

1. はじめに

近年発生が危惧されている東海地震、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建築物の地震応答に与える影響を調べるため、建物高さが10m、30m、50m、70mの4ケースの鉄筋コンクリート造建築物を対象に動的解析を行った。

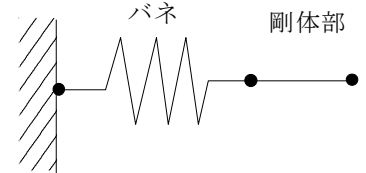


図 - 1 対象構造物のモデル

2. 解析モデル

本研究では解析数が多いため、節点とはり要素から成る一質点系モデルを使用する。図 - 1に示すように右から2つの質点間を剛体とし、建物の剛性は非線形バネで与える。復元力特性には、試設計された数個のRC構造の建築構造物に静的単調載荷から得られた図 - 2に示すトリリニア型のP - δ 関係を与える。10m、30m、50m、70mの建築物の固有周期はそれぞれ0.2[s]、0.6[s]、1.0[s]、1.4[s]とした。なお、地震応答解析にはニューマークβ法を用いた。

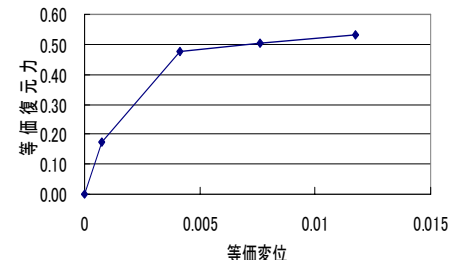


図 - 2 復元力

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。地震動は $T_{90}$ を中央値22.4秒で便宜的に2つのグループに分け、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。

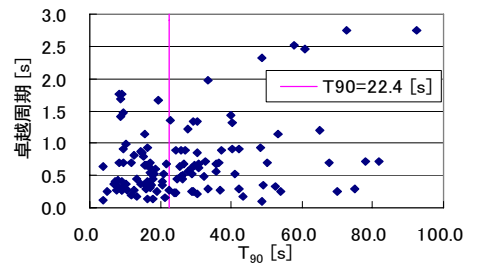


図 - 3 地震動の卓越周期、 $T_{90}$ の分布図

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。

4. 解析結果

図 - 4~7に建築物が破壊した時の計測震度Iと継続時間 $T_{90}$ の関係を示す。計測震度I7.0で破壊しなかったケースでは計測震度I7.1としている。図中に近似直線を示す。これを見ると、解析結果はばらついているものの、建築物

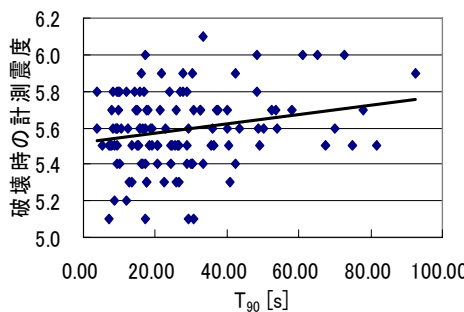


図 - 4 破壊時の計測震度(高さ 10m)

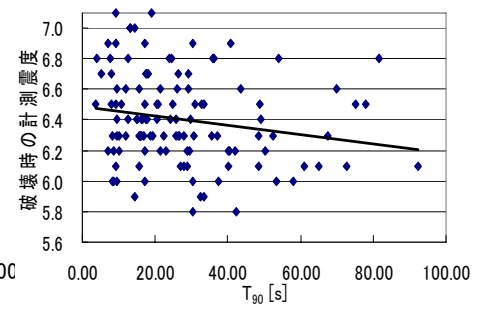


図 - 5 破壊時の計測震度(高さ 30m)

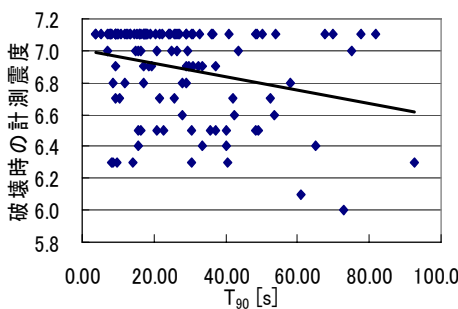


図 - 6 破壊時の計測震度(高さ 50m)

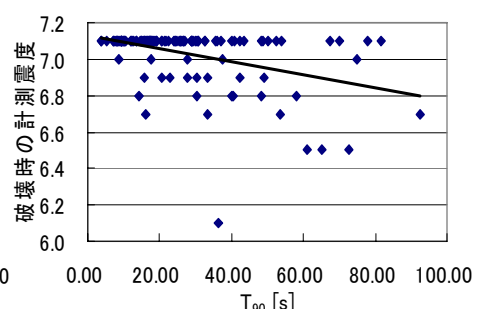


図 - 7 破壊時の計測震度(高さ 70m)

