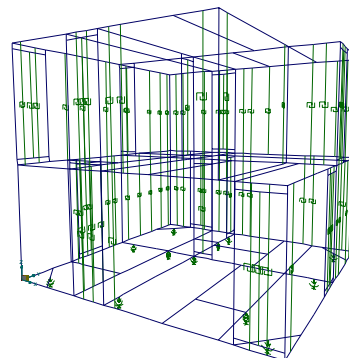


図 1 立体モデル図

4. 解析結果

荷重偏心させたときの各地震動入力時 (El Centro、Kobe) のねじれ角を、すべり支承については図 2 に、転がり支承については図 3 に示す。

すべり支承については支承を等価剛性で評価した場合 (C2、C3) の計算値は実測値に比べねじれ角が小さい。立体モデルによる応答解析 (C4) は実測のねじれ角の動きの位相はとらえることができたものの、最大値では違いが出た。実測時の実挙動をみると、ねじれが戻りきっておらず、これが計算値とのくい違いの原因のようである。各支承の摩擦係数がある程度ばらつきがあり、また 1 階床も理想的な剛床ではなかった事などが要因として考えられる。計算値において軸力変動を考慮したケース (C3) と考慮しないケース (C2) の差は小さく、軸力変動がねじれ挙動に及ぼす影響は小さいと考えられる。

転がり支承についてはダンパーの速度依存性を考慮し

たケース（A3）と速度依存性を簡易式で評価した立体モデルによる応答解析（A4）は共に実測のねじれ挙動をほぼとらえている。但し Kobe 入力時は実測値が 10 秒付近から片ふりする現象がみられ、実測値との違いがみられる。この要因としてはダンパー減衰力のばらつき等が考えられる。また、ダンパー無しのケース（A2）はねじれ角が実測値に比べかなり大きくなっているのが確認できる。免震層の最大変位付近では速度が 0 に近く、ダンパーの影響が小さいように思われるが、速度の大きい原点付近からねじれの増幅を抑え込んでいる為と考えられる。

5. まとめ

軸力変動、ダンパーの速度依存性がねじれ振動に及ぼす影響を確認するために実験で得られたデータを使い、解析を行った。

すべり支承は実測で得られたねじれ角に比べ、支承を等価剛性で評価したモデルはねじれ角が小さく計算された。解析モデル及び計算方法の修正が必要である。しかし、支承の軸力変動、面圧依存性の影響はみられず、単純な剛塑性モデルで評価できるようである。

転がり支承はダンパーの速度依存性を考慮することによって実際のねじれ挙動を模擬することが出来た。ダンパーの剛性を考慮せずに行うとねじれ応答は過大に評価されてしまうため注意が必要である。また、速度依存性は簡易式でも評価可能である事が分かった。

両装置共に実測ではねじれ応答の片ふり現象がみられた。これはすべり摩擦係数、ダンパー減衰力が各部材でばらついていたために生じたと考えられる。設計では安全率として見込む必要がある。

今回の実験では荷重偏心しかされておらず、また加振方向も 1 軸であった。今後はより偏心率の大きな場合の解析を進めると共に、2 軸、3 軸加振した場合の解析も進め、装置別のねじれ増幅の算定式を導いていく所存である。

[参考文献]

1) 三輪正保、中田信治他：実大振動実験による戸建て免震住宅の装置別応答性状比較 その 4、解析用振動モデルの構築、日本建築学会学術講演梗概集、B-2、pp.589-590、2003

* 1 旭化成ホームズ株式会社 博士（工学）

* 2 旭化成ホームズ株式会社

* 3（株）日本システム設計 博士（工学）

* 4（株）日本システム設計

* 5 名古屋大学大学院環境学研究科 教授 博士(工学)

