

I - 5 大地震動に対する変位抑制部材付き免震住宅の耐震安全性

Seismic Safety of Base Isolated House with Overrun Restraint Stopper against Great Earthquake Ground Motions

(研究期間 平成 15～17 年度)

構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

諏訪田 晴彦
Haruhiko Suwada

This report contains results about experimental and analytical research work focused on the seismic safety of base isolated house. In case of a great earthquake bigger than design spectrum, the base isolated house may make shock acceleration (or collapse of upper structure in the worst case) by hard bumping on surrounding structures caused from an excess displacement response. To mitigate such undesirable behaviors we put overrun restraint stoppers around the isolation layer. Finally it is shown that inappropriate amount of stopper work negatively and the maximum response can be predictive on some level via equivalent linearization method using load-displacement relationship of isolation layer considering characteristics of stopper device.

【研究目的及び経過】

近年のトルコ及び台湾における地震において観測された断層近傍での地震動が免震建築物に作用すると、現在考慮している設計の範囲を超えて免震部材に大きな変形が生じ、免震層の周囲の擁壁等に衝突する可能性が高くなる。また、戸建住宅のような小規模の建築物に対して、経済的には免震層の変形やクリアランスを出来るだけ小さくする事が要求されるが、その実現のためには、衝突をあらかじめ考慮した設計を可能とすることが有効である。これらの事から、免震層での衝突における上部構造の地震時応答の大きさを計算し、その安全性の確認を行う。さらに免震層への緩衝材（変位抑制部材）の設置を安全上支障のない物とするために必要となる、下記の事項について検討を行った。

変位抑制機構（部材）の検討

変位抑制機構（部材）を設けた免震建築物の耐震性の検討

変位抑制部材の設置により、建築物の建設コストに対して免震化のコストの割合が比較的大きな比率を占める戸建て住宅における免震化の普及のために 1 つの解決策となる。

【研究内容】

1. 変位抑制機構（部材）の検討

戸建て免震住宅の周囲に設置する変位抑制部材として、異なる特性である下記の 3 種類を対象に、加力試験に基づき特性を調査した。得られた結果を図 1 に示す。

- ・天然ゴム系防眩材（図 1）
- ・スチロール系断熱材（図 2）
- ・油圧系ショックアブソーバ（図 3）

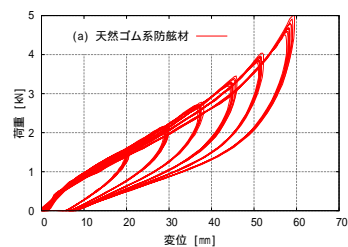


図 1 天然ゴム系防眩材

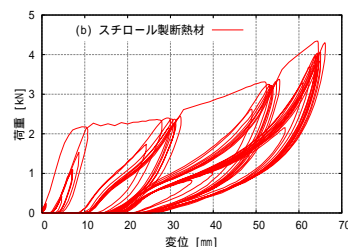


図 2 スチロール系断熱材

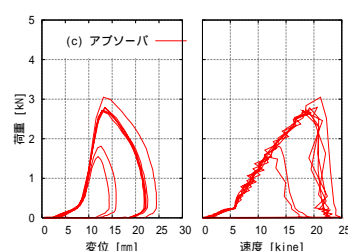


図 3 油圧系ショックアブソーバ

2. 変位抑制機構（部材）を設けた免震建築物の耐震性の検討

(1) 衝突挙動の緩和に関する検討

変位抑制部材の効果の検討として、次の解析モデルを用いて衝突時の上部構造の応答層せん断力の変化につい

て検討した。

上部構造：スリップ型（1F 降伏時層せん断力係数
C1=0.7 及び層間変形角 $r=1/120$ 、 $K2=0.01K1$ 、減衰
 $h=5\%$ 剛性比例型）

免震層：転がり支承 + 流体系減衰材 + 積層ゴム復元材
（ $\mu=0.005$ 、 $Tt=3s$ 、 $h_v=25\%$ ）

変位抑制部材：ハードニングタイプ（天然ゴム系防眩
材に相当、設置数 0、2、3、4 基）

入力地震動：JMA Kobe NS、Fukiai EW、CHY028 EW、
Takatori NS

衝突距離：12cm（+ 変位抑制部材変形量 10cm）

上部構造（1F）の応答層せん断力係数を表 1 に示す。
変位抑制部材を設置せず直接周囲に衝突した場合と比較
し、設置した場合は 1 階の層せん断力係数が小さく、有
効性が確認できた。ただし、Fukiai 及び Takatori の結果
では基数が多くなると設置なしの結果より応答が悪化す
る場合があり、設置基数に配慮が必要である。

