

超高層 RC 建物の振動特性の経時的変動について

Dynamic Properties of High-Rise RC Building in Earthquake Motions and Aging



仲野健一 Kenichi NAKANO *1・境 茂樹 Shigeki SAKAI *1・加藤貴司 Takashi KATO *1
伊藤隆之 Takayuki ITO *2・田沼毅彦 Takehiko TANUMA *3

研究の目的

近年、建物の健全性を評価するための手段として、常時微動計測もしくは地震観測を通して得られた地震動記録（微動記録）を用いた構造ヘルスマニタリング（以下、SHM）に関する研究が盛んに行われている。SHMは、地震や台風などの自然災害による構造モデルの固有振動数（剛性）や減衰定数などの変化を捉え、建物構造躯体の損傷の程度を診断することを目的としている技術で、以前から様々な分野で取り組まれている。

筆者らにおいても以前から建物での地震観測を進めており、2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録を含めて、非常に重要な地震記録を得ている。これらのデータを用いて、SHMへの展開や構造設計に役立てることが我々に問われている。地震は今後も発生すると考えられるため、継続的に地震を観測し記録していくことが必要である。本稿では、長期間にわたる超高層RC建物での地震観測で収録された地震動記録から推定した、建物振動特性の経時的変動を分析することで得られた知見を報告する。

研究の概要

本研究で対象にする建物（以下、本建物と呼ぶ）は、兵庫県神戸市中央区に建つ地上33階、地下1階、塔屋3階の建物で、軒高98.457m、最高部高さ108.557mの共同住宅であり、2000年に竣工した（図-1）。

本建物の観測システムで収集された地震動記録は、2000年の竣工後から現在までで、87イベント×15Ch（設置されている5台の加速度センサーは水平2成分・上下1成分の合計3成分をそれぞれ持つ）の計1305波形に上る。本研究では、観測波形の（全時間帯での）フーリエスペクトル比（1F/RF）から推定した本建物の固有振動数の変動、フーリエ振幅スペクトルとの関係、ARXモデルおよびランニングスペクトル比（1F/RF）による各地震時の固有振動数の変動について考察する。

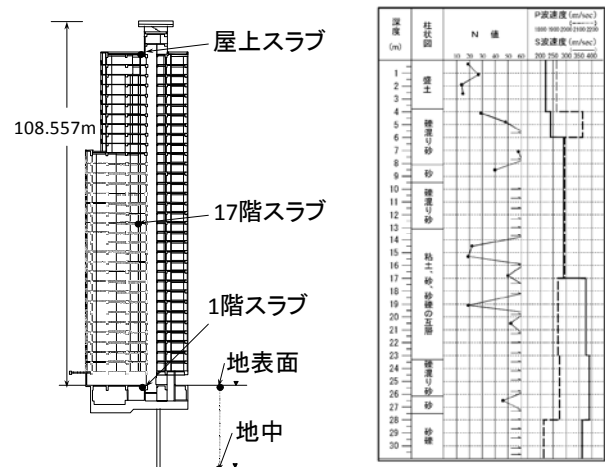


図-1 センサー設置位置及び地盤ボーリング調査果

結論

本研究では以下のような知見が得られた；1) 経時的な固有振動数の変動はEW方向で大きく、1次固有振動数に大きな経時的変動はみられないが、高次になるにつれてその変動の量およびばらつきが大きくなること、2) 2000年鳥取県西部地震や2004年紀伊半島南東沖地震のような本建物の1次固有振動数に近い成分が卓越する地震動が入力された際、本建物の1次固有振動数は低下し長周期化していたこと（図-2）、3) ARXモデルを用いた固有振動数の経時的変動の検討により、各イベントにおいて振幅値がある程度大きくなると固有振動数は低下し、時間が経過するとまた上昇し回復する傾向にあることがわかった。その固有振動数の低下は、当初は大きな振幅でないと見られないが、その後のイベントでは小さな振幅でもその低下が見られること、4) ランニングスペクトル比による固有振動数の検討において、地震動が入力された時間帯で、本建物の1次固有振動数より長周期域で大きなスペクトル比が見られ、ARXモデルに対応する結果が得られたこと。

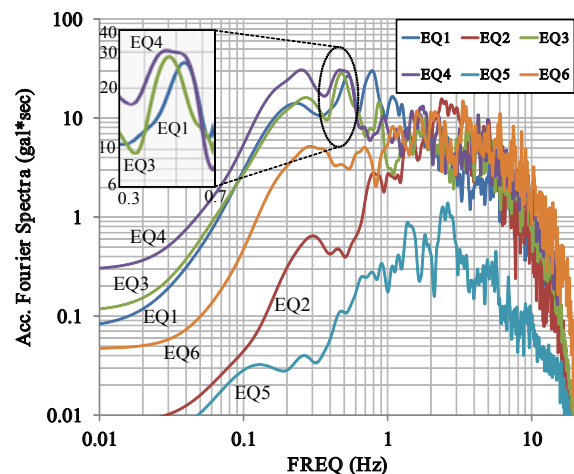


図-2 対象地震の本建物敷地内の地表面での加速度フーリエ振幅スペクトル

(EQ1は2000年鳥取県西部地震, EQ2は2000年京都市南部地震, EQ3は2004年紀伊半島南東沖地震, EQ4は2004年東海道沖地震, EQ5は2004年福井県嶺北地震, EQ6は2013年淡路島付近の地震)