

312 戸建住宅の擬似フィードフォワード型パッシブ制御

Pseudo Feed-Forward Type Passive Control for Wooden Houses

○ 村山 良太 (筑波大) 金久保 利之 (筑波大)

Ryota MURAYAMA, University of Tsukuba, 1-1, Tennohdai, Tsukuba-city, Ibaraki

Toshiyuki KANAKUBO, University of Tsukuba

Abstract - When independent type acceleration sensors with communication networks for instantaneous information transmissions are ready to use, structures can correspond to future agitations beforehand. The pseudo feed-forward type control becomes possible for various agitations. As a result, it can be expected that response of controlled structures reduces for unknown agitations such as various earthquakes. In this report, earthquake response analysis is carried out for an isolated wooden house with pseudo feed-forward controlled variable stiffness device to let a period of structure change under the concept of anti-resonance. Analysis results show that earthquake responses of acceleration and displacement in case of controlled structure decrease from those of not-controlled structure.

Keyword : Feed-Forward, Anti-Resonance, Variable Device, Isolated Wooden House

1 はじめに

戸建住宅は上部構造の重量が小さく免震構造による長周期化が難しい上、コストの問題もあり外乱に対して有効なパッシブ制振の開発が望まれる。近年、MR ダンパーのような可変デバイスが安価で手に入りやすくなり、センサーや通信機器の発達もめざましい。本報では、ある程度広がりを持った地域において地震動時刻歴のリアルタイム配信が可能となった場合の、可変デバイスを用いたパッシブ制振の有効性を検討する。

まず、このシステムで重要となる地震動時刻歴のリアルタイム配信には、現在開発中である自立型加速度・変位センサーを用いる。近年、小型で低価格の自動車搭載用加速度センサー・ジャイロセンサー、ワンチップマイコン、無線 LAN・携帯電話用の高性能無線通線デバイスが登場してきている。これらを組み合わせることで自立型無線通信データ収集計測装置を安価に製作することが可能となる。これに加え、省消費電力を目指し外部電源を必要としない通信技術や通信網の構築により、地震被害が想定される場合においても、データの配信および取得が可能である。この低価格自立型センサーを構造物個別のみならず、空間的広がりを持った地域全体に持たせることにより、実質的に地震等の外乱の予期が可能になる。例えば、地域内のある箇所を外乱を受けた場合、センサーによりある応答値が返されたとする、その情報が即座に配信され、外乱を受ける前の構造物がその外乱に対応する姿勢を即座にとることができる。つまり、これから受けるさまざまな外乱に対して、擬似的なフィードフォワード型の制御が可能になるため、あらゆる大きさ、性質の地震等の外乱において、応答値の低減に大きな効果が期待できる。

2 擬似フィードフォワード制御の概要

まず、予め地震波の時刻歴が分かることが前提である。これにより、地震波の特徴が分かり、次の瞬間における波の性質が

与えられえることになる。本報では、波の性質として時々刻々変化する振動数を探り上げる。なお、この地盤振動数の算出については、UrEDAS (ユレダス) に用いられているものを参考にした^[1]。

制御方法は、対象となる構造物の正弦波入力による応答加速度スペクトルに注目し、応答加速度が最も小さくなるよう、最下方のラインをたどるように制御を行う。これにより結果的に Fig. 1 の太線のような応答結果が得られる。本報では可変剛性デバイスを想定し、可変デバイスの ON (高剛性) と OFF (低剛性) の二つの応答値の交点における振動数を基準として剛性を変化させ、構造物の固有周期を変えることで、避共振化を目標とする。

