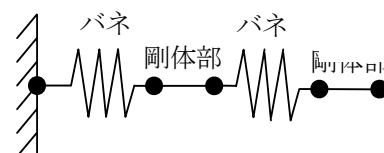


1. はじめに

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、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

解析対象の階高は1階が2.885m、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し、本研究では、2質点系回転バネ付きモデルを使用する。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。復元力モデルにバイリニア・スリップモデルを用いた。また、既存の研究より与えられた、図2に示す復元力特性のパラメータを用いた。なお、地震応答解析にはニューマークβ法を用いた。

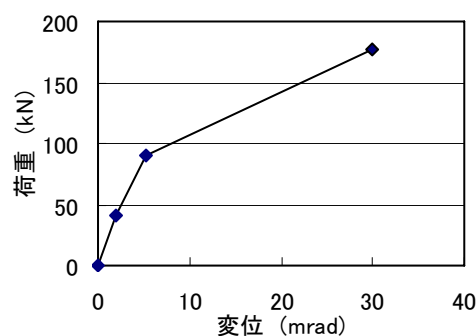


図2 復元力特性のパラメータ

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。地震動は T_{90} を平均値27.13秒で便宜的に2つのグループに分ける。また、各卓越周期を1.0[s]以上のものを長周期地震波、1.0[s]以下のものを短周期地震波に分ける。継続時間 T_{90} の長短、周期特性が建築物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。

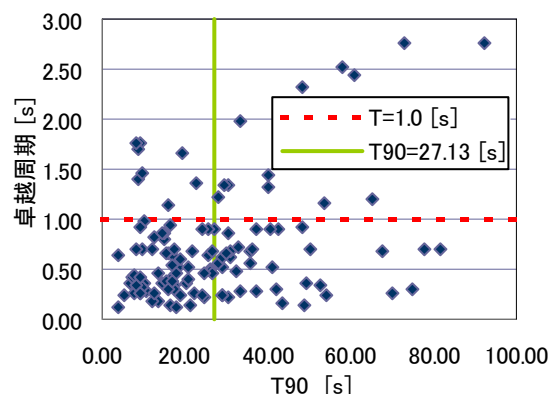


図3 地震動の卓越周期、 T_{90} の分布図

4. 解析結果

図4に地震動の継続時間が建物に与える影響として、地震動ごとの塑性率の平均値と継続時間 T_{90} の関係を示す。図中の直線は近似直線である。これを見ると、継続時間が長くなると塑性率の値が大きくなっていくこと、塑性率のばらつきが大きくなることから、継続時間が長い地震動は、継続時間が短い地震動に比べて繰り返し回数が多くなるので、建物に対する影響が大きくなり、塑性率が大きくなったと考えられる。また、継続時間が長くなると塑性率のばらつきが大きくなることから、継続時間が長くなると変形の偏りが大きくなる傾向があると考えられる。

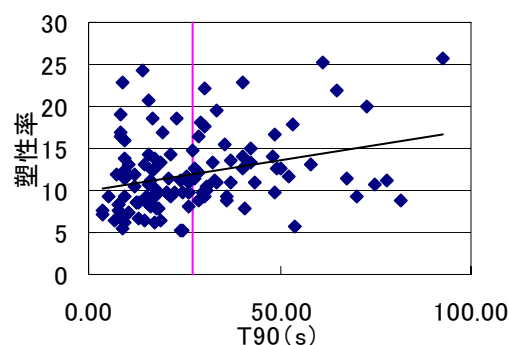


図4 塑性率—継続時間 T_{90}

次に、図5に地震動の周期特性が建物に与える影響として、地震動ごとの塑性率の平均値と卓越周期の関係を示す。図中の直線は近似直線である。これを見ると、長周期地震動のほうが短周期地震動に比べて塑性率の値が大きいことが分かる。このような結果になったのは、解析モデルの固有周期が約0.37秒だが、建物が被害を受けたことで塑性化が進み周期が伸びたため、長周期地震動の方が建物に対する影響が大き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、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みられた。短周期地震波では、卓越周期が0.35秒付近のエネルギー吸収量が最も大きく、長周期地震動は卓越周期が1.2秒、2.5秒、2.7秒付近のエネルギー吸収量が大きくなっていった。