高さが10m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 $I$ が大きくなる傾向が見られ、継続時間 $T_{90}$ が短い地震では破壊時の継続震度 $I$ が小さく、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。建築物高さが30m以上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 $I$ 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。

次に、継続時間 $T_{90}$ の長短で建築物の破壊率にどのような違いがあるのかを見えるために、図-8～11に計測震度 $I$ と建築物の破壊率の関係を示す。これを見ると、建築物高さ10mの場合では、継続時間 $T_{90}$ が長い地震よりも短い地震のほうが平均で7%破壊率が高くなっている。建築物高さ30m以上の場合は継続時間 $T_{90}$ が長い地震のほうが短い地震よりも建築物高さ30mで平均26%、50mで平均41%、70mで平均80%破壊率が高くなっている。

これより建築物高さが10mの場合では、継続時間 $T_{90}$ が短い地震のほうが破壊時の計測震度 $I$ が小さくなる傾向が見られ、建築物の破壊率が大きくなっている。建築物高さが高くなっていくと継続時間 $T_{90}$ が長い地震で破壊時の計測震度 $I$ が小さくなる傾向が見られ、破壊率が大きくなっている。理由として建物高さが10mの場合では、建物の固有周期が0.2[s]と短く、継続時間 $T_{90}$ が短い地震は図-3より卓越周期が短い地震が多いため共振したと考えられる。建物高さが高くなると固有周期も長くなり、図-3より継続時間が長い地震では卓越周期が長くなる傾向があり、固有周期が長い建物と共振しやすくなる可能性が考えられる。

図-12に建築物高さ10m、30m、50m、70mの結果を代表して計測震度 $I$ 6.5のときの建築物高さ50mのエネルギー吸収量を示す。図中には近似直線もあわせて示している。解析結果はばらついているものの、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る。建築物高さ50mの場合のみの結果を示したが、建築物高さ10m、30m、70mも同様な傾向を示しており、建築物高さの高低に関係なく同じ傾向が見られる。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. まとめ

本研究では地震動の継続時間が建築物の地震応答に及ぼす影響を検証し、以下の結果が得られた。建築物の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率が高くなり、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建築物の破壊率が高くなり、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見られる。

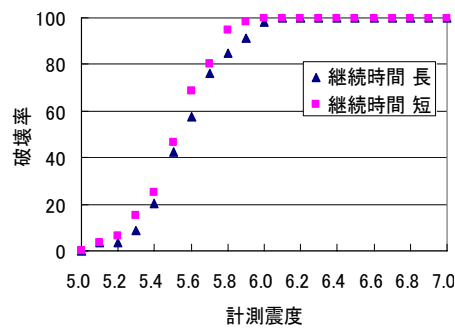


図-8 高さ10mの破壊率

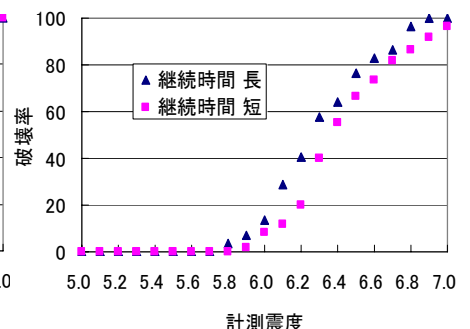


図-9 高さ30mの破壊率

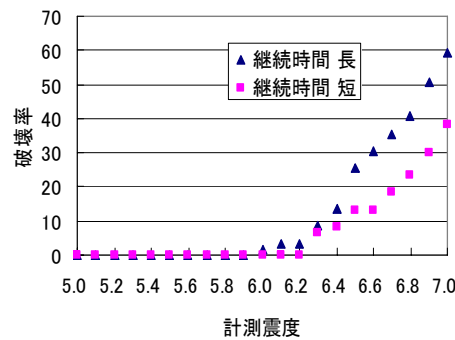


図-10 高さ50mの破壊率

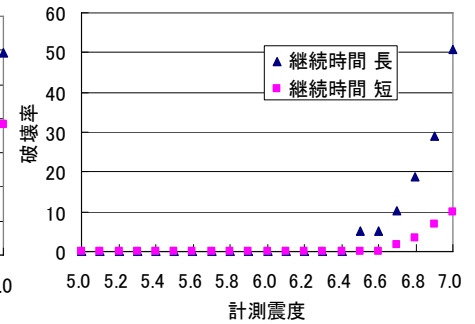


図-11 高さ70mの破壊率

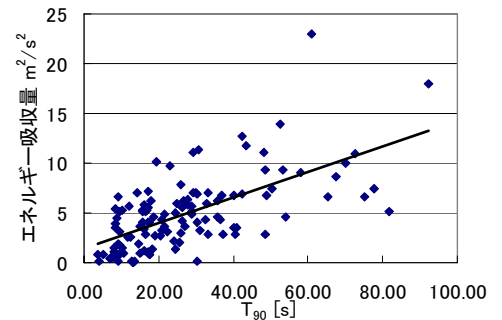


図-12  $I=6.5$  のエネルギー吸収量(50m)