

## 長周期地震動に対する高層免震建物の振動特性

竹脇 出, 有賀敏典, 寒野善博

### 1. はじめに

免震工法では、地震動の卓越周期から建物の1次固有周期をはずすことにより大幅な地震力の低減を実現することを目指している。この大前提として、これまでに観測されている地震動の卓越周期はほぼ1, 2秒程度までであり、数秒から10秒に至るような卓越周期を有する地震動は存在しないと想定されている。しかしながら、以前から「やや長周期地震動」やそれと同等の地震動は少なからず観測されており、2003年の十勝沖地震や2004年の紀伊半島沖地震などにおいてその重要性が認識されつつある。

免震建物では、建物の1次固有周期を長くすればするほど建物への入力を低減することができると考えられていた。また、免震層の履歴特性(履歴減衰機構や弾性すべり支承など)を利用することにより、共振現象を抑制できると考えていた。しかしながら、履歴特性のもとでも等価な固有周期は存在し、それと地震動が共振を起こすことも十分考えられる。

本論文では、免震層に天然ゴムのアイソレータと弾性すべり支承を有する場合について、弾性すべり支承による免震層の履歴特性が、長周期の地震動には必ずしも有効ではないことを例証する。

### 2. モデル構造物の応答

モデル構造物として10層モデルを想定する。ここでは簡単のため10層モデルを扱うが、免震固有周期などは超高層免震建物と同等のものを採用する。上部構造は基礎固定時の1次固有周期=1.0s, 減衰定数0.05、1次モード直線形。免震層は天然ゴムアイソレータと弾性すべり支承および付加粘性ダンパーで構成されるとする。免震層の剛性は1質点置換モデルで固有周期4.0sとし、減衰定数は0.02(0.10でも解析)とする。天然ゴムアイソレータの剛性比率を(1.0, 0.75, 0.5, 0.25)とし、弾性すべり支承の動摩擦係数を0.024とする。

入力地震波としては、El Centro NS 1940(原波), OSA NS(想定南海), Tomakomai EW 2003(Tokachi-oki)、レベル2告示波(ランダム位相)の4波とする。その速度応答スペクトルを図1に示す。

図2には  $\alpha=0.5$  のときの免震層の復元力特性を

示す。苫小牧波に対する応答では共振に近い現象が発生しており、告示波に対する応答を大きく上回っている。

### 3. 結論

- (1) 弾性すべり支承は固有周期を伸ばし地震動との共振を避けるのに有効であると考えられているが、地震動によっては共振に近い応答を示すことがある。
- (2) 固有周期の延伸による変位増大効果は、弾性すべり支承の履歴減衰による応答低減効果を消し去ってしまう恐れがある。
- (3) 告示波に対する応答に関して、免震層変位の安全率として少なくとも2程度を採用しないと苫小牧波のような地震動に対しては安全性が確保できない恐れがある。

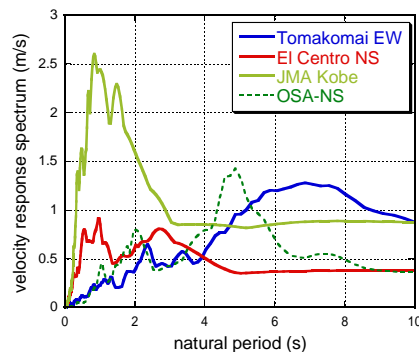


図1

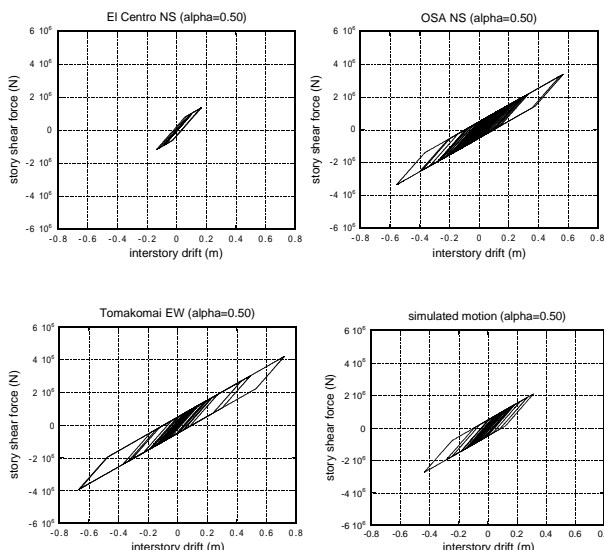


図2