3 解析モデル

解析に用いた戸建免震住宅を模擬した一質点モデルを Fig. 2 に示す。住宅部分を支えるアイソレータは小さい摩擦係数

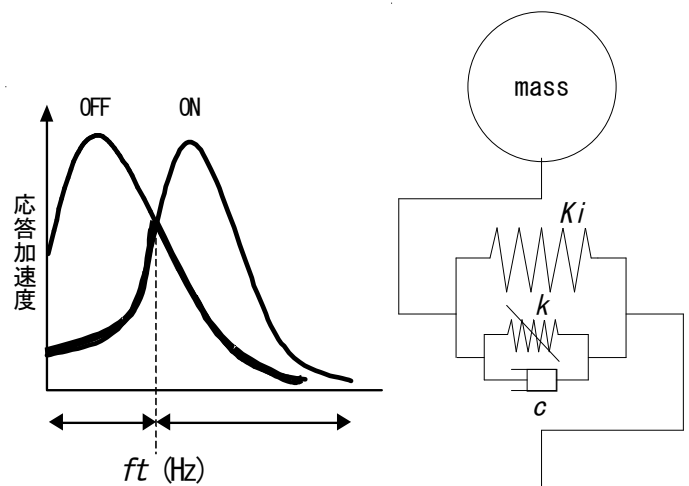


Fig. 1 Control Image

Fig. 2 Analysis Model

(0.01)を有するすべり支承とし、復元力特性を固定バイリニア型とした。アイソレータ剛性 K_i において、一次剛性は摩擦を表現するために二次剛性の100倍とし、二次剛性は免震層の周期(2秒)から決めた。さらに、可変剛性 k とダッシュボット c をもつ可変デバイスを付加する。また、建物重量は35tfとする。可変剛性 k については、ON(高剛性)とOFF(低剛性)の2パターンとし、減衰係数 c は一定とした。ON、OFFによる剛性はパラメータであり、これにより、Fig. 1の応答スペクトルが決まり、制御の切り替え点を決定する。地盤振動数が f_t 以上でOFF、 f_t 以下でONになるようにフィードフォワード制御を行う。

4 解析結果

Fig. 2の解析モデルを用いて、ONとOFFの剛性の差を7倍として解析を行った。応答スペクトルの結果より、 f_t を1.4Hzと決定した。解析には、エルセントロ NS, BcJ-L2, 神戸 NS の3波(刻み時間0.01秒)を使用した。解析方法は、Newmarkの β 法を用いた直接積分法を用いた。Fig. 3, Fig. 4にはそれぞれエルセントロ NS 波、神戸 NS 波入力時の、フィードフォワード制御した場合、常にON(高剛性)、常にOFF(低剛性)と

した場合について、応答加速度、応答変位の時刻歴、制御の様子を示してある。応答加速度はフィードフォワード制御することで、OFFの場合と同程度に低減され、かつ、応答変位はONの場合と同程度に抑制されていることが確認できる。

5 まとめ

自立型加速度センサーと通信網が整備され、対象構造物が予め外乱に対応できる環境にあるとき、戸建免震住宅の周期を変化させるように可変剛性デバイスをフィードフォワード制御することで、応答加速度の低減、応答変位の抑制が確認できた。戸建免震住宅の場合、風荷重に対する応答値低減も重要であり、免震支承とともに何らかのロック機構も必要となるが、本報の制御方法は風荷重にも柔軟に対応可能である。今後は、種々のパラメータによる応答解析、時間遅れなどについて検証を行う。また、実際に実験を通して、自立型加速度センサーから配信された地震波データに基づく、フィードフォワード制御の有効性について確認していく予定である。

