

1. はじめに

近年発生が危惧されている東海大地震、東南海地震およびそれらが連動する地震では、想定マグニチュード 8.0 と非常に大きな地震であるとともに、想定震源域の広さや断層規模の大きさから地震動継続時間が非常に長いものになると予想されている。地震で発生する被害を予測する場合には地震の計測震度を主な指標として被害を予測することが多い。しかし、東海地震や東南海地震のような計測震度が大きく、継続時間が長いと予測される地震では計測震度のみでなく地震動継続時間が建築物に与える影響を考慮する必要がある。本研究では地震動の継続時間が木造建築物の地震応答に与える影響を調べるため、2 階建て、3 階建ての 2 ケースの木造建築物を対象に動的解析を行った。

2. 解析モデル

解析対象は 1 階が 2.89m、2 階が 2.93m で外壁は軸組に室内側は石膏ボード、室内側にサディングを張った仕様の 2 階建ての軸組構造住宅と、1 階が 2.90m、2 階が 2.80m、3 階が 2.60m で外壁は防火サディングを張った仕様の軸組構造住宅とし、本研究では解析数が多いため、節点とはり要素から成るモデルを使用する。図 1 に示すように右から 2 つの質点間を剛体とし、それをつなぎ合わせ、建物の剛性は非線形バネで与える。復元力特性には、既存の研究¹⁾²⁾により与えられた、図 2 に示すトリリニア型の P- Δ 関係を与える。なお、地震応答解析にはニューマーク法を用いた。

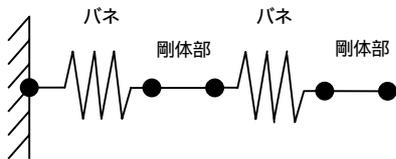


図 1 2 階建てのモデル

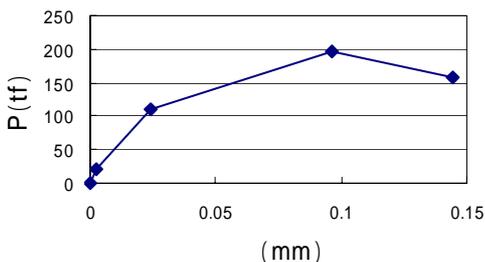


図 2 復元力モデルのパラメータ

3. 入力地震波

本研究では入力地震動として国内の実測波形、シミュレーション波形の合計 119 成分を使用した。地震動継続時間の長さが建築物に与える影響について検証するために、地震動継続時間の指標として T_{90} を用いる。 T_{90} とは地震動パワーが 5% から 95% となる区間の時間である。継続時間 T_{90} の長短が建築物の破壊率にどのような影響を与えるのかを調べる。図 3 に全 119 成分の地震波の卓越周期、継続時間 T_{90} の分布図を示す。

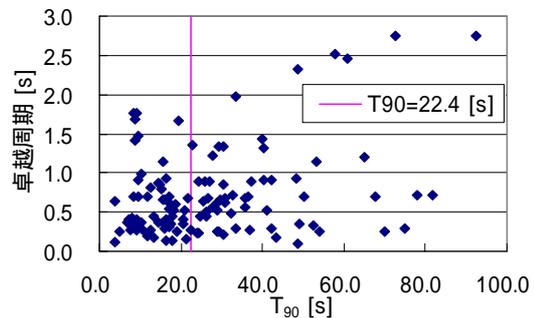


図 3 地震動の卓越周期、 T_{90} の分布図

4. 解析結果

図 4 に 2 階建ての建築物が破壊した時の計測震度と継続時間 T_{90} の関係を示す。図 5 に 3 階建ての建築物が破壊した時の計測震度と継続時間 T_{90} の関係を示す。図中に近似直線を示す。これを見ると、2 階建ての場合では継続時間 T_{90} が長くなるほど破壊時の計測震度が大きくなる傾向が見られ、継続時間 T_{90} が短い地震のほうが破壊しやすい傾向にあることがわかる。3 階建ての場合は逆に継続時間 T_{90} が長くなるにつれて計測震度が小さくなる傾向が見られ、継続時間 T_{90} が短い地震よりも継続時間 T_{90} が長い地震で破壊しやすくなる傾向がある。

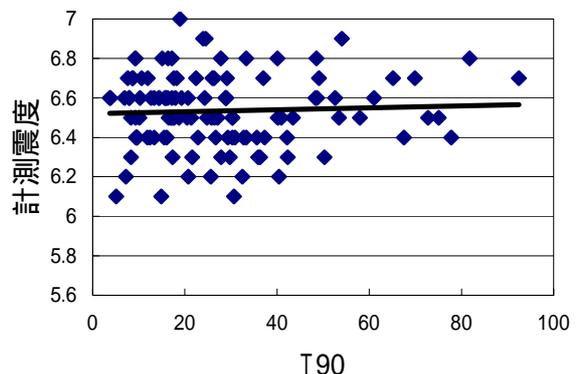


図 4 破壊時の計測震度 (2 階建て)

