

# 1) - 5 長周期地震動に対する超高層建物および免震建物の耐震性能 評価技術の開発【基盤】

## Study on Seismic Performance Evaluation of High-rise Buildings and Seismically Isolated Buildings for Long Period Earthquake Ground Motion

(研究期間 平成 18~20 年度)

構造研究グループ  
Dept. of Structural Engineering

森田高市  
Koichi Morita  
福山 洋  
Hiroshi Fukuyama

岩田善裕  
Yoshihiro Iwata

大川 出  
Izuru OKAWA

国際地震工学センター  
International Institute of Seismology and Earthquake Engineering

齊藤大樹  
Taiki Saito

向井智久  
Tomohisa Mukai

Long period components of earthquake ground motions may amplify the response of large scale structures with long natural periods such as high-rise buildings, long-span bridges and oil storage tanks. From the computer simulation, the maximum displacement at the top of a 40 story high-rise building in Tokyo exceeds 1.5 m under a long period earthquake ground motion. Using large stroke shaking table, indoor seismic safety of high-rise buildings was examined to find the safety criteria for the design of high-rise buildings.

### 【研究目的及び経過】

昨今、東海・東南海・南海地震などの巨大地震動により発生する長周期地震動によって、超高層建物や免震建物に大きな揺れが発生することが、大きな社会問題として注目を集めている。(長周期地震動のスペクトルの例を図 1 に示す) これまでに、建築研究所が中心となり、長周期地震動に対する超高層建物や免震建物の応答評価を行っており、地震動と共振する場合には超高層建物や免震建物において、大振幅の揺れが長時間継続することなどを明らかにしている。

しかしながら、長周期地震動に対する超高層建物の揺れは、振幅が非常に大きく、このような揺れを再現する装置がほとんどなく、室内の安全性や避難行動(机の下への避難、身を守る行動、余震中の避難等)への影響等については、十分には検討されてこなかった。本研究では、長周期地震動による建物や家具・人の避難などに対する影響を評価するとともに、長周期地震動による超高層建物の応答性状の把握を行うことを目的とする。

### 【研究内容】

本研究では、建築研究所の実大構造物実験棟に設置された大ストローク振動台(図 2)を用いて、長周期地震動による超高層建物や免震建物の室内空間の揺れを再現する実験を行い、室内安全性や避難行動等への影響を明らかにする。具体的には、キャスター付き家具やその他の家具、人の避難行動を対象にして、サイン波や長周期地震動による超高層建物の揺れを再現した波(図 3)を

入力して、挙動を把握して評価を行う。また、3次元コンピュータ解析により、長周期地震動による超高層建物や免震建物の応答性状の把握を行う。さらに、避難行動に関するクライテリアを提示する。

### 【研究結果】

(1) 避難挙動や作業性、安全性に与える振幅と振動数の影響評価

超高層建物の高層階では、長周期地震動により振幅 1 m を超えるような大振幅の揺れが発生する可能性がある。そうした大振幅の揺れが居住者の避難挙動や作業性、安全性に与える影響について、千葉大学と共同で、振動台を用いた実験研究を行った。その結果、地震時に人間が避難行動を取ることができる限界(避難行動限界)となる床応答を定量化する行動難度曲線(図 4)を提案した。

(2) 地震時のキャスター付き家具の移動に関する検討

大振幅の揺れが長時間継続した場合には、摩擦係数の小さいキャスター付きの家具が大きく移動する事態が予想される。これまでに、地震時の家具の滑り量については解析的な検討が行われてきたが、大振幅を再現できる振動台がなかったために、実験による検証が不十分であった。本研究では、大ストローク振動台を用いた実験と解析により、長周期・大振幅の揺れにおけるキャスター付きの家具の移動量について検討した。実験では、図 5 に示すような、3種類の家具について、40階超高層の最上階の揺れを振動台で再現して、その移動量を計測した。その結果、解析により移動量の評価が可能であることが

示された。

さらに、摩擦係数を変えた移動量の解析により、長周期地震動では最上階の家具の移動量が 5m を超える場合があること、摩擦係数を増やす（たとえば床をカーペット敷きにする）ことにより、移動量を減らせる可能性があることが分かった（図 6）。