参考文献

[1]中村 豊：研究展望：総合地震防災システムの研究，土木学会論文集，1996.1

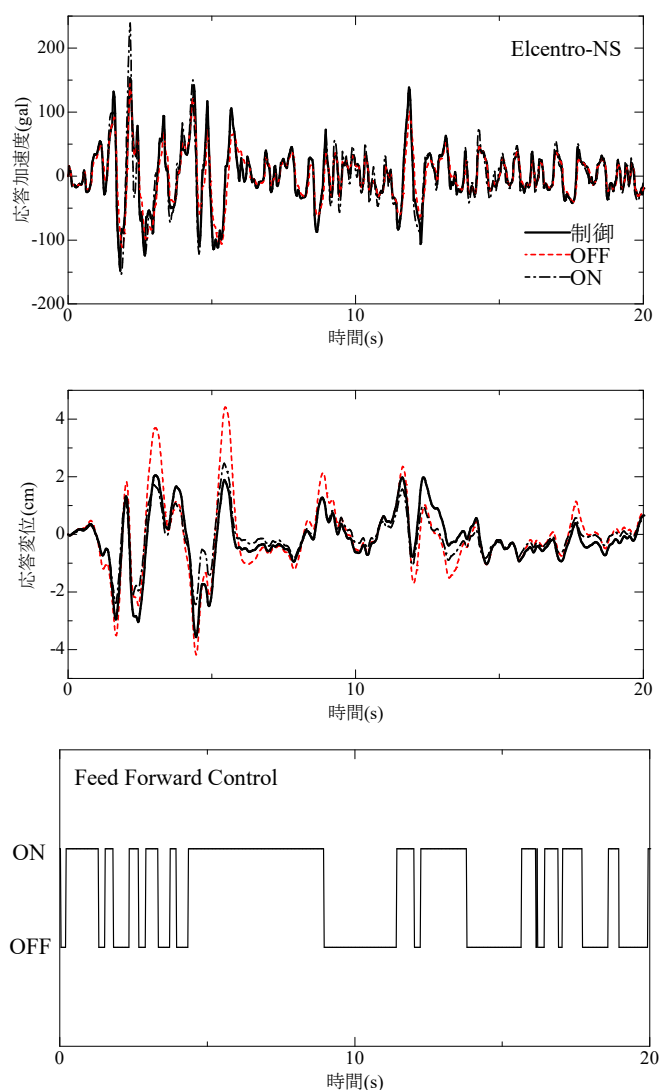


Fig. 3 Response of Elcentro_NS

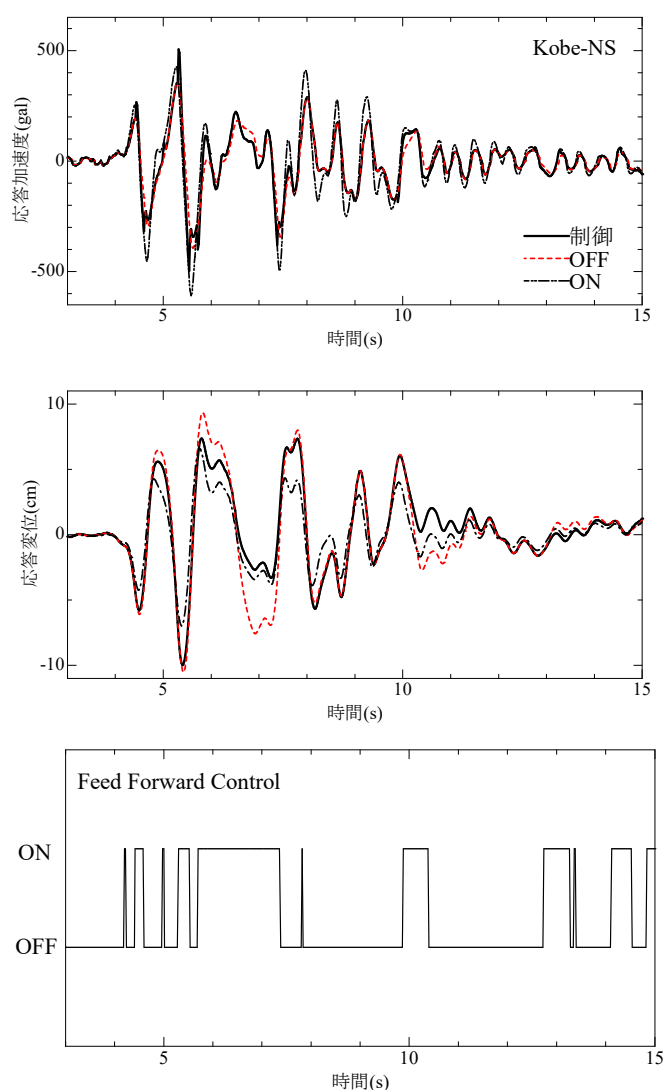


Fig. 4 Response of Kobe_NS