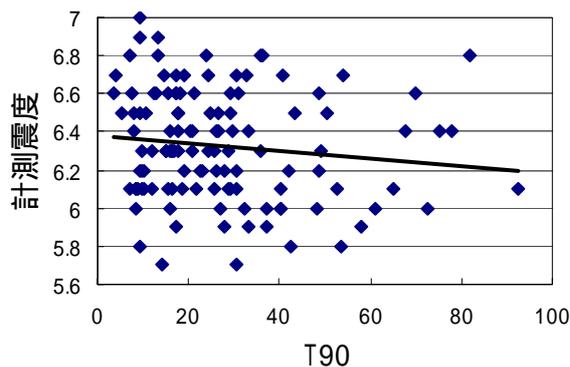


図5 破壊時の計測震度(3階建て)

さらに図6に2階建ての建築物が破壊時の計測震度と地震波の卓越周期の関係を示す。図7に3階建ての建築物が破壊時の計測震度と地震波の卓越周期の関係を示す。

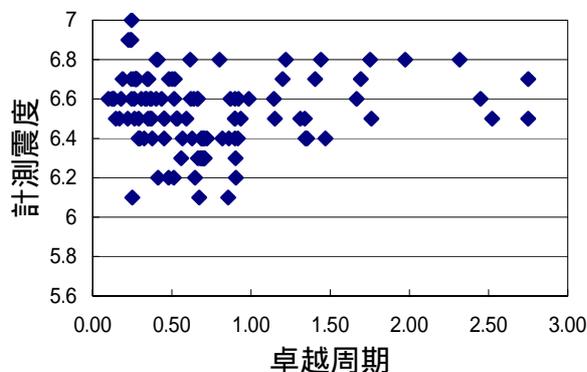


図6 破壊時の計測震度(2階建て)

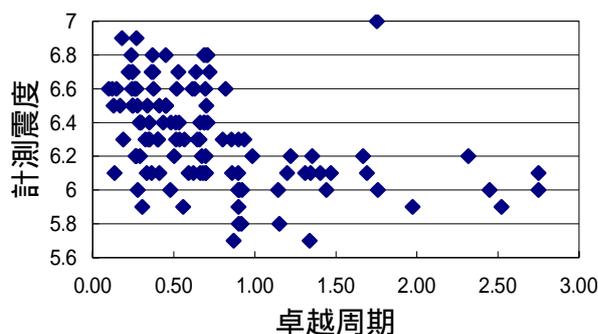


図7 破壊時の継続時間(3階建て)

これを見ると、2階建ての場合では卓越周期が0.3~1.0(s)のあたりで破壊時の計測震度がとても小さくなっており、3階建ての場合では卓越周期が0.8~1.5(s)のあたりで破壊時の計測震度がとても小さくなっている。この結果から2階建てのモデルは、継続時間が短い地震の中で地震動の卓越周期が1.0(s)以下と小さい地震動が多いことから継続時間が短い地震で破壊時の計測震度が小さくなったと考えられる。3階建てのモデルは、継続時間が短い地震動より長い地震動のほうが卓越周期

が0.8~1.5(s)の地震動が多いことから継続時間が長い地震で破壊時の計測震度が小さくなったと考えられる。

さらにエネルギー吸収量についても検討したが、2階建て、3階建てのどちらのケースも継続時間 T_{90} が長くなるほどエネルギー吸収量が大きくなる傾向が見られた。さらに建物高さが高くなると全体的にエネルギー吸収量が大きくなった。理由として建築物がエネルギーを吸収する際に履歴ループによりエネルギーを吸収するため、建築物の高さに関係なく地震動の継続時間 T_{90} が長くなるとエネルギー吸収量が大きくなると考えられる。

5. RC 構造物との比較

既存の研究³⁾により得た、建物高さ10m、30mのRC構造物2ケース固有周期はそれぞれ0.2(s)、0.6(s)に119成分の地震波を入力した結果と比較すると、10mのケースは継続時間が長くなるほど破壊時の計測震度は大きくなっており、木造建築物の2階建てのケースが似た結果となっている。30mのケースは継続時間が長くなるほど破壊時の計測震度は小さくなっており、木造建築物の3階建てのケースが似た結果となっている。エネルギー吸収量に関しては建物高さに関係なく継続時間が長い地震動の方がエネルギー吸収量が大きくなっており、建物高さが高くなると全体的にエネルギー吸収量が大きくなっていった。

6. まとめ

本研究では地震動の継続時間が木造建築物の地震応答に及ぼす影響を検証し、RC構造物の場合と比較した。2階建ての固有周期は0.3(s)、3階建ては0.5(s)であるが、木造建築物、RC構造物どちらも固有周期が短いときは、継続時間の短い地震のほうが建築物の破壊する計測震度が小さくなる。建物の固有周期が長くなると継続時間の長い地震のほうが破壊する計測震度が小さくなる。エネルギー吸収量は建築物高さに関係なく継続時間が長くなると増加する傾向があることがわかった。これらの結果から地震動の継続時間が木造建築物に与える影響は、RC構造物に与えられる影響に似た傾向があることがわかった。

参考文献

- 1)山崎久雄：木質構造の耐力壁に用いる復元力特性の設定に関する資料,2008
- 2)荒川康弘：木造住宅の地震応答解析のための復元力モデルに関する研究,日本建築学会構造系論文集,2004
- 3)尾藤恒太：地震動の継続時間が建築物の地震応答に及ぼす影響,名古屋工業大学卒業論文,2010