

長周期構造物の挙動シミュレーションのための模型振動実験に関する研究
 A STUDY ON MODEL TEST FOR BEHAVIOR SIMULATION OF LONG PERIOD
 STRUCTURE

○野田卓見・松島信一・川瀬博

○Takumi NODA、Shinichi MATSUSHIMA、Hiroshi KAWASE

In order to reproduce the behavior of high-rise buildings, we conducted a shaking table test on high-rise buildings by using a scale model. A proposed test body consists of four layers of steel frame, columns joined by a roller and leaf springs joined rigidly. In order to make the natural period longer, we use an aluminium alloy (extra-super duralumin A7075) as a leaf spring. We estimate the resonance frequency by using Fourier spectral ratios of each floor response with respect to the ground. Then we identify its physical parameter by fitting the hysteresis loop and make a simulation model to predict the behavior of the test body.

1. はじめに

近年超高層ビルなどに大きな影響をもたらす長周期地震動への関心が高まっている。長周期地震動を想定した振動実験を行う際には大変位の入力ができる振動台が必要であり、また実験対象の長周期構造物は重量、高さともに大きなものとなるため、大きなクリアランスを有する巨大な実験設備が必要となる。

京都大学防災研究所に平成24年度に新たに長周期振動実験システムが導入された。長周期振動台は従来の振動実験システムの台上に載せて連携して加振するもので、最大±1.3mの大振幅加振が可能となる。本研究ではこの長周期振動台の性能に合わせた超高層建物の縮約模型を製作し振動実験を行った。試験体は縮約模型でありながら固有周期と変形量は実大となるよう設計した。

2. 模型振動実験

2.1 試験体概要

長周期構造物の縮約模型を設計するにあたり本研究では固有周期の目標値を3秒に設定した。本研究で使用する長周期振動台の最大積載荷重は5t、高さは7mまで、テーブルのサイズは3m

×2.6mである。これらの条件を満たすように部材寸法を決定した。

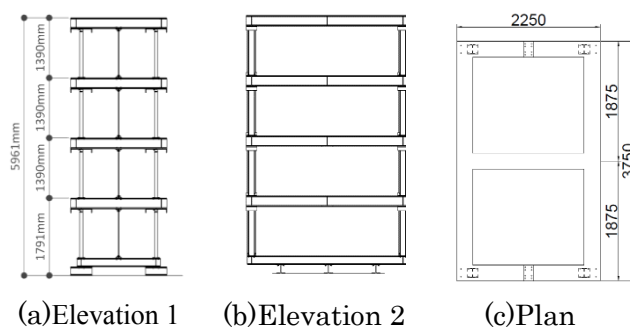


Fig.1 Overview of test body

2.2 入力地震動

加振はすべて一軸加振とし加振方向は試験体の短辺方向(X方向)である。加振はまず Sweep 波 0.2-2.0Hz を入力し試験体の固有振動数を把握した。次に固有振動数付近の周波数のサイン波を入力し、その後実地震動を入力し挙動を確認した。

(Fig.2) 使用した地震動は2011年東北地方太平洋沖地震の際にそれぞれ東京、名古屋、大阪を代表する3点で観測されたものである。最大加速度はそれぞれ292gal、11gal、34galでいずれも長周期成分が卓越している。

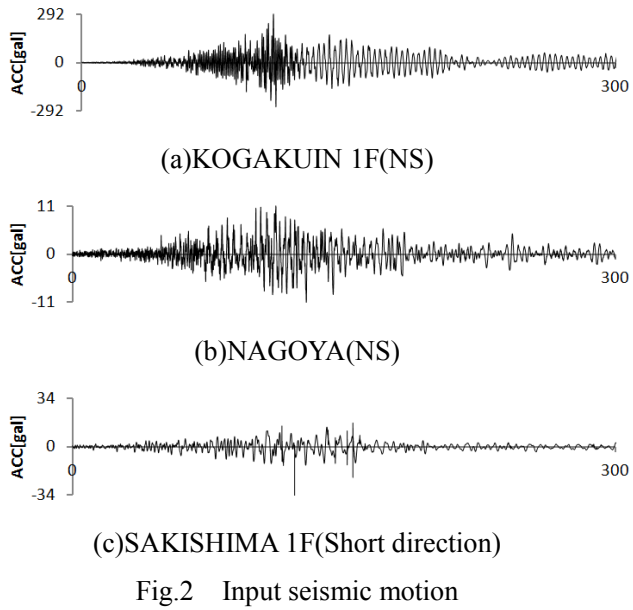


Fig.2 Input seismic motion

3. 2 固有周期

試験体の固有周期を把握するためフーリエスペクトル比を算出した。一例として Sweep 波 0.2-2.0Hz 入力時のスペクトル比を示す。1次共振振動数は 0.36621Hz となった。(Fig.3)

