

神戸大学工学部 フェロー 高田至郎  
西松建設(株) 正会員 ○松本隆史

**1. はじめに** 現在木造建築の分野では、2階建て以下の建物について詳細な構造計算は義務づけられていない。木造建物は木材という材料の性質から、その加工方法は伝統的な大工の技術に任される要素が大きかったことから、基準化するに至らなかった。しかし、1995年兵庫県南部地震では6000人を越える死者を出し、その89%は圧死者であり、さらにその大半は木造家屋の崩壊によるものであると報道されている。こうした事実を考えた場合、木造家屋についても耐震性を評価する手法を詳しく検討すべきである。

そこで本研究では、木造家屋の耐震性を地盤および基礎を含めて評価することを考え、建物-基礎-地盤を連成させたモデルにより、建物と地盤の相互作用を考慮した解析を行った。本解析では、過去の地震被害をもとに木造家屋の耐震性に与える因子として地盤条件、建物階数、屋根形式を取り上げ木造家屋の耐震性を評価した。

**2. 解析モデルおよび解析ケース**

**2.1 地盤モデル** 本解析では地盤条件が建物に与える影響を検討するために、比較的硬質な地盤と埋め立て地を想定し、地盤定数に神戸市東灘区の本山周辺地盤と同中央区のポートアイランドの地盤定数を用いて比較した。図1に地盤モデルを示す。

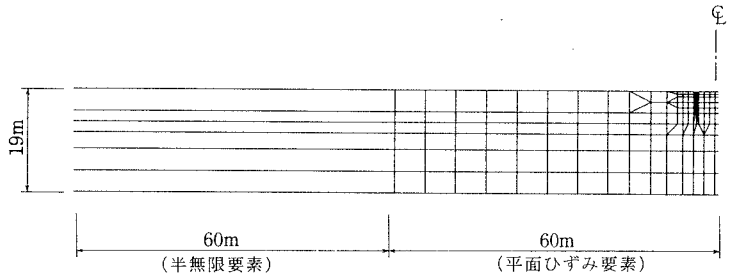


図1 地盤解析モデル

地盤は6層の成層地盤とし、側方境界には半無限要素を用いた。地盤定数は本山周辺地盤ではボーリングデータをもとに、ポートアイランドはPS検層結果をもとに求めた。入力地震動は兵庫県南部地震での神戸海洋気象台の観測波を基盤面での波形に直したもののN-SおよびU-D方向を用いた。なお、地盤は塑性を考慮している。

**2.2 建物および基礎モデル** 木造家屋の特徴を考慮して図2に示すような筋交いを考慮し、通し柱以外は部材の接合部をヒンジであるとしてモデル化した。また基礎は布基礎とべた基礎を対象とし、布基礎は平面ひずみ要素とはり要素を組み合わせ、べた基礎はすべて平面ひずみ要素でモデル化した。また基礎と地盤の間には、ジョイント要素を配置し相互作用を考慮した。なお、建物および基礎は弾性であるとして解析した。

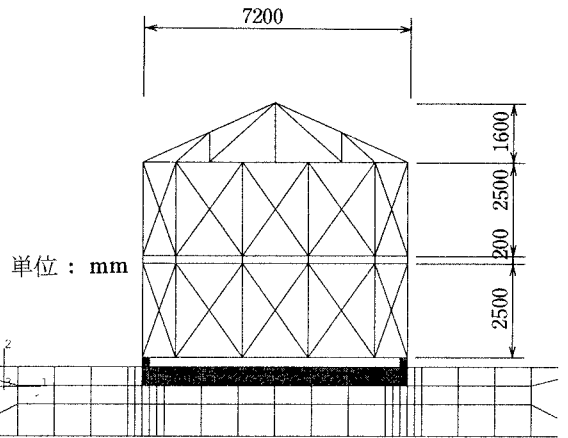


図2 建物、基礎および地盤モデル (拡大図)