5. トリ・リニアモデル(Takedaモデル)との比較

ここでは、木造と同じ解析モデルにRC構造物の地震応答解析に用いられるトリ・リニアモデル (Takedaモデル) を用いて、地震応答解析を行った結果と木造の地震応答解析の結果を比較する。また、入力地震波は119成分の地震波の中から、代表として23成分の地震波を選び地震応答解析を行った。

図6に木造とTakedaモデルの地震動ごとの塑性率の平均値と継続時間 T_{90} の関係を示す。次に、図7に木造とTakedaモデルの地震動ごとの塑性率の平均値と卓越周期の関係を示す。図中の直線は近似直線である。これらを見ると、木造の塑性率の値はTakedaモデルの約2~6倍の大きさになっており、近似直線の傾きは木造に比べてTakedaモデルがとても緩やかなことが分かる。木造の塑性率の値がTakedaモデルより大きくなるのは、木造がスリップ性状を示したことでTakedaモデルより応答変位が大きくなったためであると考えられる。

さらに、エネルギー吸収量についても検討したが、木造とTakedaモデルで違いはあまり見られず、Takedaモデルも木造と同様に継続時間 T_{90} が長くなるほどエネルギー吸収量が大きくなり、短周期地震動より長周期地震動の方がエネルギー吸収量が大きくなる傾向がみられた。

6. まとめ

本研究では、地震動の継続時間・周期特性が地震応答に及ぼす影響を検証し、トリ・リニアモデル (Takedaモデル) の場合と比較した。継続時間が長くなると繰り返し回数が多くなるので、建物に対する影響が大きくなり、塑性率が大きくなったと考えられる。また、解析モデルが被害を受けたことで塑性化が進み固有周期が伸びたため、長周期地震動の方が建物に対する影響が大きくなったと考えられる。木造とTakedaモデルの比較では、木造がスリップ性状を示しTakedaモデルより応答変位が大きくなったため、木造の方が地震動による影響が大きかったと考えられる。エネルギー吸収量については、木造とTakedaモデル両方の場合で、継続時間が長くなるほど大きくなり、長周期地震動の方が短周期地震動に比べ比較的大きくなっていった。

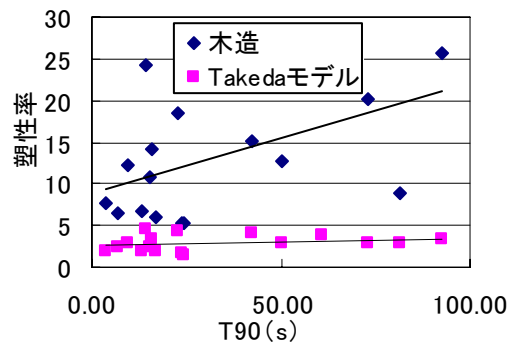
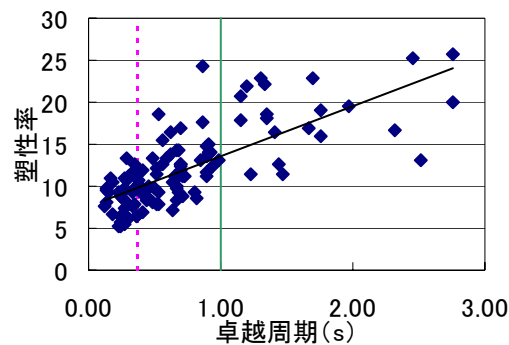


図6 塑性率—継続時間 T_{90}
(木造と Takeda モデル)

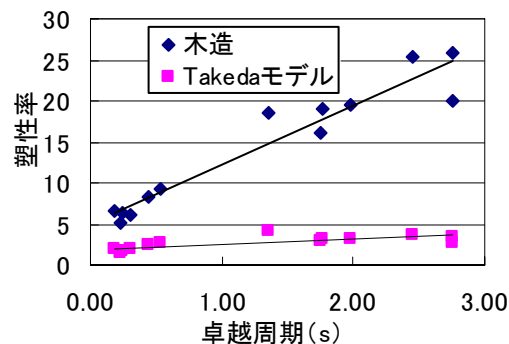


図7 塑性率—継続時間 T_{90}
(木造と Takeda モデル)