* 6 名古屋大学

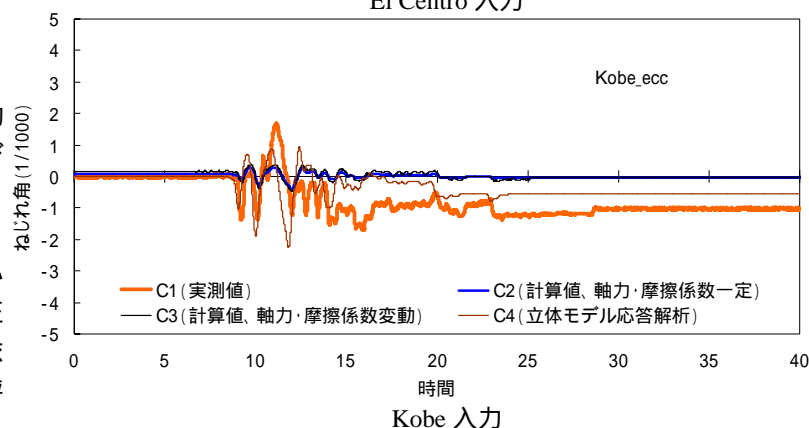
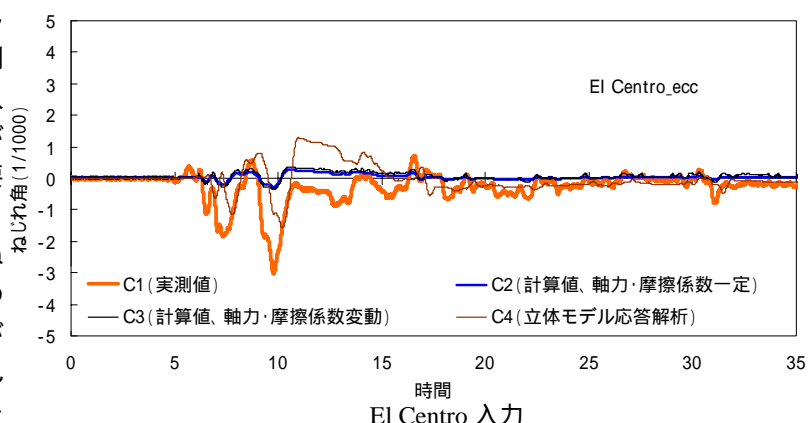


図 2 ねじれ角変動時刻歴（すべり支承：装置 C）

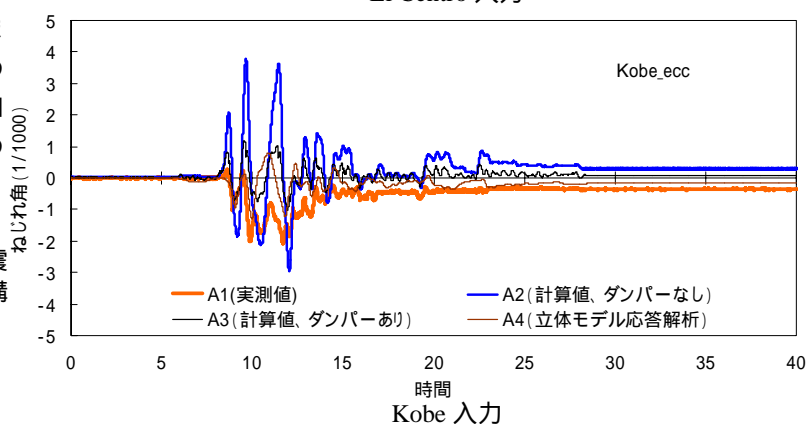
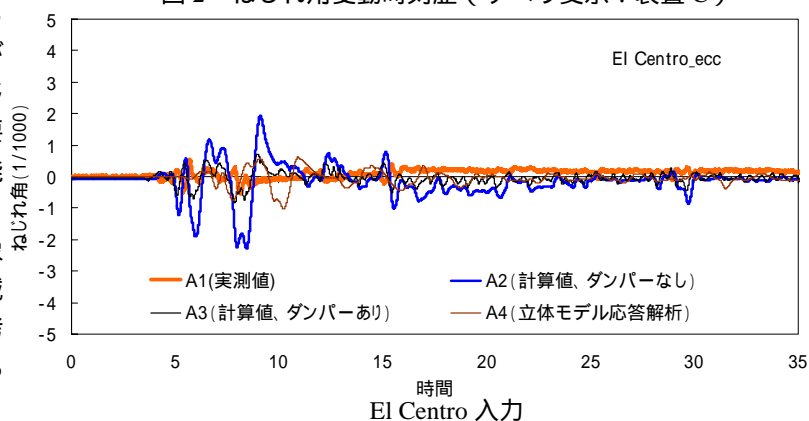


図 3 ねじれ角変動時刻歴（転がり支承：装置 A）

* 1 Asahi Kasei Homes Co., Dr.Eng.

* 2 Asahi Kasei Homes Co.

* 3 Nihon System Sekkei Co., Dr.Eng.

* 4 Nihon System Sekkei Co.

* 5 Professor, Grad.School of Environmental Studies Nagoya Univ., Dr.Eng

* 6 Nagoya Univ.