

## 1) - 2 鋼構造建築物の大地震時の床加速度評価に関する研究

【安全・安心】

### Study on Evaluation Method of Floor Acceleration of Steel Buildings under Large Earthquakes

(研究開発期間 令和2~3年度)

構造研究グループ 岩田善裕  
Dept. of Structural Engineering IWATA Yoshihiro

Floor acceleration of drift-controlled steel buildings within 1/100 inter-story drift angle to achieve high resiliency under large earthquakes was investigated using three-dimensional dynamic simulation to compare with the conventional design value of 1G. The evaluation method of floor acceleration associated with modal analysis by response spectrum was examined for simulated earthquakes complying with the Building Standard Law and the method was verified using the results of the simulation.

#### 【研究開発の目的及び経過】

巨大海溝型地震、首都直下地震の発生が想定される中、大地震時の安全性のみならず、その後の継続使用性を確保できるより高い性能を有する建築物の必要性が高まっている。そのような建築物を設計する上でまず重要なのは、構造体の変形を抑えることにより建築物全体の被害を抑制することであるが、一方で、変形を抑えると、逆に床加速度が上昇し、床加速度による非構造部材・建築設備の被害が増加することが懸念される。特に、一般的な高さの鋼構造建築物の場合、大地震時の最大変形角を1/100程度に収めるのに、通常よりはるかに大きな断面やブレース等が必要となり、床加速度が大きくなる可能性があるが、その実態はまだ十分に把握されていないのが現状である。

以上の背景を踏まえ、本研究課題では、変形抑制された中高層鋼構造建築物（大地震時の最大変形角が1/100程度以下）を主対象とし、地震応答解析により、非構造部材及び建築設備に作用する構造体の床加速度の実態を把握するとともに、現状、慣行として使用されている1G程度の数値との比較を行った上で、実態により即した当該建築物の大地震時の床加速度の評価法を提示することを目的とする。

#### 【研究開発の内容】

##### 1) 解析モデルの試設計・解析の実施及びデータ整理

大地震時の層間変形角が1/100程度以下となることを目標に鋼構造建築物の解析モデルの試設計を行う。作成した解析モデルと地震波を用いて立体弾塑性地震応答解析を実施し、床加速度の実態を把握するとともに、現状、

慣行として使用されている1G程度の数値との比較を行う。

##### 2) 床加速度の評価法の検討

解析で得たデータの分析を踏まえ、鋼構造建築物を対象とした大地震時の床加速度の評価法の検討、適用範囲の検討を行う。

#### 【研究開発の結果】

大地震時の層間変形角が1/100程度以下となることを目標に、鋼構造建築物の解析モデルの試設計を行い（図1）、立体弾塑性地震応答解析により床加速度に関するデータを取得した。入力地震動には告示波を使用した。表層地盤の加速度の増幅率には第二種地盤の略算式によるGs、模擬地震動の位相にはEL CENTRO 1940 NS、JMA KOBE 1995 NS、HACHINOHE 1968 NSを使用した。

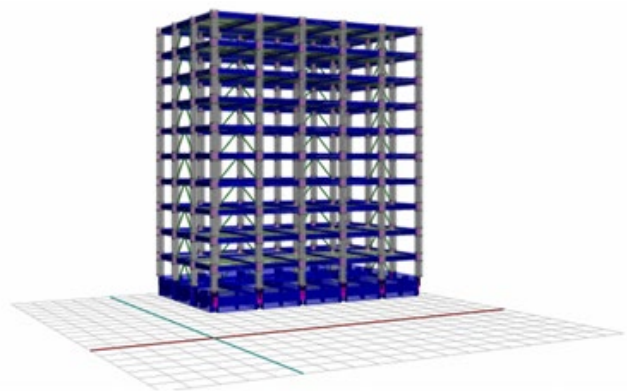


図1 試設計モデルの例（10F）

階数（5階～14階）に応じた床加速度の実態の把握、減衰の種類、P-Δ効果の考慮・非考慮の違いが床加速度

に及ぼす影響について検討を行うとともに、現行耐震基準を満たす一般的な耐震レベルのモデル、鋼材ダンパー付モデル、CFT柱を採用したモデルについて検討を行った。

解析の結果、層間変形角が1/100程度以下となるよう変形抑制された中高層鋼構造建築物では、建物の上層部で床加速度が1Gを超え、1.5G程度にまで達する傾向があることを把握した(図2)。減衰の種類、P-Δ効果の考慮・非考慮の違いが床加速度に及ぼす影響は、層間変形角1/100以下の範囲では小さいことを把握した。現行耐震基準レベルのモデルについては、層間変形角が1/50~1/70程度まで増大するものの、床加速度はほぼ1Gの制限値に収まっていることを確認した。鋼材ダンパー付モデルは、通常のラーメン架構のモデルより床加速度の値を抑制できるものの、依然として建物の上層部で床加速度が1Gを超える傾向が見られた(図2, 14F)。CFT柱を採用したモデルと通常の鉄骨柱のモデルでは、床加速度の値に大きな違いは見られなかった。

