

中層実験建物の地震応答解析とそれを考慮した居住ユニットの
振動特性把握のための振動台実験

Seismic Response Analysis of Middle-sized Experimental Building and Shaking Experiment for
Understanding the Vibration Characteristics of Building

○浜辺 亮太・松島 信一・大塚善史・大導寺翔

○Ryota HAMABE, Shinichi MATSUSHIMA, Yoshifumi OOTSUKA, Sho DAIDOJI

We conducted a shaking experiment of a unit called t2 made of aluminum and steel panels. SUS Corporation has several types of experimental buildings that consists from two or more t2 units and plans to utilize these buildings as mobilized living space in the future. Upon deciding the input waves for the shaking table experiment, we calculated the response of the floor where the t2 units will be placed on the experimental building. In order to model the building structure, we conducted microtremor observation and identified the vibration characteristics of the structures. We input several types of ground motions, recorded during distinctive earthquakes that occurred in Japan, into the model and conducted seismic response analysis. In the shaking table experiment of t2 unit, we used original ground motion records and analyzed response motions as input ground motions.

1. はじめに

SUS 株式会社が開発したアルミ製居住ユニット t2 の振動実験を行うにあたり、その入力の地震動を決定するための地震応答解析を、防災研究所と SUS 株式会社の共同研究の一環として行った。SUS 株式会社ではいくつかの実験建物を持っており、それらは架構の上に複数の t2 ユニットの設置することで、居住空間を構築するように設計されている。本研究では、t2 ユニット設置位置での揺れを想定するため、地震応答解析を行った。現地での微動観測結果に基づいて、固有振動数が合うように設計モデルのパラメータを調整した。



図1 SUS 静岡事業所敷地内にある実験棟

2. 常時微動観測について

常時微動観測で利用した機材は、可搬型散成分加速度計 SMAR-6A3P((株)ミットヨ製)とデータ記録装置 LS-8800(白山工業(株)製)を組み合わせた微動計である。

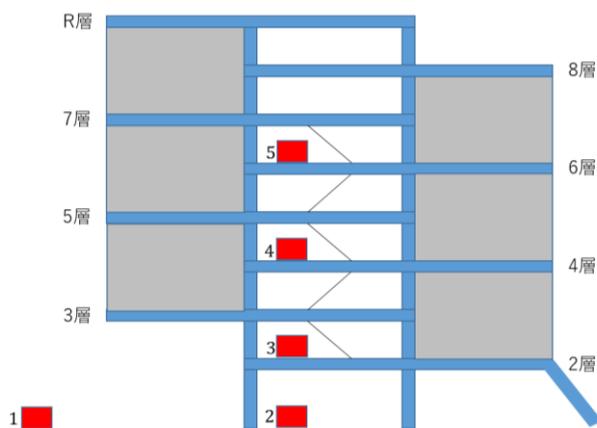
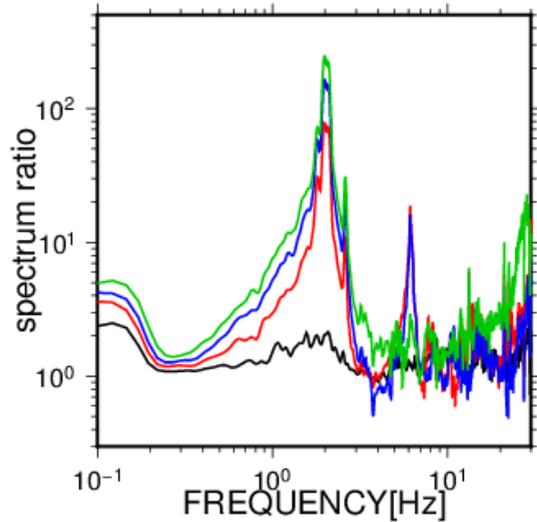