表1 屋根形式別屋根重量

瓦屋根 (葺き土あり)	95
瓦屋根 (葺き土なし)	60
石綿スレート	45

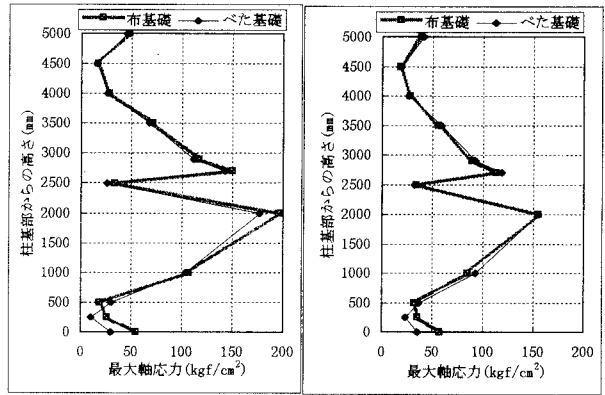
単位 : kgf/m<sup>2</sup>

**2.3 解析ケース** 本解析では、地盤条件および基礎形式のほかに建物に関して屋根形式別、建物階数別のモデルを設定した。屋根形式モデルについては表1に示すように瓦について葺き土があるものとないも

のおよび、スレートの屋根を想定し屋根重量を変化させた。また、建物階数別モデルでは各階の筋交い量および部材寸法を同等とし、階数のみを変化させた。

### 3. 解析結果と考察

**3.1 地盤条件の影響** 図3(a)および(b)に本山周辺地盤およびポートアイランドの地盤定数を用いた場合の通し柱最大軸応力分布を示す。通し柱の最大軸応力では、本山周辺地盤では布基礎よりもべた基礎の方が  $19\text{kgf/cm}^2$  小さく、ポートアイランドでは基礎形式による差はほとんどみられなかった。また柱基部の軸応力を比較すると、本山周辺地盤ではべた基礎の方が  $35\text{kgf/cm}^2$  小さくなるがポートアイランドではべた基礎の方が  $22\text{kgf/cm}^2$  小さい結果となった。つまり、基礎形式が建物応答に与える影響は比較的硬質な地盤の方が埋め立て地よりも大きいと言える。



(a) 本山周辺地盤 (b) ポートアイランド  
図3 通し柱最大軸応力(地盤種別別)

**3.2 屋根形式の影響** 図4に屋根形式別モデルの通し柱最大軸応力の分布を示す。屋根形式別モデルでは本山周辺地盤で基礎をべた基礎として解析した。いずれのケースも木材の基準強度に達することはなかったが許容応力度は上回る結果であった。ここで葺き土なしの瓦屋根の重量を1としたとき、葺き土がある場合は1.58、スレート屋根は0.75となる。これに対し、通し柱の最大応答値についても葺き土なしの瓦屋根の値を1とすると葺き土ありは1.45、スレート屋根は0.83となりほぼ重さに対応する比となった。

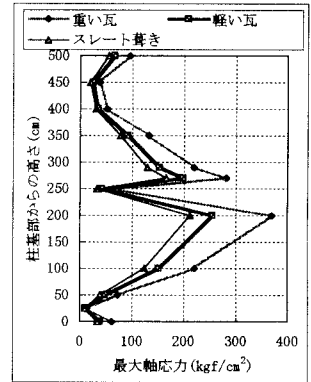


図4 通し柱最大軸応力(屋根形式別)

**3.3 建物階数の影響** 表2に建物階数別モデルの通し柱最大軸応力について柱基部、1階、2階および3階天井部の最大値をまとめたものを示す。最大軸応力は1階モデルでは柱基部であるが、2階および3階モデルでは1階天井部で生じており、上層階ほど小さな値となった。べた基礎および布基礎の違いでは建物階数が上がると応答に差が生じ、3階建てモデルでは最大軸応力でべた基礎の方が  $20\text{kgf/cm}^2$  小さい値となった。基礎形式が最大軸応力に与える影響は、柱基部に顕著に現れることが知られる。

表2 階数別モデル柱各位置の最大応力度

	柱基部	1階天井	2階天井	3階天井
3階建て	146.9	257.0	142.8	3.8
	87.3	237.0	154.8	4.4
2階建て	85.2	165.7	38.5	—
	58.3	149.0	36.7	—
1階建て	6.6	2.2	—	—
	6.0	3.5	—	—

単位:  $\text{kgf/cm}^2$   
※上段が布基礎、下段がべた基礎の場合

### 4. まとめ

- ①木造家屋の基礎形式の違いが建物応答に与える影響では、総じてべた基礎の方が建物応答を押さえる傾向にある。
- ②地盤種別による影響では、3種地盤での基礎形式による影響は2種地盤の場合に比べて少ない。
- ③屋根形式別モデルでは、重い屋根形式ほど通し柱の応答最大軸応力が大きくなり地盤および基礎を考慮した場合でも、重い屋根形式ほど通し柱の応答最大軸応力が大きくなることを示した。
- ④建物階数が増えると通し柱の応答最大軸応力は大きくなり、基礎形式の違いの影響が大きくなる。さらに、その差は柱基部で顕著に現れることを示した

【参考文献】 1) 日本建築学会：木造住宅の耐震性—地震被害と実大実験からわかったこと—, 1996.9  
2) 地盤調査ハンドブック編集委員会：最新地盤調査ハンドブック, PP.323-324, 1995.3