表 1 変位抑制部材の量ごとの応答層せん断力係数

地震動	設置なし	2 基	3 基	4 基
Kobe	0.529	0.253	0.293	0.331
Fukiai	0.248	0.228	0.248	0.264
CHY028	0.585	0.253	0.289	0.322
Takatori	0.733	0.521	0.673	0.825

(2) 衝突挙動の予測に関する検討

上述の通り変位抑制部材の量によって逆に応答が悪化
する場合があるため、設計上必要な簡易応答予測手法に
ついて検討した。変位抑制部材を設けた免震層モデルを
等価な剛性・減衰を有するパイリニアモデルに置き換え
た場合の免震層の変位及び加速度応答を比較して図 4 に
示した。応答加速度に関してはパイリニアモデルは小さ
な数値を取る。そこで図 5 に示すとおり、パイリニアモ
デルによる応答値を 1/4 サイクルごとの吸収エネルギー
に応じて増幅（ III 部面積 = 部面積）し、最終的な予測
値として設定した。これを時刻歴応答解析結果と比較し
て図 6 に示す。結果はよく一致しており、採用した考え
方の有効性が示された。ただし、図 6(b) に示すとおり、
地震波と変位抑制部材の設置位置によっては応答が過小
に評価される場合もあった。

【研究結果】

戸建て（小規模）免震住宅の適用範囲を拡大するため、
巨大地震時に免震層の周囲構造物への衝突を緩和するこ
とを目的とする変位抑制部材の特性及び地震時の応答低
減効果について検討した。変位抑制部材の設置によって
上部構造の応答を低減できるが、より精緻で実用的な設
計（応答予測）手法については今後の課題である。

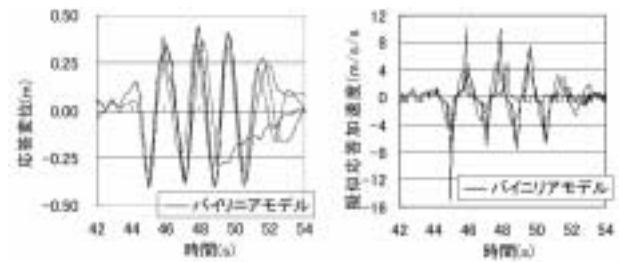


図 4 パイリニアモデルによる応答値の予測

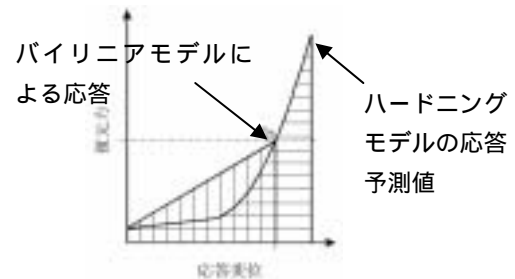
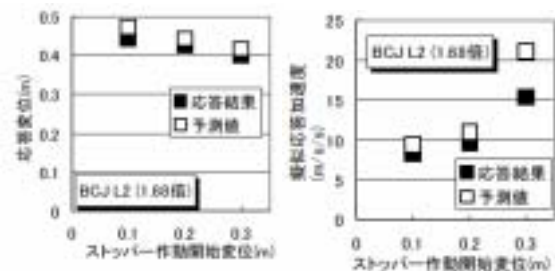
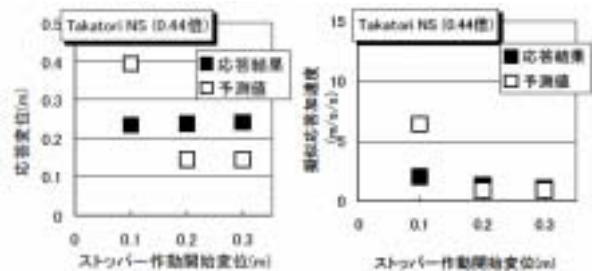


図 5 ハードニングモデルの応答予測



(a) BCJ L2 波による結果



(b) Takatori NS 波による結果

図 6 等価線形化による応答予測

【参考文献】

- 1) 小豆畑達哉、緑川光正、飯場正紀、井上波彦：スト
ッパーによる戸建て免震住宅の地震時応答変位抑制
効果に関する考察、日本建築学会大会学術講演梗概
集 B-2、pp.821-822、2005.9
- 2) 小豆畑達哉：ストッパーの有効性、巨大地震時に予
測される長周期地震動とその耐震問題（6.2 節）、
2005 年度日本建築学会大会（近畿）特別調査部門研
究協議会資料、pp.144-145、2005.9