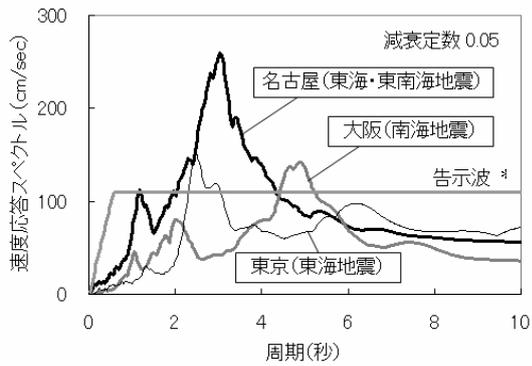


図 1 長周期地震動の速度応答スペクトル  
(\*ただし、告示波は表層における値)



図 2 大ストローク振動台

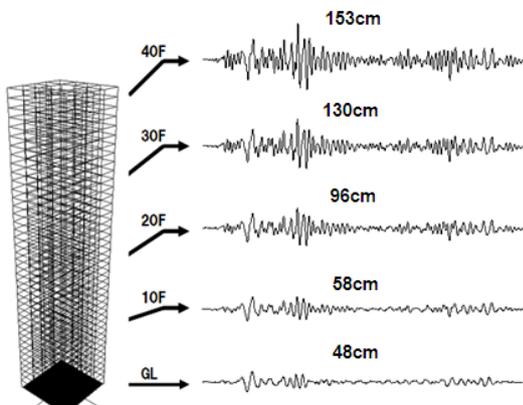


図 3 長周期地震動による超高層建物の揺れ  
(上の階では 1 m を超える揺れが発生)

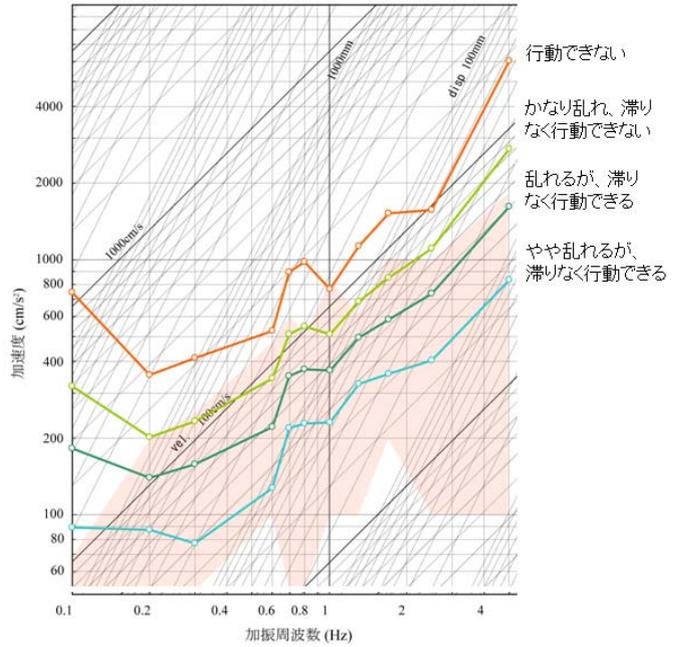


図 4 地震時の行動難度曲線の提案

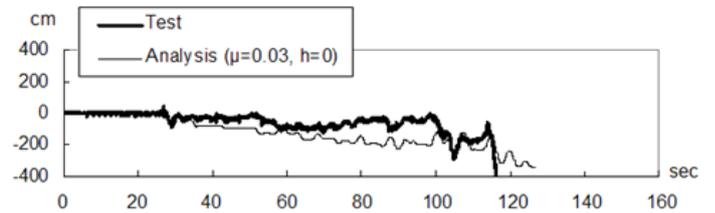


図 5 キャスター付き家具の地震時移動量

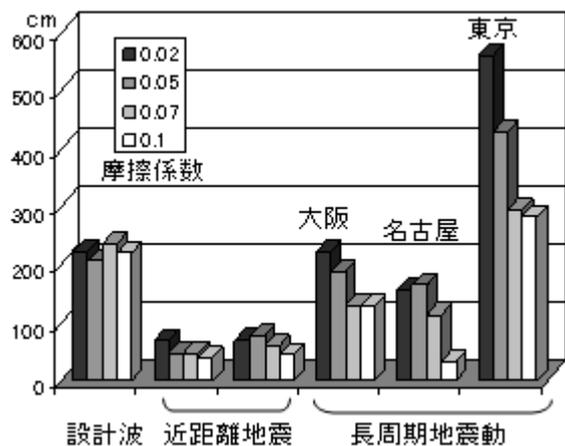


図 6 摩擦係数と家具の移動量の関係  
(40 階超高層の最上階の揺れによる)