

# 2011年東北地方太平洋沖地震の強震記録による 免震建物の応答特性

Dynamic Response Properties of a Base-Isolated Building during Seismic Motions of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake



境 茂樹 Shigeki SAKAI \*1・加藤貴司 Takashi KATO \*1・片山喜隆 Yoshitaka KATAYAMA \*2

## 研究の目的

2011年東北地方太平洋沖地震では、国内の複数の免震建物で強震観測記録が得られ、基礎および上部建物の強震記録の分析結果から免震効果が確認された。一方、日本免震構造協会の建物調査報告によれば、いくつかの免震建物で鉛ダンパーや鋼材ダンパーの免震装置で亀裂や残留変位の被害が確認された。これらの被害を受けた免震建物の中には、地震観測が行われていないために、地震動を受けている際の免震建物の応答性状は明確にはされていない。そこで、代表的な特性の異なる2つの強震観測記録を用いた2質点系の解析モデルによるパラメトリック・スタディを行い、入力地震動特性が免震建物の応答に与える影響について考察を行った。また、免震装置の鉛ダンパーの疲労について、レインフロー法を用いた累積損傷度を評価し、入力地震動特性の累積損傷度に与える影響を示した。

## 研究の概要

免震建物の解析モデルは、免震建物の免震層と上部構造の応答を評価するため2質点系モデルとし、上部構造は弾性と仮定し、免震層は積層ゴムと履歴型ダンパーの復元力特性を合わせたバイリニア型の復元力特性を与えた。パラメトリック・スタディを行う際の変動パラメータは、上部構造の固有周期 $T_s$ と免震層の降伏せん断力係数 $C_i$ 、降伏後周期 $T_i$ とした。解析に使用した入力地震動は、防災科学技術研究所の強震観測網で得られたK-NET水戸（IBR006 EW）とK-NET古川（MYG006 EW）の2波を用いた。K-NET水戸は短周期に優勢な成分を有する地震動記録（PGA=787cm/s<sup>2</sup>、PGV=30cm/s）、K-NET古川は周期3秒～4秒の長周期成分が卓越する地震動記録（PGA=572cm/s<sup>2</sup>、PGV=89cm/s）である。

そして、これら2つの地震動による免震層の応答変位と上部構造の応答加速度を比較して検討した。また、免震装置の鉛ダンパーの疲労を検討するため、免震層の応答変位を用いてレインフロー法により繰返し振幅を算定して、2つの地震動を受ける免震建物の鉛ダンパーの破断に対する累積損傷度を検討した。

## 結論

2つの入力地震動による免震層の応答変位の結果を図-1に示す。この図から、免震層の応答変位は、K-NET水戸では上部構造の固有周期 $T_s$ によらず、また、免震装置の降伏せん断力係数 $C_i$ 、降伏後周期 $T_i$ にも依存せず5～10cmの安定した応答変位を示すのに対し、K-NET古川では、 $T_s$ が短いほど応答変位が大きい傾向を示し、また、 $C_i$ が小さいほど大きい傾向を示す。特に、 $T_s$ が1.0秒以下において、 $T_i=3.0$ 秒、 $C_i=0.03$ の場合の応答変位は50cm以上となり、免震建物のクリアランスの設計に十分な配慮が必要であることが明らかとなった。また、上部構造の応答加速度も検討し、応答変位と同様の傾向を得た。

さらに、これら2つの地震動を受ける免震装置の累積損傷度（鉛ダンパーの破断に対する累積損傷度）の結果から、K-NET古川は25%と大きく、K-NET水戸の0.6%に比べて累積損傷度が40倍程度大きくなった。

以上の結果より、K-NET古川のような長周期成分が卓越する地震動を受ける免震建物では、擁壁までのクリアランスや免震装置の設計に十分な配慮が必要と考えられる。

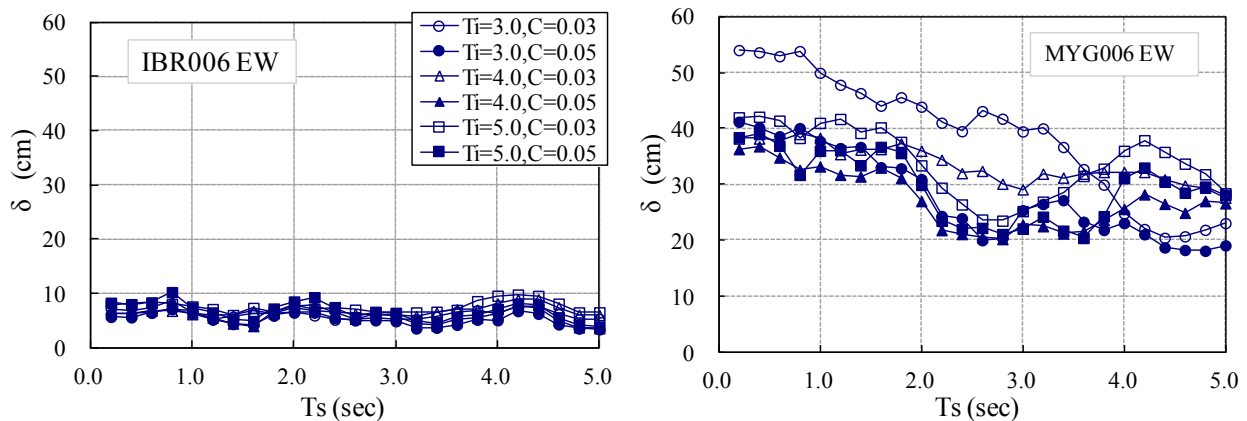


図1 2質点系モデルによる免震層の応答変位（左：K-NET水戸，右：K-NET古川）