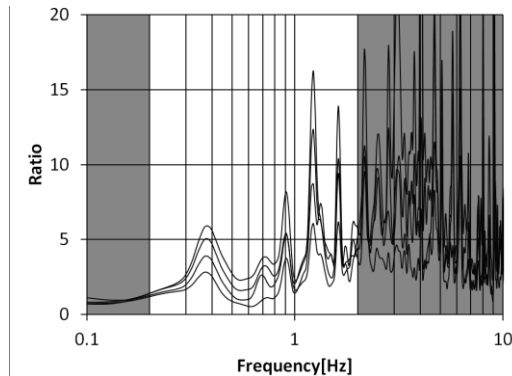


Fig.3 Spectral ratio(sweep 0.2-2.0Hz)

3. 3 履歴特性

全加振ケースにおいて試験体は非線形応答を示した。一例として Sweep 波 0.2-2.0Hz 加振時の層間変形と層せん断力の履歴を示す。(Fig.4)

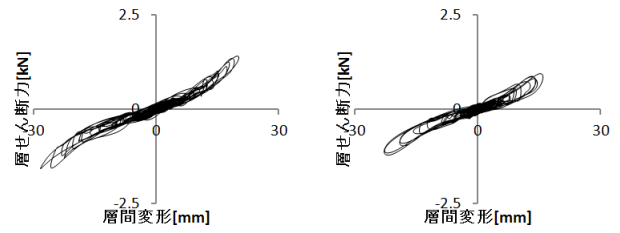
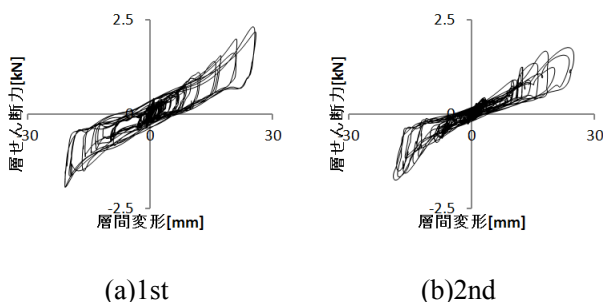


Fig.4 Hysteresis Loop (sweep 0.2-2.0Hz)

4. シミュレーションモデルの構築

本解析で使用する復元力特性はトリリニア型のモデルとした。(Fig.5) このモデルに代入するパラメータは初期剛性 k_1 、第二剛性 k_2 、第三剛性 k_3 、除荷剛性 k_4 、第一折れ点変位 Dy_1 、第二折れ点変位 Dy_2 で、それぞれ Sweep 波 0.2-2.0Hz 加振時の履歴曲線から値を決定した。

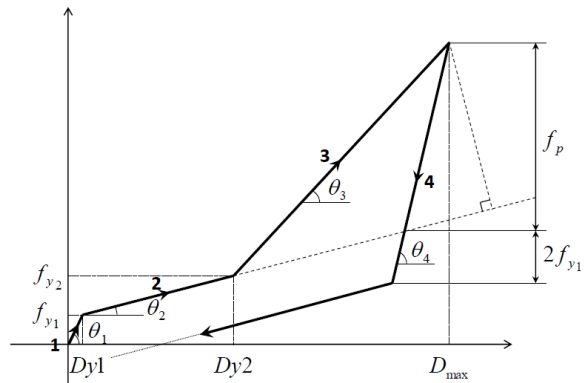


Fig.5 Model of restoring force

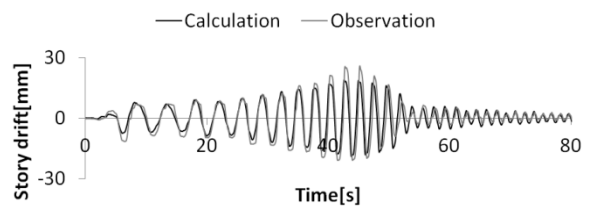


Fig.6 Comparison of story drift

5. 参考文献

- 1) 長江拓也：超高層建物の耐震性能を検証する実架構実験システムの構築，日本建築学会構造系論文集，No.640，pp1163-1171 2009.3.
- 2) 前野敏元：免震建物模型の擁壁衝突振動台実験，日本建築学会大会梗概集，2011.8.
- 3) 松本圭太：地震応答低減機能を有する床構造を適用した 1 層鋼構造骨組の振動台実験，