図2 微動計の配置場所の例

図2中の1番の微動計は建物から離れたところに設置し、2番の微動計は建物下の地表面に設置して観測を行った。3～5番の微動計は目的に合わせて、垂直方向を合わせて2、4、6層に配置したり、同じ層の階段近く、ユニット外入り口付近、ユニット内に配置したりして、複数回の観測を行った。

3. 微動観測結果解析

各地点で得られた常時微動観測のデータの解析を行い、1番の微動計を基準とし、基準点に対するほかの地点のスペクトル比を求めた。垂直方向を合わせて2、4、6層に配置した場合についてスペクトル比の比較を図3に示す。



— 2番/1番 — 3番/1番 (2層)
— 4番/1番 (4層) — 5番/1番 (6層)

図3 1番の微動計を基準としたときの解析結果 (NS成分)

この結果、建物の固有振動数を抽出する。ピークが明瞭でない場合や、複数読み取れるような場合は、位相差が0度から180度あたりまで急激に変化する振動数帯の中にあり、かつ90度付近であること、もしくはコヒーレンスが急激に低下するような振動数帯域であることもピークを読み取るうえでの判定材料として考慮した。結果として、固有振動数は1.95Hzであると判断した。

4. 地震応答解析

地震応答解析には株式会社ユニオンシステムのSS3と3D Dynamic PROのプログラムを用いた。SUS株式会社からいただいたデータをそのまま用いてモデル化を行った場合は、階段室部分の剛性が考慮されていないため、固有振動数は1.45Hzであり、微動観測結果から求めた固有振動数とズレがあった。この建物の揺れに最も大きく影響を与える固有モードは刺激関数より2次、3次であったため、全体の固有振動数が1.95Hz付近に合うようにするために、2次、3次の固有モードが

1.93Hz、1.95Hzとなるようにモデル全体の剛性を高めて調整を行った。このようにして調整したモデルに対して、地表に2016年熊本地震本震のEW波、三成分波、1995年兵庫県南部地震のNS波、三成分波を入力した。振動台実験でのユニット単体への入力地震動としてオリジナルの地震波に加えて、地震応答解析において最大加速度を記録したユニット設置位置での応答解析波も用いた。

5. 振動台実験

アルミ製ユニット居住空間t2の振動台実験を強震応答実験装置において二日間に分けて計55ケースの加振を行った。実験には、スイープ波、観測地震波、応答解析波などを用い、振幅の倍率を変えながら入力した。図4には、例として1995年兵庫県南部地震の際に神戸海洋気象台で観測されたJMA神戸波を入力した場合の7層での応答解析波のNS成分の90%入力時の荷重-変形関係を示す。

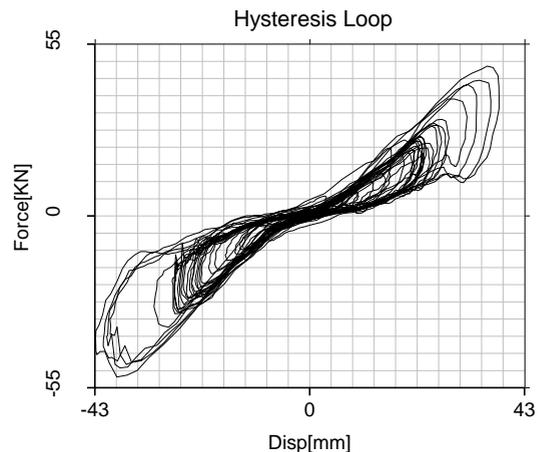


図4 JMA神戸波のNS成分を入力した際の7層での応答解析波の90%で加振した際の荷重-変形関係

今後の展開としては、実験結果を再現するようなユニット単体の詳細なモデル化を行い、ユニットを複合させた建物についてのさらに精度の高い解析を可能にしていきたいと考えている。

5. 謝辞

本研究を行うにあたり、振動台実験を行うにあたりたくさんの協力をいただいた振動台技術職員の皆様に心より感謝いたします。