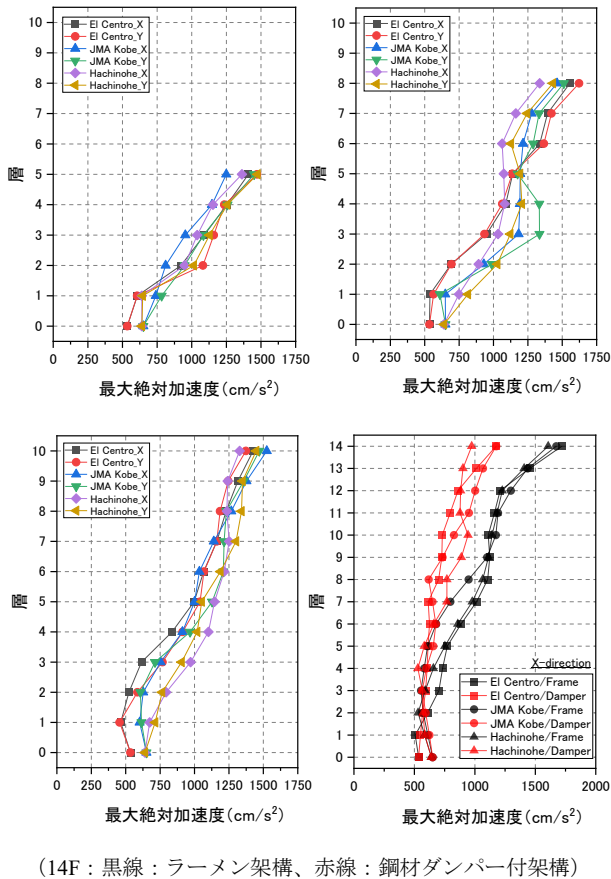


図2 変形抑制モデルの床加速度(5F, 8F, 10F, 14F)  
解析結果を踏まえ、層間変形角が1/100程度以下となるよう変形抑制された中高層鋼構造建築物を主対象とし、

床加速度の評価法の検討を行った。本検討では、応答スペクトルによるモーダルアナリシスをベースとし、減衰による影響、塑性化による影響を考慮した式(1)を評価式として設定した。最後に、評価式の推定精度を検証し、その結果、低層部では過小評価の傾向があるものの、床加速度が大きくなる中層~上層部では、評価式が概ね良好な推定精度を有していることを確認した(図3)。  
<評価式>

$$A_{Fi} = C_d \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^n |\beta_j \cdot u_{ij} \cdot C_{hj} \cdot S_A(T_j, h_j)|^2} \quad (1)$$

$A_{Fi}$  :  $i$ 層の床加速度、 $n$  : 考慮する固有モード次数の最大値 ( $n \geq 3$ )、 $\beta_j$  :  $j$ 次の刺激係数、 $u_{ij}$  :  $i$ 層  $j$ 次の固有モード値、 $S_A(T_j, h_j)$  :  $j$ 次の加速度応答スペクトル、 $C_{hj}$  : 減衰による  $j$  次の加速度応答スペクトル調整係数、 $C_d$  : 塑性化による加速度調整係数

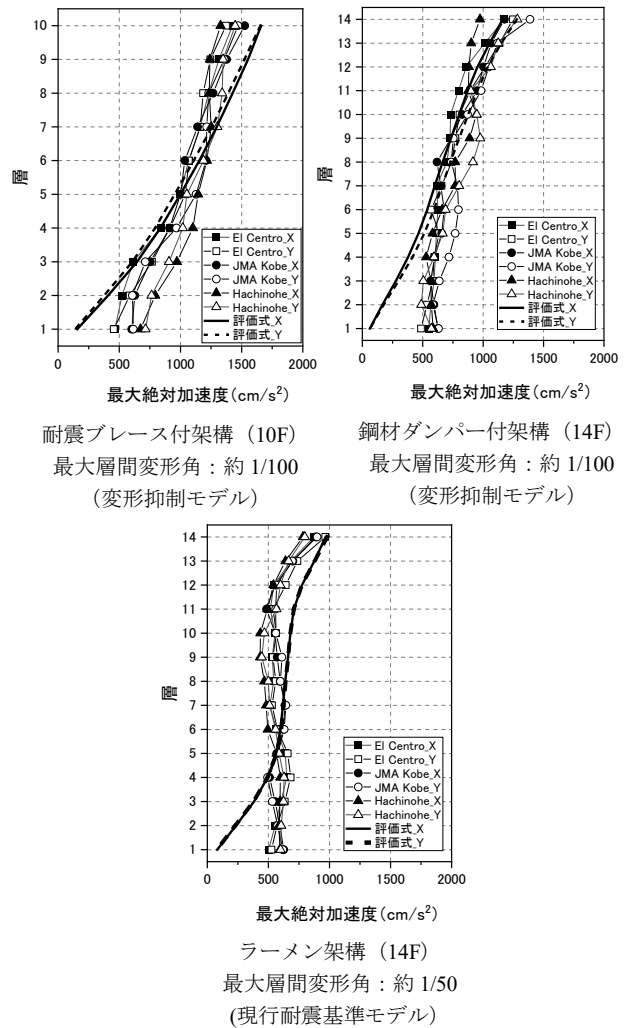


図3 評価式の推定精度の検証例